

Information Technology

The 21st Century Revolution

21 世紀の I T 革命

A Report by

The Interagency Working Group on IT R&D
(IWG/IT R&D)

National Science and Technology Council (NSTC)
(国家科学技術委員会)

この Bluebook2001 の日本語訳は、the National Coordination Office(NCO) for Computing, Information and Communications(CIC)により作成された資料を、NCO の許諾を得た上で、AITEC が翻訳したものです。

国家科学技術員会 (National Science and Technology Council)について

国家科学技術委員会(NSTC)は、1993年11月23日クリントン大統領の大統領命令によって設立された閣議レベルの委員会です。この委員会の主な目的は、科学、宇宙、技術関連の政策について、大統領が委員会を通じて連邦政府の各機関の調整を行うことにあります。NSTCは、連邦政府による各種の研究開発活動の調整を行うため、科学技術分野の「バーチャル・エージェンシー」としての機能を担っています。NSTCの議長は大統領が当り、その他の委員会の委員は副大統領、科学技術担当大統領補佐官、閣僚秘書、科学技術に深い関連を持つ機関の長、その他ホワイトハウスの官僚で構成されています。

NSTCは、連邦政府による科学技術分野への投資について、国として明確な目標を確立することを主な目的として掲げており、対象となる分野は情報技術、保健衛生から輸送システムの改善や基礎研究の強化にまで多岐に渡っています。また委員会では、いくつかの国家的目標を達成するために必要な投資予算を組むため、連邦政府の各関係機関に等しく適用される研究開発戦略を確立します。

NSTCに関するお問い合わせは、NSTC大統領事務局 電話(202)456-6100で承ります。

科学技術政策局(OSTP、Office of Science and Technology Policy)について

科学技術政策局は、National Science and Technology Policy, Organization and Priorities Act (1976年)によって設立されました。OSTPは、科学技術が重要な鍵を握る分野の政策決定や予算編成について大統領のあらゆる疑問に答えること、大統領による科学技術政策やプログラムを明確化すること、連邦政府、州、地方自治体、産業界の組織、学界組織の連携関係を強化することなどの機能を担っています。OSTPの長官は科学技術担当の大統領補佐官が兼務し、大統領に代ってNSTCを指揮します。またOSTPの副長官は、NSTCの各委員会の議長も兼ねています。

OSTPに関する情報は電話(202)456-7116で承ります。

献呈 本レポートを、1993年から2000年5月までホワイトハウス科学技術政策局にて技術担当の副ディレクターとして勤務された Henry C. Kelly 氏に捧げます。Kelly 博士は、大統領直属情報技術諮問委員会(President's Information Technology Advisory Committee)のホワイトハウス側の担当者として尽力し、同委員会がその作成に深く関わったレポート「Information Technology Research: Investing in Our Future」(1999年2月)では、情報技術の国家的研究に対するニーズをはっきりとかつ余すところなく明確にすべく委員会を導かれました。また博士は、Administration's Information Technology Research and Development(IT R&D)プログラムの開発にも力を尽くされました。このプログラムはPITACの提言に従って作成されたもので、本書のテーマとするところでもあります。2000年6月、Kelly 博士は米国科学者連盟長となりました。しかし、IT研究開発の国家的事業に対して博士が与えられた思慮深い助言や、たゆみない努力のご偉功は我々の心にとどまり続けます。博士に対する我々の感謝の念は、永く絶えることがないでしょう。



Blue Book
FY2001

表紙

今年の表紙は、情報技術の新千年紀を表現したもので、デザインは、全米科学財団の所属アーティスト James J. Caras 氏が担当しました。また表紙で使用されているイメージは、IT研究開発の活動を説明するために本書内に挿入された写真から取ったものです。本レポートでは、William Caslon が1722年に考案したフォントの現代版である Adobe Caslon を採用しています。このフォントは非常に読みやすく、当時の米国東部13州でも広く使用されていました。殊にベンジャミン・フランクリンは好んでこのフォントを使用したということです。米国独立宣言と米国憲法の最初の印刷版も、Caslon で印刷されています。

ニール・レーン科学技術担当大統領補佐官から議会宛の「21世紀のIT革命」を紹介したレターは下記にあります。

<http://www.itrd.gov/pubs/blue01/transmittal.html>

シニア・プリンシパル・グループ

Chair

Neal Lane, Ph.D.

Assistant to the President for Science and Technology and
Director, White House Office of Science and Technology Policy

Members

D. James Baker, Ph.D.

*Under Secretary for Oceans and Atmosphere and
Administrator, National Oceanic and Atmospheric
Administration*
Department of Commerce

Carol M. Browner

Administrator
Environmental Protection Agency

Rita Colwell, Ph.D.

Director
National Science Foundation

Delores M. Etter, Ph.D.

Deputy Under Secretary for Science and Technology
Department of Defense

Daniel S. Goldin

Administrator
National Aeronautics and Space Administration

Thomas A. Kalil

Senior Director to the National Economic Council
National Economic Council

Ruth Kirschstein, M.D.

Acting Director
National Institutes of Health

Ernest J. Moniz, Ph.D.

Under Secretary
Department of Energy

Lori A. Perine

*Deputy to the Associate Director for Technology,
Office of Science and Technology Policy*
Executive Office of the President

Wesley Warren

Associate Director, Natural Resources, Energy, and Science
Office of Management and Budget

**インターエージェンシーR&D
ワーキング・グループ(IWG/IT
R&D)**

Chair

Ruzena Bajcsy

NSF/CISE

Representative

Ruzena Bajcsy

Alternates

George O. Strawn
Robert R. Borchers

NSF/MPS

Representative

Robert A. Eisenstein

Alternate

Bradley D. Keister

DARPA

Representative

Shankar Sastry

Alternate

Mark Swinson

NASA

Representative

Lee B. Holcomb

Alternates

David B. Nelson
Betsy Edwards

NIH

Representative

Robert L.Martino

Alternates

Michael J. Ackerman
Judith L. Vaitukaitis

DOE Office of Science

Representative

C. Edward Oliver

Alternate

Norman H. Kreisman

NSA

Representative

George R. Cotter

Alternate

Norman S. Glick

NIST

Representative

William Mehuron

Alternate

Larry H.Reeker

NOAA

Representative

Thomas N. Pyke, Jr.

Alternate

William T. Turnbull

AHRQ

Representative

J. Michael Fitzmaurice

OSD

Representative

Charles J. Holland

Alternate

Cliff G. Lau

EPA

Representative

Joan H. Novak

Alternate

Robin L. Dennis

DOE/ASCI

Representative

Paul C.Messina

Alternate

Jose L. Munoz

OMB

David S. Trinkle

OSTP

Lori A. Perine

NCO

Representative

Kay Howell

Alternate

Sally E.Howe

**PCAのコーディネート・
グループとチーム責任者**

**High End Computing and
Computation (HECC) Coordinating
Group**

Co-Chairs

Robert R. Borchers,NSF
Jose L. Munoz, DOE

**Human Computer Interface and
Information Management (HCI &
IM) Coordinating Group**

Chair

Gary W. Strong, DARPA

**Large Scale Networking (LSN)
Coordinating Group**

Co-Chairs

George O. Strawn,NSF
David B. Nelson, NASA

**High Performance Networking
Applications Team (HPNAT)**

Chair

William T. Turnbull,NOAA

Internet Security Team (IST)

Chair

Christina M.McBride, NSA

Joint Engineering Team (JET)

Co-Chairs

Javad Boroumand,NSF
Paul E. Love, Internet2

Networking Research Team (NRT)

Co-Chairs

Mari W. Maeda, DARPA
Vacant

**Software Design and Productivity
(SDP) Coordinating Group**

Co-Chairs

Janos Sztipanovits, DARPA
Michael Evangelist,NSF

**High Confidence Software and
Systems (HCSS) Coordinating Group**

Co-Chairs

Helen Gill, DARPA
Vacant

**Social,Economic,and Workforce
Implications of IT and IT Workforce
Development (SEW) Coordinating
Group**

Co-Chairs

C. Suzanne Iacono, NSF
William S. Bainbridge, NSF

**Federal Information Services and
Applications Council (FISAC)**

Co-Chairs

Lawrence E.Brandt,NSF
G.Martin Wagner, GSA

Digital Government Liaison

Lawrence E.Brandt, NSF

Federal Statistics Team

Chair

Cathryn S. Dippo, BLS

**Information Technology for
Crises Management Team**

Chair

Anngienetta R. Johnson,
NASA

Next Generation Internet Team

Chair

William T. Turnbull,NOAA

Universal Access Team

Chair

Susan B. Turnbull,GSA

**Digital Government Consortium
Liaison**

Valerie Gregg, NSF

目次

シニア・プリンシパル・グループ	iii
インターエージェンシー R&D ワーキング・グループ (IWG/IT R&D)	iv
PCA のコーディネート・グループとチーム責任者	iv
目次	1
エクゼクティブ・サマリ	1
概要	1
政府による IT R&D プログラム	1
プログラム・コンポーネント・エリア (PCA)	1
HECC：ハイエンドコンピューティング・コンピューテーション	2
HCI & IM：ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理	3
LSN：大規模ネットワーク技術	3
NGI：次世代インターネット	4
SII：スケーラブル情報基盤	4
SDP：ソフトウェアの設計および生産性	4
HCSS：高信頼ソフトウェアおよびシステム	5
SEW：社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味	5
FISAC：連邦政府情報サービス・アプリケーション協議会	5
ASCI：戦略的コンピューティング加速構想	6
PITAC：大統領直属情報技術諮問委員会	6
IT R&D の予算とコーディネート	6
NCO/CIC：CIC 国家調整室	6
Web 情報	7
ハイエンド・コンピューティング・コンピューテーション (HECC)-序説と概要	8
ハイエンド・コンピューティング -インフラとアプリケーション (HEC I&A)	10
はじめに	10
コンピューティング環境とツールキット	10
アーキテクチャ適応コンピューティング環境 (aCe)	10
Kernel lattice parallelism (KeLP)	10
不規則科学向け並列アルゴリズムとアプリケーションソフトウェア	11
先進的テストおよびシミュレーション (ACTS) ツールキット	11
スケーラブルなビジュアライゼーション・ツールキット	12
幾何学的問題を研究するためのツール	12
モデリング・ツール	13
NASA Earth system modeling framework	13
マイクロマグネティック・モデリング	13
現実的材料のミクロ構造のモデリング	13
環境モデリングのための数値/データ処理技術	14
HECC アプリケーション	14
生物医学アプリケーション	14
神経化学イメージング	14
Mcell	14
タンパク質の折り畳み	15
Emerge：ポータブルな生物医学情報の検索と融合	16

航空宇宙アプリケーション	16
Computational Aerosciences(CAS).....	16
地球および宇宙科学計画(ESS).....	17
応用化学	17
燃焼の理解	17
量子物理学アプリケーション	18
電子の衝突によるイオン化	18
気象アプリケーション	18
ハリケーンの強度予測	18
ハリケーンと地球温暖化.....	18
ハイエンド・コンピューティング -研究開発 (HEC R&D).....	20
概要	20
ハイブリッド技術マルチスレッド(HTMT)アーキテクチャ	20
Beowulf: ワークステーション・クラスタとLinuxによる高性能コンピューティング	20
混在する分散共有メモリ環境での気象予報.....	21
バーチャルインターフェイス・アーキテクチャのための MVICH-MPI.....	21
分散並列ストレージ・システム(DPSS).....	21
Globus.....	22
Globus: : スマート・インスツルメント・アプリケーション.....	22
Legion: ワールドワイドなバーチャルコンピュータ	23
JavaNumerics	23
高度ハードウェア・コンポーネントの研究: 現行のエレクトロニクスでは不可能なものを目指す	23
DARPA の大規模集積回路(VLSI)フォトニクス・プログラム	23
量子コンピューティング.....	24
量子位相によるデータの保存と検索.....	24
量子情報とコンピューテーション	24
アンサンブル量子コンピュータ(EQC)の核磁気共鳴(NMR).....	24
DNA によるデータ保存	25
集積回路開発のための高度な顕微鏡ツール	25
3次元マルチチップ・モジュール(MCM)によるキューブ・コンピュータ	25
光テープ	26
超伝導エレクトロニクス.....	26
スマート・メモリ	26
ベンダーの協力.....	27
分子電子工学	27
ナノクリスタル・デバイス	27
IT R&D の施設 (IT R&D Facilities).....	29
概要	29
NSF Advanced Computational Partnerships and Centers	29
National Computational Science Alliance (Alliance).....	30
National Partnership for Advanced Computational Infrastructure (NPACI).....	31
国立大気研究センター(NCAR)	31
NASA テストベッド	32
DOE の研究施設	32
NIH コンピューティング・システム.....	34
NOAA の研究施設.....	34
EPA のシステム	34
Access Gridへの ACCESS.....	35
概要	35
Computational Grid	35
Access Grid	35
ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理 (HCI IM)	38

概要	38
デジタル情報の管理と閲覧 (Managing and “seeing” digital information)	38
電子政府プログラム(Digital Government program)	38
製造アプリケーションのためのシステム・インテグレーション (SIMA, Systems Integration for Manufacturing Applications)	39
知的システム	40
適応性のある学習技術 (Adaptive learning technology)	40
知識および認識システム(KCS)	40
知的空間 (Smart Spaces)	40
音声技術 (Speech technologies)	41
マルチモーダル能力 (Multimodal capabilities)	41
コミュニケーター (Communicator)	41
航空宇宙システムの中の人的要素 (Human factors in aerospace systems)	41
言語透過的な情報の検出、抽出、および要約 (TIDES: Translingual Information detection, Extraction, and summarization)	42
遠隔/自律システム (Remote/autonomous systems)	42
遠隔探査と遠隔実験 (REE: Remote Exploration and Experimentation)	42
将来のロボット戦場 (The robotic battlefield of the future)	42
共同作業とバーチャル・リアリティ (Collaboration and virtual reality)	43
Access Grid (分散型研究のコラボレーションおよび遠隔会議向け ハードウェア、ソフトウェア、および電気通信機能)	43
BioFutures	43
DeepView: 分散型顕微鏡検査のための共同研究フレームワーク	43
遠距離での可視化 (Distance visualization)	44
分散共同研究所プロジェクト (Distributed laboratories project)	44
化学災害情報へのリアルタイムの共同研究用アクセス (Real-time collaborative access to chemical disaster information)	44
製造業共同研究所 (Manufacturing collaboratory)	44
製造のシミュレーションと可視化 (Manufacturing simulation and visualization)	45
NOAA のライブ・アクセス・サーバー(NOAA’s live access server , LAS)	45
遠隔ナノ・マニピュレータ (The tele-nanoManipulator)	45
3次元の可視化 (3-D visualization)	46
共同作業と製造のための可視化とバーチャル・リアリティ (Visualization and virtual reality for collaboration and manufacturing)	46
ニュートロン研究用の Web ベースのツール (Web-based tools for neutron research)	46
Web ベースの情報資源 (Web-based information resources)	46
数学関数のデジタル図書館(Digital Library of Mathematical Functions, DLMF)	46
治療法ガイドラインのリポジトリ (Clinical practice guidelines repository)	47
地表風解析システム (Surface wind analysis system)	47
Web ベースのバイオインフォマティクス・データベース (Web-based bioinformatics databases)	47
識別とセキュリティ (Identification and security)	48
Akenti: 安全な環境での共同研究 (Collaborating in a secure environment)	48
管理のゆきとどいた共有: 安全な共同研究環境 (Controlled sharing : The secure collaboratory)	48
指紋と顔写真の標準 (Fingerprint and mug shot standards)	48
ヒューマン ID (Human ID)	48
分析と生産性向上のためのツール (Tools for analysis and productivity)	48
医療の品質と能力 (Health care quality and performance)	48
検索エンジンの評価 (Evaluating search engines)	49
ソフトウェアの有用性テスト (Software usability testing)	49
Web サイトの有用性ツール (Web site usability tools)	49
電子図書館 (Digital Library)	50
概要	50
DLI フェーズ 2 の方針	50
人間中心の研究 (Human-centered research)	51
画像、ビデオ、および言語資源の個人向けに専用化された抽出と要約	

(PERSIVAL, Personalized Retrieval and Summarization of Image, Video, and Language Resources).....	51
子供のためのデジタル資源 (Digital resources for children)	51
学生のための技術とツール (Technologies and tools for students)	52
ビデオ情報コラージュ (Video information collage)	52
アレキサンドリア・デジタルアース・プロトタイプ(ADEPT, Alexandria Digital Earth Prototype)....	52
パワー・ブラウザ (Power browsers)	52
コンテンツとコレクション (Contents and collection)	52
人文科学のための電子図書館 (Digital library for the humanities)	53
話し言葉の国民ギャラリー(NGSW、 National Gallery of the Spoken Word)	53
科学、数学、工学、および技術の教育のための米国電子図書館 (SMETE, National digital library for science, mathematics, engineering, and technology education)	53
デジタル・アシニアム (Digital Atheneum, デジタル図書館)	53
デジタル・ワークフロー管理 (Digital workflow management)	53
データの出典	54
システムとテストベッド (Systems and testbeds)	55
学術出版のための新しいモデル (New model for scholarly publishing)	55
分類システム (Classification systems)	55
バーチャル・ワークスペース (Virtual workspaces)	55
セキュリティ、品質、アクセス、および信頼性 (Security, quality, access, and reliability)	55
国際的活動 (International efforts)	56
米国と英国の協力 (U.S.-U.K. activities)	56
米国とドイツの協力 (U.S.-Germany activities)	57
NSF と EU のワーキング・グループ (NSF-EU working groups)	57
大規模ネットワーク (LSN).....	58
概要	58
LSN のネットワーク・インフラストラクチャ支援	60
研究ネットワーク	60
測定とネットワーク解析	60
基礎的なネットワークの研究	60
特別のネットワーク研究プロジェクト	60
アドバンスト・ネットワーク・インフラストラクチャ(ANI)	61
インターネット技術計画	61
STAR TAP	61
無線に関する標準化	63
アクティブネットワーク	63
トレラントなネットワーク	63
フォールトトレラント・ネットワーク	63
ダイナミックな連携管理	65
Quorum: エンド・ツー・エンドのミッションの成功	65
QoS アーキテクチャ	65
半透明なシステム階層	65
適応性のある資源管理機能	66
統合化、デモンストレーション、および検証	66
センサー情報技術計画(SensIT)	66
超高速ネットワーク	66
DOE の研究開発	67
DOE によるインターネット・プロトコル・バージョン 6(IPv6)のインプリメンテーション	67
EMERGE(ESnet/MREN 地域グリッド実験用テストベッド)	67
デジタル・コラボレーション・サービス(DCS)	68
DOE のネットワーク・ツール	68
地球観測情報ネットワーク(GOIN、 Global Observation Information Network)	68
負荷バランス	69
LSN のアプリケーション研究開発	69
目標 1 実績と計画	70
NSF	70

高性能ネットワーク・サービス・プロバイダ(HPNSP)	70
DARPA の SuperNet.....	71
NIST	71
次世代標準暗号化方式(AES、Advanced encryption standard).....	71
公開暗号キーインフラストラクチャ(PKI)	71
インターネットのサービス品質(QoS).....	71
Hybrid-fiber coax(HFC: 光ファイバと同軸ケーブルの組み合わせ)によるアクセス	72
高密度波長分割多重(DWDM、Dense wave division multiplexing).....	72
機敏性のある(Agile)ネットワーキング・インフラストラクチャ	72
目標 2 実績と計画	72
性能の測定と改善	73
NSF のアプリケーション	73
生態学	73
Species analyst.....	73
教育と指導	73
3次元の生命科学教育資源の共同開発	73
データ・マイニングと可視化の2つのプロジェクト	73
巨大会議(Megaconference).....	73
広域の対話型指導	74
人文学、芸術、および考古学	74
Center for Electronic Reconstruction of Historical and Archaeological Sites (CERHAS)	74
Variations のデジタル・ミュージック・ライブラリ	74
製造	74
研究アプリケーションをサポートする Scaling Internet 接続.....	74
マルチメディア	74
大規模なビデオ・ネットワークのプロトタイプ	74
遠隔科学とネットワーキング	74
遠隔観測	74
遠隔医療	75
離れた所からも可能な遠隔医療診断	75
聴覚障害者向けの精神衛生面のサービス	75
獣医学	75
バーチャル巡回診療(Virtual rounds).....	75
天候や大気の研究	75
先進的地域予測システム(ARPS、Advanced Regional Prediction System)	75
宇宙物理学と高層物理学の共同研究	75
DARPA のアプリケーション	75
NIH のアプリケーション	76
NLM の報奨査定	76
定置型と移動型環境のためのアプリケーション層でのセキュリティ・ソリューション	76
バイオ医学の遠隔近接	76
ネットワーク化された3次元の仮想人体解剖.....	76
地方における共同作業による癌治療のための患者中心のツール.....	76
癌の放射線療法の立案と介護提供のアプリケーション	76
農村向けの保健教育	76
DOE のアプリケーション	77
共同研究所	77
分散化された X 線結晶学研究	77
統合化されたグリッド・アーキテクチャと地球システム・グリッド	77
Combustion Corridor	77
Corridor One.....	77
NASA のアプリケーション	77
バイオ医学用画像の共同研究所	77
検疫サンプルへの電子顕微鏡の共同使用	77
デジタル地球/火星/天体.....	78
シャトルの手順や発射作業の遠隔のビデオ観察	78

バーチャルコラボレーティブ医療(VCC、Virtual collaborative clinic).....	78
NISTのアプリケーション	78
IT R&D テクノロジ・デモンストレーション	81
SC99 デモンストレーション	81
地上でのネットワーク速度の世界記録	82
バーチャル・ラボラトリ (VLAB).....	82
Super Net	83
NGI テストベッドを相互接続するバーチャル・オーバーレイ・ネットワークの動的構築	84
ImmersaDesk、海洋学と気象学の没入型バーチャル環境.....	84
OceanShare	85
バーチャルリアリティモデル化言語(Virtual Reality Modeling Language (VRML)) を使用した3次元の海洋学データセットのバーチャルツアー	86
気候および気象の調査におけるコンピューティング上の挑戦	87
NIH バイオ医学の共同実験用テストベッド	87
BioCoRE と対話型分子力学(IMD; Interactive Molecular Dynamics).....	87
Terebyte Challenge 2000:Project Data Space	88
ノースカロライナ州アシュビルでのデモンストレーション	90
将来の工学および科学ツール	90
教育用のデジタルライブラリ技術	90
Tele-nanoManipulator	90
最新の断層撮影アプリケーション用のテレサイエンス	91
検索エンジンの効率の向上	91
気候と気象の研究におけるコンピュータ上の挑戦	91
ソフトウェアの設計および生産性 (SDP)	92
概要	92
複雑なシステムのソフトウェアエンジニアリング	92
アクティブソフトウェア	92
自律システム用のソフトウェア	92
自律ロボット工学用の共通ソフトウェア	93
ソフトウェアによる制御.....	93
エージェントベースの交渉	93
センサの大規模ネットワーク	93
コンポーネントベースのソフトウェア設計	94
将来性のある研究分野.....	94
コンポーネントベースのソフトウェア開発	94
エンドユーザーのプログラミング	94
経験に基づくソフトウェアエンジニアリングの研究	95
新しいスタート	95
組み込み型システム用のソフトウェア	95
システムの適合性・信頼性・確実性のための動的組み立て (Dynamic assembly for systems adaptability, dependability, and assurance (DASADA))	95
組み込み型ソフトウェアのモデルベースの統合	96
ネットワーク化された組み込み型システム	96
高信頼ソフトウェアおよびシステム (HCSS).....	97
概要	97
NSA 研究	97
高保証コンピューティング・プラットフォーム(HACP)	97
セキュリティ管理基盤(SMI)	97
NSANet テストベッド	97
暗号化	98
アクティブなネットワーク防御	98
安全なコミュニケーション	98
安全なネットワークの管理	99

ネットワークセキュリティエンジニアリング.....	100
NSFの研究分野.....	100
DARPAの正規方式(formal methods(FM))プログラム.....	101
要件の仕様.....	101
アルゴリズムとプロトコルの設計.....	102
プログラムの分析.....	102
米国情報保証パートナーシップ(NIAP).....	102
NIST高保証インターネット・セキュリティ・アーキテクチャ.....	103
IPセキュリティ・プロトコル(IPsec).....	103
モバイル・エージェントのセキュリティと侵入検出.....	103
認証管理.....	104
重要なインフラストラクチャの防御と電子商取引のための基準.....	104
ソフトウェアの障害、障害データ、および分析のリポジトリ.....	104
正式な仕様から生成される自動テスト.....	105
OSD/URIフォルトトレラント・ネットワーク・プロトコル.....	105
HCSS研究アジェンダ.....	105
社会、経済、および労働力の面から見たIT労働力開発の意味(SEW).....	106
概要.....	106
社会の変革の発達の型.....	106
教育的なパイプラインの拡張.....	107
合同教育、福祉、訓練計画(Education, outreach, and training (EOT-PACI)).....	107
生体臨床医学情報科学の訓練.....	108
NASAの学習技術プロジェクト(Learning Technologies Project (LTP)).....	109
新しいスタート.....	109
ITの社会的および経済的な意味.....	109
IT workforce (ITW).....	110
米連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会(FISAC).....	111
危機管理(Crises management).....	111
危機管理の研究のアジェンダ.....	111
デジタル政府(Digital Government).....	112
米連邦統計(FedStats).....	112
次世代インターネット・アプリケーション(NGI applications).....	112
ユニバーサル・アクセス(Universal access).....	113
DOEの戦略的コンピューティング加速構想(ASCI)プログラム.....	114
概要.....	114
PathForward.....	114
ASCIコンピューティング・プラットフォーム.....	115
Visual Interactive Environment for Weapons Simulation (VIEWS).....	115
科学データ管理計画(SDM).....	115
問題解決環境(Problem solving environment (PSE)).....	116
戦略的学術アライアンス計画(Academic Strategic Alliances Program (ASAP)).....	116
大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC).....	117
概要.....	117
IT R&Dの状況：PITAC報告書.....	117
PITACの活動とイニシアティブ.....	118
NGIレビュー.....	118
IT R&Dレビュー.....	119
デジタル・デバイド(Digital Divide)会議.....	119
新しいPITAC共同議長.....	120
IT challenges panels.....	120
委員会の構成員.....	120

委員会の共同議長	120
委員会のメンバ	121
構成員の変更	121
IT R&D プログラムの調整 (Coordination of IT R&D Program)	122
科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy).....	122
情報技術 (IT) R&D の Senior Principals Group	122
関係省庁間の情報技術 R&D に関するワーキング・グループ (Interagency Working Group on IT R&D).....	122
コーディネート・グループ	122
CIC 国家調整室	
(National Coordination Office for Computing, Information, and Communications (NCO/CIC))	123
出先機関と広報	123
ハイエンド・コンピューティングとマスメージ・システムの要約報告	123
米国製品購入レポート	124
関係機関 IT R&D の プログラム・コンポーネント分野別の予算	125
IT R&D のまとめ	127
IT R&D の目標	127
IT R&D 関係機関	127
IT R&D プログラムの評価基準	127
用語集	129
問い合わせ先	148
2001 年度編集グループ	157

エクゼクティブ・サマリ

概要

21 世紀の幕開けを目前にして、米国は、科学技術の劇的な進歩がもたらしたかつてない可能性と繁栄の時代を迎えています。産学界の力を借りながら連邦政府が行ってきた情報技術研究開発(IT R&D)投資によって、科学技術は新たなステージを迎えました。この結果、社会のありかたは変わり、経済成長が促され、新たな豊かさが生まれています。またコンピューティング、ネットワーク、通信の分野で革新的なツールが登場したことにより、企業は、その規模に関らずビジネスをグローバルに展開することが可能になりました。

この 10 年間、米国で新規設備に対して行われた投資の 40%以上は、コンピュータや情報関連の機器を対象とするものでした。また 1995 年以降に米国が達成した経済成長の 3 分の 1 以上は、IT 企業に起因するものでした。今日では、1300 万人以上の米国人が IT 関連の仕事に就いており、IT 関連の雇用は全職種の 6 倍のスピードで増加を続けています。例えば去年 1 年間だけでも、IT 関連企業により 800,000 以上の雇用が生み出されています。このような驚異的成長の土台には、連邦政府機関が続けてきた大学、国立研究機関、民間企業の研究開発への資金提供があります。

□

ニュー・エコノミーの世界でも米国が引き続きリーダーシップを取るという革新的理念の実現のためには、IT の研究開発への政府支援は不可欠でした。IT は国の安全保障を強化し、生活水準を向上させながら、さらに産業の革命と変化という驚異的時代の幕を切って落しました。コンピューティング・システムや通信システム、ソフトウェアが強力で便利なものになるに従い、IT も国民の職場、教育、家庭環境に更に深く浸透していっています。1993 年の米国でインターネット接続環境を備えていた教室は全体の 3%以下でしたが、現在では半分以上の教室がインターネットに接続されています。また全米の家庭のほぼ半分がインターネットを利用しており、毎時間 700 以上の家庭が新たにこれに加わっています。

しかし、今後もこの発展を維持するためには超えなければならない障害があります。インターネットを我々にもたらした各種技術に対する米国連邦政府の支援も、急速に発展する IT のスピードには追いつけずにいるのです。特に重大な問題は、教育と労働の現場で起っています。いずれの現場でも、めまぐるしく変遷しながら発展を続ける技術にスピーディに対応することが難しくなっています。また米国内には、これらの新技術の恩恵に預かれない国民がまだ多く存在します。この深い溝である「デジタル・デバイド」を埋めなければならないという課題も残されています。

急速に発展するニュー・エコノミーの世界で将来的にも米国民の健康、繁栄、そして強い経済力を維持するために、またニュー・エコノミーをエキサイティングな現実に変える知識ベースやツールを誰もが等しく利用できるようにするために、連邦政府は、21 世紀の米国のリーダーシップを強化するような革新的技術への投資額を従来のレベルから大幅に引き上げる必要があります。

政府による IT R&D プログラム

連邦政府は、IT R&D プログラム(かつての the High Performance Computing and Communications(HPCC)研究開発プログラムおよび the Computing, Information and Communications(CIC)プログラム)を通じ、高度なコンピューティング、通信、情報技術を対象とした複数の政府機関が携わる研究活動の調整を行います。IT R&D プログラムの下に統括される研究は、プログラム・コンポーネント・エリア(PCA)に分類されます。各エリアは明確に線引きされながらも、相互に関連を持っています。2000 会計年度には、PCA のフレームワークに多くの変更が加えられました。これは大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC)からの提言を取り入れ、また 1997 会計年度以来の 5 つの PCA 活動から浮かび上がった主要研究テーマを考慮した結果です。

プログラム・コンポーネント・エリア(PCA)

- **ハイエンド・コンピューティング・コンピューテーション(HECC)**
HECC への投資分野をより明確にするため、現在 HECC は 2 つの PCA に分割し、各々に独立して予算が当てられています。
- **ハイエンド・コンピューティング基盤およびアプリケーション(HEC I&A)**
- **ハイエンド・コンピューティング研究開発(HEC R&D)**
- **ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理(HCI & IM)**は、かつての人間中心システム

(HuCS) PCA を前身としています。膨大な量の情報を様々な人々が簡単かつ便利に利用できるようにするチャレンジへの高まりを反映させています。

- 大規模ネットワーク技術(LSN)。次世代インターネット(NGI)構想およびスケーラブル情報基盤(SII)研究開発が含まれます。
- ソフトウェアの設計および生産性(SDP) は、2001会計年度に新たに設立されるPCAです。現在、従来技術で開発できる能力を超えたソフトウェアが求められおり、さらに今開発されているソフトウェアは設計、テスト、メンテナンス、アップグレードが難しいという PITAC の結論を受けて設立することとなりました。SDP では、IT システムのセキュリティ、生存可能性、利用性、信頼性、安全性とソフトウェア、情報中心システムの保証などを研究テーマとして扱い、そのために基礎理論、開発技術およびツール(ドメイン固有の言語にリンクする)、エンジニアリングと実験、実証、試験導入に関する研究を行います。
- 高信頼ソフトウェアおよびシステム(HCSS)は、かつての高信頼システム(HCS) PCA を発展させたものです。米国民の毎日の生活を支えるソフトウェア/システムに対し、適応性、信頼性、安全性、セキュリティ性能へのニーズが高まっていることを受け、名称や対象範囲を新たにした HCSS が誕生しました。
- 社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味(SEW)は、かつての教育、訓練と人材(ETHR) PCA を前身としています。ETHR から対象範囲を拡大して新たに設立された SEW では、IT の変化によって労働市場にもたらされる社会的および経済的影響の評価、さらに米国経済が IT へ急速に軸を移していったことに起因する教育および労働者の教育訓練問題に関する各種の研究を扱います。

各 PCA の活動は、関係機関の代表者で構成されるコーディネート・グループ(CG)が統括します。CG は年間を通じて定期的に会合を持ち、PCA の研究スケジュール/プログラムの進捗状況について確認を行ったり、共同研究の立案を行います。

また、連邦政府情報サービス・アプリケーション協議会(FISAC)は ITR&D プログラムと密に連携します。FISAC は、IT R&D が開発した高度なコンピューティング/通信技術を政府機関の任務や連邦政府内のシステムに適用するための支援を行います。

HECC : ハイエンドコンピューティング・コンピューテーション

HECC では、科学、技術、情報管理における既存の壁を打ち破り 21 世紀の IT 革命においてもリーダーとしての米国の地位を維持するため、コンピューティング・システム、アプリケーション、ハイエンド・インフラにおける先端技術の研究開発の利用を促進します。HECC の研究者は、世界一高度な演算機能を実現し、これを物理学、材料科学、生物学、環境科学におけるモデリングやシミュレーション・プロセスに適用します。また国、科学、産業分野のあらゆる要素を横断するデータの融合と知識エンジニアリングや高度な演算能力を必要とする複雑な国防アプリケーションにも適用します。研究活動は主に、全米科学財団(NSF)が支援する先端計算基盤パートナーシップ(PACI)センター、航空宇宙局(NASA)のテストベッド、エネルギー省(DOE)研究室などの高度なコンピューティング施設で行われています。

HECCCG, HEC I&A, HEC R&D

かつての HECC ワーキング・グループ(HECCWG)を前身とする HECC コーディネート・グループ(HECCCG)は、ハイエンド・コンピューティング・コンピューテーション分野における米国のリーダーとしての地位を維持・強化するために政府による研究開発支援の調整を行い、国立研究機関、大学、産業界間の協力関係を促進します。HECCCG では、2000 会計年度に HECC の研究開発を以下の 2 つの PCA に分割しました。

- HEC I&A では、連邦政府機関の任務を達成する・アプリケーション開発とこの仕事を下で支えるコンピューティング・インフラの研究を行います。特に対象となるのは、生物医学、コンピュータ航空科学、地球宇宙科学、気象予測と気候モデリング、ハイエンド・コンピューテーションの促進し、大規模な計算結果データの分析・表示するためのツールなどの研究を行います。
- HEC R&D では、主にテラフロップ規模(1兆/秒またはそれ以上の浮動少数点演算)によるシステムやコンピューテーションを扱います。この分野の研究活動は、次世代のコンピューティングでも米国のリーダーとしての地位を維持し、さらに強化するための、基礎的かつ長期的な研究を支えるものです。現在の研究は、ハイブリッド技術マルチスレッド(HTMT)などの高度アーキテクチャ、Beowulf 型のネットワーク接続されたワークステーション、大容量ストレージ技術、国家規模のコンピュータ・グリッド、分子コンピュータ、ナノ・テクノロジー、光コンピュータ、量子コンピュータ、超伝導テクノロジーなどに力点を置いて研究を行います。

HCI & IM : ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理

HCI & IM では、ヒューマン・コンピュータ・インターフェイス技術を発展させ、コンピューティング装置や情報リソースを管理し活用する能力を高める高度なテクノロジーの研究開発を行います。HCI & IM では、幅広い研究テーマを扱うことにより、生体臨床医学、商業、危機管理、教育、法執行、図書館学、製造、国防、学問、気候分析など多くの分野で新たな IT の可能性を生み出しています。2001 会計年度には、以下のような分野で研究開発を行います。

- 米国国防総省高等研究計画局(DARPA)の移動自律ロボット・ソフトウェアなどの戦場用のロボット工学や、宇宙船用の自律型スーパーコンピュータの開発を目指す NASA の遠隔探査実験(REE(Remote Exploration and Experimentation)) プロジェクトなどの遠隔/自律エージェント。
- コラボレーション、ビジュアライゼーション、バーチャルリアリティ。例えば、高度なオンライン顕微鏡を用いて分散環境下で共同研究を進めることを可能にする DOE の DeepView スケーラブル・システムや、米商務省標準技術研究所(NIST)が製造現場向けに開発したコラボレーション機能、シミュレーション、3次元ビジュアライゼーション機能や、多くの遠隔地間を結び 3次元イマーシブ環境下で会議、トレーニング、共同研究を行うことを目指した NSF の National Computational Science Alliance (Alliance) Access Grid などです。
- Web ベースの知識データベースとデータの収集/分析を行う情報エージェント。例えば、複数の政府機関が携わるデジタル図書館構想(フェージ2)、NIST の数学関数デジタル図書館(DLMF)、ユーザが臨床データの評価を行うことを可能とした健康医療研究品質局(AHRQ)のコンピュータベースのニーズに基づいて品質の測定と評価を行うシステム (CONQUEST (C omputerized N eeds-oriented Q uality measurement Evaluation SysTem))などです。
- 人間とコンピュータ・システムとの間の多様な対話。例えば、モバイル・コンピュータに話し言葉の認識機能を組み込んだ DARPA のコミュニケータプログラム、NASA のタッチ・フィードバック機能を持つシミュレーションモデルであるヒューマン・ファクター・プログラムなどの視覚装置、コンピューティング・システムの人工知能の開発に認知科学を適用しようという NSF の KCS(knowledge and cognitive systems)プログラムなどのインテリジェント・システムがあります。
- 多言語翻訳。例えば、他言語による文書を英語に翻訳しようという DARPA の翻訳情報の発見、抽出、要約 (TIDES(Translingual Information Detection, Extraction, and Summarization)) 計画などです。

LSN : 大規模ネットワーク技術

LSN の研究開発は、光、ワイヤレス、衛星を使った地球規模のネットワーキングなどの IT ネットワーキング分野で中心的な力となりました。これらのネットワーキングにより実現された大きな技術の進歩は、政府、学界、産業界の各分野で直ちに应用されるに至っています。LSN の研究は、政府機関の主要な任務を支援し、拡張性、信頼性、安全性を備えた将来の超高速ネットワークを実現するために必要なネットワーキング技術、サービス、パフォーマンスの分野でリーダーシップを取っています。LSN の NGI および SHI プログラムでは、こういった将来のネットワークのプロトタイプ的设计や開発を行っています。

LSN ワーキング・グループ(LSNWG)を前身とする LSN コーディネート・グループ(LSNCG)は、連邦政府によるネットワーキング関連の研究開発プログラムの調整を担っています。LSNCG では、それぞれ政府外からの研究者が参加している 4 つのチームが報告を行い、政府のネットワーク研究の調整と高度ネットワーク技術の実現を支援します。

ジョイント・エンジニアリング・チーム(JET)

- **ジョイント・エンジニアリング・チーム(JET)**は、DOE のエネルギー科学ネットワーク(ESnet)、NASA の研究・教育用ネットワーク(NREN)、NSF の超高性能バックボーン・ネットワーク・サービス(vBNS)、国防総省(DoD)の防衛研究工学ネットワーク(DREN)といった米連邦政府機関のネットワーク (FedNets)と、Abilene(産学共同バックボーン)や、国際間、及び、本土から地理的に離れたアラスカおよびハワイ州との接続を行うシカゴを基地とした NSF の科学技術研究中継アクセス・ポイント(Science,Technology,and Research Transit Access Point)

STARTAP))といった他の高性能研究ネットワークのネットワーク・アーキテクチャ、接続性、交換ポイント、連携の調整を行います。

ネットワーキング研究チーム(NRT)

- **ネットワーキング研究チーム(NRT)**は、政府機関によるネットワーキング関連研究プログラムの調整を行い、ネットワーキング研究の情報を政府機関の間で共有し、NGIの研究開発活動を支援します。またNRTでは、ネットワーク研究情報を広め、ユーザとアプリケーション・ディベロッパ間の作業の調整を行うことでエンド・ユーザを支援します。

高性能ネットワーキング・アプリケーション・チーム (HPNAT)

- **高性能ネットワーキング・アプリケーション・チーム(HPNAT)**は、政府による研究開発活動の調整を行うことにより、科学およびエンジニアリング、気象および環境、生物医学、保健衛生などの分野で高性能ネットワーキング・アプリケーションの技術的リーダーとしての米国の地位を維持、強化する役割を担います。

インターネット・セキュリティ・チーム(IST)

- **インターネット・セキュリティ・チーム(IST)**は、ネットワーク・セキュリティの高度技術に関するテストと実験を促進し、セキュリティに対するニーズと現在および今後のセキュリティ解決手法との交換の場として機能します。

NGI：次世代インターネット

基礎となるLSNの研究開発と密接な結びつきを持ち、LSNCGが調整役を担っている連邦政府のNGI構想では、より強力、柔軟、安全で、インテリジェントな21世紀のインターネット実現を支える技術インフラの基礎を築いています。1998年に議会に承認された次世代インターネット研究法(Next Generation Internet Research Act)に基づき、NGI構想では以下を行います。

- ネットワークに新たな機能を実現し、ネットワークのサービス品質(QoS)と信頼性、堅牢性、安全性についてのパフォーマンスを向上させる次世代技術の開発、実装、実証を行います。具体的には、マルチキャストおよびオーディオ/ビデオなどの付加価値サービス、帯域幅の割当などのネットワーク管理といった技術を扱います。これらの活動には、DARPAのSuperNetが使用されます。SuperNetは、ネットワーク全域で1997年時点のインターネット速度の1,000倍の速度、つまり約1GB/秒(GBps)の速度を実現する研究者用のNGIテストベッドです。
- コラボレーション技術、デジタル図書館、分散コンピューティング、プライバシーとセキュリティ、遠隔操作とシミュレーションといったITの新しい可能性を開く技術分野、さらに基礎科学、危機管理、教育、環境、連邦政府の情報サービス、保健衛生、製造といった基幹分野を対象に、革新的アプリケーションの開発と実証を行います。これらNGIの応用研究には、ネットワーク全域で1997年時点のインターネット速度の100倍の速度、つまり約100MB/秒(MBps)の速度を実現している研究者用のNGIテストベッドが使用されます。本書では、これらNGIアプリケーションについて多く取り上げレポートします。

SII：スケーラブル情報基盤

PITACは、大掛かりな新しい取り組みの必要性を説き、相互運用性や有用性などを含むネットワーキング関連の研究開発への予算の増額を答申しました。そして各政府機関は、PITACの示した課題に取り組むため、IT R&Dで新規のプログラムを提案しました。このプログラムの核となっているのがSIIです。SIIの研究目標は、ユーザが異種プラットフォームやモバイル/ワイヤレス機器の種別を意識せずに機能拡張、増設できるようにするなど、ユーザのニーズに応えながら、インターネットの成長(拡大)を実現する高度なツールや技術を開発することにあります。SIIでは、高度にネットワーク接続されたシステム、いつでもどこでも接続できることの実現、ネットワーク・モデリングおよびシミュレーションに焦点を当てて研究開発します。2001会計年度に「新規にスタート」を予定している研究のテーマは、機敏なネットワーキング・インフラ、ネットワークを使ったグループコラボレーション、ネットワーク・セキュリティ、プロトタイプ作成のためのテストベッドなどです。

SDP：ソフトウェアの設計および生産性

これまで多くの政府機関がIT研究におけるソフトウェアの重要性を認識し、ソフトウェアの設計および生産性の課題に取り組んできました。PITACの報告でその緊急性が叫ばれたことを受け、2001会計年度にはソフトウェアの設計および生産性(SDP)という新たなPCAが活動を開始し、またSDPの研究開発テーマを設定するためにSDPコーディネート・グループ(SDPCG)が誕生することになりました。SDPの研究開発では、以下のようなソフトウェア・インフラを支える概念、技術、ツールを大幅に向上させることに焦点を当てる予定です。

- 複雑なシステムのソフトウェア・エンジニアリング

- アクティブ・ソフトウェア
- 自律システム用ソフトウェア
- センサの大規模ネットワーク
- コンポーネントベースのソフトウェアの設計と開発
- エンド・ユーザ・プログラミング
- 実験に基づくソフトウェア・エンジニアリング研究
- エンベデッド・システム用ソフトウェア
- エンベデッド・ソフトウェアのモデル・ベースの統合
- ネットワーク化されたエンベデッド・システム

SDP の活動を通じ、政府、学会、産業界のソフトウェア・ディベロッパは、確固たる土台の上でコストを抑えながら有用性、効率性、信頼性の高いソフトウェアを開発するエンジニアリング手法を学ぶことになるでしょう。なお、SDP の研究テーマは多岐に渡っており、その一部は HCSS など他の PCA と重複しています。

HCSS：高信頼ソフトウェアおよびシステム

ミッションクリティカルな IT アプリケーションが、国防、医療、危機管理、航空、その他人命およびまたは機密情報を扱う分野に広まるにつれ、現在の肝要なシステムよりさらに強く安全でストレスに耐えられるシステムが求められるようになってきました。HCSS の研究開発では、コンピューティング・システムが、完全な信頼性、安全性、セキュリティ性、生存可能性を達成し、確実に機能するテクノロジーの実現に注力します。HCSS の活動では、ネットワークおよびデータセキュリティ、暗号化、情報の生存可能性、システムの耐ストレス性などを扱います。

HCSS の研究対象には、国家安全保障局(NSA)の高保証コンピューティング・プラットフォーム(HACP)、セキュリティ管理インフラ、暗号化、ネットワークの積極的防御、安全なコミュニケーション、安全なネットワーク管理、ネットワーク・セキュリティ・エンジニアリング、ワイヤレス/光テクノロジーなど、NSF の平常時およびストレス時に予測に基づいて機能する「ノー・サプライズ」ソフトウェアの開発やコンポーネント・ベースのソフトウェアの開発、DARPA のソフトウェア開発の形式化のための概念とツールを開発しようという形式記述プログラム、NIST のインターネット・セキュリティ・アーキテクチャおよび IP セキュリティ・プロトコル(IPsec) 不正侵入の検出、認証管理、ソフトウェア障害分析と一定の仕様に基づいたテスト、OSD(Office of the Secretary of Defense)の障害が発生したり攻撃を受けた場合にもネットワークをダウンさせない耐障害性プロトコルを開発しようという大学研究構想(URI)5 年プログラムが含まれています。

HCSS コーディネート・グループ(HCSSCG)は、LSN や SDP といった他の PCA と緊密に連携し、複数の政府機関が携わるネットワーク、ソフトウェア、システムのセキュリティに関する研究活動の調整役を担います。

SEW：社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味

SEW は、IT によって我々の文化がどう変化し、IT 環境に革新的な教育やトレーニング・モデルが生み出されるかを追求する研究開発を支援するために 2000 会計年度に生まれた PCA です。かつての ETHR PCA を前身として、その内容をさらに拡大した SEW は、技術、教育、社会システムに対する IT の影響の本質やダイナミクス、高い技術力を備えた労働者を追及し続けるニーズに応える労働力開発、米国民のうち情報技術を利用できる者と利用できない者との間に横たわり拡大し続ける「デジタル・デバイド」の問題などに焦点を当てながら、幅広いテーマを扱います。2001 会計年度の研究テーマと調整プログラムについては、SEW コーディネート・グループ(SEWCG)が決定します。

FISAC：連邦政府情報サービス・アプリケーション協議会

FISAC は、IT R&D が開発した高度なコンピューティング/通信技術を政府機関の任務や連邦政府内のシステムに適用するための支援を提供します。また FISAC は、連邦政府で優先される IT 研究、活動内容、研究結果を政府機関内に広く伝え、連邦政府が求める次世代機能を実現するために必要な研究について、インターエージェンシー R&D ワーキング・グループ (IWG/ITR&D) に提言を行います。FISAC は、危機管理、連邦統計(FedStats)、NGI アプリケーション、ユニバーサル・アクセス・チームの情報技術によって、これらの任務を遂行し、また NSF のデジタル政府プログラムに参加してプログラムの発表事項を決定したり、プロジェクト案を募ったりすることで、重要な

情報サービス提供の使命を担った複数の政府機関に携わるコンピューティング/情報技術の研究者を一つにまとめる役割を果たしています。FISACの資金は、IT R&Dの予算クロスカット、IT R&Dの関係機関、非 IT R&D 関係機関から提供されています。

ASCI：戦略的コンピューティング加速構想

DOE の戦略的コンピューティング加速構想(ASCI)は、高度な科学/エンジニアリング・コンピューティングを対象とし、現実の実験を伴わずに核兵器の性能、安全性、信頼性を確認することを目的としています。ASCI の活動には、少なくとも 30 兆/秒の処理能力まで拡張可能なハイエンド・システムの構築、高性能ストレージ技術の開発、ビジュアルインタラクティブ武器シミュレーション環境の開発、シミュレーション・データの管理、分散コンピューティングやスケーラブルな入出力などを実現した問題解決環境の開発、シミュレーション科学の促進を目指す戦略的学術アライアンス計画(ASAP)などが含まれています。

PITAC：大統領直属情報技術諮問委員会

1997 年 2 月クリントン大統領の命により、コンピュータ関連企業のトップと研究に携わる科学者が産学の両界から集まり、25 名のメンバーから構成される PITAC が設立されました。PITAC は、1991 年の高性能コンピューティング法(High-Performance Computing Act)により承認されています。PITAC の目的は、高性能コンピューティング/通信、情報技術、次世代インターネットにおける米国の優位性を維持するため、連邦政府に専門家からの独自の提言をすることにあります。

PITAC がその作成に大きな影響を及ぼした 1999 年 2 月のレポート「Information Technology Research: Investing in Our Future」では、政府の IT 研究の幅を、ハイエンド・コンピューティング、スケーラブルな情報インフラ、ソフトウェア開発、IT の社会経済的影響などの重要分野に広げるよう提言がなされています。また PITAC は、1998 年の次世代インターネット研究法(Next Generation Internet Research Act)に基づく NGI 構想について毎年検討を加える役割も担っており、さらにホワイトハウスの依頼を受けて 2001 会計年度 IT R&D の予算見積りのチェックも行います。

2000 年 2 月の PITAC が行った研究「Resolving the Digital

Divide: Information, Access, and Opportunity」では、この問題に対処するために政府が行うべきプログラムについて提言しています。また 2000 会計年度、PITAC のメンバーは、デジタル・デバイド、デジタル図書館、政府、保健衛生、国際問題、教育、オープンソース・ソフトウェアに関する IT 研究の必要性について調査しました。

IT R&D の予算とコーディネート

複数の政府機関が携わる 2001 会計年度の IT R&D 予算見積りは、21 億 3700 万ドルで、2000 会計年度の概算額 15 億 4600 万ドルより 38% も増加する結果となりました。また IT R&D プログラムでは、IT R&D シニア・プリンシパルグループがリーダー役を努めています。この管理役グループでは、科学技術担当大統領補佐官でもあるホワイトハウス科学技術政策局(OSTP)長官が議長を勤めています。各関係省庁の情報技術 R&D に関するワーキング・グループ (IWG/ITR&D) は、シニア・プリンシパル・グループの内部審議機関としての役割を担い、政府に対し政策、プログラム、予算に関する提言を行います。IWG/ITR&D は、PCA コーディネート・グループを通じてその機能を提供します。

NCO/CIC：CIC 国家調整室

OSTP は、NCO に対し、複数の政府機関が携わる IT 研究活動の調整役を担わせています。このため NCO は、IWG/ITR&D への技術面および管理面での支援の提供、複数政府機関を横断する計画立案、予算、教育資料の支援、その他の IT R&D プログラムに関連する活動の支援を行います。また NCO は、連邦政府による IT 研究活動の情報や資料を集めたセンタとして機能します。米国を次世代の高度コンピューティング、ネットワーク通信、情報技術のパイオニアとして導くため、NCO と IT R&D プログラムに参加する政府機関とは互いに協力しながら、全体としての政府の取り組みを決める青写真や実施戦略を組み立てていきます。

政府による IT 構想の中央連絡機関としての機能を担う IWG と NCO は、議会、連邦政府、州、地方自治体、学界、産業界、専門家による組織、外国の組織、その他の組織の代表者と頻りに会合し、政府の IT プログラムについて討議し、技術情報やプログラム関連情報の交換を行います。また NCO は、PITAC の活動の支援も行います。

毎年 NCO は、数千という問い合わせに対応するため、IT R&D および PITAC の出版物、議会証言、会議資料といった情報を Web、印刷物、ビデオで発信しています。

本レポートは、NCO がプログラムに参加している他の政府機関の協力を得て、特に 2000 会計年度の主な実績、2001 会計年度の重要計画、予算クロスカットに焦点を当てながら、現行および計画中の政府 IT R&D 活動について報告するものです。

Web 情報

以下の URL で、HPCC 、IT R&D、NGI 、PITAC の出版物、参加エージェンシーへのリンク、関連ウェブサイトへのリンク、本レポートのコピーをご覧ください。

<http://www.itrd.gov/>

<http://www.ngi.gov/>

ハイエンド・コンピューティング・ コンピューテーション (HECC) -序説と概要

政府支援によるハイエンド・コンピューティング・コンピューテーション(HECC)プログラムは、ハードウェア、ソフトウェア、アーキテクチャ、アプリケーションを含む、大規模で高性能なコンピュータ・システムに関する最先端の研究開発(R&D)活動を主導します。HECCの研究開発は、科学、技術、情報管理における既存の壁を打ち破り21世紀の情報技術(IT)革命においてもリーダーとしての米国の地位を維持するため、コンピューティング・システム、アプリケーション、ハイエンド・インフラにおける最先端技術を追求します。

連邦政府による HECC 研究は、科学、技術、安全保障における革新的発展に貢献し、これまで潜水艦から自動車、航空機に至る幅広い軍事/商用製品の設計、開発に重要なツールとして機能してきました。HECCの研究者は、複雑な物理的、科学的、生物学的システムのモデリングやシミュレーションのための高い演算能力を備えたアルゴリズムやソフトウェア、膨大な情報量を必要とする科学/エンジニアリング・アプリケーション、大規模で複雑なデータベースの管理と利用、量子コンピュータ技術、バイオコンピュータ技術、光コンピュータ技術の新概念の開発を行います。

HECCの研究は、経済面でも一定の効果を生み出し続けています。大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC)は、現在のミッドレンジ・コンピュータおよびデスクトップ・コンピュータやインターネット通信装置を支えている多くの要素技術は、かつてのハイエンド・コンピュータで開発されてきた技術に由来していると述べています。政府が資金面で支援することで過去数十年に渡って続けられてきた、リスクの大きな HECC 研究がなされていなければ、パソコン、ネットワーク、携帯電話インフラなどは現在のように機能しておらず、米国の経済成長もこれほど堅調ではなかったでしょう。

このような理由から政府による HECC 研究のテーマは、ますますのパフォーマンス向上を求める政府、産業界、科学界のユーザ・アプリケーションの影響を受けることとなります。国防、産業生産、基礎科学など、政府機関が担当する重要分野で米国のリーダーシップを維持できるかどうかは、ハイエンド・コンピューティングの分野で米国がリーダーとしての地位を守り続けることができるかどうかにかかっています。

課題となる分野として、以下を挙げることができます。

- 生物学、環境科学、材料科学、物理学におけるモデリングおよびシミュレーション
- 21世紀に求められる、国、科学、産業分野のあらゆる要素を横断したデータの融合と知識エンジニアリング
- 武器システムの設計や保守、暗号化、戦場支配の分野における、複雑で高度な演算能力を必要とする国防アプリケーション
- 航空宇宙、自動車、その他製品の設計、製造、エネルギー、製薬、化学、産業の分野でのリーダーシップ

現在の HECC の目的は、以下の通りです。

- テラフロップ規模のシステム(1秒当り10の12乗から14乗の演算が可能なシステム)の有用性と効率性を高めること
- 現行の高度なデバイス・テクノロジー、サブシステム・コンポーネントや革新的アーキテクチャをベースとして、ペタフロップス規模のコンピュータ(1秒当り10の15乗から17乗の演算が可能なシステム)、エクサバイト規模のストレージ・システム(10の18乗から20乗の情報ストレージが可能なシステム)などの次世代コンピューティングを目指し、最先端の研究を続けること
- プロトタイプ・システムの実証デモを行うこと

上記の目標を達成するためには、システム-ソフトウェアやアプリケーション-ソフトウェア研究への投資を行いながら、最小単位のコンポーネントからシステム全体にまで至る、ハードウェアやアーキテクチャの全レベルを対象に研究を続けることが必要となります。

ハイエンドコンピューティング・コンピューテーションのコーディネート・グループ(HECCCG)は、CIC 国家調整室(National Coordination Office for Computing, Information, and Communication: NCO/CIC)の支援を受けながら、HECCプログラムの調整を行います。HECCCGは、複数の政府機関の間の共同作業を促進し、HECCの研究開発ニーズを明らかにし、連邦政府が国立研究機関、大学、産業界、その他民間組織、民間団体と協調するためのメカニズムを提供します。HECCCGには、米国国防総省高等研究計画局(DARPA)、米国エネルギー省(DOE)、米国環境保護庁(EPA)、米国航空宇宙局(NASA)、米国国立衛生研究所(NIH)、米国商務省標準技術研究所(NIST)、商務省海洋大気局(NOAA)、国家安全保障局(NSA)、全米科学財団(NSF)が参加しています。

ハイエンド・コンピューティング -インフラとアプリケーション (HEC I&A)

はじめに

ハイエンド・コンピューティングのインフラやアプリケーション(HEC I&A)を求めているのは、科学技術、製品デザインやプロセス・デザインのための大規模な情報管理、国防手段など、いずれも政府機関の担当分野、あるいは政府機関が直接携わる課題です。HEC I&A のプロジェクトには、ハイエンド・アプリケーションを下で支えるソフトウェアの開発を目指すものがあります。これらソフトウェアの多くは、複数のアプリケーションを支える、つまりアプリケーション実行の土台となるアプリケーション・レベルのインフラやミドルウェア・インフラを提供するものです。ここでは、こういったソフトウェアや一部のハイエンド・アプリケーションについて取り上げます。HECCインフラ施設の詳細については、『IT R&D 施設』(P.34)をご覧ください。

コンピューティング環境とツールキット

アーキテクチャ適応コンピューティング環境 (aCe)

NASA の aCe(Architecture adaptive Computer Environment)は、各種アーキテクチャに対するアルゴリズムの適応性を向上させることを目指したデータ並列コンピューティング環境です。aCe はプログラマに対し将来的アーキテクチャ上でも最小限の修正によって現在のアプリケーションを走らせることができるようにすることで、並列アーキテクチャへのアプリケーション実装を促し、また、コンピュータ開発者に対しては簡単に実装できるソフトウェア開発環境とテスト・アプリケーションのライブラリを提供することにより、新規アーキテクチャの開発を促します。

aCe は、プログラマに以下のような能力を与えます。

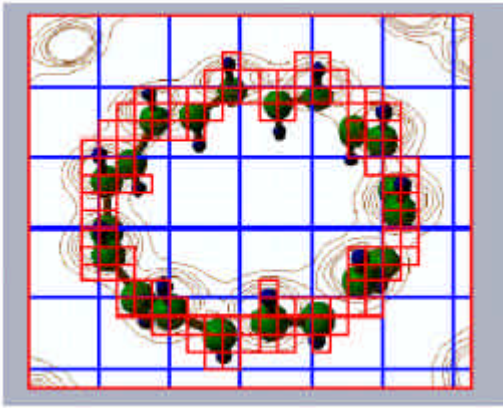
- 簡単でアーキテクチャ非依存なアルゴリズム表現を行う。
- 各種コンピュータ・アーキテクチャにアルゴリズムを移植する。
- 各種アーキテクチャにアルゴリズムを適用する。
- 各種アーキテクチャにアルゴリズムを簡単かつ効果的に実装する。
- 各種コンピュータ・アーキテクチャ用にアルゴリズムを最適化する。
- ヘテロジニアス・コンピューティング環境に適応するアプリケーションを開発する。
- 新規コンピュータ・アーキテクチャ向けのプログラミング環境を開発する。

aCe の背景にある概念は構造的並列処理です。プログラマは、ソフトウェアを開発をまずアルゴリズムの空間的構成を反映したバーチャル・アーキテクチャ上で始め、アルゴリズムの時間的構成を反映します。現在の aCe は、Linux および Linux 並列仮想マシン(PVM)版の C スーパーセット言語が実装されており、Linux および Tera/Cray 用のデバッグを備えています。

Kernel lattice parallelism(KeLP)

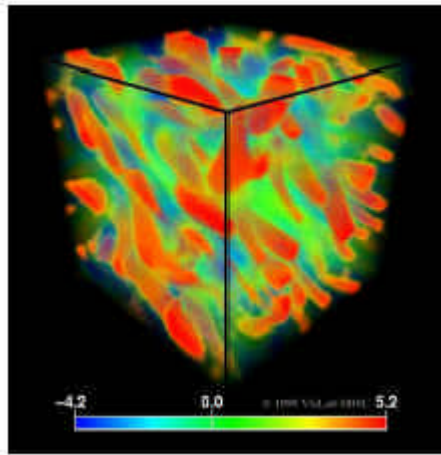
NSF の出資により UCSD および NPACI で開発された KeLP は、分散メモリ並列コンピュータ上にポータブルな科学アプリケーションを実装しようというフレームワークです。KeLP は、データ・ブロック構成を分散収集し、細かいデータの並列化を行います。KeLP は、データやハードウェア依存する特殊なニーズを持ったアプリケーションをターゲットとしています。現在 KeLP は、準表層のモデリング、乱気流の研究、現実材料の第一原理シミュレーションなど、非常に大規模なアプリケーションに使用されています。

これまで、低レベルのデータ分散やプロセッサ間の通信の問題に悩まされていたコンピュータ科学者は、C++ クラスのライブラリとして実装されている KeLP インフラを高度なツールとして活用することにより、アプリケーションや計算作業に集中的に取り組み、かつてに比べわずかの時間で複雑なアプリケーションを開発することに成功しています。

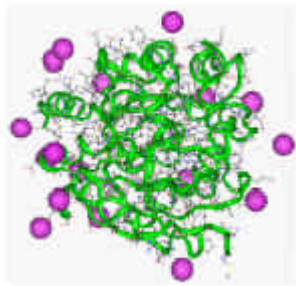


は、回転と引っ張りの相対的な意味について小規模のものです。赤の領域は、回転が圧倒的に支配する(強い、管状の構造に集中しています。緑の領域は、度(強度)の領域であることを意味します。これらの領域を形成して、管状の構造を包む傾向があります。青い領域は、局所的に高いエネルギーの消散があることを示唆する。この数値シミュレーションは、Navier-Stokes 方程式を考慮して 3 次元の正確な流体運動を数値として

左の KeLP アプリケーションは、階層構造を適用したメッシュを表しています。材料設計における原子核など、暗色部分が広いほどエラー率が高い領域であることを意味しています。



サンディエゴ・スーパーコンピュータ・センター(SDSC)の Advanced Scientific Visualization Lab では、KeLP アプリケーションを使った視覚化を行いました。これほど複雑な構造を描写した渦巻きの領域を意味する。回転と引っ張りが同程度は、シート状の構造を形成する領域は、引っ張りの力を示します。この直接式に基づき、時間依存性を示したものです。



このイメージは、halo-alkane-dehalogenase 酵素についてシミュレーションした100 ピコ秒経過のもので、シミュレーションには、DOE の ACTS ツールキットに含まれるグローバル・アレイを用いた分子力学ソフトウェアが使用されています。

不規則科学向け並列アルゴリズムとアプリケーションソフトウェア

NSFより資金提供を受けるニューメキシコ州立大学のプロジェクトでは、2次元や3次元空間に置かれた原子など、要素間の相互作用に左右される不規則科学アプリケーションを対象に、完璧な理論に基づく現実的にも効果的な並列アルゴリズムを開発するため、並列コンピューティングと計算幾何学の技術が導入されています。このプロジェクトでは、今後、研究者により、これらアプリケーションに適した効果的な並列化の技術を開発し、この種の環境におけるアプリケーション・プログラミングを支援するソフトウェアを開発することが期待されます。対象となるアプリケーションには、宇宙物理学で有用な N 体問題、プラズマ物理学、分子力学および流体力学、コンピュータ・グラフィックス、複素数値解析、計算分子生物学における固体表面へのタンパク質の付着機構の計算などが含まれます。

先進的テストおよびシミュレーション(ACTS)ツールキット

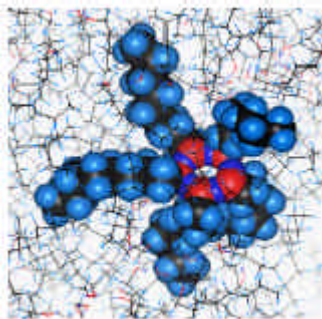
DOEの ACTS(Advanced Computational Testing and Simulation)ツールキットは、並列コンピュータ用の高性能科学プログラム記述の支援を目的とするソフトウェア・ツール群で構成されています。ACTS ツールキットは、アプリケーション開発用のソフトウェアではなく、アプリケーション内部で使われるソフトウェアに特に対象を絞っています。主にソフトウェア・ライブラリで構成されている ACTS ツールキットは、分散メモリ並列コンピュータ・システム上で運用し、メッセージ・パッシング・インターフェイス(MPI)を使って通信することを想定して開発されており、移植性とパフォーマンスを特に重視した設計となっています。ツールキットに含まれるソフトウェア・ツールは、大きく以下の4つのカテゴリに分類することができます。

- 数値解析法を実装し、離散線形システム・ソルバ、常微分方程式ソルバ、その他を含む数値ツール

- 分散アレイシステムや境界情報の通信など、並列コンピューティングの複雑さを減じるインフラを提供するためのフレームワーク。
- パフォーマンス分析や視覚化サポート など、アプリケーション・レベルのツールを提供する運用支援。
- ツールの開発者にトランスペアレントに提供される開発支援。

スケーラブルなビジュアライゼーション・ツールキット

通常、科学者は、100メガバイト規模のデータセットを視覚化するために、デスクトップ・コンピュータを使っています。しかし生物医学の研究者、天文学者、海洋学者、その他の科学者の研究では、しばしば数百ギガバイト規模のデータを分析し、視覚化しなければならないケースが生じます。こういった作業に使用するファイルは非常に大きいため、その処理はスーパーコンピュータに頼る以外にありません。しかし、スーパーコンピュータのメモリでさえ、この規模のデータに対応することは容易ではありません。NPACIの研究者は、各種の科学分野で使用される非常に大規模なデータセットのレンダリング、視覚化、処理のために、スーパーコンピュータをベースとした多様なツールを開発しています。NPACIが開発する、これらのスケーラブルなビジュアライゼーション・ツールキットは、テラフロップ・コンピュータを使った次世代の大規模シミュレーションを支援し、データやアイデアの共有のためのグラフィカル・ユーザ環境を提供することにより、異なる科学分野間の連携を促すことになるでしょう。



このイメージは、オクタノールのシミュレーション結果を示しています。シミュレーションは、1,000段階を経て行われ、ACTSの分子力学ソフトウェアNWArgosが使用されました。原子数は216,000に上り、作業は1,300ノードのCray T3E-900上で行われました。

幾何学的問題を研究するためのツール

計算幾何学は、統計、生物学、ロボット運動計画、グラフィックス、イメージ分析、バーチャル・リアリティ、データマイニングの分野における幾何学的問題を統一的に解決する技術としての期待を受けて誕生しました。そしてこの20年の間、計算幾何学の世界では幾何学的アルゴリズムの問題を解決するツールがいくつも開発されてきました。幾何学的問題における設計や分析の再帰的特徴は、問題の計算面と組合せ面に強い関係があることです。効果的な答えを引き出すためには、問題の背後にある幾何学的問題を組合せ面から理解することが不可欠です。NSFの資金提供を受けてニューヨーク Polytechnic Universityで行われているプロジェクトでは、よりシンプルかつ効率的なアルゴリズムの完成を目指して、幾何学的文脈における組合せ問題を研究することにより、新しいツールを発展させるために、幾何学的アルゴリズムの設計や分析に使用されている現行のツールをさらに発展させることが期待されます。また、このプロジェクトでは、代表的な入力に対する幾何学的アルゴリズムの動作をより現実的に評価するための技術についても研究しています。



マイクロマグネティックのシミュレーション結果について話し合うNISTのメンバー

モデリング・ツール

NASA Earth system modeling framework

ソフトウェア・エンジニアリングでは、ソフトウェア・コンポーネントの構成、保存、管理、処理を可能にしているソフトウェア・アーキテクチャやソフトウェア要素(オブジェクト、プログラム、ルーチン、インターフェイス定義、タイプ・システムなど)は「フレームワーク」と呼ばれています。フレームワークは、以下の機能を担っています。

- ソフトウェア・コンポーネント間の再利用性とコンピュータ・アーキテクチャ間の移植性を確保する。
- 研究アプリケーション・ソフトウェアの修正に要する時間を短縮する。
- ソフトウェアの管理性に優れたシステムを構成する。
- 主だった研究拠点間でソフトウェアの交換を可能にする。

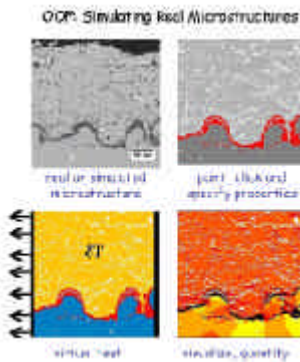
この複数年に渡るプロジェクトは、2000 会計年度にスタートしました。プロジェクトでは、共通の ESMF(Earth system modeling framework)を開発することにより、NASA の地球および宇宙科学計画(ESS)アプリケーションの相互運用性、パフォーマンス、管理を向上することが期待されています。ESS プロジェクトの最終目標は、バランス型テラフロップ・システムの能力を利用し、地球、太陽地球環境、世界に影響を与える物理的、化学的、生物学的プロセスの動的相互作用の予測能力について理解を深めることにあります(ESSの詳細については17ページをご覧ください)。

マイクロマグネティック・モデリング

NIST のマイクロマグネティック・モデリング・プロジェクトでは、磁気ディスク・ドライブ産業において記録密度を高め、ディスクの読み書きを高速化するために必須である、高精度で有用性の高いマイクロマグネティック計算を実現する計算ツールの開発を行っています。NIST では、すでにモジュール型のオブジェクト指向マイクロ磁気モデリング・フレームワーク(OOMMF)と、ソフトウェア・ディベロッパが必要に応じてコードを入れ替えできるリファレンス・ソフトウェアをリリースしています。OOMMFは、基本レベルの2次元モデリングの開発ができ、競合するアルゴリズム・コンポーネントの比較も出来ます。OOMMFの3次元対応版は、現在開発中です。

