

TM-0118

談話理解システム DUALS の概要

安川秀樹 (松下), 平川秀樹 (東芝)
向井国昭, 三吉秀夫, 田中裕一

June, 1985

©1985, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

談話理解システムDUALS の概要

目次

1. はじめに
2. 談話理解システムDUALS
3. DUALS の構成
4. 状況意味論の概要
5. 実験の文章
6. 文法と意味表現の合成
7. オブジェクト同定処理
8. 談話構造の解析
9. 問題解決と文合成処理
10. 結論および今後の課題

図表

- 図 1 DUALS の構成
- 図 2 c-構造
- 図 3 f-構造
- 図 4 拡張f-構造
- 図 5 例題の文章

談話理解システムDUALS の概要

向井 国昭、安川 秀樹
平川 秀樹*、三吉 秀夫
田中 裕一
* 現在 東芝総合研究所

1. はじめに

本資料は、昭和60年 5月22日（水）東京農林年金会館において開催されたICOT前期成果報告会で発表した「自然言語処理（DUALS：談話理解実験システム）（向井）」の講演内容を編集したものである。目的は、FGCS'84においてデモンストレーションされたDUALSシステムの紹介である。内容も原則としてデモンストレーションの時点におけるものである。

より詳しい内容については参考資料を参照のこと。

2. DUALS システム

DUALS(Discourse Understanding Aimed at Logic-based Systems) システムは知的インタフェースの意味解析パイロット・モデルに位置づけられるものである。

DUALS は構文、意味、語用論を一貫した考えにもとづき有機的に結合することを旨とした談話理解システムである。

DUALS は知識と推論を用いて文章を理解する。

DUALS は、3つの特徴を持っている。

一つは意味論と語用論の枠組に状況意味論をベースにしたことである。

二番目は構文と意味記述のための文法的枠組にLFG(Lexical Functional Grammar) を使ったことである。

三番目は小学校の国語の文章を対象としたことである。

DUALS システムの知識の量は次のとおりである。

文法の規則数 = 60.

単語の数 = 100.

常識の数は = 40.

これらの数はホーン節に換算したサイズである。

3. DUALSの構成

DUALのモジュール構成を説明する。

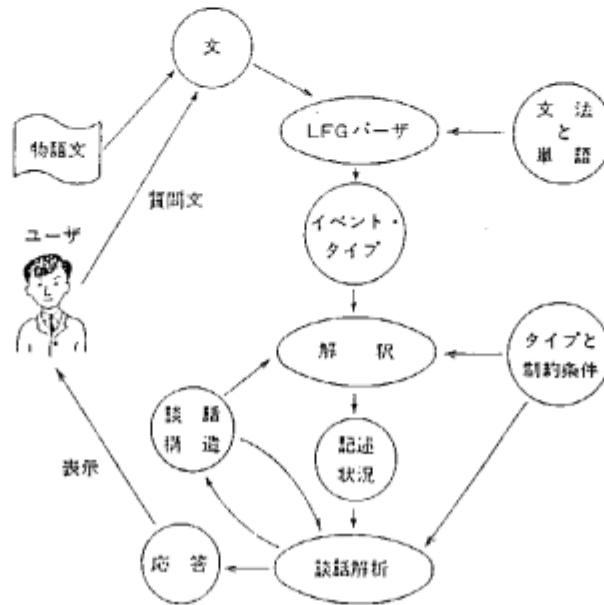


図1 DUALS の構成

つぶれた丸枠で囲まれている部分がモジュールである。モジュールは大きく分けて三つある。一つはLFVパーザモジュールである。入力を構文解析および意味解析してイベント・タイプを作り出す。二つ目は解釈モジュールである。このモジュールはオブジェクト同定処理を行なう。オブジェクト同定の代表的な処理は省略要素の同定と代名詞の同定である。アナホーラ処理とも呼ばれているものである。解釈モジュールの出力を記述状況と呼んでいる。三つ目のモジュールは談話解析モジュールである。このモジュールは文章の内容から談話構造と呼ぶ形式の記憶構造を作り出す。また質問文の場合はこの談話構造の中から答を探し出す。以上が三つの処理モジュールである。

