6N-5

音声理解システムのための言語処理方式 －並列処理へのフレームワークの拡張－

堀　雅洋†　大隅　信††　尾崎　弘††
溝口　理一郎†　角所　収†
(† 大阪大学産業科学研究所　†† 関西大学工学部)

1．はじめに

これまで我々は，音声理解システムを１つの知識情報処理システムとみなし，そのプロトタイプシステムを Symbolics社のリスプマシン上に開発してきた．システムの設計・開発にあたっては，ある程度独立して扱うことのできる音響処理・高次情報処理という２つの部分課題に分割して行っている．高次情報処理の後段に位置づけられる言語処理部は，前段の語彙解析部の出力である多数の候補単語列を入力とし，構文・意味・文脈等の知識を適用可能なものから順に用いながら島駆動方式の処理を行ない，最終的に正しい単語列を同定する．言語処理部は特にモジュール性・拡張性を重視し，リスプマシンのFlavors の機能を用いてオブジェクト指向の概念に基づいてインプリメントしている[1][2]．

本稿では，実行速度の向上をめざして言語処理部への並列動作導入の可能性について検討するとともに，拡張されたフレームワークついて述べる．

2．並列動作導入の可能性

プロトタイプシステムにおける言語処理では，まず文中の主題あるいは場面に関する情報が利用可能な場合は，それらをもとにトップダウンな処理が行われる．また，そのような文脈情報が確定できない場合には構文的情報をもとにボトムアップな処理が行われる．そして，前者では場面フレーム，後者では格フレームへのスロットフィリングを中心に候補単語を同定していく．また，処理に用いられる言語知識，すなわち構文・意味・文脈知識はすべてデーモンと呼ばれる独立した知識を単位として適用される．図１にプロトタイプ・システムにおける実行経過を示す．図では，競合する部分系列に対応するコンテクストが順次生成され，適用可能なデーモンがなくなった段階で初期状態から処理を再開しているようすが示されている．

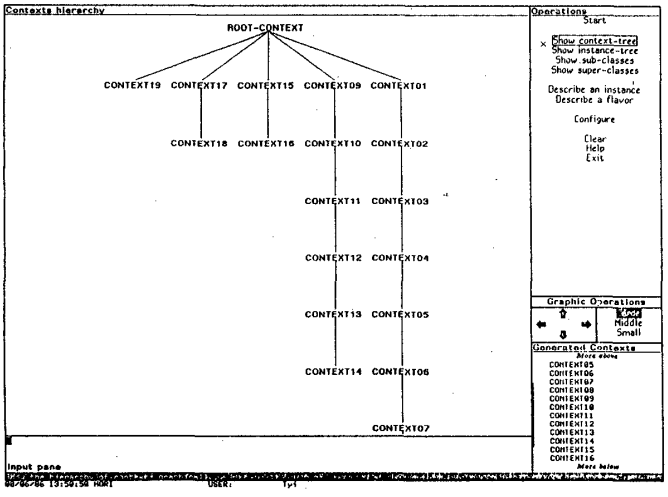

図１．実行経過を示すコンテクスト木

これまでの言語処理部のフレームワークにおいて，複数の対象からの選択を迫られる状況，すなわち並列動作を導入することによって処理速度の向上が期待できる状況には，次の３つがある．

(1)競合するデーモンの中から１つを選ぶ
(2)あるデーモンの条件部を満足する複数の候補から１つを選ぶ
(3)複数のコンテクストの中から１つを選ぶ

(1) の場合，基本的にはアジェンダのレベルに従ってレベル４からレベル０にあるデーモンがこの順に優先される．同一レベル中のデーモンについては，登録された順に条件部がチェックされる．そこで，同一レベル中のデーモンの条件部を同時にチェックし，動作部を並行して実行させることが考えられる．ところが，この場合，２つの異なるデーモンが同じ候補をその処理対象として選択する可能性がある．したがって，あるデーモンの実行に伴って注目されている候補が，同時に別のデーモンから選択されないようにしなければならない．そして，このようなメカニズムのインプリメント上のオーバーヘッドを考えた場合，この種の並列性からシステム全体の処理速度の向上は必ずしも期待できない．

また (2)については，たとえばあるスロットフィリング・デーモンに対して，その意味上の制約を満たすような候補が複数個ある場合，それらのスロットフィリングを同時に実行しその結果得られる競合する部分系列をそれぞれ異なるコンテクストにおいて管理していくことが考えられる．しかしながら，主題や場面から連想される一連の語彙，すなわちアクティブワードの概念は候補選択の際，特に有効であることが確かめられている [3]．したがって，この場合スロットフィリングの対象となる候補のうちアクティブワードに該当するもののみを考慮し，さらにその中で得点の高いものを優先させれば，並列性を導入した場合と速度の点で大差はないと考えられる．またこの種の並列性は (1)の場

Language Information Processing for a Speech Understanding System
--- Extension of a Framework toward Parallel Processing ---
M.Hori[1], M.Ohsumi[2], H.Ozaki[2], R.Mizoguchi[1], O.Kakusho[1]
[1]ISIR, Osaka Univ. [2]Kansai Univ.

