

# 知識ベース型文書構造解析システムの 汎用性に関する一考察

山岡 正輝<sup>†</sup> 黄瀬 浩一<sup>††</sup> 馬場口 登<sup>†</sup> 手塚 慶一<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大阪大学 工学部    <sup>††</sup> 大阪府立大学 工学部

あらまし 筆者らが開発してきた知識ベース型の文書構造解析・理解システムでは、対象文書の変更に対して適用可能であること、すなわち、システムの汎用性の確保を主要な設計方針としている。この一実現法として、タスクに依存する部分とドメインに依存する部分とを完全に分離することが考えられる。そこで本稿では、文書モデルなる文書のレイアウトを記述したドメイン知識ベース、ドメインに依存することなくタスクを実行する処理モジュール、および文書モデルと処理モジュールとの仲介を行うインタープリタの3層構造をもつシステムを新たに提案する。本システムの特徴は、知識ベースに高い表現能力、記述容易性や可読性を付与していること、処理モジュールに一般性の高いルールを採用していることなどである。また、現実にドメインを変更した際の本システムの汎用性を実験的に検討する。

## Consideration on Adaptability of a Knowledge based System for Document Structure Analysis

Masaki YAMAOKA<sup>†</sup> Koichi KISE<sup>††</sup> Noboru BABAGUCHI<sup>†</sup> Yoshikazu TEZUKA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Engineering, Osaka University    <sup>††</sup> College of Engineering, University of Osaka Prefecture  
2-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka, 565 Japan    4-804 Mozu-ume-machi, Sakai-shi, Osaka, 591 Japan

**Abstract** *The objective of our research is to build a system with high adaptability for document structure analysis. To this end, it will be necessary that in the system architecture, domain dependent part would be distinguished from domain independent part. In this paper, we propose a new system which consists of three modules: the domain knowledge base called document model in which the layout structure of a document is stored, analysis module which is independent of the domain, and model interpreter which is the interface module between document model and analysis module. The characteristics of the system are as follows: document model has high expressivity, describability and readability, and analysis module consists of domain independent rules.*

## 1 はじめに

文書は、情報の蓄積や伝達を可能とする情報メディアである。近年の計算機技術の発展により、文書に記述されている内容をデータベースへ入力する動きが活発になっている。このためには、文字列や文字列の集合からなるグループ等の文書の構成要素に、検索の際に鍵となるインデックスを付与する必要がある。そこで、この要求に応える文書構造解析に対する期待が高まりつつある。文書構造解析は、入力画像からの構成要素領域の抽出、さらに、抽出された構成要素領域への属性(インデックス)の付与を目的とするものである。

構造解析手法の1つに、対象文書の幾何的な構造(レイアウト)に関する情報を用いる処理がある[1]-[3]。これは、レイアウトによって属性の推定がある程度可能であることを利用したものである。しかしながら、我々の周囲には、様々なレイアウトをもった文書が存在しており、対象とする文書によってレイアウトと属性との関係に変化が生じる。従って、対象文書を変更する際には、システムの大規模な調整等を余儀なくされる。このような対象文書(ドメイン)を変更した際のシステムの適用容易性は、システムの汎用性を決定づける一因であると考えられる。

システムの適用容易性を高めるためには、ドメインに依存する部分とドメインに依存しない一般的な部分とを完全に分離することが必要である。これにより、ドメイン変更の際には、ドメインに依存する部分のみを交換するという小規模な変更でシステムが適用できる。ところで、このようなシステム形態は、ある種の知識ベースシステムであると考えられることができる。つまり、文書構造解析に必要な対象文書のレイアウトに関する知識をドメイン知識として知識ベース化し、ドメインに依存せず駆動する推論エンジンをもつ知識ベースシステムであると見なせる。

以上のような観点から筆者らは、知識ベース型の文書構造解析・理解システムを開発してきた[4,5]。すでに、名刺を対象とした構造解析実験により、システムの有効性を実証している。しかし、知識ベースを有効に利用する機能が不十分であるために、知識を利用する際の様々なヒューリスティックが処理モジュール内に埋め込まれている。このようなヒューリスティックは、ドメインに対して独立とはいえず、ドメイン知識と処理モジュールとの分離が完全とはいえない状況にある。故に提案システムの汎用性は十分であるとはいえない。