さてDUALS は二種類の知識を用いる。一つは日本語の文法規則と単語辞書である。文法規則と単語辞書は入力文を正しく句分けするための情報と入力文が表わす意味表現を作るための情報である。

もうひとつの種類の知識はいわゆる常識である。世界知識とも言われている。飛行機とはどんなものか、空を飛ぶということはどういうことか、風が吹けば桶屋がもうかるという原因結果の連鎖をたどるための知識等々さまざまな知識を必要とする。これらの知識はタイプと制約条件という形で表現する。この知識は解釈モジュールと談話解析モジュールが共通に使う。

これらの三つのモジュールは後ほどより詳しく説明する。

4. 状況意味論の概要

状況意味論の概要を紹介する。

状況意味論はJ. Barwise とJ. Perry が作り出した新しい自然言語の意味論である。1980年代に入ってから哲学雑誌に発表されその後人工知能やコンピュータサイエンスの分野からも注目され、さまざまな方面に大きなインパクトをもたらしつつある。

DUALS は世界にさきがけてそのアイデアの一部を実現した談話理解システムである。

ことばは実在の世界の意味ある情報を担うものであるという考えは、状況意味論の基本となっている考えである。すなわち、モデル論的意味論ないしは生態学的実在論に分類される言語観に属する考えである。

まず状況の集まりとして世界をモデル化する。状況は事実の集合で近似できるものである。事実は次の形である：

$(l, r, a_1, \dots, a_n, p)$

l : 時空領域 a_i : オブジェクト

r : n 項関係 p : 1 または 0

状況はイベント、事件、事態、出来事と呼ばれているもののモデルになっている。そして、ことばのはたらきをこの状況の間の関係としてとらえる。たとえば文の意味は談話状況、結合状況、記述状況の間の三項関係である。

状況間の関係として意味を定義するアイデアは従来の意味論と語用論に共通の枠組を与え、自然言語のもつ文脈依存性を非常に良く説明する。会話の relevancy、coherency、presupposition と呼ばれている言語現象である。状況意味論はこの関係論的アイデアにより従来のどの理論よりも明確で深い自然言語理解モデルを与えるものであると我々は評価する。

5. 実験の文章

図 2 の文章は本実験に用いた実験材料である。小学校三年国語の読解力テストの中から選び出した。

日本語の入力形式はローマ字の文節分かち書きであり、出力表示もローマ字である。

つぎのお話を読んで、あとのとくに答えなさい。

あと1時間でマニラに着こうという時、どうした
ことか、急に、エンジンから白いけむりがふき出
しました。これを見つけたき長のロールさんは、はっ
としました。もしも火でもふこうものなら、ひこう
きは、はく発してしまいます。下は広々と広がる太
平洋です。そうしたら、50人の乗客のいのちはどう
なることでしょうか。

ロールさんは、急いで、スチュワーデスのふちが
みさんをよびました。そして、いざというときの用
意をするようにめいじました。ふちがみさんの顔を
ひきしまりました。「お客様にお知らせするん
ですか。」「いや、なんとか、このままとんでみる。お
客様には、知らせないほうがいい。」ふちがみさん
は、そうじゅう室を出ると、にっこりとほほえみな
がら、「みなさん、これから、きゅうめいくをつけ
るくんれんをいたします。」と言いました。

- (1) いま、ひこうきは、どこの上をとんでいますか。
- (2) 乗客は何人ですか。
- (3) き長さんは、だれですか。
- (4) スチュワーデスは、だれですか。
- (5) ロールさんは、何を発見したのですか。
- (6) ロールさんが「はっとした」のはなぜですか。
- (7) ロールさんが、お客に知らせないほうがいいのか
ったのは、なぜだと思いますか。

図2 例題の文章

「小学3年全国標準テスト…国語」

受験研究社刊より

6. 文法と意味表現の合成

DUALS は日本語文法に従い句分けを行なう。そしてそれから意味表現を合成する。

DUALS の文法記述の枠組はLFG である。

LFG は三つの特徴がある。一つは文脈自由文法をベースとしていることである。二つ目
はユニフィケーションを計算の基本機構としていることである。LFG は機能構造という中

