

画像処理における
エキスパートシステムの一考察

4B-1

二川 克美 西尾 秀一 高野 秀也
NTTデータ通信株式会社

1 まえがき

近年、画像処理技術の発達に伴い、より高度な画像処理システム構築への要求が高まってきている。これに応えるため、画像処理技術者の専門知識を取り入れたエキスパートシステムが提案されている。これらのシステムの知識ベースにおいては、対象画像の内容に依存し、処理戦略に関わる知識はプロダクショナルルールで、画像の内容に依存しない知識はフレームで表現されている^{[1][2]}。これら表現形式の異なる2つの知識に対する追加、修正の複雑さは以前から指摘されているところである。

本稿では、画像の内容に依存しない知識のみならず、処理戦略に関する知識をもフレームで表現することで、知識の参照、追加がオブジェクトの変更のみで容易に行え、拡張性に優れた知識の表現法と画像エキスパートシステム構築法について述べる。

2 問題点と解決すべき課題

2.1 従来のエキスパートシステムの問題点

ノウハウと呼ばれる対象画像の種類や処理目的に応じたアルゴリズムの選択法、パラメータの設定法、および、処理手順などの知識の追加・修正を容易に行えることは、画像処理エキスパートシステムにとって必須かつ重要である。従来は、プロダクショナルルールの変更には膨大な作業量が発生し、且つ、変更に伴うデグレードの危険性が存在する。また、異なった形式で知識が表現されていることも知識の更新作業の煩雑さを増す要因にもなっている。

2.2 対処の方法

以上述べた問題に対処するため、ノウハウと呼ばれる知識と、処理対象に依存しない知識をオブジェクトの枠組みの中で表現することを考える。

画像処理に関する知識はアルゴリズム単位に知識が構築されるため、その知識の表現単位としてオブジェクトを用いることができると思われる。また、そのアルゴリズムを使用した画像処理手順を実行するためにメッセージパッシングは有効である。

従来のプロダクショナルルールで表現していたノウハウに関する知識をオブジェクトで表現したオブジェクト指向のエキスパートシステムの構築に関して、以下のような課題の検討が必要である。

- (1) 画像処理に関する知識を自然に表現できる表現法と、知識が分散されるため推論動作がオブジェクト間を移動できるようにする知識の表現法の確立。
- (2) オブジェクトで表現されている知識を利用し、オブジェクト間、あるいはオブジェクト内の推論を制御する機能の実現。

(1) はオブジェクトによる知識表現の方法の検討で、(2) は推論の制御方法の実現を通して解決を図る。さらにオブジェクトを操作する機能と知識の矛盾性などを管理する知識管理機能が必要である。図1に以上述べたエキスパートシステムの概念構成を示す。

3 実現方法

3.1 画像処理エキスパートとオブジェクト

利用者は問題解決に必要な処理アルゴリズムやパラメータの値など画像処理のノウハウに関する詳細な知識を持ち合わせていないので、画像処理エキスパートシステムに対し、単に処理の目的を伝えるのみである。したがって、オブジェクトにはマクロなレベルで表現された処理要求の遂行に必要な画像処理手順を生成し、最適なパラメータ値を設定できるだけの知識が必要であるといえる。具体的には以下の知識が必要である。

- ① マクロなレベルで表現された処理要求を遂行するために必要なアルゴリズムを抽出する知識。
- ② パラメータ値の選択など、処理アルゴリズムに固有な知識。

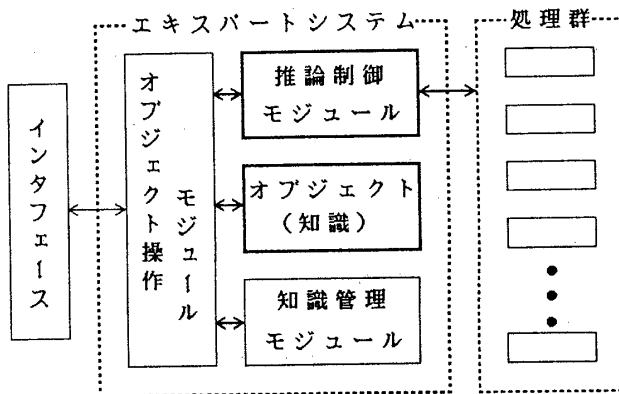


図1 システム概念構成

③ 処理結果。

これらの知識は後述する推論制御機能と密接に関連する。このため、図2に示すように①の処理要求とそれに必要なアルゴリズムとを関係付ける知識を目的クラス、②の画像の内容に依存しない知識をモジュールクラス、③の処理結果をインスタンスとする3階層のオブジェクトで知識を表現することとする。

