

情報表示におけるメディア変換の基本構造 -情報の諸形態とメディアにおける表示の構造-

北橋 忠宏

大阪大学 産業科学研究所

kitahasi@am.sanken.osaka-u.ac.jp

<http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp>

概要: コンピュータビジョン (CV) およびパターン認識 (PR) と画像メディアとの関係を情報の表示形態と関連づけて議論している。まず CV と PR との機能を対比し、CV によって得られる情報の特徴を明らかにし、CV がもたらす情報は対象世界の内容あるいはモデルに関わる情報と表示に関わる情報とに分類できることを示している。後者の抽出が従来のパターン認識の基本的戦略と異なり、対象の個別的特徴を主眼を置く処理であることを述べている。次に表示形態の変更が表示に関わる情報の変更により達成されることに基づき、表現のためのメディアの変換の基本的機構を明らかにしている。

キーワード: 画像メディア, モデル記述情報, モデル表示情報, メディア変換, 個別特徴抽出

Fundamental Structure of Presenting Information for Media Conversion

Tadahiro KITAHASHI

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

kitahasi@am.sanken.osaka-u.ac.jp

<http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp>

Abstract: The quick review of computer vision and pattern recognition is presented by relating to the presentation of information in image media. At first, the output of computer vision is characterized by comparing the facilities of computer vision and pattern recognition, and it is shown that the computer vision technology provides two kind of information; one is concerned with the description of the world model and the other is with the presentation of the model. It is also shown that the extraction method of the latter information differs from the conventional pattern recognition strategy at the point that it is mainly related to individual features of objects. Secondly, it is discussed that media conversion can be achieved by changing some items for presentation of the world model.

Keywords: Image media, Information for world model description, Information for world model presentation, Media conversion, Extraction of individual object characteristics

1 はじめに

本研究会の名称が CVIM と改められてしばらくになるが、付け加えられた Image Media (以後、画像メディアと記す) の部分に軸足を置き、ここ数年考えてきたメディア変換についてできる限りパターン認識とコンピュータビジョン (以後それぞれ PR, CV と略す) と関連づけながらまとめてみる。

PR は画像データ中にパターンを見つけだし、対応する記号に変換することであり、CV は対象世界の 3 次元構造を解析し、そのモデルを取得することが主な機能であるといえる。

現在、メディアについて論じられているのは、主として人間が求めている情報を如何にわかりやすく表示するか、そのための媒体あるいは表示形態はどのようなものが適切かを明らかにすることである。

このことは取りも直さず、PR, CV の出力を人間に伝達することと直接的に結び付いており、出力に対してはメディアとの関連を議論し易いと思われる。これとは対照的に、入力に関与するものをメディアとして捉えようという考え方は現在も一般的ではない。

しかし PR においても、その処理対象が音声・音楽データとなる比較的少ない場合を除けば、CV と同様に入力には基本的に視覚センサーから提供される“画像メディア”が用いられている。双方への入力の大部分が表面的には画像メディアという形をとるが、その内容に立ち入ると、たとえばレンジ画像のように視覚センサー出力とは異質のものも含まれる。したがって入力センサーが提供するデータが外界のどの属性を取り出したものであるのかによって、入力データを各種メディアとして分類して見ることもあながち的外れではない。それに加えてメディア情報処理という領域が生まれるほど、PR・CV の処理対象そのものが“メディア”であることがますます増加しつつあり、入力情報もメディアと関連づけ論じることができるとなっている。

2 パターン認識・コンピュータビジョンとメディア

メディアとの係わりあいについては、PR, CV ともに入力と出力のそれぞれにおいて独自の形を取ると考えることができる。

まず PR, CV について改めてその処理の基本的な特徴を明らかにし、その結果を参考にメディアとの関係を論じてみよう。

2.1 パターン認識 -定性的認識-

PR の代表な例である文字認識では、その認識手法が優れておれば、どのような文字像、たとえば“A”が入力されても単に“A”と判定する。その過程では画像中の文字パターンの多様性や変形に不変な特徴を抽出するかが主要な問題である。したがってこのようにして得た結果から復元できる文字 A はシステムに備わる文字パターンで均一に印字され、入力文字像の個別性は無視される。