現実的材料のミクロ構造のモデリング

肉眼レベルでの材料の性状は、その材料のミクロ構造、つまり多結晶質の粒の複雑な集合体、第二位相、割れ、孔、その他の原子サイズに比して大きな特性に強く左右されます。このような構造モデリングは、幾何学的構造が複雑であるために、時として難しい作業となる場合があります。そこで NIST では、材料のミクロ構造を分析し、物理的特性をシミュレーションするため、オブジェクト指向有限要素ソフトウェア(OOF)を開発しました。材料科学者は、使い易いグラフィカル・インターフェイスを備えた OOF を、材料の巨視的特性に対するミクロ構造の影響の研究に役立てています。また OOF を使えば、圧力、張力、温度変化を加えることにより、実際の巨視的材料性状を測定したり、内部の応力、歪み、エネルギー分散を調べることもできます。さらに、ミクロな材料特性を変えることにより、特性が巨視的性状に与える影響について調べたり、ミクロ構造に変更を加えることにより、幾何学的構造が特定の材料に与える影響について調べるなども可能です。OOFは、熱弾性以外の特性にも対応すべく、現在機能の拡張作業が進められています。なお OOF は、『Industry Week』紙より 1999 Technology of the Year Award を受賞しています。



左図は、NIST のオブジェクト指向有限要素ソフトウェア OOF の画面の様子を順を追って示したものです。OOF のグラフィカル・インターフェイスを利用し、材料科学者は、材料の巨視的性状へのマイクロ構成の影響について調べることができます。

環境モデリングのための数値/データ処理技術

EPA による数値/データ処理技術の重要な目的は、環境モデリング分野におけるコンピューティングの土台を形作っている主要な数値アルゴリズムのパフォーマンスを向上させることにあります。この研究では、相互接続されたワークステーション、ベクトル型/並列型スーパーコンピュータ、並列ソフトウェアおよびアルゴリズム、通信などの並列コンピューティング技術について開発、評価することにより、複合汚染物質を含み、クロスメディアな環境モデリングに最も効果的な方法は何かを探ります。また、数値計算の重要要素として、不確実性を数量化するための計算技術についても基礎研究がなされています。

HECC アプリケーション

HECC アプリケーションでは、高度なコンピュータ・プラットフォームが備える高速性とデータ・ストレージ性能を活用し、武器、航空宇宙、産業システムにおける設計と材料特性、生体分子構造の形状とプロセス、テラ規模のデータセットの統合と分析など、膨大なデータを使う、複雑で難しい科学的問題を解決します。集約的な計算能力を必要とするハイエンド・アプリケーションには、モデリング、3次元ビジュアライゼーション、データ・マイニングやデータ融合用のツールが含まれています。

生物医学アプリケーション

神経化学イメージング

21 世紀には、脳の詳細なメカニズムの解明や、一般的な神経性疾患や神経障害の治療・予防法などの発見の可能性が現実のものとなるでしょう。またコンピュータを使った現在の顕微鏡をさらに高度化し、ハイパフォーマンス・コンピュータの性能をさらに高めることができれば、神経システムの構造や機能メカニズムについて、きっと新しい発見がなされることでしょう。神経化学の研究は、分子事象や細胞小器官のモデリングから脳システムのマッピングまで、幅広い分野に及びます。また神経化学では、一つのシナプス、小規模な神経ネットワークが情報をどう処理し、記憶するかについても研究します。最近実現した一つのシナプスの詳細なモデルは、シナプスや神経ネットワークの複雑な特性のモデリングに活用されています。光学イメージングやイメージの処理技術が画期的進歩を遂げれば、生物学的構成の3次元関係について明らかにすることができ、構造と機能に関する研究は4次元(3次元+時間)イメージングへと進むことになるでしょう。

Mcell

ニューロン(神経細胞)のモデリングに対する関心の高まりに平行し、神経システムは非常に複雑であるということが経験的に明らかになってきました。実際、脳内の構造と機能の関係の理解のために、モデリングは研究室の実験作業に不可欠な要素となっています。モデルは、シナプスそのものと同じように複雑なものとなる可能性があり、そのため高度なコンピューティング環境が必要となります。NPACI(National Partnership for Advanced Computational Infrastructure)が支援する神経化学の研究では、広く使用され発展を続けている神経モデリング・システムをさらに拡張し、大規模でハイパフォーマンス機能を実現することを目指しています。

現在継続中の NPACI Mcell プロジェクトでは、細胞生理学に広く活用できる Monte Carlo(疑似乱数ベース)シミュレータが開発されています。ニューロンなどの生物学的構造は、細胞より小さいレベルでは非常に複雑であり、また多様です。例えば、1 ミリ立方の脳皮質内では、形状や大きさの異なるシナプスが 50 億個も相互に結合しながら存在しており、情報伝達を支えている化学的な信号経路も非常に多岐に渡っていると考えられます。シナプス間の情報伝達といったプロセスには、神経伝達物質と神経モデュレータ分子、エキソサイトーシス/エンドサイトー

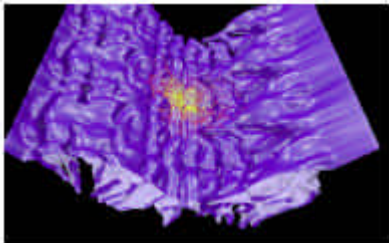
シス、受容体タンパク質、輸送タンパク質などのタンパク質、加水分解酵素、酸化酵素が関わっています。

Mcell では、配位子の拡散とシグナリングを高解像度の超微細構造によりモデリングします。MCell のモデル記述言語を使用するモデル製作者は、配位子とエフェクタ(作用因子)、作用の起る表面を特定することで、シミュレーション・オブジェクトを構成することができます。次にMCell は、指定数の分だけシミュレーションし、結果を数値とイメージで出力します。現在、カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)の Cray T3E および IBM 社のテラフロッップ級システム(広く使用されているモデルおよび新モデル)に、最適化されたソフトウェアを移植する作業が進められています。

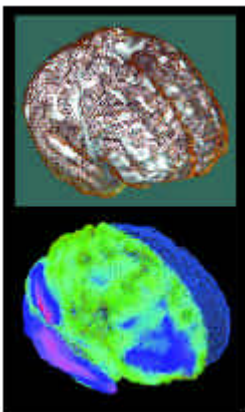
また MCell は、40 台のコンピュータを使った NetSolve クラスタ上でもテストを行っています。UCSD、テネシー大学、オークリッジ国立研究所(ORNL)の科学者による共同研究において、NetSolve は、ばらばらのコンピュータの集合を耐障害性に優れた一つのクライアント・サーバ型クラスタシステムに変えました。NetSolve 上で行われた最初の MCell のテストでは、分散ファイル・チェック機能の必要性が実証されました。この機能が実現すれば、より大規模な MCell を NetSolve 上で実行することが可能となるでしょう。

タンパク質の折り畳み

タンパク質の形成プロセスが明らかになれば、医学や科学分野に大きく可能性を広げることになります。自然が作り出した究極の折り紙のように、細胞は遺伝子が持つ情報を使用してアミノ酸の長い鎖を作り出し、この鎖はもつれたループ、らせん、シート状にまとめられます。タンパク質は、その特徴的な幾何学的構成により他の分子と相互に作用して、例えば体が重いものを持ち上げる時の生化学的作用や、消化機能の制御、胎児の成長過程における遺伝子機能のオン/オフなどの役割を担っています。しかしタンパク質の折り畳みやタンパク質と他の分子との相互作用のシミュレーションは、その複雑さゆえ、計算生物学の中で最も難しい課題の一つに数えられています。いわゆる溶媒和モデル(タンパク質にとって水は自然の環境であるためにこう呼ばれます)では、タンパク質内の考えうるすべての原子のペアリングの間に働く力の計算と、関連する数値の計算を行います。しかし、この計算で高い精度を実現するためには、非常にコストがかかります。すべての原子の動きを詳細まで加味し、1 秒間の微細なタンパク質の折り畳みプロセスについてシミュレーションするには、今日の高性能コンピュータを以ってしても計算完了までには1ヶ月もの時間を要するでしょう。近くにある原子のペアのみを考慮する「簡略モデル」では、その効果に大きな隔たりが生じてしまいます。原子の相互作用を研究するため 1980 年代に始められた原子をグループ化するという方法では、より正確な結果を得ることができます。この分野の研究には NIH が出資し、National Computational Science Alliance(Alliance)の科学者が携わっています。



神経細胞(ここでは表示されていません)のシナプスとマウスの胸骨甲状筋細胞のシミュレーションです。神経伝達物質のアセチルコリンは、シナプスのベシクルから拡散し、筋肉組織の受容体(点の集合で示されている箇所)を活性化させます。活性のピーク時には、300 マイクロ秒単位でスナップショットを作成します。



カリフォルニア大学ロサンゼルス校の LONI(Laboratory of Neuro-Imaging) では、疾病が脳の構成に与える影響について調べるため、個体群のデータに基づき脳のデジタル地図の作成に取り組んでいます。26 名のアルツハイマー患者の脳皮質表面の平均的变化を示した 3 次元マップでは、各個体の脳内のパターンから個体群全体の平均を出すために必要な総変化量に基づき、個体間の脳構成のばらつきを計算しています。表面のマッピングに使用する数値は、1 億以上のパラメータを使い、流体フロー方程式によって算出します。この計算を行うためには、並列処理能力と大量のメモリが必要です。

Emerge：ポータブルな生物医学情報の検索と融合

NCSA(National Center for Supercomputing Applications)の研究者は、米国立ガン研究所(NCI)および NSF の支援を受け、これまで繰り返し問題にされてきた科学的課題、つまり多くのデータ・ソース内にばらばらに存在する情報を一度に検索し・関連付けしようというテーマに取り組んでいます。例えば、ガン細胞を暴れさせる欠陥のある遺伝子をピンポイントで特定するためには、生物学の研究者達は毎週インターネットを使い、糸口を見付けるために膨大な量のデータをさらう作業を行わなければなりません。またガン腫瘍を抑えるために必要な次の解決の糸口は、GenBank が構築した数 10 億に上るヒト DNA のデータベースの中、あるいは、その他数多くあるオンライン・データベース内のどこかにあるかもしれません。このため研究者は、Emerge のようなトランスレータを必要としています。Emerge は、ポータブルな情報検索プログラムを集めたもので、NCSA が開発しました。Emerge は、一つの照会を各種データベースに対応した表現に翻訳し、照会の結果を集めて共通のコンピュータ言語に直し、結果を画面に表示するというプログラムです。

Emerge では、例えば、ガンの研究は画面に表示される Web ブラウザのフォームに「small-cell lung cancer」と入力すればよいのです。入力したキーワードは、Emerge によって XML(拡張マークアップ言語)に変換されます。XML は、HTML(ハイパーテキスト・マークアップ言語)の拡張版であり、間もなく Web の基本データ・フォーマットとなることが予想されます。次に検索キーワードは、Emerge ソフトウェア・システムの心臓部である Gazebo に送られます。Gazebo は、受け取ったキーワードを、多くの科学関係ライブラリのカatalogやデータベースで標準言語として採用されている Z39.50 に翻訳します。

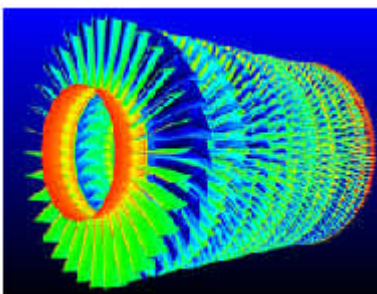
ガン関係の文献では、一つ概念を説明するために複数の同義語が使用されていることが多くあります。このため NIH の米国立医学図書館は NCI の出資を受け、医学用語集を統合するため、10 年の歳月をかけてメタシーソラス UMLS(Unified Medical Language System)のインターフェイスを開発しました。NCI では、患者が反転表示された用語をクリックすれば、あらゆるガン関係のデータベースから関連情報を検索することができるようにするため、来年までにガン関係の用語を Emmerge に関連付ける計画です。この計画が成功すれば、医師と患者や家族は、マウスを数回クリックするだけで、自分と同じガンにどれだけの人が苦しんでいるか、ガン関係の法律はどうなっているか、有効な医薬品などについて調べることができるようになります。Emerge は、研究支援に関する最新情報を集める総合的な科学情報システムの一角を担っています。

航空宇宙アプリケーション

Computational Aerosciences(CAS)

NASA の CAS(Computational Aeroscience)プロジェクトでは、産業界と連携し、航空機的设计にかかる時間とコストを低減することを目指しています。このプロジェクトに携わる研究者は、システムのパフォーマンスを 1,000 倍向上させるハイエンド・コンピューティング・ハードウェア、システム、ソフトウェアの開発を考えています。NASA の支援を受けた研究者は、15 時間でコンプレッサ全体のシミュレーションを完了できることを実証して見せました。これは、1992 年当時の 400 倍のスピードです。夜を徹してスーパーコンピュータを稼働させれば、数値推進システム・シミュレーション・ソフトウェア(NPSS)によりエンジンの全機能のシミュレーションを完了することもできます。これらのシミュレーションにより、設計者は実際に構築やテストを行わずに、設計の変更を検討することが可能になります。

また現在 CAS では、複数の専門分野の視点から航空機全体の設計を最適化するフレームワークの開発を進めています。このフレームワークには、膨大な量のコンピュータ・リソースが必要です。そこで CAS では、Silicon Graphics, Inc.(SGI)の Origin 2000 システムを 2 システム導入し、100 ギガフロップのテストベッドを構築しました。このテストベッドは、グローバル共有メモリを備えた、1 つのシステム・イメージとして機能します。CAS では、低コストなハイエンド・コンピュータ・ソリューションの開発を支援しています。例えば CAS では、アプリケーションによっては、10 台のワークステーションを使うことにより、シングル・プロセッサのスーパーコンピュータを使用する場合に比べて 92% のコスト削減効果が得られることを確認しています。



GE90 の高圧コンプレッサのシミュレーション。NASA の支援を受けて、CAS の研究者がコンプレッサ全体のシミュレーションを 15 時間で完了することに成功しました。これは 1992 年当時の 400 倍のスピードです。

地球および宇宙科学計画(ESS)

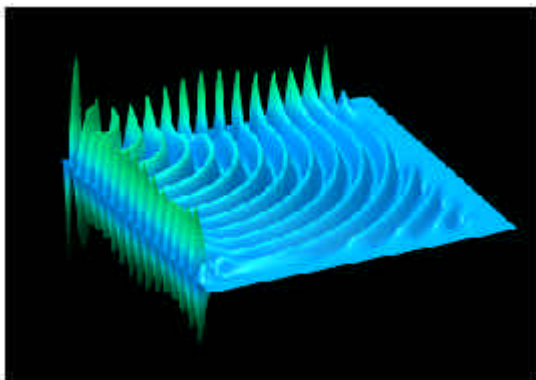
NASA の ESS 研究開発では、ハイエンド・コンピューティング技術を使い、高密度の中性子星の爆発といったスケールの大きなテーマや、将来の地球気象といった興味深いテーマに取り組んでいます。NASA のゴッダード宇宙飛行センターとジェット推進研究所が進めているこの ESS は、以下のような分野の研究を扱っています。

- **地球イメージング科学。** 複数のスーパーコンピュータ・システムを使い、人工衛星が集めたレーダー・データを処理して画像化することで、地球環境上の地域の変化を監視します。アマゾン川流域の季節変化を追跡する詳細なイメージング研究を最近完了しています。
- **相対論的宇宙物理学。** 流体力学と一般相対性理論を組合せ、高密度の中性子星の吸収合併によって起る爆発について解明しようとしています。この合併の、非常に強力なガンマ線の爆発が引き起こすものであると考えられていますが、その詳細はいまだ謎に包まれたままとなっています。
- **地球内部のシミュレーション。** 惑星内部に変化を起こすカオス的挙動について、そのヒントを探ります。
- **4次元データの同化。** 観測と気象モデルを組み合わせることにより、気象の包括的なイメージを作り上げることを目指します。
- **地球システムのモデリング。** 大気/海洋の循環と化学的作用について複雑で高解像なモデルを作成し、地球環境の理解につなげます。
- **マイクログラビティにおける流体の研究開発。** 低重力環境下の流体について研究し、宇宙での製造、生命維持、安全システムについてシミュレーションします。
- **星内の対流と発電。** 太陽などの星の内部で起っている無秩序なプロセスについて、最も基本的・基礎的な理解に焦点を当てます。
- **マルチスケールな太陽圏モデリング。** コンピュータの計算に基づく研究により、太陽風と地球環境の相互作用について明らかにします。
- **太陽活動太陽圏力学。** 太陽コロナや外圏大気の複雑な 3次元磁気構造について研究します。この研究は、太陽活動を対象とする物理学において大きな意味を持ちます。

応用化学

燃焼の理解

世界で消費されているエネルギーのほとんどは、化石燃料の燃焼によって生み出されたエネルギーです。今後数十年の間に達成されるコンピュータ能力の向上により、コンピュータを使った予測モデルの可能性が高まれば、燃焼装置の効率や好ましくない燃焼の副産物(窒素酸化物など)の生成を決定付ける流体フロー、化学、表面物理学、材料特性の複雑な相互作用を理解するのに役立つことになるでしょう。昨年、DOE のローレンス・バークレー国立研究所(LBNL)の研究結果が、これまで何人もの科学者を混乱させてきたメタン燃焼研究に光をもたらしました。この作業では、研究に有効なメッシュ再生成の高度技術と化学反応速度への新しい理解とを組合せ、実際の実験に比しても精度の高いシミュレーションを実現しています。この研究をさらに広げるためには、何千という反応経路を持つディーゼル燃料など、より複雑な炭化水素化学と、より現実的な表面物理学や、さらに複雑な幾何学などを取り入れていく必要があります。



DOE の LBNL と LLNL、そして University of California-Davis による共同研究では、スーパーコンピュータを使い、電子との衝突によって生じる水素原子のイオン化について完璧な解を得るに至りました。このテーマは、この問題に関して最後まで残されていた非常に重要なテーマの一つでした。左図は、電子と水素原子の衝突によって飛び出した2つの電子の波動関数をイメージとして示したものです。

量子物理学アプリケーション

電子の衝突によるイオン化

原子物理学の分野で最も基礎的な現象の一つである、3つの荷電粒子からなる量子システムの散乱現象について、理論家達は半世紀以上に渡って解明を試み、失敗を繰り返してきました。このような相互作用は、他にも多くあります。例えば、電子の衝突によるイオン化は、蛍光の光の強さや、シリコン・チップに溝を彫るイオン・ビームに関係しています。DOEのLBNLとローレンス・リバモア国立研究所(LLNL)、そしてUniversity of California-Davisの研究者による共同研究では、最近スーパーコンピュータを使うことにより、電子との衝突によって生じる水素原子のイオン化について完璧な解を得るに至りました。このテーマは、この問題に関して最後まで残されていた非常に重要なテーマの一つでした。この画期的研究では、外へ出て行く粒子の波動関数は、無限に続くのではなく核から遠く離れたところでゼロになるとするシュレディンガー波動方程式の数学的変換が用いられました。

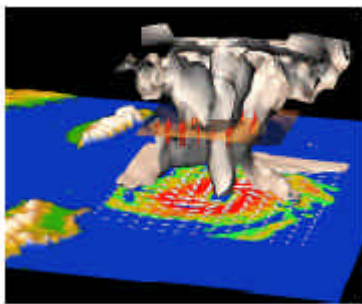
気象アプリケーション

ハリケーンの強度予測

気候や気象を理解し、予測しようというNOAAの試みの一環として、当局GFDL(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)の研究者は、以下のテーマに取り組んでいます。

- 数値シミュレーション・モデルを使い熱流体力学プロセスについて研究することで、熱帯擾乱の生成、成長、減衰を理解する。
- ハリケーン・システムの細かな特性について研究する。例えば、ハリケーン・システムにおいて強い対流、下方限界における物理量の交換、スパイラルバンドの生成が全体として果す役割などの研究。
- 数値モデルの能力を調査し、ハリケーンの動きや強さ、これらモデルの実用化について予測する。

GFDLモデルは、小から中規模のハリケーンの強さ予測については非常に優れていましたが、大規模ハリケーンの地上風について精度の高い予測を実現するには至っていません。これには、コンピュータの演算能力が高まり、ハリケーンの非対称性に対応できる高グリッド解像度でのモデリングが可能になること、また物理的パラメータ化の向上が必要です。HECの研究開発によって上の条件が満たされるのは、2000～2001会計年度になると見込まれています。2000会計年度には、ハリケーン・モデルの初期設定、海洋の相互作用、モデル物理学、解像度などの分野における技術向上のための作業が続けられ、予測技術に対するモデルの影響について評価するため、今後はケース・スタディが行われる予定です。また、より多くのデータを予測や分析システムに活用するための研究も続けられ、さらに雨の蒸発や海洋部の水煙、熱の放散の影響について評価が行われる予定です。



NOAAが支援を提供する研究では、GFDLの地球気象モデルの情報を高解像度のGFDLハリケーン予測モデル(左図)に関連付けることにより、現在の気象データから取ったハリケーンから取ったサンプルと温室効果ガスによる環境の気温上昇についてのシミュレーションを行いました。すでに実用化されているこのモデルは、熱帯低気圧の経路を予測するため、過去数シーズンに渡ってNOAAのNational Centers for Environmental Predictionで有効利用されています。

ハリケーンと地球温暖化

大気中の温室効果ガス量が今以上に増加し地球温暖化が進めば、21世紀には、現行のハリケーンのレベルを凌ぐ、強力なハリケーンが生まれつづけることになるでしょう。多くのハリケーンは可能な最大の強度に至る前に、陸地への上陸や海洋部での冷却により勢力を弱めています。しかし、気象の温暖化による海洋表面の温度が上昇のため、ハリケーンの最大強度はわずかながら強まることが予想されています。NOAAの研究者は、GFDLの地球気象モデルの情報を高解像度のGFDLハリケーン予測モデルに関連付けることにより、現在の気象データと、目的の温室効果ガスによる環境の気温上昇気象データにより目的のハリケーンについてのシミュレーションを行いました。す

に実用化されているこのモデルは、熱帯低気圧の経路を予測するため、過去数シーズンに渡って NOAA の National Centers for Environmental Prediction で有効利用されています。このシミュレーションでは、熱帯の海洋部の表面温度が摂氏 2 度程度上昇すれば、熱帯地域に属する北西太平洋上の風速は 5～12% 上昇することが示されました。この研究は、過去 10 年間に理論上説明されてきた現象を実用モデルを使って証明した最初の例となり、地球環境の変化が気象プロセスに与える影響の調査について、ハイパフォーマンス・コンピュータを使う方法を例証していると言えます。

ハイエンド・コンピューティング -研究開発 (HEC R&D)

概要

プロセッサ、メモリ、I/O デバイス、スイッチといったハードウェア・コンポーネントと、言語、コンパイラ、オプティマイザ、スケジューラ、メモリ管理ソフトなどのソフトウェア・コンポーネントを組み合わせることで効率的で有用なシステムを組み上げるには、膨大な数の相互作用を有効に働かせて最新鋭のシステムを完成させるという、複雑な道程を辿らなければなりません。そのためには、コンポーネントとその構成、電源と必要な冷却、ハードウェアとアプリケーション、基本ハードウェアとアプリケーションによるシステム・ソフトウェアなどの相互作用を考慮することになります。ここでは、ワークステーション・クラスタ、分散マス・ストレージ、コンピュータ・グリッドなど、幅広いハイパフォーマンス・コンピューティング分野に取り組んだプロジェクトについて取り上げます。

ハイブリッド技術マルチスレッド(HTMT)アーキテクチャ

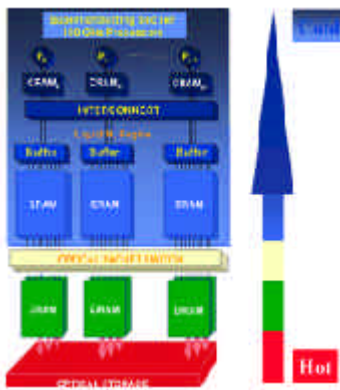
ペタフロップス規模のコンピューティングの実現のためには、コスト、規模、パワー、複雑さ、信頼性、効率性、汎用性、プログラマビリティなどの面で厳しい課題をクリアする必要があります。相補型金属酸化膜半導体(CMOS)技術や従来型の技術をベースとするシステムでありながら、ペタフロップスを超えるパフォーマンスを支えることができる超並列プロセッサ(MPP)アーキテクチャの飛躍的な進歩を以ってしても、ペタフロップ規模のコンピューティングの実現は 2010 年以降となりそうです。

DARPA、NASA、NSA、NSF がバックアップするハイブリッド技術マルチスレッド(HTMT)に関する学際的な研究プロジェクトでは、現在直面している壁を打破すべく高度なデバイス・テクノロジーの優れた特性を開拓する試みがなされています。対象となっているテクノロジーには、RSFQ(Rapid Single Flux Quantum 高速単一磁束量子)超伝導体ロジック、光通信、ホログラフィック・メモリ、メモリとチップを 1チップにまとめた SRAM/DRAM チップなどがあります。超伝導ロジックは、従来のプロセッサに比べ、速度と電力効率が 100 倍優れており、また時分割/波長分割多重化技術を用いた光ファイバー通信では、通常のケーブルに比べ 100 倍以上の帯域幅を確保することができます。フォトリソグラフィック手法を用いたホログラフィック・メモリ技術を導入すれば、光記憶装置の密度や電力効率は、同程度の帯域幅でありながら現在の半導体メモリを遥かに凌駕するものとなります。しかし効率的なコンピューティングの実現のためには、長い待ち時間や並列化に効果的に対応するリソース管理が必要です。そこでマルチスレッド・プロセッサや革新的なメモリ・ベースのプロアクティブ・タスク管理スキーム(Percolation)を土台とした機構により、待ち時間の問題に対処するために考案されたのが HTMT アーキテクチャです。

設計の研究、シミュレーション、分析では、HTMT をベースとしたペタフロップス規模のコンピュータ・モデルの実現は 2005 年以降となることが示されています。このモデルが実現すれば、その後は、急速な技術進歩により間もなく 10 ペタフロップス s を超えるシステムも登場することになるでしょう。2000 会計年度には、研究者によって HTMT のサブエレメントに関する総合的なレポートが作成されました。このレポートでは、システム全体の予備テスト、データ、シミュレーション、サイジング、製造可能性、パフォーマンス予測、コスト見積り、製造作業開始の許可が下りた場合の作業プロセスに関する提言などについて取り上げています。2000 会計年度にスタートし、15 ヶ月の期間を通じて実施されるプログラムでは、重要テクノロジーについて検証し、アーキテクチャのシミュレーションを繰り返すことによって予定されているハードウェアのパフォーマンスをより正確に見積り、目指すシステムのプログラミングと構築について研究を行います。この作業を土台とし、最終的にはプロトタイプ・システムの構築が行われる予定です。

Beowulf : ワークステーション・クラスタと Linux による高性能コンピューティング

NASA が出資する Beowulf プロジェクトでは、ワークステーション・クラスタによって高性能コンピューティング環境を実現しています。この環境では、各ノードが OS カーネルのコピーを独自に走らせており、カーネルはどれもカーネル・レベルで独立し自律しています。Beowulf のソフトウェア環境では、一般の市場に流通しておりライセンス料が免除されている Linux をベースに、ワークステーションのネットワーク化に必要なソフトウェアをすべてアドオンしています。これまでに Beowulf は、各種サイトで開発されたプログラミング環境と開発ライブラリ・パッケージの含まれた Red Hat 版の Linux 環境に移行しています。より統一的なシステム・イメージをユーザやアプリケーションに提供するため、研究者は Linux カーネルを拡張し、結びつきの弱いノードの集団が複数のグローバル・ネームスペースに入れるようにしました。このような機能拡張を行っても、カーネル・サイズや複雑さにはさほど変わらず、また個々のプロセッサ・パフォーマンスさえ、ほとんど影響がないものと考えられています。



HTMT メモリ・アーキテクチャの概略

混在する分散共有メモリ環境での気象予報

NOAA では、ポータブルなメッセージ・パッシング・インターフェイス(MPI)をベースとし、その実用気象予測プログラム版を開発しました。科学者は、NOAA が新たに導入した IBM 製の SP スーパーコンピュータ上でベクター・コードを使用するために、コードのコラム構成を変換し、キャッシュ利用の最適化を図りました。この変換作業により生まれたグローバル・スペクトル・モデル(GSM)の単 1 コラム・バージョンでは、現在、観測データを基にモデルの物理的特性における違いを分析しています。NOAA が支援する研究では、次世代型の混在分散共有メモリによるコンピューティング・システムで最も効率的なプログラミング・モデルを特定するため、MPI と OpenMP の併用について探求しています。

バーチャルインターフェイス・アーキテクチャのための MVICH-MPI

MVICH は、DOE と国立エネルギー研究所スーパーコンピュータ・センター(NERSC)の出資を受け、クラスタ・コンピューティング向けのポータブルな高性能通信を実現するための DOE/NERSC プロジェクトです。MVICH は、仮想インターフェイス・アーキテクチャ(VIA)版の MPI です。VIA は、ユーザレベル・ゼロコピー・プロセス間通信を実現する、System Area Network(クラスタ用ネットワーク)の業界標準インターフェイスです。MVICH は、幅広く一般的なネットワークで使用できる高性能 MPI を実現するものであり、現在 LBNL で開発され、オープン・ソース・ライセンスで配布されています。MVICH プロジェクトは、M-VIA(Linux 版 VIA)の開発を目指す同様のプロジェクトの一部でもあります。MVICH は、様々なメッセージ・サイズに合わせてパフォーマンスを最適化するため、4 つのプロトコルに対応するよう開発されています。同プロジェクトでは、2001 年度に以下の計画の追加を予定しています。

- 低信頼度 VIA のサポート。MVICH を、待ち時間にほとんど影響を出さずに、抜け落ちたパケットや問題のあるパケットに対応させる。
- 複数スレッドを用いた非同期通信のサポート強化。
- スレッドの安全性確保。このためには、VIA にスレッドの安全性を実現する他、MVICH でも、さらにスレッドの安全性を強化する必要がある。

分散並列ストレージ・システム(DPSS)

現代の科学用コンピューティングでは、世界中のサイトに散らばっている膨大な量のデータをまとめ、移動させ、視覚化し、分析するという作業がつきものとなっています。分散並列ストレージ・システム(DPSS)では、スケラブルかつ高性能な分散並列アーキテクチャとデータ処理を実現し、低コストな一般のハードウェア・コンポーネントを用いて高度なストレージ・システムを構築することが可能です。DPSS は、DOE からの支援を受け、DARPA の出資による MAGIC(Multidimensional Applications and Gigabit Internetwork Consortium)のテストベッドとして開発されました。DPSS アーキテクチャはネットワークに対応したストライプ・ディスク・アレイであり、DPSS では最適のデータ・レイアウト、データ複製およびまたはコードの重複、セキュリティ・ポリシー、動的リコンフィギュレーションをアプリケーション側で選択することが可能です。DPSS テクノロジーを使用すると、低コストで広く分散するアーキテクチャを実現し、多くの異なるユーザが使用する大量のデータをキャッシングすることができます。現在のパフォーマンスは、LAN(ローカル・エリア・ネットワーク)で 980 Mbps、WAN(広域ネットワーク)

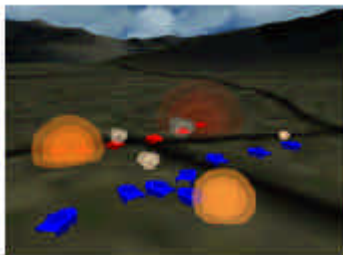
で 570 Mbps です。DPSS は、現在、本来の目的であった Terravision(地形航行アプリケーション)、米国地質調査所(USGS)地球資源監視システム(EROS)データ・センターのイメージ・ビューイング・アプリケーションの他、高エネルギー物理学や医療イメージング・アプリケーションで使用されています。

Globus

我々は、世界中の Web ページに何のためらいもなくアクセスすることができます。Globus の研究開発の目的は、この WWW と同じような革命をコンピューテーションの分野にもたらすことにあります。Globus は、DARPA、DOE、NSF の出資を受けた DOE のアルゴンヌ国立研究所(ANL)と南カリフォルニア大学(USC)Information Sciences Institute との合同プロジェクトであり、一つのアプリケーションが地理的に離れた場所にある装置、ディスプレイ、コンピュータ/情報リソースを統合する実行環境としてコンピュータ・グリッドを構築することを目指し、その基礎技術の開発に取り組んでいます。このようなコンピューテーションが実現すれば、数十から数百のリソースをつなぐことも可能となるでしょう。

Globus は、以下のテーマに注力しています。

- リソース管理、セキュリティ、耐障害性、アルゴリズムの基本的問題の研究。
- 各種プラットフォーム上で実行可能なプロトタイプ・ソフトウェアなどのツール。
- 大規模テストベッド
- アプリケーション科学者との共同研究によって開発する、大規模なグリッド対応アプリケーション。



左図は、カリフォルニア工科大学(CalTech)による大規模シミュレーション・プロジェクト Synthetic Forces Express で作成されたイメージです。このプロジェクトでは Globus を使って複数のスーパーコンピュータ・リソースにアクセスしています。SF Express では、これまでの限界を打ち破る 100,298 台ピークル・シミュレーションを行いました。これは、分散コンピューティング・システムを使用した現在まで最大規模の対話型戦場シミュレーションであり、7 つのタイムゾーンにまたがって世界中に点在する 13 台のコンピュータにアクセスし、1,386 基のプロセッサを使って行われました。

Globus 偏在スーパーコンピューティング・テストベッド機構(GUSTO)に参加している研究者は、地球規模で Globus のコンセプトのテストを行っています。現在 GUSTO は、世界 40 以上の組織にまたがっており、その中には世界最大級のコンピュータを持つ組織も含まれています。ANL および USC の研究者は、将来的なコンピュータ・グリッドを目指して開発した GUSTO の Globus ベース・プロトタイプによって、Global Information Infrastructure Next Generation Award を受けました。この GII 賞は、インターネットおよびネットワーク技術の分野で最優良実践例や新規モデルを認め、その普及を図ることを目的として贈られる賞です。GII の Next Generation 部門では、特に最新鋭の情報技術や通信技術アプリケーションの方向性や将来的な可能性を示す情報インフラ利用の例証となるものを授賞の対象としています。

Globus: : スマート・インストルメント・アプリケーション

Synthetic Forces Express (SF Express) プロジェクトでは、超大規模な分散型対話シミュレーションを支援する高性能コンピューティング・システムの利用について研究を行っています。SF Express では、これまでの限界を打ち破る 100,298 台ピークル・シミュレーションを行いました。これは、分散コンピューティング・システムを使用した現在まで最大規模の対話型戦場シミュレーションであり、7 つのタイムゾーンにまたがって世界中に点在する 13 台のコンピュータにアクセスし、1,386 基のプロセッサを使って行われました。このシミュレーションを実現するためには、スケーラブルな通信、シナリオの分散、リソースの構成、リソースの管理、情報の記録、監視、耐障害性などの課題をクリアする必要がありました。そこでリソース条件に柔軟に対応する環境上でアプリケーションを実行できるようにするため、グローバル・サービスとローカル・サービスを切り離しました。SF Express では、分散型の対話シミュレーション環境にコンピュータ・グリッドの新しいツールや技術を導入することで、世界中に点在する高性能コンピュータを確実に利用することを可能にしました。

Legion : ワールドワイドなバーチャルコンピュータ

Legion は、米国国防総省(DoD)Naval Oceanographic Office(NAVO)、NSF、DOEの出資を受け、バージニア大学で進められているオブジェクト・ベースのメタ・システム・ソフトウェア・プロジェクトです。このプロジェクトでは、数百万台のホストと数兆のオブジェクトを高速リンクでつないだシステムの構築を目指しています。このようなシステムが実現すれば、ユーザはインターフェイスを介して、データや物理的リソース(カメラ、デジタル・ライブラリ、リニア・アクセラレータ、物理シミュレーション、ビデオ・ストリームなど)を、家に居ながら、まるで自分のディスク・ドライブ上にあるかのように自在に使用することができます。ユーザのグループは、情報の交換や共同研究のため、共有な仮想的ワークスペースを構築する予定です。このため Legion では、トランスペアレントなスケジューリング機能、データ管理、耐障害性、サイトの自律性、セキュリティ・オプションなどを提供し、複数のマシンの中から必要なリソースを選択し、多くのリソースを並列的に使用できるようにすることで高いパフォーマンスを実現しています。Legion は、各種アプリケーションの並列処理に使用できる他、地理的に離れた場所にある複数のホスト上で1つのアプリケーションを実行したり、メタ・アプリケーションをサポートしたりすることができます。また Legion は、MPI や PVM などの一般的な並列ライブラリ、MPL などの並列言語を支援し、関連する並列コンポーネントなどをラップすることで、既存ソフトウェアや新規ソフトウェアを Legion オブジェクトにまとめ、ランタイム・ライブラリ・インターフェイスをライブラリ、ツールキット、コンパイラ作成者に提供します。また Legion は、オープン・システムとしてラインタイム・ライブラリを公開することで、サードパーティによる開発作業を奨励します。

現在および将来計画されている Legion の実験アプリケーションとしては、タンパク質の折り畳みなど分子動力学や分子力学を扱う Chemistry at Harvard Molecular Mechanics(CHARMM)、表面への蒸着の研究用としてバージニア大学で採用されている直接シミュレーション・モンテカルロ法(DSMC)、多くの下位モデルと気象モデルの組合せなどの結合アプリケーションがあります。

JavaNumerics

Java 言語/環境がネットワーク・コンピューティングの世界に急速に広まったことで、現在開発が進められている科学アプリケーションをサポートするべく、信頼性や再利用性に優れた数値ソフトウェア・コンポーネントが求められるようになりました。NIST は、高性能コンピューティングにおける Java 利用を支援するため、Java Grande Forum(JGF)と連携しています。JGF では現在、既知の問題をクリアし、数値コンピューティング用の標準アプリケーション・プログラム・インターフェイス(API)の開発を支援するため、言語や環境の変更について提言をまとめています。JGF Numerics Working Group の要求に基づき、2000 年 Java 浮動小数点のセマンティクスについていくつかの変更が加えられました。これにより一般のマイクロプロセッサのパフォーマンス向上が期待されます。また、パフォーマンスの向上については、数値コンピューティングのための新しい Web ベース・ベンチマークである SciMark によってチェックされます。Java 環境における数値コンピューティング用として提案されている API の数は増え続けています。これら API については、以下の URL にまとめられています。

<http://math.nist.gov/javanumerics/>.

高度ハードウェア・コンポーネントの研究： 現行のエレクトロニクスでは不可能なものを目指す

超微細トランジスタやワイヤなどのハードウェア・コンポーネントは、現在のコンピューティング・システムを支える土台となっています。これらのコンポーネントが、プロセッサ、メモリ、スイッチ、リンク装置などを構成し、システムを形作っているためです。一般向けのコンピュータ・システムにおける近年の目覚ましいコスト・パフォーマンスの向上は、まず第一にハードウェア・コンポーネント・レベルでの改善に支えられていたと言えます。これに対し、アーキテクチャ面での改善が必須命題であるハイエンド・コンピュータの分野でコストパフォーマンスを高めるためには、コンポーネント・テクノロジー・レベルでの画期的な発展が必要です。HTMT プロジェクト(P.23)では、RSFQ 超伝導デバイスとホログラフィック・メモリの利用について研究を進めています。以下のプロジェクトでは、現在の半導体ベースのアプローチを超えるため、光通信、核磁気共鳴、量子力学、超伝導エレクトロニクス、バイオ分子などの分野で政府出資による基礎研究をどう展開するべきか、その道筋を示します。

DARPA の大規模集積回路(VLSI)フォトニクス・プログラム

現在一般に出回っているプロセッサでは、300~600 MHz 程度の演算処理能力を持つことは珍しくありません。しかしこれだけ演算処理能力が高くても、チップ間の相互接続にこれに見合う通信帯域幅は確保されていません。事実、チップ間の通信帯域幅は、内部の演算能力のごく一部の能力しかないのが普通です。光学は、こういったチップ間、マルチチップ・モジュール間、ボードのバックプレーンの相互接続における通信帯域幅の問題を解決する可

能性を秘めています。

リアルタイム合成開口レーダ(SAR)イメージング、自動ターゲット認識、集中医療画像処理などの分野での利用が期待される次世代の高度な情報処理システムには、高い演算処理能力と十分な通信帯域幅が必要です。これらシステムの大部分は、マルチプロセッサ、メモリ、専用のデジタル信号処理チップなどで構成されているため、これらコンポーネント間にはテラビット/秒(Tbps)クラスの通信帯域幅が必要です。しかし現時点では、従来のワイヤによる相互接続でTbpsの帯域幅を実現することはできません。そこで DARPA の VLSI フォトニクス・プログラムでは、光学の特性をチップの相互接続に活かす基本技術の開発と実証を目指しています。

量子コンピューティング

1980年代～1990年代にかけて、理論コンピュータ科学の分野では、特定の問題については現行のコンピュータに代わり「量子コンピュータ」が漸近的に急速な問題解決をもたらすだろうと考えられてきました。このような量子コンピュータは、複雑な2状態システムとして捉えられています。例えば、水素陽子など1/2のスピン量子数を持つ分子内の原子核は、各々が1量子ビット(qunatum bit, qubit)の情報を格納することができます。NSAは、1 qubitの演算の実証、トラップ原子の光格子を使った2 qubitの演算実験、複数のqubitの力学について現在までの研究成果を超える詳細なシミュレーションを行うため、コンピューティング・エレメントとして光の量子を使った量子コンピューティングの研究を指揮しています。またNSAが支援する他の研究として、量子ドットや量子回路を実現する技術であるジョセフソン接合に関する実験的研究、量子回路として使用するシリコン結晶上の個々の原子スピンの研究があります。

2000会計年度には、大学と政府系研究所によるコンソーシアムがスケーラブルなシリコン・ベースの原子スピン量子コンピュータ概念について研究を行っています。また他にも、スピンのコヒーレンスや量子ナノ構造におけるラビ振動の特性評価や、超伝導量子ビットにおけるデコヒーレンス時間測定に関する研究が進められています。

量子位相によるデータの保存と検索

NSFの出資を受けてミシガン大学で行われている研究では、データベースとしての原子の量子位相利用の実現可能性について探求しています。量子位相によるデータの保存と検索では、まずデータをセシウム原子内のある量子状態に割り当てます。目的の量子状態に割り当てたデータにレーザーを照射すると、位相を反転してデータを保存することができます。次に再度レーザーを照射すると、他の量子状態に割り当てられたデータはそのまま、位相を反転した量子状態を増幅し、保存したデータの場所を特定することができます。純理論的かつ長期的な研究ではありますが、この研究プロジェクトによって情報技術への実験物理学の応用の可能性が実証されています。

量子情報とコンピューテーション

DARPAが出資しカリフォルニア工科大学(CalTech)、マサチューセッツ工科大学(MIT)、USCで行われているプロジェクトの目標は、量子の状態によって情報を保存したり処理したりできるデバイスを構築し、運用することにあります。プロジェクトのテーマは以下の通りです。

- 実験室内で量子ゲートを実装するための新規概念の導出/創出。
- 量子コンピューティングによって効果的な解決が可能な問題の枠を広げる。
- 難解なコンピュータ問題を解決するため、量子ゲートの効率的なネットワークを設計する。
- 実用に耐えうるよう、量子コンピュータの信頼性を向上させる。
- 量子コンピュータのモデルや回路の検証/最適化を行うため、シケンシャル・シミュレータを開発する。
- 量子デバイスを構築し、そのパフォーマンスを測定するため実験研究を行う。
- 分散型の量子コンピューテーション/通信のため量子ネットワークを開発する。
- よく吟味された多体問題の手法が量子コンピューテーションに適用可能か調査する。

アンサンブル量子コンピュータ(EQC)の核磁気共鳴(NMR)

NMR(Nuclear Magnetic Resonance)分光は、基本的に、指数関数的に増加するシステム・サイズによる計算時間の指数関数的増加を、超微視的観察のアンサンブル平均という手法によって、量子コンピューティングに必要な新しいコンピューショナル・モデル「アンサンブル量子コンピュータ」を実現することの出来る技術です。このDARPA出資によるプロジェクトでは、以下の問題の解明に注力します。

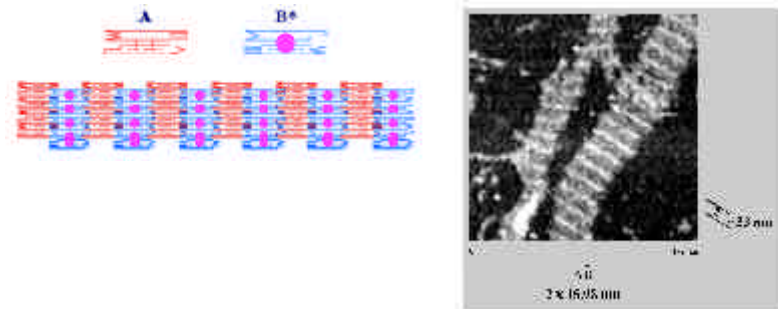
- 量子コンピュータ向けに提案されているアルゴリズムを、NMR を使い効果的に実装するにはどうしたらよいか？
- 計測の不備やデコヒーレンスによるエラーを、どう回避、検出およびまたは修正するか？
- NMR が実現可能なコンピューショナル・モデルには EQC 以外にどのようなものがあるか？
- 現実的かつ効果的な情報のエンコードには、どのような超微細スピン秩序を利用できるか？
- そのような秩序の中で、どのようなカップリングやフィードバックが最も実装しやすいか？

DNA によるデータ保存

1 グラムの DNA には 10 の 21 乗分の DNA 塩基が含まれており、これは 10 の 8 乗テラバイト分のデータ・ストレージに相当します。DARPA と NSF の出資を受けて、デューク大学が率いる 9 つの組織で構成されるコンソーシアムでは、NP 探索問題の解決のため、障害発生時の回復性能を確保するよう改良された DNA 組み換え技術を利用しています(NP 問題は対象の項目数が増すと、通常のコピュータ・システムでは対応しきれなくなるほど指数関数的に難度を増しています)。このコンソーシアムが担う主な作業は、実験的検証、新しい 3 次元構造のナノ構造、アプリケーション、シミュレーションのための数値モデルやソフトウェア・ツールです。コンソーシアムでは、NP 探索問題に対する基本的な姿勢として、DNA 組み換えを行い、問題の解決策として可能な膨大な数のソリューションを組み立て、さらに DNA 組み換えを実施してそれらソリューションの中から問題の適切な解決に相応しいものを特定するという方法を取ります。

集積回路開発のための高度な顕微鏡ツール

次世代およびそれ以降の世代の集積回路を開発しそのパフォーマンスを分析するために、NSA の顕微鏡プログラムでは、半導体の表面および構成の形態学を組み立て、分析し、処理する知識、技術、装置の開発に取り組んでいます。新たに開発された in-situ による表面の直接的イメージング機能(low energy electron microscopy[LEEM]および photo emission electron microscopy [PEEM])は、時間的および空間的分解能を備え、表面の真性的性質を原子サイズの構造の設計や特性評価に活用することを可能にします。今後は原子力顕微鏡およびニアフィールド・スキャンング・プローブ技術が、目標とする表面構造の処理、測定、確認の機能を証明するでしょう。これらの機能により、半導体量子コンピュータのテスト構造作成のためのツールが提供されます。



DNA ナノテクノロジーの最大の目標は、2 次元および 3 次元の周期的なアレイを構成することにあります。プロジェクトでは、非並列ダブル・クロスオーバー分子から 2 次元アレイを作りました。最初のアレイの作成には、2 つのダブル・クロスオーバー分子(左図)が使用されました。図の上部には、2 つのダブル・クロスオーバー分子 A および B* が相補的に図示されています。* の記号は、B 分子にらせんの外に突出した DNA のヘアピンが

含まれていることを示しています。このヘアピンは、原子力顕微鏡(AFM) 使用時(左図)には、特定の位置を示すマーカーとしての役割を果たします。2 つの分子のサイズは、幅約 4 ナノメートル、長さ約 16 ナノメートル、厚さ約 2 ナノメートルです。この 2 つのタイルが結合すると、これらは水素結合による 2 次元アレイを形成することになり、この時のサイズは長さ数ミクロン、幅数百ナノメートルとなります。ヘアピンの突出した列は、AFM ではストライプ状に見えます。ストライプの幅は予測通り、約 32 ナノメートルです。以上の通り、科学者は分子の自己集合を利用し、ナノメートル規模で特定の構造的特徴を実現することができます。

3 次元マルチチップ・モジュール(MCM)によるキューブ・コンピュータ

NSA および DARPA が開発したテスト装置を使い、2000 会計年度にナノ秒レベルのクロック速度を実現した 3 次元コンピュータ・アーキテクチャが完成しました。ダイヤモンドをベースとしエアゾール・スプレー冷却を使ったマルチチップ・モジュールを層状に重ねて 3 次元相互接続したアーキテクチャの実証の後、ダイヤモンドをベースとする 5 層スタックを 3 次元相互接続したアーキテクチャは、「最悪のノード経路」を使った場合でも、ナノ秒コンドを切る遅延時間のモデル・パフォーマンスを達成できることを実証しました。また、5 層スタックの最上および最下部に反転ボードを置くことにより、40 層スタックの疑似パフォーマンスを得ることが出来ました。5 層ス

タックでは 2.5 キロワットの熱を放出し、各層 16 ヲ所のセンサの測定では MCM の中間層の中心部で測定された 80 が最高でした。ダイヤモンドをベースとした MCM の 4 辺のうち 2 辺に取り付けられたエアゾール・スプレー冷却により、MCM 当り 500 ワット分の熱が除去されていました。またこの設計では、薄膜のダイヤモンド・ベース層を接続する目に従来の Fuzz Button 相互接続技術を使用しましたが(MCM 1 辺当り接続は 6,200 ヲ所)、6 週間の証明テストの間に記録された障害は皆無です。以上の結果から、ダイヤモンド・ベースとエアゾール・スプレー冷却のスーパーコンピュータ設計における 3 次元概念の有効性が実証されました。

光テープ

現在までに政府支援により実現している大容量記憶装置では、短期的なニーズに対応することができず、データ転送速度も高度コンピューティングに必要な速度に達していません。このため現在、既存のシステムとの間で互換性を確保した大容量記憶メディアの開発を目指し、NSA の資金提供による研究が進められています。既存システムでは新たに大容量記憶装置を導入するに当たって必要な設置面積を確保するのに数百万ドルのコストがかかることとなりますが、現在開発中のメディアの互換性を確保した装置が実現すれば、このコスト分を節約することができます。光テープでは、大容量性能と高速データ転送速度を、取り外し可能なメディアに同時に実現することが可能です。設計、製作、テストを経て完成した 25 MBps のプロトタイプ光テープ・ドライブでは、1 テラバイトのデータを 3480 型カートリッジに保存可能であることが実証されました。このプロジェクトには、NSA、NASA、DOE などが出資しています。また今後は、市販の LOTS テープ・ドライブを改良し、シングル・ドライブで 100 ~ 160 MBps のデータ転送速度、多重化により 320 MBps の速度を実現すべく研究が続けられる予定です。

超伝導エレクトロニクス

超伝導エレクトロニクスに関する NSA プログラムでは、処理速度やパワーに限界のあるシリコンとガリウム砒素の現行技術に代わる高性能コンピューティングの実現に注力しています。これまでの研究結果では、超伝導スーパーコンピュータでは超低電力で非常に高いパフォーマンスを得られることが示唆されました。例えば先に紹介した HTMT プロジェクトでも、超伝導エレクトロニクス技術を採用しています。

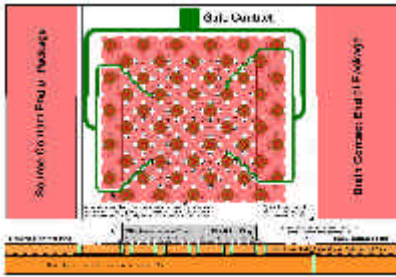
NSA では、超伝導クロスバー・スイッチを開発しようという研究に出資しています。この研究では、スーパーコンピューティング・システムやネットワーク用としてポート当り 2.5 Gbps で動作する 128 x 128 クロスバー・スイッチの開発を目指しています。クロスバーの電子部品の温度は 4 ° Kelvin、極低温素子は冷却装置で冷却しますが、スイッチの入出力ポートの温度は室温なので、室温での利用が可能です。このスイッチを HTMT 用として使用するためには、さらに高速化、小サイズ化を進める必要があります。24 チップによるマルチチップ・モジュールのレイアウトは、その 95% がすでに完成しています。128 x 128 クロスバーの構成と組み立て作業は、2001 会計年度にスタートする予定です。この作業により、チップの組み立てと電子部品の実装、MCM とケーブルの搭載が完了することになります。

NSA では、ナノ秒以下のメモリの完成を目指しています。数ギガヘルツ・レベルの処理速度の利点を活かすためには、プロセッサがローカルに数ギガヘルツ・レベルのメモリを使用できるようにする必要があります。この研究開発では、ナノ秒以下のアクセス時間を持つ超伝導と半導体のメモリ技術について実証し、そのパフォーマンスについて特性評価を行う予定です。この技術が完成すれば HTMT の他、室温のスイッチング・システムとして使用する超伝導クロスバー・スイッチにも応用することができます。これまでのところ、回路の設計と絶縁体上シリコン(SOI)実装に関する実証が完了しており、計算とシミュレーションによってその実現可能性が裏付けられています。現在は、テスト用にマイクロン以下のサイズのチップの構築を進めているところです。2001 会計年度には、SOI(Silicon-on-insulator)バージョンのテストと速度および電力に関する特性評価を実施し、超伝導メモリの構築とテストを行う予定です。

スマート・メモリ

2000 会計年度には、NSA 支援によるスマート・メモリの研究開発が行われました。この研究開発活動では、アプリケーションを効率的に実行し、各種タイプの並列化に対応するビルディング・ブロックとなるコンピューショナル・タイルの基本アーキテクチャに焦点が当てられています。この研究活動を導くため、様々なアプリケーション分野向けに開発された既存のコンピュータ・アーキテクチャをこのコンピュータがどれだけエミュレートできるかを調査しました。エミュレーション対象マシンとしては Stanford FLASH、Imagine、Hydra、M-マシンが選ばれました。また研究者は、オンチップのインターコネクト・ネットワークのアーキテクチャについて研究を進めた結果、将来の VLSI チップは、チップの個別機能に縛られない共通のインターコネクト・ネットワークを備えたものとなるだろうとしています。この研究の目的は、新興技術であるオンチップ・ネットワークの特性を最大限に引き出す新しいインターコネクト・ネットワーク・アーキテクチャを開発することにあります。

2001 会計年度には、ワイヤリング再構成可能なテスト・チップの設計と製作、スマート・メモリのプログラミング・モジュールの開発、提案されているスマート・メモリ・アーキテクチャの完成が予定されています。



左図は、低電圧電力変換を実現する 200 アンペア NMOS 超低 R_{on} スwitchング FET 用のコンパクトな平面マウント(薄いパッケージ)について、その上面図および側面図を示したものです。低電圧/高電流の電力変換装置の温度制御にエアゾール・スプレー冷却を用いることにより、シリコン NMOS スwitchング・チップの画期的設計が完成しました。この設計によるチップでは、比較的高いスウィッチ速度(2MHz 以上)を実現しながら、200 アンペア以下の電流でスウィッチングを行うことが可能です。超低抵抗のデバイスにより、低電圧コンバータとしては驚異的な 90% という高い電力変換効率を達成しています。より高いアンペア数を必要とする将来的なコンピュータにおいては、フォトリソグラフィ技術への

の需要の低下に合わせてバイアス電圧も低下します。このため、今後は、低コストでの生産が可能なこのチップが高性能コンピュータ・システム実現に大きな役割を果たすものと期待されています。

ベンダーの協力

米国で続けられてきたスーパーコンピューティング・システム開発の一端を担うベンダーの協力は、NSA の活動を支援するのみならず、技術の商業化にも結び付くものと考えられています。1999 年 10 月 SGI/Cray は、スケラブルなスカラ/ベクターのハイブリッド・システムである SV2 のシミュレータ上で OS の立ち上げに成功しました。SV2 の最初のノードは、2001 会計年度の初頭にも設置される予定です。また最初の 64 プロセッサ・システムの完成は、2001 会計年度終盤から 2002 会計年度初頭となる予定です。この他にも、スカラ/整数計算技術の向上、メモリ待ち時間の短縮、使い易さの向上を目指し、NSA は Compaq/Digital Equipment Corporation(DEC)、Sun Microsystems, Inc.,とも協力の合意を結んでいます。この協力について、両社とも自社の一般向けシステムに NSA の UPC コンパイラを採用しています。さらに、DOE および National Reconnaissance Office (NRO) が要求仕様の作成と審査に協力しています。

分子電子工学

「分子電子工学」に関する DARPA プログラムの目標は、複数の分子およびまたはナノ粒子を組み合わせるスケラブルで機能性に優れた電子デバイスを作成し、実証することにあります。目指す電子デバイスは、デバイス同士を相互接続する他、現実的かつ効果的な方法で外部に接続します。プログラムの狙いは、数十億ドル規模の製造設備を必要としない非常に小型で消費電力の低い、適度な計算能力と高密度メモリを実現することにあります。今後、分子電子工学の分野では、分子およびまたはナノ粒子を利用して小型化、機能向上、クロック速度の向上を達成することにより、幅広い温度環境に適応し、3次元アーキテクチャの利点をより活かした高度な電子システムの完成を目指します。

ナノクリスタル・デバイス

この NSF プロジェクトの目的は、ナノクリスタル(NC)およびナノクリスタル・アレイ(NCA)ベースのデバイスを開発し、実証することにあります。そのためには、まずデバイスに使用する薄膜を NC 合成によって開発し、他の材料とのインターフェイスの理解と最適化を行うことが必要です。可能性のあるナノクリスタルの応用分野は、蛍光体や、光起電から、電子スウィッチング、ストレージ・デバイスにまで広がっています。NC 合成によるシステムの製造とシステム構成の検証のために必要な化学的技術は、今後開発される予定です。NC や NCA の温度に依存する電子輸送、光起電、静電容量の測定には、電子ビーム Lithography が使用される予定です。またインターフェイスの特性評価と制御も今後の作業となります。この科学とエンジニアリングの両分野にまたがる学際的な研究では、これからも非常に高い有用性が実現できる可能性のある材料およびデバイスの基本的理解のための作業を続け、学生への教育活動を通じて研究と教育の融合を図っていくこととなります。

新たなスタート

今後の構想

バーチャル科学の測定とキャリブレーション

コンピューティング、通信、情報技術の分野で続いている技術革新は今後産業開発の土台となり、物理試験、プロトタイプ、試験工場といったこれまでのプロセスを、モデリングとシミュレーションに基づく新しい体系に移行させる可能性があります。この新体系では、あらゆる材料やプロセスの考案、設計、特性評価、最適化を高度なコンピュータ/情報技術を用いて行うこととなります。しかし、設計材料のモデル、複雑な物理的プロセス、製品パフォーマンスを検証、テスト、キャリブレーションするための方法やツールはまだ完成していません。このような方法、ツールが実現しなければ、技術開発が進む一方で産業界における高度技術の活用が立ち後れることになるでしょう。

2001 会計年度、NIST では以下のようなプログラムをスタートさせる予定です。

- 幅広い応用が可能な方法、アルゴリズム、関連データを開発、最適化し、複雑な材料やプロセスのモデリング、シミュレーションに産業界が 21 世紀のコンピューティング/情報技術を積極的に利用できるような図る。
- 材料やプロセスのモデリング、シミュレーションに使用するモデル、アルゴリズム、ソフトウェアの検証、ベンチマーク、比較を支援するため、必要な方法やツールを開発する。これらモデル、アルゴリズム、ソフトウェアには、慎重な構築および分析を経たオープン・リファレンスの実装、十分に特性評価を行った試験計算とデータ、計算結果の評価のためのメトリックスおよび関連ツール、特定の応用分野のためのテストベッドなどが含まれる。
- モデリング/シミュレーション情報管理、ソフトウェア統合、ソフトウェアの相互運用性に関する統一的標準、定義、ツールを開発し、アプリケーション環境におけるモデリングとシミュレーションを支援する。
- 高度なモデリング/シミュレーション・ソフトウェアのユーザ・インターフェイスを開発し、Web ベースのデータベースやアーカイブなど、関連のある各種情報ソースのデータや情報リソースと統合する。

IT R & D ハイライト

IT R&D の施設 (IT R&D Facilities)

概要

科学技術の研究を支援するインフラを提供するため、NSF、DOE、NASA、NIH、NOAA、EPA は、全米の科学者が大規模アプリケーションを実行する際にリモート接続によって利用可能な高性能コンピューティング/通信設備に出資しています。この設備により、科学者は以下のような作業が可能になっています。

- 初期のプロトタイプ・システムの評価を行い、結果をディベロッパにフィードバックする。
- ビジュアライゼーションとバーチャル・リアリティを高性能システムに統合する。
- グランド・チャレンジ、その他革新的アプリケーションを含む大規模アプリケーションを、通常なら利用できないシステム上で実行する。
- 小規模システムを使って並列ソフトウェアを開発する。

これら施設の科学者は、作業を高速ネットワークや、多くの場合並列プロセッサ・アーキテクチャ、大容量記憶装置、バーチャル・リアリティ・ディスプレイ装置を備えたスーパーコンピュータ・システムなどのイネープリング技術に頼っています。大学の教授陣、施設の管理者やスタッフ、ハードウェア/ソフトウェア・ベンダ、産業界の関係企業といった各種分野の参加者からなる研究者チームがこれら施設の全体的な成功に貢献しています。IT R & Dの資金は、ベンダの施設や要員、特定分野を管轄する政府機関の資金、地方自治体の資金、産業界の関係企業の資金により運営されています。このように産業界の関係企業の貢献と研究開発を支援する動きがあることにより、リスクの低い環境でIT R & D技術の開発と活用を目指すことが可能となっています。

アプリケーション・ソフトウェア・ディベロッパは、インターネットや NGI などの実験ネットワークを使ってこれらの施設にアクセスしています。これらの全施設が、大学生の教育や研究者、大学院生、教授の訓練の機会を広く設け、また専門紙への寄稿、年次レポートの作成、ニュースレターの発行などを行っています。また多くの施設が K-12 教育プログラムを提供しています。

以下のシステム(ワークステーション・クラスタを除く)は、担当の政府機関からの出資を受けており、さらに一部は多くの IT R & D 関連機関から追加の資金提供を受けています。例えば NSF センターでは、システムの資金を DARPA、NASA、NIH.からも受けています。

NSF Advanced Computational Partnerships and Centers

先端計算基盤パートナーシップ計画(PACI, Partnerships for Advanced Computational Infrastructure)プログラムでは、University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC)に拠点を置く National Computational Science Alliance (Alliance)と、サンディエゴ・スーパーコンピュータ・センター(SDSC)の National Partnership for Advanced Computational Infrastructure (NPACI)を支援しています。これらの施設は、いずれも各種の高性能コンピュータ・システムを有する最先端施設であり、単独または他の施設と連携することで、小規模システムしか持たないパートナー施設を支援しています。これらパートナー施設は、合計 60 カ所以上に上り、全米 29 州に散在しています。

以上のように、全体として PACI のパートナーシップでは、高速ネットワークによって接続された分散コンピューティング環境を構築していることとなります。また、この「国中に張り巡らされたグリッド」によって相互に接続された高性能コンピューティング・システムの発展を支援するため、この高速ネットワークを利用して必要なソフトウェアやツールの開発、適用、試験を行うことで、パートナーもインフラ側に貢献しています。PACI では、高性能コンピューティングおよび情報技術に対する米国学界のニーズの高まりに応えるためのインフラを提供することで、グリッド上のコンピュータ・システムを使った膨大なデータ処理やその利用を支える技術を支援・開発しています。

PACI パートナーシップでは以下を提供しています。

- 高度～中位までの各種のコンピューティング・エンジン、データ・ストレージ・システム、実験アーキテクチャの利用。
- イネープリング技術。このために、並列コンピューティングのためのソフトウェア・ツール、さらに全国に

散在するパートナー施設に置かれたアーキテクチャの異なる各種コンピュータやデータ・ソースにアクセスするためのソフトウェアを開発し、パートナーシップによる超大規模分散システムを効率的に活用する。

- アプリケーション技術。このために、高性能アプリケーション分野の研究者が特定の分野向けのコードやソフトウェア・インフラを開発・最適化して、それらを一つのプログラムの中で使用できるようにする他、他の分野の研究者にも提供する。
- 教育支援と訓練。高性能コンピュータ・システムや通信リソースの利用について十分に理解させ、米国がコンピュータ科学やエンジニアリングの分野で引き続き世界のリーダーでありつづけるために、協力者の数を増やす。

National Computational Science Alliance (Alliance)

Alliance では、新興の分散共有メモリ(DSM)アーキテクチャと Windows NT および Linux に対応した PC クラスタに注力しています。DSM は、共用メモリ対称型マルチプロセッサ(SMP)のプログラム性の高さと分散メモリ MPP のスケーラビリティを同時に実現するものです。また PC クラスタは、一部のアプリケーションに関して未曾有の価格対性能比を達成しています。なお Alliance は、グリッドの構築活動(35 ページ)や科学ポータルの開発にも携わっています。

Alliance のリソース

UIUC における National Center for Supercomputing Applications (NCSA)

- 12 台の SGI Origin 2000: 搭載プロセッサ数合計 1,528(うち 768 プロセッサはピーク時 500 Mflops、760 プロセッサはピーク時 390 Mflops)、ピーク時 **680 Gflops**、618 GB メモリ、4.3 TB ディスク・ストレージ
- NT Supercluster: 128 基の 550 MHz Pentium III プロセッサ(ピーク時 550 Mflops)および 32 基の 330 MHz Pentium II プロセッサ(ピーク時 330 Mflops)を搭載、ピーク時 **81 Gflops**、144 GB メモリ
- HP/Convex Exemplar SPP-2000: 64 基の 180 MHz PA 8000 プロセッサを搭載、ピーク時 **46 Gflops**、16 GB メモリ

ボストン大学

- 4 台の SGI Origin 2000: 195 MHz R10000 搭載、プロセッサ合計 192 基、ピーク時 **75 Gflops**、24 GB メモリ
- 4 台の SGI Power Challenges: 合計 42 基のプロセッサを搭載、6.2 GB メモリ

ケンタッキー大学

- HP/Convex Exemplar SPP-2200: 200 MHz PA 8200 プロセッサを 64 基搭載、ピーク時 **51 Gflops**、16 GB メモリ

ニューメキシコ大学(アルバカーキ HPCC)

- Los Lobos Linux Supercluster: 733 MHz Pentium II プロセッサを 512 基搭載、ピーク時 **375 Gflops**、256 GB メモリ(2000 年に新規導入)
- Roadrunner Linux Supercluster: 450 MHz Pentium II プロセッサを 128 基搭載、ピーク時 **57.6 Gflops**、32 GB メモリ
- IBM SP2: 66 MHz Power2 プロセッサを 96 基搭載、ピーク時 **25 Gflops**、6 GB メモリ

ニューメキシコ大学(マウイ HPCC)

- IBM SP: 222 MHz Power3 プロセッサを 200 基搭載、ピーク時 **178 Gflops**、100 GB メモリ (2000 年に新規導入)
- IBM SP: 160 MHz Power2 プロセッサを 192 基搭載、ピーク時 **123 Gflops**、100 GB メモリ

ウィスコンシン大学(マディソン)

- Condor: 各種タイプのコンピュータを約 400 台備える

National Partnership for Advanced Computational Infrastructure (NPACI)

NPACI では、全米を途切れることなく広く網羅するコンピュータ・インフラの構築を行っています。NPACI が特に力を入れているテーマとして、これまでは不可能だった規模での発見を実現するためにコンピュータ/情報リソースを提供すること、総合的で使い易いコンピュータ環境を開発・実装し、既存および新興分野における発見を支援すること、コンピュータ人口を増やしてすべての米国民にコンピュータ科学による喜び、利益、チャンスを提供することなどが挙げられます。

NPACI のリソース

サンディエゴ・スーパーコンピュータ・センター

- IBM RS/6000 SP : 222 MHz Power3 プロセッサを 1,152 基搭載、ピーク時 **1.02 Tflops**、576 GB メモリ-当時米国の学界内で使用可能なものうち最も強力なコンピューティング・プラットフォーム(2000年に新規導入)
- Cray T3E : 300 MHz Alpha 21164 プロセッサを 272 基搭載、ピーク時 **154 Gflops**、34 GB メモリ
- IBM SP : 160 MHz Power2 プロセッサを 128 基搭載、ピーク時 **82 Gflops**、32 GB メモリ
- Sun HPC10000 : 400 MHz UltraSparc II プロセッサを 64 基搭載、ピーク時 **51 Gflops**、64 GB メモリ
- Cray T90 : プロセッサ 14 基搭載ピーク時 **24 Gflops**、4 GB メモリ
- Tera MTA : プロセッサ 16 基搭載、ピーク時 **8 Gflops**、16 GB メモリ (2000年に新規導入)

テキサス大学

- Cray T3E : 300 MHz Alpha 21164 プロセッサを 88 基搭載、ピーク時 **34 Gflops**、11 GB メモリ
- Cray SV1 : プロセッサ 16 基搭載、ピーク時 **19.2 Gflops**、16 GB メモリ

ミシガン大学

- IBM SP : 160 MHz Power2 プロセッサを 64 基搭載、ピーク時 31 Gflops、64 GB メモリ

California Institute of Technology (NASAジェット推進研究所と共同運用)

- HP Exemplar X-Class : プロセッサ 256 基搭載、ピーク時 **184 Gflops**、64 GB メモリ
- HP V2500 : プロセッサ 128 基搭載、128 GB メモリ (2000年に新規導入)

国立大気研究センター(NCAR)

コロラド州ボルダーにある National Center for Atmospheric Research(NCAR)は、大学コミュニティや大気科学、海洋科学、その他関連科学分野における NCAR 研究者に向けてコンピュータ設備を提供しています。NCAR では、複数の政府機関が携わる U.S. Global Change Research Program (USGCRP)を支援するため、専用の気象モデル・コンピューティング施設 Climate Simulation Laboratory (CSL)を設立しました。NCAR は、NSF を最大のスポンサーとして、University Corporation for Atmospheric Research (UCAR)により運営されています。

