

詳細度制御とランドマーク計算に基づく 空間プレゼンテーション

小磯 健吾* 河岸 洋暁† 森 美帆‡ 灘本 明代* 田中 克己*

* 神戸大学大学院自然科学研究科情報メディア科学専攻

† 神戸大学大学院自然科学研究科情報知能工学専攻

‡ 神戸大学工学部情報知能工学科

本稿では、詳細度制御とランドマーク計算に基づく空間プレゼンテーションについて述べる。我々は属性情報の空間的呈示のための詳細度制御アルゴリズムとある空間領域のランドマークを動的に計算により求める方式を提案してきた。ここでは空間オブジェクトの各面に方向性をもったセンサーを埋め込み、ユーザが視点を設定した際に反応するセンサーを有する面の属性情報を調べ、希少性の高い情報をもつ面を有するオブジェクトをランドマークとして抽出するアルゴリズムについて述べる。そしてそのオブジェクトの属性情報を、TVMLを用いてガイド情報として呈示するプレゼンテーションの方式についても述べる。

Spatial Presentation based on LOD Control and LandMark Computation

Kengo Koiso* Hiroaki Kawagishi† Miho Mori‡ Akiyo Nadamoto*
Katsumi Tanaka*

*Division of Information and Media Sciences,
Graduate School of Science and Technology, Kobe University

†Division of Computer and Systems Engineering,
Graduate School of Science and Technology, Kobe University

‡Department of Computer Systems Engineering, Faculty of Engineering,
Kobe University

In this paper, we describe spatial presentation based on LOD(Level of Detail) control and LandMark computation. We have been working on, Kobe University the LOD control algorithms for visualizing the attribute information for spatial data, and an algorithm for dynamically computing a landmark for a given region. Here, we discuss the extension of our LandMark algorithm in which we embed orientation-sensitive sensors and attribute data in the faces of the spatial objects, and find the object having the faces which have the reacting sensors and the most unique attribute data. We also discuss a new presentation method of providing guidance information from the attribute data of the selected landmark objects using TVML.

1 はじめに

仮想空間は地理空間の視覚化や情報空間の構築に有効なメディアである。建築シミュレーションの分野では、オブジェクトの形状、色、テキスト等の視覚化の取り組みが行われてきた。我々は、空間オブジェクトの情報呈示という観点で、研究を進めている。これまでにある空間領域を代表するオブジェクトを抽出するランドマーク計算 [1][2][3][4]

と、属性情報の空間的呈示のための詳細度制御アルゴリズムに関する研究 [5][6][7] [8] を行ってきた。

本稿では、視野内に存在する空間オブジェクトのプレゼンテーション作成を支援する機構について述べる。プレゼンテーションを行うためには、説明すべきオブジェクトを単に見せるだけでは不十分であり、説明情報を分かりやすく提供しなければならない。そこで、我々はある領域内の空間オブジェクトの属性情報を調べ特徴的なものを探

すというランドマーク計算を、各オブジェクトにユーザの視点から見えているかどうかを知らせるセンサーを設置し、その情報をもとにランドマークを探すというアルゴリズムへ拡張し、視点と視野を設定した場合にどの空間オブジェクトに着目すべきかを求める方法を考えた。そして着目すべき空間オブジェクトの属性情報を説明情報として、番組風に提供する方式を提案する。

2 関連研究

2.1 拡張現実ハイパーメディア

“Name-at” [9] とは、遠隔ライブビデオに空間情報を合成し、遠隔現実空間をクリック可能な世界にする拡張現実ハイパーメディアシステムである。ビデオ映像に映し出されたオブジェクトには属性情報が呈示され、ズームインすると、より詳細な情報が得られるというものである。我々も属性情報の属性情報の重畳呈示のアルゴリズムに取り組み、対象がCGではあるが関連性は高い。我々は属性情報の重畳呈示の次のアプローチとして、説明情報の提供を生成する機構を考えている。

2.2 電子都市と3次元都市空間モデル

京都デジタルシティ・プロジェクト [10] は、京都市を電子都市とすることを目的としたプロジェクトで、3D Kyoto [11] では、写真映像から京都の3次元モデルを作成し、インターネット上の情報とリンクさせる等の取り組みが行われている。都市空間の3次元モデル作成には3DML [12] という簡易モデリング言語が用いられており、比較的簡単にモデルの作成が可能になっている。我々も比較的扱いの容易なモデラーから都市のモデルを生成することを前提に、プレゼンテーション作成を支援する機構の構築を目指している。