同様に文書処理では、文書をスキャナーで読み取ったものが入力となり、文字切り出し、文字認識を経て、符号化された文字の系列が得られる。この文字系列は文書内容を保存しているが、書式等に関する情報を失っている。

CV においても入力の画像データにおける特徴の抽出のみによって対象物を認識し、照合する概念ラベルを対応付けることもできる。この結果はある視点から見た外界中にその概念ラベルをもつ事物が存在するという認識が得られたことを示すのみである。いくつかの対象物が存在し相互の位置関係を求める場合でも、PR に類似の処理では上あるいは向かって右横とかといった定性的な位置関係の認識に留まり、量的な認識を伴わないのが普通である。

以上の処理はこれらの場合に限定されたことではなく PR 一般に成立する。PR における処理は既存の概念との照合に帰着され量的な判定を含まない。しかし、照合された概念ラベルを記号として対象世界の定性的構造を記号表現できる点に積極的意味がある。

2.2 コンピュータビジョン -定量的認識-

CV では、対象世界に存在する物体の認識と同時に画像データの処理によって得られた外界モデルの精度が高いほど優れた手法であるとされる。このことは PR に課せられた役割が既存概念との照合であるのとは基本的に異なり、CV のそれは対象世界の 3 次元構造の認識あるいは 3 次元計測であり、これが CV の主題になることを意味している。

2.2.1 視覚メディアに基づく幾何学的情報抽出

上記のことはCVの発達史からも窺い知ることができる。CVにおける幾何学的情報の抽出は周知の通り単一画像と領域知識を利用したShape from Xから両眼立体視を経て、2方向に分かれて技術進歩を遂げた。一つは、ステレオカメラの一方をスリット光投射器に換えた奥行き距離計測法であり、空間符号化法などの一連の能動的照明による手法を産んだ。もう一つはステレオ方式のカメラ数を増加させる方法であり、3台、5台から移動カメラによる立体視、また9台をマトリクス状に並べた面状マルチカメラによる方式も提案された。最新は因子分解法が提案され多観測点画像からの3次元情報抽出法が盛んに研究され、成果を挙げている。また、レーザーを用いた距離センサーも高速化され、光学的映像を利用する方法に代わろうとしている。これらの技術によりカメラからの奥行き距離の分布を示すレンジ画像を得る。

無論、対象物の認識にこの計測結果も利用できる。たとえば対象物のある視点から見たとき、3つの直交する疑似平面で構成されていることが判明すれば直方体であると解釈するわけである。この段階までの処理に留まればPRと類似の結果であるが、CVではさらに認識を深めることができ、その直方体の大きさおよび中心の位置、さらにいずれかの面の方向を定めることができれば、対象世界の幾何学的情報を含めた認識ができる。この結果は量的な情報を含めた記号表現で外界の形状モデルを記述できる点の特徴である。このようにPRとは異なり、外界の幾何学的構造を定量的に認識することがCVの特徴になる。

この記号記述は距離分布データと基本的な違いがある。距離分布データが示すのはカメラからの奥行き距離の単なる分布であって、対象世界の構成要素の識別に到っていないからである。このことは観測している世界の構造に関する記号記述はレンジ画像から直ちに得ることができず、視覚データの場合と同様に対象物の切り出しと認識処理の後、はじめて獲得できることから理解できる通りである。

上記の議論は、対象物ばかりでなく対象物間の関係も含めた認識が、対象世界を記号記述し幾何学的定量モデルが獲得するために必須の処理であるということを示している。

2.2.2 幾何学的情報以外の情報抽出

これらのデータにより対象世界は幾何学的構造まで含めて再現できる。しかし現実の対象物は色、模様、光沢などそれぞれ個別的な外観をもっている。この情報の抽出こそ正に視覚センサーの役割である。というのも、レンジセンサーの一層の発展により視覚センサーは幾何学的情報の抽出から開放される可能性があるからである。そのとき、視覚センサーはその本来の役割を果たすことが改めて求められよう。このような特徴を付加した正確な対象世界のモデルは画像メディアの生成に基礎を与える。