NCAR のリソース

- IBM SP : 200 MHz Power3 デュアル・プロセッサ×114 ノード、演算ノード数 128、ピーク時 **204 Gflops**、128 GB メモリ、2.5 TB ディスク
- Compaq ES40 : 4 プロセッサ×8 ノード、ピーク時 **32 Gflops**、32 GB メモリ
- 2 台の Cray J924se/1024 : プロセッサ 24 基搭載、8 GB メモリ、全体として **1.5 Gflops** を維持
- Cray J920/512 : プロセッサ 20 基搭載、4 GB メモリ、プロセッサ当り 60 Mflops を維持
- Cray J916/256 : プロセッサ 16 基搭載、2 GB メモリ、プロセッサ当り 60 Mflops を維持
- SGI Origin 2000/128 : 250 MHz R10000 プロセッサを 128 基搭載、16 GB メモリ
- SGI Origin 2000/16 : 250 MHz R10000 プロセッサを 16 基搭載、16 GB メモリ

NASA テストベッド

NASA は、様々な構成や能力を持つテストベッドを全米に構築しています。NASA のテストベッドには以下のようなものがあります。

米国航空宇宙局(NAS)の施設 NASA Ames 研究センター(カリフォルニア州モフェット・フィールド)

- SGI Origin 2000 : 512 CPU、192 GB メモリ
- SGI Origin 2000 : 256 CPU、64 GB メモリ
- SGI Origin 2000 : 64 CPU、16 GB メモリ
- SGI Origin 2000 : 24 CPU、7 GB メモリ
- Cray C90 : 16 CPU、8 GB メモリ
- SGI Origin 2000 : 12 CPU、3 GB メモリ(長期保管用)
- Cray C90 : 7 CPU、2 GB メモリ

NASA Glenn 研究センター(オハイオ州クリーブランド)

- SGI Origin 2000 : 24 CPU、6 GB メモリ

NASAGoddard 宇宙飛行センター(メリーランド州グリーンベルト)

- Cray T3E-600 : プロセッサを 1,296 基搭載、162 GB メモリ
- Cray J932se : プロセッサを 32 基搭載、8 GB メモリ
- Cray SV1 : プロセッサを 24 基搭載、8 GB メモリ

ジェット推進研究所(カリフォルニア州パサデナ)

- SGI Origin 2000 : 300 MHz R12000 プロセッサを 128 基搭載、32 GB メモリ、6 TB ディスク
- Cray SV1-1A : プロセッサを 16 基搭載、8 GB メモリ、480 GB ディスク

NASA Langley Research Center(バージニア州ラングレー)

- SGI Origin 2000 : 16 CPU、4 GB メモリ

DOE の研究施設

DOE の Office of Science では、以下のような各種の高性能スーパーコンピュータ施設を全米に配置しています。

ローレンス・バークレー国立研究所(LBNL)の国立エネルギー研究所スーパーコンピュータ・センター(NERSC)

カリフォルニア州バークレーに位置する LBNL の NERSC は、Office of Science が支援する研究者や、大学および政府系研究施設の研究者向けに生産コンピュータ・システムを提供しています。また、これら設備の一部は、専門家による研究評価プロセスでも使用されています。研究分野には、高エネルギー物理学、原子核物理学、融合エネルギー、材料科学、化学、生命科学、環境科学、地球科学、エンジニアリング科学、応用数学、計算科学などが含まれています。NERSC の設備は、その論理速度 1.2 Tflops を 2000 年 12 月までに 3.8 Tflops にまで向上する予定です。設備には、以下が含まれています。

- Cray T3E-900 : プロセッサを 692 基搭載、ピーク時 623 Gflops、177 GB メモリ、2.8 TB ディスク・ストレージ
- IBM RS/6000 SP : Power3 200 MHz プロセッサを 608 基搭載、ピーク時 486 Gflops、256 GB メモリ、10 TB ディスク・ストレージ
- Cray PVP クラスタ : 3 台の Cray SV1 および 1 台の Cray J90se、合計 96 基の vector プロセッサを搭載、4 ギ

ガワード(GW)メモリ、ピーク時性能 **83 Gflops**

- 2 台の HPSS(High Performance Storage System) : 総容量 1,000 TB
- 2 台の SGI Onyx サーバ: 遠隔地からリモート・アクセスし、科学分野でのデータ・ビジュアライゼーションに利用
- Parallel Distributed Systems Facility (PDSF): 53 台のワークステーション、8 台のディスク・エンクロージャ(ファイル・サーバ)から構成されるネットワーク接続された分散システム。高エネルギー物理学および原子物理学分野の大規模コンピューテーションを支援する。

アルゴンヌ国立研究所(ANL)

ANL の設備は、コンピュータ科学および計算科学を支援するため、高度な視覚化、クラスタ管理、分散コンピューティング、ミドルウェア、ポータブルな数値ライブラリ、システム・ソフトウェアを提供しています。計算科学の対象分野としては、生物学、化学、気象、燃焼、材料科学が含まれます。ANL の高性能テストベッドは、合計 **0.5 Tflops** の論理演算速度と **100 TB** のストレージを備えています。またこのテストベッドには、SGI Origin 2000、IBM SP-2 の他、最新システムとして“Chiba City”を導入済みです。Chiba City とは Linux SMP クラスタであり、各々 2 基の Pentium III 500 MHz プロセッサを搭載した 256 のノードで構成され、128 GB のメモリ、2.3 TB のローカル・ストレージを備え、全体の論理演算速度は 256 Gflops となっています。

ロスアラモス国立研究所(LANL)

LANL の Advanced Computing Laboratory(ACL)に置かれた以下の 2 種類の高性能システムは、アプリケーション実行を支援し、ACL のソフトウェア・インフラを支える土台となっています。

- SGI/Cray 製システムの“Nirvana”は、16 の共有メモリ・マルチプロセッサを搭載しており、その各々が 128 基のプロセッサと 32 GB のメモリを備えた構成となっています。システムの相互接続には、HiPPI 800 テクノロジーが使用されています。Nirvana は、6.91 TB のディスク・ストレージが備えられ、合計のピーク帯域幅は 4.8 GBps となっています。Nirvana は合計 2,048 基のプロセッサを搭載することにより論理上 **1 Tflops** の演算速度を実現し、世界で最も高性能なコンピュータ・システムの一つに数えられています。また 10 の SGI Infinite Reality グラフィックス・エンジンは、かつては不可能であった対話型のビジュアライゼーションと分析作業を可能にしており、Nirvana を世界最大のグラフィックス・スーパーコンピュータにしています。Nirvana は、Office of Science、DOE Accelerated Strategic Computing Initiative(ASCI)の戦略的学術アライアンス計画(ASAP)下の大学、LANL の研究所プログラム等のアプリケーションを支援しています。
- Linux を搭載する実験的な低コスト・クラスタによるシステムをアプリケーションや研究用に使用することにより、クラスタの効率化の調査を行っています。このようなシステムで現在最大のものは“Rockhopper”です。“Rockhopper”は、500 MHz Pentium III のデュアル・プロセッサにより 128 のノードを作り、各々に 1 GB のメモリと 9 GB のディスク・ストレージを備えた攻勢となっています。システムの相互接続には Myrinet が使用されています(レイテンシ 14 usec、帯域幅 1.2 GBps)。またこのシステムのピーク時性能は 128 Gflops であり、アプリケーションによっては、プロセッサ当りのパフォーマンスは Nirvana と同等です。

Oak Ridge National Laboratory (ORNL)

ORNL では、高性能システムとして IBM SP-3 および Compaq Alphaserver(合計の論理演算速度 **1.5 Tflops**)と **360 TB** の HPSS ストレージを備え、無類の性能を実現した科学用コンピューティング・システムとして使用しています。

- “Eagle”は、184 ノードから構成される SMP クラスタです。各ノードは、4 基の IBM Power3 II (1.5 Gflops) プロセッサ、論理演算速度 **1.08 Tflops**、372 GB メモリ、9.2 TB ローカル・ストレージを備えています。
- “Falcon”は、80 ノードから構成される SMP クラスタです。各ノードは、4 基の Compaq EV67 (1.3 Gflops) プロセッサ、論理演算速度 **427 Gflops**、160 GB メモリ、5.5 TB ローカル・ストレージを備えています。

上記 2 つのクラスタは全体として一つの高性能生産システムを構成し、大気放射、生物学、化学、大気、燃焼、材料、ナノテクノロジー、多体物理、破碎中性子発生装置の設計などのアプリケーションのテストベッドとして機能しています。

Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)

PNNL の高性能システムは、論理演算速度 **414 Gflops** を実現し、48 TB の EMASS ストレージを備えています。このシステムの対象は、応用数学、大気科学、生物学、化学、気象モデリング、エンジニアリング、環境分子化学、

天然資源管理、岩石の反応輸送などです。

- “NWMPPI” は、512 基の 0.5 Gflops プロセッサ、論理演算速度 247 Gflops、262 GB メモリ、5.0 TB ローカル・ストレージを備えた MPP IBM SP です。

NIH コンピューティング・システム

Center for Information technology (CIT)では、46 プロセッサを搭載する SGI Origin 2000 並列コンピュータと 224 プロセッサを搭載する Beowulf クラスタを備えています。CIT は、これらシステムと他の高性能コンピューティング・リソースを、生物医学分野の NIH 科学研究スタッフに提供しています。また NCI の Frederick Biomedical Supercomputing Center では、96 プロセッサを搭載する Cray SV1 スーパーコンピュータ、64 プロセッサを搭載する SGI Origin 2000 並列コンピュータ、その他生体臨床医学ソフトウェア群を備え、同施設を利用する科学者に提供しています。さらに National Center for Research Resources(NCRR)では、同センターが有する 6 カ所の High Performance Computing Resources Centers に、以下のような生体臨床医学アプリケーション向けシステムを各種備えています。

NCRR Computing Resources Centers

- イリノイ大学 Beckman Institute の生物学用並列コンピューティング用リソース
- Pittsburgh Supercomputing Center の生体臨床医学研究用スーパーコンピューティング・システム
- コロンビア大学生物学システムの論理シミュレーション
- チャペルヒルのノースカロライナ大学の構成生物学用並列コンピューティング・リソース
- サンディエゴのカリフォルニア大学の生体臨床医学用コンピューティング・リソース
- コーネル大学 Cornell Theory Center の生体臨床医学科学者用の並列処理リソース

NCRR Scientific Visualization Resource Centers

また NCRR では、2 カ所の Scientific Visualization Resource Centers をサポートしています。

- チャペルヒルのノースカロライナ大学の分子研究用対話側グラフィックス・リソース
- サンフランシスコのカリフォルニア大学の生物分子学研究用の専用グラフィック・リソース

NOAA の研究施設

NOAA では、2 カ所の高性能コンピューティング・センターを運営しています。これらセンターは、コンピュータ科学関連の団体と緊密に連携し、地球物理学分野における流体力学の問題の解決のため、高度かつスケラブルな並列システムのプログラミング技術向上を目指しています。

- コロラド州ボルダーの Forecast Systems Laboratory では、256 基の Compaq Alpha プロセッサと 128 GB メモリを搭載する HPTi システムを備えています。このシステムは、厳しい時間制限の下で行われる地域予報と中規模予報という、非常に並列性の高い予報モデルの開発に利用されています。
- ニュージャージー州プリンストンの Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL)では、Cray T-90 PVP と 128 プロセッサ搭載の Cray T3E 900 MPP を備えています。これらシステムは、地球気象モデリングと気象予報の Grand Challenges に利用されています。

EPA のシステム

ノースカロライナ州 Research Triangle Park 内にある EPA の National Environmental Supercomputing Center (NESC)は、環境に関する研究と問題解決の専門施設として、現在および将来における人間の健康や生態系の保全性、回復力、維持力の特性評価やリスク定量化の研究に利用されています。

NESC の高性能コンピューティング・リソースには、以下のシステムが含まれています。

- Cray T3E-1200 : 72 プロセッサ、18 GB メモリ、ピーク時 76 Gflops
- Cray T3D : 128 プロセッサ、8 GB メモリ、ピーク時 19.2 Gflops
- Cray C94/3128 : 4 プロセッサ 128 MW メモリ、ピーク時 3 Gflops

IT R&D ハイライト

Access Grid への ACCESS

概要

1999年、NSFが出資するNational Computational Science Alliance(Alliance)は、ワシントンD.C.の街中に最新鋭の通信設備を開き、この中にAlliance Center for Collaboration, Education, Science and Software (ACCESS DC)を置きました。同センターの置かれたACCESS DCコンプレックスはバージニア州アーリントンに本拠地を置くNSFの近隣7,000平方フィートの土地を使い、Allianceによるこの種のサイトとして米国内で最初に設立されました。センターでは、Allianceの研究開発によって生み出された高性能技術やアプリケーションを用い、民間企業、教育機関、政府系機関を対象に実践的導入教育の機会を提供しています。ACCESS DCは、情報技術の総合的な情報発信拠点となることを目的としており、国内最高のネットワーク機能を活用して、専門の研究者が官、民、教育機関のユーザと共に考察、討論、実験を行います。センターでは、21世紀の企業の競争力強化、政府サービスの向上、生活の質のアップのために、情報技術がいかに貢献するものであるかを国民に広く知らしめることを目指しています。

NSFのPACIプログラムでの2つのグラントの1つを獲得しているAllianceは、1997年に設立され50以上の研究組織、産業界の組織、政府系機関による共同のプログラムであり、スーパーコンピュータ、高度なビジュアライゼーション環境、科学/医学のリモート設備、超大規模ストレージをvBNSやAbileneなどの高速ネットワークで接続した次世代コンピュータ/情報インフラのプロトタイプ構築を目指しています。Allianceには以下のような組織が含まれています。

- 6つのアプリケーション技術担当チーム：化学工学、宇宙論、環境水文学、分子生物学、ナノマテリアル、科学器具計測
- 3つのイネープリング技術担当チーム：並列コンピューティング、分散コンピューティング、データコラボレーション
- 4つの教育、支援、トレーニング担当チーム：教育支援、ユニバーサル・アクセス、政府、トレーニング
- 15の高度コンピュータ・サービス担当パートナー：パートナーとなっているのはNational Alliance Grid(高度コンピューティングのためのAllianceインフラ)へのゲートウェイを提供する研究機関
- 15の産業界パートナー、10の戦略的ベンダー、DoDのHigh Performance Computing Modernization(HPCMP)およびDOEのASCIによる政府協力

Computational Grid

National Alliance Gridは、2つのコンポーネントで構成されています。そのうちComputational Gridは、スーパーノードと呼ばれる高性能並列コンピューティング・システムのグループで構成され、各々のシステムはNCSAのAlliance本拠地、ボストン大学、Ohio Supercomputing Center、ケンタッキー大学、ニューメキシコ大学/Maui High Performance Computing Center、ウィスコンシン大学(マディソン)に置かれています。Computational Gridには、様々な並列処理アーキテクチャ(大規模並列、並列ベクター、分散共有メモリ、共有メモリ対称型マルチプロセッサ、クラスタ化されたワークステーション)が含まれているため、Allianceの研究者には各種アーキテクチャ上でアプリケーションの相対性能を評価するための環境を提供し、またポータブルなプログラミング言語や環境を開発する研究者にはテストベッドを提供しています。

Access Grid

National Alliance Gridのもう一つのコンポーネントAccess Gridは、ハードウェア、ソフトウェア、通信機能などのリソースで構成され、ばらばらの場所にいるGridユーザの大規模な遠隔会議、共同のチーム・セッション、セミナー、講義、個別指導、トレーニングのための機能を提供しています。Access Gridのノードは、大型メディア・ディスプレイ、プレゼンテーション、対話型ソフトウェア環境、Gridミドルウェアへのインターフェイス、リモート・ビジュアライゼーション環境など、高品質かつ豊かなユーザ体験を導くために必要なオーディオ/ビジュアルの高性能技術を支援する「専用の場所」として機能します。ACCESS DCは、デスクトップ対デスクトップではなく、グループ対グループの作業のために各種装置を完備した最初のプロトタイプ環境であり、ACCESS Gridの中心ホスト・サイトとして機能しながら、Gridのコラボレーション機能や大規模研究機能を実証しています。

研究活動

Access Grid の研究では以下をテーマとして扱います。

- グループ・コラボレーションのためのスケジューリング機能およびモデル。例えば、ネットワークにまたがるスクリプトや作業の同期を取る為のツールなど。
- サービス品質技術の向上のためのネットワーク・オーディオ。Grid 内の高分解能オーディオ・ストリームに必要。
- スケーラブルかつ高分解能なビデオ技術。例えば、圧縮、パンニング、ズーム機能、ビデオのモザイク機能など。
- Network Flow Engine (NFE)の設計と拡張可能なルーティング技術/ツール。Grid 上のビデオ/オーディオ・ストリームを研究者が動的に優先順位付け、ルーティングするために必要。
- リモート・ビジュアライゼーション技術の統合。例えば、異なるビジュアライゼーション・システム間の相互運用や同期化を可能にするツール、コラボレーション用ビジュアライゼーション・システムのプロトタイプ Flatland 3-D の改善など。
- 人的要因や作業場所に関する設計/機能の問題。例えば、ビジュアライゼーション環境に対する肉体的および心理的反応、イマーシブ型ディスプレイおよび投射型ディスプレイ技術の数値比較など。
- 2次元および3次元のリモート・ツールおよびリモート・アプリケーション
- Access Grid の統合と調整。例えば、標準ハードウェア・コンフィギュレーションを広く活用することを目指した Grid ノードの商用パッケージングに関する産業界のパートナーとの討論など。

Access Grid ノード

Access Grid ノードには、他にも運用中のノードや構築中のノードが Air Force Research Laboratory、ANL、ボストン大学、イリノイ大学(シカゴ EVL)、ハワイ大学、カンザス大学、ケンタッキー大学、DOE 研究施設(LBNL および LANL)、Maui High Performance Computing Center、NCAR、NCSA/UIUC、ニューメキシコ大学、ノースダコタ州政府、オハイオ州政府、プリンストン大学、ユタ大学に置かれています。Alliance では、ACCESS DC サイトでの経験を活かし、Access Grid コーティリティを、PACI のパートナーや NSF の競争による研究を刺激する実験プログラム(EPSCoR)、Southeastern Universities Research Association (SURA)の関連組織、IT R&D パートナーにまで広げていく方針です。また各サイトのインフラは、当地の条件やプログラム上のニーズに応じたものとし、対話型サイトの一部は Access Grid から独立した形で構築する予定です。

ACCESS DC

ユーザーが、3次元バーチャル環境を構築するためのビジュアル・スーパーコンピュータ・システムなどの高性能 IT 技術を簡単に体験することができるよう、ACCESS DC には最新のイマーシブ・バーチャル・リアリティ技術、テレビ会議技術、ワークステーション技術が備えられています。また、離れた場所にいるユーザーとの対話的なデータ共有やコラボレーションを実現するため、これらのすべての設備に最新鋭ソフトウェアが使用されています。また ACCESS DC を訪れたユーザーは、ACCESS DC 内の専門家や Alliance に参加し ACCESS DC 以外の場所にいる専門家からの支援を受けながら、実際に Grid を使用し、イマーシブ環境でのコラボレーション、ビデオ/マルチメディアを使ったテレビ会議、遠隔教育システムを体験することができます。

ビジターとワークショップ

ACCESS DC はオープン以来、1月に平均 200 人程度の訪問を受けています。DC を訪れるビジターには、K-12 および高等教育機関、政府、州政府、地方自治体機関、Alliance 参加組織の代表者の他、外国からのビジター、外国の政府高官などが含まれています。ACCESS DC では、以下のような教育/トレーニング・プログラムを提供しています。

- NCSA による並列コンピューティングに関するワークショップ
- 科学分野向け Java プログラミングに関する講義とワークショップ。Tango(シラキュース大学による Web ベース分散型コラボレーション用のソフトウェア)を使用。
- NCSA および National Laboratory for Applied Networking Research (NLANR)による、分散コンピューティングに関するワークショップ。
- コンピュータ科学に関する ARL/NCSA/Maryland 仮想 High School の夏期ワークショップ。高校の教職員お

- よび生徒を対象とし、1週間に渡るプログラムの間、科学およびエンジニアリング分野で問題解決に使用されている最新鋭のコンピュータ・ツールを使い、実践的な作業を通じてコンピュータ科学を学ぶ。
- SC99 スーパーコンピューティング会議のデモンストレーション。ACCESS DC を超高性能ネットワーク Backbone Network Services(vBNS)を介して EVL および NCSA 展示ブースに接続して行く。



バージニア州アーリントンのNSF 近隣に位置するACCESS DC には、高性能ソフトウェアを使った最新イマーシブ・バーチャル・リアリティ設備やテレビ会議設備、ワークステーション技術が備えられています。左上の写真はACCESS DC のImmersaDeskの様子を写したものです。また上の写真は、ACCESS DC のマルチスクリーン対話型会議設備の様子、左の写真はACCESS DC の最新鋭会議室の様子を写したものです。

Chautauqua 99

ACCESS DC は、Alliance 初の本格的な Access Grid イベント「Chautauqua 99」に参加しました。「Chautauqua 99」は、専門家ではない一般の参加者に対し、遠隔教育、分散コラボレーション、リモート・ビジュアライゼーション分野での Grid の様々な活用方法を分かり易く示すことを目的としたイベントです。1999年夏、Access Grid の3つの会場(ボストン大学、ケンタッキー大学、ニューメキシコ大学)それぞれの場所で、このイベントに関心を持つ大学や地域住民の参加を受けて Chautauqua が2日間に渡って開かれました。3つの会場とマルチキャストによる遠隔サイトの参加者は、合計で約500名に上りました。

ACCESS DC は、NSF Digital Government Consortium および Collaborative Community of Nations/Smithsonian National American Indian Museum の会議を主催しました。NSF Digital Government Consortium は、全米の学界、産業界、官界の研究者によって構成されるネットワークであり、IT R&D によって政府の情報やサービスへのアクセス向上を目指すものです。また ACCESS DC は DARPA およびネットワーク・エンジニアリング企業の ISI East と連携し、ノーザン・バージニアの施設に NGI Distinguished Lecture シリーズを置いています。

Chautauqua 2000

2000年夏 ACCESS DC は、Chautauqua 2000 の2つのイベントを主催しました。一つは、Ohio Supercomputing Center および Committee on Institutional Cooperation(中西部に位置する12の大学研究機関のパートナーシップ)の支援を受けたイベントで、ホスト・サイトとしてスーパーコンピューティング・センターを使い2000年6月13~15日に行われました。またもう一つは、カンザス大学および NSF の EPSCoR K*Star 研究プログラムの支援を受けて2000年8月1~3日に行われました。このイベントでは、カンザス大学が共同ホスト・サイトとして使用されました。

ヒューマン・コンピュータ・ インターフェイスおよび情報管理 (HCI IM)

概要

ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理(HCI&IM、Human Computer Interface and Information Management)の研究開発は、人間とコンピューティング・デバイス間のコミュニケーションを改善し向上させる技術を開発し、強化します。HCI&IM に対する政府の投資によって、コンピュータ・アクセスの容易性や有用性の向上がもたらされます。また、コンピューティング・システム、コンピュータ・インターフェイス、およびコミュニケーション・ネットワークに関する理解がさらに深められます。

2001 年度の研究開発分野としては、以下のようなものがあります。

- 戦場のためのロボット工学
- 知識やデータの共有、グループによる意志決定、および遠隔機器の操作のための共同研究所(collaboratories)
- 電子図書館
- データを収集して分析するための情報エージェント
- 情報と知識の管理、可視化、および活用。大規模な知識リポジトリも含む
- 複数言語を含む文献や音声から音声への翻訳とその理解
- 音声認識ツール、聴覚インターフェイス、および触知感覚型デバイスを包む人間とコンピュータ・システム間のマルチモーダル対話
- 遠隔の自律的エージェント
- すべての人々によるアクセス (Universal Access、ユニバーサル・アクセス)
- バーチャル・リアリティ環境

科学者、エンジニア、医師、教育者、学生、図書館司書、勤労者、連邦政府、そして一般の人々すべてが、HCI&IM 技術の潜在的な受益者です。本章では、ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスの様式の拡張や、私たちの情報資源の管理活用能力の向上に取り組んでいる連邦政府支援による広範な IT 研究開発 (IT R&D) の活動について説明します。

デジタル情報の管理と閲覧 (Managing and “seeing” digital information)

電子政府プログラム(Digital Government program)

NSF(National Science Foundation)の電子政府プログラムは、連邦政府の情報とサービスを、市民あるいは政府のいずれのプライバシーもセキュリティも危険にさらすことなしに、人々にとって、より役立ち、広く利用可能なものにするための研究および省庁間の協力活動を促進し支援します。電子政府は、コンピュータおよび IT の研究者たちを、情報サービスの重大なミッションをもつ連邦機関と連携させるプロジェクトを支援します。このプログラムは、次のような研究を助成します。統計グラフィックスなどの領域におけるワークショップと計画活動；フィールド・データ収集における、分散型地図情報システム(GIS、Geographic Information System)の画像の保管および検索；法令遵守の監査報告；地球空間情報のオントロジーとマルチメディアのデータ・マイニング；および、沿岸域管理と意志決定など。

IT 研究開発 (IT R&D) が、政府の IT 利用推進を、どのように効果的に支援できるかについて、その進行中の詳細な研究の一環として、電子政府および NASA(National Aeronautics and Space Administration)は、学術研究会議 (National Research Council) のコンピュータ科学と電気通信に関する委員会(CSTB、Computer Science and Telecommunications Board)と合同で、2つのワークショップと調査報告に資金を提供しました。危機管理のための IT 研究に関するワークショップの成果は、<http://www.cstb.org>からオンラインで入手できます。もう1つのワークショップは、1999年2月9日と10日に開催され、IT研究者、IT研究管理者、および大学の統計学専門家に対して、どうすれば、もっと効果的に、連邦政府統計を改良するための共同研究を行うことができるかについて、連邦政府の管理職たちとの議論の機会を提供しました。これらの議事内容に関する CSTB の公式の報告書もオンラインで入手できます。

この他の電子政府の代表的な活動としては以下のようなものがあります。

- カリフォルニア大学サンタバーバラ校において 1999 年秋に開催されたデジタル地名辞典の地名命名のプロトコルに関する会議。
- メリーランド大学における研究。これは、米国国勢調査局、米連邦地理データ委員会(FGDC)、USGS(米国地質調査所)、およびブラジル大学との協力で行われ、GIS の空間データを指標付け、照会、および結合し、結果を描画マップではなく表形式データ(スプレッドシート)として出力するための新しいアルゴリズムおよびシステムを開発。
- 米国統計科学研究所における、メタデータ、リスク低減、および可視化(の技術)を用いた、開示制限付き機密データ統計解析のための照会システム、および照会履歴データベースの開発。研究のパートナーとしては、労働統計局(BLS: Bureau of Labor Statistics)、カーネギーメロン大学、国勢調査局、カンザス州立大学、LANL(ロスアラモス国立研究所)、MCNC コンピューティングセンター(ノースカロライナ州にある先進的電子工学、電気通信、高性能コンピューティングの研究所)、National Agricultural Statistics Service (NASS)、米国国立健康統計センター(NCHS)、オハイオ州立大学、およびメリーランド大学が参画。
- ノースカロライナ大学チャペル・ヒル校における研究。BLS、DOE(エネルギー省)のエネルギー情報管理局(EIA:)、NCHS (National Center for Health Statistics)、シラキューズ大学、Textwise、カリフォルニア大学バークレー校、およびメリーランド大学と協力し、メタデータ統合、表形式の可視化とブラウジング、および自然言語処理の新しい技法を用いた、政府統計データへの市民によるアクセスの改良方法を研究。
- スタンフォード大学における、IT 機能へのユニバーサル・アクセスに着目した技術調査。国勢調査局、共通役務庁(GSA)、Marconi、および Synapse のパートナーの協力を得て、音声認識、視線追跡、および触知(haptic) インターフェイスを含むヒューマン・コンピュータ・インターフェイスの技術への取り組み。
- 以下のような電子政府の新しいテストベッドおよび教育プログラムの開発
 - 電子政府リソースセンターのプロトタイプ、および電子政府フェロー・プログラムのカリキュラムを開発するための “ Council on Excellence in Government ” と連邦 Web 協議会 (Federal Web Consortium) の協力活動
 - オンラインでの情報収集・分析のためのサーベイ作成・管理用のテストベッド作成を目的とした、国勢調査局、BLS、および NCHS との USC(南カリフォルニア大学)/ISI(情報科学研究所)の協力活動

およそ 20 の連邦機関の助成計画に資金援助がなされました。これらの機関の 2000 年度のアナウンスメントで、55 件を上回る研究提案が提出されました。

製造アプリケーションのためのシステム・インテグレーション(SIMA, Systems Integration for Manufacturing Applications)

NIST(米国商務省標準技術研究所)の製造アプリケーションのためのシステム・インテグレーション (SIMA) プログラムでは、先進的なエンジニアリング・システムと製造用ソフトウェア・システムの間インターフェイスの開発に注力しています。それらは、広範囲におよぶ製造業全体にわたる情報のシームレスなコミュニケーションを可能にします。世界中のエンジニアが、効果的に共同作業が行え、生産者は、製品化までの時間を短縮でき、

同時に製品のより効率的な製造と供給が可能になり、そして顧客は、追加の料金を支払うことなく製造業者から固有に構成された製品を選択することができるような、これらのことを可能にするような技術的インフラストラクチャを、研究者たちは、開発しています。新しい製品やプロセスを開発する科学者やエンジニアは、基礎的な信頼すべき技術データの情報源へのアクセスを必要としているという認識に立って、SIMA の研究開発は、新しい、より直感的な方法で、高く評価されたデータを整理して提供するためのアプリケーションにも注力しています。この HCI&IM の章で述べられている NIST の共同研究所 (collaboratory) はすべて SIMA の活動の一環です。

知的システム

適応性のある学習技術 (Adaptive learning technology)

DoD(米国防総省)の研究者たちは、DoD の軍事および一般勤労者向け教育と訓練の目的に合った、地理的に分散し、コスト効率がよく、多目的で、再利用可能で、適応性のあるシステムを開発しています。それらは必要に応じていつでもどこにでも展開できる技術です。この多くの専門分野に及ぶ作業は、種々の学習者コミュニティに適用可能な現在の最新のプロトタイプよりもはるかに優れたものをめざしています。

国防長官室(OSD)の大学研究構想(URI、University Research Initiative)が支援している適応性のある学習技術の計画には、以下のような研究が含まれています。有効かつ効率的で学習しやすい訓練環境を実現するための人的要素に関する研究、認識と精神運動の能力開発を含む効果的なネットワーク・ベースの学習のための認知と知覚要求に関する研究、従来の方法と比較して新しい分散形の訓練体制の有効性のテストで、とくに、複雑な意志決定オペレーション、指揮、統制、および通信業務、また現代の軍人に要求されるその他のスキルの訓練に関するもの、分散された訓練システムによってどのようにして、疲労やストレスの条件のもとでも維持できる強健で有能な適性とスキルのベストな育成ができるか、その方法を見出すための科学的基盤の開発研究、および分散された訓練システムにおける広範な認識、感覚、知覚、または精神運動の個々の能力の相違点の評価方法に関する研究。

知識および認識システム(KCS)

NSF の知識および認識システム(KCS)プログラムは、知的な方法で人間と対話可能 (コンピュータ支援マシン・インテリジェンス)か、またはそれら自らが相互に対話可能な知的機械 (自律型知的エージェント)の開発をめざした基礎的な研究を支援します。このプログラムの3つの研究項目は、人工知能に焦点を当てています。

- 知識表現は、あらゆるタイプの知識の特徴付け、定義、保存、および転送に注目しています。これには、機能的、分類的、構造的、および関係的な知識が含まれ、また聴覚的、視覚的、触覚的、および運動感覚的な知識の形態も含まれています。
- 認識処理システムの研究開発は、作業を遂行する上で知的システムが、蓄えられた知識と入力される情報を管理し、変換し、そして使用する方法を研究しています。
- 機械学習と知識獲得(知識発見およびその符号化の方法に関する研究)では、もしも機械が認識機能に似た動きをすれば、機械は、人間のように発達することが必要です。

KCS の研究では、機械の中における知識表現および認識過程の研究を模索する研究もあるでしょう。それらは、意志決定、言語認識、機械学習、計画、推論、および感覚認識において人間または動物の認識で知られているものをもとにモデル化されるかもしれませんが。適用分野には、設計・製造、ネットワーク管理、医学的診断、データ・マイニング、および知的学習指導があると考えます。

知的空間 (Smart Spaces)

日用品としての高性能のハードウェアおよびソフトウェアの出現によって、コンピューティング機能の供給、用途の広がり、およびコストは変化を遂げています。至る所に存在するネットワーク・インフラストラクチャによって結合された、おびただしい数の、気軽にアクセスできるコンピューティング・デバイスへと向かうこの趨勢は、さらにコンピューティングの普及を可能にし、新しい「知的空間」の展開を呼び起こしつつあります。

普及率の高いデバイス、ネットワーク技術、および情報検索機能が、1つの機能を果たす作業環境として統合される時、「知的空間」(作業員対応で、認識力が高く、そして結合されたコンピューティング環境)が出現します。将来の対話型の知的空間には、音声インターフェイス、統合マルチメディア、作業分担ごとのコンピュータ、パーソナル通信機能を備えた無線通信ネットワーク、言語翻訳機能、大スクリーン・ディスプレイ、およびタッチ・パッドが含まれていて、指揮、分析、および設計関連のグループをサポートします。

NIST は、個々の話し手と話の内容を識別できるセンサーベースの知覚インターフェイスの実験に重点をおいた知的空間環境を開発しています。研究者たちは、ユニークな「個人認識装置」を作るために、顔の画像、声音、およびマイクロホン配列からの指向性データによる識別を使用しながら、視覚と聴覚のデータ・ストリームを結合

するために解決しなければならないセンサー融合の問題に取り組んでいます。複合個人認識装置は、知的空間環境の中のすべての個人を網羅して、より高い精度を実現し、グループの中で個々の話し手と発言とを関連付けることを可能とし、さらに、連続的な音声認識が単語を解読することも可能にするでしょう。この技術は、共同作業グループをサポートする新世代の知覚インターフェイスの基礎をもたらすことが可能です。

音声技術 (Speech technologies)

NIST は、DARPA(米国防省高等研究計画局)およびNSA(米国家安全保障局)の両者と協力して、コンピュータによる音声認識技術を進展させるための一連のベンチマーク・テストを開発し、インプリメントしてきました。これには、ラジオやテレビのニュース放送で通常耳にする話し言葉でとくに制限のない語彙をほぼリアルタイムで認識する機能が含まれています。NSA のために、NIST は、電話による対話を書き取るためのテスト・プロトコルを開発し、インプリメントしました。さらに、話者認識技術の評価テストも開発しました。2000 年度には新しい情報抽出評価尺度とテストの実装を行っています。2001 年度には、NIST は、音声からの情報抽出、および音声ベースのユーザー対話のためのメトリクスとテストの開発の継続を計画しています。

マルチモーダル能力 (Multimodal capabilities)

コミュニケーター (Communicator)

今日、米軍のオペレータは、情報へのアクセスにおいて制限を受けています。軍のオペレータは、緊急時も通常、無線の音声または書式化されたテキスト・メッセージによって通信を行っています。兵士の迅速性と応答性の改善のために、情報へのより柔軟でタイムリー、かつ信頼できるアクセスが求められています。2001 年度には、DARPA は、人々が情報を作成、アクセス、および管理して問題を解決するために、文字通りコンピュータとの対話を可能にする新しい IT の可能性の研究を継続して行います。DARPA のコミュニケーター計画のめざすところは、組織的に統合された手段で、兵士が適切な情報にアクセスできるようにすることです。その手段は、軍人がケーブルでつながれていない情報装置を装備して、容易に使用できるものです。DARPA の以前の研究開発投資の成果である音声認識技術と自然言語能力の融合によって、コミュニケーターは、ユーザーがラップトップ・コンピュータ、バッテリー、キーボード、普通サイズのディスプレイ、およびブラウザへの接続時間も必要とせず、ネットワークにアクセスして情報を作成できるようにします。この重要な研究では、対話管理、文脈追跡、言語生成、入力言語の理解、および手や目を使わなくても済む対話などに挑戦します。

航空宇宙システムの中の人的要素 (Human factors in aerospace systems)

NASA の人的要素に関する研究開発は、航空宇宙への挑戦に向けて、先進的な人間中心の情報技術、人間とシステムの能力のモデル、人間中心コンピューティング・システムの人的要素デザインのための合理的な方法、および人的要素の専門技術を開発します。NASA の Ames 研究センターの科学者やエンジニアは、これらの目標に向けて、将来の技術の航空宇宙システム環境における人間への適用に関して研究を行っています。

視覚的なディスプレイだけを提供する仮想環境は、見ることはできても感じることはできない対話型のシミュレーションを提供するだけです。実際の物体表面から加えられる機械的圧迫感、あるいは重力変化によって生じる重量のような、容易に知覚できる物理的なものの欠如は、これらのシミュレーションとの、人間の手による相互作用の正確さおよび有効性を損なわせます。仮想環境に対する触覚インターフェイス(haptic interfaces - 適切なソフトウェアを備えた力反映用ハードウェア)によって、現実的な操作に必要な触覚への機械的なフィードバック機能をシミュレーションに組み込むことができます。

NASA とカリフォルニア大学バークレー校は、腕の大きさと指の大きさの操作触覚インターフェイスを製作しました。2つの機械はいずれも、NASA の特許である運動学的アーキテクチャに基づいて実現したもので、握りの端点の3自由度の変換を、共通の基盤に固定された3つのモーターの回転に連係させています。それは堅い連結部とボールベアリングの関節で構成されています。この連結メカニズムによって相対的に大きな作業空間の余地が生じて、市販のケーブル駆動のシステムより堅牢で、かつ応答性がよくなっています。研究者たちは、心理物理学研究用にこれらの触覚仮想環境に動的な動きと手触りを実現しています。



触覚型ディスプレイ用として新しい運動力学を応用して小型化された連結構造(linkage) この機械は、4Nの持続的耐荷重を持つ(パワーアンプも含めて)重量5kgのポータブルな卓上型装置です。作業空間は、アーム装置の大きさの3分の1であり、これは、手首を固定した状態で細やかな握り動作を行わせるのに十分な大きさで、全方向の指先の動きが可能です。この機械はまた、利用可能なアクチュエータ部分を縮小し、機械構造の重さを支えるために必要な人間の労力を軽減しており、部分的にも均衡がとれています。

言語透過的な情報の検出、抽出、および要約 (TIDES: Translingual Information detection, Extraction, and summarization)

急成長する国際的な情報インフラストラクチャは、これまで例のない世界中の情報源への迅速なアクセスと情報の融合の機会をもたらします。しかし、人間の言語障壁は、多言語の情報への効果的なアクセスとその利用にとって、重大な障害を残したままです。米国が外国で行動する際には、明らかに戦術的に不利な立場におかれまた、国際情報の現場においても戦略的に不利な立場になります。技術者や軍人がこの障壁を克服できるようにするため、DARPA は、2000 年度と 2001 年度に、コンピュータベースの言語透過的な情報の検出、抽出、および要約(TIDES)のための機械翻訳およびアルゴリズムに関する研究に資金を提供しました。

TIDES 計画の目標は、英語を話す米国軍人が、対象とする言語の知識を持たなくても、リアルタイムの戦術上の要件に関係する多言語の情報にアクセス、関与し、解釈し、そして共有することができるようにすることです。これは、異なる言語間の情報検索、機械翻訳、文書の理解、情報抽出、および要約技術における進歩、さらに、これらの個別の要素よりも価値のあるエンド・ツー・エンドの能力を生み出す統合技術を必要とします。この目標が達成されると、多言語の情報源の迅速な関連付けによって、状況分析、危機管理、および戦場業務のいろいろと変化する状況を幅広く理解することができるようになります。

遠隔/自律システム (Remote/autonomous systems)

遠隔探査と遠隔実験 (REE: Remote Exploration and Experimentation)

NASA の「遠隔探査と遠隔実験」(REE)プロジェクトの目標は、宇宙空間におけるフォールトトレラントで、高信頼性、低消費電力、かつ高性能のスーパーコンピューティングで代表される新分野の科学の使命を提供することにあります。それらのスーパーコンピューティング・システムは、現在利用可能なものよりも3ないし4桁、搭載処理能力を増大したものになるでしょう。それによって、より大きなデータ収集と処理が可能にし、地上へのデータ送信の制限を緩和し、地上局のオペレーションを軽減します。搭載されるスーパーコンピューティング機能で、たとえば、火星探査機は、自律的なナビゲーション、および自律的な地質調査や実験ができるようになるでしょう。

さらに、REE は、放射線対策の要求(これは宇宙用コンピュータを地球上用の技術から5年間も遅れさせてしまうような仕事)もなくしつつあります。REE によって、NASA は、COTS(Commercial off-the-shelf、すぐに利用できる商用ハードウェアおよびソフトウェア)のコンピューティング技術を利用できるようになり、その技術が利用可能になって18か月後には、宇宙飛行用のコンピューティング・デバイスの準備が整うようになります。

将来のロボット戦場 (The robotic battlefield of the future)

将来の戦場は、タイム・クリティカルな命令を実行できるように自律的にナビゲートし、再編成し、協調できる武器や無人の戦車や通信システムが求められるでしょう。これらの多くの要素は、COTS 製品で構築されるでしょう。一方、その他に、生命をヒントにしたマイクロロボットのようなものも現在開発中です。

DARPA のモバイル自律ロボット・ソフトウェア (mobile autonomous robot software)・プロジェクトは、部分的に既知で、変化し、予測不可能な環境での自律モバイル・ロボットの動作をプログラムするため、現在はまだ利用可能となっていないソフトウェア技術を開発し移行させます。このプログラムの目標は、人間を戦闘、搬送、偵察、および監視から解放する新しいソフトウェアを提供することであり、それによって、軍隊への危険を縮小し、人件費を低減させ、人間の生理によって生じる工学的制約を取り除き、そして軍事のハードウェアの範囲を拡大します。研究者たちは、無人戦車による自律的なナビゲーションの他、人間型ロボット、自律型車両、および人間の間の相互作用も実証したいと考えています。

ロボットが、軍隊、産業、教育、および家庭内の状況における人間生活の中に完全に組み込まれるためには、もっと意味のある、自然な方法で人間と相互に作用することができなければなりません。DARPA は、人間とロボットが相互に対話する新しい方法を提供するために研究を助成しています。

人間とロボットの間ギャップを埋めるために考えられる1つの手段は、ロボットに人間に類似した体を与えることです。DARPA の資金援助によってMITの研究者たちは、人間に類似した知能はこの世界との人そっくりの相互作用を要求するという前提に立ち、Cog と命名されたロボットを製作しています。それは、人体の感覚と運動力学に近似したセンサーおよびアクチュエータのセットで構成されています。Cog の計算制御は、関節レベルの制御用の小さなマイクロコントローラから視聴覚の前処理用のデジタル信号処理プロセッサのネットワークにまで及ぶ制御階層において、異なったレベルでそれぞれ動作する異なったプロセッサからなる異種混合のネットワークです。

Cog プロジェクトの目標は、軍司令官の自然な身振りや口頭の命令を観察し、応答することができるロボットを生み出すことです。司令官は、ロボットがその命令を正確に理解するのを助けるために、動作を明確に示し、そ

して、視聴覚的合図を与えることができるべきです。これらの模倣学習技術を成功させるには、ロボットが環境のどの局面に注意を向けるか、また、どの行動を模写認識するかを学習しなければなりません。

DARPA の資金援助による MIT(マサチューセッツ工科大学)の Kismet プロジェクトは、対話を正しく導く上できわめて重要な、うなずいたり、視線を合わせたりする社会的な合図を識別するための眉、まぶた、耳、および口をもった頭型ロボットの訓練をしています。

ハイレベルで人間に類似した様式での対話の成功は励みとはなるものの、何人かの研究者たちは、ロボット設計への新しいアプローチを求めて、蟻や蜂などのような他の動物へと方向を変えています。分散型ロボット計画 (distributed robotics program) に関する DARPA のソフトウェアは、地雷敷設区域を不活性化するようなミッションのための多数の簡素で限定された計算機能のロボットをコントロールするための技術を開発する研究に資金が提供しています。たとえば、DARPA が資金提供をしたある会社では、化学的追跡、あるいは侵入者などのような、人間の向きや群れを成す目標物に反応するコインサイズのロボットを開発しています。

共同作業とバーチャル・リアリティ (Collaboration and virtual reality)

Access Grid

(分散型研究のコラボレーションおよび遠隔会議向けハードウェア、ソフトウェア、および電気通信機能)

NSF と DOE は、国立コンピュータ科学同盟(Alliance)の Access Grid に参画しています。Access Grid は、全国の技術グリッドにまたがるグループ間の人の交流を支援するネットワーク化された資源の集合体です。詳細は、35 ページを参照してください。

BioFutures

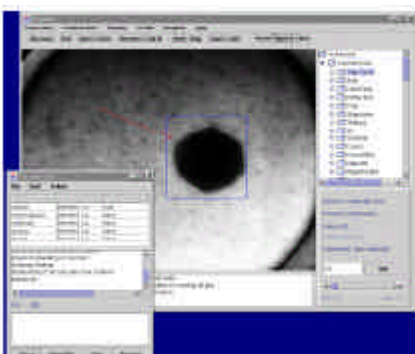
DARPA は、「[Bio:Info:Micro]の境界領域における基礎研究」計画を立案しました。これは、生物学、IT、およびマイクロシステムの技術分野の研究者たちによる学際的なチームを構築し、これらの3つのおおまかに定義された領域の交差点における基礎的研究課題を扱うことを目的としています。

この計画の Bio 部分には、分子と細胞のレベルから有機体と個体群のレベルの全体の研究分野が含まれています。Info 部分には、理論、アルゴリズム、モデル、およびシミュレーションの開発、および拡張性のある(スケーラブルな)並列分散型システムが含まれています。Micro 部分には、センサー、物質、マイクロ流体工学、マイクロメカニクス、マイクロフォトニクス、マイクロエレクトロニクス、およびそのような要素から構成される大規模システムの開発が含まれています。DARPA は、この計画の長期的成果として、将来の国家と防衛のニーズを充たす革新的なシステムの基盤をもたらす新しい学際的な研究コミュニティ、および新しい科学と技術の出現を期待しています。

DeepView: 分散型顕微鏡検査のための共同研究フレームワーク

DOE の DeepView は、商用のソフトウェアを、共同研究フレームワークにおける科学的問題の解決能力を強化するためのユニークな計算要素 (computational components) と統合した、拡張性のある(スケーラブル)システムです。この「分散された顕微鏡使用のための経路 (channel)」は、ユーザーが実験に参加できるオンラインの顕微鏡のリストを提供します。これによって、専門家の意見を得たり、データを収集して処理したり、その情報を電子手帳 (electronic notebook) に保存することができるようになります。ユーザーは、本来の場所にある顕微鏡、ホログラフィック顕微鏡による3次元形状の復元、および高解像度の透過型電子顕微鏡のための画像シミュレーションなどの機能にアクセスすることができます。

研究者たちは、DeepView を使用して低用量電離放射線照射に対する乳腺組織の反応を研究しています。過去において、研究者たちは、既知の高照射率の場合の効果から低用量照射の効果を検証してきました。放射線に対する組織の反応、そしてそれに伴うリスクというのは、遺伝子の損傷、細胞焼失、および誘発遺伝子生成物などの複合したものであると信じられています。DeepView を使用することによって、地理的に分散した研究者たちが、放射線照射の影響をもっとよく理解するために画像収集と分析を自動化することができます。また、データを比較したりシミュレーションを行うためにデータを収集し、遠隔のデータベースに統合することができます。



DeepView は、商用のソフトウェアを、共同研究フレームワークにおける科学的問題の解決能力を強化するためのユニークな計算要素と統合した、拡張性のある(スケーラブル)システムです。幾つかの国立施設の研究者たちが、DeepView を使用して、この室温での鉛包含物の現場研究のような、動的なリアルタイムの共同実験を行ってきました。

遠距離での可視化 (Distance visualization)

ANL(アルゴンヌ国立研究所)とカリフォルニア大学によって、X線源や電子顕微鏡のような遠隔の科学機器から得られるデータを使用してオンラインで3次元断層撮影の画像の再構成を可能にする計算フレームワークが開発されてきました。このフレームワークは、それに続く共同分析に連携しています。高性能ネットワーキングとコンピューティング資源、並列再構成アルゴリズム、および先進的資源管理の組み合わせ、通信、ならびに共同作業用ソフトウェアを使用して、この研究チームは、先端的光源(advanced photon source)の断層撮影ビームライン(tomographic beamline)でサンプルの準リアルタイムの3次元画像化を実証しました。データ収集が始まって10分後に、ANLとその他の機関にいるプロジェクトの科学者たちのスクリーン上に、3次元画像が現れます。その後20分間、より多くのデータが得られるにつれ、画像は次第に鮮明になって行きます。この技術によって、初めて科学者たちは、実験の最中に実験のパラメータを変更する可能性を得ることができました。

このシステムは、カリフォルニアとイリノイにある分析装置を用いてイリノイと日本のデータ源をもとに実証されてきました。エンド・ユーザーは、カリフォルニア、フロリダ、イリノイ、および日本にいるユーザーでした。この研究は、DARPA、DOE、NASA、およびNSFによって支援されています。

分散共同研究所プロジェクト (Distributed laboratories project)

科学的な共同研究所(collaboratory)環境は、ともに機能する多くのソフトウェア構成要素(components)からなっていて、遠隔の研究者たちに情報、制御機能、および臨場感(a sense of presence)を提供します。これらの構成要素としては、遠隔実験の監視と制御、マルチメディア会議とテレプレゼンス(遠隔参加)、クロス・プラットフォームの互換性、インターフェイスの一貫性と有用性、および管理調整と会議運営の機能を提供するのに必要なインフラストラクチャとツールが含まれます。DOEの分散共同研究所プロジェクトの目標は、研究者たちのホーム・サイトから、遠隔の実験設備へのアクセスを可能にし、監視と制御を行えるようにするために必要な技術を開発して展開することにあります。

共同研究所構築の経験を通して、DOEの研究者たちは、もっとよいテレビ会議ツールの必要性を明らかにしました。既存のマルチキャストベースのツールは、コンテンツの放送や1対1の対話には有効ですが、共同研究所環境ではもっと多くの機能が必要です。共同研究を行う研究者たちは、テレビ会議セッションを活性化し、他の参加者に参加を促し、そして各参加者のすべてと等しく有用な議論を行うことができなければなりません。さらに求められるツールとしては、フロア制御、カメラの遠隔制御、およびオーディオとビデオのツール自体の遠隔制御機能があります。

DOEの研究所LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory, ローレンス・バークレー国立研究所)のコンピュータ科学者たちは、テレビ会議で使用されるビデオ装置のリモート・コントロール用システムを開発して配備しました。このシステムは、装置サーバーとクライアントから構成され、この組み合わせによってユーザーは、インターネットからテレビ会議カメラとビデオ・スイッチャを制御することができます。カメラ制御ツールは、欧州素粒子物理学研究所(CERN)で採用され、インターネット会議ソフトウェアにおいて使用されています。また、インターネット・エンジニアリング・タスクフォース(IETF)でもインターネット上での会議の放送で使用されてきました。

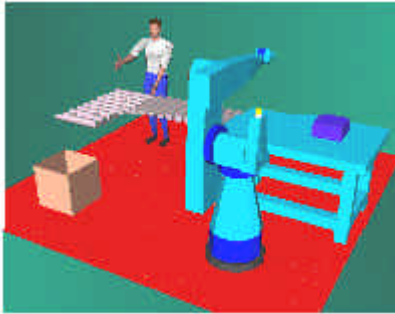
化学災害情報へのリアルタイムの共同研究用アクセス (Real-time collaborative access to chemical disaster information)

米国海洋大気局(NOAA)のPacific Marine Environmental Laboratory(太平洋海洋環境研究所)は、危険物質を含む、化学事故やその他の災害における緊急を要する問題の解決用の、ネットワークを中核とするJavaベースの方法を探求しています。このプロジェクトの初期フェーズでは、12のデータベース源からインターネットを経由して状況に対応したデータを提供すること、および一連の規則によってデータを統合することに注力しています。これまでは、2年に一度、それもバッチ・モードのみでの処理だったのですが、この統合が成功すれば、状況の進行とともに、リアルタイムの状況を取り入れた最新のデータで更新され配布されるようになるでしょう。NOAAの研究者たちは、この機能のまわりに同期的共同研究用ツールを用意し、専門家が米国中から、データの共有されたビューを矛盾無く維持しながら、調べることができるようにすることを計画しています。この研究チームはまた、その適用性を確実なものにし、技術移転を容易にするために、EPA(Environmental Protection Agency, 米国環境保護庁)とも共同作業を行っています。

製造業共同研究所 (Manufacturing collaboratory)

NISTは、製造環境における共同研究所環境技術を導入するための構造化された手法と訓練を製造業者、販売業者、および研究者に提供するために、製造業共同研究所機能を開発しています。この共同研究所(collaboratory)の最

初の実装では、ロボットによるアーク溶接の研究を推進しました。そこでは、地理的に分散したコミュニティにまたがる(ビデオ、静止画像、オーディオ、テキスト、データベースのレコード、および画像の注釈などの)種々のデータ・フォーマットの非同期的および同期的な共同作業の支援を必要とします。この研究によって、いろいろなデータ・ストリームを時間に関する指標付けと同期させるアノテーション(注釈付け)機能を備えた共同作業用ツールのプロトタイプがもたらされました。この仕事の次のステップは、企業環境において共同研究環境技術を評価することです。



分散共有型の仮想環境(VEs) や組み込み型の「知的 (smart)」ユービキタス・デバイスの最近の発展は、我々が、人々と共同作業を行いコンピューティング・システムとインタフェースする方法に、革命を起こすことを約束します。NISTの研究者たちは、これらの技術を統合するとともに、そのような環境を評価するためのツールを開発し適用しています。アプリケーションには、NISTの「知的部屋 (smart room)」とNAMT(National Advanced Manufacturing Testbed)における装置を学習し制御するためのインターフェイスが含まれています。

製造のシミュレーションと可視化 (Manufacturing simulation and visualization)

シミュレーション・システムは、製造業者が設備の再設計や新工場への投資を行うのに先だって、設備のレイアウトのプロトタイプを仮想的に作ったり、材料や部品の移動経路を最適化したり、人間工学的要素を評価したりすることを可能にします。NISTの研究者たちは、プログラム可能な人間工学的モデル、人間のモデル化の新しいプログラミング、シミュレーションされる製造資源のための標準ライブラリ、分散コンピューティング環境でのシミュレーション・システムの統合、およびシミュレーション・アルゴリズムの検証などの機能を備えた、モデル化およびシミュレーション用の商用ソフトウェア・システムを拡張する方法を研究しています。研究者たちは、製造作業環境において人間の仕事をシミュレーションする上で役に立つ自然言語インターフェイスを開発しています。

NOAA のライブ・アクセス・サーバー (NOAA's live access server, LAS)

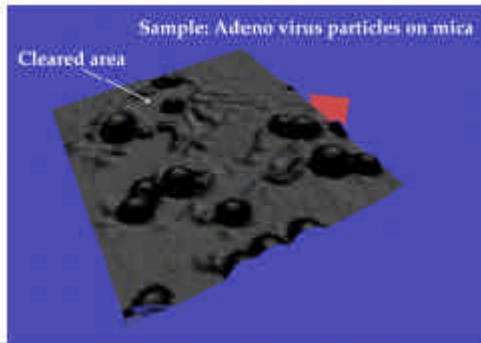
Web による分散型共同研究のための重要な要件は、複数の分散されたデータ・セットをブラウズし、アクセスし、融合し、分析するための共通ツールとデータが利用可能であることです。この要求に応じるために、NOAA は、様々な専門分野からのいろいろなデータの提供者たちが利用するための、ライブ・アクセス・サーバ (LAS, live access server) という、強固で、拡張性のある、共同研究のためのデータ・サーバーを開発しました。現在のユーザーは以下の通りです。

- NOAA の Satellite Active Archive
- NOAA の Pacific Fisheries Environmental Laboratory
- NOAA の Pacific Marine Environmental Laboratory
- Office of Global Programs (OGP) Carbon Modeling Consortium
- Center for Mathematical Modeling and Computer Simulation (インド)
- Laboratoire de Meteorologie Dynamique du Centre National de la Recherche Scientifique (フランス)

ユーザーの数が増大するにつれ、学際的なデータ共有が広がって、新たな共同研究に結びつくことが期待されています。

遠隔ナノ・マニピュレータ (The tele-nanoManipulator)

ノースカロライナ大学(UNC)チャペルヒル校では、研究者たちが、遠隔ナノ・マニピュレータ (tele-nanoManipulator) ・システムを開発してきました。これは、科学者たちが、1つに統合されたシステム内で、最新のネットワークごしに遠隔の顕微鏡とグラフィックス・スーパーコンピュータを使用して、ウイルスやナノチューブやその他、ナノメータ・サイズの物体を見たり、触れたり、直接、手を加えたりすることを可能にします。遠隔ナノ・マニピュレータ (tele-nanoManipulator) は、DNA(デオキシリボ核酸)の破断強度を測定したり、遺伝子治療で使用されるアデノウイルスのキャプシドの強度を測定したり、炭素ナノチューブをもったナノメータ・サイズの回路を作ったりするのに使用されてきました。NIH(米国国立衛生研究所)、NSF、DoDの陸軍研究局 (Army Research Office)、DoDの海軍研究局 (Office of Naval Research)、および産業界の後援者が、UNCの遠隔ナノ・マニピュレータ・プロジェクトを支援しています。遠隔ナノ・マニピュレータ・チームはさらに、インターネット上のどこにいる研究者、教育者、および学生でも、最先端の多くの専門分野からなる科学に参加できる方法を模索しています。UNCの科学者たちは、地方のある高校への訪問の折り、学生たちがインターネットを通して、ウイルスに手をのばし「触れる」ことができるように、このシステムを使用しました。



UNC Gene Therapy Center の研究者たちは、Tele-nanoManipulator を使用してアデノウイルス粒子を検査してきました。これらの粒子は、遺伝子治療における媒介微生物として使用され、科学者たちは、それらが細胞表面でどのようにくっつき、動き回るのか理解しようとしています。予備実験がここに示されていますが、これは、粒子が雲母基板上を移動している様子です。雲母の一部からウイルス粒子が取り除かれています；粒子は一緒に押され、そしてそれから引き離されています。

3次元の可視化 (3-D visualization)

NOAA は 1999 年度に、共同研究用の没入型仮想環境のテストベッドに着手しました。2000 年度には、研究者たちは、大学コミュニティといっしょに、バーチャル・リアリティ環境にユーザーを「没入」させる投影 (映写) 型プラットフォームの 1 つである ImmersaDesk の新しい共同研究的利用について研究しています。これらの活動は、現在のデスクトップの VRML (Virtual Reality Modeling Language, 3 次元の視覚環境を作るためのソフトウェア) の世界からもっと大規模な没入環境へと移行するでしょう。このような 3 次元 (3-D) 技術は、データ検証を含む多くの分野で有用なものであることが、既に証明されています。データ検証の場合では、3 次元表現は、従来の 2 次元の描画よりも、地球物理学のデータ・セットの異常値や無形の属性をより速く直観的に強調することができます。

共同作業と製造のための可視化とバーチャル・リアリティ (Visualization and virtual reality for collaboration and manufacturing)

NIST は産業界と協力して、3 次元可視化技術および最新の共同作業ツールが、企業の製造工程や工場操業の改善にどのように役立てるか検討しています。研究者たちは、VRML を使用して、バーチャル世界の物理的ダイナミクスと相互作用し、そして可視化しています。また、遠隔のユーザーが設計や技術解析に参加できるような仮想の共同作業スペースを作っています。2000 年度には、NIST は、VRML の「ミラー・ワールド (mirror world)」を開発しました。これは、ユーザーが実世界の装置の状態を管理し、監視できるものです。既存のカメラ・インターフェイスが JINI 環境で拡張されており、これは、ユーザーがプロセスを容易にかつ直観的に管理し、監視できるようにする追加のサービスを可能にします。

ニュートロン研究用の Web ベースのツール (Web-based tools for neutron research)

NIST の研究者たちは、NIST のニュートロン研究センター (Center for Neutron Research) にますます多くのアクセスを提供するために、インターネットの能力を拡張しています。このセンターは、ユニークな国の利用者設備であり、ニュートロン・ビームを使用した材料研究用の最新の計装技術を開発しています。また、外部の研究者がインターネット経由でその設備を使用した実験と得られたデータの解析に参加できる手段を開発することによって、民間企業にも利用可能にしています。

Web ベースの情報資源 (Web-based information resources)

数学関数のデジタル図書館 (Digital Library of Mathematical Functions, DLMF)

2000 年度、NIST は、応用数学の高等関数に関する、認定された参照データと関連情報のデジタル図書館の開発を開始しました。それらの関数は、天文学、大気モデリング、水中音響のような様々な分野の科学計算や解析で、技術者、科学者、および統計家を支援するものです。

NIST の数学関数のデジタル図書館 (DLMF) は、Web 上で公開され、その体系は、意味論ベースの表現、メタデータ、対話機能、および内部/外部リンクから構成されます。これは、数学データベースの簡単な照会と検索と抽出、公式の検証と発見、ルールの自動生成、対話型の可視化、要求に応じた独自データ (custom data on demand)、およびソフトウェアと評価済みの数値処理方法論へのポイントなどのユーザー要求をサポートします。特殊関数を展開して解析する数学者とそれらを利用する科学者や技術者の間の交流を促進する上で、オンライン資源が期待されています。

米国、英国、フランス、オランダ、オーストリアから、世界のトップクラスの数学者がこのプロジェクトに参加しており、中核となる素材の多くを開発しています。NIST は、編集の調整を行うとともに、無償の公開資源として Web サイトを開発し維持しています。NSF から一部資金援助を受けたこのプロジェクトは、2003 年度には完全に機能することが期待されています。DLMF は、1964 年発行の米国規格基準局 (NBS, National Bureau of Standards [現在の NIST]) の旧数学関数ハンドブックの後継にあたり、その 2 倍以上の技術情報が網羅されると期待されてい

ます。

治療ガイドラインのリポジトリ (Clinical practice guidelines repository)

米国健康医療研究品質局(AHRQ, Agency for Healthcare Research and Quality)は、米国ヘルスプラン協会 (American Association of Health Plans) および米国医学会 (American Medical Association) と協力して 2000 年度に Web ベースの NGC (National Guideline Clearinghouse) の開発を継続して行いました。NGC は、実証に基づく治療法のガイドラインの公に利用可能な電子リポジトリであり、医療専門家が患者に施す治療の質の向上を助けることを目的としています。500 を越える治療法のガイドラインが、医師の専門グループ、医学協会、管理医療計画、連邦および州の機関その他に提供されてきました。

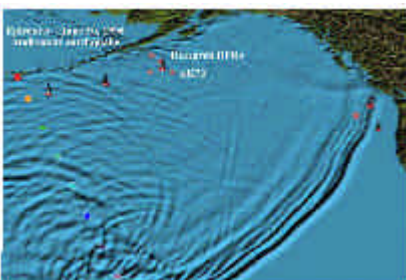
NGC の主要な構成要素としては、ガイドラインおよびその開発に関する体系的な要約；複数のガイドラインを並べ特性を比較するためのユーティリティ；類似トピックスをカバーするガイドラインの統合と類似点・相違点の強調表示；利用可能な場所でのフルテキスト形式のガイドラインへのリンクおよび/または印刷コピーの注文情報へのリンク；治療法ガイドラインに関する情報交換のための電子フォーラム「NGC-L」；および、ガイドラインの開発方法、実装、および利用に関する注釈付きの参考文献一覧があります。

何千ものガイドラインに最終的に索引が付けられて、それによって、何百ものトピックに関する重要な推奨事項や評価に迅速にアクセスすることが可能になります。個々の医師やその他のサービス提供者は、医療判断や患者のカウンセリングに役立てるために、広範な情報源を閲覧して評価することができるようになります。健康医療システムや統合配布システムは、それらの提供者ネットワークにおいて、ガイドラインを採用したり、あるいは適用するために、これらの情報を利用することでしょう。さらに、教育機関は、NGC 情報をカリキュラムや生涯教育活動に取り入れることができるようになります。

地表風解析システム (Surface wind analysis system)

NOAA の大西洋海洋気象研究所(AOML, Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory)の地表風解析システムは、世界中の海洋を網羅する船舶、ブイ、衛星、および航空機、そして、沿岸地域から得られる本質的に異なった多様な気象観測データを解釈同化し、矛盾のない一貫した風域に合成するための研究ツールであり、天気予報および防災における重要な新機能を提供しています。このツールは、これらのデータをほとんどリアルタイムで入手して、専門家に、解釈する利用可能データに代わる、テキスト表現による代替情報を提供するために、最先端のコンピューティングと通信を利用しています。NOAA は、プロトタイプ of データベース・スキーマの実装、Web インターフェイスをもつオブジェクト指向の運用研究と危機管理の製品の開発、そしてプラットフォームに依存しない効率のよいプログラミング技術の研究を行っています。

研究者たちは、数年の間、このシステムを使用して予報担当者に試験的な風域ガイダンスを提供してきました。また、ハリケーン上陸時の風の観測分析では、NOAA の国立ハリケーン・センター (National Hurricane Center) のハリケーン専門家と協力してきました。システムのアウトプットは、危機管理のコミュニティで使用されている GIS システムの中の、FEMA(米連邦緊急管理庁)の HAZUS (hazard loss estimation, 危険による損害推定) の風モジュールと連動できるようにフォーマット化されます。



NOAA の太平洋海洋環境研究所 (Pacific Marine Environmental Laboratory) の研究者たちは、太平洋の中の断層崖 (escarpments) や稜線 (ridges) や海山 (seamounts, かいざん) が、深海での津波の伝播にどのように影響するかを理解すること、および、津波伝播の正確なシミュレーションに必要な海底地形の精度と分解能を決定することのために、研究を行っています。この作業の最初の焦点は、アラスカ/アリューシャン (Alaska/Aleutian) ・サブダクション・ゾーン (Subduction Zone, 沈み込み帯) で発生して、ハワイに向かって南方に伝播する津波に焦点を当てています。1997 年 12 月 5 日のカムチャツカ津波が、ここでシミュレートされています。

Web ベースのバイオインフォマティクス・データベース (Web-based bioinformatics databases)

バイオインフォマティクス分野における最近の進歩は、何十万もの生物種、何百万もの DNA 配列、および何万もの遺伝子に関する大規模な生物学データのセットを作り出してきました。NIST の共同的研究所である先端バイオテクノロジー研究センター (Center for Advanced Research in Biotechnology) を通して、NIST は、これらのデータを管理と、高分子の実験研究および計算研究の進展を助けるために、2 つの Web ベースのバイオインフォマティクス・データベースを開発しています。1 つは分子識別用であり、もう 1 つは高分子構造用です。

分子識別用データベースは、薬設計や化学的選別において有用です。これには、目標分子と反応分子の対、各々の特性、およびそれらの相互作用という構造が含まれ、実験結果の提供や内容 (content, コンテント) の照会 (query) のために、インターネットを通してアクセスが可能となります。

高分子用データベースは、NIST が 1999 年以来所有してきたタンパク質データバンク (Protein Data Bank) を基に

して拡張しています。構造バイオインフォマティクス共同研究所 (Research Collaboratory for Structural Bioinformatics) の参加者として、NIST は、信頼性と一貫性を向上させるために、このコンテンツに対する評価アルゴリズムを開発、改良、および適用する作業、および新しいデータベース管理システムへの移行の作業を行っています。

識別とセキュリティ (Identification and security)

Akenti: 安全な環境での共同研究 (Collaborating in a secure environment)

公的研究機関と私的研究機関間のコミュニケーションの増進を目的とした共同研究技術では、いろいろな参加者の移り変わる役割や要求に対応するのに十分な柔軟性があり、十分かつ適切なセキュリティが求められます。

Akenti は、LBNL が開発したセキュリティ・モデルおよびアーキテクチャで、高度に分散されたネットワーク環境において拡張性のある(スケーラブルな)セキュリティ・サービスを提供しています。この目標は、中央の執行者や職務権限を必要とすることなくアクセス管理ポリシーを提示して強制することです。Akenti が管理する資源は、情報、処理、あるいはコミュニケーションの機能、または科学機器のような物理的なシステムです。Akenti のモデルは、DOE と NASA で採用されています。

管理のゆきとどいた共有: 安全な共同研究環境 (Controlled sharing : The secure collaboratory)

DOE の LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) および SNL(Sandia National Laboratories)の研究者たちは、ディーゼル機関燃焼の共同研究所を作る上で、セキュリティ・ツールを開発してきました。それによって、様々な全国の研究所、ディーゼル関連企業、および大学間でのデータや資源の共有管理が可能になっています。これらのセキュリティ機能によって、科学者たちは、安全にデータを共有することができます。また、研究所は、強力なコンピューティング資源や機器への外部からのアクセスを許可することができます。共同研究所では、メンバーは公開鍵インフラストラクチャ(PKI, public key infrastructure)の認証によって識別されます。また、資源にはアクセス・ポリシーが割り当てられて、共有資源へのアクセスが管理されます。

指紋と顔写真の標準 (Fingerprint and mug shot standards)

異なるコンピュータ化されたシステムにまたがる指紋および顔写真イメージの電子的な比較と照合に関しては、1960年代に研究開発が始まり、NIST および米連邦捜査局(FBI, Federal Bureau of Investigation)は、共同研究を進展させて、指紋と顔写真のイメージの取り込みと保存のための標準と仕様の開発、およびそれらのイメージの処理技術の評価を行うためのデータベースの作成を行ってきました。

指紋およびその他の個人識別データを交換する電子的な手段が、これらの情報の従来のハード・コピー形式にとって代わります。したがって、防護対策が確立されて、情報の信憑性と整合性が確保されなければなりません。2000年度から、NIST は、個人の指紋とデジタル署名が入っているスマートカードを個人識別としてリアルタイムでスキャンされる人の指紋イメージと組み合わせるシステムを開発します。これによって、電子レコードの作成者の信憑性の検証を行います。このシステムは、正当なデジタル署名の保管記録とトランザクションの電子署名を使用して、そのレコードの信憑性とそのデータが生成後、改変されていないことを確認します。

ヒューマン ID (Human ID)