また推論は、ノウハウと呼ばれる対象画像の処理戦略に関わる知識を使って進められるので、画像の処理戦略に依存しない知識との区別が必要である。そのためには画像処理戦略に関わる知識をスロットの値で表現し、ファセットで画像の内容に依存しない知識と区別する。

3. 2 推論制御モジュール

オブジェクトに記述された知識を解釈し、その知識に応じた振る舞いを制御する。具体的には次のような推論の制御を行う。

- ① オブジェクト操作モジュールを使用し、自己の知識を獲得する。
- ② 同一オブジェクト内の他の推論に移行する。
- ③ 他のオブジェクトから知識を獲得するために、目的のオブジェクトへメッセージを送る。
- ④ 必要に応じて知識管理モジュールを起動する。
- ⑤ 推論の結果として返却値を設定し、制御を元に戻す。

知識はオブジェクトとして分散されているが、推論は分散されたオブジェクトどうしが協調し、推論の場を移行しながら、ゴールへ向けた推論を実行することになる。

3. 3 全体の処理フロー

エキスパートシステムの動作を以下の処理フローをもって述べる。図3に処理フローを示す。

- ① 利用者がオブジェクト操作モジュールを介してオブジェクトにメッセージを通知する。
- ② オブジェクト操作モジュールは、指定されたオブジェクトに実行すべきメソッドがあるか調べる。
- ③ もしなければ実行できないことを報告する。
- ④ もしあればメソッドを実行する。
(メソッドの実行は⑤から⑦の繰り返し)
- ⑤ 参照される知識が画像処理戦略のときは推論制御モジュールに制御を移し、実行する。
- ⑥ 参照される知識が画像の内容に依存しない知識や他のオブジェクトの知識のときはメッセージを送り、その値を得る。
- ⑦ メソッドが手続きのときは手続きを実行する。
- ⑧ メッセージに対して返答する必要があるれば値を設定し、終了する。

4 まとめ

本提案によってオブジェクトで画像処理戦略に関わる知識を表現することで、画像処理に関わるすべての知識を統一的な概念で扱えることが期待でき、知識の追加、修正などの操作が簡単に行えると考える。オブジェクト化された知識に基づいた推論は、メッセージによるオブジェクト間の相互通信と相互推論で実現することができる。

今後はより多くの画像処理モジュールの追加とシステムの動作確認を行う予定である。

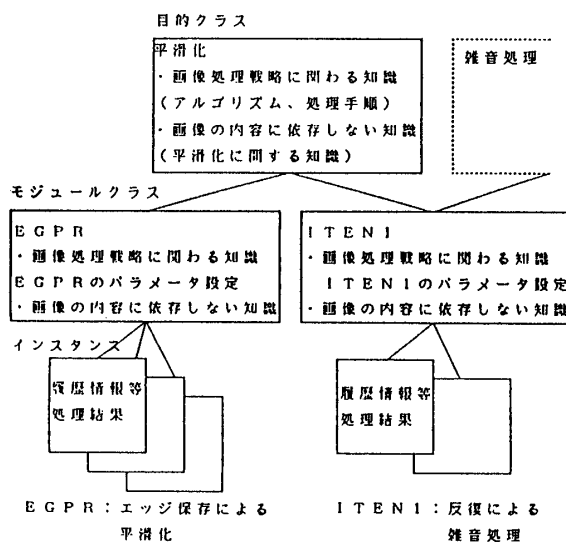


図2 オブジェクトの関係 (spider^[3]の例)

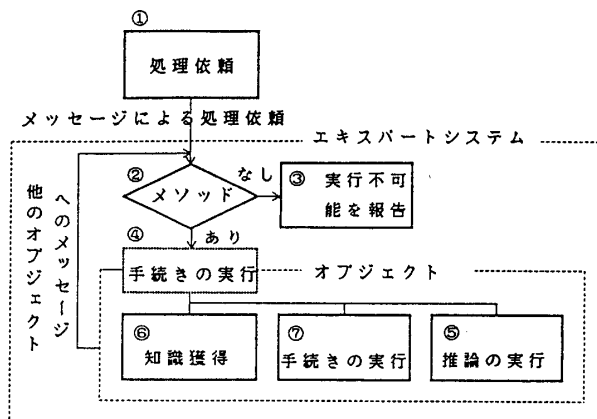


図3 処理フロー

[参考文献]

[1] 松山, 尾崎: “LLVE: トップダウン・セグメンテーションのための画像処理エキスパートシステム”, 情処学論, vol. 29, No. 2, pp. 169-177 (1988)
 [2] 谷口, 古賀, 河口: “画像処理に関する知識を組み込んだ画像処理支援システム IPSSENS-II”, 情処学論, vol. 29, No. 2, pp. 190-198 (1988)
 [3] SPIDER USER'S MANUAL, 電子技術総合研究所, 1980