

並列プログラムの知的プログラミング支援システム 5M-4 MENDELS (1) — システム構成 —

本位田真一 内平直志 松本一教
株式会社 東芝 システム・ソフトウェア技術研究所

1. はじめに

本稿では、並列プログラムを対象とした知的プログラミング支援システムMENDELS(1)について述べる。MENDELSは、並列プログラム部品の再利用をベースとしており、時刻命題論理および、ベトリネットを与えられた仕様記述から定理証明に基づく手法によって部品間の同期部分を生成する。

2. 背景

一般にソフトウェア開発環境に対する要求として、

- ①ソフトウェアの生産性を向上させること
- ②高品質なソフトウェアを生成すること

があげられる。並列プログラムは特に同期や排他という固有の問題があり、これらを解決しないことには、高品質なソフトウェアであるとは言えない。そのための高品質な並列プログラムを自動生成する手法として従来より、定理証明、プログラム変換等が提案されている。しかし、これらの手法に共通していることは、生成に要する計算量が大きく、生成されるプログラムの規模も極めて小さいことである。従って、現状の技術レベルでは、これらの手法のみで、実用レベルの規模のソフトウェアを生成するのは困難である。従って、上記の2つの要求を満たすためにはソフトウェアの生産性向上に寄与する他の手法との組み合わせが必要となってくる。一般にソフトウェアの生産性を向上させるためには、部品再利用手法が有効とされており、多くの研究が行なわれている。その結果、逐次プログラムを対象とした場合には、実用に供されている部品再利用に基づくシステムも存在するが、一方、並列プログラム部品を対象とした手法やシステムはほとんど存在しないのが現状である[2]。これは、たとえ、登録されている部品が正しいとしても、それらの部品群が並列に走行する場合、同期や排他の問題が生じることになり、全体として高品質なソフトウェアではなくなるためである。同期等に関することを部品の中に記述することによってもこの問題は解決できるが、部品としての汎用性が低下することになる。そこで、MENDELSは、同期の記述を部品内に組み入れていない汎用性の高い部品群を再利用し、さらにそれらの部品群の同期部分は定理証明に基づく手法で生成することによって上

記の2つの要求を満たすことを目的としている。部品群の同期部分に限定すれば、所望のプログラム・サイズも充分小さいため、計算量の問題は生じないと言える。

3. 並列プログラム部品

MENDELSにおいては並列処理の単位を部品としてとらえる。一般に並列プログラムは機能部分および同期部分の2つの部分から構成される。従って、機能に関する部分は部品本体に相当し、同期に関する部分は部品間の関係を示すと考えることができる。ところで、並列プログラムの同期部分は基本的には他の部品との関係である。従って、部品を登録する際に、もし、同期部分も部品本体に組み入れるのであるならば、他の部品との関係も意識しなければならない。しかし、部品に汎用性を持たせるのであるならば、他の部品との関係部分を部品本体に組み入れるのは、得策ではない。一方、部品の利用者は、複数の部品群を組み合わせて、所望のソフトウェアを構築する。すなわち、部品間の関係を定義できる立場にいたので、同期に関しては、部品間の関係を考慮しながら記述できることになる。従って、機能部分である部品本体は部品登録者が生成し、部品間の同期部分は部品利用者が生成するという考え方をMENDELSでは採用している。

また、並列プログラムは、論理型言語に基づく並列型オブジェクト指向言語MENDEL/88で記述される。従って、各並列プログラム部品は各オブジェクトに相当し、部品間の同期部分はオブジェクト間のメッセージ交換の順序を規定することによって実現される。MENDEL/88で記述されたプログラムは、いくつかのプロセスから構成され、それらのプロセス間には通信パイプが配管され、そのパイプを通してプロセス間のメッセージ交換が行なわれる。MENDEL/88では、このプロセスをオブジェクトと呼んでいる。オブジェクトには、原子オブジェクトと複合オブジェクトがある。原子オブジェクトは最小のプログラム単位であり、この原子オブジェクトの組み合わせで複合オブジェクトが構成される。MENDELSでは、この複合オブジェクトの自動生成を支援している。

複合オブジェクトは次の形式である。

```
Object <オブジェクト名> : {
    dec : (<宣言部>) ;
    body : (<本体部>) ;
    sync : (<同期部>)
```

Intelligent Programming System for Concurrent Programs:
MENDELS(1) — System Overview —
Shinichi HONJIN, Naoshi UCHIHARA, Kazunori MATSUMOTO
Systems & Software Engineering Lab., TOSHIBA Corp.