NIST の研究者たちは、デジタル・ビデオによる個人の識別(ID)技術を発展させる研究を行っています。ベースラインとなる顔認識システムの開発の最初のステップとして、NIST は、最初のサポート・ベクトル・マシン(SVM, support vector machine)顔認識システムを開発しました。これは、以前の認識方法に比べて認識エラーが2分の1に減少しています。DARPA との協力によって、NIST は、このヒューマン ID(human ID) 判定の作業を拡大して、さらに複雑なビデオ認識の作業も加えました。2000年度、NIST は、次の活動を開始しました。

- DARPA ヒューマン ID 計画用デジタル・ビデオ・データベースのための ground truthing 手順の開発、
- ベースラインとなるデジタルビデオ・ヒューマン ID システムの実装、
- ベースラインとなる評価手順の開発、
- デジタル・ビデオ・データベースの収集、
- ダラスのテキサス大学との協力による計量精神物理学 (computational psychophysics) の研究。

分析と生産性向上のためのツール (Tools for analysis and productivity)

医療の品質と能力 (Health care quality and performance)

AHRQ は、CONQUEST (COnputerized Needs-oriented Quality measurement Evaluation SysTem) の開発を継続しました。これは、ユーザーが医療品質の尺度および医療能力の尺度を収集して評価することを可能にするツールです。医療能力の尺度は、適切性、安全性、効率性、適時性、および力量などのような、医療サービスの提供の評価を助けるツールです。これらの尺度によって、提供者グループ内での時間経過にともなう比較、提供者グルー

ブや組織間での比較、および目標と実行結果との比較を可能にします。この方法は、比較される医師全員に一律に指定され適用されなければならないので、まず、比較可能とするためにデータ収集と分析のための詳細な仕様を開発し、テストしなければなりません。CONQUEST は、2つのデータベースを使用します。1つは、多種多様な組織から得られたおよそ 1,200 の尺度で 53 の尺度セットからなるものであり、もう1つは、57 の医療条件からなるもので、これらは共通の言語によってリンクされています。

CONQUEST は、データベースの中にある能力尺度 (performance measures) に関する情報源、特定の条件とそれを経験する人口に関する情報源、および尺度 (measures) の価値を比較し評価するためのツールとして使用されます。これによって、AHRQ は、医療能力評価尺度に関する知識をさらに普及させ、医療能力評価の効率を向上させることが可能になります。

検索エンジンの評価 (Evaluating search engines)

1992 年以来、NIST と DARPA は、検索エンジンを評価する継続的なワークショップである TREC (Text REtrieval Conference) を後援してきました。TREC の基本的な仕事は、大量のテキスト(約 2 GB)を検索し、特定のテスト問題集に答える文書のランク付けリストの作成です。

TREC プロジェクトの実績は、以下のとおりです。

- すべてのユーザーのためのより正確なテキストの検索
- ブール探索手法の代替案を提示した統計的検索手法のスケラビリティの実証
- 新しいテスト用コレクション
- 改良された評価手法
- テキスト検索の研究成果を交換するためのフォーラム
- 異言語にまたがる検索(たとえば、英語で質問して、フランス語のドキュメントを抽出する)の新たな研究の育成の場、会話やニュース放送の記録の検索、および文書検索とは対照的な質問回答

最も最近の TREC プロジェクトには、16 か国からの 66 の学術、産業界、および政府のグループが参加しました。

ソフトウェアの有用性テスト (Software usability testing)

ビジネス用ソフトウェアのテストでは、有効性、効率性、および顧客満足度などの品質に関する情報を生成します。NIST のコンピュータ科学者たちは、企業がどのようにソフトウェア・テストを報告するかを標準化、および「共通フォーマット」のデータが潜在的購入者にどれほど役立つかの測定を行うことによって、ソフトウェアの有用性を促進するためのプロジェクトをスタートさせました。

このような標準化によって、会社は、貧弱な設計のソフトウェアや特定の仕事に向かないソフトウェア購入してしまうことによる生産性低下と莫大な訓練費用支出を回避することにより、多大な金額の節約が可能となるでしょう。このプロジェクトには、米国の多くの最大手ソフトウェア生産社及び購買社が参加しています。例えば、ボーイング、コンパック・コンピュータ、イーストマン・コダック、Fidelity Investments、ヒューレット・パカード、マイクロソフト、State Farm Insurance、およびサン・マイクロシステムズなどです。

Web サイトの有用性ツール (Web site usability tools)

使える (usable) Web サイトは、産業界にとって、電子商取引販売の増大、労働生産性の向上、およびコストやユーザーのフラストレーションの軽減のために、きわめて重要です。しかしながら、有用性 (usability) 測定の従来の方法は、コストが高く、時間を要し、労働集約的なものでした。NIST は、Web サイト設計者や開発者がサイトの潜在的有用性の問題を分析するのを助け、有用性の専門家 (usability professionals) のサイト評価のスピードアップを助けるためのツールを開発しています。NIST の研究者たちは、これらのツールを洗練化し、次世代の Web 開発用および有用性テスト用ツールに組み込むために、産業界と協力して作業を行っています。

IT 研究開発のハイライト

電子図書館 (Digital Library)

概要

印刷機の発明は、15世紀の学者と出版者の、手で描いたり書いたりした文書を複数の印刷物にしたいという挑戦的な難題に解を与えました。一方、それらの印刷物を保管して整理するために図書館が作られました。1501年までに、印刷機は、35,000枚の原稿からおよそ2000万枚の複写物が作り出された程度ですが、それでも、社会的エリートに留まらず、読み書きの能力の拡大や人間の知識の普及を促しました。それに比較すると、今日の急速に発展するコンピューティング・システムやネットワークの機能は、指数関数的に拡大する大量の電子的に作成された文書、データ、画像、音、ビデオ・ストリームを再生、保存、表示、そして操作することを可能にしています。さらに、世界人口の大半にこれらの知識への瞬時のアクセスの可能性を与えています。しかし、これらの電子情報の多くの様式の「コレクション」を体系化して、エンド・ユーザーがそれらを利用可能にするためのシステムやソフトウェア・ツールを開発するには、複合的な技術革新が求められます。これには広範な異なる分野の知識をもった専門家たちの間での共同研究も含まれます。

1994年にスタートした電子図書館構想(DLI, Digital Library Initiative)は、だれでもがアクセス可能な人類の知識の電子貯蔵庫の夢を実現する上で、直面せざるを得ない概念、構造、および計算機能に対する課題に取り組んでいます。当初のDLI計画はごんまりとしたものであったにもかかわらず、参加している研究者たちの共同研究の成果は、Lycos および Google の検索エンジンや Go2Net のような商用の副産物を生み出し、多くの学者の注目を浴び、また、デジタル情報資源の大いなる可能性を際立たせました。1999年度に開始されたDLIフェーズ2では、より大きく広範な研究活動へと広がりを見せています。これらの研究では、今日のますます増大する計算能力および帯域幅容量を適用して、大規模で分散型の電子コレクションを、広域的な知識ネットワークを通して、アクセス可能にし、相互運用可能にし、かつ役立つものにするという目標の実現をはかります。DLIフェーズ2は、国立公文書・記録管理局 (National Archives and Records Administration)、スミソニアン協会 (Smithsonian Institution) および美術館・図書館業務研究所 (Institute of Museum and Library Services) の協力を受けて、NSF(National Science Foundation)、DARPA(Defence Advanced Research Projects Agency)、NIH(National Institute of Health)/NLM(National Library of Medicine)、米国議会図書館 (Library of Congress)、NASA (National Aeronautics & Space Administration)、人文基金 (National Endowment for the Humanities)、およびFBI (Federal Bureau of Investigation) によって共同支援されます。

DLIフェーズ2の方針

DLIフェーズ2の活動は、次のようなことを行うために、学会や産業界や政府からのコンピュータ科学者やエン

ジニアとともに、人文科学や芸術、物理科学の研究者や 公文書担当官も巻き込んでいます；新しいデジタル資源のコレクションの開発と分散アーカイブ間のテストベッド連携の開発；マルチメディア素材を統一されたレコードに融合するためのフレームワーク、ソフトウェア、およびネットワーク・アーキテクチャの作成；現在、分散されたコレクションをデジタル資源に統合するのを妨げている

る、意味的問題の解決；データの保存、整合性、およびプライバシーを保証するためのシステム設計の実験；および、デジタル素材の教育アプリケーションの探求と作成。DLIのフェーズ2の研究は、デジタル図書館の3つの中心的な課題に焦点を当てています。

- **人間中心の研究** -- 電子図書館を改善し、人々が情報を作り出し利用するまったく新しい方法を提供することができるような方法。
- **コンテンツとコレクション** -- 電子図書館が所蔵してユーザーに利用可能にすることができる人間の知識の種類。
- **システム中心の研究** -- インターネットを経由した、大規模で異種の電子的コレクションの作成とリンクにおける工学的、ソフトウェア的、そして分類学的な問題。

人間中心の研究 (Human-centered research)

これらの活動は、高品質のデジタル情報資源を広く教育用途、専門家用、および個人用途に使用する上で力となる次世代の手法、アルゴリズム、およびソフトウェアの探求を行います。研究者たちは、知的検索エージェント、改良された概要作成や要約化の技術、先進的インターフェイス、および共同研究のための技術やツールに焦点を当て、ソース・コレクションの分散ネットワーク中にいろいろな形式で保管されている電子情報を、個人やグループが、検索、抽出、操作し、提供することができるようにしようとしています。DLIのフェーズ2の研究によって扱われている課題には、以下のようなものがあります。

画像、ビデオ、および言語資源の個人向けに専用化された抽出と要約(PERSIVAL, Personalized Retrieval and Summarization of Image, Video, and Language Resources)

医学と健康関連のインターネット・サイトの爆発的増加は、医療提供者や利用者が、もっとも価値があり有用な現存の資源を見つけることを、ますます困難にしています。PERSIVAL(Personalized Retrieval and Summarization of Image, Video, and Language Resources)プロジェクトでは、医療実践者に、個々の患者のニーズを取り入れたオンライン医療資源への迅速で容易なアクセスを提供するために、コロムビア大学の研究者たちが、システム設計についての実験を行っています。この目標は、個人用に専用化された検索と情報提示用のツールを開発することであり、分散した医療情報にまたがってソートし、冗長なコンテンツと無関係なコンテンツを取り除き、医療実践者や消費者のリアルタイムの要求にもっとも合った検索結果を要約して提示することが求められています。コロムビア長老教会医療センター (Columbia Presbyterian Medical Center) において利用可能なオンラインの患者記録をテスト・モデルとして使用して、研究チームは、マルチモーダルな照会 (query) インターフェイスを、患者医療記録 (カルテ) と利用者背景情報から抽出した情報とリンクして、分散カルテ情報 (distributed medical resources.) のオンライン検索用照会グラフ (query graph) を作成しています。それから、検索結果は、患者のバックグラウンドにもっとも適合したものを提供するために、自然言語処理を使って選別されます。結果は、カスタマイズされたマルチメディア・フォーマットで提示されます。

<http://www.cs.columbia.edu/diglib/PERSIVAL/>

子供のためのデジタル資源 (Digital resources for children)

メリーランド大学のプロジェクトは、5歳から10歳の子供たちが、デジタル学習教材にアクセスして (access) 探求し (explore) 体系付けをする (organize) やり方、および子供たちの年齢固有のニーズに合った学習環境を作る上での問題点に注目しています。大学の研究者たちは、子供用に設計された電子図書館において、情報を可視化し (visualizing) ブラウズし (browsing) 問い合わせをし (querying) そして



まとめる (organizing) ための、発達上適切なツールを創っています。学際的研究活動のためのオーディオ、画像、ビデオ、およびテキストの素材 - これにはテストベットとしての、動物に関するデジタル・コレクションの構築が含まれる予定ですが - が、ディスカバリー・チャンネル (Discovery Channel) および米国内務省 (Department of the Interior) Patuxent (Maryland 州) の野生動物研究センター (Wildlife Research Center) によって、利用可能にされつつあります。

<http://www.cs.umd.edu/hcil/kiddiglib/>

メリーランド大学は、ヨークタウン小学校 (Yorktown Elementary School) の5歳から10歳までの子供たちと先生の協力を得て、マルチメディア子供電子図書館を作り始めました。これはNSFの助成を受けたプロジェクトであり、その子供達の年齢層での学習意欲をサポートする新しい技術を開発するため、「デザインの協力者」である子供たちといっしょに作業しながら、幼い子供たちがマルチメディア情報に問い合わせをし (querying) ブラウズし (browsing) そしてまとめる (organizing) のをサポートする視覚的インターフェイスを開発します。

学生のための技術とツール (Technologies and tools for students)

オンラインの教育資源を、大学生や大人を含む、より年長の学習者コミュニティにとっても、もっとアクセスしやすく役立つものにするための技術やツールも、いくつかの共同研究活動において開発されつつあります。たとえば、ジョージア州立大学 (Georgia State University) の Hypermedia and Visualization Laboratory (HVL)、および国際計算機学会 (ACM, Association for Computing Machinery) の SIGGRAPH (Special Interest Group for GRAPHics) 教育コミティ (Education Committee) の研究者たちは、XML (拡張マークアップ言語) を使って、ピア・レビュー済みの (peer-reviewed) 大学生教育用アプリケーションの再利用可能な全国的なコレクションのモデルの開発、および、XML と 3 次元 Web グラフィックス (3-D Web graphics) に基づく情報可視化技術を利用した改良されたナビゲーション機能の開発を行っています。アイオワ大学 (University of Iowa) とジョージア州立大学 (Georgia State University) の共同研究室 (collaboratory) と連携して、サウスカロライナ大学 (University of South Carolina) の研究者たちによって、関連した作業が行われています。これは、社会科学と経済学の学生および研究者向けに設計された、シミュレーション・ソフトウェア、実験、およびデータベースの「Web 実験図書館 (Web-lab Library)」を作成するものです。

<http://econ.badm.sc.edu/beam/>

ビデオ情報コラージュ (Video information collage)

カーネギー・メロン大学 (Carnegie Mellon University) の研究者たちは、「ビデオ情報コラージュ」と呼ばれるビデオ素材用の電子作業空間 (electronic workspace) を作っています。これは、ユーザーがビデオ、テキスト、画像、および音のファイルを、異種の分散された情報源から検索して (search for)、見て (view)、手を加える (manipulate) ことを可能にするものです。これによって、見つけたものを、時間的關係に基づく「経時コラージュ (chrono-collages)」、空間的關係に基づく「空間コラージュ (geo-collages)」、あるいはビデオの時間的本質を保存した「自動ドキュメンタリー (auto-documentaries)」として体系化することができます。この研究にはさらに、歴史的、政治的、および科学的に重要な記録の、公開のビデオ・アーカイブの作成も含まれています。

<http://www.informedia.cs.cmu.edu/>

アレキサンドリア・デジタルアース・プロトタイプ (ADEPT, Alexandria Digital Earth Prototype)

アレキサンドリア・デジタルアース・プロトタイプ (ADEPT) 計画は、カリフォルニア大学バークレー校 (University of California-Berkeley)、カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB, University of California-Santa Barbara)、スタンフォード大学 (Stanford University)、SDSC (サンディエゴ・スーパーコンピュータセンター)、およびカリフォルニア電子図書館 (CDL, California Digital Library) による、大規模な電子図書館共同研究の一部です。この ADEPT プロジェクトは、DLI フェーズ 1 のプロジェクトをもとにしています。それは、大規模な地球空間情報のデジタル・アーカイブを作るために、UCSB の地図と画像のコレクションを使い、地図、航空写真、地名索引、および文献目録を特色とした、アレキサンドリア・デジタル・ライブラリ (ADL) と呼ばれるものでした。ADEPT の作業において、研究者たちは、ADL の地理的に参照されるコンテンツを基にした、カスタマイズ可能な学習環境を構築しています。さらに、その教育上の効果の評価も行う予定です。学生はこれによって、多くの分野の学業のための、いろいろな異種情報源とオンライン・サービスからの情報に、ブックマークを付けて整理することができるようになります。ADEPT のモデルは、「Iscape」または「Information landscape」と呼ばれる独自の専用化されたインターフェイスを採用しており、幾層かのサービスと、独自に収集作成したコレクションの中のどの資源が共同利用可能かを指示するメタ情報ツールを含む資源素材 (resource) を備えています。

<http://www.alexandria.ucsb.edu/adept/>

パワー・ブラウザ (Power browsers)

スタンフォードの研究者たちは、「パワー・ブラウザ」の実験をしています。これは、無線接続と、極小ディスプレイでの表示とナビゲーションの能力を極大化するソフトウェアを通して、Web のような情報源にアクセスする携帯情報機器 (handheld information appliances) です。このソフトウェアは、ある種の検索関連動作を自動的に行うことによって時間を節約する、特殊なクローラー (徘徊) 機能をもっています。研究者たちはまた、大規模な「WebBase」データベース技術に関しても研究を進めています。この技術は、世界中のコンピュータに分散された何百万もの Web のページを、後続の検索あるいは分析のために、保存し索引付けします。

<http://www.diglib.stanford.edu/>

コンテンツとコレクション (Contents and collection)

研究者たちは、科学、芸術、人文科学における広い知識分野および特定の専門領域から、音や画像やビデオ、そしてテキスト形式レコードの、新しいデジタル・アーカイブを作成しています。また、彼らは、次のことを行っています。

- ・ デジタルでの表現方法、保存方法、および記憶格納方法の評価；
- ・ 効果的なメタデータ・システム (コレクションの中のレコードに関する知的コンテキストや適切な関連情報を提示するための標準構造) の探求；
- ・ 教材 (educational materials) とコースウェア (courseware, 教育用ソフトウェア) へのアクセスの拡大；

- ・ 著作権保護、プライバシー、および知的財産管理などのような、関連する法的および社会的問題を扱うための技術とプロトコルの開発。

現在の研究活動としては、以下のようなものがあります。

人文科学のための電子図書館 (Digital library for the humanities)

タフツ大学 (Tufts University) の研究者たちは、ベルリン (Berlin) のマックス プランク研究所 (Max Planck Institute)、Modern Language Association (MLA)、Boston Museum of Fine Arts、および Stoa 電子出版コンソーシアム (electronic publishing consortium) と協力して、学者にも一般のインターネット利用者にもアクセス可能で役に立つ、拡張性のある(スケーラブルな)学際的な電子図書館の基礎を開発しています。収録されている資料は、古代エジプトに始まり 19 世紀のロンドンに至るものです。このサイトは、1999 年の秋には 1 か月当たり 500 万件の要求を処理していました。

<http://www.perseus.tufts.edu/>

話し言葉の国民ギャラリー (NGSW, National Gallery of the Spoken Word)

ミシガン州立大学 (Michigan State University) の多分野からの合同チームは、米国で最初の、大規模で十分検索可能な、20 世紀全般にわたる歴史的に重要な音声資料のデータベースとリポジトリを構築しています。この「ギャラリー」は、トーマス・エジソンの最初の円筒型レコードへの録音 (cylinder recording)、ペープ・ルースやフローレンス・ナイチンゲールの声などのような、話し言葉の、高品質なデジタル版も提供します。アクセスは標準的な図書目録とメタデータで行えます。この研究の主要成果は、将来の Web 音声発展のための一連のベスト・プラクティス (best practices, 優れた事例) となるでしょう。これには、変換 (conversion)、保存 (preservation)、アクセス、および著作権遵守の方法 (copyright compliance) などが含まれます。

<http://www.ngsw.org/app.html>

科学、数学、工学、および技術の教育のための米国電子図書館 (SMETE, National digital library for science, mathematics, engineering, and technology education)

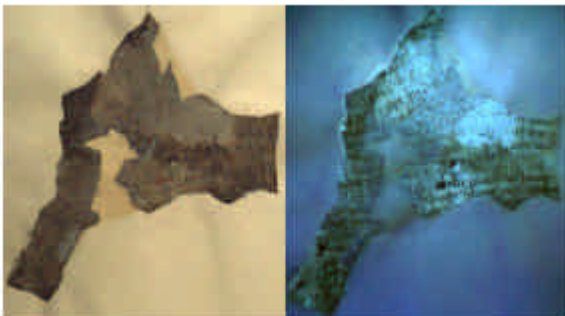
National Engineering Education Delivery System (NEEDS) の電子図書館を開発したカリフォルニア大学バークレー校 (University of California-Berkeley) の研究者たちは、科学、数学、および技術も包含するようにコレクションを拡張する方法を探求しています。このグループは、デジタル教材とコースウェアの目録作成、検索、表示、およびレビューを支援する Web ベースの情報ポータルを使用して、SMETE 電子図書館の開発に着手し、オンライン資源の能力を実証し、そして、初期の SMETE テストベッドのコレクションを評価しています。NSF 支援によるこの作業は、K-12(幼稚園から高校までの 12 年)および中等教育後の教育のための広範囲のデジタル学習資源の構築をめざしています。

<http://www.needs.org/>

デジタル・アシニアム (Digital Atheneum, デジタル図書館)

NSF の資金援助を受けているケンタッキー大学 (University of Kentucky) の研究者たちは、英国図書館 (British Library) の協力と IBM の SUR (Shared University Research) プログラムの支援を受けて、経年変化したり損傷のある原本をデジタル的に修復し質を高めたり、そのような資料の検索可能なりポジトリを作るための、最新の技術を開発しています。彼らは、英国図書館の Cottonian Collection(17 世紀の古物愛好家、Sir Robert Bruce Cotton 収集のギリシア、ヘブライ、および、アングロサクソンの稿本が収容されている)の文書を題材にして、文書の中の他の方法では見えない文や模様を明らかにし、デジタル注釈システムとこれらの文書の分野特有またはデータ特有の検索用の意味的フレームワークを作成するための、新たな手法をテストしています。

<http://www.digitalatheneum.org/>



ケンタッキー大学を拠点とする、NSF 支援のデジタル・アシニアム・プロジェクトは、ひどく破損したような原稿を復元するための最新の技術を開発しています。最終的には、以前には利用できなかった原稿の、復元および編集された画像の電子デジタル・ライブラリが提供されます。ここに図示されているのは、人間の目で見えた破損した原稿 (左) および、紫外線を利用したデジタル化で明らかになった、隠れた模様 (markings) があるもの (右) です。

デジタル・ワークフロー管理 (Digital workflow management)

ジョーンズ・ホプキンス大学 (Johns Hopkins University) の Lester S. Levy Collection にある 29,000 枚以上ものアメリカのポピュラーミュージックの一枚刷りの楽譜は、すでにデジタル・レコードに変換されていますが、このプ

プロジェクトによって、演奏音と高度の検索機能が作成され、さらにアクセスしやすく、有用なものとなるでしょう。また、1790年から1960年までにわたる期間のコレクションの中の項目から、研究者たちは、ジョーンズ・ホプキンスのPeabody Conservatory of Musicのスタッフによって書かれた光学的音楽認識ソフトウェアを使用して、オーディオ・ファイルと歌詞の全文テキストを作成します。さらに、この作業に含まれる人間作業に注目し、労力を削減するために、ワークフロー管理ツールを開発します。これらの活動の結果として、他の大規模なデジタル化プロジェクトにも転用可能なフレームワーク、テスト済みプロセス、および一連のツールがもたらされます。

<http://levysheetmusic.mse.jhu.edu/>

データの出典

ペンシルバニア大学の研究では、オンライン資源コレクションでもっとも難しい局面の1つである電子的記録の原本すなわち出典に関わる質問、たとえば、どれくらい古いものなのか、どのようにして当初作り出されたのか、だれが作ったのか、まただれがそれを作り変えたのかといった質問に注目しています。これらの質問は、関係する資料が、デジタル画像の中の1ピクセルから全データベースに及ぶものだけに、従来の保存よりも電子的な保存においてより難しい問題を提起しています。研究者たちは、World Wide Web上の構造化ドキュメントを提供するために次々に作り出されているソフトウェアの概念に基づいて、新しいデータ・モデル、問い合わせ言語、および保存技術を提供し、出典に関する注釈を保存して問い合わせができるプロトタイプ「アタッチメント」を開発します。

<http://db.cis.upenn.edu/Research/provenance.html>



ジョーンズ・ホプキンス大学 Milton S. Eisenhower Library の Special Collections Department の財産である(一枚刷りの)楽譜の Lester S. Levy Collection には19世紀に流行したアメリカのポピュラーミュージックを中心に1790年から1960年までの間の29,000枚以上の楽譜があります。図書館のオンラインサイトでは全楽譜に索引が付けられていて、このサイトへの訪問者は、それぞれの楽譜の目録を検索することができます。さらに、1923年以前および現在発行されているパブリックドメインの音楽も、カバー・イメージと1ページの楽譜をこのサイトからダウンロードすることができます。

システムとテストベッド (Systems and testbeds)

システムの研究では、動的で柔軟性が高く；個人、グループ、および組織のレベルに適合し；そして、成長し変化するデータ本体を新しいユーザー定義の構造に継続的に適応させることができる；そのような情報環境を構築するのに必要な、要素技術と統合技術に注力しています。これらの機能は、テストベッドのデモンストレーションにおいて、プロトタイプ化され評価されています。それらは、社会的慣習や作業習慣に大きなパラダイムの変革をもたらす、メディア統合、ソフトウェア機能、およびブレークスルーとなるようなアプリケーションに焦点を当てたものです。

学術出版のための新しいモデル (New model for scholarly publishing)

現在の学術的出版の印刷形態は、中央集中型の管理と制限された流通に基づくものであり、情報化時代が始まるはるかに以前に起源を置くものです。カリフォルニアの諸研究所による大規模な DL(電子図書館)共同研究のもう一つの構成要素の中で、カリフォルニア大学バークレー校 (University of California-Berkeley) の研究者たちは、この即時にグローバルなコミュニケーションが可能な時代において、学術情報を利用し普及させるために、分散型で継続的な個人出版のパラダイムを生み出すための技術とツールを開発しています。出版システムのプロトタイプは、実現しつつある CDL において、および SDSC によって開発されたテストベッド上で、テストされ実証される予定です。

<http://elib.cs.berkeley.edu/>

分類システム (Classification systems)

デジタル・アーカイブに関するもっとも複雑な技術的な課題は、コンテンツに対する標準化された識別分類体系と、ユーザーがこれらの資源を見つけるために必要な相互運用性のある (interoperable) 検索アーキテクチャを、どのように適合させるか、あるいは再発明するかということにあります。電子的作成物のアーカイブ担当者は、従来の印刷目録の分類法に加えて、多数の新しいコンテンツの種類 (たとえば、ビデオ、画像、音、およびソフトウェア・プログラム)、フォーマット(グラフィックス画像の jpeg や gif などのようなフォーマット)、および関連する運用上の注釈をあちこち変更してやり繰りしています。アリゾナ大学 (University of Arizona) の研究者たちは、SGI(Silicon Graphics, Inc.)、NCSA(National Center for Supercomputing Applications at the University of Illinois)、NIH (National Institutes of Health) の NLM (National Library of Medicine) と NCI (National Cancer Institute)、GeoRef Information Services、および Petroleum Abstracts と協力して、分野特有の大きなテキストのコレクションから自動的に分類システムを生成して、それらを手作業で作成した分類構造と一体化するためのアーキテクチャと関連する技術に関して作業を進めています。プロトタイプを作り、テストするため、研究者たちは、キーワード検索のための計算集中型のスケーラブルな自動クラスタリング手法を並列化し、ベンチマークを行っています。これは、既存の分類システムを持った大規模コレクションでは、医学分野における、CancerLit(700,000 の要約)と NLM の UMLS (Unified Medical Language System) (500,000 の医学概念)；地球科学分野における、GeoRef と Petroleum Abstracts(800,000 の要約)、GeoRef Thesaurus(26,000 項目)；について行っており、また、1.5 百万の Web ページと Yahoo! の分類システム(26,000 項目)を含む Web アプリケーションについて行っています。並列の高性能プラットフォーム上のシミュレーションを使用して、科学者たちは、様々なアルゴリズムの出力を最適化して評価し、その結果を可視化する階層的表示方法を開発します。

<http://ai.bpa.arizona.edu/go/dl/>

バーチャル・ワークスペース (Virtual workspaces)

デジタル・コレクションは、たとえ内部で構造化して目録を作成したときでさえも、多くのユーザーはさらに、処理したり比較したりするために、何か、その上にさまざまな情報源からの項目を広げることができるような、大きくて十分に明るい図書館のテーブルに似たようなものも必要とします。Harvard-MIT Data Center の研究者たちは、複数機関と一般の人々との間で、研究と教育のための定量的社会科学の資料を管理し共有するための Virtual Data Center(VDC)を、共同で設計しています。VDC は、他の研究センターやデータベースともリンクされる予定であり、参加者は、多くのフォーマットでデータを預けて、それらの資料へのアクセス項目を設定することができるようになります。ユーザーは、指定した変数だけを含むデータをダウンロードできるようになります。VDC オープン・ソフトウェア・ツール一式が、最終的には、無償で移植可能な製品として提供されるでしょう。

<http://www.thedata.org/>

セキュリティ、品質、アクセス、および信頼性 (Security, quality, access, and reliability)

ユーザーにとって効果的な分類システムとツールに加えて、電子図書館の基盤 (infrastructure) としては、実際の図書館と同様に、コレクションの物理的な安全性、品質管理、およびコンテンツへのリモート・アクセスを保証するシステムを必要とします。スタンフォード大学 (Stanford University) の研究者たちは、媒体の老化や自然災害、組織変更などにもかかわらず、デジタル情報が長期的に存続することを保証するための方法を探求しています。彼らは、コレクションの変化を自動的に監視する技術や、別のサイトで自動的に複製を作るような大規模アーカイブへの継続的「ミラーリング」の技術についての、プロトタイプを作成しています。このプロトタイプ

ブは、起こりうる誤作動に対してオペレータに警告するために、記憶媒体の想定される故障についての数学モデルも使用しています。

コーネル大学 (Cornell University) では、研究者たちは、電子図書館の情報の完全性 (integrity) に注目しており、所蔵された情報が信頼でき、容易に利用可能であること、および、著者の知的財産権とユーザーのプライバシー権が保護されることを保証するために、管理アーキテクチャのプロトタイプを考案しています。

<http://www.prism.cornell.edu/>

国際的活動 (International efforts)

わずか数年の間に、DL の活動は、重要な人類の記録に関するデジタル資源物構築の作業にとどまらず、これらの新しい情報資源へのユニバーサル・アクセス (だれもがアクセスできる) を促進する、国際的な共同研究をも含むように拡大してきました。

米国と英国の協力 (U.S.-U.K. activities)

NSF と英国の Joint Information Systems Committee の構想 (initiative) は、たとえば、異なったフォーマットの、地理的に分散された資料に対して、リンクしアクセスする上での主要な技術的問題を解決する、国際的な研究を支援します。これらのプロジェクトには、以下のようなものがあります。

- カリフォルニア大学バークレー校 (University of California-Berkeley) / リバプール図書館大学 (University of Liverpool Library) の研究では、マルチデータベース環境におけるドメイン間にまたがる (cross-domain) 検索を可能にする研究を行います。目標は、国際標準に基づいた次世代のオンライン情報検索システムである Cheshire を製作することです。これは、オリジナル資料、印刷図書、記録、公文書、写本、美術博物館所蔵品、統計データベース、および、全文テキスト・データ資源や地球空間情報データ資源やマルチメディアデータ資源などの、コレクションにまたがったインターネット検索を目的としたシステムです。
- HARMONY は、コーネル大学 (Cornell University)、オーストラリア分散システム技術センター (Australian Distributed Systems Technology Centre)、およびブリストル大学 (University of Bristol) (英国) の 3 者の協力によるものであり、複雑な混合メディアのデジタル・オブジェクトの、ネットワーク化されたコレクションを記述するためのメタデータ・フレームワークを考案します。

この研究は、Resource Description Framework (RDF)、XML、Dublin Core、および Moving Pictures Expert Group の MPEG-7 - これらはすべて、構造化メタデータの表現と交換のための標準ですが - これらの作業結果を一緒にまとめます。目標は、図書館、教育、および権利管理の専門家などの複数のコミュニティが、マルチメディア・コンテンツに注釈付けを行なうために、オーバーラップする記述的語彙を定義することを可能にすることです。

<http://www.ilrt.bris.ac.uk/discovery/harmony/>

- コーネル大学 (Cornell University)、ロス・アラモス国立研究所 (Los Alamos National Laboratory)、およびサウサンプトン大学 (University of Southampton) (英国) によるデモンストレーションでは、ロス・アラモスのオンライン物理学アーカイブ (Physics Archive) 中の 100,000 を越える論文の各々に、それが引用するそのアーカイブ中の他の各論文へのハイパーリンクを張ります。このプロジェクトの目標は、専門分野を越えて、世界中のいろいろな分野の執筆者に、同様のハイパーリンクを張ったオンライン・アーカイブの作成への参加を促すことにあります。
<http://journals.ecs.soton.ac.uk/x3cites/>
- 音楽そのものをオンラインで探すためのツール - 現在はまだ可能になっていない検索のタイプですが - これが、マサチューセッツ大学 (University of Massachusetts) とロンドンのキングス・カレッジ (Kings College, London) の研究者たちによる共同研究の目標です。ユーザーは、このオンライン音楽認識および検索 (OMRAS, online music recognition and searching) ツールによって、エンコードされた楽譜ファイルからデジタル・オーディオに及ぶいろいろなフォーマットでオンライン・データベースに保存されている音楽情報を検索することができるようになります。
<http://journals.ecs.soton.ac.uk/x3cites/>
- ウィスコンシン大学マジソン校 (University of Wisconsin-Madison)、バース大学 (University of Bath) (英国)、およびブリストル大学 (University of Bristol) (英国) の協力による IMesh Toolkit プロジェクトは、「サブジェクト・ゲートウェイ」と呼ばれる、高度に選択性な、特定の主題 (subject) に固有の Web サイトを通してインターネット資源にアクセスする、使われはじめつつあるアプローチを利用して、先進的なサブジェクト・ゲートウェイの開発者たちの間に、IMesh の国際共同研究を拡大します。この研究の目標は、サブジェクト・ゲートウェイや関連のサービスが個々の要素を指定するアーキテクチャを明確にすることによってその中で機能するフレームワークの進展にあります。このアーキテクチャによって、それぞれの国で開発

されたサブジェクト・ゲートウェイの間での相互運用と横断的な検索が可能になります。

<http://www.imesh.org/toolkit/>

- ミシガン大学 (University of Michigan) の研究者たちは、英国の大学研究図書館コンソーシアム (Consortium of University Research Libraries) の代表者と共同して、デジタル形式での情報の長期保存におけるエミュレーションの潜在的役割について研究しています。このプロジェクトは、次のことを行います。エミュレーション・ツール一式を開発しテストします；複雑なマルチメディア文書やオブジェクトの保存戦略としての、エミュレーションのコストと利点を評価 (evaluate) します；保存作業における正確な複製への投資について、コレクション管理の意思決定のためのモデルを考案します；オブジェクトの機能、外観 ("look," and "feel") を保存するためのオプションを評価します；そして、変換 (conversion)、移動 (migration)、およびエミュレーションなど、いろいろな異なった保存戦略の利用のための暫定的なガイドラインを作成します。

米国とドイツの協力 (U.S.-Germany activities)

2000年1月に、NSF/DLI フェーズ2およびドイツの Deutsche Forschungsgemeinschaft は、共同で、国際的にアクセス可能なデジタル・コレクションの開発および組織化に関する、米国およびドイツの大学の研究者たちからの共同研究提案の募集を行いました。

NSFとEUのワーキング・グループ (NSF-EU working groups)

将来の電子図書館研究の将来方向に関する、NSFと欧州連合(EU)の共同ワーキング・グループは、国家的、技術的、社会的、および経済的問題の初期研究、ならびに、共通の研究協議事項に関する計画を完了しました。5つのワーキング・グループは、- そのそれぞれに、米国の学会、産業界、および政府機関からの研究者が参加しているのですが - グローバルに分散した電子図書館における、次のような問題の解決に努力しました。それは、経済的問題と知的財産権、電子図書館システム間の相互運用性、メタデータ、多言語情報アクセス、および、資源へのインデックス付けと検索の問題です。

"An International Research Agenda for Digital Libraries " というタイトルの最終報告書と有用な論文類が、次のサイトにあります。

http://www.si.umich.edu/UMDL/EU_Grant/home.htm および

<http://www.iei.pi.cnr.it/DELOS/NSF/nsf.htm>

大規模ネットワーキング (LSN)

概要

教育、健康医療、科学、およびビジネスの分野において、ネットワーキング技術の驚くべき進展は社会における根本的な変化をもたらし、アメリカ国民の日々の活動の営みに劇的な影響を及ぼしています。即座の証券取引からオンラインでの美術オークションに至るまで、また Web による米国郵便番号検索から全国的な法執行データベースに至るまで、今日、ますます発展する環境において大規模ネットワーキング(LSN、Large Scale Networking)に対する連邦政府機関の支援が明らかに大きな影響を及ぼしています。LSN は、中心的な影響力を持って技術の目覚ましい進展を促し、それらの技術は政府、学術、および企業の各分野で速やかに採用されてきました。

連邦政府の LSN 研究開発の内容

- 政府機関のミッションの要件を支援するための従来のネットワーキング研究
- 次世代インターネット構想(NGI、Next Generation Internet(米大統領が IT R&D 計画の一環として発表した次世代インターネット構想))
- スケーラブル情報基盤(SII、Scalable Information Infrastructure)の研究

LSN 計画は、長期の基本ネットワーキング研究の課題を探求するとともに、開発中の LSN 製品をツール化して機関のミッションを支援します。LSN では、インターネットおよびインターネット・アプリケーションを実現するための核となる技術に関して連邦政府支援の研究開発を継続しつつ、連邦政府機関が必要とする技術、機関のネットワーキングを支えるインフラストラクチャ、およびネットワーキングのアプリケーション開発に注力しています。

NGI は、1998 年の開始以来、LSN でもっとも注目されてきたものです。NGI は、LSN の基本プログラムに基づき、今後 10 年間にわたりインターネットで要求される拡張性、信頼性、およびサービスを確実なものとするために必要なネットワークの研究、テストベッド、およびアプリケーションを提供してきました。2000 年度には、そのテストベッド構築のかなりの部分が完成することから、NGI の当初の 3 つの目標が見直され、ネットワークの性能と機能性の改良、およびまったく新しいネットワーキング・アプリケーションの 2 つの主な目標に重点が置かれています。

PITAC(大統領直属情報技術諮問委員会、President's Information Technology Advisory Committee)は、1999 年のレポート、“Information Technology Research: Investing in Our Future,” の中で、IT 研究開発に対する連邦政府の支援はきわめて不十分であると指摘しています。新しい IT 概念の流れを維持し、次世代の研究者を育成することを意図していた研究プログラムですが、必要な研究のほんのわずかな部分に資金を提供していたに過ぎません。PITAC は、IT 研究開発において重要な新しいプログラムの創出と資金の増大、また相互運用性と有用性に関するネットワーキングの研究開発における連邦政府の役割の拡大を勧告しています。

連邦政府の機関は、この課題に IT 研究開発における新たな提案プログラムで応えました。その主な内容の 1 つは、SII で、その研究の目標は、ユーザからの要求をトランスペアレントに実現しながらインターネットの成長(拡大)を促すツールや技術を開発することにあります。この SII の研究開発は、LSN の基本プログラムおよび NGI プログラムを補完するものであり、LSN にとって不可欠なものです。SII の研究は、極度にネットワーク化されたシステム、時間や場所を問わない接続性、およびネットワークのモデル化とシミュレーションに注力します。

このレポートの以下のセクションでは、LSN の基本プログラム、NGI、および SII の研究開発に関する 2000 年度の業績と 2001 年度の計画について記述します。

LSN チーム

LSN コーディネート・グループ(LSNCG, LSN Coordinating Group)(以前の LSN ワーキング・グループ(LSNWG, LSN Working Group))は、連邦政府の複数の機関によるネットワーク研究開発計画をコーディネートしています。4 つのチームが LSNCG にレポートして、この仕事の補佐と先端的なネットワーク技術実現の手助けをしています。

ジョイント・エンジニアリング・チーム(JET, Joint Engineering Team)は、米連邦政府機関のネットワーク(FedNets, Federal agency networks)やその他の高性能研究ネットワークの間でのネットワーク・アーキテクチャ、接続性、交換ポイント、および協力関係をコーディネートしています。また、エンド・ツー・エンドのユーザ・パフォーマンスの改良と資源や労力の重複を避けるため、政府、学術研究機関、および産業界の間での接続性、相互運用性、およびサービスの緊密なコーディネーションも行っています。JET はさらに、国際的な接続および相互運用もコーディネートしています。

JET は、学術コミュニティの GigaPops(ギガポップス, Giga bit per second Points of Presence(I2 に接続するための高速アクセス・ポイント)), Abilene network(Qwest, Cisco, Nortel, およびインディアナ大学が共同で開発した先進的なバックボーン・ネットワーク)、および University Corporation for Advanced Internet Development(UCAID, Internet2 の開発を大学主導で進めるために結成された非営利団体。Internet2 プロジェクトの研究を進める大学を支援する Abilene ネットワークを運用。)の Internet2(I2)に協力しています。2000 年度に JET は、FedNets の接続とピアリングを行う次世代インターネット交換ポイント(NGIXs, Next Generation Internet Exchange Points)のインプリメンテーションを展開してコーディネートしています。(72 ページ)

現在までに、全米科学財団(NSF)は、167 の大学と 4 つの高性能コンピューティング センターに対して、DARPA(米国防省高等研究計画局)の SuperNet(15)、NASA(米国防宇宙局)(5)、DOE(エネルギー省)(5)、および NLM(米国立医学図書館)(1)によって支援された別の NGI サイトとの NGI 接続に関する高性能接続(HPC, High Performance Connection)の報奨査定を行いました。JET は、NGI テストベッドへの新たな追加サイトの接続のコーディネーションを継続して、NGI テストベッドのバックボーン上でのマルチキャストの実現や性能改善のための基準提供などのサポートを行います。

JET は、複数の機関の間ならびに Abilene との共同研究を支援して、ハワイやアラスカのような地理的な面で難しい地域へも改良された低コストのサービスを提供します。2000 年度に、JET はハワイとアラスカへの研究用接続の増大に関するコーディネーションを行っています。

JET は、スーパーコンピューティング会議やその他のデモンストレーションにおける NGI テストベッドを使用したアプリケーション・デモンストレーションのための接続要件をコーディネートします。JET および他の LSNCG チームは、1999 年 8 月 11 日と 12 日にカリフォルニアの Moffett Field にある NASA の Ames 研究センターで開催された LSN の “ Bridging the Gap Workshop ” に協力しました。このワークショップは、ネットワークの研究者たちと NGI のアプリケーション開発者を引き合わせて、理解や協力の進展を促し、先端技術の開発と実現のためのロードマップとスケジュールを提供しました。

ネットワーク研究チーム(NRT, Networking Research Team)は、機関のネットワーク研究プログラムのコーディネーションを行い、連邦政府機関の間でのネットワーク研究

情報の共有を図るとともに NGI の目標 1 の活動を支援します。NRT は、アプリケーション開発者やエンド・ユーザにネットワーク研究情報を広めたり、その活動のコーディネーションを行うことによってエンド・ユーザまでの便宜を提供します。

NRT はミドルウェアに関する機関のワークショップの展開にも前向きに取り組みます。他の LSN チームとも協力して、NRT は “ Bridging the Gap Workshop ” のとりまとめをしました。このワークショップでは、サービス品質、マルチキャスト、およびインターネット・セキュリティというネットワーク研究の 3 つの主たる分野が、今後 1 年ないし 3 年以内に達成可能な最新技術の中で最も優先されるべき分野であることが確認されました。1999 年 12 月には、NRT は、研究成果を普及させて共同研究を増やす目的で、DARPA、NSF、および NIST(米国防務省標準技術局)の研究者たちとの NGI 研究/Principal Investigator(PI)会議をコーディネートしました。

高性能ネットワーク・アプリケーション・チーム(HPNAT, High Performance Networking Applications Team)は、高性能ネットワーク・アプリケーション分野における米国の技術的なリーダーシップを維持、拡大するために連邦政府の研究開発をコーディネートし、最先端のアプリケーションをサポートするための最新のネットワーク技術、サービス、および性能を採用した研究を推進します。この研究の進展は、連邦政府機関のミッションを支援して、全国に展開される情報インフラストラクチャの基礎を構築する新しくより高性能なネットワーク・アプリケーションにつながります。

HPNAT は、連邦政府機関、政府の研究所、学術研究機関、および産業界の間での大規模なネットワーク・アプリケーション開発における協力を推進します。また、技術のデモンストレーション、ワークショップ、およびセミナーなどの情報普及活動を計画します。HPNAT は、オレゴンのポートランドで開催された SC99(全米高性能ネットワーク・コンピューティング会議、旧スーパーコンピューティング会議)(81 ページ)のような会議で NGI のデモンストレーションを計画して NGI の目標 2 を支援します。“ Bridging the Gap Workshop ” では、HPNAT は、15 のアプリケーションの事例研究(<http://www.nren.nasa.gov/case.html>を参照)の選定とプレゼンテーションをコーディネートしました。それらの事例は、ワークショップにおいて考察された技術領域において国家として重要なニーズや広範なアプリケーション分野を代表するものが選ばれました。

インターネット・セキュリティ・チーム(IST)は、進展する最新のネットワーク・セキュリティ技術の検査と実験を推進します。IST は、セキュリティ要件やニーズ、および現在ない新たなセキュリティ技術の交換のためのフォーラムとしての役割を果たすことで、LSNCG に NGI のネットワーク・セキュリティの研究に対するフィードバックと方向付けを提示します。IST は、インターネット・セキュリティのテストベッドの開発と利用を推進します。そして、LSN の機関や JET がこれらのテストベッドを実現して、そのテストベッドに関する活動を国内外のセキュリティ研究のコミュニティへ公表できるよう支援します。2000 年 1 月に、IST は、継続中の一連の “ Workshops on Public Key Infrastructure (PKI) for Advanced Network Technologies ” の計画を開始しました。これは、2000 年 4 月に第 1 回が開催されました。ワークショップの目標は、ヒューマン・コンピュータ・インターフェイス部分の PKI(公開鍵インフラストラクチャ)を開発、実現するためのロードマップを提示し、インターネット・セキュリティ標準開発用の複数機関向けと商用のテストベッドを実現することにあります。

LSNのネットワーキング・インフラストラクチャ支援

研究ネットワーク

機関関連の LSN の研究開発活動には、参加機関のミッション要件に着目した科学研究のためのネットワーキング・インフラストラクチャの提供、およびインターネットのグローバルな規模での機能の拡張を可能とする技術とアプリケーションの開発が含まれています。LSN は、NASA の研究・教育用ネットワーク(NREN)、DOE のエネルギー科学ネットワーク(ESnet)などの研究用ネットワークを支援する他に、NSF の National Laboratory for Applied Networking Research(NLANR)におけるようなネットワーキング管理を支援します。LSN のインフラストラクチャ支援には、連邦政府機関用の革新的な最先端技術の実現が含まれており、以下のような案件のコーディネーションが含まれています。

- マルチモーダル・ネットワーク・テストベッド
- サテライトの相互接続
- 標準化とテストを含む無線技術の開発
- ネットワーク接続のデバイス
- ネットワーク関連のサービス
- ソフトウェア・オブジェクト
- データ・セット

LSN は、インターネット・エンジニアリング・タスクフォース+(IETF+)などの他のコミュニティとともに研究開発構想をコーディネートします。

測定とネットワーク解析

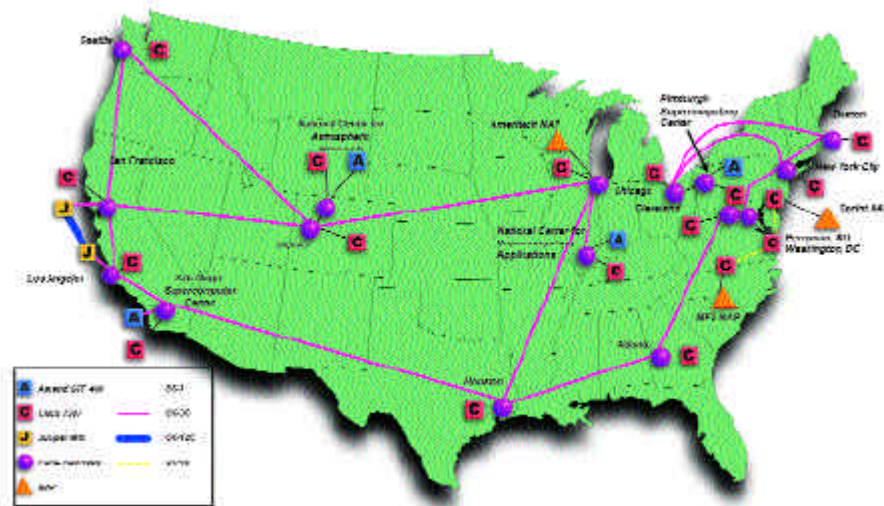
NLANR は、インターネットの急速な成長と拡大によって提起された測定とネットワーク解析の課題に対応するために、主として NSF の High Performance Connections サイトに焦点を当ててネットワーク解析のためのインフラストラクチャを構築し、運用しています。研究開発の分野には、動的性能測定、単一ネットワーク管理プロトコル(SNMP、Simple Network Management Protocol)によるネットワーク構成機器からのデータ収集、インターネット・ルーティングの安定度と状態に関連するデータ、および受動的ヘッダー・トレース・データが含まれています。

基礎的なネットワーキングの研究

NSF のネットワーキングの研究は、ネットワークや分散システムを通じた効率的で高速な情報転送を容易に行う上で必要な基礎的な科学技術に注力しています。資金が供与されたプロジェクトは、ネットワークの設計や性能の評価からネットワークや分散システムのアプリケーションをサポートするミドルウェアやソフトウェアのフレームワークに及んでいます。それらのプロジェクトはまた、ネットワークや分散システムとその基盤となる通信技術との相互の関連に着目しています。それらの研究分野には、エージェントベースのネットワーク、高速のネットワーキング、マルチキャスト、マルチメディア・アプリケーション、多重アクセス・プロトコル、ネットワーキング・アーキテクチャ、ネットワーク設計、ネットワーク管理、ネットワーク・セキュリティ、ネットワーク・システム、ネットワーク用のオブジェクト指向フレームワーク、光ネットワーク、性能評価、プロトコル、サービス品質(QoS)、資源管理、トラフィック・コントロール、無線とモバイルのネットワークなどが含まれています。

特別のネットワーキング研究プロジェクト

NSF の特別プロジェクトは、大規模で、またいくつかのケースにおいては多くの専門分野に及ぶ作業、専門化したハードウェアとソフトウェアの研究、およびネットワーキング・システム研究用のネットワークを支援します。また、研究計画の立案や共同開発の充実を支援します。成果としては、ギガビットの非同期転送モード(ATM)スイッチ・キットの製作と提供、およびインターネット・プロトコル・バージョン 6(IPv6)の開発とソースの配布があります。現在進行中および計画中のプロジェクトとして、完全光ネットワーキング、ギガビット・ネットワーキング、通信、コントロール理論、データベース、デバイス、分散システム、オペレーティング・システム、無線通信とモバイル通信およびネットワーキングにおける研究優先順位、ソフトウェア、および信号処理が含まれます。斬新なネットワーキング概念の実証試験的デモンストレーションは、研究所内の実験から全国規模の共同研究にまで及びます。



大学へ超高性能のバックボーン・ネットワーク・サービス (vBNS) を提供するための NSF の MCI WorldCom との協力協定は、2000 年 3 月 31 日に終了しました。NSF は、このサービスの無償での延張を折衝して、完了させました。

アドバンスド・ネットワーキング・インフラストラクチャ (ANI)

ANI 計画は、米国の研究と教育のコミュニティの分散 IT の目標を支援する高性能ネットワーキング・テストベッドと関連技術の研究、開発、インプリメンテーション、およびテストを支援します。ANI は、単科大学や総合大学に対して高性能接続の奨励金を給付して、キャンパスにおける研究用ネットワーキング・インフラストラクチャの改良を促し、先端的なネットワーキング・サービスおよび速度を必要とする高性能アプリケーションの開発を奨励します。ANI のプログラムは、NSF の高性能接続サイトや NSF/MCI WorldCom の vBNS などの高性能ネットワーク・サービス・プロバイダ (HPNSP) 向けの技術、エンジニアリング、およびトラフィックの解析のためのサポートを提供している NLANR を支援します。

1999 年度には、ロサンジェルスとサンフランシスコの間の OC-48 (2.4 Gbps) の研究用リンクを始動して、高性能ネットワーキングが高速化され、CalREN-2 (カリフォルニアの研究・教育用ネットワーク) の大学内研究および教育用ネットワーキングに供用されています。OC-48 へのアップグレードによって、マルチキャスト、IPv6、および QoS クラスの実験が可能になります。

大学へ超高性能のバックボーン・ネットワーク・サービス (vBNS) を提供するための NSF の MCI WorldCom との協力協定は、2000 年 3 月 31 日に終了しました。NSF は、MCI WorldCom とその vBNS+サービス、および Abilene と協力して、接続されている大学に対してそのスムーズな移行を実施するための支援を行ってきました。

インターネット技術計画

インターネット技術計画が焦点を当てている分野には、複合したネットワーク監視および問題の検出と解決のメカニズム、自動化された最新のネットワーク・ツール/ネットワーク化されたアプリケーション・ツール/ネットワーク・ベースのミドルウェア、および共同研究や情報の共有を推進する有用で、かつ広く展開可能なネットワーキング・アプリケーションが含まれています。現在の研究としては、以下のようなものがあります。

- 遠隔地における環境研究のための無線機器のプロトタイプテストと評価。NSF の長期環境研究 (LTER) プロジェクトと共に、この目標は、ウィスコンシンの凍結した湖からプエルトリコの荒々しい山地まで、というようなフィールドでのデータ収集用のリモート・センシング・デバイスを開発することにあります。
- デジタル化された未来に関する調査。このプロジェクトは、社会や家庭におけるパーソナル・コンピューティングとインターネット技術の影響を研究しています。これは、社会経済問題の研究に対する PITAC の要請に応えるものです。

STAR TAP

NSF の ANI 計画は、米国の研究および教育コミュニティと世界中の学術機関とを結びつける国際的なネットワーキング活動をコーディネートします。ANI は、高性能アプリケーションを支援し、かつ新しいネットワーキング技術を開発するために vBNS と国際的な高度なネットワーキングを相互連結させる目的でシカゴに科学技術研究中継アクセス・ポイント (STAR TAPSM, Science, Technology, And Research Transit Access Point) を設置しました。STAR TAP は、イリノイ大学シカゴ校の EVL (電子可視化研究所) によって管理され、Ameritech Advanced Data

Systems によって運用されています。

STAR TAPは、最新の国際的なネットワーキングの長期の相互接続と相互運用性を促進し、アプリケーション、性能測定、および技術評価を支援します。また、国際的なvBNS 接続プログラムを定着させ、NGI および I2 コミュニティとの共同研究を可能にしています。STAR TAPは以下に示すネットワークと接続されています。

連邦政府機関のNGIバックボーン・ネットワーク

- DoD(米国国防総省)の Defense Research and Engineering Network(DREN)(155 Mbps:1 秒当たりのメガ・ビット数)
- DOE の ESnet(155 Mbps)
- NASA の Integrated Services Network(NISN)および NREN(155 Mbps)
- NSF の vBNS(155 Mbps)



イリノイ州シカゴにある科学技術研究用中継アクセス・ポイント (STAR TAP、Science, Technology, And Research Transit Access Point) の接続マップ。STAR TAP は、最新の国際的なネットワーキングの長期の相互接続と相互運用性を促進し、アプリケーション、性能測定、および技術評価を支援します。また、国際的なvBNS 接続プログラムを定着させ、NGI および I2 コミュニティとの共同研究を可能にしています。

その他の米国内ネットワーク

- Abilene/University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID)
- vBNS (2000年3月31日以降)

国際ネットワーク

- APAN (アジア太平洋アドバンスドネットワーク)(アジア太平洋: 日本、韓国、オーストラリア、シンガポール[第2接続]、およびタイ、70 Mbps)
- CA*Net (カナダ、45 Mbps)
- CERN(欧州素粒子物理学研究所)、IJCC (イスラエル、45 Mbps)
- MirNET(米ソのネットワーク・コンソーシアム)(ロシア、6 Mbps)
- NORDUnet(北欧諸国にまたがるネットワーク) (デンマーク、フィンランド、アイスランド、ノルウェー、スウェーデン、45 Mbps)
- RENATER2 (フランス、45 Mbps)

- SingAREN(シンガポールの先進的な研究・教育用ネットワーク)(シンガポール、14 Mbps)
- SURFnet (オランダ、155 Mbps)
- TAnet2(台湾、15 Mbps)
- TransPAC(米国-アジア太平洋ネットワーク・コンソーシアム)(日本、韓国、シンガポール、オーストラリア、35 Mbps)

この他、アジアおよび南アメリカのいくつかの国が STAR TAP への接続の意向を表明しています。この活動は、現在、より高いレベルでのサービス機能と性能の改良を目指しています。

STAR TAP は、地理的に分散化されたネットワーク、コンピューティング、ストレージ、および表示リソースのための資源の管理、スケジューリング、利用、および性能測定に対する統合化された手段を提供します。この資源の集まりをインターナショナル・グリッド(iGrid)と呼んでいます。この iGrid は、STAR TAP の支援により、SC99 において国際的な共同研究の展示を行いました。2000 年度には、STAR TAP は、東海岸と西海岸、およびシカゴに接続ポイントを置いた分散アーキテクチャへと移行します。国外の STAR TAP への参加者は米国中継機能(U.S.transit)を用意しています。

無線に関する標準化

今日の新しい市場では、廉価、分散型で、組み込み型のデバイスがいろいろな所で使用されており、それらのデバイスのアーキテクチャは、有線と無線技術の組み合わせにより、携帯可能かつ自己完結型の環境をサポートしています。しかし、これらの市場の一層の発展は、広範囲に受け入れられる標準の欠如により阻害されています。NIST は標準化組織と協力して、ポータブル無線デバイスの従来型ネットワークへの接続、サービス・ディスカバリー、自己完結でかつ動的な資源共有、モバイル用のコードとデータ、および広範囲の(pervasive)サービスやアプリケーションの作成と管理に必要なソフトウェアのインフラストラクチャなどの問題に取り組んでいます。

アクティブネットワーク

DARPA のアクティブネットワーク計画は、ネットワーク技術の急速な改革や展開に対応し、かつ防衛用アプリケーションが要求するますます高度なサービスを実現するために柔軟で拡張性のあるネットワーク用プラットフォームを創造しています。その「アクティブネット」アーキテクチャは、ネットワーク・サービスの細かい調整管理をサポートするきわめて動的なランタイム環境に基づいたものです。パケット自体は、送受信や管理の要件に合わせるために資源を記述したり蓄えたり変更したりする上での基本となるものです。

アクティブネットワークの目標は、フォールト・トレランス、多層のモバイル・セキュリティ、動的なアクセス制御、およびマルチキャストにおけるオーディオとビデオの同期と通常速度でのビデオなど、ネットワーク・サービスにおける定量化可能なものの改良を含んでいます。これらの目標達成においていくつか挑戦すべきことは、コンポジット・プロトコルの定義、効率的で、安全で、耐久性のある「スマート・パケット」処理、オーバーラップするトポロジとモビリティの要求をもつ大規模ネットワークにおけるルーティングとサービスの提供のための新しいストラテジ、ネットワークの複雑化と歩調を合わせるためのサービスのアップグレードなどがあります。

トレラントなネットワーク

DARPA の「トレラントなネットワーク」の研究開発は、DoD の新たなネットワーク中心の戦争ビジョンにおいて浮上すると考えられる脆弱性や問題点に着目して、ネットワークが攻撃されている間でもオペレーションの継続が可能となる技術を開発します。「トレラントなネットワーク」技術は、完全性と可用性に重点を置いたフォールトトレラントな防御機能の導入、およびミッションに基づく連携のダイナミックな生成と管理で潜在的な脆弱性を軽減する技術の開発によってネットワークを強化します。たとえば、サービス停止攻撃はアタッカーの資源を制約し、ダイナミックに構築するミッション固有の連携での固い協力関係を機能させることによって阻止し、同時に、増大するネットワーク攻撃による潜在的な脅威や影響を受けるパートナーを最小限にとどめます。

フォールトトレラント・ネットワーク

資源を浪費させるために、認証などの重いプロトコル・チェックを利用しているサービス停止攻撃は、利用可能なすべてのネットワーク資源を急激に浪費させることによりネットワーク・オペレーションを容易に中断させて無能にし、正規のユーザがネットワークにアクセスできないようにします。フォールトトレラント・ネットワー

クは、部分的には成功する攻撃に対してもネットワーク・インフラストラクチャの継続運用と正常な機能縮退を保証し、正規のユーザに対して最大限のネットワーク能力を維持します。

無線の情報技術とネットワーク

次世代の地上無線通信および衛星通信の技術は、情報への接近性における画期的な進展と経済的産出の増大を約束します。たった 20 年間で、無線によるパーソナル通信サービスは、単なる概念から全世界で 3 億人を越える加入者、すなわち世界中に設置された有線電話ベースでその 40% に当たる加入者を接続するまでに至りました。現在のトレンドでは、今後 20~30 年以内に、完全に個人の居場所を問わない無線モバイルの IT 革命が実現します。次世代無線システムの研究開発によって、米国は、2002 年までに 7 億台の加入者向け機器に成長すると予測されている世界の無線市場における勝利者となることができます。

研究のトピックスには、単に帯域幅だけではなくトラフィック・タイプの幅広いミックス、消費電力の制限、および拡張性に対応するための管理機能があります。潜在的なアプリケーションとしては、とくに遠隔地における、危機管理、ナビゲーション(たとえば、車の中での、あるいは大きなビルへの)、遠隔医療(医師向けだけでなく、現場の救急隊員向けも)、学習などがあります。

現在の研究活動には以下のようなものがあります。

- ライス大学が研究しているシームレスのコミュニケーション・プラットフォームは、高速の室内用無線システムと従来のセルラー型システムのような異なる環境において機能します。
- コロンビア大学ではモバイル特定用途のネットワーク、無線のフロー管理、および帯域幅をアダプティブリアルタイム・フローへ割り当てるアドミッション・コントロール・アルゴリズムにおけるアダプティブ・リアルタイム・サービス向けの包括的な QoS アーキテクチャの研究を行っています。
- 南カリフォルニア大学の“directed diffusion and behavior”ネットワークの新しい概念に関する研究は、アプリケーションとネットワークの間の境界問題に取り組んでいます。
- アリゾナ大学の“fine-grain configurability”と“fast coordinated adaptation”を基礎として使用する無線アーキテクチャの開発に関する研究は、多様なダイナミックに変化する環境におけるアプリケーションに QoS をもたらします。

ダイナミックな連携管理

従来のシステム・デザインでは、「中枢神経系」をもっていて、もし攻撃を受けた場合には、完全にシステムを使用できないようにして対応することができます。破損したコンポーネントあるいは劣悪なコンポーネントによっても、全システムの障害につながることもありえます。ダイナミックな連携管理機能は、ダイナミックに構築されたミッション固有の連携において、固い協力を可能にし、増大する障害による潜在的な脅威や影響を受けるパートナーを最小限にとどめます。この分野の研究開発は、いろいろな領域にまたがる運用ポリシーの構築をダイナミックに管理、有効化し、大きなグループ内での情報の普及を確実に管理し、かつ既存のPKI(公開鍵インフラストラクチャ、Public Key Infrastructure)技術を強化してすばやい取り消しや横断的認証を行う上での機能を実現します。

Quorum: エンド・ツー・エンドのミッションの成功

防衛アプリケーションは、すばやく構築される合同や連携ミッションを支援するため、シームレスな相互運用性、多くのノードにわたる分散、および情報の共有が求められます。このようなシステムは、急速に発展しているCOTS(すぐに利用できる商用ハードウェアおよびソフトウェア、Commercial off-the-shelf)コンポーネントで構成され、きわめて変化に富んだ、不利な環境に配備されます。しかし、今日の商用技術は機能的な相互運用性に重点を置き、ミッションクリティカルな特性、たとえば、タイムリーさ、正確さ、信頼性、およびセキュリティ、またそれらの間で容認できるトレードオフなどに関しては、ほとんど保証も管理もされていません。

ネットワークングやコンピューティングの進展は、高性能のワークステーション・クラスタから広範囲の情報検索と共同環境に至るまで、分散コンピューティング研究開発に拍車をかけてきました。これらのアプローチは、一般に、特定のオペレーティング・システムやプラットフォームに固く結びついた統合化ソリューションか、あるいは移植性を確保するために性能を犠牲にしたオーバーレイのいずれかに重点を置いています。ローカルから広域の環境までの拡張性を提示しているアプローチはなにひとつありません。また、現在浮上している動的、共有、異種混合の広域環境におけるミッションクリティカルな防衛アプリケーションに必要な確実なサービスや適応性を提供できるものはありません。

DARPA の Quorum 計画は、ミッションクリティカルなアプリケーション用のグローバルな分散コンピューティングをサポートするためのオペレーティング・システムの技術を開発しています。Quorum プログラムは、ミドルウェア、オペレーティング・システム、およびネットワークにわたるエンド・ツー・エンドの QoS 管理が、

- きわめてダイナミックでかつ予測の困難なネットワーク環境におけるミッションの成功を保証する上で必要なエンド・ツー・エンドの保証
- 異種混合の資源においてその性能の範囲が数桁の大きさにも及ぶ拡張性
- 技術進展と歩調を合わせることができる発展の可能性

を兼ね備えたアプリケーションの提供にとってきわめて重要であるという認識に立っています。Quorum プログラムは、3つの相互に関連した技術開発の作業、および4番目の統合とデモンストレーションの作業からなっています。

QoS アーキテクチャ

この技術には、アプリケーション・レベルの QoS 制約と許容できるトレードオフの指定方法、QoS ネゴシエーション用プロトコルと保証限界、アプリケーション・レベルの期待値を個々の資源とサービス制約に対してマッピングするためのアルゴリズム、提供される QoS をダイナミックに監視するための機器と分析手法、およびアプリケーションへのフィードバックを提供したり、必要ならばアダプテーションまたは再ネゴシエーションを引き起こすためのプロトコルが含まれています。

半透明なシステム階層

分散コンピューティングにおいては、機能的透明性は、ミッションクリティカルな特性に影響を及ぼすインプリメンテーションの決定が、ユーザから認知できるけれども、いらだたしい程に制御しがたいという状況を示しています。この分野の研究開発は、機能的透明性の利点を維持しながら、同時に、より高い階層から課されたあるいはより低い階層や環境からフィードバックされた QoS 制約にダイナミックに対応できる半透明のサービスを実現し、代替のインプリメンテーション、ポリシー、またはメカニズムの選択あるいは特殊化によってそれらのサービスの動作を適応させます。注目している特定の階層には、仮想マシン API(アプリケーション・プログラム・インターフェイス)、分散共有メモリ、分散オブジェクト、コミュニケーション・サービス、およびオペレーティング・システムが含まれています。

適応性のある資源管理機能

Quorum は、そのネゴシエートされた QoS 制約に従って、グローバルな異種混合のプールからアプリケーションに対して資源をダイナミックに検出、割り当て、かつスケジュールする資源管理技術を実現します。開発中の技術には、資源の能力の特徴付けをして、それらをアプリケーション要件やプロファイルへマッピングするための方法、資源状態の一貫性のあるグローバルな監視情報を集めて維持するための技術、および負荷要求、障害、情報戦争の攻撃、あるいは危機的状況への対応においてほぼ最適な性能および適応支援を生み出すダイナミックな資源配分アルゴリズムが含まれています。

統合化、デモンストレーション、および検証

Quorum のビジョン実現のためには、構成技術の調和のとれた開発、それらの構成技術を統合して、継続的に能力を拡大して行くための参考となる試作品の製作、および現実的な防御アプリケーションのための評価とデモンストレーションが求められています。主要な DoD のテストベッドは、“Navy's 21st Century Surface Combatant” プログラムで、これは次世代イージス戦闘コントロール・システムのためのアーキテクチャと技術を探求しています。

センサー情報技術計画(SensIT)

微細加工センサーは、将来の物理世界と情報世界間のインターフェイスです。大量のデータを安く、リアルタイムで提供することで、これらのセンサーは、戦場における意志決定、最少のマンパワーでの偵察、および機器のメンテナンスにとって鍵を握る要素となります。DARPA のセンサー情報技術計画(SensIT)は、何千ものセンサーから成るネットワークが重要な意思決定地点へタイムリーに提供できる有用な情報を最大化することに集中的に取り組んでいます。SensIT 計画の使命は、多数のマイクロセンサー、内蔵プロセッサ、位置決め機能、および無線通信を組み合わせた廉価で普及しているプラットフォームで構成されたネットワーク化システムに必要なすべてのソフトウェアを開発することにあります。これによって生み出される技術は、あたかもスーパーコンピュータが小型化されて、その環境の中に分散され、各ノードでコンピューティングと協調動作を実行することによってそのセンサーのある地域を「見通す」ような機能を実現します。

研究の目標には、

- 最小のレイテンシと最大の存続性を備えたきわめてダイナミックな特定用途のネットワークの自己組織化用アルゴリズム
- セキュリティ用の超暗号機能
- 使いやすい問い合わせと作業用の言語
- 運用環境
- 共同信号処理用の分散非同期アルゴリズム
- 人間、マイクロロボット、車両搭載の内部ネットワーク化された固定および可動のセンサー

を採用した大規模なセンサー・ネットワークの開発が含まれています。DARPA は、さらに、SDP PCA(ソフトウェアの設計および生産性のプログラム・コンポーネント・エリア)でこの分野のソフトウェア研究も支援しています。
[92 ページ]

超高速ネットワーキング

NSA(米国国家安全保障局)の超高速ネットワーキングプログラムは、マルチギガビット(multigigabit)/秒の幹線速度の特性をもった高性能研究用ネットワーク・インフラストラクチャを提供します。また、本プログラムにより最終的には、持続的なマルチギガビット/秒のデータ・フローがサポートされます。2000 年度には、NSA は、光ネットワーキングとネットワーキング・プロトコルを使用した初期実験で、以下のことを目標とします。

- プロトコル階層を減らすための代替ネットワーク管理ソリューションの輪郭を描きます。
- 全光インターネットネットワークを実現するために、NSA の光クロスパー・ネットワークのうちのいくつかを完成し、ATDnet(最新技術のデモンストレーション用ネットワーク)の MONET(多重波長光ネットワーキング)機器に接続して光マルチキャストを実証します。
- 長距離通信の問題を更に調査するために、MCNC(ノースカロライナ州にある先進的電子工学、電気通信、高性能コンピューティングの研究所)およびローリー - ダラム地域の大学と協力して、そのトランスペアレントな光ネットワークをノースカロライナまで延長し、ノースカロライナの先進的な教育ネットワークと Internet2 に接続します。