2.2.3 画像メディア以外のメディアのための情報抽出

以上の議論は対象物の外観を決定する属性、すなわち画像メディアの生成に必要な属性は視覚センサーから獲得できるあるいはすべきことを示した。それ以外のX線CT、MRIなどに代表されるセンサーは物体内部の密度分布とその記号表現による内部構造も含めた物体の立体構造モデルの生成を可能にする。また超音波センサーも精度の点で問題はあるが内部構造の可視化に応用される一方、外界に向けて障害物までの距離判定にも利用されている。また、赤外線センサーを用いれば対象物表面の温度分布も知ることができる。

また近い将来、以上のような遠隔センサーに限定されず、触覚センサーが活用される分野も小さくはない。すでに卵や紙コップを取り上げることでできるロボットハンドなどの開発がしばしば報道されているが、この操作を通じて、対象物の重さおよびロボットハンドと対象物間の接触圧と滑りとの相互関係から対象物の表面状態などをロボットハンドの手のひらや指に分散設置された触覚センサーを通じて知ることができると考えられる。上述のような多様なセンサーの他にも広範な領域を被う認識には分散視覚といった方式も必要になろう。

このように多様なセンサーによる多彩な属性の抽出はそれぞれを異なるメディアに基づく情報抽出と見なすことができ、このようなマルチメディアの統合処理により、対象物の性質を多角的に認識・記述する資料を提供し、対象世界の本性をますます明確に捉えることができるようになるといえよう。

2.3 2次元対象における幾何情報抽出

これに対して2次元パターンに関しては、画像データ自体が処理の対象そのものと見なすことができ、画像中の対象物の認識と画像中での位置を認識すれば、その結果が直ちに対象の認識とそれに関する幾何学的情報とを与えるところに特徴がある。文書画像を例に取れば、現実の文字像にはこの他に字体・書体、色、網掛け、さらには、にじみ・かすれや汚れに到るまでの多様な個別“特徴”が付随している。

このように2次元対象の復元に関しても、上記の要素のうちどれだけの情報が得られるかに応じて復元の詳細さが変化する。このような個別“特徴”の抽出はPRにおいてこれまでほとんど考えられて来なかった。これは新しいパターン認識の課題を提起すると考えられる。

2.4 画像メディアの生成

3次元世界を対象とするCVでは、各種センサーによる多角的で精度の高い情報を得れば得るほど、対象世界の物理的モデルは精密さを増す。

正確な画像メディアの生成には無論正確なモデル獲得が不可欠であるが、対象が3次元構造物である場合には観測装置の位置や方向の決定が必要であり、さらには言えば照明環境、センサー規格が定まってはじめて、見掛けの観測値の分布が決まる。

このうち観測位置・方向の決定は、最近よくCVの分野で論じられているカメラキャリブレーションそのものである。照明環境に関しても幾何学的形状が定まれば、一定の条件下での認識は従来からの議論が適用可能である。

以上の結果をまとめてみると、物理的世界を対象とする画像メディアが内蔵する情報とCVによって得た情報に基づく認識結果とは、つぎのような関係をもっている。

一般的外界モデル	{ 定性的認識結果 定量的認識結果	対象物の認識 幾何学的構造 (レイアウト)
個別的外界モデル 観測環境	個別の特徴 光学系特性 照明環境	色、模様：光沢など カメラパラメータ レンズ・受光素子特性

このように結果をまとめてみると、CVシステムへの画像入力環境の構成要素を分析しただけのことで当然のことばかりである。しかしながら、従来

の画像処理ではほとんど意識的な処理は考えられなかった。ところが、映像の再現を目指した画像処理では暗黙のうちにこのような認識が実行されていると考えられる [Satoh 96]。