そこで本稿では、まず、知識ベース型文書構造解析システムの汎用性に関する詳細な考察を行う。そして、知識ベースの有効利用を目的とするインタープリタを新たに提案し、対象依存性を完全に排除した処理モジュールの実現をはかる。これにより、知識ベース、処理モジュールおよびインタープリタという3層構造をもつ高い汎用性を有する文書構造解析システムを構築する。また、実際にドメインを変更した際の実験結果についても報告する。

## 2 文書構造解析システムの汎用性

知識ベース型文書構造解析システムにおいて、知識と処理の完全な分離を実現するには、表現されている知識のみを用

いて問題解決がはかれる処理モジュールを設計できることが前提となる。たとえ、分離を目指しても、その知識のみを用いて問題解決がはかれなければ、新たな知識が必要となる。この新たな知識は、問題解決に必要なドメインに依存した知識であるが、知識ベースに表現しきれないため、処理モジュールに影響を及ぼす。その結果、ドメイン知識と処理モジュールの分離が不十分になる恐れが強いといえる。このような状況を回避するためには、知識ベースが問題解決のために必要な知識を網羅できる表現能力の優れたものであること、および、知識ベースに陽に表現されている知識のみならず、陽には表現されていない知識をも抽出できる機能が必要であると考えられる。

また、システムの高度な汎用性を確保するためには、ドメイン知識と処理モジュールとの完全な分離に加えて、記述容易性や可読性の優れた知識ベースが必要となる。例えば、ドメイン知識を記述する際に、その複雑な記述形式を熟知している必要がある場合などには、知識の確認、変更、削除、あるいは追加が困難となるであろう。つまり、容易にドメインの変更ができるシステム構成をもちあわせていたとしても、そのドメイン知識が容易に記述できなければ、高い汎用性を有しているとはいえない。従って、知識をいかに記述しやすいかといった記述容易性や、いかに人間にわかりやすいかといった可読性等も重要となる。

このようなシステムの汎用性に関する観点から、従来提案されている知識ベース型文書構造解析システムについて検討してみる。

文書構造解析手法のうち、知識工学的な考え方に立脚した手法としては、中野らの手法[6]や、駱らの手法[7]が挙げられる。これらの手法では、共に知識と処理が分離されている。しかし、前者の知識記述言語では、例えば、“揃っている”、または“センタリングされている”といった、文書がもつ本質的なレイアウトを陽には記述できない。従って、知識ベースの記述容易性に問題が残る、知識ベースの作成や修正が容易であるとはいえないであろう。また、後者でも、知識を画像処理オペレータとして記述しており、同様の問題が残ると思われる。

筆者らの知識ベース型構造解析システムも同様に知識ベースと処理モジュールから構成されている。このシステムの知識ベースでは、文書の構成要素がもつ階層構造を表現できる記述枠組みを設けている。また、本質的なレイアウトの特徴を記述できるレイアウト述語を用いている。従って、知識ベースは他手法に比べて、優れた表現能力や記述容易性、可読性を有していると考えられる。また、処理モジュールでは、文書モデルの知識に関する条件を前件部を含むルールを用いて、文書モデルと入力画像をマッチングしている。しかし、このシステムでは、処理に必要な知識が文書モデルに記述されているにもかかわらず、それを有効利用するための一般的な機能を備えていない。つまり、各ルール内にドメインに依存するヒューリスティックを埋め込むことにより対応している。よって、ルールは、どのような種類の文書に対しても適用できるものばかりであるとはいえない。従って、名刺に対しては良好な結果が得られてはいるものの、対象文書を変更した場合、ルールの追加や修正が必要となる。

以上の議論から、高度な汎用性を有する知識ベース型文書

構造解析システムを構築するためには、

- 表現能力、記述容易性および可読性の高い知識ベース
- 表現された知識のみを用いて問題解決がはかれる処理モジュール
- 知識ベースを有効利用するためのインタープリタ

という3つのモジュールが必要であると結論づけられる。

次章では、上記の3つのモジュールをもつ新しい文書構造解析システムを提案する。

### 3 システム構成

提案する知識ベース型文書構造解析システムは、知識ベースとして文書モデル、文書モデルの知識を用いて解析を行う処理モジュール、および文書モデルと処理モジュールとの仲介を行う文書モデルインタープリタを有している。システム構成を図1に示す。以下、各モジュールについて説明する。