- 1999年度に始まった一連の機能/実行可能性の実験を完了させます。

NSA のアドレッシングと帯域幅のニーズに対応するために、信号方式、ルーティング、およびマルチキャスト機能に関する初期の研究を拡張して、NSA は 2001 年度に輻輳制御とマルチドメイン・ネットワーク管理の研究を開始します。NSA が支援する研究者たちは、ネットワーク接続のエンド・ツー・エンドの監視とフォールト・アイソレーションを可能にする制御方式で情報を交換するネットワーク管理センター間のピア・リレーションを検討します。一方、そのような情報は競争上有利になるように使用できるため、ベンダー間でネットワークの管理情報がほとんど共有されない環境にも注目しています。

DOE の研究開発

DOE の研究開発は、ユーザと DOE の実験的なコンピュータ設備を結ぶために、広域的、データ集中的、協調的なコンピューティングをサポートする、ネットワークング、ミドルウェア、アプリケーションを統合するグリッド・アーキテクチャの必要性に着目しています。DOE は、12 のプロジェクトに資金援助を行い、アプリケーションで必要な性能保証を提供するという目標に向かって、先進的なネットワーク・アーキテクチャやコンポーネント、先進的なミドルウェア・サービス、および先進的なネットワーク監視ツールとサービスを開発してきました。

DOEによるインターネット・プロトコル・バージョン 6(IPv6)のインプリメンテーション

インターネットの長期にわたる成長と拡張性に伴う最大の問題の 1 つは、現在のインターネット・プロトコル・バージョン 4(IPv4)で全システムにグローバルにアドレスするにはアドレス空間が不足するという事です。新しいバージョンである IPv6 は、次世代ネットワーク階層プロトコルの標準として採用されました。1999 年 8 月に、DOE の ESnet の要求により、最初の実用 IPv6 アドレス指定プレフィックスが、American Registry for Internet Numbers(ARIN)によって割り当てられ、それを使用して ESnet のユーザに IPv6 サービスが提供されています。

ESnet は、30 以上の DOE サイトで何千人もの科学研究者たちに高速接続を提供して、6REN と呼ばれる実用の IPv6 ネットワーク構想を構築し、世界の研究および教育用のネットワークが初期の実用 IPv6 サービスを提供できるよう推進してきました。IPv6 は 128 ビットのアドレスを使用するため、理論的には、最大で約 256 兆*兆*兆のアドレスを提供できます。これは、現在はもちろんだれもがアクセスできるようになる将来のインターネットの成長を考慮してもアドレッシングの拡張性を十分に維持できるものです。IPv6 に組み込まれたこの他の特徴としては、セキュリティ機能の組み込み、ダイナミックな自動構成、マルチキャスト、移動性、QoS、およびルーティング・システムをより効率的に運用するための機能があります。将来、膨大な数の無線機器を効果的に配備するためには、この IPv6 の完全なインプリメンテーションが必要です。

EMERGE(ESnet/MREN 地域グリッド実験用テストベッド)

2000 年度に DOE は、EMERGE(ESnet/MREN 地域グリッド実験用テストベッド)に資金を提供しました。EMERGE の目標は、DOE の実験設備にルーター、グリッドのミドルウェア、およびアプリケーション・テストのパッケージを配置して、差別化サービス(DiffServ)または QoS を可能にさせて、ESnet (IP-over-ATM ネットワーク) と Abilene (IP-over-SONET(SONET:同期光ネットワーク伝送))の相互運用性を探求して、これらの QoS の実験を NSF が資金援助している STAR TAP 経由でヨーロッパやアジアへ拡大することにあります。

EMERGE は、今日の「ベスト・エフォート方式のみの」ネットワークでは十分に目指せなかったデータ・フローを新たに進展させます。このテストベッドでは、DOE の計算科学アプリケーション、特に保証された帯域幅と低レイテンシのネットワークングを必要とする気候、燃焼、および高エネルギー物理学のアプリケーションが実行されます。ツール開発では、遠隔の機器制御、データ・マイニングときわめて大きなデータ・セット、協調環境、遠隔近接、超高解像度の描画、およびユニキャスト/マルチキャストのデジタル・ビデオに注目しています。

予定されている 2000 年度の成果としては以下のようなものがあります。

- EMERGE ルーターを通して複数の科学研究所で利用可能な 100 Mbps の DiffServ ネットワークング
- 全国的な DOE の研究所および大学のアプリケーションで使用するために配備されたミドルウェア・サービスの共通パッケージであるグリッド・サービス・パッケージ(GSP)
- 遠隔近接アプリケーションの共通テスト・パッケージの配備
- EMERGE テストベッドおよび ESnet 上での DOE のアプリケーションのデモンストレーション
- DiffServ の運用開始時に改良点をドキュメント化した定量的測定結果の公開
- 新たな QoS ストラテジのテスト計画

ANL(アルゴンヌ国立研究所)およびESnetとの協力の元でイリノイ大学シカゴ校のEVLが主導して、EMERGEは、以下の他のサイトと協力してテストベッドを構築しています。

アプリケーション・サイト:

- ウィスコンシン大学マジソン校のエンジン研究センター
- イリノイ大学アーバナ-シャンペーン校の Center for Simulation of Advanced Rockets
- シカゴ大学の Center for Astrophysical Thermonuclear Flashes

ツール開発サイト

- ウィスコンシン大学マジソン校(コンピュータ科学: 高エネルギー物理学データ・グリッド)
- イリノイ大学アーバナ-シャンペーン校(NCSA、国立コンピュータ科学同盟: GSP)
- イリノイ大学シカゴ校(EVL: アプリケーション・レベルの遠隔近接ネットワーク性能テスト・パッケージ)
- ノースウェスタン大学(International Center for Advanced Internet Research: MREN) 上のビデオ供給と Internet2 DiffServ との相互運用性

NIST との今後の作業は、DiffServ とその他のフローを管理するためのマルチプロトコル・ラベル・スイッチング(MPLS)のテスト、GSPの拡張と監視ツールへの可視化機能組み込み、遠隔近接ネットワーク性能テストへの触覚および描写フローの追加、マルチリゾリューション圧縮デジタル・ビデオ用のテスト・パッケージの作成、ESnet と Abilene との相互運用性テストとチューニングの継続、および国際的な協力の推進などがあります。後半の分野では、CERN(欧州合同素粒子原子核研究機構)、オランダ、ロシア、およびシンガポールが、DiffServ と MPLS のテストへの参加に関心を示しています。

デジタル・コラボレーション・サービス(DCS)

ESnet は、DOEの研究コミュニティに次世代のテレビ会議機能を提供しています。デジタル共同研究サービスは、専用のビデオ会議設備のオーディオ、ビデオ、およびデータの双方向性の機能をデスクトップ・コンピュータ上で利用可能にすることにより、離れた DOE サイトの科学者たちがリアルタイムで共同研究ができる仮想研究所の実現に向け一歩前進しました。DCS 2.0 は、国際電気通信連合(ITU)によって採用されている通信とアプリケーションの標準に基づいていて、他のネットワークやユーザとの相互運用が可能です。

DOEのネットワーキング・ツール

DARPA と協力して、DOEは Netlogger を開発しました。これは、エンド・ツー・エンドの性能監視のためのリアルタイム分析ができるツールです。見やすいグラフィカル・ユーザ・インターフェイス(GUI)により、ネットワーク上のボトルネック箇所を指摘します。また、DOEは PingER を開発しました。これは、ネットワーク監視ツールで、インターネットリンクの性能に関して ping のエンド・ツー・エンドのレポート機能をもったものです。PingER は、応答、ジッター、ロス、および到達度を測定でき、国内外の6つの大陸の55か国、381サイトにおける536のリモート・ノードをカバーします。PingER はネットワーキング作業監視ツールに関連しています。PingER は、主として高エネルギー物理学のコミュニティをサポートします。

地球観測情報ネットワーク(GOIN、Global Observation Information Network)

1999年3月のハワイでのGOINのデモンストレーション・プロジェクトにより、米国の地球観測研究者と日本の協力者が結ばれました。NASA、DoD、およびNSFによって提供されたリンクを使用して、NOAA(米国海洋大気局)のPMEL(Pacific Marine Environment Laboratory)は、初めてNGIを通してNOAAのアプリケーションを実証しました。これには、OceanShare(海洋学研究用の共同研究環境)、およびVRML(バーチャル・リアリティ・モデリング言語)を使用した3次元ツールがあり、エル・ニーニョの発生、稚魚の回遊、およびオットセイの摂食移動を実証しました。NGIを通してこのような革新的アプリケーションを運用することによって、科学的調査の共同研究と研究促進の機会がますます大きくなります。この他のGOINのデモンストレーションとしては、分散されたリアルタイム・データを使用して、海氷の移動や海洋の温度分布などの地球の自然現象を可視化しました。また、衛星で測定した温度データを使用して農業生産力を判定しました。

負荷バランス

NOAA は、無駄な過剰投資なしでピーク時の負荷を緩和するための地理的に分散されたミラーリングと負荷バランスの実験を行いました。これは、NOAA の国立ハリケーン センターで特に役立っています。このセンターでは、人口密度の大きい東海岸にハリケーンが上陸したときに NOAA で最大のトラフィックを経験しています。これらの実験は、過去のハリケーンシーズンにおいてその有用性を実証しました。このシーズンにおける NOAA の Web サービスの負荷は、特別に Media Metrix によって追跡された月当たりのアクセス件数の測定が示すとおり、他のいかなる政府機関のサービスの負荷よりも大きくなっています。ハリケーン情報は、業務上重要な気象データが中断されることなく流れている状態で、地理的に分散された 3 か所のアクセス・ポイント(接続点)で入手できるようになっています。

LSN のアプリケーション研究開発

LSN のアプリケーション研究開発は、商用の製品提供者や研究コミュニティから提供されるベータ・ソフトウェアを、NOAA の気象モデリングや NIH(米国国立衛生研究所)の医療共同作業などの実務問題へ適用することに焦点を当てています。短期的な開発や配備としては、高性能パラレル・インターフェイス(HiPPi、high performance parallel interface)の標準、アプリケーション固有のマルチキャストと QoS、インターネットテレビ会議の開発などのインターネット・ツール、製品、およびサービスがあります。



政府の NGI は、他の連邦政府機関のネットワーキング研究計画と協調して、21 世紀におけるより強力、フレキシブル、安全かつ知的なインターネット実現のための技術とインフラストラクチャの基礎を構築しています。NGI は、LSN のネットワークの研究開発およびインフラストラクチャ支援との固い結びつきによって、学術、産業界、および政府の間の協力関係の構築を促して、米国を情報とコミュニケーション技術の最先端で維持し、かつ国内の学校、ビジネス、および家庭での新しいマルチメディアのアプリケーションの導入を推進します。

NGI 計画には 2 つの目標があります。

目標 1 NGI は、次世代ネットワーキング技術の技術開発および実験を進展させて、以下の項目について機能の追加と性能の改良を行います。

- 信頼性
- セキュリティ
- 堅牢性
- 差別化サービス これにはマルチキャストおよびオーディオ/ビデオも含まれていて、サービス品質(QoS)やサービスのクラス(CoS)として知られているものです。
- ネットワーク管理 これには帯域幅の割り当てや共有も含まれています。

目標 1 のこの他の関連分野としては、以下のようなものが含まれています。

- ミドルウェア
- 広範なエンド・ユーザ・サイトで高速の Linux(オープン・ソースのオペレーティング・システム)を使用したソフトウェア・プラットフォームの開発と配備
- 性能を改良するためのプロトコル・スタックのチューニング

目標 1 は、DARPA の SuperNet で、エンド・ツー・エンドの性能において 1997 年での能力を 1,000 倍増大したものの、すなわち研究者のエンド・ユーザ向けにおよそ 1 Gbps を提供する NGI のテストベッドによってサポートされています。

目標 2 NGI は、次のような技術を可能にする革命的なアプリケーションを開発し実証します。

- 共同作業技術

- デジタル図書館
- 分散コンピューティング
- プライバシーとセキュリティ
- リモートオペレーションとシミュレーション

さらに、次のような専門分野のアプリケーションの開発や実証もあります。

- 基礎科学
- 危機管理
- 教育
- 環境
- 政府の情報サービス
- 健康医療
- 製造

目標 2 は、1997 年のインターネット上でのエンド・ツー・エンドの性能を 100 倍増大したものの、すなわち研究者のエンド・ユーザ向けにおよそ 100 Mbps を提供した NGI のテストベッドによってサポートされています。

目標 1

実績と計画

NGI の目標 1 の計画は、ネットワーク成長技術を生みだし、差別化されたクラス・オブ・サービス (CoS) の信頼できかつ安全な提供、管理、およびエンド・ツー・エンドの交信を可能にするための技術の研究開発およびテストベッドの配備とデモンストレーションに注力します。

NSF

NSF は、ネットワーク成長技術、QoS、およびセキュリティに着目して広範なネットワーキング研究プログラムを実践してきました。ネットワーク・エンジニアリング研究プロジェクトは、インターネットの規模と速度の拡大、性能測定とミドルウェアの開発、フローベースまたは集計ベースの QoS と輻輳制御への対応に注目しています。特に注目すべきプロジェクトには、以下のようなものがあります。

- 輻輳管理
- QoS 環境でのテラビット・ルーティング
- 先行予約、ルーティング、およびスケジューリング
- QoS を保証した高速スイッチのためのスケジューリング・アルゴリズム
- グローバルな分散コンピューティングのための QoS を実現したミドルウェア

NSF のプログラムは、ネットワーク・セキュリティとその保証、エンド・ツー・エンドのセキュリティ、価格設定や費用回収などのポリシーの機能に注目します。あるいくつかのプロジェクトには、安全かつ堅牢なエージェント技術と安定したマルチキャストが含まれています。

高性能ネットワーク・サービス・プロバイダ (HPNSP)

NSF は、NGI で必要とされる高性能サービスを提供するために、大学および連邦政府機関サイトに広帯域ネットワークによる先進的なネットワーク・サービスを提供する商用の HPNSP の区分を指定しました。Abilene ネットワークは、この指定を受けた最初のネットワークで、JET との緊密な協力によって接続機能を提供し、NGI コミュニティの他の要求を満たすように対応しています。この他のネットワーク・プロバイダも HPNSP サービスの提供に関心を示しています。

DARPA の SuperNet

DARPA の SuperNet 計画の目標は、共有された全国ネットワーク・インフラストラクチャ上における保証された要求対応での超高帯域幅の実現です。SuperNet は、以下を実施することにより数 Gbps のエンド・ツー・エンドの伝送を実証します。

- 効率的なネットワーク・プロトコル・スタックの開発
- エンド・ツー・エンド・アーキテクチャと性能への注力
- 地方、都市部、および遠隔地域のネットワークに関する技術開発
- ダイナミックに制御される光レイヤの実現

SC99の会議で、NGIの研究者たちと企業パートナーにより、2.4 Gbpsのネットワークの速度と性能の世界記録を達成しました。この時は、スタジオ品質の高品位テレビ(HDTV)のストリームをNGIのテストベッドを通してSC99まで長距離送信を行いました。

NIST

次世代標準暗号化方式(AES、Advanced encryption standard)

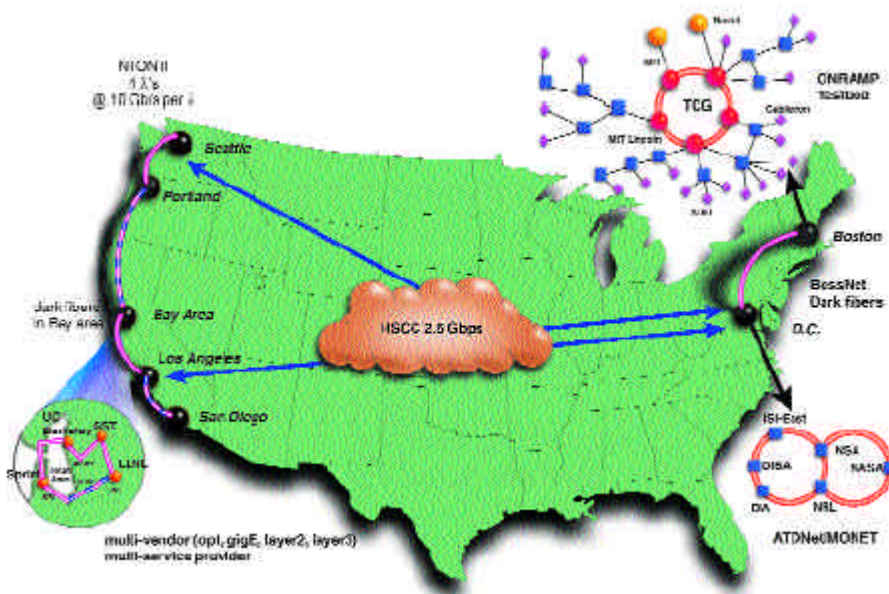
NISTは、今後30年から50年にわたって情報を保護するために、政府や産業界で使用される特許使用料無料の次世代標準暗号化方式であるAESを開発しています。NISTは、複数のプラットフォームとコンピューティング・システムを使用して候補となる複数のアルゴリズムをテストし、効率テストの結果を比較して暗号解析の有効性を調査し、さらにCOTS(すぐに利用できる商用ハードウェアおよびソフトウェア、Commercial off-the-shelf)製品の適合性を検証しています。

公開暗号キーインフラストラクチャ(PKI)

NISTのPKIプログラムは、政府機関および一般社会のニーズを満たすために相互運用可能かつ十分に安全な商用として入手可能なPKI製品とサービスの開発を保証します。NISTは、ユーザや供給者がPKI標準および仕様、相互運用性、正確さ、および品質を確立するのを支援しています。さらに、PKIコンポーネントのセキュリティ要件の分析とガイダンスを公表し、自動キー復元システムとWebベースの電子認証の試験モデルを開発しています。

インターネットのサービス品質(QoS)

NISTは、標準化されたインターネットQoS技術の商用展開を促進し、適応性のあるインターネット・アプリケーションの開発者を支援するためのツールを考案し、分散化された多数共用のQoSルーティングと信号プロトコルをテストするための技術とツールを開発し、そして拡張性のある(スケーラブルな)QoSのルーティングとシグナリング用として提案されたアルゴリズムやプロトコルを評価しています。たとえば、NISTは制御可能なインターネットの性能変動をエミュレートするためのツールであるNISTnetを配備しました。NISTnetは、SC99(84ページ)で展示されました。



DARPA の SuperNet 計画の目標は、共有された全国ネットワーク・インフラストラクチャ上における保証された要求対応での超高帯域幅の実現です。

Hybrid-fiber coax(HFC: 光ファイバと同軸ケーブルの組み合わせ)によるアクセス

Hybrid-fiber coax(HFC)は、家庭のコンピューティング・システムを商用の通信ネットワークへ接続するための 1 つの手段です。NIST は、HFC メディア・アクセス制御用のプロトコルを評価しています。さらに、HFC ネットワーク上の ATM と TCP/IP とのトラフィックを改善するためにエンド・ツー・エンドの性能について研究しています。NIST は、ATM ネットワーク・シミュレータに HFC ネットワーク・プロトコルを組み込み、HFC ネットワーク上のエンド・ツー・エンドの ATM と TCP/IP とのトラフィックに関する衝突解決アルゴリズム、帯域幅割り当て、および優先順位スキームに関する成果を公表しました。

高密度波長分割多重(DWDM, Dense wave division multiplexing)

NIST は、ダイナミックに再構成が可能な DWDM ネットワークの開発を促進し、WDM(光波長分割方式)ネットワークにおける波長割り当てとルーティングに関して提案されたアルゴリズムの評価を行っています。WDM は既存のファイバ上での帯域幅を飛躍的に拡大します。

機敏性のある(Agile)ネットワークング・インフラストラクチャ

NIST は、プログラム可能で再構成が可能なコミュニケーション・インフラストラクチャ、適応性があり再構成が可能な分散システム用のミドルウェア、および動作中のネットワークの資源管理を可能にする測定技術を実現するため機敏性のあるネットワークング技術を開発しています。NIST は、さらにインターネットへのモバイル無線ネットワークのアクセスを可能にするネットワーク化された広範囲の(pervasive)コンピューティングに対する測定や標準化に対する要求の評価も行っています。

目標 2 実績と計画

NGI の目標 2 のアプリケーションは、広範囲の社会と技術の分野をカバーしており、アプリケーション開発をサポートする 100x のテストベッドが厳しいアプリケーション・テスト環境に対して高性能で信頼性のあるサービスを提供します。100x テストベッド・ネットワークは、以下のようなことを実践します。

- QoS、マルチキャスト、セキュリティ、ネットワーク管理、およびプロトコル性能管理を含む先進的な技術の開発とインプリメント
- ポイント・ツー・ポイントのサービスよりもむしろエンド・ツー・エンドの性能に対する重点化
- 透明性への重点化
- キャンパス環境(LAN)およびユーザ・エンド・システムの包含
- ネットワーク資源の協調管理機能の提供
- 堅牢なアーキテクチャによる信頼性のあるサービスの提供(NGI ネットワーク・バックボーン、地域的構造と GigaPop 構造、および次世代インターネット交換(NGIXs、Next Generation Internet Exchanges))

JET が交替でコーディネートしているネットワーク・プロバイダが、これらの機能をインプリメントします。1999 年度に、JET は、NGIX の JETnets(vBNS、ESnet、NREN、DREN、NISN、および Abilene)の間の相互接続ポイントに注力しました。NGIX は、NASA の Ames 研究センター(NGIX-西部)、シカゴ(NGIX 中西部)、およびメリーランド大学(NGIX 東部)でインプリメントされました。また、ピアリング配置は、これらの交換ポイントで現在開発されつつあります。大学コミュニティとの一層の協力の提案が、連邦政府機関、GigaPop オペレータ、大学キャンパスの代表者、および Internet2 による合同会議によって行われました。このコーディネーションによって、大学と政府のコミュニティは、NGI のネットワークの性能測定およびキャンパス・ネットワークングの能力とサービスのアップグレードに注力しました。

2000 年度に、JETnets は NGI バックボーンでのマルチキャストをインプリメントしました。大学キャンパスのネットワークでは、マルチキャスト・ツールをインプリメントしてチューニングを行い、エンド・ユーザがマルチキャスト・サービスを効果的に使用できるようにする必要があります。マルチキャスト・サービスは、リアルタイムでリモート環境との相互交流が行えるため、講義や会合を放送する場合に特に有効です。

IP の QoS は、共同研究のテストベッドで展開されています。ESnet、NREN、および vBNS は、ドメイン間の DiffServ

をインプリメントしている Qbone(I2 のエンド・ツー・エンド・テストベッド)プロジェクトに参加しています。vBNS は、RSVP(Resource Reservation Protocol)/ATM を使用して、予約帯域幅サービスを提供してきました。JETnets は、IPv6 を開発している 6Bone プロジェクトの一部で、著しく増大するアドレス空間用のプロトコルを提供し、QoS のようなネットワーク・サービスを促進します。vBNS は、個々のルーターにまたがったネイティブな IPv6 サービスをテストしています。

性能の測定と改善

インターネットの性能の測定は、ボトルネックのような問題を特定し、それらを解決して改善されたネットワーク性能を提供する上できわめて重要です。JETnets の能動状態測定機能には、スループット、ラウンド・トリップ・タイム(RTT)、トポロジ、一方向遅延、遅延バリエーション、およびパケット・ロス・データを提供するための先進的測定プラットフォーム(AMP, advanced measurement platform)と調査が含まれています。受動状態ネットワーク性能測定は、非侵襲的で個々のフローの詳細な特性を提供する Coral(ネットワーク性能測定ツール)/OCXmon(OCX モニター(OC ネットワーク・リンクの非侵襲的性能測定値の汎用名。たとえば、OC-12mon、OC-48mon など))を使用します。この他にも測定および可視化用ツールを開発中です。JET は、NGI ネットワーキング上で大規模なデータ・フローや高帯域幅を使用しているユーザを識別して、それらのユーザのアプリケーション性能を改善するための支援を行っています。このチームは、特定のサブネットのエンド・ツー・エンドの性能を測定するため精密に調整されたラップトップを提供して、ローカルのネットワークオペレータがボトルネックやその他のネットワークの問題点を明確にするための支援を行っています。JET は、商用のベンダーと NGI の政府機関の間の緊密な協力を促進して、高性能アプリケーション領域に改善された柔軟なインターネット性能を提供するためのプロトコル・スタックのチューニングのために、プラットフォーム上で Linux ソフトウェアを開発しています。

NSF のアプリケーション

何百ものアプリケーションが、NSF によって資金援助された大学研究者たちによって開発されています。その多くが NGI の高帯域幅の能力を必要としている一方で、他は、QoS、セキュリティ、マルチキャスト、共同研究用ツール、および可視化ソフトウェアのような NGI によって開発されたサービスを必要としています。NSF が資金援助を行っている画期的なアプリケーションの例としては、以下のようなものがあります。

生態学

Species analyst

Species analyst は、複数の生物学的コレクションのデータベースへ同時にアクセスするための一連のツールです。これによって、種の分布を地球の気候変動、種の侵入、および人間による種の乱れとの相関関係で予測することができます。このプロジェクトは、カンザス大学が中心になって、カリフォルニア大学バークレー校、ハーバード大学、ミシガン大学、ネブラスカ大学、SDSC(サンディエゴ・スーパーコンピュータ・センター)、およびメキシコ大学で進められています。

教育と指導

3次元の生命科学教育資源の共同開発

エール大学の医学部と NLM は、NLM の生命科学画像データベースを使用して、3次元の教材を作成しています。エール大学と NLM は、受容できるビデオ圧縮のレベルを評価するために、パーキンソン病のような神経性の運動障害を患う患者のビデオ記録をデジタル・ビデオ・エンコーディングして実験を行いました。

データ・マイニングと可視化の2つのプロジェクト

イリノイ大学シカゴ校の CAVERN プロジェクトは、計算機科学、距離に依存しない共同での教育、および NII(全米情報基盤)への Every Citizen Interface において使用するための遠隔近接と知的データ・マイニングの研究を行っています。

フロリダ国際大学の Web TerraFly プロジェクトは、ユーザが衛星写真や航空写真データを含む高性能のセマンティック・マルチメディア・空間データベースから検索されたデータを俯瞰したり操作したりすることができるようにします。

巨大会議(Megaconference)

オハイオ州立大学を主幹研究機関として、この試験的プロジェクトは、3つの大陸にまたがる 65人のネットワーク・エンジニアや研究者たちをリンクして、継続的なテレビ会議による協力関係を確立し、最新のネットワーキング技術について議論してきました。

広域の対話型指導

オレゴン州立大学の主導で、このアプリケーションは、オレゴン州立大学、カンザス州立大学、およびネブラスカ大学間で、初めての正規課程における Internet2 による大学院レベルの植物病理学のビデオ・クラスを提供してきました。このアプリケーションは、これらの大学で高品質のビデオを視聴するのに十分な帯域幅を使用しています。

人文学、芸術、および考古学

Center for Electronic Reconstruction of Historical and Archaeological Sites (CERHAS)

CERHAS は、シンシナティ大学、クリーブランド州立大学、およびライト州立大学の共同研究プロジェクトで、芸術や人文学の学生および教授のためのソフトウェアを構築しています。CERHAS の研究者たちは、共同研究のためのバーチャル・リアリティを実現するため、リアルタイムのネットワーク化されたモーション・キャプチャ、具象化、人工の人物像、および安定した個人用のオペレーティング・システムを探求しています。完成したアプリケーションは、Web-DVD(デジタル・ビデオ・ディスク)によって参加研究機関のユーザへ配布されます。

Variations のデジタル・ミュージック・ライブラリ

Variations は、インディアナ大学ブルーミントン校の Simon Music Library and Recital Center にある Cook Music Library において、5,000 以上のほぼコンパクト・ディスク品質のデジタル・オーディオ・タイトルへのアクセス機能をコンピュータ・ユーザへ提供します。

製造

研究アプリケーションをサポートする Scaling Internet 接続

この NSF の科学技術センターのプロジェクトは、CAD の略図からのダイレクトな自動機械加工に注力しています。ブラウン大学、CalTech(カリフォルニア工科大学)、コーネル大学、ノースカロライナ大学、およびユタ大学などの研究機関が、これに協力しています。vBNS を使用して、ブラウン大学はそのソフトウェアをユタ大学のシステム上に保持して、研究実験のスピードを高め、遠隔地の 3 次元グラフィックスがあたかもアプリケーションが近くで実行されているかのように表示できるようになっています。

マルチメディア

大規模なビデオ・ネットワークのプロトタイプ

Southeastern Universities Research Association(SURA)および BBN/GTE Internetworking の支援のもとに、この先進的なネットワーキング・プロジェクトは、ノースカロライナ大学チャペルヒル校、テネシー大学ノックスヴィル校、ジョージア工科大学、および NYSERNet(ニューヨーク州の教育・研究用ネットワーク)の研究者たちが参画して、ビデオ・サービス用のモデルとなるアーキテクチャを研究、配備し、高等教育でのビデオ配信を支援しています。

遠隔科学とネットワーキング

遠隔観測

新しい遠隔観測のアプリケーションによって、認証を受けた科学者は、NGI ネットワーク上のどこからでもハワイのマウナ・ケアの天文台にある 10 億ドルを超える観測設備にアクセスすることができ、遠隔地の 15,000 フィートの高さにある施設まで出向いて、環境に順応する必要性をなくします。この研究に参画している研究機関としては、ハワイ大学、カリフォルニア大学、CalTech、ワシントン大学などがあります。



マウナ ケアの天文台は、ハワイ島のマウナ・ケアの山頂の近く、4,200 メートルの高度にあります。現在、9 台の望遠鏡と Hawaii Antenna of the Very Long Baseline が、フル稼働しています。マウナ・ケアの雲がなく乾燥して安定した大気が、他のどこよりもより緻密な天文学の研究を可能にしています。NGI の技術によって、科学者たちは、遠隔地からこの固有のサイトの設備にアクセスすることができます。

遠隔医療

離れた所からも可能な遠隔医療診断

オハイオ・スーパーコンピュータ・センターを加えた Eastern Carolina University、オハイオ州立大学、Northeast Parallel Architecture Center、およびシラキューズ大学は、NSF と NLM からの資金援助を受けて、以下のような NGI の機能を必要とする医学用アプリケーションの研究を行っています。

- きわめて大容量のデータ・セットの新しい描画技術とネットワークの性能を保証するための方法
- 診断の品質のニーズと基準に合致させるために必要な技術を把握するためのネットワーク上の IP ビデオの評価
- 患者の秘密を確保するための IP ビデオのリアルタイム暗号化の効果調査
- 画像を劣化させることなく高速に血管造影画像を転送するための NGI の利用方法に関する定性的分析

聴覚障害者向けの精神衛生面のサービス

このロチェスター大学の研究プロジェクトは、遠隔会議の技術を利用して、精神的な面での健康管理が必要な耳の不自由な利用者と手話の堪能な熟練者との接触を図ります。流暢な手話ができる心理学者や社会福祉指導員との直接の対話によって、アメリカ手話(American Sign Language)と英語の相違による問題や、デリケートな精神衛生面の会話に手話通訳者を介することによる不都合が回避されます。

獣医学

バーチャル巡回診療(Virtual rounds)

バーチャル巡回診療は、テネシー大学ノックスヴィル校、オーバーン大学、ジョージア大学アセンズ校およびノースカロライナ州立大学の獣医学カレッジによって開発されているアプリケーションで、ライブでのテレビ会議によって動物の臨床治療の事例を共有しています。授業はビデオ・サーバに取り込まれ、保存されていて、必要に応じて利用できるようになっており、獣医学の医療教育をサポートするデジタル・ビデオ・ライブラリーの可能性を生み出しています。

天候や大気の研究

先進的地域予測システム(ARPS、Advanced Regional Prediction System)

ARPS は、大陸の規模から都市の規模までの天候を予測することができる完全自動の全数値予報環境です。これは、大規模並列処理コンピュータ用に設計されたこの種のモデルとしては世界で最初のものであり、ドップラー・レーダによる観測結果を利用するのに特に適するような設計になっています。NSF、NOAA、米連邦航空局(FAA)、Allied Signal(現在は Honeywell の一部門)、およびアメリカン航空が、このオクラホマ大学の研究を支援しています。

宇宙物理学と高層物理学の共同研究

世界中の約 380 のサイトの宇宙物理学研究者たちは、ラジオやテレビ受信に支障を来したり、電力送電を阻害したり、軌道上を飛行する宇宙船を脅かしたりする太陽の磁気嵐などの研究をしています。研究者たちは、最新のスーパーコンピュータによる上空の大気現象モデル、および「チャット・ルーム」や共用のホワイトボードなどの最新のコミュニケーション・ツールに直接アクセスしながら、地球上や上空の 10 いくつもの機器からのデータを制御し、収集して研究を行っています。研究はすべて、再生や注釈や同僚との別時点での共同研究のために記録されます。

DARPA のアプリケーション

DARPA の NGI のアプリケーションには、以下のようなものが含まれています。

- リモート・センシングおよび気象解析用の CSU-CHILL レーダ。ドップラー・レーダのデータは、分散したサイトで収集され、処理されて、ネットワーク上で 240 MBps(1 秒当たりのメガ・バイト数)から 2.88 GBps(1 秒当たりのギガ・バイト数)の速度で利用可能です。それらのデータは、雨、霰、氷晶、また乱気流のような気象の特徴を調査するために使用されます。
- マチス・コンピュータ・マイクロビジョン・ワークステーションでは、超小型電気機械システム(MEMS、micro-electromechanical systems)デバイスによって変化する焦点面上の反応を光学的に監視します。科学顕微鏡は、超高分解能モーター制御とストロボ発光ダイオードの照射機能を備えていて、また、閉結合デバイス・カメラ・システムは、メガピクセル・カメラとフレーム・グラバー機能を備えています。標準的なデータ・セットは 10 GB です。

- デジタル地球は複数機関にまたがる構想の一部で、このアプリケーションは、大量の地球の参照情報が組み込まれたもので、オープンで、分散された、拡張性のある(スケーラブルな)マルチ解像度の地球の3次元表示を行うものです。デジタル地球は、VRML、および標準的なブラウザとプラグインを使用して3次元モデルをナビゲートします。

NIH のアプリケーション

NLM の報奨査定

NLM は、3つのフェーズからなる NGI の研究プログラムを開始して、革新的な医学プロジェクトを展開し、以下のような NGI の機能を使用したアプリケーションや利用の実証を行います。

- サービス品質
- 医療データのプライバシーとセキュリティ
- 移動型コンピューティング
- ネットワーク管理
- 科学の共同研究のためのインフラストラクチャ技術

NLM は、フェーズ2で地方の遠隔医療のためのテストベッド・アプリケーションの開発に対して15の報奨査定を行ってきました。効果が証明されたものは、Phase3の報奨査定のもとでエンド・ユーザ用としてインプリメントされます。2000年度に進行中またはこれから行われるフェーズ2の報奨査定には、以下のようなものがあります。

定置型と移動型環境のためのアプリケーション層でのセキュリティ・ソリューション

このプロジェクトでは、オープン・セキュリティ・アーキテクチャ内でのセキュリティ技術を評価します。提案されたソリューションは、共同研究グループ間で共有されるセキュリティ、移動コンピューティング、医療情報のプライバシーに基づくものです。

バイオ医学の遠隔近接

テレビ会議、テレプレゼンス(遠隔存在)、バーチャル・リアリティを結びつけることによって、遠隔近接は特に外科の教育において、教師と学生が3次元モデルを使用して対話することを可能にします。NGIのデータ・プライバシーとセキュリティ保証によって、患者のデータのモデルから遠隔近接の環境を実現することができます。

ネットワーク化された3次元の仮想人体解剖

この目標は、実際の人間のデータ・セットに基づいてオンライン用のバーチャルな人体解剖用死体を作りあげることです。学生はこれによって、いろいろなツールを用いた診察を行うことができます。

地方における共同作業による癌治療のための患者中心のツール

このプロジェクトは、シアトル地区のCancer Care Alliance(CCA)において、以下のような目的で共同作業用ツールの適用に関する研究を行います。

- CCA 協力者の既存の治療計画が、患者中心の大きいに共同的な学際的協力活動となるよう推進します。
- 散らばっている臨床医や研究者たちによる共同作業を通して、最新の診断、治療、および管理を含む癌に対する十分に総合的なチームとしてのアプローチを可能にします。
- 癌の診断および治療のための新しい知識の普及と適用を促進します。

癌の放射線療法の立案と介護提供のアプリケーション

このプロジェクトでは、放射線療法の立案と介護提供のために NGI の機能をインプリメントして評価します。このプロジェクトでは、総合癌センターからジョージズ・ホプキンス大学の治療施設に対して診断支援、治療計画立案、および適切な機器操作の遠隔からの検証を提供します。

農村向けの保健教育

このプロジェクトは、農村向けの保健教育を支援するコンピュータ技術と双方向の圧縮ビデオ技術を評価するための計画を立案しています。このようなアプリケーションは、継続的な医療教育、医療情報システム、ライブラリ・サービス、およびコンサルテーションなどの対話形式の教育プログラミングの提供を可能にします。学生や

保健医療の専門家もこの恩恵を受けることができます。

DOE のアプリケーション

共同研究所

1999 年度に資金援助を受けた NGI のアプリケーションの中の DOE の作業は、ほとんど 2000 年度に完了しました。DOE は、大学や国立研究所を含む複数のサイトをもつ 5 つの共同研究所に資金を提供しました。DOE は、大学サイトに対する最新のサービスを実証し、かつ大学のアプリケーション開発の研究者のためのアクセスと機能を改善するために 2 つのテストベッドを支援しています。

分散化された X 線結晶学研究

このプロジェクトは、ANL の Globus(分散型コンピュータ・グリッドを構築するための ANL と USC の合同プロジェクト)グループと DOE の 2000 Common Component Architecture Forum によって開発されているツールを使用して、NGI ネットワークに基づいた装置を構築しています。これには、高速のデータ収集、圧縮、記憶、および可視化と、LBNL(ローレンス・バークレー国立研究所)の Advanced Light Source からの高分子 X 線結晶データ取得のためのリアルタイムの機器制御が含まれています。

統合化されたグリッド・アーキテクチャと地球システム・グリッド

DOE は、ネットワーク、アーカイブ、コンピュータ、ディスプレイ装置、およびその他の技術の組み合わせ、および関連するローカル・サービスからなる統合化されたグリッド・アーキテクチャを作成しています。グリッド・サービスには、プロトコル、認証ポリシー、資源管理、装置、および探索機能が含まれています。遠隔のデータ・ツールキット、遠隔の計算ツールキット、可視化ツールキット、非同期の共同作業機能、および遠隔センサーが、エンド・ユーザのアプリケーションのニーズに着目する上で手助けとなります。そのようなアプリケーションの 1 つが、気候モデリング、予測、およびその影響の評価のための地球システム・グリッドです。これには、100 を越える大学、研究所、およびセンターが参加しています。

Combustion Corridor

化石燃料の燃焼は、米国で消費されるエネルギーのおよそ 85 パーセントを占めます。そして、この燃焼プロセスのモデル化は、燃焼効率を上げ、大気汚染を削減する上できわめて重要です。燃焼のモデル化のプログラムは、すぐにテラバイトのデータを生み出します。そしてこのデータは、米国全域に散らばっている研究者たちによって分析されなければなりません。DOE の Combustion Corridor アプリケーションは、グリッド・ストレージの API、グローバル・ネーミング・サービス、Globus 資源予約システム、ネットワーク、ディスク・キャッシュ、および PC クラスタを使用して、これらのデータを対話的、協調的に可視化します。

このような可視化は、乱気流の環境の中で 2 つのガスがどう混じり合うかといった、時間とともに変化する複雑な 3 次元の自然科学問題を表現するのに一般的に使用されます。これらのモデルを可視化するために、研究者たちは、以前は非常に強力なコンピューティング・システムへのアクセスを必要としました。また、それらの大きなファイルをローカルのワークステーションへ移動させることは不可能、あるいは非現実的なことでした。LBNL で開発された image-based rendering-assisted volume rendering(IBRAVR)では、大きなデータ・セットは現在、そのデータに近接する大規模コンピュータ・エンジン上で部分的にあらかじめ描画されて、最終の描画はワークステーション上で実行されます。

Corridor One

DOE の Corridor One (遠距離での可視化) は、グリッドを使用して、データ・サーバ、分析と操作のエンジン、可視化用バックエンド・サーバ、可視化クライアント、表示装置インターフェイス、および最新のネットワーキング・サービスを統合します。

NASA のアプリケーション

バイオ医学用画像の共同研究所

この実験は、Apple の API である OpenStep で開発された Visible Human Viewer に依存しています。このアプリケーションは、人体の断面を表示することができ、研究者たちは解剖の対象部分を認識することができるようになっています。画像上には NLM Unified Medical Language System(UMLS、Alliance 医学言語システム)を使用して、解剖学用語を付記することができます。

検疫サンプルへの電子顕微鏡の共同使用

この NGI の実験では、Ames 研究センター(ARC)に置かれた火星から持ち帰った検疫サンプルの顕微鏡画像を ARC、ORNL(オークリッジ国立研究所)、およびオレゴン州立大学のリモート・サイトから遠隔でコントロールして観察

する予定です。

デジタル地球/火星/天体

デジタル地球(DE、Digital Earth)は、複数機関にまたがる構想で、高性能のネットワークを通して、米国のあらゆる地球関係のデータを Web スタイルのポイント・アンド・クリックのユーザ・インターフェイスによって利用可能にするフレームワークを規定し、プロトタイプ化します。NASA の DE の研究は、Geographic Data Committee と、地理データの相互運用に関係する企業、学術機関および政府関係機関による組織である Open Geographic Information System Consortium との共同研究です。この研究は、地球や太陽系における人間のテレプレゼンス(遠隔存在)に関する NASA の目標を支援するものです。これは、地球と宇宙の大規模なデータ・セットへの高速での遠隔アクセスとその可視化を必要とします。

シャトルの手順や発射作業の遠隔のビデオ観察

このプロジェクトは、高性能の IP ネットワーク上での放送品質のビデオ・ストリーム伝送を実証します。ケネディ宇宙センターの多くのビデオ情報が、いろいろな場所のデスクトップへ送信されます。観察者は利用可能なビデオ情報のどれかを選択することができます。主たる目標は、COTS 技術を使用して、安いコストでよりフレキシブルなビデオ観察機能を提供することです。

バーチャルコラボレーティブ医療(VCC、Virtual collaborative clinic)

NASA は、NLM、Navajo Nation、Abilene、vBNS、および CALREN-2 GigaPoP と協力して、医療関係者がリアルタイムで同時に遠隔から医療画像を見ることができる高性能のテストベッドを実証するためのバーチャルコラボレーティブ医療(VCC)を開発しています。これには、30~50 Mbps とマルチキャストの技術を必要とします。

NIST のアプリケーション

NIST は、ロボット・アーク溶接のパイロット共同研究を展開し、その使用に関する暫定的な成果を公表しました。NIST の研究者たちは、コラボレーティブ製造のテストベッドを配備して評価を行っています。さらに共同研究のプロセスや産業用パイロット共同研究の調査を行い、共同作業技術の定量的評価方法を開発しています。

NIST は、バーチャル製造アプリケーション用のインターフェイス、製造設備の制御に関するリアルタイムで複数ユーザによる対話型のシミュレーションを実証するテストベッド、および装置の動きを表現するための VRML に対する拡張機能を開発してきました。NIST は、データ駆動の VRML による溶接制御モデルのリアルタイム表示機能を備えた溶接セルと VRML モデルと同期したリアルタイム・ビデオへの遠隔インターフェイスを構築しています。

NIST は、2001 年度は、以下のようなことを計画しています。

- イリノイ大学の全没入型の CAVE 設備と NIST の溶接ロボットを NGI を通してリンクします。
- バーチャル世界での溶接ロボットのリモート・コントロールを実現します。

新たなスタート

SII プログラム

2000 年度～2001 年度

LSN 研究開発のスケラブル情報基盤(SII、Scalable Information Infrastructure)要素は、ネットワーキング技術に関する科学技術において重要な進展を探索する研究に最優先で注目することを連邦政府に求めた PITAC の勧告に対する回答です。ネットワーキング技術の進展によって、インターネットは、ますます増大するユーザやいろいろなデバイスに対する要求に対応して成長し、規模を拡大していくことが可能になります。2000 年度に始まった SII 研究開発プログラムは、継続して展開されており、幾層にもネットワーク化されたシステム、いつでもどこでも接続できる能力、またネットワークのモデル化やシミュレーションなどの 21 世紀の技術に対する要求に取り組んでいます。

- **幾層にもネットワーク化されたシステム。**この研究者たちは、低コストの無線センサーのような大量の多様なデバイスによって、分散されたセンサーからリアルタイムで情報を提供できるソフトウェアおよびネットワーク・アーキテクチャを開発します。そのようなデバイスは、たとえば、空気や水の汚染に関するリアルタイムの情報を提供し、私たちの環境監視能力を向上させ、人為的災害への対応を可能にします。消防士、法執行職員、兵士、および在宅看護の患者の健康および安全性を監視する「守護神」となり、また、山火事、洪水、およびハリケーンに対する対応改善のために対策チームや飛行機によって運ばれるセンサーを使用した危機管理センターとなります。この研究は、ネーミング、アドレッシング、およびネットワーク構成と、より安価なネットワーク・インターフェースの開発に注力します。
- **いつでもどこでも接続できる能力。**この研究は、米国のすべての国民が必要なときにいつでもどこでもインターネットに高速接続ができるようにするための無線技術に注力します。無線ネットワークは、米国の遠方の農村地帯や開発途上国の市場に対する遠隔教育や遠隔医療のようなサービスの拡大を可能にします。この研究は、無線インターネット接続に必要とされる広域でまた機動性のあるカバレッジを提供するための標準の開発、帯域幅の改良、および無線アーキテクチャへの取り組みに重点を置きます。
- **ネットワークのモデル化とシミュレーション。**この目標は、ネットワークの動きをモデル化するためのツールを開発して、新しいネットワーク技術をテストベッドや全インターネット上にインプリメントする前にテストすること、またネットワーク・オペレータがネットワークの動きを予測してネットワークの輻輳や破綻を防ぐために介入できるようにするため、実時間より高速なシミュレーションを可能とすることにあります。

連邦政府機関の SII プログラム

連邦政府機関の SII 活動は、ネットワークの基本的側面の探求です。これには、きわめて大規模なシステムを、ネットワークのモデル化、シミュレーション、およびエミュレーションによって表現してトラブルシュートを行える機能、光や無線など基本となるネットワーク技術、また、大規模システム、情報管理、および情報とサービスの存続性を実現するミドルウェアが含まれています。DARPA と NSF によって支援されている研究者たちは、pervasive なネットワーキング環境 すなわち非常に小さな、分散され、組み込まれた大量のデバイスを効果的にまた効率的にネットワーク化することができるシステム のネットワーク・アーキテクチャ、ミドルウェア、およびヒューマン・インターフェースを開発しています。これには、ネットワーク管理やスケジューリング等のための QoS、およびネットワーク・セキュリティとプライバシー用のツールなど、ますます進展するアプリケーションの要求に対する大きな拡張性(スケラブル)と適用性を備えたネットワーク・プロトコルが含まれます。この研究は、拡張性のあるモバイル・ネットワーキングにおけるオン・デマンドで高速なアクセス機能の開発に取り組んでいて、シームレスでグローバルなローミングとマルチメガビットの無線によるアクセスの実現を目指しています。

機敏性のあるネットワーキング・インフラストラクチャ

将来のネットワーキング・コミュニティは、種々様々の情報サービス、組み込まれたデバイス、および設備を通してインターネットにアクセスするきわめて流動的なグループやロケーションで構成されます。このような環境では、ネットワーキング・インフラストラクチャに「機敏性」が求められます。「機敏性」とは、接続性や帯域幅の要求の変化やアクセス・デバイスの間での相違に迅速に反応することができること、また協調作業するチームの組み合わせの変化に応じてエンド・ツー・エンドのネットワーク・サービスをダイナミックに認識できること

を意味しています。機敏性のあるネットワーキング・インフラストラクチャの研究活動は、これらの機能をサポートするためのプロトコルとソフトウェアの仕様、標準化、測定、およびテストをサポートします。このプログラムの目標には、分散したモバイルの協調作業のユーザが必要に応じて数分以内に確立し再調整できる仮想オーバーレイ・ネットワーク(VON)の開発が含まれています。

ネットワーキング研究センター

NSF と NIST は、研究者たちがインターネットの性能を改善するために開発中の新しいプロトコルの研究ができる高性能分散ネットワーク研究センターの設立を計画しています。このセンターは、ネットワークの限定的な機能についての探求とその管理および大規模ネットワーク上で現在はまだ利用不可能なより進んだ性能、ネットワーク・プロトコルを用いた分散されたいろいろなアプリケーションとそれらの間の相互作用、効率的なコンピュータ支援によるソフトウェア開発を可能にするミドルウェア、および、特に少数民族を支援する組織のためのインターネット知識ベースを増強するためのツールと専門知識などの提供に重点的に取り組みます。

ネットワーク・セキュリティ

NSF および NIST により資金援助されている研究者たちは、パケット交換による通信ネットワークの全体的なセキュリティを強化できる可能性をもった技術、プロトコル、および手順を探求します。これには、安全な遠隔共同作業をサポートする機能も含まれています。

プロトタイプへのアクセス・テストベッド

研究者たちは、きわめて高性能のキャンパス・ネットワークを実証するプロトタイプのテストベッドを開発します。このキャンパス・ネットワークは、新しいバックボーン的能力を利用するためにネットワークを全国的にアップグレードするためのモデルとして機能することができます。この研究は、無線通信から完全光通信に及ぶ考えられるデリバリー・システム、および無線通信、光通信、有線システム間の相互運用の機能をテストします。

IT R&D のハイライト**IT R&D テクノロジ・デモンストレーション**

テクノロジ・デモンストレーションは運用可能とする機能に特定のデッドラインを設け、研究開発リソースを集めることで進捗を推進させるとともに、一般市民がアプリケーションの開発を目の当たりにすることができる機会を提供します。たとえば OC-48 ネットワーク接続などがその一例で、これはこの方法を採用しなければ利用可能にはならなかったでしょう。テクノロジ・デモンストレーションは、開発者や科学者にどのようなツール、サービス、および発明が自分たちのアプリケーション分野で有益であるかを見極める機会を与え、研究者間の新しい交流と協力を促進し、さらに一般市民が IT R&D 研究の進歩に参加することを可能にします。

米連邦政府機関の IT R&D デモンストレーションは、さまざまな人達に見てもらうため、1年間に数回開催されます。1999～2000 年度には、国会議員やそのスタッフのアプリケーション開発の進捗への理解を深めるために、IT R&D Expo を Capitol Hill で開催しました。高性能コンピューティングおよびネットワーク分野で米連邦政府が支援している R&D 活動への科学、産業コミュニティにおける認知度を向上させるため、米国の高性能ネットワークとコンピューティングの会議である SC99 で、NGI アプリケーションなどの IT アプリケーションのデモンストレーションが行われました。また、1999 年 12 月にノースカロライナ州のアシュビルに IT R&D 関係機関を招いて、アプリケーションのデモンストレーションを行いました。これらの 3 つのイベントから抜粋したアプリケーションのデモンストレーションのハイライトがこのセクションに記載されています。

SC99 デモンストレーション

1999 年の 11 月 13 日～19 日に開催された SC99 コンファレンスで、NGI 研究者と産業界のパートナー各社はスタジオレベルの高品質の HDTV を NGI テストベッド経由でオレゴン州のポートランドの SC99 展示会場まで長距離送信し、2.4Gbps の世界最高のネットワークスピードとパフォーマンスを記録して話題となりました。最新のコンピューティングの専門家が集まる最大のイベントの 1 つである SC99 には、世界中から 5,000 人以上の研究者と産業界の代表者が訪れました。



2年目には、NCO が NGI など米連邦政府が支援しているアプリケーション研究の最先端の成果を学界や IT 業界コミュニティに知らせることを目的とした展示イベントを数回主催しました。DARPA、DOE、NASA、NIH、NOAA、および NSF という LSNCG の 6 つの米連邦政府機関のメンバは米連邦政府の資金援助で開発された 10 件の最先端のアプリケーションとネットワーク技術のデモンストレーションを行いました。NGI など、その他多くの米連邦政府の資金援助による R&D のデモンストレーションが会場の研究分野全体を通して開催されました。その他の NGI アプリケーションも大学や研究機関で開発されています。



オレゴン州ポートランドでの SC99 の開催準備をする政府機関の代表者、大学の研究者、および NCO スタッフ

SC99 で行われたデモンストレーションは次のとおりです。

地上でのネットワーク速度の世界記録

DARPA の SuperNet (71 ページの NGI の一部)は 2.4Gbps という Sonet 上でのパケットの地上でのネットワーク速度世界記録を樹立するための重要な要素でした。長距離、高速 HDTV のデモンストレーションのためのネットワーク・インフラストラクチャは、DARPA の National Transparent Optical Network (NTON-II)、ワシントン大学 (UW) 主導の Pacific/Northwest GigaPop (P/NWGP)、および Nortel Networks にリンクされました。これらのネットワークは連携して、シアトルの P/NWGP 経由で Microsoft 社と UW のキャンパスから展示会場まで、比類ないレベルのインターネット容量を配信しました。Microsoft、National Computational Science Alliance、Sony (Research TV コンソーシアムのサポートの下で)、および UW は同時に 2 つのリアルタイム・ギガビット・アプリケーションのデモンストレーションを行い、WAN 上で今だかつて実行されたことのないような最も高速なリアルタイム・アプリケーションを余裕を持って実行できる、2Gbps 以上の総合スループットという記録を打ち立てました。

このデモンストレーションは 150 チャンネルのケーブルテレビ・システムの全チャンネル、または 50 チャンネルの放送局レベルの品質の HDTV、または 5 本の長編映画、または多数の共有バーチャル・リアリティ間のインタラクションの同時送信に匹敵します。

後援者と参加者

DARPA
 Microsoft Corporation
 National Computational Science Alliance
 Nortel Networks
 Pacific/Northwest GigaPop
 Research TV
 Sony
 University of Washington

バーチャル・ラボラトリ (VLAB)

NASA の VLAB は Ames Research Center Flight Simulation Laboratories でのリアルタイムでの実験やトレーニング・シミュレーションを監視したり積極的に参加するために、米国のどこにいてもデスクトップ・コンピュータ上で研究者が作業できるようにするバーチャル・リアリティ環境です。VLAB ではユーザの視点に重点が置かれます。ユーザは特定のデータを定義し、実験のための構成を表示することができます。異なるサイトの複数の「プレーヤー」は同じシミュレーションの表示を各々がカスタマイズすることができます。たとえば、VLAB インターフェイスにより Johnson Space Center、Boeing、Rockwell、および Lockheed Martin のエンジニアが Ames の Vertical Motion Simulator のテストにアクセスします。ここでは研究者は宇宙飛行士のトレーニングを行い、スペースシャトルなどのロケットや宇宙船の物理的および技術的な要件を調査します。VLAB システム用に開発された新しい機能により、研究者は数値モデル、表示装置、および制御システムを作成し、高品質な実験を行うためにモデルを評価し、コックピットの設計や実験室のデータ・システムのレイアウトに関する仮想的な試作を行うことができます。NASA の研究者は Mars VLAB クライアントのプロトタイプを開発し、シャトルのエントリ・シミュレーションをサポートするための完全な VLAB クライアントを Johnson Space Center に配備しました。

VLAB のコンセプトは風洞、飛行テスト設備、および複数の相互運用可能な実験室などに連携したりリモート・バーチャル・コントロールルームに幅広く適用されます。NGI の広帯域マルチキャスト・テクノロジーにより VLAB が必要とするデジタル・オーディオ、MPEG-2、テレビ会議、ホワイトボーディング、およびクライアント/サーバ・サポート、ならびにリアルタイムの双方向機能の提供が可能になります。NGI が提供する QoS はネットワークが過密状態でも視覚データ・ストリームが確実に、遅れなく目的地に転送されることを保証します。

参加者

NASA Ames Flight simulation Laboratory
 NASA Johnson Space Center
 NASA Research and Education Network (NREN)
 Apple Computer, Inc.
 Lockheed Martin Corporation
 Rockwell International Corporation
 The Boeing Company

後援者

NASA

Super Net

DARPA の SuperNet は現在のインターネットの転送速度の 1,000 倍の能力を持つ将来のネットワークのエンジニアリング、ハードウェア、ソフトウェア、および接続性に関する試作を行うために専用につけられた相互接続された NGI テストベッドの集合体です。NGI プログラムの最初の 2 年間で、米連邦政府、学界、および産業界の研究パートナーたちは現在のインターネットをはるかに上回る能力を持つ、全く新しいネットワーク・インフラストラクチャに必要なコンポーネントを開発し、使用可能にしました。SC99 で、こうした協力関係は主要な開発マイルストーンに到達し、SuperNet テストベッドのネットワークを使用した全米での完全な相互接続性のデモンストレーションを初めて行いました。SuperNet の以下のコンポーネントは 2000 年度には運用可能になります。

- NTON-II。それぞれ 10Gbps の容量を持つ 4 種類の波長を使用した、DARPA の西海岸の高速光ネットワーク。
- 高速接続コンソーシアム(High Speed Connectivity Consortium(HSCC))。ロサンゼルスとワシントン DC のサイトを 2.5Gbps で接続します。
- ONRAMP。ボストン地域のテストベッド。OC-48+で動作し、都市圏および地域内アクセス技術のテストを行います。
- BOSSNET。DARPA が開発した実験用の WDM ネットワークで、ボストンからワシントン DC まで OC-48+ の速度で接続し、ダーク・ファイバ経由の物理レイヤネット・ワーキングと通信の実験を可能にします。
- 最新技術のデモンストレーション用ネットワーク/多重波長光ネットワーク(Advanced Technology Demonstration Network/Multiwavelength Optical Networking (ATDNet/MONET))。20Gbps の動的再構成可能なダブル・リング・ネットワーク。
- Collaborative Advanced Interagency Research Network (CAIRN)。ハードウェア、相互接続、および速度において異機種混合のインフラストラクチャを持つネットワーク研究用の全米をまたがるテストベッド。



SC99 での DARPA の SuperNet の展示。40 を超える研究機関が SuperNet を HDTV、信頼性のあるマルチキャスト、ドメイン名システム(DNS)・セキュリティ、広域ギガビット・イーサネット(GbE)、およびアクティブ・ネットワークなどのアプリケーションの分野で使用しています。

40 を超える研究機関が SuperNet コンポーネントを HDTV、border gateway multicast protocol (BGMP)、信頼性のあるマルチキャスト、ドメイン名システム(DNS)・セキュリティ、高密度波長分割多重(DWDM)スイッチング、広域ギガビット・イーサネット(GbE、Gigabit Ethernet)、およびアクティブ・ネットワークなどの分野でネットワークおよびアプリケーションの研究用に使用しています。これらのテクノロジーの堅牢で拡張性のあるバージョンが NGI のプロトタイプ・ネットワークを研究、商用、および通信用の完全で非常に高速なインフラストラクチャにしていける際に必要になります。

参加者

Carnegie Mellon University
 Corporation for National Research Initiatives
 Defense Information System Agency
 Defence Intelligence Agency
 GST
 Laboratory for Telecommunication Sciences
 Lawrence Livermore National Laboratory
 MIT Lincoln Laboratory
 NASA Goddard Space Flight Center
 Naval Research Laboratory
 Nortel
 Qwest

USC Information Sciences Institute

後援者

DARPA

NGIテストベッドを相互接続するバーチャル・オーバーレイ・ネットワークの動的構築

SC99 でデモンストレーションを行った全米規模の SuperNet の相互接続はマルチプロトコル・ラベル・スイッチング(MPLS)という新しいテクノロジーと NISTSwitch という NIST が構築し、公的に使用可能な MPLS 研究プラットフォームのプロトタイプによって可能になりました。MPLS はネットワーク間の QoS 制御されたデータ転送を可能にするバーチャル・オーバーレイ・ネットワークを動的に構築します。バーチャル・オーバーレイ・ネットワークは WDM を可能にする広帯域ネットワーク・インフラストラクチャでのみ可能になります。SuperNet テストベッドなどの WDM を使用したシステムでは、NISTSwitch プラットフォームは高速な転送サービスのハブの一種として動作し、一般的な通信およびルーティングプロトコルを全てのルートの全てのキャリア用に設定し、システム全体のパフォーマンス基準を維持するように動作します。

MPLS は NGI 研究者がバーチャル・オーバーレイ・ネットワークを使用した NGI テストベッドの QoS、マルチキャスト、およびセキュリティ保証の実験を拡張できるようにします。また、MPLS はシグナリングおよびルーティング技術でも、NGI ネットワークでのトラフィック・エンジニアリングや制約に基づくパス選択を最適化する手段として期待が持てます。



SC99 での SuperNet の相互接続性はマルチプロトコル・ラベル・スイッチング(MPLS)という新しい技術によって可能になりました。MPLS は NIST がサポートした研究による製品である NISTSwitch のプロトタイプ・プラットフォームで公的に利用可能です。MPLS は NGI 研究者がバーチャル・オーバーレイ・ネットワークで実験を拡張できるようにします。

後援者および参加者

NIST

University of Southern California/Information Sciences Institute (USC/ISI)

NASA Goddard Space Flight Center

NASA Ames Research Center

DARPA

ImmersaDesk、海洋学と気象学の没入型バーチャル環境

ImmersaDesk はステレオグラスを使用してバーチャルリアリティ環境にユーザーを「没入させる」プロジェクション・プラットフォームです。特別なメガネを装着すると、ユーザーは ImmersaDesk の 4 インチ×5 インチの角度の付いたスクリーンにより複雑な統計データからほとんど完全な精度でシミュレートされたコンピュータ作成の 3 次元画像を見ることができます。SC99 のデモンストレーションでは、訪れた人達は津波が日本の沿岸の都市に近づき、破壊する映像を本物そっくりな波、海底の地形、陸上の地形、そして都市そのものの表現により目にしました。この装置の双方向のアニメーション化された 3 次元立体可視化機能を使用して、NOAA の科学者達は熱水噴出孔の活動、漁場における海洋学的力の影響、および地域の気候体系の特徴など、他の環境の影響のモデリングを行っています。複雑なデータの 3 次元化は、科学者たちが 2 次元のグラフィックでは見ることができない微妙な違いを見せることができます。たとえば、アラスカ・オットセイの食糧を求めた狩猟の 2 次元画像では、水中のオットセイの線状のルートしか見ることができません。同じデータの 3 次元のアニメーションではオットセイは水中で急激な上昇と下降を繰り返していることがわかります。

共有インターフェイス経由で異種混合コンピューティング・リソースと大規模データ・アーカイブを相互接続す

る NGI ネットワークは、各地に分散している気象学および海洋学の研究者がこのような 3 次元のバーチャル環境で共同作業を行うことを可能にします。



SC99 での ImmersaDesk のデモンストレーション。ImmersaDesk はステレオアイグラスを使用してバーチャルリアリティ環境にユーザーを「没入させる」大規模なプロジェクションプラットフォームです。NOAA の科学者は ImmersaDesk を複雑なデータセットの 3 次元での可視化に使用しています。NGI の高速度と広帯域により、気象および海洋学の研究者はこのような 3 次元のバーチャル環境で共同作業を行うことができるようになります。非 NGI 機関である NOAA はプログラム開始時点から NGI 関係機関と複数の最新ネットワーキングアプリケーションに関して提携してきました。

参加者

NOAA の Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL)
Old Dominion University

後援者

NOAA の HPCC プログラム

OceanShare

海洋で大規模な石油もれ事故が発生すると(高性能コンピューティングおよびネットワーキングテクノロジーの出現以前は)、科学者は決まって数日間あるいは数週間かけて、損害の管理と緩和の指針を与えるために必要な情報を収集し、分析していました。NOAA の OceanShare は、NOAA 研究所の研究者が複数の各地に分散しているアーカイブから大規模な海洋学および気象学のデータにすぐにアクセスし、作業を行えるようにする強力な新しいコラボレーションツールです。これはさまざまなソースからの異なった種類の情報(気象条件、海洋の温度と海流、地形データ、および海の生態系のデータなど)を必要とする科学的な分析を研究者が世界のどこからでも協力し、短時間に統合および分析できることを意味しています。

共同研究のための OceanShare のデータ集中で帯域幅を要する機能には、NGI のスピードと QoS 特性、実証済みの迅速な応答速度、高度な共有インターフェイス、および大規模データでも中断することのないフローが必要です。OceanShare はインタラクティブ Java グラフィック、Java リモートメソッド・インヴォケーション/CORBA (common object request broker architecture) ネットワーク接続、および NCSA のオブジェクト指向の Habanero 開発者向けフレームワークを組み合わせ、分散したデータセットへの協力的なネットワーク経由アクセスを実現しています。新しい研究ツールが NOAA の Alaska Fisheries Science Center およびアラスカ大学との協力による NOAA/PMEL の Fisheries Oceanography プログラムにおける魚の移動、魚に影響を与える環境条件、および魚の個体数に影響を与える関連海洋学の研究を可能にします。NOAA の Hazardous Materials Response and Assessment Division (HAZMAT) は、OceanShare を使用して危険な成分が環境に放出される際の対策の必要性を評価します。また、この新しいツールは NOAA の PMEL、Atlantic Ocean Meteorology Laboratory、および National Ocean Data Center、ならびにハワイ大学の Sea Level Center や他の研究機関に保存されている気候データへのネットワーク経由アクセスを提供します。

参加者

NOAA の PMEL

後援者

NOAA の HPCC プログラム

NOAA の Environmental Services Data and Information Management (ESDIM) プログラム

バーチャルリアリティモデル化言語(Virtual Reality Modeling Language (VRML)) を使用した 3 次元の海洋学データセットのバーチャルツアー

TAO (Tropical Atmosphere-Ocean) Array (赤道付近の太平洋に広がる約 70 個の繫留ブイ)から、NOAA の科学者たちは熱帯地方で発生するエルニーニョやラニーニャなど、顕著な気候の変化をより正確に検出、理解、および予報するために重要な海洋学および海面の気象学上の変数を収集します。現在、VRML ソフトウェアを使用して、科学者は 24 時間絶え間なく収集される大規模な TAO データを、現実の世界を正確に模写した 3 次元のオブジェクトに変換することができます。これらのオブジェクトは回転および修正が可能です。データの表示は外形の断面、カラーコード化されたポリゴンで満たされた輪郭、表面、ベクトル、海底地形図、および地形図を表示できるように再構成することができます。Java スクリプトを追加すると、これらのオブジェクトはユーザーが移動や操作をすることができる 3 次元の VRML の世界で組み合わせられ、アニメーション化することができます。

研究者は例えば、エルニーニョやラニーニャなどの状況下で時間の経過と深さの変化により海洋温度に起きている現象などを「見る」ことができます。NOAA の Carbon Exchange プログラムの科学者は、海洋と大気間の二酸化炭素の重要な移動における変化および海洋温度との関係など、別の基本的な気候への影響をよりよく理解するために VRML を使用しています。このツールにより、Fisheries Oceanography Combined Investigations (FOCI) プログラムにおける漁場の複雑な生物学的、および物理学的な環境調査が可能になります。



OceanShare でのデモンストレーション。NOAA の強力な新しいコラボレーションツールにより、異なる NOAA 研究所にいる研究者が複数の地理的に分散したアーカイブにある大規模な海洋学および気象学データに迅速にアクセスして共同作業ができるようになります。



NOAA の研究者がますます強力になる拡張性の高いシステムとソフトウェアの設計を使用して、米国政府、産業界、学界、および一般市民が必要としている気候の調査と天気予報を改善します。

VRML は 3 次元およびステレオ 3 次元の複雑なデータをモデル化し、かつ対話的に使用でき、教育および研究環

境で広く使用することのできる低価格のウェブアクセス可能なアプリケーションです。こうした機能をより広範囲に展開するには、現在 NGI で試作が行われている高レベルの信頼性、QoS、およびネットワーク速度が常に必要になります。

参加者

NOAA の PMEL
Old Dominion University

後援者

NOAA の HPCC および ESDIM プログラム

気候および気象の調査におけるコンピューティング上の挑戦

NOAA の科学者はハイエンドの拡張性の高いコンピューティング・システムとコンポーネントベースのソフトウェアを使用して米国政府の官吏や政策担当者、農業、運輸、および再保険、水道管理者、公衆衛生局の局員、学者、および一般市民が必要としている気候の調査と天気予報をよりよいものにしていこうとしています。最新の IT 技術により、科学者はハリケーンその他の厳しい気象現象を予測し、大気中の二酸化炭素(CO₂)の増加がハリケーンに与える影響や地球の温暖化に対する海洋温度の反応など、環境に与える長期的な影響を検証し、北大西洋における渦や南半球における大気の混合などの地球の生物圏のマクロな特徴を理解する能力を向上させてきました。

ネットワーク速度と帯域幅の向上により、研究者はますます強力で拡張性の高いシステムとソフトウェアを使用し、高速ネットワーク経由で共有される詳細で複雑な統計モデルを用いて共同作業を行うことができるようになります。

後援者

NOAA

NIH バイオ医学の共同実験用テストベッド

地理的に分散した研究所における、構造生物学やコンピュータを使用した病理学の研究者は電子ノートブック、ソースコードリポジトリ、データ共有、およびテレビ会議などのコラボレーションツールを使用してこれらのツールの有効性の検証および評価を行い、自分たちの研究に役立てています。共同実験者のあるグループでは、たんぱく質と DNA 分子の構造と動作を描写する AMBER および CHARMM シミュレーション・ソフトウェアを使用して、たんぱく質の生物学的な機能を研究しています。コンピュータを使用した病理学のグループでは、組織の診断の速度と精度を向上させるための自動化技術を開発しています。このグループのメンバは NCI(National Cancer Institute)の研究者と協力して、前立腺の組織のサンプルを 3 次元で可視化し、DNA と RNA の配列決定を使用して組織の特性を遺伝子の傾向と関連させる作業を行っています。

NGI のマルチキャスト技術と統一されたルーティング・プロトコルはオーディオ、データ、およびテレビ会議アプリケーションなどの研究協力のハイエンドな形態をさらに向上させます。協力サイト間のより高速でより信頼性の高い接続により、大規模なデータファイル、3 次元のボリューム・レンダリング・グラフィック、可視化ファイル、およびソースコードなどの使用および交換が可能になります。