2.3 ランドマーク計算による代表オブジェクト抽出

空間認知の観点から Kevin Lynch は著者「都市のイメージ」 [13] の中で、都市のイメージを作り上げている要素を5つ挙げているが、その中の1つがランドマークである。通常は塔状の構築物で目印になるようなものである場合が多いが、厳密な定義があるものではなく、基本的には静的なものである。我々は「ランドマーク」をある領域内に存在するオブジェクトの中で、特徴的な属性をもち、かつ目立つものとして解釈し、ランドマーク計算 [1][2][3][4] というものを考案した。これは、文書

検索で多用されている *tf/idf* 法 [14] の対象となる文書における単語の出現頻度を調べ、他の文書と比較してその文書により高い頻度で現れる単語を見つけ、その文書の特徴づけるキーワードとするという基本的な考え方を、空間オブジェクトに適応させるために拡張したものと考えることができる。文書の場合、比較対象となる文書は特定できるが、地理空間は連続的なので、領域を自動的に、あるいはユーザ自らが空間領域を指定することで、比較対象のオブジェクトを決定している。

問題点としては、空間領域を指定し、その領域内全ての空間オブジェクトの属性情報を調べなければならないということが挙げられる。ここでは視野内に存在するもののうち、注目するに値するものを対象にランドマークを求めるというアプローチをとることにする。

2.4 空間的情報呈示とその詳細度制御

我々は形状、色、テキスト等視覚的情報のみでなく、空間オブジェクトの属性情報の視覚化の重要性についても着目してきた。今までの取り組みでは、空間オブジェクトの属性情報を3次元空間内で、距離、方向、及び差異に基づいて詳細度制御を行うアルゴリズムを研究してきた [5][6] [7][8]。VRML (Virtual Reality Modeling Language) [15] 等のCGのLOD (Level of Detail) 制御、Flashpix [16] 等の写真映像の詳細度制御と同様に、属性情報の詳細度制御を考案し、InfoLOD と名づけた。基本概念を図1に示す。また、視野に応じて属性情報の差異を優先的に呈示する試作システムも実装した (図2)。

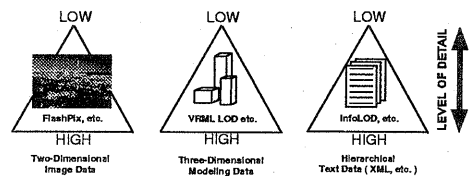


図1: 属性情報のLOD制御

問題点としては、詳細度の高い情報が存在した場合、情報量が多くなると重畳呈示という方法のみでは、対応しきれないことがある。また、属性情報の重畳呈示と任意のワークスルーだけでは空間情報を能動的に説明することは困難である。

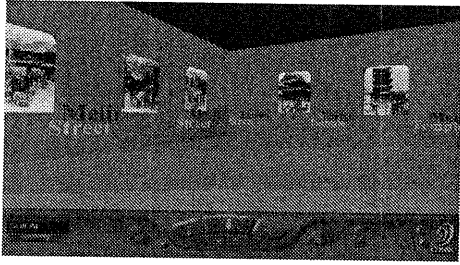


図 2: InfoLOD の例

2.5 番組メタファを用いた情報呈示

番組メタファを用いた情報呈示方式に関する研究 [17] [18] が行われている。これは TVML(TV Program Making Language)[19] という NHK の開発した番組記述言語を用いてインターネット上の Web 情報を番組化して提供したり、データベースに対する問い合わせ結果をその内容に応じた番組メタファを用いて提示する機構を提案するものである。番組メタファを用いるメリットは、ユーザの能動的なインタラクションを要求せずにシステム側で情報提供のシナリオをある程度つくり、ユーザのニーズに沿ったプレゼンテーションを行うことができることである。我々は、番組メタファの考え方を一部取り入れることにより、空間データの情報呈示の方式の拡張を考えている。

3 基本コンセプト

本稿では、ランドマーク計算機能とガイド情報生成機能を用いた空間プレゼンテーション作成支援機構の基本的な考え方を提案する。プレゼンテーションを用意するユーザは、特に着目し説明したいと思うオブジェクトが視野内のプレゼンス、もしくは注目度が高くなるような視点を設定すると、ユーザの意図通り注目すべき存在として抽出されたオブジェクトの属性情報が説明情報として番組風に提供される。本方式を支える 2 つの基本的な機能は次の通りである。