#### 3.1 文書モデル<sup>[8]</sup>

前章でも述べたように、知識ベース型文書構造知識システムが高度な汎用性を確保するためには、十分な表現能力をもち、かつ、知識を簡潔に記述できる等記述容易性や可読性の優れた知識ベースが必要となる。

一般に、文書の構成要素を矩形としてとらえることにより、構成要素間に階層構造が成り立つ。これは、同一方向に並ぶ構成要素を包含する矩形が新たな構成要素となっていることによる。表現能力の高い知識ベースを構築するためには、文書がもつこのようなレイアウトに関する特徴を十分に表現できる記述枠組みを設定する必要がある。

一方、記述容易性の高い知識ベースを構築するためには、レイアウトに関する本質的な特徴を記号的に記述できることが必要となる。これは、例えば、人間が文書を目にしたときに感じる、“センタリングされている”等を陽に記述できることに対応すると考えられる。

筆者らの提案している文書モデルでは、フレームを記述単位としている。フレームは階層的な知識表現に適した枠組みとして盛んに用いられているものである。これにより、構成要素の階層構造が表現できる。また、構成要素間の包含関係を、部分全体関係 (part-of relation) で表現している。部分全体関係とは、ある部分とその部分を包含する全体との関係を記述するものである。また、構成要素間の類似性や差異を、類似差異関係 (similarity relation) を導入することで実現している。さらに、これらの関係を規定する際、高い記述容易性や可読性を実現するために、記号的なレイアウト述語を用いている。レイアウト述語では、“センタリングされている”や、“インデントされている”といった記述が可能である。

また、例えば、名刺では会社名が書かれている位置が必ずしも同じではない等、同じ種類の文書でもレイアウトに関する様々なタイプが存在する。文書モデルでは、上位下位関係 (isa relation) により文書の様々なタイプの表現を実現している。上位下位関係とは、下位フレームに共通の特徴を記述

する上位フレームを設けることにより、表現された知識の重複を回避するものである。

実際に、図2に示す名刺に対する記述例は図3のようになる。また、図4(a)に示す論文フロントページに対する記述例は図5(a)のようになる。図6は、論文フロントページがもつ構成要素の階層構造を表現したものである。例えば、図4(a)の abstract-group と header-group の右端が揃っている ((i) に対応) という記述は、図5(a)の (i) に対応している。このように、文書モデルは、名刺と論文フロントページというレイアウトが異なる文書に対しても表現可能である。