問構造を用いる理論である。機能構造は属性と属性値の対から成る集合である。LFG のユニフィケーションはこの機能構造にまで拡張されている。

LFG の三番目の特徴は上向きや下向きの矢印、等号記号などのいくつかの便利な規約を用いた高い記述力を持っていることである。

構文解析にはBUP を使用している。

文法は、規則数60、語彙数 100程度のもので、日本語の基本的な構造を記述している。文法の特徴としては、受動化・使役化あるいはコントロール現象などを語彙レベルで一般的に記述した点と、日本語文に対しフラットな構造を仮定した点が挙げられる。文法がカバーする範囲は、一部の法助動詞・否定を含む基本的な日本語文で、疑問文・一部の等位接続文・一部の条件文を含んでいる。名詞句に関しては、一部の数量化名詞句・複合名詞句・派生名詞などを扱っている。

与えられた文は構文解析されて図3のような木の構造に変換される。構文木あるいはc-構造と呼ばれているものである。この木は“a girl”が名詞句(np)で残りの“handed the baby a toy”が動詞句(vp)であることを示している。

LFG はこのc-構造を図4の機能構造(f-構造)に変換する。

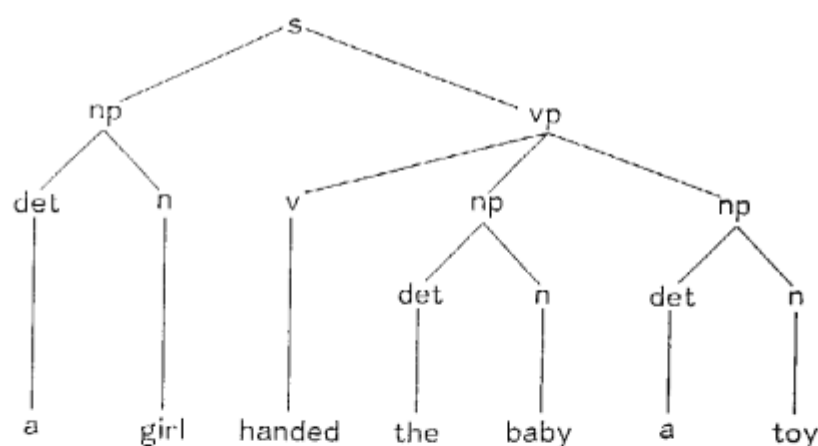


図3 c-構造

subj	[spec a num sg pred "girl"]
tense	past
pred	"hand< (↑ subj) (↑ obj 2) (↑ obj) >"
obj	[spec the num sg pred "baby"]
obj 2	[spec a num sg pred "toy"]

図 4 f-構造

意味の表現は、状況意味論のタイプ・システムに基づいており、文法規則に付記されたタイプ間のユニフィケーションにより、構文解析中に意味表現を合成する。

固有名詞・代名詞（省略を含む）・一部の限定化名詞句・一部の複合名詞句・派生名詞などの名詞類の意味解析と、平叙文・疑問文・一部の条件文・一部の等位接続文などの基本的な文構造の意味解析を行なう。また、副詞や法助動詞の意味解析も一部行なっている。

機能構造はいくつかの文法関係の情報を表わしている。まず主情報はpredスロットの値である。この場合はsubj、obj2、obj が関係handを満たしているという命題である。そして、subj、obj2、obj に該当するものをたどると結局、関係handの第一引数はgirl、第二引数はbaby、第三引数はtoy であることが分かる。これが文法関係と呼ばれるものの例である。その他定冠詞と不定冠詞の区別、単数と複数との区別、過去あるいは未来などのテンスを表わす情報を含んでいる。

これはスタンダードなLFG の機能構造の説明であった。DUALS 機能構造は状況意味論向けに拡張されている。それが図 5の構造である。

```

ga      pcase ga
        topic wa
        pred rollsan
        type ind # rollsan
        cond {in(cs, ld, (refers, ad, ind # rollsan, rollsan, name), pol # 1)
              in(ds, ld, (otoko, ind # rollsan), pol # 1)}
pred    scm(hattosuru((ga, S)))
s_type  inform
polite   +
type     sit* Sit
cond     {in(sit* Sit, loc*L, (hattosuru, ind # rollsan), pol # 1)
          in(ds, ld, (otoko, ind # rollsan), pol # 1)
          in(cs, ld, (refers, ad, ind # rollsan, rollsan, name), pol # 1)
          in(w, lu, (t_precede, loc*L, ld), pol # 1)}
rel      type hattosuru
loc      type loc*L
poi      type pol # 1