合と異なり，いわゆるＯＲ並列に対応するものであることからも，このような並列動作のみから飛躍的な速度向上は期待できない．

(3) は，競合する部分系列を並行して考慮することに対応する．各コンテクストには，その段階で確定した候補，未確定の候補，さらに適用可能なデーモンに関する情報等が記述され，それぞれ１つの独立した実行環境となっている．したがって (1)の場合のようなデータアクセスの競合は起こらない．また，各コンテクストには活性化された主題や場面に関する情報も保持されていることから，この種の並列性は主題・場面の活性化を並列に行うものととらえることもできる．これによってアクティブワードの早期設定が可能となり，(2)の場合の並列性を補う効果も期待できる．

３．拡張されたフレームワーク

以上の考察によって得られた拡張されたフレームワークを図２に示す．これまでの言語処理部では，SCHEDULER クラスがCONTEXT-MANAGER の上位に抽象クラスとして定義されていたのに対して，図２ではメッセージ送受信の対象として，直接インスタンスを生成するクラスとして生成される．SCHEDULER には，次に実行すべきデーモンのタイプ，すなわちアジェンダのレベルを決定するための手続き，および実行すべきコンテクストを決定するための手続きがメソッドとして定義される．そこで，以下システムの動作について概念的に説明する．

まず語彙解析部の出力である候補単語系列が，INPUT-HANDLER に送られる．次に KNOWLEDGE-ORGANIZERにおいてデーモンの初期化が行われ，生成されたデーモンがROOT-CONTEXTに登録される．以後スケジューラは，その時点で生成されているコンテクストの中から並列に実行させるものを各々の評価点に基づいて選択する．選択されたコンテクストは，それぞれ適用すべきデーモンを独立に決定し実行する．１つのデーモンの実行が終了した段階で，そのコンテクストはスケジューラにそのことを伝える．このとき，デーモンの実行に伴って新たにコンテクストが生成されればそれがスケジューラに登録され，次のコンテクスト選択サイクルでは考慮の対象となる．並列に動作を開始したコンテクストのすべてについてデーモンの実行が終了すれば，スケジューラは次に実行すべきコンテクストを新たに選択する．したがって，拡張されたフレームワークにおける並列性はデーモンの選択・実行を１サイクルとする複数コンテクストの同期式並列実行ということができ，特に各サイクルで実行されるコンテクストの選択はスケジューラに任される．

コンテクストの得点付けの基準としては，そのコンテクスト内のアジェンダに登録されているデーモンの個数とそのレベル，確定した候補の数，活性化された主題・場面，さらに場面フレームや格フレームにスロットフィリングされたアクティブワードの得点などがある．そして，これらの評価基準のうちどれをどの程度重視するかといった重みを変えることによって制御戦略を動的に変えることも可能となる．

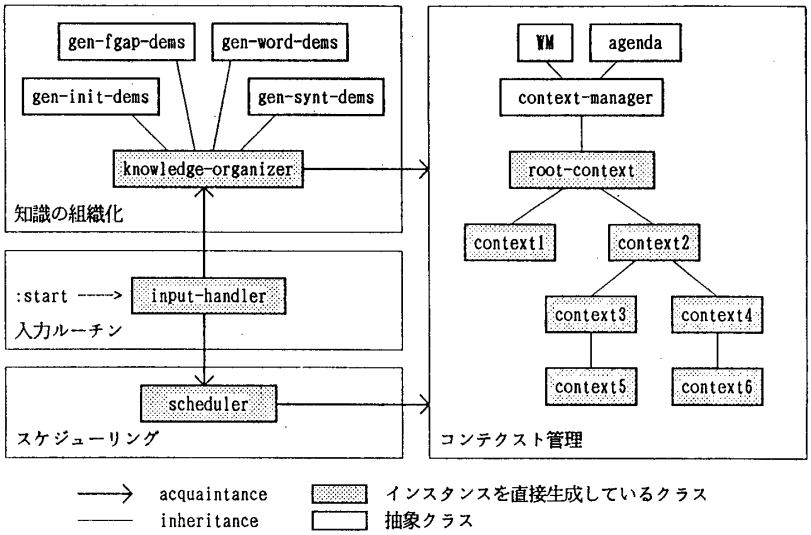

図２．拡張されたフレームワークにおけるクラス間の関係

また，１サイクルで実行されるデーモンの個数についても，各コンテクストで動的に制御するのが有効であると考えられる．たとえば，あるコンテクストで場面フレームが活性化された場合，同時にそのフレームの各スロットにスロットフィリングを行うデーモンが生成される．したがって，次のサイクルでそのコンテクストが選択されれば，それらのスロットフィリング・デーモンを１サイクルの間に実行し，その結果いくつのスロットが埋まったかを調べることによって，その場面を活性化することの妥当性をより早く決定することができる．反面，他のコンテクストの実行が終了しているにもかかわらず，ただ１つのコンテクストによって１サイクルの実行時間が引き延ばされるのは効率的ではない．そのような兼ね合はスケジューラが柔軟に制御する必要があり，今後の課題でもある．

４．むすび

言語処理部の並列動作へのフレームワークの拡張について，特に導入すべき並列性のレベルの検討とともに述べた．今後リスプマシンのマルチプロセス機能を用いて，単一マシン上で並列動作をシミュレートするようにプロトタイプ・システムを修正・拡張し，さらに複数マシン上でネットワークを介して動作する分散並列処理システムとして，フレームワークを洗練していきたいと考えている．

（参考文献）

[1] 堀 他：音声理解システムにおける言語処理部の開発－オブジェクト指向の概念に基づいたインプリメンテーションについて－，知識工学と人工知能研究会，44-1 (1986).
[2] 大隅 他：音声理解システムにおける知識ベースの拡充，情報処理学会第33回大会，6N-4 (1986).
[3] 堀 他：協調型認知モデルに基づく音声言語理解，認知科学会第３回大会，E-9 (1986).