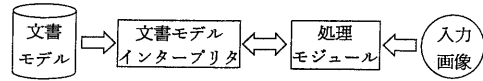


図1 システム構成

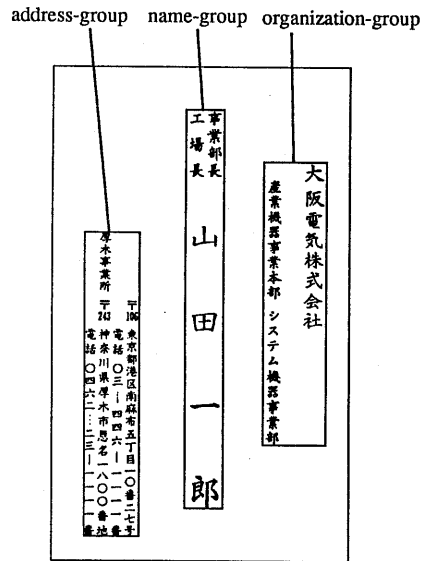


図2 名刺画像例

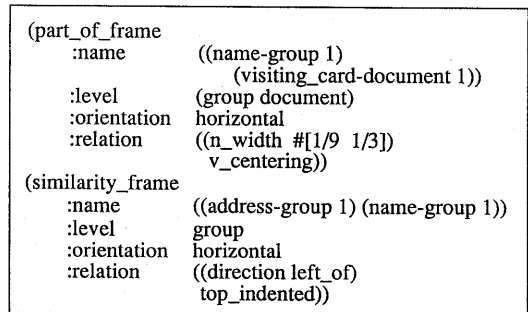


図3 名刺に対するモデル記述例

また、記号的なレイアウト述語による記述のため、座標や処理オペレータによる記述に比べて、記述容易性や可読性が高いと考えられる。ところで論文フロントページにも、前述のような様々なタイプが存在する。例えば、図4(b)に示す文書は、図4(a)の文書と異なるレイアウトをもつ。これらのレイアウトを模式的に表現するとそれぞれ図7(a)(b)のようになる。このような様々なタイプの表現に関しては、従来ほとんど考慮されていない。しかし、我々の文書モデルでは図5(b)に示すように表現可能である。例えば、“abstract-groupがheader-groupに対してインデントされている”という特徴は、タイプA,Bに共通であるので、このような特徴を図5(b)(ii)のように上位フレームに記述している。これにより、文書モデルでは、下位フレームに重複して記述するよりも、コンパクトに表現可能である。

(part_of_frame	
:name	((text-group 1) (paper-document 1))
:level	(group document)
:orientation	vertical
:relation	((n_width #[8/9 1]) h_centering)
(similarity_frame	
:name	((abstract-group 1) (header-group 1))
:level	group
:orientation	vertical
:relation	(right_alignment) ——— (i) left_indented)

(a)

(part_of_frame	
:name	((text-group A) (paper-document A))
:type	class
:level	(group document)
:orientation	vertical
:relation	((n_width #[8/9 1]) h_centering)
(part_of_frame	
:name	((text-group 1) (paper-document 1))
:type	instance
:isa	((text-group A) (paper-document A))
:level	(group document)
:orientation	vertical
(part_of_frame	
:name	((text-group 2) (paper-document 2))
:type	instance
:isa	((text-group A) (paper-document A))
:level	(group document)
:orientation	vertical
(similarity_frame	
:name	((abstract-group A) (header-group A))
:type	class
:level	group
:orientation	vertical
:relation	(left_indented) ——— (ii)
(similarity_frame	
:name	((abstract-group 1) (header-group 1))
:type	instance
:isa	((abstract-group A) (header-group A))
:level	group
:orientation	vertical
:relation	(right_alignment)
(similarity_frame	
:name	((abstract-group 2) (header-group 2))
:type	instance
:isa	((abstract-group A) (header-group A))
:level	group
:orientation	vertical
:relation	(right_indented)

(b)

図5 論文フロントページに対するモデル記述例

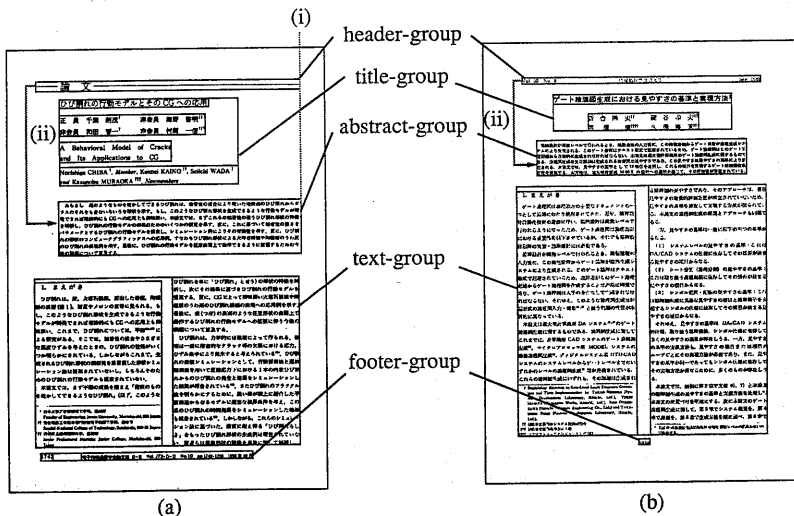


図4 論文フロントページ画像例

### 3.2 処理モジュール

図8に処理フローを示す。構造解析処理に先立ち、入力された画像は、まず、縦方向横方向の投影を繰り返して(再帰的な投影)得られる基本矩形に変換される。さらに、前処理として、ある一定画素数以下の基本矩形をノイズであるときみなして除去する。そして、前処理後の基本矩形に対して構造解析処理が施される。

構造解析処理の入力は、ノイズ除去後の基本矩形であり、出力は、文書モデルに記述されている知識に矛盾しない構成要素の領域と属性に関する全ての候補組である。ここで、図6のように文書の構成要素が階層性をもつことを考慮すると、上位レベルの構成要素に関する候補を求めた後、その候補領域に対して下位レベルの構成要素を抽出すると効率的であると考えられる。