参加者

NIH の National Cancer Institute
Pittsburgh Supercomputing Center
Scripps Research Institute
University of Pittsburgh Medical Center
University of Pittsburgh Center for BioMedical Informatics
University of California at San Francisco

後援者

NIH の National Center for Research Resources (NCRR)

BioCoRE と対話型分子力学(IMD; Interactive Molecular Dynamics)

構造生物学用のこの移植可能なコラボレーション・ソフトウェアを使用して、異なった研究サイトにいる研究者たちが遠隔地に置かれた高性能のコンピューティング・プラットフォームで分子力学のシミュレーションを行い、可視化し、そしてインタラクティブに操作することができます。BioCoRE すなわち生物学コラボレーション研究環境(Biological Collaborative Research Environment)はネットワーク中心のメタアプリケーションです。BioCoRE は、解析ツール、データ共有、リソースアロケーション、シミュレーションコントロール、および対話型の分子力学を提供するワークベンチ；AV 通信、可視化、およびトレーニングなどの会議システム；記録用のメモ帳；および文書化機能の 4 つのコンポーネントで構成されています。BioCoRE 環境では、研究者は IMD 分子可視化プログラムとシミュレーション・エンジンを使用して、たんぱく質、核酸、および脂質二重層集合体などの分子組織の 3 次元モデルを表示します。また、カフィードバックツールで研究者は組織を押ししたり、形を変更してその反応を見たりすることができるようになります。アプリケーションは現在、NSF の vBNS ネットワーク経由で実行

されています。BioCoRE ツールの完全なパッケージは2000年に研究者向けに利用可能となる予定です。

BioCoRE の大きな容量のデータと広帯域を要するアプリケーションにはネットワーク経由での高速データ転送とハイエンドのストレージ容量、およびスーパーコンピュータのオペレーティングスピードが必要です。NGI はユーザーの入力に対する短い待ち時間とますます複雑になるシミュレーションに必要なより広い帯域幅を提供します。また、NGI は利用可能な分散型ハードウェア、ソフトウェア、およびデータベースをトランスペアレントに使用できるようにします。

参加者

NIH

Beckman Institute for Advanced Science and Technology
University of Illinois at Urbana-Champaign

後援者

NIH の NCRR



BioCoRE、移植可能なコラボレーションソフトウェアを使用して異なった研究サイトにいる研究者たちは高性能プラットフォームで分子力学のシミュレーションを開始し、可視化し、インタラクティブに操作することができます。研究者(左)はカフィードバックツールのデモンストレーションを行い分子の形状を変更し、分子がどのように反応するかを確認

しています(右)。完全なBioCoRE パッケージは2000年に一般研究者向けに利用可能となる予定です。

Terabyte Challenge 2000:Project Data Space

世界中の IT 研究機関によるこのコラボレーションは、複数の高性能ネットワークにまたがった分散データ解析およびデータ・マイニングを行うための標準、新しいネットワークプロトコルとサービス、および性能監視ツールを確立することを目的としています。「マイニング」とは、コンピューティング・システムにより関連データの検出と体系化を行う処理のことを言います。潜在的に利用可能なデータのアーカイブがより大きく、広範囲になるにつれて、より大量の処理が必要になります。世界中のコンピュータに保存された莫大な量の情報ゆえに、その情報をマイニングする能力の確保が現代の最も重要なテクニカル・コンピューティングの挑戦の1つになります。

Terabyte Challenge 2000 の参加者は大容量(1台のワークステーションのメモリに格納するには大きすぎる)で、巨大(大容量でテープとディスクの両方に分散)で、地理的に分散したデータセットの管理、マイニング、およびモデリングにおける実験と専門研究用の分散型テストベッドと知識ネットワークを開発しました。従来のネットワークと高速ネットワークが混在して接続されているワークステーションのクラスターで構成されているテストベッドは、イリノイ大学シカゴ校の National Center for Data Mining が開発したデータ・マイニングおよび予測モデリングシステムである PAPHYRUS などの複数のソフトウェア・インフラストラクチャを使用して高性能ネットワーク・アプリケーションに必要な処理速度とデータの妥当性の基準となることを目指しています。分散型のデータマイニングに必要な広域データ転送は NGI で利用可能な高速性を使用してのみ実現します。

Terabyte Challenge のメンバは SC98 でのデモンストレーションで High Performance Computing Challenge 部門の Most Innovative of Show 賞を受賞し、現在は次のアプリケーションを含むテストベッド・アプリケーションで作業しています。

- 脳のスキャンデータでの異常の予測
- Digital Sky Survey: 広範囲に分散されている天文学データにおける宇宙論的なオブジェクトの分類
- 遠隔近接環境におけるグリッドデータのデータ・マイニングと可視化

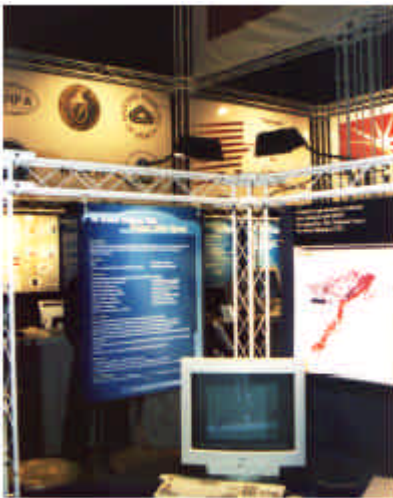
- 次世代ネットワークにおけるデータ中心のアプリケーションの影響
- ネットワーク・トラフィック監視データの可用性と使用性の向上

参加者

National Center for Data Mining at the University of Illinois at Chicago (lead)
National Computational Science Alliance
National Laboratory for Applied Networking Research (NLANR)
New York University
Rensselaer Polytechnic Institute
University of California at Davis
University of Illinois at Chicago
University of Pennsylvania
Washington State University
Magnify, Inc., Chicago
Imperial College, London, England
National University of Singapore
University of Hong Kong
University of Toronto, Canada
ACSys, Canberra, Australia

後援者

NSF
DOE/ASCI
DOE's Office of Science
NASA Ames Research Center



DOE が支援している Terabyte Challenge のメンバは SC98 でのデモンストレーションで High Performance Computing Challenge 部門の Most Innovative of Show 賞を受賞し、現在はバイオ医学での可視化やデータ・マイニングなどのテストベッドアプリケーションで作業しています。分散型データマイニングにおける広域データ転送は NGI で利用可能な高速性を使用してのみ実現します。



1999 年 12 月 6 日に米国ノースカロライナ州アシュビルの Blue Ridge Community College で行われた NGI のデモンストレーションでのプレゼンテーション。

ノースカロライナ州アシュビルでのデモンストレーション

IT R&D の政府機関と NCO は米連邦議会議員の Charles Taylor (R-NC) からの招待により 1999 年 12 月 6 日にアシュビルの Blue Ridge Community College でデモンストレーションを行いました。Taylor 議員やその地元スタッフメンバーなど、約 100 名の地元の教育者、行政者、およびテクノロジー・リーダーが出席しました。3 時間におよぶイベントでは、NCO、政府機関の代表者、および出席者による簡単なプレゼンテーションに引き続き、デモンストレーションのオープンセッションが行われました。デモンストレーションの多くはアシュビルの人々が関心を持つような内容で実施されました。たとえば、アシュビルにある NOAA の National Climatic Data Center (NCDC) の職員からは、Digital Libraries Initiative (DLI) のデモンストレーションの要求がありました。プレゼンテーションは次の内容で行われました。

将来の工学および科学ツール

Next Generation Revolutionary Analysis and Design Environment (NextGRADE) および Immersive Visualization ソフトウェア群は、航空機および宇宙船の迅速な生産と解析を可能にする GUI を提供し、構造設計者はコンポーネントの変更や設計物の解析を迅速に行えるようになります。解析が終了すると、エンジニアは ImmersaDesk の 3 次元立体環境を使用して結果を検証し、リアルタイムでさまざまな角度から構造物を表示したり、インタラクティブな処理を行うことができます。これらの研究ツールで、複数の地理的に分散したユーザがマルチスクリーンのバーチャルリアリティ環境の中で共同作業を行えるようになります。

参加者

NASA Langley Research Center

後援者

NASA Cross-Enterprise Technology Development Program
NASA Intelligent Synthesis Environment Initiative

教育用のデジタルライブラリ技術

Alexandria Digital Library (ADL) は地図、航空写真、および衛星から撮影したリモートセンシング画像などの地球空間データ、および地理学上で参照されるデジタル情報へのアクセスを提供します。Alexandria Digital Earth Prototype (ADEPT) プロジェクトは、地理学上のデータをモデリング解析ツールと組み合わせた双方向の教育環境を提供します(詳細は 52 ページを参照してください)。

主な参加者

University of California at Santa Barbara
University of California at Los Angeles
University of Georgia
Georgia Institute of Technology
San Diego Supercomputer Center

主な後援者

NSF
DARPA
NASA

Tele-nanoManipulator

UNC-Chapel Hill(ノースカロライナ大学チャペル・ヒル校)の tele-nanoManipulator システムにより、科学者はウィルスやナノチューブ、およびその他のナノメートル規模(10 億分の 1、または 10⁻⁹メートル)の物体を見たり、触ったり、直接変更したりできます。研究者は最新のネットワーク経由で遠隔地の顕微鏡やグラフィック・スーパーコンピュータを使用して、DNA の破壊強度を測定したり、カーボン・ナノチューブ(Buckytubes)を使用してナノメートル規模の回路を作成したり、遺伝子治療で使われているアデノウィルス・キャプシドの強度を測定することができます。

参加者

NIH の Resource for Molecular Graphics and Microscopy

UNC の Departments of Computer Science、 Physics & Astronomy、 Chemistry、 および Psychology、 Schools of Education and Information & Library Science、 および Center for Gene Therapy

後援者

NIH の NCRR
NSF
Army Research Office
Intel Corporation
Office of Naval Research
SensAble Technologies, Inc.
Silicon Graphics, Inc.
ThermoMicroscopes

最新の断層撮影アプリケーション用のテレサイエンス

このプロジェクトではバイオ医学および神経科学の研究分野で高解像度の 3 次元顕微鏡へのリモートアクセスを提供するウェブベースのコラボレーションツールを構築します。科学者はこれらのツールを使用して、遠隔施設にある高電圧および超高電圧電子顕微鏡などの特殊な画像機器からのデータにアクセスし、作業することができます。テレサイエンスツールは細胞や分子の構造と働きの複雑な 3 次元画像を作成し、改良し、分析するために必要なスーパーコンピューティングリソースへのトランスペアレントなアクセスを提供します。アーカイブされた研究結果を比較できる地理的に分散した画像データベースを使用して、コラボレーションツールは全国の分子生物学者がミトコンドリアのような細胞器官の基本的な構造やパーキンソン病やアルツハイマー病などの衰弱性の機能障害などを研究するのに役立っています。

後援者

NIH の NCRR
NSF の Partnerships for Advanced Computational Infrastructure Program

検索エンジンの効率の向上

Text Retrieval Conference (TREC) プロジェクトに関してはこの文書の 48 ページに記載してあります。

参加者

世界各国の学界、産業界、および政府機関

後援者

NIST
DARPA

気候と気象の研究におけるコンピュータ上の挑戦

この NOAA のデモンストレーションについてはこの文書の 87 ページに記載してあります。

ソフトウェアの設計および生産性 (SDP)

概要

PITAC による大統領への啓発的な 1999 年のレポートの結論では、ソフトウェアの需要がソフトウェアの開発能力を上回ってしまっているばかりか、現在生産されているソフトウェアは設計、テスト、維持管理、およびアップグレードが難しいというものでした。実際ソフトウェアへの不満は頻りに新聞の見出しになっています。国中の電気通信システムの大半を定期的にシャットダウンさせてしまう、表面的にはあまり重要ではなさそうなソフトウェアの障害や 1999 年の終わりが近づくにつれて国中の注目を集めた「2000 年問題(Y2K)」はソフトウェア設計での失敗の可能性を示す 2 つの例にすぎません。このような障害は広い地域の住民にすぐに影響を与える可能性があります。現在のソフトウェアは、航空機やオフィスビル、または原子力発電所とは異なり、信頼性、管理性、および経済性という確立されたエンジニアリングサイエンスにおけるトレーニングが不足している技術者やコンピュータプログラマによって作成されています。

ソフトウェアが IT 研究の主要コンポーネントであるということを確認し、多くの政府機関はソフトウェア設計および生産性の問題に取り組んできました。しかしながら PITAC レポートで強調された緊急性の認識は 2001 年度の新しいソフトウェアの設計および生産性(Software Design and Productivity (SDP))PCA の創設につながり、SDP のコーディネイト・グループ(SDPCG)は R&D のアジェンダを作成中です。SDP で提案された IT R&D は、ソフトウェアインフラストラクチャの基礎を支える概念、技術、およびツールの改善に非常に重きを置いています。SDP の活動は基礎のしっかりした、より経済的なエンジニアリングで米連邦政府、学界、産業界のソフトウェア開発者を教育し、効率的で信頼性の高い、有益なソフトウェアを作成するための支援を行っています。SDP には DARPA、NSF、NASA、NIST、NOAA、OSD/URI、NIH、および EPA などの政府機関が参加しています。SDPCG は米連邦政府のソフトウェアの設計および生産性の R&D の関係省庁間の協力を奨励します。DARPA、NSF、および NOAA の現在から将来へ向けての SDP R&D 活動のハイライトは、このセクションに記載されています。その他の政府機関のハイライトは今後発行されるレポートに記載されます。

複雑なシステムのソフトウェアエンジニアリング

私たちは、今日の数百万行に渡るコードで書かれた複雑なソフトウェアシステムの設計方法やテスト方法について、橋が安全であることを確認するのと同じ様に理解することはできません。新しい基礎的なソフトウェアの研究によりソフトウェアの生産性と信頼性は向上し、ソフトウェアは維持しやすい、エラーを自動的に検出できるものになるでしょう。この他に 2000 年度のはじめに、DARPA はソフトウェア開発技術を調査し、寿命の長い軍事用ソフトウェアシステムの継続的・進化的開発技術をサポートする予定です。この調査には合理的管理、進化的プログラミング環境と言語、およびシステムモデリングの分析と構成が含まれています。

アクティブソフトウェア

アクティブソフトウェアは独自にその開発と展開を行います。アクティブソフトウェアの最初の例はダウンロード可能な Java 「アプレット」の形式によってインターネット上ですでに利用可能です。アクティブソフトウェアの研究は、特定の目標への進捗を自分で監視し、そのタスクに必要な新しい機能を手近なところから探し出し、そのタスクを実行するために必要な追加ソフトウェアを安全にダウンロード、アップデートを行うことができるソフトウェアにつながるでしょう。DARPA R&D は特に環境との物理的な対話によって動的にアップデートおよび適合させることができるソフトウェアの研究を支援しています。

自律システム用のソフトウェア

DARPA が資金援助を行っているこのプロジェクトでは、範囲を自由に変えられる自律的システムによる、予測可能で安全な協同操作を可能にするソフトウェアを開発しています。研究はアメリカ軍に損害を与えないようにする無人の乗り物や、惑星や人間が旅行するには安全ではない地球上の各地を探検できるデバイス、ユーザーに代わってインターネットを検索するインテリジェントエージェントや「ノウボット」、自ら計画し予測していなかった変化にも適切に反応し、人間や他のロボットと協力するロボットやノウボット、そして自動的に動き衝突を避ける車など、ロボットを制御する、よりインテリジェントなソフトウェアにつながるでしょう。これらの、そしてこれ以外の自律システムは経験と共に改善しながら変化や予測のできないことを学習し、順応できるようになります。戦闘機用途では、戦場のどこにいても核/非核物資を人間の操作無しに自律的に搬送できる機能や、情報を自律的に収集・処理・配信する機能など、革命的な、非対称的軍事機能を可能にします。

DARPA が支援する科学者は、次の分野で自律ソフトウェアの研究を進めています。

自律ロボット工学用の共通ソフトウェア

自律ロボット工学用の共通ソフトウェアの R&D では、移動自律ロボットシステム全体で広範囲に再利用できる重要なインテグレーションソフトウェアテクノロジーを開発します。2000 年度には、DARPA が率いる研究者は、熟考的、反射的、および学習的な動作を統合するアーキテクチャを知識表現も含めて開発し、オフライン学習、迅速な感覚-運動マッピング、技術的に作り込まれた動作、および統計的制御への、複数のアプローチについて研究所レベルのデモンストレーションを行う予定です。2001 年度には DARPA は従来の実装よりエネルギー効率のよい分散型ロボット制御用のネットワークプロトコルの実験的な評価を支援し、ひとつの収集型タスクで 10 以上のロボットデバイスを調整できる分散型ロボット工学用ソフトウェアのプロトタイプの実験と評価を行う計画です。

ソフトウェアによる制御

ソフトウェアによる制御の R&D では、携帯デバイスの制御能力を維持するために、予測的なモード変更、ダイナミックコントロールスケジューリング、構成可能な協調的制御、およびダイナミックセンサやアクチュエータアロケーションなどの発明を通して、プロセッサおよびメモリ容量の増大を促進します。2000 年度には、DARPA の支援を受けた研究者はハイブリッドな制御システムのアーキテクチャを規定します。そこでは、制御則アプローチと計算的に実現されたモード論理（100,000 状態を越える非常に大きな状態空間まで拡張可能）とが統合されます。また、アクティブトランジションコントロールとジョイントモード論理/制御則の開発と、アクティブモデルの作成・拡大・クエリーのためのサービス設計を行う予定です。2001 年度には、DARPA はマルチモードコントロールのアーキテクチャとフレームワークの試作を行い、予測可能なアクティブモデルフレームワークとパラメトリック予測および適応制御フレームワークの開発、さまざまなレベル、さまざまな形態の最新の設計ツールを完成させる予定です。

エージェントベースの交渉

エージェントベースの交渉の R&D の目標は、物流や対抗策などにおける実時間資源配備の問題を交渉する、多数のエージェント群の自律的な運用を可能にすることです。2000 年度に、DARPA が率いる研究者は、自律ソフトウェアのボトムアップな組織化の枠組を開発し、数千というソフトウェアエージェントに対する最小の人間の介入での整理・割り当ての戦略を定義する予定です。2001 年度には、DARPA は大規模な交渉チームの全体の動きを予測するための戦略を策定し、物流シナリオで交渉する自律ソフトウェアの試作を行う予定です。

センサの大規模ネットワーク

マイクロセンサと組み込みデバイスのネットワークングにより、ハードウェアとソフトウェアに対して、迅速なセルフアセンブリ、センサデータのタイムリーな取得・処理・交換、エネルギー効率のよい運用など、新たな要求が生じます。イベントと情報の正確な特定には、物理的な信号を処理しネットワーク上の情報を統合するために、これらのデバイス間の新しい協力方法が必要です。また、センサーネットが収集したデータへのリモートクエリーおよびアクセスはシンプルで、使いやすいインターフェイスを持つものとなるでしょう。

DARPA のこの分野での活動は、ソフトウェアおよびネットワークングの R&D を地理的に分散したマイクロセンサーネットワークにまで拡大します。主なチャレンジは、地面、水、建物、および人間のさまざまなセンサーネットに広がるソフトウェアテクノロジーの開発です。他には、監督制御のみを残しつつ、従来型の「ループ上の」タスクを自動化した、信頼性の高いネットワーク化された組み込み型システムを設計するというチャレンジをしています。センサータスク、データ収集、統合および分析は、完全に自動化され、人間の操作で達成できるよりもはるかに短い時間制限内で運用できなければなりません。

2000 年度には DARPA による大規模センサーネットワークの研究は次のようになる予定です。

- ネットワークングと集約への拡散的なアプローチ、および多数のマルチタスク可能なセンサーノードの情報の分配を規定します。
- ネットワーク化された組み込み型システムのクエリーとタスク用の宣言的インターフェイスを調査し、リレーショナルデータベースの問い合わせ技術と軽量化オペレーティング環境に基づく試作を行います。
- 待ち時間の短いシステムの設計を調査し、実験的なプラットフォームとシミュレーション機能を開発します。
- 共同作業的なシグナル処理と情報の統合方法を開発します。

2001 年度に DARPA は次の研究を行います。

- 2000年度の自動情報集約および拡散のプロトタイプを、少なくとも50ノード・100センサーを装備したネットワーク上に実装します。
- シグナルの生成・処理アプリケーションに必要な、共通のランタイムサービスを支援するインターフェイスを規定します。
- ネットワーク化された検出、予測、トラッキング、および情報のインテグレーションを実装します。
- マルチノード・センサーネットワークソフトウェアと、動きの速いターゲットの検出や都市での作戦など、軍事関係での協同シグナル処理の利点に関するデモンストレーションを行います。
- マルチタスク可能なセンサーネットワークのタスクとクエリー用の宣言型インターフェイスの試作を行います。
- 固定および移動センサの効率的な相互運用の調査研究を行います。

DARPA は、LSN PCA におけるこの分野の研究もサポートしています(66 ページ)。

コンポーネントベースのソフトウェア設計

NOAA の GFDL は Princeton University と協力し、コンポーネントベースのソフトウェア設計を使用して主要モデルの再設計を行っています。このプログラムでは共有モデリングインフラストラクチャを作成し、コミュニケーションおよびソフトウェアの共有を強化し、重複性を低減しています。また、このプログラムではコンポーネントの再利用とモデリングコラボレーションを容易にする、気候および気象モデルの設計用のガイドラインと基準の作成も支援しています。現在、新しい GFDL モデリングシステムには2つの全世界の大気モデル、多数の大気物理学のパラメータ化、総合的な大気、海洋、陸上、氷河の連結、および一連のサポートツールが含まれています。GFDLはこのアプローチを組み合わせ、世界中の海洋学者に使用されている Modular Ocean Model を再設計する予定です。こうすることで、GFDLの並列メモリ管理とI/Oの問題を、モデリングシステムのすべてのコンポーネントが共有している複数のモジュールに切り分け、拡張性の高い並列計算アーキテクチャへの移行を支援します。

将来性のある研究分野

コンポーネントベースのソフトウェア開発

現在、ほとんどのプログラムが0から、コードは1行単位で書かれています。互換性のあるパーツの使用は製造などのエンジニアリングの分野では基本的なことですが、ソフトウェア業界ではこうしたコンポーネントの同等性に欠けています。それにもかかわらず、PITACを含めたソフトウェアのコミュニティでは、実際に使用できるコンポーネントベースのソフトウェア開発方法の策定は、より高い生産性と最終製品のより高い確実性を達成するために必要な、大切なステップの1つであると多くの人が考えています。コンポーネントベースの研究により、適切なソフトウェアコンポーネントを見つけたり、コンポーネントから作り上げられたソフトウェアシステムの動作を正確に予測したり、成長を続けるコンピュータ市場をソフトウェアコンポーネント分野で支援したりすることが容易になるでしょう。

コンポーネントベースのアプローチを開発する際に難しいのは、ソフトウェア製品の多様さ、技術の変化の速さ、データの表示や通信プロトコル、コンポーネント化の基準の欠如、組み合わせたコンポーネントの特性を予測するソフトウェアの動作モデルの欠如、あるいはコンポーネントの開発と配布のためのビジネスモデルの欠如などがあげられます。コードの移動性、ミドルウェアのインフラストラクチャ、分散した開発チーム、および計算用デスクトップモデルからの移行という実際の問題点も理解し、対処しなければなりません。NSFは大型のコンポーネントの再構成を可能にする製品群をサポートするソフトウェアアーキテクチャの R&D への資金援助を行っています。

エンドユーザーのプログラミング

プログラマの危機的な不足への取り組み方法のひとつは、ユーザーフレンドリなスプレッドシートなどのドメイン特有の開発ツールを作成することでエンドユーザーの力を強めることです。電話会社がダイヤルを回す技術でエンドユーザーの手に委ねることで拡張性の問題を解決したように、ソフトウェア開発者もさまざまな「スマートウェア」(さまざまな顧客のニーズに合わせて調整することのできるドメイン特有およびユーザーフレンドリなテンプレートまたはソフトウェアの「入れ物」)を利用して開発の一部をユーザーに委ねることができます。エンドユーザーのプログラミングをより広範囲にするツールと技術は、インテリジェントなテンプレート、ドメイン特有の言語、および例に基づくプログラミングにおいて、著しい進歩を必要とするでしょう。

経験に基づくソフトウェアエンジニアリングの研究

ソフトウェアは米国では年間4兆ドル規模の、ますます重要になる産業です。従ってソフトウェアエンジニアリングの研究を、改善につながるプロジェクトに焦点をあてて行うことは必要不可欠です。経験に基づく評価はソフトウェア開発プロセスの生産性を改善し、ソフトウェアシステムのより高品質・高効率な設計という新しい価値観へと導くことができるので、将来性のある新しい考えを特定し、その方法を指摘する際に役立ちます。

NSF は、「何がソフトウェアの障害を引き起こすのか」、「ソフトウェアのメンテナンスに有益な情報のソースは何か」、「ソフトウェアプロジェクトの品質に影響を与える開発環境要因は何か」という質問に対する調査を行うプロジェクトをサポートする予定です。また、NSFはソフトウェア製品の成功および失敗という評価の重要な要因を確認するためのプロジェクトの成果を調査する、比較的長期間に渡る研究も支援する予定です。その他の研究では開発プロセスの生産性と品質を向上させ、フォールトトレラントで、信頼性の高い、安全で同様の特性を持つソフトウェアの設計を改善するためのアイデアの効果も調査する予定です。

新しいスタート

組み込み型システム用のソフトウェア

2000年度の初め、DARPAの研究者は、物理的処置で組み込まれる、組み込み型ソフトウェアやネットワーク化されたコンピューティングデバイス用ソフトウェアの遍在(ユビキタス)化に焦点を当てています。発電所、制御装置などの要素が組み込み型ソフトウェアで制御されている現代のオートメーション化されたエンジニアリングにおいてすでに重要になっていますが、このようなソフトウェアは重要な軍事システムの将来の主要なインテグレータとなる可能性があります。

DARPAのゴールは次のとおりです。

- 再利用可能でカスタマイズ可能なツール、およびフレームワークの、将来性のある市場をサポートする条件(技術、概念検証)を創造します。
- サードパーティベンダの組み込み型システムツールを、大規模な組み込み型システム開発者にアクセス可能とします。
- その他の組み込み型ソフトウェア市場への普及を促進します。

このプロジェクトではネットワーク化された組み込み型デバイスによる物理的な世界の情報の処理を行う新しいクラスのソフトウェアの開発も行う予定です。処理能力の迅速な向上と現在のマイクロプロセッサのサイズと価格の低下により、DoDアプリケーションに新しい波を起こす新しいデバイスとマイクロセンサが作られました。たとえば、安価で小型のマイクロセンサを戦場で迅速に多数展開し、新しい監視と制御機能を実行できます。また、多数のセンサを戦闘機や資産に取り付け、安全性や健康に関する情報、および機器の状態を自律的に監視できます。

システムの適合性・信頼性・確実性のための動的組み立て

(Dynamic assembly for systems adaptability, dependability, and assurance (DASADA))

ソフトウェアシステムが複雑になるにつれて、ソフトウェアは動作中に再構成ができ、動的に展開できなくなっています。DARPA主導の研究では確実なアプリケーションをサポートするための複数のソースからのソフトウェアコンポーネントに必要な構成の動的な評価基準、または測定基準を策定する予定です。DARPAのdynamic assembly for systems adaptability, dependability, and assurance (DASADA)プログラムでは、作成、適合、および展開の最中、またはその後で複雑な異種混合ソフトウェアシステムの重要な資産が確実に維持管理されるようにします。研究者はdistributed component object model (DCOM)、CORBA、distributed computing environment (DCE)、または構造(XML、RDF、およびdocument object model [DOM])などの複数の標準的な通信インフラストラクチャを使用して、動的なソフトウェアコンポーネントの構成の準備段階でのデモンストレーションを行う予定

です。

組み込み型ソフトウェアのモデルベースの統合

情報処理の物理的な処理との密接な統合には、ソフトウェアおよび物理的なシステムの統合モデリングの新しいテクノロジーが必要です。これらのモデルにより設計者は組み込み型ソフトウェアが満たさなければならない複雑な物理的制約を取り込むことができるようになります。組み込み型ソフトウェアのモデルベースの統合に関する R&D では、統合されたモデルを使用してソフトウェアおよび物理プロセスの集成的な動作を分析および検証し、システムコンポーネントを自動的にカスタマイズレインテグレーションを行います。2000 年度に DARPA の研究者は以下の研究を行う予定です。

- 航空電子工学やvetronics などの組み込み型システムでの物理的な制約を特定する新しいモデリング方式の研究。
- 異なるモデリングビューやアプリケーション領域に迅速に適合できるカスタマイズ可能なモデリングツールの開発。
- モデルから直接ソフトウェアを構成、カスタマイズ、および合成する新しい世代のテクノロジーの研究。

2001 年度に DARPA は以下の研究を行う予定です。

- 重なりを持つモデリングビューを管理するモデリングツールの開発。
- モデルベースのソフトウェアジェネレータの数学的モデルおよび作成方法の研究。
- 組み込み型ソフトウェアのためのカスタマイズ可能なフレームワークの開発、および、これとモデルベースのジェネレータを用いた組み込み型システムの迅速な合成のデモンストレーション。

ネットワーク化された組み込み型システム

組み込み型の自律デバイスの大規模なネットワークにより、新しい達成要求が生まれています。すなわち、広範なネットワークや計算媒体との互換性を保ちながらの劇的なコスト低減、ネーミング、アドレッシング、構成、通信・計算リソースの管理のための柔軟なメカニズム、および動的な動作の保証に重点を置くシステム設計技術です。これらの挑戦は DARPA のネットワーク化された組み込み型システムの R&D で取り組まれています。

DARPA で開発中のプログラムは次のとおりです。

- 重要な情報を、一元的な保管場所を持たずに、システム全体で維持・更新する方法の確立。
- 時間、機能、性能、安全性、およびセキュリティの制約によるイベント/タイムトリガシステムの合成の研究。
- 組み込み型ジェネレータが作成システムを選択する際の動作を保証する設計方法の研究。

高信頼ソフトウェアおよびシステム (HCSS)

概要

航空交通管制システムや電気の送電系統から緊急時の生命維持システムや銀行、保険の記録処理に至るまで、高度な IT システムやネットワークが、社会の安全、保安、福利にとってきわめて重要な、複雑で大規模なインフラストラクチャをパワーアップします。現在ではほとんどすべての人が、手紙の送信や音楽を聴くための代金の支払い、そして研究の実行にいたるまで日々の活動のあらゆる場面で、こうしたネットワークに依存しています。HCSS R&D では我々が依存している IT システムが非常に高いレベルの信頼性、可用性、防御、回復、および安全性を確実に達成するために必要なソフトウェアおよびシステムテクノロジーに焦点を当てています。高信頼テクノロジーによりシステムはコンポーネントの障害や、2000 年 2 月に発生したような大規模なサービス拒否(DoS)などの大きな商用サイトの攻撃など、敵意のある侵入に対する抵抗力を持てるようになります。また、システムは損害や認識した前兆に対応してシステム自身を適合または再構成できるようになります。HCSS テクノロジーの研究では、コンピュータプラットフォーム、ネットワーク、システム、アプリケーションソフトウェア、システム上の情報、およびこれらすべてのコンポーネント間の相互作用など、IT システムのすべての面を網羅しています。

HCSS アプリケーションは国のセキュリティ、法律の施行、生命および安全に関わるシステム、交通手段、通信、個人のプライバシー、および国の情報インフラストラクチャの主要要素の防御に及んでいます。HCSS 研究に参加している米連邦政府機関は NSA、NSF、DARPA、NIST、NASA、NIH、および OSD/URI です。このセクションでは現在の主な HCSS の活動と 2001 年度の目標のハイライトについて説明します。

NSA 研究

NSA の情報保証(IA)研究は今後の米連邦政府、個人および公的なミッションクリティカルなコミュニケーションネットワークに最も重大な影響を与えるであろう技術に焦点を当てています。光ファイバネットワークへの進展、高速線ネットワークとモバイルワイヤレステクノロジーの拡張、ネットワーク内およびネットワーク全体での IA のニーズの高まり、および高度な識別や認定技術を必要とする商用セキュリティ製品の急増などの傾向が見られます。NSA 研究者は、2000 年度、高保証コンピューティング・プラットフォーム(HACP)、セキュリティ管理基盤(SMI)、および NSANet テストベッドアプリケーションという 3 つの主要な IA のチャレンジに注力します。

高保証コンピューティング・プラットフォーム(HACP)

HACP R&D はワークステーションやサーバによる一般的な計算領域に対して高度な保証を提供することを目的としています。このような領域のエンドユーザーは情報を共有できなければなりません、システムでは情報の漏洩または損壊を防がなければなりません。HACP にはさまざまなレベルでの制御された情報共有の保証、顧客から発生したセキュリティ方針の施行、その方針に対する違反の検出と対応、および最終的な構成に対する保証機能が必要です。実装ステップには、複数の機密レベルの情報操作を許容可能なレベルで保証できる、商用入手可能な(commercial off-the-shelf (COTS))シンクライアントのデモンストレーションを、限られた信頼性と利用可能な暗号化技術の範囲で行うための試験、および Linux OS の商用的な実装への改善などがあります。これらの努力は主要な COTS ベンダが商用 HACP を実現する際に役立ちます。

セキュリティ管理基盤(SMI)

実質的に制限のない広域接続性の効率的な制御は SMI 技術に依存しています。このインフラストラクチャはソフトウェアのダウンロード、システム監査、侵入の検出、およびアクセス管理のためのセキュリティツールで増強された政府および商用の暗号鍵管理インフラストラクチャ(KMIs) 認証とアクセスプロトコルを管理するシステム で構成されるでしょう。HACP と NSANet を使用して、研究者は公開鍵インフラストラクチャ(PKI)と KMI のロードマップを作成し、SMI 関連プロトコルのためのセキュリティ機能と、セキュリティが重要な SMI 機能のための技術を開発、または強化します。

研究のトピックにはトランスポートレイヤのセキュリティ、安全なシェルおよびメールプロトコル、ATM およびマルチキャストのセキュリティ機能、光およびワイヤレスネットワークのための SMI 相互認証や認証無効化あるいはキーリカバリなどの機能的な SMI エlement、およびオープンシステムにおける信用管理が含まれています。

NSANet テストベッド

安全でよりオープンなネットワークの相互接続に関するセキュリティの問題を検証するため、NSA の研究では米国の信号インテリジェンス(SIGINT)システムをサポートする情報システムおよびネットワークに焦点を当てています。多数の階層構造化された領域、確実な境界の防御、共有サービスとユーザーのバーチャルコミュニティ、およびウェブサービス経由での情報の配布を備えた環境である NSANet は、安全なテストベッドネットワークと

して使用され、HACPおよびSMIのプロトタイプを統合し、敵意のある高度な攻撃の検出、報告、および対応に関する研究を行い、独立した安全なネットワーク間での情報共有のための技術のデモンストレーションを行います。2000年度には、高保証バーチャル専用ネットワーク(HAVPN)の研究を引き続き行っていきます。これは、1999年度に始まったもので、機密に関わる情報を処理する主要COTS製品から構築した、高速で相互接続された分散型ネットワーク全体で情報を共有できるようにする技術を開発するためのプロジェクトです。

暗号化

ITシステムにおけるすべての情報の保証は、暗号化により可能になります。NSAは最高レベルの暗号数学的技法の知識に裏付けられた、米連邦政府の暗号化アルゴリズムを提供しています。数学的手法研究により軍、米国防総省(DoD)、およびインテリジェンスコミュニティのユニークな要求に対応するアルゴリズムの設計のための理論的な基礎を提供します。NSAのパブリックキー暗号化におけるマルチレイヤの研究の努力によって、効率的なパブリックキーアルゴリズムとプロトコル、より高速で効率的な算術方法、楕円曲線ソフトウェア、先行認証技法、関連技術サポート、およびパブリックキー暗号化規格サポートが生み出されるでしょう。

NSAは暗号化技術のコンサルティングサービスを他の米連邦政府部門と米連邦政府機関に提供します。ハッシング(元の任意長のドキュメントを表す固定長の値であり、ドキュメント上の小さな変更でもその固定長の値が大きく変わるように設計されている)、デジタル署名、およびキー交換アルゴリズムでNISTと協力し、コマンドおよびコントロールアップグレードではNASAと協力し、高速ワイヤレス、核コマンド、およびコントロール暗号ではNSAと協力し、そして、次世代の全地球測位システム(GPS)のアップグレードなどの面では軍と協力しています。

アクティブなネットワーク防御

アクティブなネットワーク防御はNSAでは比較的新しい課題で、DoDの防衛情報操作の研究および先進技術開発を行うものです。この研究開発は、あらゆる攻撃を防ぐことはできなくとも防御体制ができるまでは、たとえ容量が少なくなった場合でも、システムは情報サービスを提供し続けることができなければならないという技術的現実の認識に基づきます。1999年度には、NSAは次のマルチレイヤの調査研究を行いました。

- DoDの最小限必要な情報インフラストラクチャ(minimum essential information infrastructure (MEII))を調査するためのOSDとDARPAが共同後援者となったプロジェクト。
- ネットワーク上の異常な動作を識別する、新しい、類例のない異常検出技術。プロトタイプ実装の初期のテスト結果では、実証済みの侵入検出システムが識別する異常との間に相関関係が見られます。
- SS7 commercial telephony signalingシステムの弱点の調査とそれを強化するための戦略の調査。この調査はGTEと協力して行われ、DARPAが資金援助しているKingsmanプログラムを、NSAテストベッドを使用して拡張するものです。研究者はUniversity of MarylandとSS7ネットワークのセキュリティ基準の改善に関して協力しています。
- あるATMプロトコルイベントをリアルタイムで監視・応答するネットワークベースのセンサを使用した、ATMマッピングおよび監視ツール。このシステムは複数のユーザーが同じセンサで別の種類のイベントを聞き、そのイベントに遭遇したときだけ応答するように要求できるようになります。このセンサはネットワーク構成と動作および帯域幅の管理など、セキュリティ以外のタスクを監視するために使用できます。複数のATMドメインでのプロトタイプの実験では、数分以内にネットワーク上の問題を検出しました。研究者は米連邦政府やCOTS実装ではまだ利用可能になっていない機能を提供するプロトタイプを機能強化し、追加の監視タスクやATMネットワークアクセス制御ポリシーなどを取り込んでいきます。

安全なコミュニケーション

安全なコミュニケーションの研究では、公共のインフラストラクチャ経由または公共の通信路経由で移動するデータの情報の機密保護(InfoSec)サービスの提供に焦点が当てられています。危機や攻撃における高い保証能力が必要不可欠です。このNSAの研究プログラムでは次の技術を網羅しています。

- **音声符号化。** 戦術に関する音声通信のデジタル化、暗号化、および伝送に必要な低ビット伝送アルゴリズムを開発します。ノイズの事前処理と転送エラー修正の研究で、音声信号の品質を強化します。
具体的には、研究者はシームレスでエンドツーエンドなAllied音声通信のためのNATOの標準システムとして2001年3月に選択されることを競うことになるシステムであるMixed Excitation Linear Prediction(MELP)に関する作業などを行っています。
- **ワイヤレス通信。** 無線サービスの弱点を調査し、対応を考え、その結果を規格に反映させ、重要な無線技術の少数の選ばれたデモンストレーションを行い、ソリューションが効果的に作用していることを確かめるために必要なテスト、評価、および検証を行います。

NSA の第 2 世代の携帯電話技術(TDMA、CDMA、および GSM)のリスクの検討により、軍事環境でのセキュリティ機能を追加するための DoD の「Digital Battlefield」戦略が導き出されました。これには商用の携帯電話技術と軍事オペレーション用の次世代の携帯電話を活用するため NSA が開発した CDMA 電話の軍事用製品が含まれていました。DoD が開発した Fortezza テクノロジーと COTS の OS を使用して、NSA 研究者は暗号化されたファイルのワイヤレスイーサネット環境での伝送を可能にするワイヤレス LAN の安全な試作モデルを開発しました。商用のワイヤレス規格の弱さに関する NSA の分析は、商用製品のセキュリティ機能および規格を主な産業界および標準化団体と共に推進していくというエージェンシの活動を支援するものです。2000 年度に NSA の研究者は安全な音声、映像、および戦闘機のデスクトップへの画像伝送のデモンストレーションを行う、リモートターミナルテストベッドの試作を行う予定です。

- **高速で安全な通信。** より高速なマイクロエレクトロニクス、高度なパッケージング、より高速にするための暗号化アルゴリズムを組み込む技術、顧客がセキュリティ問題に対処するためのコンサルテーションなどがあります。

1999 年度に NSA は、DOE の Sandia National Laboratories (SNL) と共に開発する非常に柔軟で高速な ATM 暗号化機能のためのアーキテクチャを完成させ、公開しました。この設計では 2 つのアルゴリズムを統合し、製品を公的レベル・機密レベルの両方のネットワークと相互運用可能にします。NSA は National Reconnaissance Office (NRO) と DOE が使用している ATM 2.5-10Gbps の暗号化機能である UltraFastLane を調べるために研究者が使用している 10Gbps 暗号化チップのプロトタイプを作成しました。NSA は DARPA と協力し、高性能セキュリティシステムにおける高速半導体物質用のアプリケーションの研究とテストを行います。NSA はキー(多数の消費者が通信する必要のあるマルチキャストキー交換における重要な管理機能)の高速交換を実現できる高速暗号化で開発されたハードウェアと衛星ダウンリンク用の高速暗号化機能における改善されたハードウェアおよびプロトコルに関する研究を行います。

- **暗号化。** NSA は NIST の現在のデータ暗号化規格(DES)を置き換える最新の暗号化基準の開発を支援します。NSA は最終候補のアルゴリズムを実装および評価し、性能の予測を行います。
- **光ネットワーク。** 暗号化アプリケーションのための試験的な光論理技術とスイッチングデバイスの開発にあたります。

DOE の ASCII など、非常に大きな暗号データの伝送を必要とする米連邦政府のミッションをサポートするため、NSA は電子回路の最高速度をはるかに上回る速度で暗号化を行うためのフォトリック回路を開発しています。研究者は高保証暗号化に必要なレベルの複雑さ(現在のデバイスでは達成できないレベル)で実行できるマルチギガビットの光デバイスに関する長期的な研究を行っています。これには暗号化アルゴリズムを実行し、ひとつのシステムの標準的なラックを 2 個以上占領しない、数千ゲート規模のフォトリック回路が必要です。NSA はすべての光キージェネレータの実装を目的とした概念試験的な光ロジックとスイッチングデバイスの開発とデモンストレーションを行っています。光学的に制御されたデジタルダイオード、量子効果デバイス、および光学式の平行処理などが研究中のアプローチです。

安全なネットワークの管理

安全なネットワークの管理の研究はネットワーク化された情報システム内の情報共有、ネットワーク制御、およびイベントの監視のための安全なプロトコルを開発し、ネットワークの安全な基準とポリシーを形成する産業界と標準化団体に参画することで SMI をサポートします。NSA の IETF を介したインターネット・セキュリティ関連暗号鍵管理プロトコル(ISAKMP)規格の開発により、安全なネットワーク接続とネットワークの安全管理が可能になります。研究の内容は次のとおりです。

- NIST との協力により、NSA の研究者はインターネット・キー・エクスチェンジ(IKE)、インターネット上でのアクセスおよび認証の候補規格と参照モデルを開発し、複数のインターネットキー交換とキー管理機能の統合のシミュレーションを行っています。マスカレーディングやインターセプションなどの攻撃を防ぐため、研究者は University of Maryland と協力し、インターネットの DNS の認証コンポーネントとしての Digital Signature Standard などのキーフォーマットと署名の使用のデモンストレーションを行います。NSA はネットワークの相互接続性の基本要素である IETF の SNMP の修正を申し出ました。産業界と協力し NSA は商用規格の安全機能を強化する参考実装を開発しました。
- KMI はパブリックキー認証と対称鍵(ユーザー ID コードとシステムが行う一致。ユーザーの ID の認証時に確認されなければなりません)の生成、作成、配布、制御、および課金を可能にします。NSA 研究者は証明のマスカレーディングの弱点を明白にし、その対策を作成し、結果を商用ブラウザベンダに伝送しました。NSA 研究者はユーザーの介入なしに信頼できる認証を更新する方法を開発しました。無線ベースの戦術的なインターネットに対する安全性の研究は、マルチキャストなどのグループキーコンセプトを展開しながらデジタル署名による認証コマンドと制御メッセージ、PKI の制限の理解、およびコマンドと制御の信頼性の維持管理を中心に行われています。

- マルチキャストセキュリティとキー管理の研究では、安全なマルチキャストのための効率的なプロトコルを開発し、標準化します。NSA は、厳密さを要求しないユーザーのいるグループのキー再作成への柔軟なアプローチを提供する、インターネットマルチキャストにおける論理的キー階層のプロトコルについて暫定仕様を配布し、プロトコルをテストしました。NSA が資金援助したマルチキャストセキュリティの大学での研究では、拡張性と、悪意のある動作の検出に焦点があてられています。

ネットワークセキュリティエンジニアリング

NSA のネットワークセキュリティエンジニアリングの研究ではネットワークの境界の定義と防御、セキュリティアーキテクチャ、ポリシーの考案と実施、信頼できるオペレーティングシステムなどの保証技術、および識別と認証などの高いシステムレベルの物理的・操作的性能と安全性の達成に注目しています。

2000年2月にYahoo!とCNN.comなどの大手ウェブ・サイトを狙ったインターネットハッカーによるDoS攻撃は、NSA のネットワークセキュリティ研究のひとつの課題である「スプーフィング」というテクニックを利用して行われました。ハッカーはインターネットの認証システムを欺いて莫大な数の偽のメッセージを送信し、主要サイトの認証プロトコルをかいくぐり、本当に通り道をふさいでしまうことができます。NSA 研究者は認証を改善し、安全なシステムのための基盤を提供するための研究を行っています。

研究の方向性と活動内容は次のとおりです。

- 生物学、生理学、および工学における科学的な知識ベースを利用して、NSA は指紋スキャナや顔認識システムなどの安全で経済的で正確な検出、および識別用の技術とデバイスを開発しています。これらはシステムが認識した人物は生きていて、イメージではないということを確認する技術で、スプーフィングの弱点を低減しながら認証の生物測定法コンポーネントを提供します。NSA の Tokeneer プロジェクトはスマートカードトークン、生物測定法、および暗号化を組み合わせ、識別の確実性を高め、パスワードベースのアクセスシステムを強化、または置き換えます。研究者はスマートカード用のリモートログインおよび楕円曲線暗号アルゴリズム用の小型の指紋技術を評価しています。また、DataKey/RSA との提携で、Java ベースのスマートカード用のダウンロード可能な暗号コードを開発しました。
- NSA は distributed object computing security(DOCS)ソフトウェア製品のプロトタイプを検証し、異種混合の相互運用可能なオブジェクトベースのネットワーク環境におけるセキュリティレベルを向上させます。
- 実行可能で安全な trusted operating system (TOS)に関する NSA 研究の目標は、セキュリティに必要なサポートを提供する効率的なアーキテクチャを作成し、プログラムを透過的に実行し、ベンダにも魅力的なものにすることです。NSA は DARPA、GSA、および NIST と協力し、このアーキテクチャとセキュリティのメカニズムを統合し、Linuxの安全なバージョンを開発しています。
- NSA の研究者は Crackerbox を開発し、現在評価を行っています。プロトタイプのシステムソフトウェアはパケットフィルタリングと基本 IP セキュリティを提供します。実験プラットフォームでのデモンストレーションで、ソフトウェアはシステムリソースへのアクセスを制御し、ウェブブラウザを提供し、ネットワークベースの攻撃に対してファイアウォールとして動作し、ハードドライブファイルを防御しました。
- NSA が開発した SONET ネットワークインターフェイスには、入ってくるすべてのトラフィックが認証されていることを確かめるため、OC-12 データレートでユーザーが定義したポリシーを適用できる機能があります。DARPA の研究者と協力し、研究者は高速ファイアウォールでアプリケーションレベルのフィルタリングのための処理を簡素化する、試作的な方法を開発しました。2000 年度に NSA は、サービスの品質に影響を与えずに分散した領域に対するアクセス制御を提供する NSANet テストベッドに関するプロトタイプのセキュリティ機能を評価しています。また、これらを検出するネットワークのルーティングおよびスイッチングレイヤを監視します。この製品は商用ネットワーク管理ソフトウェア開発者に移管されます。

NSF の研究分野

NSF の HCSS 研究では通常の使用下でも予期しない状況下でも予測通りの動作をする、正確で安全で「とんでもない結果にならない」ソフトウェアに注目しています。研究者の活動はシステム、ソフトウェア、ネットワーク、および通信に及んでいます。NSF の最新で最大規模の IT プログラムである Information Technology Research (ITR) は 2000 年度に始まり、まだイメージされていない環境やアプリケーションなどの将来的なソフトウェアベースのシステムの作成および使用に必要な研究を援助しています。

具体的な研究分野は次のとおりです。

- 暗号などのセキュリティメカニズム
- 確実なシステムの動作のためのハードウェアおよびソフトウェアの検証
- 正確さと信頼性を基準にした定式的ソフトウェア分析技術とフォルトトレラントシステムコンセプト

NSF が支援している研究者は、ハードウェアとソフトウェアの分析を統合する方法を研究し、テストを行い、より信頼性の高いシステムを作成し、ソフトウェアシステムの設計、構造、および認定に関する危機管理とリスクベースの分析の危機管理とアプリケーションを調査しています。プロジェクトの課題には、これまでは保証が難しかった、必要なソフトウェア属性の自動確認のための、コンパイラ、検証結果を保持するコード、およびデータ型管理が含まれています。

コンポーネントベースのソフトウェア開発の研究には設計原理、テスト方法、および高信頼性コンポーネントを体系的に再利用し、潜在的なエラーの原因を低減し、開発時間を短縮する方法などがあります。プロジェクトでは理論的な調査、経験による研究、経験的なシステムの硬直、および調査テストベッドとして使用される環境とツールの作成など、さまざまなアプローチの調査を行います。

NSF の研究活動の成果としては、組み上げによっても正しいソフトウェアの生成 (correct-by-construction software)、動作の検証、分散システムのセキュリティの保証、制約付きアプリケーション領域での生産性を向上させエラーの可能性を制限するプログラミング言語と環境などにおける進歩があります。

DARPA の正規方式(formal methods(FM))プログラム

この FM プログラムは高信頼性コンピューティングシステムの構成を管理するためのエンジニアリングサイエンスの原理と知識のための概念的および技術的な枠組とシステムの設計をテストおよび評価するためのツールを開発しています。研究は科学者たちが問題を認識することからはじまり、PITAC の 1999 年のレポートでは、現在のコンピューティングシステムおよびネットワークのソフトウェアインフラストラクチャは信頼性が薄く、セキュリティ性が欠如し、性能が低下し、アップグレードの際にエラーと困難を伴う点で、日常的に弱さをあらわにしている独特の方法で設計された、相互運用できないコードの寄せ集めであるという点が強調されていました。同時に、安全でミッションクリティカルなアプリケーションで使用されるソフトウェアなど、ソフトウェアの複雑さは急激に増加しています。この非常に複雑なソフトウェアの開発には莫大な費用がかかり、技術的および経済的にはデバッグや検証はほとんど不可能です。

現在のソフトウェアインフラストラクチャの基本的な弱さが PITAC に、科学的な根拠のあるソフトウェアは米国における IT 研究の最優先課題のひとつであると宣言させました。FM プログラムは、研究により革新的に高いレベルのシステムのセキュリティと信頼性を生成できなければ、IT における信頼性は限られたものであり続けるという前提に端を発しています。FM の活動により、システムおよびソフトウェア設計者が厳しい科学的なベンチマークに対して作業品質を評価できるようになり、顧客が重要なアプリケーションで使用されるソフトウェア製品のテストとデバッグを行えるようになるように調整されています。正式な、科学に基づく方法により、ソフトウェア設計、再利用可能なソフトウェア「モジュール」などの設計プロセスへの経済的なアプローチ、および相互運用性やスケーラビリティなどに注目した体系的なエンジニアリングの自動化を可能にしていきます。これらは、これからの拡張性の高い情報インストラクチャを構築するための基本的要件です。

FM の研究では次のような幅広い技術と理論を網羅しています。

- 数学と論理学
- 仕様記述言語と方法(一般のおよびドメイン固有の言語とロジックの両方を含む)
- 希望のシステムプロパティの定式化
- 定式化された検証法
- アプリケーションの分野

数学およびコンピュータサイエンスに基づくこれらの基本要素を使用し、FM の研究では開発のさまざまな段階で設計を評価検証するためのツールなどの技術を有効化しています。FM ツールによって、初めて要件の仕様、アルゴリズムとプロトコルの設計および実行可能プログラムの科学的な分析を可能になるでしょう。

要件の仕様

現在、要件の仕様は十分に活用されていません。記載されないことさえあり、記載されても無視されたり、最新

情報に更新されないことがよくあります。要件の仕様は通常、マニュアル類と同じ様なものと理解されています。この分野の研究の将来的な目的は、よりプログラミングに近づけて要件の仕様を文書化し、それを開発することでシステム設計を促進し、使用と実装の一貫性を維持することです。FM の研究ではシステムのさまざまな面を指定する正式な方法、仕様の一貫性を確認し、デバッグを行うツール、および実装との一致を確認するツールを開発する予定です。

アルゴリズムとプロトコルの設計

ソフトウェアの設計では、アルゴリズムという数学的・論理的な様式と、ソフトウェアモジュールがシステムの一部と対話する方法に関する IT コミュニティの取り決めを反映したプロトコルと呼ばれるアルゴリズムベースのインストラクションを合体させます。FM の最新のモデリングツールではアルゴリズムとプロトコルの数学的妥当性を分析し、弱点と予期しない対話を識別し、よりよいソリューションを定義することができます。この分析に基づく機能は特に分散型のコンピューティングネットワークで不可欠で、このようなネットワークではアルゴリズムとプロトコルの設計は、スタンドアロンのコンピューティングシステムよりはるかに複雑で、セキュリティ、通信リンク、フォルトトレランスの面で重要な役割を果たしています。ペンシルバニア大学で開発された Verinet ツールなどは、アルゴリズムレベルからインターネット経由でメッセージを移動させるルータ経由のレベルまで、ネットワークプロトコルを分析できます。コーネル大学で開発された Ensemble というツールはシステムの堅牢さをそのまま維持しながら高速パスの最適化を行います。

プログラムの分析

おそらくソフトウェアの分析の最も困難で最も重要なレベルであるのだが、実行可能なプログラムというのは、システムの仕様よりもはるかに大きく、数百万行のコードで構成されていることも多く、現在の能力でテストすることはほとんど不可能だということです。多数のシステムソフトウェアの問題が、2つのプログラムが対話しなければならないインターフェイスでの「誤解」から発生しているため、FM の研究ではプログラム設計でのモジュール方式の利用を目指しています。大規模な設計をモジュールに分割し、モジュールが対話する点のインターフェイスを指定することで、インターフェイスをテストで検証できる、小規模で再利用可能なプログラム・コンポーネントを生成します。モジュラー単位で設計されたプログラムは設計の複雑さ、生産時間と費用を低減します。FM 研究者が開発したモジュラー検証ツールのプロトタイプである Mocha は、ソフトウェアが達成すると仮定された動作(仕様書で明確化されたように)から派生した設計のシミュレーションと比較することで設計の正当性を確認します。最近の実験で Mocha は 96 個のプロセッサを持つ VGI 信号処理チップの重大なバグを発見しました。

米国情報保証パートナーシップ(NIAP)

米国情報保証パートナーシップ(NIAP)プログラム(<http://niap.nist.gov/>)で NIST と NSA は、IT 製品のセキュリティ要件とその効果を評価するための測定基準を策定しています。NIAP の長期的な目標は費用効率の高いセキュリティのテスト、評価、および検証により、情報システムにおける消費者の信頼を増大させる支援を行うことです。

産業界のパートナーと密接に協力し、NIAP はセキュリティ要件の定義、テスト方法、ツール、技術、および保証の測定法における R&D を促進し、米国で、商用セキュリティ・テスト業界の発展を促します。

その他の NIAP の成果は次のとおりです。

- 国際規格である共通基準(Common Criteria)に準拠した IT 製品と、システムのセキュリティ要件とセキュリティ仕様を生成するための自動化ツール。
- 商用オペレーティング・システム、データベース管理システム、およびファイアウォールなどの技術分野の共通基準(Common Criteria)ベースの防御のプロファイル。
- IT セキュリティの評価および検証プログラム。
- 消費者が健康管理情報システムやアプリケーションのセキュリティ要件を定義する際に役立つ Health Care Security Forum。
- 金融関係の支払い業界がセキュリティ・テストラボ用にスマートカードの要件と認定条件および方法を定義する際に役立つ Smart Card Security Users Group。
- PBX や ATM スイッチ、ルータ、およびゲートウェイのセキュリティ要件を定義する際に役立つ Telecommunications Security Forum。
- カナダ、イギリス、フランス、ドイツ、オーストラリア、およびニュージーランドとの共通基準(Common Criteria)に照らし合わせて IT 製品のセキュリティの評価結果を認証するための相互認証同意。

NIAP は 2000 年度に、公認民間セクターのセキュリティ・テストラボの展開、検証済みの IT 製品を認定する共通基準、オペレーティング・システム、データベース管理システム、通信およびネットワーク・デバイス、スマートカード、およびインターネット・ブラウザなどの技術の共通基準ベースの防御プロファイル、およびセキュリティ・テストを生成する自動化ツールなどを取り入れ、完全に運用可能な IT セキュリティ評価検証プログラムを目指し、引き続き作業を続けていきます。その他にも NIAP は相互認証プロトコルに参加する国の数を 15 まで増やすことを目標にしています。

NIST 高保証インターネット・セキュリティ・アーキテクチャ

電子商取引とコンピューティングの迅速な成長により、最新のセキュリティ技術への莫大な需要が産み出されました。買い手はたくさんの選択肢がありますが、それぞれが安全である複数の製品が、予期せぬ機能の対話によりセキュリティを実際には弱めてしまう可能性があります。また、広く採用されているセキュリティ・メカニズムの強さの評価方法はほとんどありません。NIST は産業界と協力し、新しい技術を使った製品を効率的に使用し、大規模なネットワークのセキュリティをテストし、ソフトウェア製品とシステムのセキュリティを評価する高保証セキュリティ・アーキテクチャの新しい手法を作成しています。以下の開発を目標としています。

- 電子商取引の将来的なニーズを満たすために必要なセキュリティ・サービスの定義。
- セキュリティ・コンポーネントとアプリケーションの定義と仕様。
- 相互運用性と効率の要件を評価するためのセキュリティ・テストベッド。
- セキュリティ・コンポーネント、アプリケーション、およびオペレーティング・システムを開発、評価、および獲得するための測定方法とベンチマーク。
- 信頼できるオペレーティング・システム、インターネット・セキュリティ・コンポーネント、およびアプリケーションのテストと評価の方法。

これまでのセキュリティ・コンポーネントでは、ファイアウォールや暗号など、データとコードの区別が消え実行可能コードの破壊が簡単に大規模ネットワーク環境に取り込まれていたため、総合的なセキュリティソリューションを提供できませんでした。ネットワーク・サーバへの攻撃に確実に打ち勝つには、基盤となるセキュリティ・レイヤをアプリケーションから、ファイル・システム、デバイス、および処理へのアクセスに関する決定が行われるオペレーティング・システムレベルに移動しなければなりません。信頼できる安全なオペレーティング・システムは、特定のウェブページまたはデータベース・レコード内の特定のフィールドへのアクセスの決定、拒否、または許可の各ポイントでセキュリティを強化することができなければなりません。また、道徳的に許されないトランザクションや操作の素早い、そして効率的な調査を確実に行うアカウントビリティ・サービスも必要です。

NIST は現代の役割ベースのアクセス制御(RBAC)メカニズムを信頼できるオペレーティング・システムと統合する業界の方式を開発し、それに移行しました。政府および産業界でのすべてのアクセス制御のニーズが満たされていることを保証するため、NIST は将来的なシステム開発のためのモデルとして役立つユニバーサルなポリシーマシンの試作を行っています。

IP セキュリティ・プロトコル(IPsec)

NIST の IPsec の研究では、インターネット・メッセージ・トラフィックのルーティングとフローを行う基本的なソフトウェアの枠組みである IP を、より安全にするための拡張性の高い技術とツールを開発します。IPsec は一局集中管理によるアクセス・ポリシーとマルチレベルのセキュリティ・アプローチがデータの出所の認証、コネクションレスな完全性、リプライ・プロテクション、データの機密性、制限付きのトラフィック・フローの機密性、キー・ネゴシエーションと管理などのセキュリティ・サービスを提供できるようにします。IETF は可能な限り IPsec の使用を要求してきました。

最新の IPsec 仕様の NIST が設計した参考実装である Cerberus と IPsec キー・ネゴシエーションおよび管理仕様の NIST の参考実装である PlutoPlus は、IPsec 技術の高度な問題に関する進行中の研究においてインターネット業界が使用しています。IPsec-WIT として知られている NIST のウェブベースの IPsec 相互運用性テストでインターネットの研究者は、テストソフトウェアをダウンロードせずに、またはテストするシステムを移動せずに、いつでもどこでも相互運用性試験を行うことができるようになります。計画には PKI との統合が含まれています。

モバイル・エージェントのセキュリティと侵入検出

NIST は、インターネット業界グループと協力してネットワーク・セキュリティの侵害を検出し、防御するモバイ

ル・エージェント技術を研究しています。目的は、試験的なプロトタイプを作成し、ネットワーク・セキュリティのテストおよびネットワーク管理のためのモバイル・エージェントのデモンストレーションを行うこと、相互運用可能な安全なモバイル・エージェントの開発、モバイル・エージェントへのセキュリティの脅威に対処するテクニックを開発、有用性とスケーラビリティを評価することです。NIST はネットワークの弱点、脅威、および攻撃のデータベースを使用し、安全でないシステムとなる条件を検出する方法を開発します。

認証管理

新しいRBACシステムにより、ネットワーク管理者がネットワーク・ユーザーの役割と特権、および役割と特権の継承を表示および管理できるようになります。これらのツールはネットワーク認証の管理を簡素化しますが、複数の継承関係のサポートに欠け、複雑な環境での効率を制限し、セキュリティの妥協によるエラーの可能性を増大させます。

NIST の Role Control Center (RCC)のプロトタイプで、ユーザーに一意的な特権や役割に割り当てられた特権を一様に処理し、管理責任の委任を可能にし、ターゲット・システムにおける RBAC ユーザーと役割の定義生成を可能にします。NIST は RCC の特許を申請し、政府および商用実装の RCC コンセプトとツールを統合し、費用と利点を評価する予定です。

重要なインフラストラクチャの防御と電子商取引のための基準

1998 年 5 月に発行された重要なインフラストラクチャの防御に関する大統領決定指示 63 では、米連邦政府機関に米国の重要な IT インフラストラクチャ・システムの弱点を排除するための協力を要請しています。この指示により、Critical Infrastructure Assurance Office (CIAO)、Information Sharing and Analysis Centers (ISACs)など、成果を調整するための複数の組織が設立されました。CIAO の参加者として NIST は、すべての重要なインフラストラクチャ・セクターの研究を支援する公私の提携である ISACs と協力し、弱点、脅威、分析、モデリング、システムの対話、および特にセキュリティと防御についての現在の理解を深めようとしています。NIST はこうした弱点や脅威を低減するため、電子商取引業界と協力しています。ネットワーク・マネージャが異常と実際の攻撃を区別できるようにするため、NIST は特定のインターネットの侵入とサービス拒否(DoS)攻撃における関心の度合いを測定する I-CAT 侵入分類ツールを開発しました。電子商取引の基準に関連するその他の NIST の成果は次のとおりです。

- 暗号モジュールを Federal Information Processing Standard (FIPS) 140-1 などの暗号ベースの基準に照らし合わせて評価する Cryptographic module validation program (CMVP)。
- ハッカーコミュニティの統計的なプロファイルと発行済みの攻撃スクリプト。
- IT Security Training and Awareness Resource Center Expected

これらに期待される成果は次のとおりです。

- 重要なインフラストラクチャ・ネットワーク用の広く使用されている攻撃シナリオの特定。
- 必要不可欠なセキュリティ・プロパティに対するセキュリティ・モデルとシミュレーション。
- 重要なインフラストラクチャ・ネットワークに対するセキュリティの基準とテスト方法。
- 認証、承認、PKI、および侵入検出のためのセキュリティ・サービスを取り込むためのセキュリティ・アーキテクチャ。
- セキュリティ・サービスと相互運用性のデモンストレーションを行うための参考実装。
- 暗号、スマートカード、アクセス制御、および侵入検出の使用と相互運用性をサポートするためのセキュリティ API。

ソフトウェアの障害、障害データ、および分析のリポジトリ

NIST 研究者は、実際のシステムでの障害のモデルを確立することでソフトウェアの品質を向上させることを目的として、ソフトウェアの障害とその原因に関する経験から得られるデータを収集しています。ソフトウェアの障害によって引き起こされた医療機器の障害に関する NIST の調査などでは、医療機器の中には通常受け入れられている障害を検出するための保証作業を行っていない企業が見つかり、かなりの障害が、数少ないテストでは検出されなかった状態から発生していることがわかりました。障害の 3 分の 1 が必須作業で発見され、約 4 分の 1 がシステムテストまたは操作中に見つかったことが、他のソフトウェア障害プロジェクトからのデータの暫定的

な分析結果としてわかりました。多くのソフトウェアエラーが仕様、論理、およびコンピューテーションの障害に分類されました。NISTの大規模で複雑な分散型システムからのデータの分析では、構成管理がソフトウェア障害のもうひとつの主要分野であることがわかりました。このNISTの成果はAmerican Society for Qualityのソフトウェア部門が推奨し、コンセプトとツールはジョンスホプキンス大学およびルイビル大学のコンピュータ・サイエンスの大学院のプログラムで使用されています。

正式な仕様から生成される自動テスト

1999年12月に『Business Week』誌は、「駄目なソフトウェアはアメリカの企業に、昨年度で850億ドルの生産性の損失を負わせた」と報告しています。これまで、テストによるソフトウェアの信頼性の向上に関する研究の多くは、実行パスに基づきソースコードでのみ実行できる、構造テストと呼ばれる限定的で問題の多い自動化アプローチに注目してきました。NISTはモデルチェッカと変化の分析を使用して、仕様のみからソフトウェアのテストを自動的に生成する正式な方法を開発しています。目標は現在ソフトウェア開発の予算の約50%を占めているソフトウェアのテストの費用を大幅に削減し、ソフトウェア製品を生産している企業の市場投入までの期間を短縮し、ソフトウェアの基準を策定する組織に有益なテクニックを提供することです。企業は、開発者が一連のテストがソフトウェア製品の動作をどの程度網羅しているか測定できるツールなどのNISTのプロトタイプの使用の可能性を探るための評価を行っています。

OSD/URIフォルトトレラント・ネットワーク・プロトコル

2000年度にOSDのURIはリアルタイム・フォルトトレラント・ネットワーク・プロトコルに焦点をあてた5年間にわたる研究を打ち立てました。目標は大規模コンピュータと通信ネットワークが、障害が発生しても運用を継続し、徐々に運用を劣化させることができるようなプロトコルを開発することです。

HCSS 研究アジェンダ

すでに進行中のHigh Confidence Systems (HCS)ワーキング・グループの下で確立されたセキュリティにおける強力なベースを完成させたHCSS Coordinating Groupは、保証技術と実験における可能な新しい構想を略述する研究アジェンダを作成しています。HCSSCGはこのアジェンダが完成し次第、ウェブ上で公開する予定です。

社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味 (SEW)

概要

学習、研究、通信、取引、および人的サービスの新しいあり方は、我々が社会として IT のもたらした変革をじっくりと考察する間もなく、あるいは人々や組織への影響をじっくりと分析する間もないほど迅速に拡大しています。SEW は 2000 年度に、IT が我々の文化に与える変革方法の検証と IT 環境での教育および訓練の革新的なモデルの調査を目的とした R&D をサポートするために、PCA として設立されました。SEW は教育、訓練と人材 (Education, Training, and Human Resources (ETHR)) PCA の後継で、この研究で現在取り組んでいる問題のより広範なポートフォリオを反映しています。SEW R&D は技術的および社会的システムへの IT の影響の特性と発達の型、技術に非常に詳しい労働者に対する需要の増大による労働力育成の必要性、および情報技術にアクセスできるアメリカ国民とできないアメリカ国民の間の「デジタル・デバインド」に着目しています。NSF、NASA、DOE、および NIH などの連邦政府機関が参加しています。

PITAC は、1999 年 2 月の IT 研究の必要性に関するレポートで、このような米連邦政府の R&D のために拡張されたアジェンダを提案し、アメリカは技術の変革のペースがますます早まっているために浮上してきた問題を「特定し、理解し、事前に考察し、そして取り組むための研究に投資しなければならない」と述べています。また、「すべての国民が、変わりつつある世界で生活し、仕事をしていくために十分な機器を持つようにしなければならない」とも述べています。PITAC の 2000 年 2 月のレポート、「Resolving the Digital Divide: Information, Access, and Opportunity(デジタル・デバインドの解決策:情報、アクセス、そして機会)」で、IT へのアクセスと技能を情報化時代のチャンスから取り残されたグループにまで拡張するために米連邦政府の資金援助を拡大して支援される、中身の濃い、調整された国のイニシアティブを要求しました。

高品質ソフトウェア学習ツール、教育システムと学習の能率に関する情報ベースのモデル、経験的知識に基づく処理の IT アプリケーションに関する研究、および革新的なネットワーク・テクノロジーのデモンストレーションのための最新技術の開発と評価などが SEW R&D の活動です。また、SEW R&D は IT リテラシーや大学院および博士号取得後の研究プログラムを促進し、IT の専門家の数を増やすためのモデル・カリキュラムや教材の開発を支援しています。SEW の研究の目標は、急成長中の情報インフラストラクチャの生産性が全米国民のニーズに役立ち、長期的に維持可能であることを確認することで IT の社会的恩恵を最大限に享受できるようにすることです。

社会の変革の発達の型

NSF のいくつかの専門分野を結集した SEW の研究は、一般市民の生活、住居、および学校への IT の変革の影響の範囲、経路、および基本的なプロセスの検証を専門とする連邦政府機関の継続的な作業に基づいて行われています。NSF の研究は電子商取引、労働力組織や生産性、および専門的な研究、時間と距離を越えた人、コンピュータ、および通信ネットワークの間の対話に関する新しい知識、グループ、組織、機関、および社会全体の社会的、経済的、技術的変革の科学的な基礎となる計画など、さまざまな分野で IT がもたらす社会的変革の発達の型を説明する倫理、モデル、および概念を生み出しています。資金援助を受けているプロジェクトは調査研究からワークショップやセミナーなどに渡っています。