また、先にも2次元的な対象の特殊性に触れたように、文書などはしばしばスキャナーによって入力される。このような場合には、観測環境が規格化され単純化されていると見ることができ、別の捉え方では、先に述べたように画像データそのものが処理の対象を代替しているものと見なすことができる。しかし現実の文書自体は3次元的存在であり、そのように捉えることにより観測環境を設定することができ、新しい映像を生成できることを後に示す。この場合、文書の内部構造に立ち入った解析は困難になる。このことは、観点を変えることが次元の違った処理を求めることになるといえよう。

2.5 加工されたメディア

以上のような各種センサーからのデータ以外に、人工的に作り出されたデータが生産されている。実際、各種の映像や音響データを編集・加工することによって、あらゆる種類の紙ベースあるいは電子化された文書が大量に流通している。これらに対するPR処理が大きなニーズとなっており、就中スポーツ、情景、製品案内等のようにCVの処理対象としての要求も強い。ニュース、ドラマ、スポーツのTVプログラムについてはその構造化を目指す多くの研究が報告されている。

さらに先に挙げた、X線CT、MRIによる断層画像系列で表される3次元密度分布データも編集・加工された画像データに含めることができよう。

3 情報の内容と表示

前節ではPRとCVの認識内容の違いについて述べ、画像メディア化の要件も論じた。いずれの出力も記号表現されて提供されるものと想定されている。したがってPRとCVの処理を画像メディアから記号メディアへの変換とみなせば、2.4に述べた画像メディアの生成は記号メディアからの逆変換とみなすことができる。この変換の過程で変化するものと不変なものが存在し、変更できるものとできないものがある。前者は表示に関連するものであり、後者は内容ともいふべきものである。これらをそれぞれ

れ表示情報と内容情報と名付ければ、3次元対象世界を表す画像メディアは以下に示すような内容情報と表示情報との統一体として実現されていることを示している。

内容情報	対象認識結果（定性的認識）
表示情報	幾何学的情報（定量的認識） 個別の特徴 観測環境

以下、文書画像を対象にして、これらの要素を検証してみよう。ただし、この場合注意しなければならないのは、2.4に述べたように2次元対象は特殊性をもっており、通常は観測環境を無視できることである。

このことは、メディアによって表示情報は異なることを暗示しており、音メディア、言語メディアはそれぞれ固有の表示情報をもつと推察される。

3.1 文書のテキスト領域における表示情報

テキスト領域における表示情報は、文字のサイズ、書面中での位置などのレイアウト情報と、先に述べたように字体・書体、色、さらにはかすれ、にじみ等の個別の特徴とからなる。文字のサイズと書面中での位置は、文字のセグメントができれば抽出できると推測できるが、字体・書体の認識は自明ではない。最近、筆者らの研究室でゴシック体と明朝体を識別する手法を開発した[明98]。

これらの技術を統合すれば、既存の文書のテキスト領域についてはそのPostScriptファイルが生成できると考えられる。上記の表示情報を変更すればpsファイルのレイアウト規定部分が変化するわけで、一層一般的な捉え方をすれば対象の内容を変更することなく、幾何学的構造を変更することを意味する。

3.2 文書のグラフ領域における表示情報

またグラフ領域の表示形式を変換する仕組みと実験システムを作成した[李95]。その仕組みは、テキスト領域と同様にグラフ画像から内容情報と表示情報とを分別抽出し、表示情報を変換することであることを示した。そこでは2次元の折線グラフを対象にして、3次元的な折れ線表示や棒グラフ表示に変

換する枠組みを提示している。この手法は、さらには帯、円グラフなどに変換する場合にも応用できる。

その基本構造を一層具体的に述べれば次のようになる。2次元グラフの内容情報に相当するグラフの座標項目と単位および2項組のデータ群であり、表示情報のうちレイアウト情報としてはグラフの大きさ、頁での位置であり、個別特徴としては表示形式、座標の単位と表示範囲、目盛形式（線形、非線形）、座標項目の名称などである。グラフの表現形式の変更は、内容情報は保存しながら、上記のようにして獲得した表示情報のうち、とくに個別特徴を新しい表示を規定する情報に変更することによって実現される。