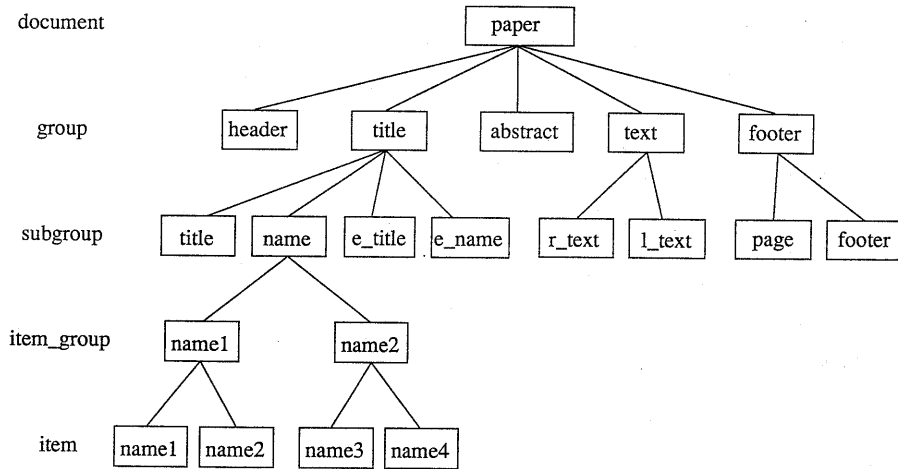


図6 論文フロントページの階層構造

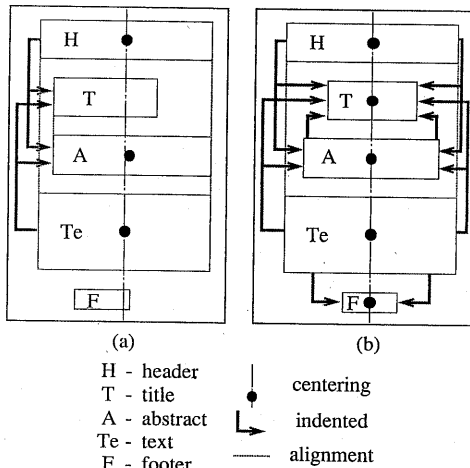


図7 論文フロントページのレイアウト

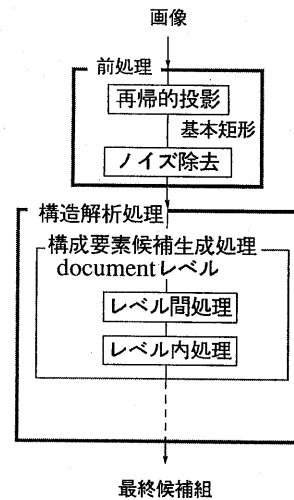


図8 処理フロー

そこで、本手法では、まず、図6に示した構成要素の最上位レベルである document レベルから、構成要素候補生成処理を行い、その結果としての候補組を1つ下位のレベルの構成要素候補生成処理の入力とする。また、構成要素候補生成処理で矛盾が生じた候補組は、その段階で破棄されるものとする。従って、最下位レベルである item レベルまでの処理が終了した時点で、破棄されていない候補組が入力文書に対する全レベルを通じた最終候補組となる。

レベルごとの構成要素生成処理は、対象とする範囲に存在する入力画像の基本矩形を統合して、文書モデルの記述と矛盾しない1つ下位のレベルの構成要素の領域を抽出し、属性を付与する処理である。この処理はレベル間処理とレベル内処理からなる。

まず、レベル間処理について説明する。レベル間処理では、最初に下位レベルの構成要素が並ぶ方向を文書モデルから求め、その逆方向の投影処理を基本矩形に対して行い新しい矩形を生成する。これは、文書モデルに記述されている構成要素は、同一方向からなる構成要素のみを含んでいるという規則によるものである。このような投影処理を行うことにより、統合対象となる矩形を基本矩形から投影後の矩形に削減することができ、処理の軽減につながる。次に、縦方向に並ぶ場合は上端に位置する矩形、横方向に並ぶ場合は左端に位置する矩形を求める。そして、その矩形が、モデル内で上端または左端に存在する構成要素の特徴量を満たさない場合は、さらに隣に存在する矩形を統合し、満たす場合は、その矩形を構成要素として属性付けを行うと同時にさらに統合する処理も行う。

