

PIEにおける言語機能の拡張について

2C-6

松原 健二、相田 仁、田中 英彦、元岡 達

(東京大学 工学部)

1. はじめに

PIEは論理型プログラム(ホーン節)をOR並列性に基づいて実行する。これまで我々はホーン節に加えて、知識情報処理に必要であると考えられるいくつかの言語機能について、並列処理という立場から検討を進めてきた。

最近、ICOTにより並列推論マシン指向の言語として、Guarded Horn Clauses (GHC)が提案された。GHCはストリーム並列等により実行可能な論理型プログラム言語であり、ICOTの並列推論マシンの核言語の推論機能のベースとして採用されている。

本報告では、PIEの言語機能の拡張のひとつとしてストリーム並列を取り入れ、GHCの実行方式について報告する。

2. PIEにおけるGHCの実行方式

2.1 GHCプログラム [上田85]

GHCのプログラムは次のような形をしている。

$$H: -G_1, \dots, G_m \mid B_1, \dots, B_n,$$

$$(m > 0, n > 0)$$

Hを(節)頭部、各 G_i をガード・ゴール、各 B_i をボディ・ゴールと呼ぶ。

ガード“ \mid ”は論理的には“ $,$ ”と等しい。

ゴールが与えられると、手続き内のOR関係にある節が並列に探索され、最初にガード・ゴールの実行に成功した節のみが選択される。GHCはConcurrent Prolog (CP)等と同じくストリーム並列等により実行することができる論理型プログラム言語である。CPの読み出し専用表記の機能にあたるものは、ガードの手続き的解釈の中に含まれている。

2.2 GHCの実行方式

PIEにおけるGHCの実行方式の特徴を以下に示す。

①GHCプログラム実行の指定

GHCは、PIEがこれまで対象としていたOR並列性に基づく論理型プログラムとは性質が異なるため、それに応じて実行メカニズムも変える必要がある。そこでGHCプログラムの実行であることを指定する方式とする。

②頭部、ガード、ボディの逐次実行

GHCでは、頭部、ガード・ゴール、ボディ・ゴールの実行を並列に行なうことが可能である。しかし、やみくもに実行するとサスペンドが頻繁に生じ、却って実行速度が低下するおそれがある。そこで、頭部のユニフィケーション、ガード・ゴールの実行、ボディ・ゴールの実行を逐次的に行なう方式とする。この点については、どの位の頻度でサスペンドが生じるかをシミュレーションにより調べる予定である。

③UPによるリテラル単位の切り分け

これまでのPIEの方式では、リテラル単位の切り分けを行なうためには、GFをUPに送り、UP内で切り分けだけを行ない、再びMMに戻していた。GHCでは処理単位がリテラルであるので、この方式のままでは切り分けに大きな手間がかかってしまう。そこで、UPにおいて単一化終了後、新しいGFを構成するときにリテラル単位の切り分けを一緒に行ない、それぞれを別のGFとして送り出す。

④SMによるリテラル間共有変数(チャンネル変数)の管理

チャンネル変数の値はSMに格納する。SMへの登録はチャンネル変数が現れたときに行なわれる。チャンネル変数へのアクセスは頻繁にあると考えられ、集中型SMで処理することは難しく、分散型SMが必要であろう。ここではIU1台につきSM1台があるものと考えて話を進める。チャンネル変数への書き込み/読み出しは、UPがSMに対しコマンドを送り、その応答を受け取るにより行なわれる。読み出しが行なえずにサスペンドしたGFは、MMに送られると同時にチャンネル変数に付随するsuspend GFリストに登録される。SMはチャンネル変数に書き込みが置きたならば、ACにコマンドを送りサスペンドしているGFを起こす。

このためには、SMからACへのコマンド用ネットワークが必要である。

⑤ACによるトラスト、サスペンドの管理

トラストについては、基本的には従来のACのノード管理により行なう。サスペンドには、ガード・ゴールの実行を待つものと、チャンネル変数への書き込みを待つものとの2種類がある。ACが activat

e コマンドを受け取ると、サスペンドしていたGFが実行可能となり、UPへ送られる。

⑥書き込み可/不可のタグを持つチャンネル変数

チャンネル変数への書き込みは、Writable (書き込み可)、Nonwritable (不可) 等のタグを変数に付けることにより管理する。

2.3 実行例

例1

$\text{:- } p(A), q(A).$

このGFはUPにおいてリテラル単位に切り分けられ、次のふたつのGFに書き換えられる。

$\text{:- } p(A).$

$\text{:- } q(A).$

このときチャンネル変数AがSMに登録され、これ以降Aに対するアクセスはSM番号とSM内アドレスを用いて行なわれる。新しく書き換えられたふたつのGFはストラテジにしたがって、MMに送られるかもしれないし他のIUに分配される。