4 メディア変換

以上の議論では、表示情報を示すとともにその変更による表示形式の変換についても述べた。いずれの例でも種類の異なるメディアへの変更ではなく、同一メディア内での表示形式の変更について述べられている。文書の表現形式を変換するような構造を知ることにより、メディアを越えた、たとえばグラフの内容を表の形で表すとか、あるいはグラフ中のデータの変化の様子を言語で表現するといった、表現法が基本的に相違する変換も可能であることが予測できる。これらも表示情報の変更によって達成される。

その例を言語情報を映像化するというパターン認識の逆操作について論じてみよう。言語によって表された情報は多くの場合、名詞（概念ラベル）で指定される類型的対象を用いて表現された述語によって指定される類型的な動作・操作・状態が記述されている[山田90]。したがって、そのままでは映像メディアによる表示もこの域を出ることはできない。それに加えて、言語の構造が持つあいまい性が描画のあいまい性を生み出す。このような問題に対し解決への糸口を見いだす一般性のある方法は、領域限定による強い制約が加わる状況について変換を試みることである。このような事例を筆者らは道順案内文の地図画像上への投影の生成として実現を試みた。

4.1 道順案内文の経路地図への変換

結論的に言えば、道順案内文から導かれる経路を直接地図画像上に描画することはできず、道順案内

文および地図画像のそれぞれに対し一段階づつ表現上の変換を施すことが必要となった。

道順案内文は一般的には道順に従ってランドマークと動きが記述されており、用語や構文・文体に多くの特徴を備えている。

道順案内文を構文解析する際には、道順案内文では連用中止形が多用されるという構文上の特徴を利用した。構文解析ではこの特徴を考慮に入れ、並列節構造が優先的に抽出されるように文法を設定した。この制約によって構文解析結果の一意性がほぼ確保できた。

道順案内文の意味表現には格フレームを用いた。案内文は通常は能動態で記述されるとして、格範疇は格助詞によって定めた。案内文から導かれるS記述は基本的には格を単位にして文を分解したものであり、その各々には概ね一つのランドマークが含まれる結果になった。その事例を図1に示す。この結果、S記述という表現形式は経路探索にランドマークを利用しようとしたことと整合することを示した。

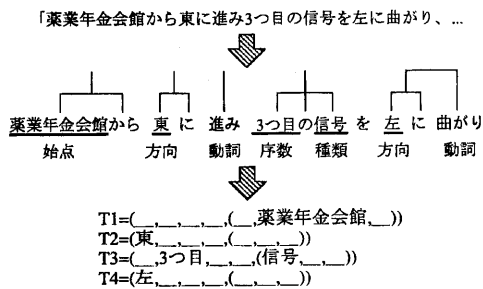


図 1: S 記述生成例

一方、地図データは道路ネットワークに変換した。地図画像は市販のベクトル地図データを基に描画した。このデータでは建造物などが占める空間に囲まれた領域を多角形で示してある。したがって、この領域以外の部分が道路領域と解釈される。これをグラフ状に表わし道路ネットワークと名付けた。道路ネットワークは交差点をノードとし、道路をノード間のリンクによって表わしている。またノードおよびリンクの近辺にあるランドマークをそれぞれに添付し、道路の検索に便を図ってある。その結果、案内文から導かれたS記述と照合にも有効であった。以上の枠組みをチャートで表すと図2となる。