本手法では、このような処理を、ルールによるワーキングメモリの書換えによって実現している。また、レベル間処理で用いている特徴量は、統合した際に、生成された矩形が所望の構成要素の領域と比較して、まだ統合すべきなのか、あるいは、もう十分であるのかを、判断できるものである必要がある。そこで、文書モデルの部分全体関係に記述している特徴量のうち、統合することにより値が単調に増加するものを用いる。具体的には、正規化された横幅、縦幅、そして垂直方向に統合する場合は、上位矩形の縦幅で垂直方向の中心位置の座標の変位量を割った特徴量、水平方向に統合する場合は、上位矩形の横幅で水平方向の中心位置の座標の変位量を割った特徴量である。

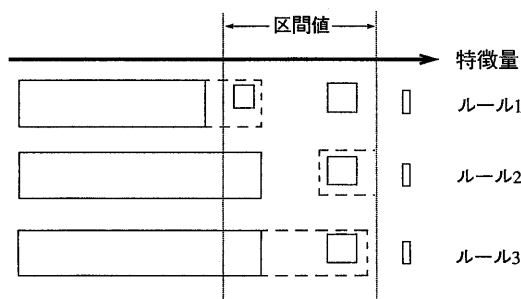


図9 ルールによる矩形の統合過程

まず、ワーキングメモリには、投影により統合された矩形が蓄積される。そして、以下のルールにより、ワーキングメモリが書き換えられ、発火するルールが存在しなくなった時点で終了する。

[ルール1]

- if 端に位置する矩形の特徴量の値がモデルに記述されている構成要素の特徴量の区間値の下限よりも小さい特徴量が存在する
- then 端に位置する矩形と隣接する矩形を統合した矩形を追加する  
かつ、  
統合された2つの矩形を消去する

[ルール2]

- if 全ての特徴量に関して、端に位置する矩形の値が、モデルに記述されている構成要素の区間値内である
- then 端に位置する矩形の領域をモデル中で端に存在する構成要素の領域であるとし、その属性を付与する  
かつ、  
矩形を消去する

[ルール3]

- if 全ての特徴量に関して、端に位置する矩形の値が、モデルに記述されている構成要素の区間値内である
- then 端に位置する矩形と隣接する矩形を統合した矩形を追加する  
かつ、  
統合された2つの矩形を消去する

図9は、ルールにより矩形が統合される過程を表したものである。ここで、実線は現時点での矩形を、点線はルールの発火後の矩形を示している。ルール1は、矩形がモデルに記述されている抽出目標の特徴量の区間値にまだ達していない場合で、さらに統合するという規則である。ルール2は、矩形の特徴量の値が、モデルに記述されている抽出目標の特徴量の区間値内に含まれている場合で、この時点で、矩形の統合を終了し、対象としていた矩形の領域をモデルに記述されている構成要素の領域であるとし、その属性を付与するものである。また、ルール3の発火条件は、ルール2と同じであるが、矩形の統合を終了せずに、ルール1のアクション部と同じ書換えを行うものである。これは、さらに矩形を統合した場合でも、対象とする構成要素の特徴量の区間内に、統合された矩形の特徴量が含まれる可能性があるために、必要となるルールである。また、ルール2とルール3は必ず同時に発火する。ここで目的としている処理は、文書モデルに矛盾しない構成要素領域を抽出することである。従って、どちらかのルールを選択するという競合解消手法は採用しない。

つまり、レベル間処理では、複数の候補組が出力されることになる。

レベル間処理後、レベル内処理が実行される。レベル内処理は、主に文書モデルに記述されている構成要素間の類似差異関係を用いるものである。レベル間処理によって得られた候補組に対して、文書モデルに記述されている類似差異関係を満たすかどうかを検査し、満たすもののみを、最終的な構成要素候補生成処理の出力とする。