例2

述語pの手続きを

$p : \text{- } g1, g2 \mid b1, b2.$

$p : \text{- } g3, g4 \mid b3, b4.$

であるとする。ゴール

$\text{:- } p.$

の実行の様子を図1に示す。ボディ・ゴールはガード・ゴールの実行中サスペンドする。ガード・ゴールの実行が成功すると、親ノードに対し、guard-success コマンドが送られる。親ノードは、それがguard-success コマンドを送ってきた最初の子ノードであることを確認し、activate コマンドを送り返し、他の子ノードにはkill コマンドを送る。activate コマンドを受け取った子ノードはサスペンドしていたボディ・ゴールのノードに対し、activate コマンドを送る。

3. おわりに

PIEにおいて、ストリーム並列を取り入れGHCを実行する処理方式について述べた。今後はシミュレーションを行ない、ここで述べた方式によりどの程度実効的な並列度が得られるかどうか調べていく予定である。

<参考文献>

[上田85] 上田, "Guarded Horn Clauses", Logic Programming Conference '85, ICOT.

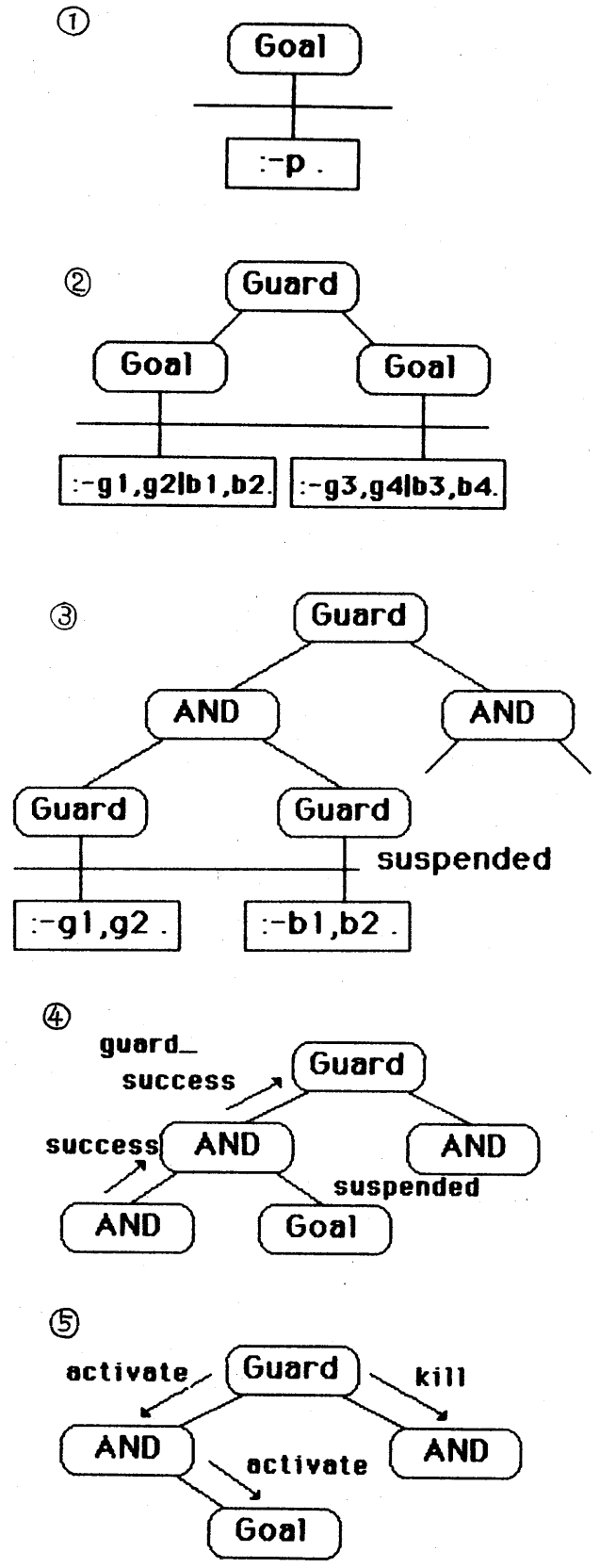


図1. GHCの実行方式