

4F-12

超高位図的言語処理システムにおける
単位処理機構の一構成法岩田 誠 西川 博昭 浅田 勝彦 寺田 浩昭
大阪大学工学部

1. まえがき

超高位図的言語処理体系(1)をデータ駆動形高度並列処理システム(2)上に実現する為には、対象とする変換処理に内在する副作用のない並列処理構造を抽出することが必須である。

本稿では、図的言語変換機構(3)の実現に必要な並列再帰形制御構造を取り上げ、これを中間言語 D^3L (4)を用いてまず定式化した後、並列再帰プログラムを効果的に実行しうる単位処理機構の動作モードを検討する。

2. D^3L の並列再帰的制御構造

並列再帰形の制御構造には、単なる再帰的関数呼出のみならず、対象となるトークン流の内容に従って、新たな関数呼出が同時並行的に生起する実行時の動的な並列処理構造が内在している。

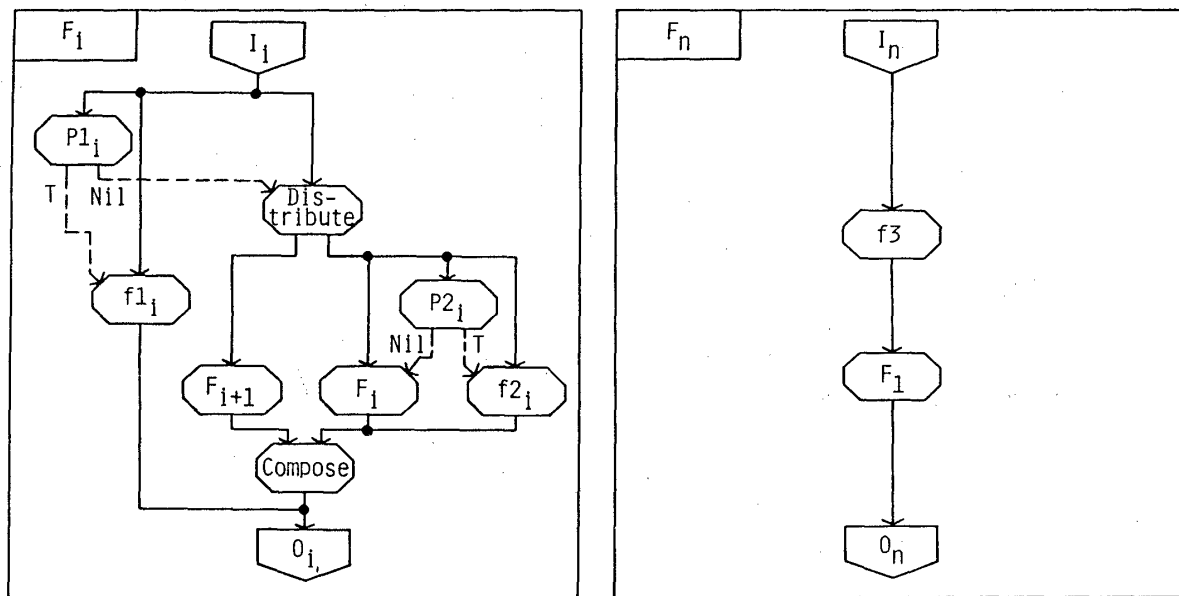
図1に示す D^3L の並列再帰的制御構造では、処理対象を分配(Distribute)し、再帰関数 F_{i+1} , F_i を並列に駆動することによって、処理の並列生起を表現すると同時に、

述語(Predicate) $P1$ により単純な再帰処理の続行を、述語(Predicate) $P2$ により並列再帰呼出による新たな処理の生起を制御している。更に、この制御構造において $i = 1, 2, \dots, n-1$ とすれば、 n 次元的並列再帰の制御構造を有する D^3L プログラムが生成可能になっている。例えば、図的言語変換機構(3)における照合処理($F1$)は、二次元的な検索処理である為、 $n = 2$ とし、一つのノードの照合および分離の処理を分配処理に、残りの照合グラフの照合を $F2$ に、それぞれ対応づければ、 D^3L 並列再帰プログラムとして記述できる。

3. エラスティック性を有する動作モード

D^3L プログラムのハードウェア実現法として、その半順序性を究極まで追求した流れ処理方式が有望であることが既に確認されている(5)。以下では、単位処理機構における動的データ駆動方式の一実現法として、流れ処理概念に基づく、並列再帰形処理動作モードを提案する。

並列再帰的制御構造は一般には、図1に示したように、



I_1, I_n : Sources; O_1, O_n : Sinks; $P1_i, P2_i$: Predicates;
 $f1_i, f2_i, f3$: Primitive Functions; F_i, F_{i+1} : Recursive Functions; $i=1, 2, \dots, n-1$

図1. D^3L における並列再帰的制御構造

A Unit Processing-Module Architecture in the Ultra High-level
Diagrammatical-Language Processing System

Makoto IWATA, Hiroaki NISHIKAWA, Katsuhiko ASADA and Hiroaki TERADA

Osaka Univ.