2000 年度の活動と成果は次のとおりです。

- 『The Digital Dilemma: Intellectual Property in the Information Age』の発行。Computer Science and Telecommunications Board of the National Research Council が行った NSF が資金援助した詳細な研究では著書、音楽、およびソフトウェアなどの創造的な「製品」の電子的な形態での所有権に関する問題点を検証しています。
- データセット、研究文書、書籍、およびウェブ・サイトの 4,000 におよぶリスティングとウェブポイントを含む試験的な「Social and Economic Implications of Information Technologies Data Base」。引用はコミュニティ、商用、教育、雇用と労働、グローバリゼーション、政府、家庭、組織構造、生産性、科学、および特定のポリシーの問題に関する IT の意味を網羅する検索可能な「Road Maps」に分類されています。http://srsweb.nsf.gov/it_site/index.htm
- 電話、テレビ、およびインターネットの家庭での使用における変化のパターンが家庭での心理学的および社会的な幸福にどのような影響を与えるのかを検証する Carnegie Mellon University (CMU) の研究。この研究では家庭のインターネットの使用が幸福を低下させる「インターネット・パラドックス」の暫定的な所見をテストします。

- アフリカ系アメリカ人によるコンピュータとインターネットの使用に関するミシガン州立大学の研究。研究者は、新しく家庭に導入されたインターネット接続の個々の対話を検証することで人種によるデジタル・デバイドを低減するための効率的な戦略を考案できるように、人種によるデジタル・デバイドの一因となる要素の理解を深めることを目的としています。
- 地理的および機能的に分散した作業の、社会的および組織的な側面に関する CMU ワークショップでは、人類学、コンピュータ・サイエンス、歴史、経営工学、情報科学、心理学、および社会学の研究者たちが一堂に会し、IT デバイスおよび IT 機能によって変わった新しい仕事の割り振りややり方について話し合います。こうしたディスカッションが開催されるのは新しいことで、ワークショップでは研究のアジェンダ、ウェブ・サイト、および現在までの研究活動の詳細を記した書籍を作成する予定です。
- 非常にダイナミックでマルチタスクなストレスの多い環境で働く分散した専門家のチームが、どのようにして活動を調整し、技術を使用するのかを検証する、外傷による機能障害の患者のリハビリテーションチームに関するメリーランド大学の研究。いくつかの専門分野を結集した医療研究では医療的なチームワークを向上させる調整、コンピューテーションや通信技術の特定のためのモデルとなる枠組を策定します。
- European Science Foundation と International Institute for Applied Systems Analysis が共同後援者である国際的なワークショップでは、IT 技術を展開し、世界的な科学的研究協力を行うという重要なチャレンジの確認をします。
- 正式な組織とコンピュータ製品市場での情報およびコンピューテーション・システムの研究。
- 科学およびエンジニアリングの研究と教育における主な傾向を文書化した NSF の隔年で発行される『Science and Engineering Indicators 2000』の 14 号の発行。情報技術に関する章では、IT の発生の統計的および主題に関する概要を教育、研究、商用、および文化的な生活の主要要素として提供しています。

教育的なパイプラインの拡張

一流企業の役員たちは、技術に詳しい労働力を今後 10 年間の米国の競争力に対する唯一最大のチャレンジとして強化していく必要性を確認しています。IT を理解し、使用している人とそうでない人との間の開きはますます広がっています。1999 年 7 月のアメリカ商務省のレポートでは、1998 年 12 月の 1998 国勢調査局(Census Bureau)のデータを使用し、大学を卒業した人は小学校教育だけの人と比べると、自宅でのコンピュータの所有率は少なくとも 8 倍、自宅でのインターネットのアクセス率は 16 倍近いと述べています。75,000 ドル以上の収入のある世帯は最低収入レベルの世帯と比べると、20 倍以上がインターネットにアクセスし、コンピュータの所有率は 9 倍以上になっています。また、広がりつつあるデジタル・デバイドも人種や民族の線に沿っており、アフリカ系アメリカ人とヒスパニックはどの地域でもインターネットへのアクセスがかなり低くなっています。また、地域的にも地方に住んでいる人は都心に住んでいる人よりもかなり低いネットワーク接続へのアクセス率です。

さまざまな SEW 活動でコンピュータ・リテラシーを向上させるために策定された public outreach プログラムや奨学金、インターンシップ、および最新の IT スキルを持つアメリカ人を増やすための大学および大学院レベルでの訓練構想など、教育および訓練の必要性に注目しています。次のセクションはこうした活動のハイライトです。

合同教育、福祉、訓練計画(Education, outreach, and training (EOT-PACI))

Alliance と NPACI で構成される NSF の PACI は合同教育、福祉、訓練計画(EOT-PACI)活動の後援者で、PACI が開発した高性能ハードウェア機能とソフトウェア学習ツールをあらゆるレベルの教育現場や政府期間に提供し、教師などの専門家が新しいテクノロジーを使用できるように訓練を行います。さまざまな EOT-PACI の活動は女性、少数民族、障害を持つ人々にウェブ・リソース、指導プログラム、および IT インターンシップなどを利用した福祉活動を中心に行われています。EOT-PACI プロジェクトの内容は次のとおりです。

- EnVision for Kids はウェブ・サイトを開発し、対話型のハイブリッド(Mac/PC) CD-ROM を 6~9 学年(小学校の高学年~中学生)に配布する NPACI のプロジェクトです。教育的なコンテンツは NPACI の 3 つの推進分野であるテクノロジー、アプリケーションおよび教育と福祉に関する現在の研究に基づいています。
- Ohio Supercomputer Center が後援者となっているプログラムである Computational Science Institute では、州全体から教師をセンターに招き、IT ツールを用いて科学および数学への生徒の関心のシミュレーションを行う 1 週間の訓練に参加させています。
- Learning Technologies は学習を強化するためのツールを開発し、普及させ、評価する PACI のプロジェクトです。このプロジェクトでは教育研究者の PACI テクノロジーと K-12 教育向けのコンテンツへのアクセスを

増加させ、教材の試作品と PCAI の共同リソースを利用したテストベッドを開発します。

- Oregon State University の研究努力により、コンピュータ物理科学における理学士の学位へと導く、4 年間のカリキュラムが開発される予定です。このカリキュラムが策定されると、現在学位を保有している人でもこの分野で 2 つ目の学士号を取得できるように、講座はウェブ経由で利用可能になります。
- University of Wisconsin の NSF が支援する National Institute for Science Education のプロジェクトでは、NPACI が開発したビデオ教育およびオーサリング・ツールを使用して授業と宿題のパラダイムを逆転させる概念を探求します。このプロジェクトでは、変化したパラダイムがコンピュータ・サイエンス講座の学生の能率に与える影響を測定し、教室での体験に最新のテクノロジーが与える影響を評価します。
- California State University System の学部やその他の NPACI 提携大学でのワークショップでは、San Diego State University の Education Center on Computational Science and Engineering (EC/CSE) が NPACI のリソースが科学的な調査、発見、および問題解決でどのように使用できるのかのデモンストレーションを行っています。NPACI 提携サイトからの教材を活用およびカスタマイズし、EC/CSE スタッフは大学生の学習環境に適用できる技術やツールを重要視しています。
- University of Houston-Downtown の PACI プロジェクトでは、大学の Center for Computational Sciences および Advanced Distributed Simulation で学習の場が提供される少数民族の組織および資金援助を受けた IT プログラムのウェブの一覧を作成しています。この一覧は Minority Institutions の Association of Departments of Computer and Information Science and Engineering のウェブ・サイトで入手できます。
- PACI Research Experience for Undergraduates (PACI REU) プログラムでは、今年度は 35 名の大学生に彼らの研究に関する 18 の PACI principal investigators (PIs) と協力するために資金を提供しています。
- U.S. Patent and Trademark Office との協力で SDSC 研究者が作成した文書管理システム、Distributed Object Computation Testbed (DOCT) のプロトタイプで、局員が地域的に分散したアーカイブおよびコンピューティング・プラットフォームの複雑な特許出願文書を管理および更新できるようになります。



米国テキサス州ブラウンスビルの小学校の生徒が、NASA の「Space Team Online」ウェブ・サイトおよび教育リソース経由で Space Shuttle Simulation プロジェクトを共有。NASA の Learning Technologies Project (LTP) はエージェンシの莫大な人的資源を科学的なデータベースへの公共のアクセスの増加、K-14 の学生および教師向けの新しいアプリケーションや教材の開発、および IT リテラシーを促進し、生徒の

科学の進展への関心を高める教育プログラムの後援に割り当てています。

- University of Maryland で NSF/EPA Partnership for Environmental Research と共に開発された Collaborative Ecosystem Modeling により、テクニックとツールを作成して学生、教育者、政策担当者、および投資家は生態系モデルを構築し、川の流域の管理に着目した空間的広がりのあるシミュレーションを行うことができるようになります。

生体臨床医学情報科学の訓練

最新のネットワーク・アプリケーションが医学および生体臨床医学における研究、診断、臨床治療、および訓練にまで広げられていくにつれて、これらの活動をサポートする複雑なコンピューティングおよび通信システムを使用および維持管理する生体臨床医学専門家の不足がますます深刻になっています。ネットワーク化された生体臨床医学情報アーカイブと可視化ツールという概念のパイオニアである NLM が後援者となり、研究者や臨床家が高性能コンピューティング・テクノロジーを健康管理環境全体で統合するための準備を行う助成金の交付の機会を提供しています。

NLM は Columbia University、University of Missouri、Oregon Health Sciences University、University of Pittsburgh、Regenstrief Institute、Stanford University School of Medicine、University of Utah、Yale University Center for Medical Informatics の生体臨床医学情報科学の 1～3 年の臨床または研究訓練、Harvard University、Massachusetts Institute of Technology、Tufts University、New England Medical Center、Duke University、University of North Carolina の共同研究訓練プログラム、Rice University の W. M. Keck Center for Computational Biology、および Baylor College of Medicine の大学生、教授、および博士号取得後の研究生の助成金の交付を行っています。2000 年度にはこれらの大学で合計 150 名分の NLM の助成金が用意され、NLM はこれとは別に 10 名分の助成金の交付を行います。

NASA の学習技術プロジェクト(Learning Technologies Project (LTP))

NASA での約 42 年間の地球と宇宙の探査で、恐らく地球、宇宙、および発見過程の科学的かつ技術的な要素の世界で最も豊富なアーカイブを生成してきました。NASA の Learning Technologies Project (LTP)はこれらの莫大なりソースを科学的なデータベースへのますます増大する公共のアクセス、K-14 の学生や教師向けの新しいアプリケーションや教材の開発、IT リテラシーを促進し、生徒の科学の進展への関心を高める教育プログラムの後援に割り当てています。LTP では主に次のような活動を行っています。

- K-12 Education Outreach Centers。履修課程で技術的な可能性を統合し、学習ツールや教材を教育コミュニティ全体に普及させます。
- K-14 Aeronautics Projects。インターネットを使用して学生の興味を科学、数学、工学、航空学の学習活動に向けさせます。
- Remote Sensing Public Access Center (RSPAC)。情報、学習活動、および RSPAC の人気のある天文観察 (Observatorium)や地球の周り、太陽系などを視覚的に旅することができるウェブ・サイトなどの関連科学学習サイトのユーザー・フレンドリなオンライン・ハブを提供します。
- デジタル・ライブラリ技術(Digital Libraries Technology (DLT))プロジェクト。より高度なユーザーの操作やコンピュータ・ネットワーク経由での NASA への公共のアクセスの増加などを受容できるソフトウェア・ツール、アプリケーション、および拡張性のあるソフトウェアとハードウェア・システムなどの新しい技術の開発を支援します。
- LTP の Special Projects。NASA やその他の連邦政府機関が生成した地球および宇宙の科学的なデータベースのインターネット経由での幅広い公的使用を促進し、このデータを使用した革新的なソフトウェアアプリケーションの開発を奨励します。

新しいスタート

IT の社会的および経済的な意味

2000 年度に NSF は、情報技術の社会的・経済的な意味に関して、広範な学問分野にまたがって複数の機関が調査することを重視したグラントの支給をはじめました。研究のアジェンダでは IT の設計、統合、アプリケーション、および社会経済的な意味の専門家(コンピュータ情報科学、社会情報科学、および情報システムの研究者、ライブラリアン、および産業界のエンジニアなど)、IT の行動様式、文化的、経済的および社会的影響の研究者(歴史家、哲学者、および社会、行動様式の科学者)、およびそれぞれの分野の IT の倫理的、法的、および社会的意味を研究する研究者たち(生物学者、地質学者、エンジニア、および社会学者)の協力を要請しています。主な研究分野は次のとおりです。

- コンピュータ市場やインターネット・コマースなど、デジタル・エコノミーを構成する経済的および技術的なシステム。
- 異なる社会グループによる、IT への不均質な参画の動機と影響。
- 技術、機関、およびコミュニティの相互依存。
- IT ベースのコラボレーションと分散型の作業環境の発展と役割。

- 法律、倫理、および社会規範への IT の影響。
- 政府の情報への公共のアクセス。
- 公的意思決定への IT の関与。
- IT のトラッキングのための新しいデータと指標の開発。
- 社会経済的な影響の研究のための研究方法。

NSF は特に以下を推奨しています。

- 新しい情報技術の初期のライフサイクル、研究が将来的な開発および使用に有益な影響を与えることができる期間に着目した研究。
- 社会的および技術的な変化に関して研究結果を「反映」できる広範にコンピュータ化された、または高度に情報化された環境の研究(有線コミュニティ、学校、大学、組織間の提携など)。
- 社会的、政治的、および法的な結果など、IT、コンピュータ化されたグループ、機関、およびコミュニティの相互依存に注目した生態学の研究。

IT workforce (ITW)

2000 年度に始まった NSF の ITW プログラムでは、科学者や研究者にとって特に気がかりである IT 労働力の不足という問題に取り組みます。女性や少数民族の工学およびコンピュータ情報科学の職業における過小評価の問題です。ITW は次の 3 つの基本テーマに着目した広範な科学的研究を支援します。

- 環境と文化-環境、文化、およびその他の社会的コンテキスト(家族、近所、コミュニティなど)が IT の魅力にどのような影響を与えるか、IT への関心および使用が開発環境をどのように形成するか、という点に関する研究。異なる年齢層の問題点の理解に特に重点を置きます。
- IT の教育的連続-小学校から労働力となるまでの教育環境が学生の発達にどのような影響を与えるのか、IT 分野で成功する潜在性を持つ学生が IT 労働力となることを困難にする教育的な道のりを歩まなければならないのはなぜか、という点に関する研究。
- IT の職場：IT の職場で成功する可能性を持つ女性および少数民族が別の職業を選択するのはなぜか、IT の職業で女性や少数民族が乗り越えなければならない障害は何か、また、IT の職場がこれらのグループの保有と進出をどのようにして促進できるのか、という点に関する研究。

ITW は IT、社会的シナリオ、および教育に関する研究者同士の総合的なコラボレーションを重要視しています。

米連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会 (FISAC)

米連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会(FISAC、Federal Information Services and Applications Council)は エージェンシ任務と米連邦政府のシステムへの IT R&D コミュニティが開発した最新のコンピューティングおよびコミュニケーション技術の移転を手助けします。FISACは、当局者とIT R&Dには密接に関係していないプログラムとの双方向情報チャンネルとして役目を果たします。FISACは米連邦政府のITの研究の優先順位、活動、および成果に関する情報を広範な政府コミュニティに広報します。一方、FISACはIWG/IT R&Dに対し、米連邦政府に要求される次世代の能力を提供する研究への提言を行います。これは米連邦政府のIT R&D アプリケーションのエンドユーザーに対するフォーラムなので、FISACは政府機関の任務に重要な技術を特定し、各政府機関間のコラボレーションを促進し、IWGに米連邦政府のITアプリケーションに必要な技術に関する情報に基づいた見通しを提供します。

FISACは、以下のような活動により政府のIT R&D 製品展開を促進します。つまり、より幅広い米連邦政府のインプリメンテーションに対して提供する最新のアプリケーションの複数にまたがる政府機関のデモンストレーションを支援：特定の米連邦政府のアプリケーションに必要な技術を査定するパイロットプロジェクトの奨励：IT R&Dの開発に関するブリーフィング、ワークショップ、およびレビューの実施をします。FISACはこれらの活動を危機管理用の情報技術チーム(ITCM)、米連邦統計(Federal Statistics (FedStats))、次世代インターネット構想アプリケーション(NGI Applications)、およびユニバーサル・アクセスチーム(Universal Access Teams)を通じて NSFのデジタル政府(Digital Government)プログラムに参加して行っています。FISACの活動はIT R&D 予算クロスカット、IT R&D エージェンシ、およびIT R&D 以外の組織からの基金の組合わせから資金供給されています。

危機管理(Crisis management)

命を助け、経済的損失を低減し、資産を保存するための危機管理では、変化する状況を見積もり、人命救助のためのリソースを迅速にそして効率よく配置し、正確なデータから不確実な信頼性の非公式のレポートまで、情報の猛撃の最中に結果を監視する能力を必要としています。危機管理は政府が主要な役割を果たし、さまざまなプレーヤが関与する活動です。FISACのITCMチームは非常時の準備、危機への対応と緩和の努力、および回復の調整における最高技術をてきぱきと処理するために必要なIT R&Dを特定し、こうした用途のツールとアプリケーションの共同デモンストレーションと普及の後援者となります。そのチームはDoD、米連邦緊急管理局(FEMA)、NASA、NOAA、NSFなどの連邦政府機関の代表で構成されています。

危機管理の研究のアジェンダ

FISACのITCMチームは進展する状況のリアルタイムの評価検討、対応のシナリオ、および分散型のフィードバック・システムを生成するための多数のソースからの大量でさまざまな種類の情報を収集し、評価し、まとめあげる能力を育成するための研究アジェンダを、一般市民の意見を聞くため、起草し、配布してきました。こうした研究では次の調査を行います。

- 災害範囲の検出、災害現場でのワイヤレス・ネットワークの迅速な展開、ノマディック技術、変化する状況でのワイヤレス、衛星、および有線の高速度通信の順応性があり、拡張性の高いネットワーク、およびハイエンドのDVC(data visualization corridor)と災害センターでのテレマージョン技術の使用など、災害時の最新のネットワーキング、通信、展開、および管理。
- 災害のシミュレーション用の分散型ハイエンド・コンピューティング。研究者は地震、火災、洪水、竜巻、津波、および火山の噴火など、気候や気象以外の自然災害データの収集およびシミュレーション技術の、世界の気候や気象のシミュレーション・システムに似たモデルを開発し、適切なコンピューティング・リソースにアクセスするためのコンピューテーショナル・グリッドまたはメタコンピューティング戦略を調査します。
- 災害のリスクを査定し、建築条例などの緩和策を指導するためのメタコンピューティング・テクニク。
- 特定の危険や危機の期間に関する情報の最高のソースを見つけるためのマルチメディアのデータ融合などのデータ・マイニング・ツール。
- さまざまなソースから危機状況に関係する人々への情報を分析し、優先順位付けを行い、通信するための情報の優先順位決定システム。たとえば、救出作業員は災害現場の危険地帯を指摘し、誰を探すべきか把握できなければなりません。一方、移動制御センターにいるマネージャは多数の個々の救助作業員に救助を指示し、人的資源を最も必要な場所に配置できなければなりません。

- 特に携帯技術でのプライバシーおよびセキュリティの規約、および危機が進展するにつれてそうした規約を迅速に変更できる能力。たとえば、意識不明の人を処置するために適切な許可を持った緊急時の作業員が、通常は健康管理の提供者だけが利用できる医療データが格納されたスマートカードにアクセスできるようにします。
- 危機の最中または危機後に不慣れた職務を行う個人を支援するための、地域固有の判断の支援と決定権を持つ人的資源。
- 危機管理、準備計画、訓練、および緩和策の策定のためのツールとソフトウェアの実行可能性と価値。研究者はこれらの機能をテストベッドやエンドユーザーが参加するフィールドテストで試作、テスト、およびデモンストレーションを行います。
- IT ツールを危機管理コミュニティ内に受け入れるための障害。このような要因には法律や規則による障害、エンドユーザーの訓練の欠如、説得力のある費用便益分析の欠如、または技術移転メカニズムの欠如などがあります。

また、研究アジェンダでは学生および教師向けの教育プログラムと教材の開発および新しい技術の適切な組織への移転の必要性も確認しています。

デジタル政府(Digital Government)

NSF のデジタル政府(Digital Government)プログラムは、最新の情報技術を使用して政府のサービスを向上させることを目的としています。デジタル政府は開発プログラムの発表とコンピューティング、ネットワークング、および IT 研究者を重要な情報サービス・ミッションで米連邦政府機関と協力させるプロジェクトのための提案を請願する際に FISAC に相談します。このプログラムでは情報サービスの挑戦と問題に関するこうした研究者と米連邦政府機関との協力プロジェクトを支援します。2000 年度に、NSF が資金提供したデジタル政府プロジェクトは、ユーザーが DOE の収集したガソリンのデータのばらつきを参照できるアプリケーションから、米連邦政府の役人が米連邦政府のサービスを改善するために IT を使用できるようにする訓練プログラムにまで渡ります(デジタル政府プログラムの詳細は 38 ページを参照してください)。

米連邦統計(FedStats)

70 以上の米連邦政府機関が使命を実行する過程で一般市民の興味の対象の統計データを収集、分析、および保存しています。FedStats チームは、FISAC と Interagency Council on Statistical Policy (ICSP) の 14 のメンバー・エージェンシによって資金提供されており、こうしたデータをオンラインで利用可能にし、公的な統計情報の国の統合情報システムを構築し、NSF のデジタル政府プログラムとそれに関連する米連邦政府イニシアティブによる IT 研究コミュニティとの提携を促進するために必要な IT R&D エージェンシと協力しています。1999 年の 2 月に FedStats のメンバは、米連邦統計に関する IT の問題についてデジタル政府が後援者となって行った会議に参加しました。

行政管理予算局(OMB)が議長を務める ICSP は、FedStats のウェブ・サイト(<http://www.fedstats.gov/>)を維持管理し、公共の使用のために統計エージェンシが作成したさまざまな情報に容易にアクセスできるようにしています。このサイトにはひとつのエージェンシのデータにアクセスし、参照するためのツールへのリンクがあります。また、ユーザーが Census、BLS、および NCHS のデータベースで作業できるようにする複数のエージェンシの Federal Electronic Research Review、Extraction and Tabulation Tool (FERRETT)へのリンクもあります。

次世代インターネット・アプリケーション(NGI applications)

FISAC の NGI Applications Team (NGI/AT)は LSN HPNAT と協力し、NGI アプリケーションを広範な米連邦政府コミュニティで利用できるようにしています。非 NGI エージェンシである NOAA は、NGI プログラムの最初から複数の最新ネットワークング・アプリケーションに関する NGI エージェンシと提携していました。また、米国地質調査所(USGS) Biological Survey も NGI ディスカッションに参加するようになりました。NGI の参加に関する問い合わせは大歓迎です。現在、NOAA environmental and fisheries laboratories や国中のデータセンター、カリフォルニア州メンローパークとコロラド州のゴールデンにある米国地質調査所(USGS)、および米国農務省の研究機関などの学界と強力な協力関係のあるその他の米連邦政府の研究所が検討中です。FISAC NGI/AT エージェンシは GOIN デモンストレーション、およびこのレポートの LSN セクションに記載された「Bridging the Gap」ワークショップに参加しました。

ユニバーサル・アクセス(Universal access)

Universal Access チームはデジタル環境への公共の広範な参加への技術的な障壁を取り払う最新技術の研究、開発、および展開に着目しています。このチームは米連邦政府のエージェンシが米連邦政府のサービスと雇用の機会を、障害を持った人々にもアクセス可能にするという要求に応えるための支援を行います。また、アクセス性を向上させるヒューマンコンピュータ・インターフェイスを設計するため、IT 研究機関とエージェンシの提携を奨励します。たとえばこの Universal Access チームは、Enterprise Interoperability and Emerging IT Committee of the Government's Chief Information Officers Council が支援するプロジェクト、および IT Accommodation Study Group of the National Committee for Information Technology Standards とのインターフェース・プロトコルの新しいパラダイムに関して Underwriters Laboratory と協力し、世界中からアクセスできるシステムに関する IT 性能を評価するための基準作りを行います。

2000 年度の活動内容は次のとおりです。

- Rapid Service Valuation and Preparation (RSVP) Access プログラム。エージェンシの専門家とマネージャが共に人的資源を共有し、最良の技量を移転し、IT サービスへのアクセス性を広めるための共通の基準を確立します。
- Information Technology Testing for Accessibility Government-wide (IT-TAG) プログラム。エージェンシが新しい Federal Acquisition Regulation procurement 基準を使用できるような独立した試験所でのアクセス性能評価機能を確立します。
- Public Information Networks Need Accessible Collaborative Learning Environments (PINNACLE)。RSVP および IT-TAG を強化し、障害を持った米連邦政府の従業員のためのバーチャル・フォーラムをサポートし、IT サービス・プロバイダがユニバーサル・アクセスを可能にする技術の開発パイプラインを改善するための方法を話し合えるようにする、学習、および人的資源共有のためのウェブベースのナレッジ・リポジトリです。

2001 年度に Universal Access Team は、Attuning to Disabled People in Society (ADP) プログラムを開始し、Public Law 105-220 のセクション 508、および Americans with Disabilities Act (ADA) のアクセス要件に適合する米連邦政府と州の情報インフラストラクチャを迅速に拡張しています。ADP は米連邦政府と州のアクセス基準とジョイント・アプリケーションが相互運用可能であり、産業界が主導となる製品開発にも焦点が当てられて本質的に異なるアクセス基準による違いが出ず、障害を持つユーザーが排他的な設計に起因すると考えられる社会へのいっそうの負担を負わないですむことを目的に現在開発中の米連邦政府と州の電子サービスに参加できることを、確かなものにします。

DOE の戦略的コンピューティング加速構想 (ASCI)プログラム

概要

DOEの戦略的コンピューティング加速構想(ASCI)は、科学的小および工学的コンピューティングにおける最新機能を、核の時代の最も複雑なチャレンジのひとつに適用します。すなわち、米国の核兵器の性能、安全、および信頼性の維持管理を物理的なテスト無しに行うことです。保有管理計画(SSP、Stockpile Stewardship Program)の重要なコンポーネントである ASCI の研究では、科学者たちが兵器の老朽化を理解し、コンポーネントの交換時期を予測し、兵器の老朽化システムの設計のため、材料および製造プロセスの変更の意味を評価する際に役立つ、コンピュータを使用したシミュレーション技術を開発しています。ASCI は 1996 年に包括的核実験の禁止に対する回答として設立されました。

ASCI の研究者は、現在のレベルの性能をはるかに上回るハイエンド・コンピューティング機能を開発中です。また、より高い解像度、より高い忠実度、3次元の物理学、および核兵器の状態を評価するための完全なシステム・モデリング機能を達成し、現在の経験に基づく判断への依存を低減できる最新のシミュレーション・アプリケーションも開発しています。DOE は ASCI ハードウェアとソフトウェアの作業を達成するため、期限を 2004 年度に設定しました。また、ASCI の R&D 製品の完全な実装日として 2010 年度を設定しました。

最新のアプリケーション・ソフトウェア、より強力なコンピューティング・プラットフォーム、およびハイエンド・コンピュータを使用したインフラストラクチャの開発のため、ASCI の活動センターは次の R&D の 4 つの主要目的を達成しなければなりません。

- 性能: 核実験を行わずに、ある環境下での核兵器システムの挙動を分析し、性能を評価するための予測シミュレーションを作成します。
- 安全性: 複雑な事故のシナリオの下での、兵器システムの完全な動作を、高い確実性で予測します。
- 信頼性: 備蓄の寿命の延長、失敗のメカニズムの予測、および日常的なメンテナンスの低減のために十分に評価された、予測に役立つシミュレーションを実行します。
- 更新: バーチャル・プロトタイプおよびモデリングを使用し、新しい生産プロセスと材料が性能、安全性、信頼性、および老朽化にどのように影響を与えるのかを理解します。この理解は今後数十年間の保有を管理するために必要な生産およびテスト設備の適切な構成を定義する際に役立ちます。

DOEの国立の3つの Defense Program (DP)研究所(LANL、LLNL、およびSNL)は ASCI 関連活動で協力しています。

PathForward

SSP が必要とするパフォーマンス・シミュレーションとバーチャル・プロトタイプ・アプリケーションは、業界で現在生産されているコンピューティング・プラットフォームより、はるかに強力なコンピューティング・プラットフォームを必要とします。PathForward と呼ばれる ASCI の戦略は、商用的にも実用可能な構成要素(ハードウェアとソフトウェアの両方)を 30 teraops (1 秒間に 30 兆回のコンピューティング・オペレーション)以上にまで拡張することでプログラムが要求するハイエンド・コンピューティング・システムを構築することです。PathForward はコンピュータ会社、政府機関、および大学が提携し、製造メカナの現在のビジネスプランに含まれていない、あるいは ASCI が希望するタイムフレームまたは規模で利用可能になることを期待できない技術を開発し、加速するために確立されました。たとえば、DOE と DOE の 3 つの DP 研究所は Compaq/DEC、IBM、SGI、Cray、および Sun Microsystems と費用を分担して提携し、広い帯域幅、短い待ち時間の技術を開発、設計し、30 teraops のコンピュータを構築するために必要な 10,000 個の商品化されているプロセッサを相互接続します。別の PathForward 提携で、DOE、DoD、および NASA は、高性能ストレージ技術を開発し、これらのシステムにデータが書き込まれるスピードを著しく向上させながらウルトラ・スケールのデータストレージ・システムの物理的なサイズを削減します。複雑な SSPシミュレーションの莫大なストレージ要件にはこのような特徴は不可欠です。この研究の目標は 25MBps(毎秒 2500 万バイト)を 1 テラバイト(1 兆バイト)の容量の、規格サイズのユニットのオプティカル・テープ・カートリッジに書き込むことのできるオプティカル・テープ・ドライブ技術を開発することです。

ASCI コンピューティング・プラットフォーム

世界最高速のコンピューティング・プラットフォームになるであろう、「Baby Huey」と呼ばれる新しい IBM システムの 10-teraops システム用の拡張性のあるプロトタイプが LLNL にインストールされました。Baby Huey は 16 台の IBM Nighthawk 1 ノードで構成され、114 Gflops のピーク計算容量と、32GB のメモリを有します。2000 年の夏に予定されている 512 マルチプロセッサ・ノード構成の巨大なパラレル・システムである、ASCI の 10-teraops 「Option White」プラットフォームの完全なインストールの準備として、IBM の最新の 64 ビット・コンピューティング・テクノロジーの性能を評価する ASCI アプリケーションを稼動しています。1997 年に非常に有名な一連のチェスの試合でチェスの世界チャンピオンに打ち勝ったのは、1 台の「Deep Blue」という名前の 32 ノードの特別なチェス・コプロセッサ付きの RS6000 システムでした。Housing Option White には 17,000 平方フィートの床面積、電力、冷却、および機械装置用に 6.2 メガワットの電気が必要です。この電気は小さな町のエアコンを供給するのに十分な量です。Option White は ASCI の 4 台目のカスタムで構築した高速プラットフォームで、2004 年までに 100-teraops のシステムを作り上げるという目標への最終ステップです。

Visual Interactive Environment for Weapons Simulation (VIEWS)

ASCI のコンピューティング・プラットフォームで DOE が支援する科学者は、他のコンピュータ・システムではできない複雑なデータの保存、検索、および操作が可能になります。しかし、研究者は核兵器の保有の物理的、科学的、および工学的資産を表す莫大な 3 次元データを系統化し、管理し、可視化するための同じ様に進歩したツールを開発しなければなりません。ASCI アプリケーションは非常に忠実な 3 次元モデルを使用し、約 10 億個のセルで、テラバイトの未加工データを生成します。その情報量は、情報を管理しその意味を「参照する」際に役立つツールがない状態では、情報を分析しようとしている科学者を圧倒します。VIEWS は高性能ストレージ、高速ネットワーク、可視化ハードウェア、および最新のデータの調査とマネージメント・ソフトウェアを統合し、高レベルの科学的データ分析のための機能を提供します。

この作業を支援するために必要なハードウェア・インフラストラクチャは高性能で拡張性の高いグラフィック・ワークステーションのネットワーク、可視化サーバ、およびストレージ・システムで、すべて高速相互接続によりテラスケールのコンピューティング・プラットフォームに接続されます。ビデオファイバ・モデム、画像圧縮と画像伝送、およびハードウェア・パラレル可視化システムなどの技術により、ASCI の研究者はリアルタイムで高品質の画像を可視化サーバおよびスーパーコンピュータからオフィスおよびグラフィックの研究所へ伝送できます。しかし、莫大な ASCI データは対話型のデータの応答には非効率的である既存の可視化ソフトウェアのレンダリングを行います。つまり、分散型のコンピューティング環境で分析のためにデータの操作および可視化を行います。研究者は、可視化に必要なデータ・レベルを押さえる多解像度や階層型のテクニック、および可視化要件を満たすようにシステム容量を増加させるための並列・分散アルゴリズムなどの、並列・要求駆動型の可視化戦略を調査研究しています。

科学データ管理計画 (SDM)

VIEWS 研究では、SDM が開発したアプリケーション・ソフトウェア・ライブラリとウェブまたは Java ベースのコンポーネントを商用データベース、マストレージ・システム、ネットワーク、およびコンピューティング・インフラストラクチャを統合することで、ユーザーの複雑な SSP データをブラウズ、および検索する機能をスピードアップし、強化するための体系的な枠組を開発しています。SDM はアプリケーション・コードのシミュレーションデータの取り込みと共有、さまざまなデータの整理、検索、および管理、そしてコンピュータ・ベースのデータ検出プロセスを自動化することに焦点を当てて活動しています。

大規模でさまざまな種類のデータを物理学のアプリケーション間で、あるいは計算と分析の間でスムーズに移動させるためには、データはマシンおよびアプリケーションに中立的な方法でモデル化されなければなりません。これに挑戦するため、SDM 研究者は共通 API を持つトポロジの原則に基づいて ASCI シミュレーション・データ用の共通データ・モデルを開発し、データの体系と管理を改善するためのメタデータ戦略に関する作業を行っています。このようなメタデータはデータのサイズ、種類、作成日のドキュメントからデータに関する科学者のメモまでが含まれています。研究者は計算結果のサマリ、兵器データのアーカイブのウェブ・アクセス可能な知識ベース、メタデータの編集閲覧機能、および自動化された情報のテラスケールのシミュレーションデータセットからのクエリー、表示、および抽出のためのテクニックとツール群である Data Discovery などの多数の付随ツールを開発しました。

問題解決環境 (Problem solving environment (PSE))

ASCIの問題解決環境(problem solving environment (PSE))は、安全で非常に高性能な分散型コンピューティング・システムで最新の科学分析を行うために必要な、ハイエンド・コンピューテーション技術とツールで構成されています。PSEチームは次の活動を行っています。

- **ASCI 分散型コンピューティング環境(distributed computing environment (DCE))** DCEチームはデスクトップ・ユーザーが異種混合コンピューティングおよびオペレーティング・システムを使用して、異種混合のASCIネットワーク全体でスムーズに作業できるようにするミドルウェアに着目し、各スーパーコンピュータ・サイトで使用する安全な共通分散型コンピューティング・サービスを確立しています。
- **高性能ストレージ・システム(High performance storage system (HPSS))** 学界、産業界、および米連邦政府(DOE、NASA、NOAA、およびNSF)を代表する20以上の組織が協力し、商用利用可能な製品に基づく次世代のストレージ・システムの試作を行っています。
- **加速されたデータ転送(Accelerated data transfer)** 大容量のデータのあるデバイスから別のデバイスへ移動することはコンピューティングのもっとも時間のかかるタスクのひとつです。ASCIの研究者は新しいデータ移動プロトコルをHPSSパラレル・ファイル転送プロトコルにリンクさせ、データ転送速度を劇的に向上させました。
- **拡張性のあるリニアソルバ(Scalable linear solvers)** 現在使用されている多数のアルゴリズムは拡張性がないので、より大きな問題に対するコンピュータの負荷が最高リニアレートよりも早く増大してしまいます。ASCI研究者はコンピュータの操作時間を削減する拡張性のあるアルゴリズムを開発しています。たとえば、こうしたアルゴリズムは規模の大きなパラレル処理マシンで2日間かかる実行を30分にまで短縮できます。アプリケーションにはエネルギー、環境、および生物学的なシステムなど複雑な物理的現象の研究などがあります。
- **拡張性のある入出力(Scalable input/output (I/O))** この研究ではスーパーコンピューティング・システムのさまざまなハードウェアおよびソフトウェア・コンポーネント経由のデータ転送の速度を向上させることを目的としています。目標はアプリケーションとハードウェアの間の各レイヤのデータ転送速度を向上させることで達成できる、エンドツーエンドな性能を全体的に改善することです。

戦略的学術アライアンス計画 (Academic Strategic Alliances Program (ASAP))

ASCI研究と最新の学術的R&Dの間の定常的な技術的対話をサポートすることにより、ASAPはコンピュータ・モデリングのシミュレーション科学と高性能技術における新しい開発を加速しています。ASAP Level OneでASCIは5つの主要大学センターを創設し、最新の科学的問題に関するシミュレーション・サイエンスと計算数学に関する長期的で大規模な未分類の研究に携わっています。Level TwoではASCIはASCIの成功のために重要なコンピュータ・サイエンスおよび計算数学に関する小規模で、研究分野中心のプロジェクトの戦略的な調査を支援します。ASAP Level Threeでは、近い将来のASCI研究に注目した個々の共同研究を支援します。

大統領直属情報技術諮問委員会 (PITAC)

概要

1999年2月24日、PITACはホワイトハウスに21世紀に向けた米国のIT研究および開発の必要性の主要調査である報告書、『情報技術研究：我々の未来への投資 (Information Technology Research: Investing in Our Future)』を提出しました。高性能コンピューティング、通信、情報技術、および次世代のインターネットにおける米国の優位性の維持に関する専門家のガイダンスを行政府に提供するため、25名の米国企業のリーダーや企業および学術組織の研究科学者で構成される諮問委員会を1997年2月にクリントン大統領が設立しました。PITACは高性能コンピュータ法 (High-Performance Computing Act of 1991 (P.L.102-194)) と次世代インターネット法 (Next Generation Internet Act of 1998 (P.L. 105-305)) の下で米連邦議会によって設立されました。1999年2月、大統領は委員会の最初の2年間の指令を2001年2月まで延長する大統領令を発行しました。

IT R&D の状況： PITAC 報告書

報告書の準備のため、PITACは高性能コンピューティング、通信、および情報技術に関する米連邦政府のR&Dの徹底的なレビューを行い、かつてない速さの、より高機能で、より堅牢な技術、およびそれらを開発し、管理する技能を持つより多くの労働者を要求しつづける需要を考慮して現在の米連邦政府の研究投資を評価しました。報告書では著しいR&Dの進歩の必要性を示すひとつとして、インターネットの基盤となっている米連邦政府が資金援助した技術は比較的少数のコンピュータ(1985年時点で2,000)のネットワーク用に設計されましたが、現在では7000万個のデバイスを接続し、トラフィックは100日ごとに倍増している点を取り上げました。

このような最新技術での明らかな成功(半導体、コンピュータ、通信機器、およびソフトウェア製品が1992年以来米国の経済成長の3分の1を占めています)にも拘わらず、PITACは現在IT研究への米連邦政府の支援は非常に不適切であると結論付けています。この報告書では研究プログラムへの投資は必要なものの一部に資金供給されているに過ぎず、長期的でリスクの大きい活動よりは短期的な目標にますます焦点が当てられていると述べられています。PITAC報告書は、これまでの米連邦政府のリスクの高いIT研究への支援が現在の活気に満ちたIT市場での「華々しいリターン」をもたらしたとしています。しかし、報告書に含まれていた書状では、PITACの企業リーダーたちはこの前例のない経済成長の機動力は革新に対する米連邦政府の継続的な支援がなければ「速度が鈍化するか、または消滅してしまうであろう」と警告していました。「政府はアイデアを産み出し、研究者がその研究を行えるようにするパイプラインへの投資を増加させなければならない」と記載されています。

こうした研究結果を考慮し、PITACは新しい世紀の情報経済を活気づけるために必要な先進的な革新の流れを復活させ、再度活気づけるためにIT研究への米連邦政府の投資の桁外れの拡大を要求しました。現在の世界的な通信インフラストラクチャに成長したデジタルコンピューティング・マシンとコンピュータネット・ワーキングという概念を提唱した学界および産業界との米連邦政府の研究の提携のように、PITACは20世紀の最後の四半期の最新のハードウェア、ソフトウェア、および接続が、次の21世紀の躍進を確実に産み出すような「コンピューティングおよび通信システムの新しい重要な研究」を行うには、米国のリーダーシップが再度必要だと述べました。

PITAC報告では情報技術のR&Dの米連邦政府の再活性化された支援は、政府機関と民間の両方に戦略的に重要である5つの分野への研究資金援助を計画的に増加させていくことを始めるように推奨しています。委員会はソフトウェア、スケーラブル情報インフラストラクチャ、ハイエンド・コンピューティング、ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスと情報管理、社会経済学の研究と政策、および米連邦政府のIT R&D事業の管理の分野で全体的な米連邦政府のIT研究に対する資金援助の確約を2004年度までに年間14億ドルずつ引き上げることを提案しました。

PITAC の主な研究結果と推奨事項は次のとおりです。

大統領への PITAC 報告書
『情報技術研究我々の未来への投資 (Information Technology Research:Investing in our Future)』
研究結果と推奨事項

主な研究結果

- 総合的な米連邦政府の情報技術の R&D 投資は不十分。
- 米連邦政府の情報技術の R&D は短期的な問題に必要以上に集中している。
- 米連邦政府の情報技術の R&D の資金援助のプロファイルは不完全。

研究に関する主な推奨事項

- 長期的な情報技術の R&D における戦略的構想を作成すべきです。
- ソフトウェア、スケーラブル情報インフラストラクチャ、ハイエンド・コンピューティング、および社会経済的な問題における研究のための投資を増大させるべきです。
 - **ソフトウェア。**あらゆる種類の高品質なソフトウェアを効率的に作成および維持する、われわれの経済の大半のためのインフラストラクチャを現在提供している複雑なソフトウェア・システムの信頼性を保証する、人とコンピュータ・ベースのシステム、デバイスの間の対話を改善する、情報を管理し、使用する、ための科学と方法。
 - **スケーラブル情報インフラストラクチャ。**国の情報インフラストラクチャ(通信システム、インターネット、大規模なデータリポジトリ、およびその他の新システム)が信頼性があり安全であり、今後 20 年間に予測される莫大な数の新規ユーザとアプリケーションを収容できるようにうまく増大できることを保障するためのテクニック。
 - **ハイエンド・コンピューティング。**航空機の設計から天気や気候のモデリングまで、ハイエンド・アプリケーションのインプリメンテーションに必要な高速で強力なコンピューティング・システムの開発および付随する通信システムの継続的な発明と革新。
 - **社会経済的問題。**我々の社会、経済、および労働力に関する情報技術の影響の理解に関する研究に資金援助をすべきです。更に、研究は情報技術の潜在的に有害な影響を改善し、利点を増強するための戦略に着目すべきです。

管理に関する主な推奨事項

- より広範な適用範囲と長い継続期間のプロジェクトに資金援助を行うべきです。
- ひとつの研究プロジェクトに取り組むため、別の研究機関にいる 2~5 人の研究者のチームが行っている可能性のある研究への支援を拡大すべきです。
- 「21 世紀への探検 (Expeditions to the 21st Century)」のための大規模なセンターへの資金援助を行います。これに、今後の情報技術とその社会活動への影響の調査研究に関する大規模な研究者チームが携わるべきでしょう。
- 「イネープリング技術センタ (Enabling Technology Centers)」を開設し、特定の国の重要な問題のための情報技術アプリケーションに関する研究を行うべきです。

報告書は<http://www.itrd.gov/ac/report/>で入手できます。

PITAC の活動とイニシアティブ

大統領の要求、あるいは連邦議会による指令として、PITAC は定期的に米連邦政府の IT R&D プログラムをレビューし、結果を報告します。また、委員会は重要な国の関心事である情報技術の問題の研究を請け負い、これらの課題に関する報告書の作成も行います。

NGI レビュー

2000 年 4 月、PITAC は NGI 法で要求されている、次世代インターネット(Next Generation Internet (NGI))構想の 2

回目の年次レビューを終了しました。このレビューでは最新ネットワーキングの研究、NGI テストベッド、NGI アプリケーション、地理的に届く範囲、少数民族、小規模な大学に及ぼす範囲、技術移転、関係機関の調整、および IT リーダーシップなどが取り上げられました。連邦議会向けの報告書で PITAC は、NGI 関係機関は PITAC の 1999 年 4 月のレビュー以降、次のような著しい成果を達成したと述べています。

- ネットワーク性能の測定の実装。新しい測定システムで、1999 年度と 2000 年度にかけて、NGI 関係機関が 80Mbps ~ 900Mbps の NGI テストベッド・ネットワークで最高のエンドツーエンドの性能を達成したことを検出しました。
- 高性能な接続性の向上。運用可能な NGI サイトは 154 から 177 に増加しました。
- エンドユーザ・アプリケーションの開発の重要視。NGI アプリケーションの数は最初の PITAC レビューでは約 35 個であったのが 100 個以上に増加しました。
- ネットワークの範囲の拡大。NSF Experimental Program to Stimulate Competitive Research (EPSCoR) 賞の数は、プエルトリコの 2 つの研究機関など、PITAC の最初のレビューの 33 から 40 に増えました。参加している少数民族向けの機関は、黒人系の大学 1 校とヒスパニック系の大学 2 校から、黒人系の大学 2 校とヒスパニック系の大学 5 校に増加しました。

PITAC は、関係機関が最初の NGI レビューで推奨したプログラム上の変更を行い、学界および産業界と協力し、NGI の目標に向けて「卓越した進歩」を成し遂げたと記しています。レビューでは、こうした NGI コラボレーションから約 12 の民間の振興企業が約 300 億ドルの資本金で事業を始めたことがわかりました。

レビューは次の 2 つの推奨事項で締めくくられています。

- すぐに開始される後続の活動の計画があれば、NGI の資金提供は提案された資金提供レベルで 2002 年度まで延長されるべきです。NGI のギガビットの帯域幅、向上したセキュリティ、および拡張されたサービス品質の有用性をエンドユーザにデモンストレーションする、より多くのアプリケーションに資金提供すべきです。
- NGI はどのような研究機関に資金提供すべきかの問題に取り組むように計画されていないので、米連邦議会は NGI 研究機関が近くの小さく不利な立場の研究機関へのインフラストラクチャ支援者としての役割を果たすような、別のインフラストラクチャ・プログラムへの資金提供を考慮すべきです。

IT R&D レビュー

大統領の要求により PITAC は昨年『21 世紀に向けての情報技術：2000 年度の監査 (Administration's FY 2000 Information Technology for the Twenty-First Century)』や『IT スクエアド構想 (IT² Initiative)』をレビューし、今年度は IT² を取り込んだ『2002 年度 ITR&D 予算案の監査 (Administration's IT R&D budget proposal for FY 2002)』をレビューしています。『IT スクエアド構想 (IT² Initiative)』の 2000 年度のレビューでは、PITAC 報告書で述べられたソフトウェア、スケーラブル情報インフラストラクチャ、およびハイエンド・コンピューティングに関する研究をより集中的に行うことを推奨するように取り上げられ、具体化されました。研究では最新のアプリケーションとミドルウェアに関する長期的な研究にますます重点が置かれていることを示唆していました。PITAC 報告書の IT R&D Programs 全体としての資金援助の増加の要求と学術組織向けのよりハイエンドな機能の必要性について再度指摘されていました。

大統領と連邦議会のメンバとの話し合いで PITAC は「アイデアと人的資本とのパイプラインを再び満たし始めるための」IT R&D の資金援助を全体的に増加させるための継続的な超党派の支援を強く要求しました。

デジタル・デバイド(Digital Divide)会議

PITAC 報告書は、21 世紀にすべてのアメリカ国民が情報インフラストラクチャにアクセスでき、情報化時代にうまく適合していくために必要なツールと技能を持ち合わせることは必要不可欠であると熱心に主張しました。IT ツールとアプリケーションは人種、性別、障害の有無、年齢、収入、および居住地などという障害を超越した機会を提供できます。こうした考えを遂行するため、PITAC は 1999 年 10 月 19 日、「デジタル・デバイド」という重要な問題を調査するための会議を開きました。Joint Center for Political and Economic Studies と Woodrow Wilson International Center for Scholars が共同で開催した『Resolving the Digital Divide: Information, Access, and Opportunity』では、米国の人種および民族の集団の情報技術のアクセスに焦点が置かれました。2000 年 2 月に発行されたこの会議の報告書には、次のような推奨事項が記載されています。

- デジタル・デバイドの解決には国レベルのイニシアティブが必要です。
- コミュニティの関連性と関与は、デジタル・デバイドの解決には必要不可欠です。

- 教育的なアプローチを再考すべきです。
- 政府のプログラムを継続及び拡大し、デジタル・デバイドを解決するために追加資金援助を行うべきです。
- マーケット・アプローチを再考すべきです。
- より多くの研究、データ収集、および評価がデジタル・デバイドの解決には必要不可欠です。
- よりよい技術および少数民族が所有するより多くのビジネスが必要です。

PITAC は来年度は地域格差と情報ツールへの小規模な大学のアクセスという問題に関して、2つの追加会議を予定しています。

新しい PITAC 共同議長

1999年8月、クリントン大統領は Carnegie Mellon University の Raj Reddy 氏と IBM の Irving Wladawsky-Berger 氏を PITAC の新しい共同議長に任命しました。両氏は PITAC の創設依頼 2 年半にわたり共同議長を務めてきた Sun Microsystems の Bill Joy 氏と Rice University の Ken Kennedy 氏の後任となります。大統領は感謝状に PITAC 報告書の作成および米連邦政府の IT R&D アジェンダの形成に役立った貴重な助言で国に貢献した共同議長に感謝の意を表しました。

IT challenges panels

1999 年秋 PITAC は、PITAC 報告書で情報革命の重要な機会と呼んだ広範な文化的変革を達成するための技術的な挑戦を検証するためのパネルを設立しました。報告書では、情報技術が国に最も恩恵をもたらすことができると確約した 10 項目の「国の改革への挑戦 (National Challenge Transformations)」を列挙しました。その 10 項目は、通信方法、情報の処理方法、学習方法、健康管理の方法、商業の特性、仕事の特性、物事の設計及び構築方法、研究の実行、環境の理解、および政府の活動です。PITAC メンバと学界および産業界から招待した参加者で構成されるパネルはそれぞれ、特定の挑戦分野での主要な IT 研究の必要性を詳述する文書を作成しました。

PITAC パネルの詳細は次のとおりです。

- デジタル・デバイドの問題(Digital Divide Issues)、議長 Ching-chih Chen 氏と John P. Miller 氏。
- デジタル図書館、議長 David C. Nagel 氏。
- 国際的な問題(International Issues)、議長 Ching-chih Chen 氏と David W. Dorman 氏。
- オープンソース・ソフトウェア、議長 Larry Smarr 氏。
- 政府の変革(Transforming Government)、議長 David M. Cooper 氏と Robert H. Ewald 氏。
- 健康管理の変革(Transforming Health Care)、議長 Sherrilynne S. Fuller 氏と Edward H. Shortliffe 氏。
- 学習の変革(Transforming Learning)、議長 Susan Graham 氏と Andrew J. Viterbi 氏。

これらのイニシアティブについて記載した 1999 年 12 月の大統領への書状で、PITAC のリーダー達はますます広がる「デジタル・デバイド」、労働力のグローバリゼーションの影響、およびプライバシー、セキュリティ、知的所有権などの主に政策的な問題に特に注目し、情報技術革命の社会経済的影響をよりよく理解するための研究に引き続き重点を置いていく予定であると述べています。

委員会の構成員

委員会の共同議長

Raj Reddy 氏 は Herbert A. Simon University でコンピュータ・サイエンス、Carnegie Mellon University でロボット工学の教授を務めています。

Irving Wladawsky-Berger 氏 は IBM Corporation の Technology and Strategy of the Enterprise Systems Group の Vice President です。

委員会のメンバ

Eric A. Benhamou 氏は 3Com Corporation の CEO 兼 Chairman です。

Vinton Cerf 氏は MCI WorldCom の Internet Architecture and Engineering の Senior Vice President です。

Ching-chih Chen 氏は Simmons College の Graduate School of Library and Information Science の教授です。

David M. Cooper は Lawrence Livermore National Laboratory の Associate Director of Computation です。

Steven D. Dorfman 氏は Hughes Electronics Corporation の Retired Vice Chairman です。

David W. Dorman 氏は Concert の CEO です。

Robert Ewald 氏は E-Stamp Corporation の社長兼 CEO です。

Sherrilynne S. Fuller 氏は University of Washington School of Medicine の Biomedical Informatics、Department of Medical Education の Head です。

Hector Garcia-Molina 氏は Stanford University の Departments of Computer Science and Electrical Engineering の Leonard Bosack and Sandra Lerner Professor です。

Susan L. Graham 氏は University of California at Berkeley の Department of Electrical Engineering and Computer Science の Chancellor's Professor of Computer Science です。

James N. Gray 氏は Microsoft の Scalable Servers Research Group の Senior Researcher 兼 Microsoft の Bay Area Research Center のマネージャです。

W. Daniel Hillis 氏は Applied Minds, Inc で勤務しています。

Bill Joy 氏は Sun Microsystems の創設者であり Vice President of Research です。

Robert E. Kahn 氏は Corporation for National Research Initiatives (CNRI) の President です。

Ken Kennedy 氏は Center for Research on Parallel Computation の Director であり、Rice University の Computer Science の Ann and John Doerr Professor です。

John P. Miller 氏は Center for Computational Biology の Director であり、Montana State University の Professor of Biology です。

David C. Nagel 氏は AT&T Labs の President です。

Edward H. Shortliffe 氏は Columbia University の College of Physicians and Surgeons の Medical Informatics の教授兼 Chair of the Department です。

Larry Smarr 氏は University of California-San Diego の Computer Science and Engineering の教授であり、National Computational Science Alliance の Strategic Advisor です。

Joe F. Thompson 氏は Mississippi State University の Department of Aerospace Engineering の Aerospace Engineering の William L. Giles Distinguished Professor です。

Leslie Vadasz 氏は Intel Corporation の Executive Vice President であり、Intel Capital の President です。

Andrew J. Viterbi 氏は QUALCOMM Incorporated の Vice Chairman であり、共同創設者です。

Steven J. Wallachis 氏は Chiaro Networks の Vice President です。

構成員の変更

PITAC は、旧メンバの **David J. Farber** 氏 (University of Pennsylvania の Telecommunication Systems (休暇中) の Alfred Fitler Moore Professor) の委員会への洞察力のある貢献に感謝の意を表します。Dr. Farber 氏は Federal Communications Commission の Chief Technologist の地位に就くため、PITAC のメンバを辞任しました。

IT R&D プログラムの調整 (Coordination of IT R&D Program)

科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy)

ホワイトハウスの科学技術政策局 (White House Office of Science and Technology Policy (OSTP))は科学、宇宙、および技術に関する R&D への米連邦政府の投資に対する広範な国の目標の形成に際して大統領に助言と支援を行います。また、米連邦政府の科学および技術の研究のポートフォリオの幅広いプログラムと活動の調整において優先的な役割を果たします。OSTP は、科学技術分野での政策の明確化と予算の策定、大統領の政策とプログラムの明確化、および米連邦政府、州、地方自治体と産業界、学界の科学コミュニティとの強力なパートナーシップの促進を担当しています。OSTP は大統領直轄の国家科学技術委員会(National Science and Technology Council (NSTC))の活動の監督を行います。大統領科学技術担当補佐官は OSTP の長官としての役割を果たします。

情報技術 (IT) R&D の Senior Principals Group

OSTP 長官が議長を務め、管轄する senior management チームは、米連邦政府の情報技術 (IT) R&D プログラムの政策の指導、ガイダンス、および監督を行います。Senior Principals グループと NSTC はプログラムの優先順位の設定を支援し、全体的な米連邦政府の IT R&D ポートフォリオが関係機関の使命と能力全体でバランスが保たれるようにし、進捗を監視します。メンバは Director of the National Science Foundation、Administrator of the National Aeronautics and Space Administration、Under Secretary of Energy、Under Secretary of Commerce for Oceans and Atmosphere and Administrator、Director of the National Institutes of Health、Deputy Under Secretary of Defense (Science and Technology)、Office of Management and Budget (OMB)、および National Economic Council (NEC)の上級官吏など、IT に資金援助をしている関係機関の上級官吏です。

関係省庁間の情報技術 R&D に関するワーキング・グループ (Interagency Working Group on IT R&D)

関係省庁間の情報技術 R&D に関するワーキング・グループ(Interagency Working Group on IT R&D)(IWG/IT R&D、Subcommittee on Computing、Information、and Communications [CIC]の後継)は、実施機関の政策、プログラム、予算のガイダンスを提供する Senior Principals Group の内部的な審議組織です。IWG は連邦議会、OMB、OSTP、学界、および産業界との研究活動や交流の計画、予算策定、実施、およびレビューなどの複数の関係機関が関係する IT 研究活動の調整を行います。また、IWG は大統領直属科学技術諮問委員会(PITAC)に技術的な支援を行い、適切な技術の開発と利用を促進するように米連邦政府機関と協力します。

NSF Assistant Director、Directorate for Computer and Information Science and Engineering (CISE)は IWG の議長を務めます。IWG のエージェンシは AHRQ、DARPA、DOE (Offices of Science and Defense Programs)、EPA、NASA、NIH、NIST、NOAA、NSA、NSF (CISE and Mathematical and Physical Sciences Directorates)、および OSD です。その他の参加者は NEC、NCO、OMB、および OSTP です。NCO は IWG に技術および管理的な支援を行い、IWG のコーディネート・グループに対する支援の一部を行います。

コーディネート・グループ

6つのコーディネート・グループ(以前はワーキング・グループと呼ばれていました)とひとつの諮問委員会が IWG の管轄です。これらの組織は定期的に協議を行い、それぞれの専門分野のマルチエージェンシ・プロジェクトの目的と活動を調整しています。コーディネート・グループは次のような、米連邦政府の IT R&D ポートフォリオを構成するプログラム・コンポーネント・エリア(Program Component Areas (PCAs))という IT 研究の主要分野との調整を行っています。

- HEC I&A と HEC R&D の両方の調整を行うハイエンドコンピューティングとコンピューテーションコーディネート・グループ(High End Computing and Computation Coordinating Group (HECCCG))。
- ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理のコーディネート・グループ(Human Computer Interface and Information Management Coordinating Group (HCI & IMCG))。
- 次世代インターネット(Next Generation Internet (NGI))構想とスケーラブル情報インフラストラクチャ(Scalable Information Infrastructure (SII))の R&D を含み、活動を次の複数のチームに分割している大規模ネットワークコーディネート・グループ(Large Scale Networking Coordinating Group (LSNCG))。

- 高性能ネットワーキング・アプリケーション・チーム(High Performance Networking Applications Team (HPNAT))。
- インターネット・セキュリティ・チーム(Internet Security Team (IST))。
- ジョイント・エンジニアリング・チーム(Joint Engineering Team (JET))。
- ネットワーキング研究チーム(Networking Research Team (NRT))。
- ソフトウェアの設計及び生産性コーディネート・グループ(Software Design and Productivity Coordinating Group (SDPCG))。
- 高信頼性ソフトウェアとシステムコーディネート・グループ(High Confidence Software and Systems Coordinating Group (HCSSCG))。
- 社会経済および労働力の面から見たIT労働力開発の意味コーディネート・グループ(Social,Economic,and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development Coordinating Group (SEWCG))。

研究機関というよりはむしろ出先機関である米連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会(Federal Information Services and Applications Council (FISAC))もIWGの管轄です。

コーディネート・グループの2000年度の成果と2001年度の計画のハイライトが本書に記載されています。

CIC 国家調整室(National Coordination Office for Computing, Information, and Communications (NCO/CIC))

NCOはIT R&Dプログラム全体を支援します。NCOとIT R&Dプログラムに参加している関係機関は協力しながら次世代の高度なコンピューティング、ネットワーク通信、および情報技術を切り開くために米連邦政府の包括的な活動に関する計画と実行戦略を作成します。NCOは複数の関係機関の計画、予算策定、および評価材料の準備の支援を行いながら、IWGに広範囲な技術および管理の支援を行い、米連邦政府のIT研究活動に関する情報および文書の中心的な資料庫としての役割を果たします。

また、NCOは米連邦政府のIT研究活動について独自の評価を行う、大統領が任命した産業界および学界のリーダー達のグループであるPITACの支援も行っています。NCOのスタッフ・メンバはPITACとPITACの小委員会、およびパネルの打ち合わせの技術的な支援を行います。また、PITACの米連邦政府のIT R&Dプログラムの定常的なレビューの技術支援も行っています。

出先機関と広報

米連邦政府のIT R&D構想の窓口としてNCOとIWGは連邦議会、米連邦政府、州、および地方自治体、学界、産業界、専門家の団体、外国の組織などの代表と頻りに打ち合わせを行い、米連邦政府のIT R&Dプログラムについて話し合い、技術およびプログラムに関する情報を交換しています。

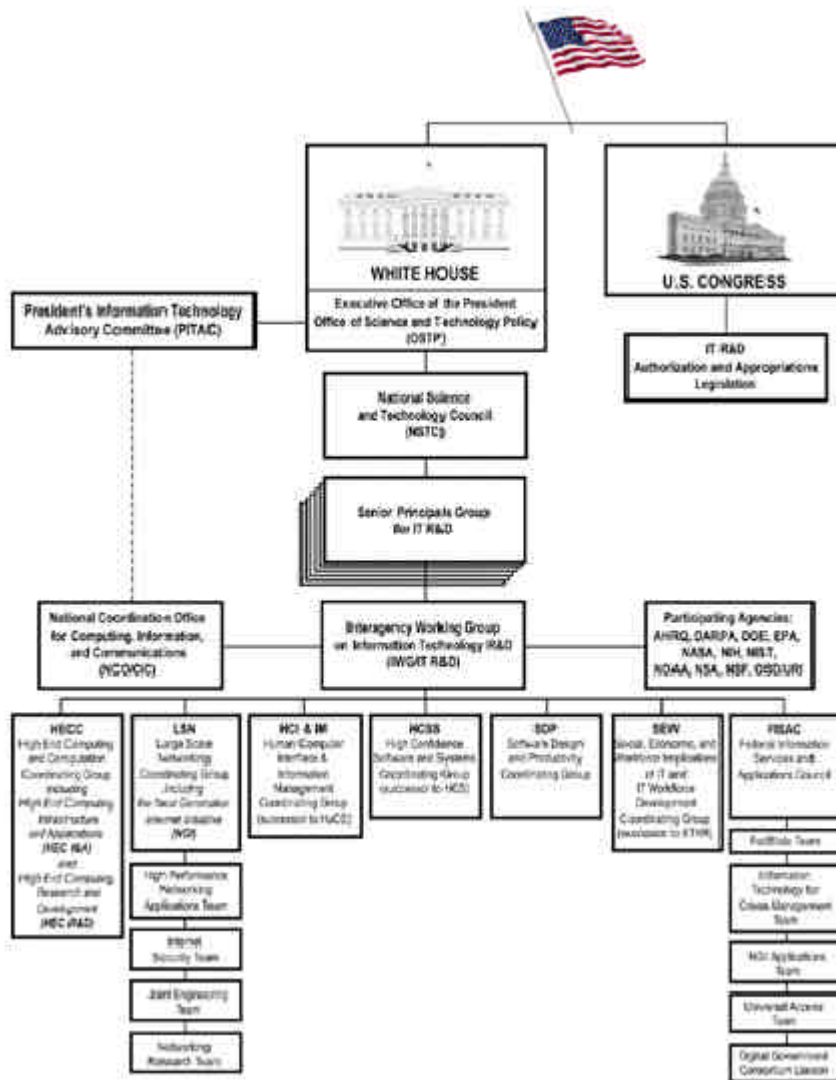
たとえば、米国の高性能ネットワーキングおよびコンピューティングのコンファレンスであるSC99では、NCOとLSNCGはIT R&DプログラムとNGI構想(81ページ)に参加している関係機関が開発した、10個の最新のネットワーキングおよびコンピューティングアプリケーションのデモンストレーションを行いました。

また、NCOは毎年、米連邦議会の役人、学界、産業界、および一般市民からの米連邦政府のIT R&D活動に関する情報に対する数千という要求に応えています。NCOが提供する情報リソースには印刷物、ビデオ、およびIWG(およびその前進であるCIC R&Dの小委員会)に関する情報、NGI構想の詳細、米連邦議会の証言、PITACの報告と活動、IT R&Dプログラムの他の関係機関へのリンク、および重要な通達と正式な通信文など、1994年以降のNCOの全ての出版物のフルテキスト・アーカイブで構成されているウェブ・サイトなどがあります。オンライン・リソースは<http://www.itrd.gov/>および<http://www.ngi.gov/>で入手できます。

ハイエンド・コンピューティングとマストレージ・システムの要約報告

米連邦政府機関の科学者、エンジニア、および請負業者に主なる先端情報技術の傾向に関する最新情報を提供するため、ターゲットを絞って要約報告プログラムを継続的にを行い、NCOとHECCCGは2000年6月28日~29日にかけてマストレージシステムの関する2日間の会議をメリーランド州ベセスダのNational Library of Medicine's Lister Hill Auditoriumで開催しました。この集会ではデジタル・ストレージ技術のベンダによる非開示ベースでのプレゼンテーションと、ITシステムの急速に成長するストレージへの要求事項から提示された主な技術的な挑戦に関する議論が行われました。次世代ストレージ技術に関しては「テープによるバックアップ・システムは使用されなくなるのでしょうか」、「SAN (storage area network)と呼ばれるリンクされたストレージ装置の展望はどの

ようになるでしょうか。」「高性能コンピューテーションおよび通信アプリケーションが実現されるにつれて、ストレージへの要求はどのように実現されるのでしょうか。」「および「マスタストレージの設計に現代のコンピューティング環境の異種混在状態がどのような影響を与えるのでしょうか」といった質問がありました。



米国製品購入レポート

連邦議会は米国以外の高性能コンピューティングと通信に関する資金活動についての情報を必要としています。2000年度において DARPA は、次のいずれかの条件の相手と IT R&D に関しての交付金 (grant) 契約、協同合意または共同研究開発協定に参入した唯一の IT R&D 関係機関でした。その条件の相手は、1) 米国で法人化したか、あるいは米国に位置する会社以外の会社で、米国の市民である個人が最大の所有権を有しているか、または 2) 米国以外に位置する教育団体または非営利団体、のいずれかです。DARPA は英国の University College, London に \$164,000、英国のオックスフォード大学に \$98,040 の IT R&D 関連の資金援助を行いました。2000年度には米国以外で採掘または生産された非製造業の物資、材料、または供給品、あるいは、米国で採掘、生産、または製造された物資、材料、または供給品から米国で実質にすべて製造されたもの以外の製造物資、材料、支給品の IT R&D の調達額は 100 万ドル以下です。

関係機関 IT R&D の プログラム・コンポーネント分野別の予算

2000 年度予算 (単位:100 万ドル)

関係機関	(HECI&A)	(HEC R&D)	(HCI&IM)	(LSN) ^a	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	合計 ^b
	ハイエンド・コンピューティング基盤およびアプリケーション	ハイエンド・コンピューティング研究開発	ヒューマン・コンピュータ・インタフェースおよび情報管理	大規模ネットワーク	ソフトウェアの設計および生産性	高信頼ソフトウェアおよびシステム	社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発	
NSF	206.0	83.8	91.6	81.2	15.8	9.6	28.6	517
DARPA	20.3	16.2	40.3	69.9	30.0	17.9	0.0	195
NASA	99.4	25.4	5.5	20.1	10.0	6.5	6.7	174
NIH	30.9	3.2	71.8	63.0	0.6	6.2	6.9	183
DOE Office of Science	65.1	19.0	8.0	24.8	0.0	0.0	2.6	120
NSA	0.0	31.7	0.0	1.7	0.0	47.3	0.0	81
NIST	3.5	0.0	6.2	5.2	0.0	3.5	0.0	18
NOAA	13.2	0.0	0.5	2.7	1.4	0.0	0.0	18
AHRQ	0.0	0.0	4.1	3.7	0.0	0.0	0.0	8
OSD/URI	0.0	2.0	2.0	4.0	1.0	1.0	0.0	10
EPA	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4
小計	442.3	181.3	230.0	276.3	58.8	92.0	44.8	1,328
DOE ASCI ^c	86.6	27.3	0.0	23.5	39.9	0.0	40.2	218
合計	528.9	208.6	230.0	299.8	98.7	92.0	85.0	1,546

注:

- ^a NGI の予算は LSN 予算の一部です。
- ^b 切り捨てのため小計の和は合計と一致していません。
- ^c これらの合計は大統領の 2001 年度の予算とは異なります。

2001年度予算要求(単位:100万ドル)

	ハイエンド・ コンピュー ティング基盤 およびアプリ ケーション	ハイエンド・ コンピュー ティング研究 開発	ヒューマン・ コンピュー タ・インター フェイスおよ び情報管理	大規模ネット ワーク	ソフトウェア の設計および 生産性	高信頼ソフト ウェアおよび システム	社会、経済、 および労働力 の面から見た IT 労働力開発	
関係機関	(HECI&A)	(HEC R&D)	(HCI&IM)	(LSN) ^a	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	合計 ^b
NSF	285.2	102.1	135.8	111.2	39.5	20.5	45.3	740
DARPA	54.6	56.5	48.0	85.3	55.0	8.0	0.0	307
NASA	129.1	25.8	17.9	19.5	20.0	9.1	8.3	230
NIH	34.5	3.4	99.6	65.6	0.7	6.5	7.0	217
DOE Office of Science	106.0	30.5	16.6	32.0	0.0	0.0	4.6	190
NSA	0.0	32.9	0.0	1.9	0.0	44.7	0.0	80
NIST	3.5	0.0	6.2	4.2	2.0	8.5	0.0	24
NOAA	13.3	1.8	0.5	2.7	1.5	0.0	0.0	20
AHRQ	0.0	0.0	8.1	7.4	0.0	0.0	0.0	16
OSD/URI	0.0	2.0	2.0	4.0	1.0	1.0	0.0	10
EPA	3.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	4
小計	629.8	254.9	334.7	333.8	120.3	98.3	65.2	1,838
DOE ASCI	131.8	36.5	0.0	35.0	40.2	0.0	55.7	299
合計	761.6	291.4	334.7	368.8	160.5	98.3	120.9	2,137

注:

- ^a NGI の予算は LSN 予算の一部です。
- ^b 切り捨てのため小計の和は合計と一致していません。
- ^c これらの合計は大統領の 2001 年度の予算とは異なります。

IT R&D のまとめ

IT R&D の目標

コンピューティング、情報化、通信の技術における継続的な米国のリーダーシップを確実なものにして、それを米連邦政府の目標に合致させ、そして、米国の21世紀の学術、防衛、および産業界の公益をサポートします。

科学、技術、および数学における世界のリーダーシップを維持するために、最新の実験的な情報技術の展開を加速し、生活向上を図り、長期の経済成長を推進し、生涯学習を増大させ、環境を保護し、情報技術を利用し、国の安全を増強します。

コンピューティング、情報化、および通信の技術における長期の科学技術研究を通して、米国の生産性と産業競争力を促進します。

IT R&D 関係機関

AHRQ (Agency for Healthcare Research and Quality, Department of Health and Human Services)

健康医療研究品質局、保険社会福祉省 *DARPA* (Defense Advanced Research Projects Agency, Department of Defense)

米国防省高等研究計画局

DOE Office of Science (Department of Energy-)

米国エネルギー省科学局

EPA (Environmental Protection Agency)

米国環境保護庁

NASA (National Aeronautics and Space Administration)

米国航空宇宙局

NIH (National Institutes of Health, Department of Health and Human Services)

米国国立衛生研究所、保険社会福祉省

NIST (National Institute of Standards and Technology, Department of Commerce)

標準技術研究所、商務省

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce)

米国海洋大気局

NSA (National Security Agency, Department of Defense)

米国国家安全保障局

NSF (National Science Foundation)

全米科学財団

OSD/URI (Office of the Secretary of Defense 's University Research Initiative)

Office of the Secretary of Defense の大学研究構想

IT R&D プログラムの評価基準

関連事項/貢献

研究は、*Information Technology Research and Development (IT R&D)* プログラムの全体の目標におおいに貢献しなければ

ばならない。その目標にはハイエンド・コンピューティングインフラおよびアプリケーション(High End Computing Infrastructure and Applications (HEC I&A))、ハイエンド・コンピューティング研究開発(High End Computing Research and Development (HEC R&D))、ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理(Human Computer Interface and Information Management (HCI & IM))、大規模ネットワーク技術(Large Scale Networking (LSN))、ソフトウェアの設計および生産性(Software Design and Productivity (SDP))、高信頼ソフトウェアおよびシステム(High Confidence Software and Systems (HCSS))、社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味(Social, Economic, and Workforce Implications of Information Technology and Information Technology Workforce Development (SEW))の7つのプログラム・コンポーネント分野の目標が含まれていて、壮大な挑戦(および国家の挑戦)であると呼べるレベルのアプリケーション問題の解決を可能にします。

技術的/科学的メリット

提案される関係機関のプログラムは技術的/科学的に確かなもので高品質でなければなりません。かつ、文書化された技術的/科学的計画とレビュー手順の集大成されたものでなければなりません。

準備

関係機関の明確な計画立案プロセスが明示されなければなりません。その研究組織は、プログラムを実行する能力があることを示しておかなければなりません。

タイミング

提案される作業は1つ以上のIT R&Dプログラム・コンポーネント分野で技術的/科学的にタイムリーでなければなりません。

結合性

責任を有する組織は、方針、プログラム、および米連邦政府、産業界、および学界間で効果的な技術的、科学的な連携を推進する活動を確立しておかなければなりません。

費用

対象となるリソースは適切なものであり、利用可能なIT R&Dリソースを全体で適切に共有するものであって(たとえば、プログラムコンポーネント分野間のバランス)、資金を共有、調査することを促進し、そして長年にわたるリソースの利用を目指さなければなりません。

関係機関の承認

提案されるプログラムまたは活動は付託する関係機関によって方針レベルの承認が得られなければなりません。

用語集

2D

2次元。

3D

3次元。

4D

4次元。

Abilene

UCAID (University Corporation for Advanced Internet Development) の Internet2 プロジェクトを支援するために、Qwest、Cisco、Nortel、およびインディアナ大学が共同で開発した先進的なバックボーン・ネットワーク。

ACCESS(Alliance's Center for Collaboration, Education, Science and Software) DC

National Computational Science Alliance のコラボレーション、教育、科学、およびソフトウェア・センター。所在地は、バージニア州アーリントン。

Access Grid

National Computational Science Alliance の分散型協同研究および遠隔会議向けハードウェア、ソフトウェア、および電気通信機能。

aCe

NASA のアーキテクチャ適応コンピューティング環境。

ACM(Association for Computing Machinery.)