```

図5 拡張f-構造

図5は“ロールさんは、はっとしました”に対する拡張機能構造である。一番上のスロットgaはロールさんについての情報である。名前がロールという男性の個体が値として埋まっている、二番目のPredスロットは“はっとする”ことが書かれている。その大文字のSはこの機能構造全体を指す。そしてgaとSの対はこの機能構造のgaスロット、すなわちロールさんを指し、ロールさんがはっとしていることが示されている。s-typeは文のタイプを示すフラグの一種で肯定文か疑問文かによってinform、askなどの値をとる。

polite スロットは「です／ます」文体のフラグである。

type スロットは状況を表す不定項を導入している。

cond はtype属性で示される状況がロールさんがはっとしていること、

ロールさんは男で、名前が「ロール」であること、

はっとした時間がこの文の発話より前であること、すなわち過去であること

などであることを表現している。

残りの三つはそれぞれシンボルhattosuru、loc*L、pol#1のタイプが関係、ロケーション、polarityであることを表わしている。

以上が構文解析／意味解析モジュールの説明である。次に解釈モジュールすなわちオブジェクト同定処理を説明する。

7. オブジェクト同定処理

オブジェクト同定処理の典型的な例を説明する。

- ①太郎は花子に本を貸した。
- ②彼女は読んだ。

①と②が与えられたとする。彼女と花子が等しいと判断したり、“読んだ”の省略された目的語すなわち0-代名詞が“その本”であると判断することがオブジェクト同定処理である。「彼女」が女性を指す代名詞であり女性は花子しか登場していないことを用いて判断する。また読むという動詞が本を対象とする動詞であることを使うと0-代名詞が太郎や花子ではあり得ない。

さて状況意味論はこのようなオブジェクト同定処理の概念的枠組を与える。そのために資源状況と結合状況と呼ばれるパラメータが導入される。オブジェクト同定処理は資源状況や結合状況という、文の表面に表われていないパラメータを生成し管理することであると明確に定義することができる。

資源状況は直接に対象を指示することができないときに使用される状況である。「この部屋の中で一番背の高い人」における部屋の中の状況などがその例である。資源状況のアイデアはことばの曖昧性を説明することができる。たとえば文③である。

- ③コップのミルクがこぼれている。猫が部屋に入ったのだろう。

猫という表現の資源状況のとり方に応じて異なる読みが可能である。ひとつは「ミケ」とか「タマ」などの具体的な猫の個体を指している場合である。もうひとつは知らない猫が侵入したらしく足あとだけが残っているような場合の「猫」の使い方である。後者は、inner attributive な読みと呼ばれているものである。

文④のように、「あのパーティー」と発話する場合、発話音はいくつかあったパーティーのどれかを指しつつ発している。発話者が持っている表現と指示対象のこのような対の表が結合状況である。

- ④あのパーティーは楽しかった。

同定処理方式は可能な等式の集合を生成しコヒーレンシーをチェックする方式である。フォーカスセンター理論を使って探索空間をせばめている。探索モードは普通の縦型深さ優先法である。

なおオブジェクト同定処理が使用する辞書にシソーラスがある。単語を上位-下位の階層関係で分類した辞書である。オブジェクト同定の一つの基準として、与えられた二つのオブジェクトが同じ意味カテゴリに属するか否かを調べるのに用いられている。

次に談話構造解析を説明する。

8. 談話構造解析

解析の途中結果を貯め込む場所が談話構造である。どんな構造をもたせるかは大きな問題である。DUALS の場合はplan-goal モデルの構造を用いた。つまりDUALS の談話構造は次のような情報の集まりである。

一つは登場する主人公の目標である。たとえば機長さんの目標は安全飛行である。二つめは障害イベントである。物語は主人公の目標の障害のイベントを含むものである。三つめは主人公はその障害に対する目標と計画の変更を行なうものである。