このようなメディア変換の一例を図3に示す。

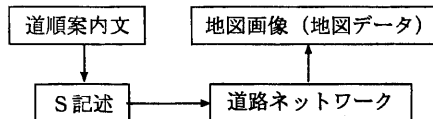


図 2: 道順案内文から経路図の導出概念図

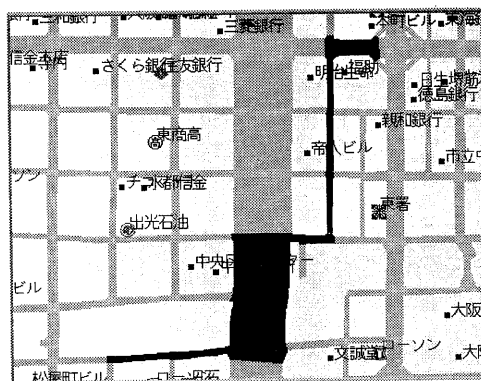


図 3: 案内文から得られた経路

4.2 案内文の地図画像における内容・表示情報

この例からも推測されるように、一般にメディアを渡る変換は直接実行することは難しいと考えられる。しかし、同じく道順案内文を経路地図に変換する場合でも、変換目標が略地図であれば、案内文の解析が一意に定まれば直ちに生成できることが多い。というのは略地図の場合には案内文の要素と略地図要素とがほぼ一意に対応するため、これを辞書にまとめておき、構文解析結果に応じて参照し結合すればよいからである。

いずれの場合でも案内文の構文・意味解析は避けられない。これは言語メディアに関する内容と表示の情報とをそれぞれ抽出する操作であり、内容情報は格フレームで表される単語間の論理関係であり、表示情報は構文木で規定される文の表層表現であると解釈できる。したがってさらに詳細には“です・ます”調であるといった情報もこの中に含まれる。S記述は提案システムが案内文と地図との照合にランドマークを利用しようとした特殊性から派生する記述であると考えられる。

これに対し、地図データにおいては内容と表示の情報の抽出のために、道路領域に対するパターン認識が実行され、その結果が道路ネットワークで表されている。道路ネットワークに表されている情報のうち、ネットワークの接続関係が内容情報を表しており、それ以外の要素である道路幅・道路長・名称やランドマーク、それらの地図上での位置などが表示情報を構成している。ここでも、地図が2次元対象物であるという特殊性がカメラパラメータ、照明・観測環境などの情報を不必要にしている。

また、案内文の解析にしても、これをテキストと見なした場合と異なる処理が施されている。このようにどのようなレベルの情報が変換操作において必要とされるかによって、処理操作も異質のものになる。この点に関してはさらに検討が必要であり、結果次第ではこれまでの議論全体に影響が及ぶ可能性を内包している。

4.3 メディア変換における自由度

画像メディアに含まれる情報を残さず抽出すれば、一般的外界モデルから観測環境情報まで実に多様な情報を手にすることができる。何らかの目的に画像メディアを利用するに際しては、これらの情報がすべて必要になるわけではない。ことに表示情報は取捨選択の余地があると考えられ、与えられたデータに含まれているものの多くを捨て去っても一つの新規情報の追加が目的の達成に非常に効果的な場合も存在する。

地図画像の提示に当たってもこのような場合を例示できる。すでに示した図3における道順案内文の視覚化結果の表示はとくに際立った印象を与えるものではないが、白紙の上に経路を表示するのではなく、線画の白地図の上に経路を表示して、利用者に配慮したつもりである。