国際計算機学会。

ACTS(Advanced Computational Testing and Simulation)

DOE のコンピュータによる先進的テストおよびシミュレーション・プログラム。

ADEPT(Alexandria Digital Earth Prototype)

アレキサンドリア・デジタル・アース・プロトタイプ。

AES(Advanced encryption standard)

米国政府の次世代標準暗号化方式。

AFM(Atomic force microscopy)

原子力顕微鏡。

AHCPR(Agency for Health Care Policy and Research)

米国健康医療介護政策研究局。2000 年度に健康医療研究品質局 (AHRQ) に改称。

AHRQ(Agency for Healthcare Research and Quality)

米国健康医療研究品質局。米国の保健社会福祉省 (厚生省) の公衆衛生総局に属する一機関。前の米国健康医療介護政策局 (AHCPR)。

Akenti

LBNL が開発したセキュリティ・モデルおよびアーキテクチャ。

Alliance

National Computational Science Alliance。NFS の 2 つの PACI の 1 つ。

AMP(Advanced measurement platform)

先進的測定プラットフォーム。

ANI(Advanced Networking Infrastructure)

NSF の先端ネットワークインフラ計画。

ANIR(Advanced Networking Infrastructure and Research)

先端ネットワークインフラ研究。NSF/CISE の一部門。

ANL(Argonne National Laboratory)
DOE のアルゴンヌ国立研究所。

APAN(Asian-Pacific Advanced Network)
アジア太平洋アドバンスド・ネットワーク。

API(Applications program interface)
アプリケーション・プログラム・インターフェイス。

ARC(Ames Research Center)
NASA の Ames 研究センター。

ARIN(American Registry for Internet Numbers)
アメリカを中心とした国々に対し、IP アドレスの登録業務を行っている。

ARPS(Advanced Regional Prediction System)
先進的地域予測システム。

ASAP(Academic Strategic Alliances Program)
ASCI の戦略的学術アライアンス計画。

ASCI(Accelerated Strategic Computing Initiative)
DOE の戦略的コンピューティング加速構想。

ATDNet(Advanced Technology Demonstration Network)
先端技術デモンストレーション用ネットワーク。

ATM(Asynchronous Transfer Mode)
非同期転送モード。電気通信技術の一種。情報を 53 バイトのセルで扱うため、セル・スイッチングともいう。

Beowulf
NASA の資金提供を受けて開発された、ネットワーク接続されたワークステーション向けの高性能オペレーティング・システム。

BGMP(Border gateway multicast protocol)
境界ゲートウェイマルチキャストプロトコル。

BLS(Bureau of Labor Statistics)
労働統計局

BMC(Biomolecular computation)
生体分子計算。

BioCoRE(Biological Collaborative Research Environment)
生物学コラボレーション研究環境。

BOSSNET
SuperNet にアクセスできるボストン地域ネットワーク。DARPA および地域団体のコンソーシアムが後援。

bps (b/s)
1 秒当たりのビット数。

Bps (B/s)
1 秒当たりのバイト数。

C
C プログラミング言語。

C++
C++ プログラミング言語。C 言語をオブジェクト指向に改良した言語。

CA*Net(Canada's high performance network)

カナダの高性能ネットワーク。

CAD(Computer-aided design)
コンピュータ支援設計。

CAIRN(Collaborative Advanced Interagency Research Network)
研究機関協同先端研究ネットワーク。

CalREN-2(California Research and Education Network-2)
カリフォルニアの研究・教育用ネットワーク。

CalTech(California Institute of Technology)
カリフォルニア工科大学。

CAS(Computational AeroSciences)
NASA の計算航空科学プロジェクト。

CAVE(Cave Automatic Virtual Environment)
サラウンドスクリーン、サラウンドサウンドのプロジェクションをベースとしたバーチャル・リアリティ・システム。

CD(Compact disc)
コンパクト・ディスク。

CDL(California Digital Library)
カリフォルニア・デジタル図書館。

CDMA(Code-Division Multiple Access)
符号分割多重接続。各発信者の音声をデジタル方式で符号化することにより、利用可能な周波数帯域（スペクトラム）を使用するデジタル携帯（セルラー）技術。

CERHAS(Center for Electronic Reconstruction of Historical and Archaeological Sites)
歴史・考古学の電子的再現センタ。

CERN
欧州素粒子物理学研究所。

CHARMM(Chemistry at Harvard Molecular Mechanics)
ハーバード大学分子構造化学

CIC(Computing, Information, and Communications)
コンピューティング、情報、通信。

CIO(Chief Information Officer)
情報担当役員。

CISE(Computer and Information Science and Engineering)
NSF のコンピュータ情報科学工学の幹部会

CMU(Carnegie Mellon University)
カーネギー・メロン大学。

Computational Grid
National Computational Science Alliance のハイエンド並列コンピューティング・システム・ネットワーク。

CONQUEST(COmputerized Needs-oriented Quality measurement Evaluation SysTem)
AHRO のコンピュータに対するニーズに基づいて品質の測定と評価を行うシステム。

Coral
ネットワーク性能測定ツール。

CORBA(Common object request broker architecture)

オブジェクト指向技術の標準化を推進するコンソーシアム。OMG が提案するオブジェクト指向技術ベースの標準化案。

CoS(Class of service)

サービスのクラス。

COTS(Commercial off-the-shelf)

すぐに利用できる商用ハードウェアおよびソフトウェアを意味する。

CSTB(Computer Science and Telecommunications Board)

コンピュータ科学と電気通信に関する会議。National Research Council の一機関。

DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)

米国防総省高等研究計画局。DoD の一機関。前の ARPA。

DASADA(Dynamic Assembly for Systems Adaptability, Dependability, and Assurance)

DARPA のシステムの適合性、依存性、保証性を実現する動的組み立て計画。

DCS(Digital Collaboration Services)

DARPA のデジタル・コラボレーション・サービス。

DE(Digital Earth)

関係省庁間で地理情報を参照するためのフレームワークを構築するプロジェクト。

DeepView

DOE のコラボレーティブな科学顕微鏡向けのスケーラブル・ソフトウェア・システム。

DES(Data encryption standard)

データ暗号化規格。

DHHS(Department of Health and Human Services)

米国の保健社会福祉省。

DiffServ(Differentiated services)

差別化サービス。また、プロバイダ・ネットワーク間で差別化サービスを実現するために IETF によって策定された規格。

DL(Digital Libraries)

デジタル図書館。

DLI(Digital Libraries Initiative)

デジタル図書館構想。

DLMF(Digital Library of Mathematical Functions)

NIST の数学関数のデジタル図書館。

DNA(Deoxyribonucleic acid)

デオキシリボ核酸。遺伝子を構成する生体分子。

DNS(Domain Name System)

ドメイン名システム。インターネット・アーキテクチャの中核をなす要素。

DoD(Department of Defense)

米国防総省。

DOE(Department of Energy)

米国エネルギー省。

DoS(Denial of Service)

サービス拒否。ネットワーク攻撃の 1 つの方法で、多数のメッセージを送ってシステムの処理能力を麻痺させる。

DPSS(Distributed-Parallel Storage System)

DARPA の分散並列ストレージ・システム。

DREN(Defense Research and Engineering Network)

DoD が運用する防衛研究工学ネットワーク。

DSM(Distributed Shared Memory)

分散共用メモリ。

DSMC(Direct Simulation-Monte Carlo)

直接シミュレーション・モンテカルロ法

DWDM(Dense Wave Division Multiplexing)

高密度波長分割多重。

DVC(Data Visualization Corridor)

データの可視化に関する概念の1つ。

DVD(Digital Video Disc)

デジタル・ビデオ・ディスク。

EIA(Energy Information Administration)

DOE のエネルギー情報管理局。

EMERGE(ESnet/MREN Regional Grid Experimental)

DOE の Esnet/MREN 地域グリッド実験用テストベッド。

Emerge

1 回の問い合わせで複数のデータベースから情報を検索する NCSA のプロトタイプ・ソフトウェア。

EOT-PACI(Education, Outreach, and Training - Partnership for Advanced Computational Infrastructure)

NSF の国家先端コンピュテーショナルインフラパートナーシップの一環である、合同教育、福祉、訓練合同プロジェクト。

EPA(Environmental Protection Agency)

米国環境保護庁。

EPSCoR(Experimental Program to Stimulate Competitive Research)

NSF の競争による研究を促進する実験プログラム。

EQC(Ensemble Quantum Computer)

アンサンブル量子コンピュータ。

EROS(Earth Resources Observation Systems)

米国地質調査部の地球資源監視システム。

Esnet(Energy Sciences Network)

DOE が運用するエネルギー科学ネットワーク。

ESS(Earth and Space Sciences)

NASA の地球および宇宙科学計画。

ETHR(Education, Training, and Human Resources)

教育、訓練と人材。前は IT R&D PCA の1つ。SEW PCA の前身。

EVL(Electronic Visualization Laboratory)電子可視化研究所。

Exa-

10^{18} (100 京)を表す接頭語。例えば exabytes.

FAA(Federal Aviation Administration)

米連邦航空局。

FBI(Federal Bureau of Investigation)
米連邦捜査局。

FedNets(Federal agency Networks)
米連邦政府機関のネットワーク。

FedStats(Federal Statistics)
連邦統計。

FEMA(Federal Emergency Management Agency)
米連邦緊急管理庁。

FGDC(Federal Geographic Data Committee)
米連邦地理データ委員会。

FIPS(Federal Information Processing Standard)
米連邦情報処理基準。

FISAC(Federal Information Services and Applications Council)
IWG/IT R&Dの管轄下にある連邦政府情報サービス・アプリケーション協議会。

Flops(Floating point operations per second)
1秒間に実行可能な浮動小数点演算の回数。用語「浮動小数点」は、科学技術計算に最も一般的に使用される数字のフォーマットを意味する。Flopsは、コンピューティング・システムが2つの数値の加算、減算、乗算、除算などの基本的な数学演算を実行する速度の測定に使用される。

FM(Formal Methods)
正規方式。

FY(Fiscal Year)
会計年度。

G, giga-
 10^9 (10億)を表す接頭辞。たとえば、Gflops (ギガフロップス)、ギガバイト、ギガビットなど。

Gb(Gigabit)
ギガビット。

GB(Gigabyte)
ギガバイト。

GbE(Gigabit Ethernet)
ギガビット・イーサネット。

Gbps(Gigabits per second)
1秒当たりのギガビット数。

GBps, GB/s(Gigabytes per second)
1秒当たりのギガバイト数。

GEO(Geosynchronous Earth Orbiting)
静止地球軌道。

GFDL(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)
NOAAの流体力学自然地理学研究所。

Gflops(Gigaflops, billions of floating point operations per second)ギガフロップス。1秒当たりに実行可能な浮動小数点演算の10兆単位の回数。

Gigapops(Gigabit per second points of presence)
ギガポップス。I2に接続するための高速アクセス・ポイント(接続点)。

GIS(Geographic information system)
地図情報システム。

Globus
分散型コンピュータ・グリッドを構築するための ANL と USC の合同プロジェクト。

GOIN(Global Observation Information Network)
全地球監視情報ネットワーク。

GPS(Global Positioning System)
全地球測位システム。

GSA(General Services Administration)
共通役務庁。

GSFC(Goddard Space Flight Center)
NASA のゴッダード宇宙飛行センター。

GSM(Global Spectral Model)
NOAA のグローバル・スペクトル・モデル。

GSM(Global System for Mobile Communication)
欧州デジタル・セルラー・システム。TDMA 規格に準拠した欧州およびアジア地域のセルラー通信システム。

GUI(Graphical user interface)
グラフィカル・ユーザ・インターフェイス。

GUSTO(Globus Ubiquitous Supercomputing Testbed Organization)
Globus 偏在スーパーコンピューティング・テストベッド機構。

HACP(High Assurance Computing Platform)
NSA の高保証コンピューティング・プラットフォーム。

Haptic
触れたり、つかんだりする感覚のシミュレーションを行う装置を意味する。

HAVPN(High Assurance Virtual Private Networking)
高保証バーチャルプライベートネットワーキング。

HAZMAT(Hazardous Materials Response and Assessment Division)
NOAA の有害物質反応評価部。

HAZUS
危険による損害を概算する方法。

HCI & IM(Human Computer Interface and Information Management)
ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理。IT R&D の PCA の 1 つ。以前の人間中心のシステム (HuCS) PCA。

HCI&IM CG(Human Computer Interface and Information Management Coordinating Group)
HCI&IM PCA のコーディネート・グループ。以前の HuCS ワークグループ (HuCSWG)。

HCSS(High Confidence Software and Systems)
高信頼ソフトウェアおよびシステム。IT R&D の PCA の 1 つ。以前の高信頼システム (HCS) PCA。

HCSSCG(High Confidence Software and Systems Coordinating Group)
HCSS コーディネート・グループ。以前の HCS ワークグループ (HCSWG)。

HECC(High End Computing and Computation)
ハイエンドコンピューティング・コンピューション。以前は、1 つの IT R&D PCA であったが、現在は、ハイエンド・コンピューティングインフラおよびアプリケーション (HECI&A) PCA とハイエンド・コンピュー

ティング研究開発 (HEC R&D) PCA に分割されている。

HECCCG(High End Computing and Computation Coordinating Group)

HECC コーディネート・グループ。HEC I&A PCA と HEC R&D PCA を調整する。以前の HECC ワーキング・グループ (HECCWG)。

HEC I&A(High End Computing Infrastructure and Applications)

ハイエンド・コンピューティングインフラおよびアプリケーション。IT R&D PCA の 1 つ。

HEC R&D(High End Computing Research and Development)

ハイエンド・コンピューティング研究開発。IT R&D PCA の 1 つ。

HFC(Hybrid-fiber coax)

光ファイバと同軸ケーブルの組み合わせ。エンドユーザと商用通信網間のケーブル接続方法の 1 つ。

HiPPI(High performance parallel interface)

高性能パラレル・インターフェイス。

HP(Hewlett-Packard Company)

米 Hewlett-Packard 社。

HPC(High Performance Computing)

高性能コンピューティング。

HPCC(High Performance Computing and Communications)

高性能コンピューティングと通信。1991 年の高性能コンピューティング法によって開始された米国政府の R&D 作業。この後、CIC R&D 計画と改称され、現在は、IT R&D 計画という。

HPCMP(High Performance Computing Modernization Program)

DoD の高性能コンピューティング現代化計画。

HPNAT(High Performance Networking Applications Team)

LSNCG の管轄下にある高性能ネットワークング・アプリケーション・チーム。

HPNSP(High Performance Network Service Provider)

高性能ネットワーク・サービス・プロバイダ。

HPSS(High Performance Storage System)

高性能記憶装置システム。

HSCC(High Speed Connectivity Consortium)

高速接続コンソーシアム。SuperNet のテストベッド。

HTMT(Hybrid Technology MultiThreaded)

ハイブリッド技術マルチスレッド。実験用スーパーコンピューティング・アーキテクチャ。

HuCS(Human Centered Systems)

人間中心のシステム。以前前は IT R&D PCA の 1 つ。HCI & IM PCA の前身。

IA(Information Assurance)

情報保証。

I&A(Identification and Authentication)

識別と認証。

IBM(International Business Machines Corporation)

米 International Business Machines 社。

ICSP(Interagency Council on Statistical Policy)

統計政策関連省庁委員会。

IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)

米国電気電子技術者協会。

IETF(Internet Engineering Task Force)

インターネットエンジニアリング作業部会。

IGrid(International Grid)

インターナショナル・グリッド。

IKE(Internet key exchange protocol)

インターネット・キー・エクスチェンジ・プロトコル。

INFOSEC(Information security)

情報の機密保護。

I2(Internet2)

インターネット 2。

I/O(Input/Output)

入出力。

IP(Internet Protocol)

インターネット・プロトコル。

IPv6(Internet Protocol, version 6)

インターネット・プロトコル・バージョン 6。128 ビット・アドレッシングを採用し（使用可能なインターネット・アドレス総数を大幅に増加する）、組み込みのセキュリティ、マルチキャスト、ダイナミック構成、移動性などの NGI 機能を組み込んだ初めての IP リリース。

Ipssec(IP security protocol)

IP セキュリティ・プロトコル。

IPsecWIT(IPsec Web-based interoperability tester)

Web ベースの IPsec 相互運用性試験ツール。

ISAKMP(Internet Security Association Key Management Protocol)

インターネット・セキュリティ関連暗号鍵管理プロトコル。

IST(Internet Security Team)

LSNCG の管轄下にあるインターネット・セキュリティ・チーム。

IT(Information technology)

情報技術。

IT²

Information Technology for the Twenty-First Century の略。政府の IT R&D に対する投資を増額するために、2000 年度に米大統領が打ち出した構想。

ITR(Information Technology Research)

NSF の情報技術研究計画。

ITCM(Information Technology for Crises Management)

FISAC の危機管理用の情報技術チーム。

IWG/IT R&D(Interagency Working Group on Information), **IWG**

各関係省庁の情報技術 R&D に関するワーキング・グループ。CIC R&D の小委員会の前身。

Java

オペレーティング・システムに依存しないプログラミング言語。当初、インターネット上で、C++ に代わるより簡単なオブジェクト指向言語として使用するために設計され、Web ページで使用する小さな対話型アプリケーション・モジュールをコード化するのに利用できる。

JET(Joint Engineering Team)

LSNCG の管轄下にあるジョイント・エンジニアリング・チーム。

JPL(Jet Propulsion Laboratory)
ジェット推進研究所。

K,Kilo
 10^3 (1000) を意味する接頭辞。たとえば、キロビットなど。

Kbps(Kilobits per second)
1秒当たりのキロビット数、または1秒当たりの千単位のビット数。

KCS(Knowledge and Cognitive Systems)
NSF の知識と認識システム計画。

KeLP(Kernel Lattice Parallelism)
分散型メモリ並列コンピュータ上で移植可能な科学アプリケーションを実現するためのフレームワーク。

KMI(Key Management Infrastructure)
暗号鍵管理インフラストラクチャ。

LAN(Local Area Network)
ローカル・エリア・ネットワーク。

LANL(Los Alamos National Laboratory)
DOE のロスアラモス国立研究所

LAS(Live Access Server)
NOAA のライブ・アクセス・サーバ。

LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)
DOE のローレンス・バークレー国立研究所。

Legion
オブジェクト・ベースのメタシステム・ソフトウェア・プロジェクト。

Linux
オープン・ソースのオペレーティング・システム。

LLNL(Lawrence Livermore National Laboratory)
DOE のローレンス・リバモア国立研究所。

LSN(Large Scale Networking)
大規模ネットワーク技術。IT R&D PCA の1つ。

LSNCG(Large Scale Networking Coordinating Group)
LSN コーディネート・グループ。以前の LSN ワーキング・グループ (LSNWG)。

M,Mega
 10^6 (100万) を表す接頭辞。たとえば、Mbps (1秒当たりのメガビット数) など。

Mb(Megabit)
メガビット。

MB(Megabyte)
メガバイト。

Mbps,Mb/s
1秒当たりのメガビット数、または1秒当たりの100万単位のビット数。

MBps,MB/s,
1秒当たりのメガバイト数、または1秒当たりの100万単位のバイト数。

MCell
NPACI の細胞微生物シミュレーション計画。

MCM(Multichip module)

マルチチップ・モジュール。

MCNC

ノースカロライナ州にある先進的電子工学、電気通信、高性能コンピューティングの研究所。

MEII(Minimum Essential Information Infrastructure)

DoD の最小限必要な情報基盤。

Mflops(Megaflops)

1 秒間に行う可能な 100 万回単位の浮動小数点演算の回数。

MirNET

米ソのネットワーク・コンソーシアム。

MIT(Massachusetts Institute of Technology)

マサチューセッツ工科大学。

MONET(Multiwavelength Optical Networking)

多重波長光ネットワーク。

MPI(Message passing interface)

メッセージ・パッシング・インターフェイス。

MPICH

MPI のマルチプラットフォーム構成可能な実装。

MPI-I/O(Message passing interface-input/output)

メッセージ・パッシング・インターフェイス入出力。

MPLS(MultiProtocol Label Switching)

マルチプロトコル・ラベル・スイッチング。

MPP(Massively Parallel Processors)

超並列プロセッサ。

MRI(Magnetic Resonance Imaging)

核磁気共鳴画像法。

MTA(MultiThreaded Architecture)

マルチスレッド・アーキテクチャ。

M-VIA

Linux 向け仮想インターフェイス・アーキテクチャ (VIA) の実装。

MVICH

クラスター・コンピューティング向けのポータブル高性能通信を実現するための DOE/NERSC プロジェクト。

NASA(National Aeronautics and Space Administration)

米国航空宇宙局。

NC(Nanocrystal)

ナノクリスタル。

NCA(Nanocrystal array)

ナノクリスタル・アレイ。

NCAR(National Center for Atmospheric Research)

国立大気研究センター。

NCDC(National Climatic Data Center)

NOAA の国立気象データ・センター。

NCHS(National Center for Health Statistics)
国立衛生統計センタ。NIH の一機関。

NCI(National Cancer Institute)
米国立ガン研究所。NIH の一機関。

NCO/CIC(National Coordination Office for Computing,Information, and Communications),**NCO**
CIC 国家調整室。

NCRR(National Center for Research Resources)
国立研究リソースセンタ。NIH の一機関。

NCSA(National Center for Supercomputing Applications)
イリノイ州 Urbana, Champaign にあるイリノイ大学の国立スーパーコンピューティングアプリケーションセンタ。
NSF の PACI の 1 つである国立計算科学アライアンス(National Computational Science Alliance)の本部。

NERSC(National Energy Research Supercomputer Center)
DOE の国立エネルギー研究所スーパーコンピュータセンタ。

NESC(National Environmental Supercomputing Center)
EPA の国立環境保護局スーパーコンピュータセンタ。

Netlogger
ネットワークの性能をリアルタイムで分析するための DOE ツール。

NGI(Next Generation Internet)
米大統領が IT R&D 計画の一環として発表した次世代インターネット構想。

NGIX(Next Generation Internet Exchange Point)
次世代インターネット交換点。

NGC(National Guideline Clearinghouse)
AHRO の国立ガイドライン交換所。

NIAP(National Information Assurance Partnership)
NIST/NSA の国立情報保証協同組合。

NIH(National Institutes of Health)
米国立衛生研究所。DHHS の一機関。

NIST(National Institute of Standards and Technology)
米商務省標準技術研究所。

NLANR(National Laboratory for Applied Networking Research)
NSF が支援する国立応用ネットワーク研究所。

NLM(National Library of Medicine)
米国立医学図書館。NIH の一機関。

NMR(Nuclear magnetic resonance)**コンピューティング**
核磁気共鳴分光に基づくコンピューティング。

NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)
商務省海洋大気局。

NORDUnet
北欧諸国にまたがるネットワーク。

NPACI(National Partnership for Advanced Computational Infrastructure)
国立高度計算インフラ協同組合 Partnership for Advanced Computational Infrastructure の略。NSF の PACI の一部。

NPSS(Numerical propulsion system simulation software)

数値推進システム・シミュレーション・ソフトウェア。

NREN(NASA Research and Education Network)
NASA が運用する研究・教育用ネットワーク。

NRL(Naval Research Laboratory)
DoD の海軍研究所。

NRT(Networking Research Team)
LSNCGの管轄下にあるネットワーキング研究チーム。

NSA(National Security Agency)
国家安全保障局。DoD の一機関。

NSF(National Science Foundation)
全米科学財団。

NSFNET
NSF のコンピュータ・ネットワーク計画。vBNS の前身。

NSTC(National Science and Technology Council)
大統領直轄の国家科学技術委員会。

NTON-II(National Transparent Optical Network-)
DARPA の国立西海岸透過型光ネットワーク。

NYSERNet(New York State Education and Research Network)
ニューヨーク州の教育・研究用ネットワーク。

OC(Optical Carrier)
通常、速度指定に使用される。OC-1 は 51.85Mbps。OC-x は、OC-1 の速度の倍数となる。たとえば、OC-3=155.52Mbps。

OCXmon(OCx monitor)
OCx モニタ。OC ネットワーク・リンクの非侵略的性能測定値の汎用名。たとえば、OC-12mon、OC-48mon など。

OMB(Office of Management and Budget)
ホワイトハウスの行政管理予算局。

ONR(Office of Naval Research)
米国の海軍調査課。DoD の一機関。

ONRAMP
ボストン地域の SuperNet テストベッド。

OOF(Object-Oriented Finite element software)
NIST のオブジェクト指向有限要素ソフトウェア。

OOMMF(Object-Oriented Micromagnetic Modeling Framework)
NIST のオブジェクト指向マイクロ磁気モデリング・フレームワーク。

OpenMP(Open Message Passing)
オープン仕様のメッセージ受け渡し。

Option White
DOE の LLNLにある新しい 10 テラ ops のコンピューティング・プラットフォーム。

OS(Operating System)
オペレーティング・システム。

OSD(Office of the Secretary of Defense)

国防長官局。

OSTP(Office of Science and Technology Policy)
ホワイトハウスの科学技術政策局。

P/NWGP(Pacific/Northwest GigaPop)
太平洋/北西ギガポップ。

PACI(Partnerships for Advanced Computational Infrastructure)
NSF が支援する先端計算インフラ協同組合計画。この計画は、国立計算科学同盟(National Computational Science Alliance (Alliance))と国立計算科学インフラ協同組合(National Partnership for Advanced Computational Infrastructure (NPACI))の2つの共同研究プロジェクトで構成される。

PathForward
超大規模コンピューティング・システムに必要な技術の開発を促進するために、業界、学術団体、およびその他の米連邦政府機関との DOE の ASCI パートナー計画。

PCA(Program Component Area)
IT R&D 計画は次の PCA に分かれている。ハイエンドコンピューティング・コンピューション (HECC。さらに HEC I&A と HEC R&D に分かれる)、ヒューマン・コンピュータ・インターフェイスおよび情報管理 (HCI&IM)、大規模ネットワーク技術 (LSN。NGI を含む)、ソフトウェアの設計および生産性 (SDP)、高信頼ソフトウェアおよびシステム (HCSS)、社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味 (SEW)。各 PCA は、複数の機関の活動分野にまたがる。

Penn State(Pennsylvania State University)
ペンシルベニア州立大学。

Peta-
 10^{15} (1000 兆) を表す接頭辞。たとえば、petabps など。

Pflops(petaflops)
 10^{15} flops。

PingER
ping エンド・ツー・エンド・レポート機能を提供する DOE ネットワーク監視ツール。

PITAC(President's Information Technology Advisory Committee)
大統領直属情報技術諮問委員会。

PKI(Public key infrastructure)
公開鍵インフラストラクチャ。

PMEL(Pacific Marine Environmental Laboratory)
NOAA の太平洋海洋環境研究所。

PSE(Problem Solving Environment)
ASCI の問題解決環境。

PVM(Parallel Virtual Machine)
並列仮想マシン。

PVP(Parallel Vector Processor)
並列ベクトル・プロセッサ。

QBone
I ドメイン間接続におけるサービス品質の向上を促進する 2 のエンド・ツー・エンド・テストベッド。

QC(Quantum Computing)
量子コンピューティング。

QoS(Quality of Service)
サービス品質。

qubit

1量子ビット。

Quorum

COTS 製品からシームレスで相互運用可能な分散防衛ネットワークを開発するための DARPA 計画。

R&D(Research and development)

研究と開発。

RBAC(Role-Based Access Control)

役割ベースのアクセス制御。

Red Hat

Linux OS の配布とサポートを行う会社。

REE(Remote Exploration and Experimentation)

NASA の遠隔探査実験計画。

RENATER2

フランスのネットワーク。

RSFQ(Rapid single flux quantum)

高速単一電動量子。高速超電導体ロジック。

RSPAC(Remote Sensing Public Access Center)

NASA の遠隔感覚公共アクセスセンタ。

SAN(Storage area network)

ストレージ・エリア・ネットワーク。

SCxx

全米高性能ネットワーキング・コンピューティング会議の略称。以前の名前はスーパーコンピューティング会議。たとえば、SC99。

SDM(Scientific Data Management)

ASCI の科学データ管理計画。

SDP(Software Design and Productivity)

ソフトウェアの設計および生産性。IT R&D PCA の 1 つ。2000 年度に設立。

SDPCG(Software Design and Productivity Coordinating Group)

SDP PCA のコーディネート・グループ。

SDSC(San Diego Supercomputer Center)

サンディエゴ・スーパーコンピュータ・センター。

SensIT(Sensor Information Technology)

DARPA のセンサ情報技術計画。

SEW(Social, Economic, and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development)

社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味。IT R&D PCA の 1 つ。以前の ETHR PCA。

SEWCG(Social, Economic, and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development Coordinating Group)

SEW のコーディネート・グループ。以前の ETHR ワーキング・グループ。

SF Express(Synthetic Forces Express)

高性能分散型コンピューティング・システムを使用して大規模な対話型シミュレーションをサポートするプロジェクト。

SGI(Silicon Graphics, Inc)

米 Silicon Graphics 社。

SIGINT(Signals intelligence)

信号インテリジェンス。

SI(Scalable information infrastructure)
スケーラブル情報インフラ。

SIMA(Systems Integration for Manufacturing Applications)
NIST の製造アプリケーション・プログラム向けシステム・インテグレーション。

SingaREN(Singapore Advanced Research and Education Network)
シンガポールの先進的な研究・教育用ネットワーク。

SMI(Security Management Infrastructure)
NSA のセキュリティ管理インフラ。

SMP(Shared memory symmetric multiprocessor)
共用メモリ対称型マルチプロセッサ。

SNL(Sandia National Laboratories)
DOE の国立サンディア研究所。

SNMP(Simple Network Management Protocol)
単一ネットワーク管理プロトコル。

SOI(Silicon-on-insulator)
シリコン/絶縁膜構造。

SONET(Synchronous optical network)
同期光ネットワーク伝送。

SSP(Stockpile Stewardship Program)
DOE の軍需品貯蔵管理計画。

STARTAP(Science, Technology, And Research Transit Access Point)
NSF の科学技術研究用中継アクセス・ポイント。シカゴにある国際的中継ネットワーク接続ポイント。

Subcommittee on CIC R&D
コンピューティング、情報、通信に関する研究開発小委員会。各関係省庁の情報技術 R&D に関するワーキング・グループの前身。

SuperNet
DARPA が運用する NGI ネットワーク。マルチギガビットのエンド・ツー・エンド伝送のデモンストレーションを行う。

SURA(Southeastern Universities Research Association)
南東大学研究連合。

SURFnet
オランダのネットワーク。

T, Tera-
 10^{12} (1兆) を意味する接頭辞。たとえば、テラビット、テラフロップスなど。

TANnet2
台湾のネットワーク。

Tbps, Tb/s
1秒当たりのテラビット数。

TBps, TB/s
1秒当たりのテラバイト数。

TCP(Transmission Control Protocol)
伝送制御プロトコル。

Tele-nanoManipulator

科学者が高速ネットワーク経由で遠隔顕微鏡を使用して、ウイルスなどのナノメートル・サイズの物体を目で見、手で触れて操作できるようにするシステム。

TDMA(Time Division Multiple Access)

時分割多元接続。単一の無線周波数で同時に複数のデータ・チャネルを利用できるデジタル無線技術。

TIDES(Translingual Information Detection, Extraction, and Summarization)

DARPA の翻訳情報の発見、抽出、要約計画。

TransPAC

米国-アジア太平洋ネットワーク・コンソーシアム。

TREC(Text REtrieval Conference)

テキストリトリバル会議。DARPA および NIST が後援。

UCAID(University Corporation for Advanced Internet Development)

先進インターネット開発大学コンソーシアム (Internet2 の開発を大学主導で進めるために結成された非営利団体)。Internet2 プロジェクトの研究を進める大学を支援する Abilene ネットワークを運用。

UCLA(University of California -Los Angeles)

カリフォルニア大学ロサンゼルス校。

UCSB(University of California -Santa Barbara)

カリフォルニア大学サンタバーバラ校。

UCSD(University of California -San Diego)

カリフォルニア大学サンディエゴ校。

UIC(University of Illinois at Chicago)

シカゴにあるイリノイ大学。

UMLS(Unified Medical Language System)

NLM の Alliance 医学言語システム。

UPC

AC の機能と他の 2 つの並列 C 言語である Split-C および PCP の機能を組み合わせたプログラミング言語。

URI(University Research Initiative)

OSD の大学研究構想。

USC(University of Southern California)

南カリフォルニア大学。

USGS(United States Geological Survey)

米国地質調査所。

U.S.(United States)

アメリカ合衆国。

UW(University of Washington)

ワシントン大学。

vBNS(very high performance Backbone Network Services)

NSF が運用する超高性能のバックボーン・ネットワーク・サービス。

VCC(Virtual Collaborative Clinic)

NASA の仮想コラボレーティブ医療。

VE(Virtual environment)

仮想環境。

VGI(Virtual Graphics Interface)

仮想グラフィックス・インターフェイス。

VIA(Virtual Interface Architecture)

仮想インターフェイス・アーキテクチャ。業界標準のシステム・エリア・ネットワーク向けインターフェイス。

VIEWS (Visual Interactive Environment for Weapons Simulation)

DOEの武器シミュレーション向けバーチャルインタラクティブ環境。

Virginia Tech(Virginia Polytechnic Institute and State University)

バージニア州立工芸大学。

VLAB(Virtual Laboratory)

NASA のバーチャル図書館。

VLSI(Very Large-Scale Integration)

超 LSI (大規模集積回路)

VON(Virtual Overlay Network)

バーチャルオーバーレイ・ネットワーク。

VPN(Virtual Private Network)

バーチャルプライベートネットワーク。

VRML(Virtual Reality Modeling Language)

バーチャル・リアリティ (・モデリング言語。

WAN(Wide Area Network)

広域ネットワーク。

WDM(Wavelength Division Multiplexing)

光波長多重化装置。

Web

World Wide Web の参照。

Windows NT

Microsoft 社のネットワーク・オペレーティング・システム。

WWW (World Wide Web)

World Wide Web。

XML(eXtensible Markup Language)

拡張マークアップ言語。ハイパーテキスト・マークアップ言語 (HTML) から派生した言語で、マルチメディア Web ページのフォーマットを可能にする。

アルゴリズム

問題を解くために作成された手続き。科学コンピュータプログラムはアルゴリズムをインプリメントする。

異種混合システム

複数のベンダからのコンピュータシステム、ネットワーク、ソフトウェアから構成されるシステム

インターネット

政府、プライベート、および国際網などを相互接続して形成される、マルチプロトコル・コンピュータ通信網の世界的な集合体。

カーネル

オペレーティングシステムの核となるソフトウェア。

スケーラブル

プロセッサ数、メモリ容量、相互接続帯域幅、入出力帯域幅、および大容量記憶域を増加して (または削減して) システムを構成することにより、計算能力を増加 (または削減) できる場合、そのシステムはスケーラブル

ルである。

拡張マークアップ言語

「XML」の項を参照。

帯域幅

情報を送信する通信チャネルの容量を表す単位。例えば1秒間に百万ビット(Mb/s)

ナノ

10億分の $1(10^{-9})$ 。たとえば、ナノ秒(nanosecond)は10億分の1秒。

バイト

1つの単位として扱われる隣接した2進数字の集まり(通常は、8ビットの集まりを意味する)。

バックボーン・ネットワーク

大容量の電子的輸送媒体で低容量のネットワークと接続される。例えば、NSFのvBNSバックボーン

ビット

2進数

ベンチマーク

システムの性能を比較するために(人工的な)基準となるもの(例えば、よく知られたプログラムの集合)で、よく知られた人工的な方法でシステムの計算能力や転送能力を管理し評価する。

システムの性能面を比較するための基準点(アーチファクト)(たとえば、よく知られているプログラムなど)。
また、よく知られているアーチファクトを使用してシステムの計算または伝送能力を実際に試し、評価する場合もある。

メタデータ

作成者、作成日、フォーマット、オリジナルの変更など、データから派生した情報やデータについて記述した情報。

モンテカルロ法

擬似乱数ジェネレータを使用して複数の独立した試験的現象を発生させて、結果の範囲と確率分布をシミュレートするシミュレーション技法。

ワイヤレス技術

線、同軸ケーブル、光ファイバではなく無線、電磁波、衛星通信チャネルを使用する通信技術。

問い合わせ先

National Coordination Office for Computing, Information, and Communications (NCO/CIC)

Suite II-405
4201 Wilson Boulevard
Arlington, VA 22230
(703) 292-ITRD (292-4873)
FAX: (703) 292-9097
nco@itrd.gov
ngi@itrd.gov

Internet Web Servers:

<http://www.itrd.gov/>
<http://www.ngi.gov/>

NCO

Kay Howell
Director
howell@itrd.gov

Sally E. Howe, Ph.D.
Associate Director
howe@itrd.gov

Yolanda Comedy, Ph.D.
Technical Staff (Presidential Advisory Committee Liaison)
comedy@itrd.gov

Michael Hammon
Special Projects
hammon@itrd.gov

Vicki L. Harris
Administrative Assistant
harris@itrd.gov

Larry Janicki, Ph.D.
Senior Systems Administrator
janicki@itrd.gov

Martha K. Matzke
Technical Writer (Blue Book Associate Editor)
matzke@itrd.gov

Betty McDonough
Webmaster
mcdonough@itrd.gov

Grant Miller, Ph.D.
Technical Staff (LSN Liaison)
miller@itrd.gov

Laurie Mitchell
Executive Secretary
mitchell@itrd.gov

Krish Namboodiri, Ph.D.
Technical Staff (Implementation Plan Liaison)
namboodiri@itrd.gov

Terrence L. Ponick, Ph.D.
Technical Writer (Blue Book Editor)
ponick@itrd.gov

Ann Rutherford
Administrative Officer
rutherford@itrd.gov

Alan Tellington
Systems Administrator
tellington@itrd.gov

Carolyn Van Damme
Office Manager and Outreach Coordinator
vandamme@itrd.gov

Robert I. Winner, Ph.D.
Technical Staff (Presidential Advisory Committee Support)
rwinner@acm.org

AHRQ

J. Michael Fitzmaurice, Ph.D., FACMI
**Senior Science Advisor for Information Technology,
Immediate Office of the Director**
Agency for Healthcare Research and Quality
2101 East Jefferson Street, Suite 600
Rockville, MD 20852
(301) 594-3938
FAX: (301) 594-2168
Mfitzmau@ahrq.gov

BLS

Cathryn S. Dippo, Ph.D.
**Associate Commissioner, Office of Survey Methods
Research**
Bureau of Labor Statistics
2 Massachusetts Avenue N.E., Suite 4915
Washington, DC 20212
(202) 691-7372
FAX: (202) 691-7426
Dippo_C@bls.gov

DARPA

Shankar Sastry, Ph.D.

*Director, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2228
FAX: (703) 696-4534
ssastry@darpa.mil

Helen Gill, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-7461
FAX: (703) 696-4534
hgill@darpa.mil

Gary M. Koob, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-7463
FAX: (703) 696-4534
gkoob@darpa.mil

Sri Kumar, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-0174
FAX: (703) 696-4534
skumar@darpa.mil

Mari W. Maeda, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2255
FAX: (703) 696-4534
mmaeda@darpa.mil

W. Douglas Maughan, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2373
FAX: (703) 696-4534
dmaughan@darpa.mil

Jean Scholtz, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-4469
FAX: (703) 696-4534
jscholtz@darpa.mil

Stephen L. Squires, Ph.D.
*Special Assistant for Information Technology
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2400
FAX: (703) 696-2209
squires@darpa.mil

Gary W. Strong, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2259
FAX: (703) 696-0564
gstrong@darpa.mil

Col. Mark Swinson
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2247
FAX: (703) 696-4534
mswinson@darpa.mil

Janos Sztipanovits, Ph.D.
*Program Manager, Information Technology Office
Defense Advanced Research Projects Agency*
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2234
FAX: (703) 696-4534
jsztipanovits@darpa.mil

DoD

Charles J. Holland, Ph.D.
*Director of Information Systems, DUSD (S&T)
Department of Defense*
1777 North Kent Street, Suite 9030
Rosslyn, VA 22209
(703) 588-7443
FAX: (703) 588-7560
hollancj@acq.osd.mil

Rodger Johnson
*Program Manager, Defense Research and Engineering
Network
DoD High Performance Computing Modernization Office*
1010 North Glebe Road, Suite 510
Arlington, VA 22201
(703) 812-8205
FAX: (703) 812-9701
rjohnson@hpcmo.hpc.mil

DOE

C. Edward Oliver, Ph.D.

Associate Director, Office of Advanced Scientific Computing Research (ASCR), Acting Director, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, ASCR

Department of Energy
OASCR/MICS, SC-30,
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874
(301) 903-7486
FAX: (301) 903-4846
ceo@ornl.gov

Richard A. Carlson

Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (ASCR)

Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-0073
FAX: (301) 903-7774
carlson@sunvideo.er.doe.gov

Thom H. Dunning, Jr., Ph.D.

Assistant Director, Office of Science

Department of Energy
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-9550
(301) 903-4846
thom.dunning@science.doe.gov

Daniel A. Hitchcock, Ph.D.

Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (ASCR)

Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-5800
FAX: (301) 903-7774
hitchcock@er.doe.gov

Frederick C. Johnson, Ph.D.

Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (ASCR)

Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-3601
FAX: (301) 903-7774
fjohnson@er.doe.gov

Thomas A. Kitchens, Ph.D.

Program Director, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (ASCR)

Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-5152
FAX: (301) 903-7774
kitchens@er.doe.gov

Norman H. Kreisman

Advisor, International Technology

Department of Energy, SC5
Mailstop 3H049-FORS
1000 Independence Avenue, S.W.
Washington, DC 20585
(202) 586-9746
FAX: (202) 586-7152
kreisman@er.doe.gov

Paul C. Messina, Ph.D.

Senior Technical Advisor, Defense Programs, Office of Strategic Computing and Simulation

Department of Energy
Room 1J077
1000 Independence Avenue, S.W.
Washington, DC 20585
(202) 586-1101
FAX: (202) 586-2168
Paul.Messina@ns.doe.gov

Jose L. Munoz, Ph.D.

Lead Computer Scientist, Office of Simulation and Computer Science

Department of Energy, DP-14
Forrestal Building
1000 Independence Avenue, S.W.
Washington, DC 20585
(202) 586-5132
FAX: (202) 586-8005
jose.munoz@ns.doe.gov

Mary Anne Scott, Ph.D.

Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (ASCR)

Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-6368
FAX: (301) 903-7774
scott@er.doe.gov

George R. Seweryniak
*Program Manager, Mathematical, Information, and
Computational Sciences (MICS) Division, Office of
Advanced Scientific Computing Research (ASCR)*
Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-0071
FAX: (301) 903-7774
seweryni@er.doe.gov

EPA

Joan H. Novak
*HPCC Program Manager, MD-80
Environmental Protection Agency*
Research Triangle Park, NC 27711
(919) 541-4545
FAX: (919) 541-1379
novak.joan@epa.gov

Robin L. Dennis, Ph.D.
*Senior Science Program Manager, MD-80
Environmental Protection Agency*
Research Triangle Park, NC 27711
(919) 541-2870
FAX: (919) 541-1379
rdennis@hpcc.epa.gov

EPA FedEx address:
79 T.W. Alexander Drive
Building 4201
Research Triangle Park, NC 27709

GSA

G. Martin Wagner
*Associate Administrator for Governmentwide Policy
General Services Administration*
1800 F Street, N.W. (M) Room 5240
Washington, DC 20405
(202) 501-8880
FAX: (202) 501-8898
marty.wagner@gsa.gov

Keith Thurston
*Assistant to Deputy Associate Administrator, Office of
Governmentwide Policy
General Services Administration*
1800 F Street, N.W. (MK) Room 2239
Washington, DC 20405
(202) 501-3175
FAX: (202) 501-2482
keith.thurston@gsa.gov

Susan B. Turnbull
*Director, Center for IT Accommodation
General Services Administration*
1800 F Street, N.W. (MKC) Room 1234
Washington, DC 20405-0001
(202) 501-6214
FAX: (202) 501-6269
susan.turnbull@gsa.gov

NASA

Lee B. Holcomb
*Chief Information Officer
National Aeronautics and Space Administration*
Code AO
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-1824
FAX: (202) 358-3063
lee.holcomb@hq.nasa.gov

David B. Nelson, Ph.D.
*Deputy Chief Information Officer
National Aeronautics and Space Administration*
Code AO
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-1817
FAX: (202) 358-3063
dnelson@hq.nasa.gov

Betsy Edwards
*Chief Information Officer, Office of Aero-Space Technology
National Aeronautics and Space Administration*
Code RS
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-4639
FAX: (202) 358-3550
eedwards@hq.nasa.gov

Kul B. Bhasin, Ph.D.
*Thrust Area Manager for High Rate Data Delivery
National Aeronautics and Space Administration*
NASA Glenn Research Center at Lewis Field
21000 Brookpark Road
Mail Stop 54-2
Cleveland, OH 44135
(216) 433-3676
FAX: (216) 977-7444
kbhasin@lerc.nasa.gov

Wayne H. Bryant
*Assistant Chief, Flight Electronics Technology Division
NASA Langley Research Center
National Aeronautics and Space Administration*
Mail Stop 150
Hampton, VA 23681
(757) 864-1690
FAX: (757) 864-8821
w.h.bryant@larc.nasa.gov

William J. Campbell
*Head, Applied Information Sciences Branch, NASA Goddard
Space Flight Center
National Aeronautics and Space Administration*
Code 935 - NASA/GSFC
Greenbelt, MD 20771
(301) 286-8785
FAX: (301) 286-1776
Campbell@gsfc.nasa.gov

James R. Fischer
*Project Manager, NASA HPCC/ESS Project NASA Goddard
Space Flight Center
National Aeronautics and Space Administration
Code 930 - NASA/GSFC
Greenbelt, MD 20771
(301) 286-3465
FAX: (301) 286-1634
James.R.Fischer.1@gsfc.nasa.gov*

Kenneth Freeman
*HPCC/NREN Project Manager
National Aeronautics and Space Administration
Ames Research Center
Mail Stop 233-21
Moffett Field, CA 94035
(650) 604-1263
kfreeman@mail.arc.nasa.gov*

Anngienetta R. Johnson
*Director, Program Planning and Development Division,
Office of Earth Science
National Aeronautics and Space Administration
Code YF
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-4717
FAX: (202) 358-2769
anngie.johnson@hq.nasa.gov*

Nand Lal, Ph.D.
*Computer Scientist, Digital Library Technologies NASA
Goddard Space Flight Center
National Aeronautics and Space Administration
Code 933 - NASA/GSFC
Greenbelt, MD 20771
(301) 286-7350
FAX:(301) 286-1775
nlal@pop900.gsfc.nasa.gov*

Stephen Scott Santiago
*Chief Information Officer, NASA Ames Research Center
National Aeronautics and Space Administration
Ames Research Center
Mail Stop 233-7
Moffett Field, CA 94035-1000
(650) 604-5015
FAX:(650) 604-6999
SSantiago@mail.arc.nasa.gov*

Eugene Tu, Ph.D.
*Program Manager, High Performance Computing and
Communications Program
National Aeronautics and Space Administration
Ames Research Center
Mail Stop 258-3
Moffett Field, CA 94035-1000
(650) 604-4486
FAX: (650) 604-4036
eltu@mail.arc.nasa.gov*

NIH

NIH IT R&D Coordinator and CIT contact:
Robert L.Martino, Ph.D.
*Associate Director, Office of Computational Bioscience
Chief, Computational Bioscience and Engineering
Laboratory, Center for Information Technology
(CIT)
National Institutes of Health
12 South Drive, MSC 5624
Building 12A, Room 2033
Bethesda, MD 20892-5624
(301) 496-1112
FAX:(301) 402-2867
martino@alw.nih.gov*

Don R. Preuss
*Chief Technology Officer, Center for Information
Technology (CIT)
National Institutes of Health
12 South Drive, MSC 5654
Building 12A, Room 3033
Bethesda, MD 20892-5654
(301) 496-5703
FAX: (301) 402-1754
donp@nih.gov*

Alan S. Graeff
*Chief Information Officer, Center for Information
Technology (CIT)
National Institutes of Health
12 South Drive, MSC 5654
Building 12A, Room 3033
Bethesda, MD 20892-5654
(301) 496-5703
FAX: (301) 402-1754
alg@nih.gov*

NCI program:

Jacob V. Maizel, Ph.D.
*Biomedical Supercomputer Center, National Cancer
Institute, Frederick Cancer Research and
Development Center
National Institutes of Health
P.O. Box B, Building 469, Room 151
Frederick, MD 21702-1201
(301) 846-5532
FAX: (301) 846-5598
jmaizel@ncifcrf.gov*

Carol A. Dahl, Ph.D.
*Director, Office of Technology and Industrial Relations
National Cancer Institute
National Institutes of Health
31 Center Drive, MSC 2590
Building 31, Room 11A03
Bethesda, MD 20892-2590
(301) 496-1550
FAX: (301) 496-7807
carol_dahl@nih.gov*

NCRR program:

Judith L. Vaitukaitis, M.D.
*Director, National Center for Research Resources
National Institutes of Health*
31B Center Drive
Building 31, Room 3B11
Bethesda, MD 20892-2128
(301) 496-5793
FAX: (301) 402-0006
vaitukaitis@nih.gov

Richard M. DuBois, Ph.D.
*Head, Computer Technology Section, BT National
Center for Research Resources
National Institutes of Health*
One Rockledge Center
6705 Rockledge Drive, Room 6148
Bethesda, MD 20892-7965
(301) 435-0758
FAX: (301) 480-3659
Richardd@ep.ncrr.nih.gov

Michael Marron, Ph.D.
*Director, Biomedical Technology National Center for
Research Resources
National Institutes of Health*
One Rockledge Center
6705 Rockledge Drive, Room 6160
Bethesda, MD 20892-7965
(301) 435-0755
FAX: (301) 480-3775
marron@nih.gov

NLM program:

Donald A.B. Lindberg, M.D.
*Director, National Library of Medicine
National Institutes of Health*
Building 38, Room 2E17B
8600 Rockville Pike
Bethesda, MD 20894
(301) 496-6221
FAX: (301) 496-4450
lindberg@nlm.nih.gov

Michael J. Ackerman, Ph.D.
*Assistant Director for High Performance Computing
and Communications, National Library of Medicine
National Institutes of Health*
Building 38A, Room B1N30
8600 Rockville Pike
Bethesda, MD 20894
(301) 402-4100
FAX: (301) 402-4080
ackerman@nlm.nih.gov

NIGMS program:

James C. Cassatt
*Director, Division of Cell Biology and Biophysics,
National Institute of General Medical Sciences
National Institutes of Health*
4500 Center Drive, MSC 4500
Bethesda, MD 20892
(301) 594-0828
FAX: (301) 480-2004
cassattj@nigms.nih.gov

NIST

William Mehuron, Ph.D.
*Director, Information Technology Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8900
Gaithersburg, MD 20899-8900
(301) 975-2900
william.mehuron@nist.gov

Larry H. Reeker, Ph.D.
*Senior Computer Scientist, Information Technology
Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8970
Gaithersburg, MD 20899-8970
(301) 975-5147
FAX: (301) 948-1784
larry.reeker@nist.gov

Ronald F. Boisvert, Ph.D.
*Chief, Mathematical and Computational Sciences Division,
Information Technology Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8910
Gaithersburg, MD 20899-8910
(301) 975-3812
FAX: (301) 990-4127
boisvert@nist.gov

James Fowler
*Manager, Systems Integration for Manufacturing
Applications Program (SIMA), Manufacturing
Engineering Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8260
Gaithersburg, MD 20899-8260
(301) 975-3180
FAX: (301) 258-9749
jefowler@nist.gov

Martin Herman, Ph.D.
*Chief, Information Access and User Interfaces Division,
Information Technology Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8940
Gaithersburg, MD 20899-8940
(301) 975-4495
FAX: (301) 975-5287
herman@nist.gov

Kevin L. Mills, Ph.D.
*Chief, Advanced Network Technologies Division,
Information Technology Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8920
Gaithersburg, MD 20899-8920
(301) 975-3618
FAX: (301) 590-0932
kmills@nist.gov

Doug Montgomery
*Manager, Internetworking Technologies Group, Advanced
Network Technologies Division
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8920
Gaithersburg, MD 20899-8920
(301) 975-3630
FAX: (301) 590-0932
dougm@nist.gov

Steven R. Ray, Ph.D.
*Chief, Manufacturing Systems Integration Division,
Manufacturing Engineering Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8260
Gaithersburg, MD 20899-8260
(301) 975-3524
FAX:(301) 258-9749
ray@nist.gov

Robert Rosenthal
*Computer Security Division, Information Technology
Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8930
Gaithersburg, MD 20899-8930
(301) 975-3603
FAX:(301) 948-1233
rrosenthal@nist.gov

David C. Stieren
*Program Manager, National Advanced Manufacturing
Testbed, Manufacturing Engineering Laboratory
National Institute of Standards and Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8202
Gaithersburg, MD 20899-8202
(301) 975-3197
FAX: (301) 926-8730
david.stieren@nist.gov

NOAA

Thomas N. Pyke, Jr.
*Director for HPCC
National Oceanic and Atmospheric Administration*
Room 15300
1315 East-West Highway
Silver Spring, MD 20910
(301) 713-3573
FAX:(301) 713-4040
tpyke@hpcc.noaa.gov

William T. Turnbull
*Deputy Director for HPCC
National Oceanic and Atmospheric Administration*
Room 15300
1315 East-West Highway
Silver Spring, MD 20910
(301) 713-3573
FAX: (301) 713-4040
wtturnbull@hpcc.noaa.gov

Alexander E. MacDonald, Ph.D.
*Director, Forecast Systems Laboratory
National Oceanic and Atmospheric Administration*
325 Broadway
Boulder, CO 80303
(303) 497-6378
FAX: (303) 497-6821
macdonald@fsl.noaa.gov

Jerry Mahlman, Ph.D.
*Director, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
National Oceanic and Atmospheric Administration*
Forrestal Campus, U.S. Route 1
P.O. Box 308
Princeton, NJ 08542-0308
(609) 452-6502
FAX: (609) 987-5070
jm@gfdl.gov

Louis Uccellini
*Director, National Centers for Environmental Prediction
National Oceanic and Atmospheric Administration*
5200 Auth Road, Room 101
Camp Springs, MD 20746
(301) 763-8000
FAX:(301) 763-8434
louis.uccellini@noaa.gov

Bruce B. Ross, Ph.D.
*Deputy Director, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
National Oceanic and Atmospheric Administration*
Forrestal Campus, U.S. Route 1
P.O. Box 308
Princeton, NJ 08542-0308
(609) 452-6504
FAX: (609) 987-5070
bruce.b.ross@noaa.gov

NSA

George R. Cotter
*Chief Scientist
National Security Agency*
9800 Savage Road, Suite 6217
Fort George G. Meade, MD 20755-6217
(301) 688-6434
FAX: (301) 688-4980
grcotte@afterlife.ncsc.mil

Norman S. Glick
*Senior Computer Scientist
National Security Agency*
9800 Savage Road, Suite 6217
Fort George G. Meade, MD 20755-6217
(301) 688-8448
FAX: (301) 688-4980
nsglick@afterlife.ncsc.mil

Howard Gordon
Senior Computer Scientist
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6648
Fort George G. Meade, MD 20755-6648
(301) 688-9513
FAX:(301) 688-9454
flash@super.org

Christina M. McBride
Secure Networks and Computer Systems Division
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6534
Fort George G. Meade, MD 20755-6534
(301) 688-0847
FAX: (301) 688-0255
cmm@tycho.ncsc.mil

Robert V. Meushaw
Technical Director, INFOSEC Research and Technology
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6529
Fort George G. Meade, MD 20755-6529
(301) 688-0840
FAX: (301) 688-0255
rvm@tycho.ncsc.mil

William J. Semancik
Director, Laboratory for Telecommunications Sciences
National Security Agency
c/o U. S. Army Research Laboratory
Adelphi Laboratory Center
2800 Powder Mill Road, Building 601, Room 131
Adelphi, MD 20783-1197
(301) 688-1709
FAX: (301) 291-2591
wjseman@afterlife.ncsc.mil

NSF

Ruzena Bajcsy, Ph.D.
Assistant Director, Directorate for Computer and
Information Science and Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1105
Arlington, VA 22230
(703) 306-1900
FAX: (703) 306-0577
rbajcsy@nsf.gov

George O. Strawn, Ph.D.
Executive Officer, Directorate for Computer and
Information Science and Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1105
Arlington, VA 22230
(703) 306-1900
FAX: (703) 306-0577
gstrawn@nsf.gov

S. Kamal Abdali, Ph.D.
Deputy Division Director, Computer-Communications
Research Division, Directorate for Computer and
Information Science and Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1145
Arlington, VA 22230
(703) 306-1910
FAX: (703) 306-1947
kabdali@nsf.gov

Frank D. Anger, Ph.D.
Program Director, Software Engineering and Languages,
Computer-Communications Research Division,
Directorate for Computer and Information Science and
Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1145
Arlington, VA 22230
(703) 306-1911
FAX: (703) 306-1947
fanger@nsf.gov

William S. Bainbridge, Ph.D.
Science Advisor, Office of the Assistant Director,
Directorate for Social, Behavioral, and Economic
Sciences
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 905
Arlington, VA 22230
(703) 306-1741
FAX:(703) 306-0495
wbainbridge@nsf.gov

Robert R. Borchers, Ph.D.
Division Director, Advanced Computational Infrastructure
and Research Division, Directorate for Computer and
Information Science and Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1122
Arlington, VA 22230
(703) 306-1970
FAX:(703) 306-0632
rborchers@nsf.gov

Javad Boroumand
Associate Program Director, Advanced Networking
Infrastructure and Research Division, Directorate for
Computer and Information Science and Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1175
Arlington, VA 22230
(703) 306-1949
FAX: (703) 306-0621
jborouma@nsf.gov

Lawrence E. Brandt
Program Director for Digital Government, Division of
Experimental and Integrative Activities, Directorate for
Computer and Information Science and Engineering
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1160
Arlington, VA 22230
(703) 306-1981
FAX: (703) 306-0589
lbrandt@nsf.gov

Aubrey M. Bush, Ph.D.
*Division Director, Advanced Networking Infrastructure and
Research Division, Directorate for Computer and
Information Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1175
Arlington, VA 22230
(703) 306-1950
FAX:(703) 306-0621
abush@nsf.gov

Y.T. Chien, Ph.D.
*Senior Scientist, Multidisciplinary Research, Information and
Intelligent Systems Division, Directorate for Computer
and Information Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1160
Arlington, VA 22230
(703) 306-1980
FAX: (703) 306-0589
ytchien@nsf.gov

Robert A. Eisenstein, Ph.D.
*Assistant Director, Directorate for Mathematical and
Physical Sciences*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1005
Arlington, VA 22230
(703) 306-1801
FAX:(703) 306-0545
reisenst@nsf.gov

Michael Evangelist, Ph.D.
*Division Director, Computer-Communications Research
Division, Directorate for Computer and Information
Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1145
Arlington, VA 22230
(703) 306-1910
FAX: (703) 306-1947
mevangel@nsf.gov

Michael J. Foster, Ph.D.
*Program Director, Experimental Partnerships, Experimental
and Integrative Activities, Directorate for Computer and
Information Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1160
Arlington, VA 22230
(703) 306-1980
FAX:(703) 306-0589
mfoster@nsf.gov

Valerie Gregg
*Program Manager, Federal World Wide Web Consortium,
Advanced Computational Infrastructure and Research
Division, Directorate for Computer and Information
Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1122s
Arlington, VA 22230
(703) 306-1980
FAX: (703) 306-0610
vgregg@nsf.gov

Stephen M. Griffin
*Program Director, Digital Libraries Initiative, Information
and Intelligent Systems Division, Directorate for
Computer and Information Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1115
Arlington, VA 22230
(703) 306-1930
FAX: (703) 306-0599
sgriffin@nsf.gov

C. Suzanne Iacono, Ph.D.
*Program Director, Computation and Social Systems,
Information and Intelligent Systems
Division, Directorate for Computer and Information
Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1115
Arlington, VA 22230
(703) 306-1927
FAX: (703) 306-0599
siacono@nsf.org

Bradley D. Keister, Ph.D.
*Program Director, Nuclear Physics, Physics Division,
Directorate for Mathematical and Physical Sciences*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1015
Arlington, VA 22230
(703) 306-1891
FAX: (703) 306-0566
bkeister@nsf.gov

Charles H. Koelbel, Ph.D.
*Program Director, Advanced Computational Research,
Advanced Computational Infrastructure and Research
Division, Directorate for Computer and Information
Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1122
Arlington, VA 22230
(703) 306-1962
FAX: (703) 306-0632
ckoelbel@nsf.gov

Michael Lesk, Ph.D.
*Division Director, Information and Intelligent Systems
Division, Directorate for Computer and Information
Science and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1115
Arlington, VA 22230
(703) 306-1930
FAX: (703) 306-0599
mlesk@nsf.gov

Stephen R. Mahaney
*Senior Advisor for Budget, Policy, and Planning,
Directorate for Computer and Information Science and
Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1160
Arlington, VA 22230
(703) 306-1900
FAX: (703) 306-0577
smahaney@nsf.gov

Cliff G. Lau, Ph.D.
Associate Director for Corporate Programs
Office of Naval Research
800 North Quincy Street
Arlington, VA 22217-5660
(703) 696-0431
FAX: (703) 588-1013
lauc@acq.osd.mil

OMB

David S. Trinkle
Program Examiner, Office of Management and Budget
Executive Office of the President
New Executive Office Building, Room 8225
725 17th Street, N.W.
Washington, DC 20503
(202) 395-4706
FAX:(202) 395-4652
david_trinkle@omb.eop.gov

OSTP

Duncan T. Moore, Ph.D.
Associate Director for Technology, Office of Science and
Technology Policy
Executive Office of the President
Old Executive Office Building, Room 423
17th Street and Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, DC 20502
(202) 456-6046
FAX:(202) 456-6023
dmoore@ostp.eop.gov

Lori A. Perine
Deputy to the Associate Director for Technology, Office of
Science and Technology Policy
Executive Office of the President
Old Executive Office Building, Room 423
17th Street and Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, DC 20502
(202) 456-6039
FAX: (202) 456-6023
lperine@ostp.eop.gov

2001 年度編集グループ

Executive Editor

Sally E. Howe
National Coordination Office

Editor

Terrence L. Ponick
National Coordination Office

Associate Editor

Martha K. Matzke
National Coordination Office

NCO Writing Group

Sally E. Howe
Kristin Janger
Martha K. Matzke
Grant Miller
Krish Nambodiri
Terrence L. Ponick
Robert J. Winner

Contributors

Frank D. Anger, NSF
Richard M. Dubois, NIH
James R. Fischer, NASA
Helen Gill, DARPA
Norman S. Glick, NSA
Stephen M. Griffin, NSF
Martin Herman, NIST
Craig W. Hunt, NIST
C. Suzanne Iacono, NSF
Thomas A. Kitchens, DOE
R. J. (Jerry) Linn (formerly NIST)
Anne Richeson (formerly NSF)
Mary Anne Scott, DOE
Gary W. Strong, DARPA
Janos Sztipanovits, DARPA
Mark Swinson, DARPA
William T. Turnbull, NOAA

謝辞

この 2001 会計年度の大統領予算教書についての補足は、これまでで最大の調査報告書であり、連邦政府 IT R&D 計画の幅広い実績だけでなく、多数の方々からお寄せ頂いた原稿をもとに作成されたもので、皆様に心から感謝申し上げます。

この報告書の範囲と内容を決定してくれたのは、この報告書でハイライトとなっている研究目標とプログラムのプランを策定した各省庁の計画責任者の方々です。

NCO の編集グループの面々は、制作過程のあらゆる面、特に、校正、Web バージョンの準備、および配布において、迅速かつ優れた支援を提供してくれました。

この最終文書を発行するにあたって、NSA の Norman Glick 氏には、数年にわたり、関係資料の収集にお力添えいただいた上、編集作業にも貴重なご協力をいただきました。

要約

連邦政府情報技術研究開発 (IT R&D) 計画では、コンピューティング、情報、および通信において米国のリーダーシップを維持し、連邦政府の関係省庁が 21 世紀にその使命を成功させることができるように、長期にわたって研究および開発活動を行っています。この報告書では、IT R&D 計画の 2000 会計年度の目標、目的、および実績についてプログラム・コンポーネント・エリア (PCA) 別に要約するとともに、各 PCA における 2001 会計年度の計画の概要についても説明します。

PCA には、次のものがあります。

HECC : ハイエンド・コンピューティング・コンピューテーション。次のものが含まれます。

HECI&A : ハイエンド・コンピューティングインフラおよびアプリケーション。

HECR&D : ハイエンド・コンピューティング研究開発。

HCI&IM : ヒューマン・コンピュータ・インタフェースおよび情報管理

LSN : 大規模ネットワーク技術。次世代インターネット構想 (NGI) およびスケラブル情報インフラ (SII) 活動を含みます。

SDP : ソフトウェアの設計および生産性

HCSS : 高信頼ソフトウェアおよびシステム

SEW : 社会、経済、および労働力の面から見た IT 労働力開発の意味

さらに、この報告書では、大統領直属情報技術諮問委員会 (PITAC)、連邦政府情報サービス・アプリケーション協議会 (FISAC)、DOE の戦略的コンピューティング加速構想、デジタル図書館構想 (DLI) フェーズ 2、および国立計算科学アライアンス (Alliance) のアクセスグリッドについても説明しています。

追加コピーが必要な方、及びさらに詳細な内容を知りたい方は、下記に問い合わせ下さい。

For additional copies or further information please contact:

National Coordination Office for Computing, Information, and Communications
4201 Wilson Boulevard, Suite II-405
Arlington, VA 22230
Voice: (703) 292-ITRD (292-4873)
Fax: (703) 292-9097

NCO:

Web: <http://www.itrd.gov/>
E-mail: nco@itrd.gov

NGI:

Web: <http://www.ngi.gov/>
E-mail: ngi@itrd.gov