現在進行中の自己再帰(Self-Recursion)と同時並行的に生起する並列再帰(Parallel-Recursion)から構成される。

従って、自己再帰処理を単位処理機構自身で続行し、並列再帰処理を他の単位処理機構に分散する動作モードを採用すれば、再帰処理水準の並列処理性を全く損なわずに、単位処理機構上の単純な自己再帰処理の同時並列実行によって、並列再帰処理を実現できる(図2)。

しかしながら、有限資源の下でこの動作モードを実現する為には明らかに、以下の問題に対処できるアルゴリズムが必要となる。

第一に、ある単位処理機構の処理依頼(Request)可能な全ての単位処理機構が処理中(Busy)であれば、新たに並列再帰処理が起動された場合に、処理の分散が原理的に不可能になる。

この問題の解決には、単位処理機構自身に自己再帰のみならず並列再帰処理をも実行可能な動作モードの採用が考えられるが、単位処理機構の制御が煩雑になるだけでなく、後述するスタックあふれの危険性を冗長する。従って、通常は並列に発火可能な両者の再帰関数の間に新たなデータ従属性を付与し、単位処理機構上の単純再帰処理によって、並列再帰プログラムの実行を可能とする。又、処理依頼可能な単位処理機構が待機状態(Idle)になれば即座に、処理依頼を行うことにより、再帰処理を分散する動作モードに復帰させる。

第二に、再帰呼び出し回数がスタックの物理的容量を越える場合(Stack-Full)、単位処理機構単独ではそれ以後の再帰呼出処理は明らかに不可能である。

この問題は、依頼可能な他の単位処理機構が待機状態になれば、以降の再帰処理の続行を依頼することにより、解消できる。しかし、再帰処理の依頼先の単位処理機構が、依頼元の単位処理機構へしかスタックあふれ時の処理依頼できない場合には、両者の単位処理機構がそれぞれスタックあふれ(Stack-Full)、処理中(Busy)となりデッド・ロック状態に陥るという新たな問題が生じる。

これに対処する為、再帰処理の依頼が許される条件として、依頼先の単位処理機構が依頼元以外の単位処理機構にも分散可能である条件を追加した。その結果、全ての単位処理機構のスタックがあふれない限り、即ち、システム全体がオーバー・フローしない限り、並列再帰プログラムを実行できる動作モードが実現される見通しが得られた。

以上の動作モードによって、i) 並列再帰プログラム実行時に動的に生成されるプロセスに関する負荷分散、ii) 再帰処理に原理的に必要となるスタックに関するデータ分散、など動的に変化する処理量を効果的に吸収できるエラスティック性が単位処理機構に付与される。

4. むすび

本稿では、超高位図的言語処理体系における核機能である図的言語変換機能の効果的な実現法の検討の第一歩として、i) 中間言語 D³L 水準に副作用のない並列再帰的制御構造を導入して更に、ii) 動的データ駆動方式を採用したシステムにおいて、並列再帰プログラム実行時の動的な負荷分散を自然に実現できる単位処理機構のエラスティックな動作モードを提案した。

現在、タイムベトリネットによるモデル化手法を用いて、単位処理機構の動作モードの形式的な性能評価を、その接続構造(6)を含めて行っている段階にある。

謝辞 本研究に関し討論および種々の援助を頂いた大阪大学工学部寺田研究室の各位に感謝する。なお、本研究の一部は、文部省科学研究費(一般B, 61460137, 試験2, 61850063, 奨励A, 61750334)の援助を受けて行ったものである。

参考文献

- (1)西川他:“超高位図的言語処理システムの設計思想”,
- (2)西川他:“データ駆動形実行制御の一方式とその実験的検討”,信学論(D), J67-D, 5, PP. 607-614 (1984-5).
- (3)柳他:“超高位図的言語処理システムにおける変換機構の一実現法”,
- (4)西川他:“履歴依存性を許すデータ駆動図式”,信学論(D) J66-D, 10, pp. 1169-1176 (昭58-10).
- (5)寺田他:“データ駆動形プロセッサ Q-x の設計思想”,情処学会第32回全国大会, 5R-11他 8件5R-2~9 (1986-03).
- (6)松下他:“超高位図的言語処理システムの一構成法”, (参考文献(1)(3)(6)は情報処理学会第33回(昭和61年後期)全国大会予稿集セッション4F収録論文である。)

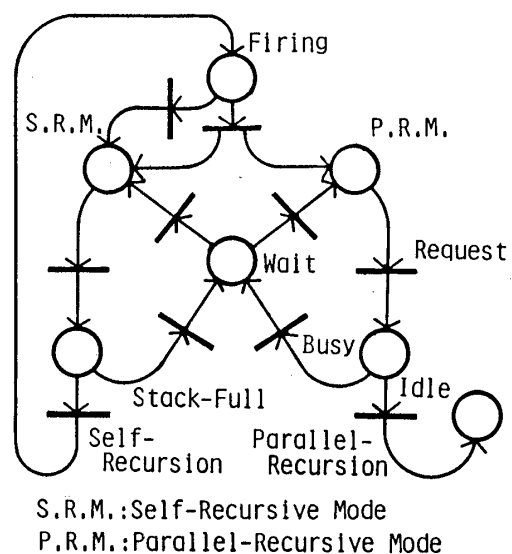


図2. 単位処理機構における並列再帰動作モード