以上の処理を各タイプに対して施すことにより、文書モデルに矛盾しない全候補組を求めることができる。

### 3.3 文書モデルインタープリタ

文書モデルインタープリタは、文書モデルに表現されている知識の有効利用を目的とするものである。これは、前章で考察したように、システムの汎用性向上に寄与すると考えられる。文書モデルインタープリタは、具体的には、処理モジュールからの要求により、文書モデルに記述されている知識を解釈し、適切な答えを返す機能を保持している。そのために、文書モデルのフレーム構造の中から、求められている特徴を抽出する機能、文書モデルの上位下位関係における属性の継承、また、類似差異関係の双方向性の利用、複合述語定義の展開等の機能を有している。ここで、属性の継承とは、上位下位関係において上位に存在するフレームから下位に存在するフレームへ属性を継承させる機能を指す。また、類似差異関係の双方向性とは、2つの構成要素A,B間の関係において、AからBへの関係がわかれば、BからAへの関係が求められることによるものである。例えば、構成要素Aが構成要素Bの下に位置すれば、構成要素Bは構成要素Aの上に存在することは明白である。さらに、複合述語の展開とは、人間に理解しやすい“揃っている”、あるいは、“センタリングされている”といった述語を数値による定義に展開することを指す。

以上のような機能をもつ文書モデルインタープリタを設けることにより、文書モデルに陽には表現されていない知識をも利用することが可能となり、知識ベースの有効利用につながる。

## 4 実験と評価

本システムの汎用性を確認するために、名刺と論文フロントページという著しくレイアウトの異なる2種類の文書を対象に、構造解析実験を行った。

実験に用いた画像は、400dpiで入力されており、固定しきい値による2値化の後、基本矩形で面積20画素以下の領域はノイズであるとし、解析処理前に除去した。また、実験はすべて、documentレベルから1つ下位のgroupレベルを抽出する構成要素候補生成処理のみを行った。

まず、名刺10枚を基にした名刺用の文書モデル(名刺モデルと呼ぶ)と、電子情報通信学会論文誌(タイプAとする)に掲載されていた論文フロントページ5枚および、情報処理学会論文誌(タイプBとする)に掲載されている論文フロントページ5枚の計10枚を基にした論文用の文書モデル(論文モデルと呼ぶ)とを作成した。

実験1では、名刺モデルをシステムに接続し、モデルを作る際に参照した名刺画像10枚とそれ以外の名刺画像10枚に対して構造解析を行った。結果を表1に示す。全ての入力画像に関してレベル間処理の結果、1組の候補が得られている。また、これらはレベル内処理でも破棄されていない。さらに、この実験で得られた最終候補組は、すべて正しい領域と属性付けであった。この結果から、本システムは名刺画像に対して、十分な能力を発揮しているといえる。名刺画像では、各group間の距離がgroup内の構成要素間の距離よりも明らかに大きく、また、縦方向に投影した結果得られる矩形が、十数個と少ないために、唯一の候補を得ることが可能となったと考えられる。

実験2では、論文フロントページを対象とした実験を行った。まず、実験2-1では、論文モデルをシステムに接続し、モデルを作る際に参照した画像計10枚と、それ以外の画像10枚(タイプ1,タイプ2それぞれ5枚)に対して構造解析を行った。結果を表2に示す。論文モデル中には、2つのタイプが存在するため、タイプ別に結果をまとめた。

まず、論文モデル中のタイプ1のモデルを仮定して、タイプ1の入力画像を解析した結果から、レベル内処理によってかなりの数の候補が削減されていることがわかる。これにより、類似差異関係の記述に用いたレイアウト述語が有効に作用しているといえる。これらのレイアウト述語の多くは、タイプ別に記述されたものである。もし、このような記述が可能でなければ、2種類のタイプに共通の特徴のみが記述されることになるため、記述可能なレイアウト述語の数が減少し、より多くの候補が生成されると考えられる。また、入力された画像と異なるタイプをモデルとした場合には、候補が全く生成されていない。従って、文書モデルは、同じ論文フロントページでありながら異なるタイプが存在することを適切にとらえていると考えられる。

ところで、タイプ2のモデルでタイプ2の文書を解析したときに、生成されるべき正しい候補が生成されていない例もみられる。これは、モデルを作る際に参照した画像が偏っていたことが原因であると考えられる。従って、候補生成に失敗した文書画像を基にしてモデルを修正することにより、救済できると考えられる。このとき、文書モデルは記述容易性や可読性を考慮して設計されているため、座標による特徴量の記述などと比較しても容易に修正可能である。また、本実験では、documentレベルからgroupレベルを抽出する構成要素候補生成処理のみを行った。そのため、複数の候補が生成されている場合が見受けられる。しかし、これらの候補も、groupレベルからsubgroupレベルの処理を継続することにより、削減可能であると考えられる。