宣言部では、本体部、同期部で使用するパイプ、ゲート
を宣言する。本体部では、いくつかのオブジェクトが通信
パイプで配置されている。同期部では、オブジェクト間の
同期をゲートトランジション発火手順として定式化し、有
限状態オートマトンで記述している。

4. MENDELS の概要

MENDELS では、並列プログラムの機能に関する部
分は機能仕様として与えられた、入出力仕様を満たす部品
群を部品ライブラリから検索・結合することによって実現
される[3]。入出力仕様は各部品毎に与えられており、意味
ネットワークに基づいて表現されている。部品間の結合は、
この意味ネットワーク上に導入された、類似性という概念
を用いて行なわれる。

一方、同期に関する部分は、時刻命題論理に基づく仕様
記述から、タブロー法と呼ぶ定理証明系によって生成され
る[4]。ここで、タブロー法は与えられた定理の証明の過
程で状態遷移図を生成するが、これが同期部のスケジュー
ラに相当する。機能に関する部分と同期に関する部分は独
立に生成されるため、これらの整合性の吟味をする必要が
ある。そのために機能に関する部分もベトリネットを経て
状態遷移図に変換することにより、同期部に相当する状態
遷移図とのmatchingにより吟味している。言い換えれば、
並列プログラムの構造をベトリネットで記述することによ
り、対象とする部品群の構造を踏まえた同期部を生成する
ことになる。

MENDELS では、実行結果を確認することにより、
図1に示すように、任意のphase への後戻りが可能である
というプロトタイピング手法を支援している。

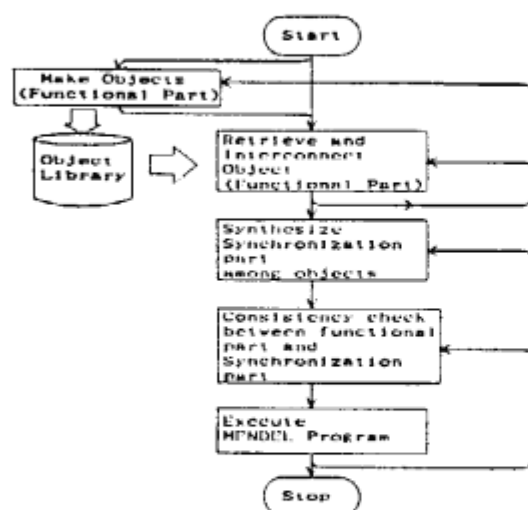


図1 MENDELS の概要

これは通常の場合、機能仕様を満たす部品群の組み合わせが複数存在するが、いくつかの候補を実行しながら最
適な部品構成を得るといったソフトウェア構築手法を支援
するためである。

また、通常のシステムは多くの部品群から構成され、ま
たこれらの部品群は階層関係になっている場合が多い。こ
れに対処するためにMENDELS では、例えば後述の部
品をそれに対する同期部のスケジューラに相当する状態遷
移図と共にひとつの部品として登録する機能および展開す
る機能を有している。

5. むすび

MENDEL/88で記述された並列プログラムを対象
とした知的プログラミング支援システムMENDELSに
ついて、その開発背景、設計思想を中心に述べた。このM
ENDELSは並列プログラムの知的設計を総合的に支援
する知的プログラミング環境MENDELS ZONEの
サブシステムとして位置付けられる。

また、MENDELSは実用性、並列性をさらに追及す
る必要があるが、その一環として、並列論理型言語GHC
[5]を対象とした知的プログラミング支援システムMEN
DELSを逐次型推論マシン(PS1-Ⅱ)上に実装中であ
る。すなわち、MENDEL/88によって記述された
各オブジェクトはGHCにコンパイルされ、GHCにより
記述されたスケジューラ上で動作する。また、オブジェ
クト間の同期部分は、GHCのひとつのプロセスとして実現
される。

謝 辞

本研究は、ICOTの再委託研究の一環として行なわれ
た。ICOTの関係各位に感謝する。

【参考文献】

- [1] 本位田：並列プログラムのプロトタイピング支援環
境MENDELS、第6回第5世代コンピュータに
関するシンポジウム予稿集、(財)新世代コンピュ
ータ技術開発機構、1988
- [2] 本位田、内平、中村：制御分野における自動プログ
ラミング、情報処理、Vol.28, No.10, 1987
- [3] 伊藤、内平、本位田：並列プログラムの知的プログ
ラミング支援システムMENDELS (2) -部品
再利用による本体部の生成-、第37回情報処理学
会全国大会、1988
- [4] 内平、川田、本位田：並列プログラムの知的プログ
ラミング支援システムMENDELS (3) -時刻
論理からの同期部の自動生成-、第37回情報処理
学会全国大会、1988
- [5] K.Ueda: Guarded Horn Clauses, ICOT Technical
Report TR-103, 1985