カーナビですでに使われている技術であるが、地図を3次元対象物と見なして、投影法を中心投影法に変え、カメラパラメータを変化させたものを図4に示す、

他の一つ図5に示すのは、2次元データを3次元データ化することによって、仮想的な街を作りその中を経路に沿って歩いてみようとするものの1シーンである。

画像メディアという捉え方はこのような表現の自由度を与えてくれるところに能動的な画像処理とも

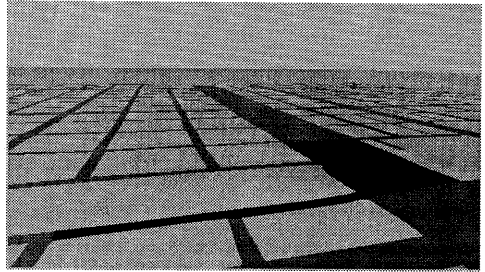


図 4: 鳥瞰図化した地図

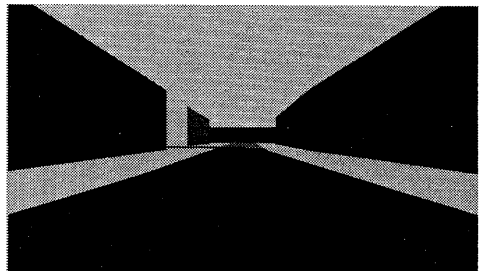


図 5: バーチャル・ウォーク

いうべき新たな可能性をもたらしてくれると期待できる。

5 おわりに

コンピュータビジョン(CV)およびパターン認識(PR)と画像メディアとの関係を情報の表示形態と関連づけて議論した。

まず、すでに知られていることではあるが、CVとPRとの機能を対比することによって、従来のCVでは主として対象世界のモデル化に関心が持たれていたことを示した。しかし対象世界の画像にはそれ以外に、表示に関わる情報が含まれており、その抽出には従来のパターン認識の基本的戦略と異なり、対象の個別の特徴を主眼を置く処理が必要であることを明らかにした。画像メディアによる対象世界の表示のためには、この情報が必要であることを明らかにし、CVの一つの進むべき方向を示した。

以上のような議論から、表示形態の変更が表示に関わる情報の変更により達成されることに基づき、表現のためのメディアの変換の基本的機構を明らか

にした。さらに、表示情報の柔軟性を利用しそれを構成する多くの要素の取捨選択、ある場合には新たな要素の追加により斬新な画像メディア表現を生成できることも例を用いて示した。

しかし、画像メディアを構成する情報を内容情報と表示情報に分割したが、その切り分け方は利用目的などにも依存するところがあることも、メディア変換を試みた事例を分析することによって明らかになった。同じ事例により、メディア変換のための表示情報の変換が直接的には困難な場合のあることも明らかになった。その他にもまだ現れていない問題点があるものと考えられるが、このような基本的な考察は現実に目まぐるしく進展するメディア技術に単なる事後認識に留まらないレベルにまで育てて行くことは容易ではないと考えられるが、それにも関わらず必要であると考え。本稿がなにがしかの契機にでもなれば望外の幸せである。

年来の私見をまとめ、披露する機会を与えて頂いたことを感謝する。また、同研究分野所属の馬場口助教授、近畿大学淡講師、ならびに京都大学角所助教授をはじめとする研究室の諸氏および卒業生との日頃の討論にも感謝する。

参考文献

- [李 95] 李明浩, 馬場口登, 北橋忠宏: 文書画像的コミュニケーションのためのグラフ画像の記号化と表現形式の変換, 電子情報学会論文誌 A, Vol.J79-A, No.2, pp.166-174(1995)
- [明 98] 明 偉, 北橋忠宏: モルフォロジーに基づく書体の識別, MIRU'98(1998)
- [馬場口 97] 馬場口登, 堀江政彦, 上田俊弘, 淡誠一郎, 北橋忠宏: 経路理解支援のための略地図とその案内文の生成システム, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J80-D-II, No.3, pp.791-800 (1997)
- [山田 90] 山田篤, 網谷勝俊, 星野泰一, 西田豊明, 堂下修司: 自然言語における空間描写の解析と情景の再構成, 情報処理学会論文誌, Vol.31, No.5, pp.660-672 (1990)
- [Satoh 96] Satoh, K., Kitahara, I., Ohta, Y.: 3D Image Display with Motion Parallax by Camera Matrix Stereo, Proc. Third International

Conference on Multimedia Computing and Systems(1996)

- [Babaguchi 96] Babaguchi, N., Tanaka, K., Kitahashi, T.: Generation of Sketch Map Drawing from Vectorized Image, Proc. IEEE 13th International Conference on Pattern Recognition (1996)

- [鈴木 98] 鈴木祥宏, 馬場口登, 北橋忠宏: 道順伝達のための地図と案内文との表現メディア変換, 電子情報通信学会技術研究報告, NLC97-70, PRMU97-272, pp. 49-56 (1998)