以上の実験を通して、処理モジュールと文書モデルインタープリタは変更を加えていない。つまり、文書モデルの単純な交換のみで、名刺と論文フロントページという2種類の文書に対して処理可能となっている。従って、本システムは汎用性の高い文書構造解析システムであるといえる。

## 5 おわりに

本稿では、まず、知識ベース型文書構造解析システムの汎用性について検討し、知識ベース、処理モジュール、インタープリタに必要な機能について明らかにした。この考察を基に提案した新しいシステムは、

- 表現能力、記述容易性および可読性の高い知識ベース、
- 対象依存性を完全に排除した処理モジュール、
- 知識ベースの有効利用を目的としたインタープリタ、

を有している。これらにより、高い汎用性を確保した文書構造解析システムが構築された。また、名刺と論文フロントページを対象とした基礎実験によりその有効性を示した。

なお、今後の課題としては、文書モデルに表現されている上位下位関係を積極的に利用した処理戦略の導入、および、文書モデルに記述されていないタイプの文書が入力された場合に、人間がサポートすることにより半自動的に文書モデルを更新する機能の付加が挙げられる。

謝辞 本研究に関して日頃熱心に御討論頂く大阪大学大学院生百田賢一氏、および大阪大学手塚研究室パターングループ各位に感謝する。

## 参考文献

- [1] D.Niyogi and S.N.Srihari : "A Rule-based System for Document Understanding", Proc. AAAI-86, pp.789-793(1986).
- [2] A.Dengel and G.Barth : "ANASTASIL : A hybrid knowledge-based System for Document Layout Analysis", Proc. IJCAI-89, pp.1249-1254(1989).
- [3] F.Esposito, D.Malerba, G.Semeraro : "An Experimental Page Layout Recognition System for Office Document Automatic Classification : An Integrated Approach for Inductive Generalization", Proc. 10th ICPR, pp.557-562 (1990).
- [4] K.Kise, K.Yamada, N.Tanaka, N.Babaguchi, Y.Tezuka : "Visiting Card Understanding System", Proc. of the 9th ICPR, pp.425-429(1988).
- [5] 黄瀬, 杉山, 馬場口, 手塚 : "レイアウトモデルに基づく文書構造解析", 信学論, J72-D-II, 7, pp.1029-1039(1989).
- [6] 中野, 藤澤 : "自動ファインリングのための文書理解の一方", 信学論, J71-D, 10, pp.2050-2058(1988).
- [7] 駱, 渡邊, 吉田, 稲垣 : "図書目録カードを題材とした知識ベース・アプローチの評価について", 信学技報, PRU90-8(1990).
- [8] 山岡, 黄瀬, 馬場口, 手塚 : "文書画像理解におけるドメイン知識記述の一手法", 信学技報, PRU89-75(1989).

表1 実験1の結果

画像	レベル間		レベル内	
	No.	処理後	処理後	処理後
モデル作成時に参照	1	1	1	1
	2	1	1	1
	3	1	1	1
	4	1	1	1
	5	1	1	1
	6	1	1	1
	7	1	1	1
	8	1	1	1
	9	1	1	1
	10	1	1	1
11	1	1	1	
12	1	1	1	
13	1	1	1	
14	1	1	1	
15	1	1	1	
16	1	1	1	
17	1	1	1	
18	1	1	1	
19	1	1	1	
20	1	1	1	

表中の数字は候補数

表2 実験2の結果

画像	モデル No.	タイプ1		タイプ2	
		レベル間 処理後	レベル内 処理後	レベル間 処理後	レベル内 処理後
タイプ1	1	9	1	0	0
	2	13	1	0	0
	3	7	2	0	0
	4	4	4	0	0
	5	20	12	0	0
	6	6	3	0	0
	7	7	2	0	0
	8	9	1	0	0
	9	10	2	0	0
	10	15	1	0	0
タイプ2	11	0	0	10	10
	12	0	0	1	1
	13	0	0	1	1
	14	0	0	2	1
	15	0	0	2	1
	16	0	0	0	0
	17	0	0	4	0
	18	0	0	4	4
	19	0	0	1	0
	20	0	0	0	0

表中の数字は候補数