談話構造とはこれらの目標・計画・修正・実行のイベントからなる因果構造を持った構造である。

これらの談話構造のパラメタをどうやって同定するか？ それがヒューリスティクスである。二つのヒューリスティクスの例をあげる。

一つは“もしA ならばB してしまいます”という文パターンである。これは緊急事態B の発生を暗示している。もう一つの例は“C ははっとしました”である。これも登場人物C の目標に対する障害発生を暗示している。

これらのヒューリスティクスはデモンを用いて記述することができる。

9. 問題解決と文合成処理

DUALS は質問に対する答を捜すための知識としてコンストレイントおよびオブジェクトのプロトタイプの定義を与えるタイプの辞書を備えている。

コンストレイントはホーン節で定義した。たとえば風が吹けば桶屋が儲かるという因果のチェーンをたどる規則は次のホーン節で表現した。

因果(A, B):-直接因果(A, B)。

因果(A, B):-直接因果(A, C)、因果(C, B)。

飛行機の下が海であれば飛行機は海の上を飛んでることを知らなければならない。

情報の伝わり方に関する法則として、A がB に情報C を知らせればB は情報C を知るということをホーン節で記述した。

飛行機、機長などの普通名詞はパラメタを持ったタイプとして記述される。タイプはフレーム型知識表現言語のフレームやユニットの役割を持っている。

文合成は動詞の各パターンに表層文のパターンを記述しておくことにより行なっている。たとえば、吹き出すという動詞はAgent がSourceから吹き出すという格パターン情報を持っている。

10. 結論および今後の課題

LFG、状況意味論、ロジックプログラミングという三つの要素を談話理解システムの骨組とした。主な結論として三点ある。

一つは「状況」のアイデアが、文脈モデルとして有効であることである。

二つ目は論理型言語は有力な記述言語であることが確認できたことである。その理由は二つある。一つは、文の意味は状況間の関係であるとする関係論が状況意味論と論理型言語の共通思想であることである。二つ目の理由は状況意味論の意味表現に現われる不定項と論理型言語における論理変数の対応である。ともに部分情報あるいは不完全情報を表現するという共通の思想を持っている。

結論の最後は記述言語CIL の提案である。

CIL はPrologに不定項を組み込んだものである。FreezeはコルメラワのProlog IIにあるものであり、デモンの記述に使う。

試作版はDEC-2060Prolog上ですべて作成された。システム全体がコアに入り切らず、LFGパーザ部分とその他の部分とを別々のシステムとし、データはファイル渡しとした。

一文当りの所要CPU 時間は以下のとおりであった：

構文・意味解析(LFG) ……約10秒

オブジェクト同定 ……約1秒

談話解析・問題解析・文合成……約1秒

DUALS のプログラム自体は五人で二ヶ月程度で作成した。

今後の課題は状況という概念、関係型意味論、ロジック・プログラミングの三つのアイデアを基本に以下の項目の記述に適用していくことである。

(1) システムの柔軟性と頑強性を高める。

(2) 日本語文法記述の展開

等位構造。法助辞、条件文、再帰代名詞、敬語表現、副詞、複合名詞句、etc.

(3) 発話行為表現の解析

(4) 時制、アスペクト、様相、条件表現の解析

(5) 常識推論メカニズム

(6) 焦点メカニズム

参考資料

- [1] ICOT: 昭和59年度成果報告書、基礎ソフトウェアシステム編、知的インタフェース、意味解析パイロット・モデル、1985.
- [2] 平川 秀樹: 談話理解システムDUALS におけるオブジェクト同定処理, ICOT テクニカル・レポート、TR-117、1985.
- [3] 安川 秀樹: ユニフィケーションに基づく意味解析、ICOT テクニカル・レポート TR-110、1985.
- [4] 三吉 秀夫: 談話理解システムDUALS における質問応答処理、ICOT テクニカル・メモ TH-0110、1985.
- [5] K.Mukai: Horn Clause Logic with Parameterized Types for Situation Semantics Programming、ICOT Technical Report TR-101、1985.
- [6] K.Mukai: Unification over Complex Indeterminates in Prolog, ICOT Technical Report TR-113、1985.