1. センサーを用いたランドマーク計算

空間オブジェクトの各面に方向性をもったセンサーと属性情報が埋め込まれている。視点を設定した時に、反応するセンサーが多い面に記述されている属性情報を調べ、希少性の高い属性情報が埋め込まれている面を有する

オブジェクトがランドマークとして選出される。ユーザは 3 次元モデル内を空間ブラウジングし、ユーザの強調したいオブジェクトがランドマークとなるような視点を選択する。

2. 視野内で注目すべきオブジェクトに関する説明情報の提供

ランドマーク計算によりランドマークとして抽出されたオブジェクトの説明情報をユーザに提供する。TVML ではキャラクターと CG セットが用意されており、テキストを音声合成によりキャラクターに読ませたり、図や写真を呈示することが可能である。この技術を用いてウォークスルー画面に写っている注目すべきオブジェクトを説明する。

ここでは市販されているイメージベースド・モデラーにより作成された空間オブジェクトの詳細度の異なる写真テキストチャ付の 3 次元 VRML モデルが用意され、VRML の LOD(Level of Detail) 機能により視覚化制御ができ、モデルの各面には属性情報と VRML の Visibility Sensor を拡張したセンサーと属性情報が用意されていることを想定する。

4 章ではランドマーク計算の具体的アルゴリズムについて触れ、5 章ではガイド情報生成機能によるプレゼンテーション生成の基本的な考え方とプレゼンテーション生成支援機構への応用について触れる。

4 ランドマーク計算

4.1 センサーの埋め込み

今回空間プレゼンテーションの物理的モデルとして VRML を想定しているが、これらは実際の都市空間の臨場感を再現するために、実際に街中で都市景観を撮影し、その写真画像をイメージベースドモデラーを使用して VRML 3 次元モデルに変換したものである (図 3)。そして各オブジェクトには、実空間と対応する部分に属性情報が付加されている。空間内において、個々の視点から望む景観ごとに動的にランドマークを抽出するために、VRML の Visibility Sensor という機能を利用する。図 4 に今回使用した 3 次元モデルの詳細を示す。

図 4 にあるように、ある建物は、その立体的形状を構築している VRML オブジェクトの各面に、実空間上で撮影した写真の JPEG 画像を貼りつける

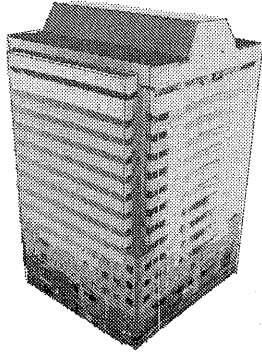


図 3: イメージテクスチャ付 3次元モデルの例

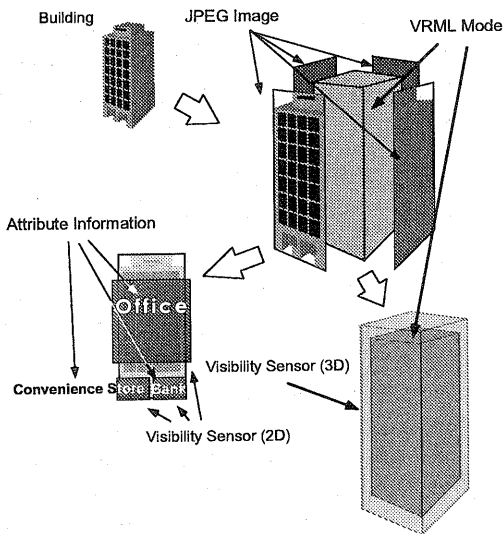


図 4: Sensor 付き VRML モデルの詳細

形で構成されている。ここで各オブジェクトには、実空間と対応付ける箇所に属性情報を与えるものとし、この属性情報を基にランドマークを抽出する。また各視野において、その視野内に含まれる情報を収集する手掛かりとして、VRMLの Visibility Sensor の機能を利用する。この Visibility Sensor は、仮想的な 3次元モデルとしての大きさを持ち、2次元ないし3次元の大きさを持った空間として、仮想空間内に存在できる Sensor である。

4.2 新しいランドマーク導出法

このように定義したモデルにおいて、ある視点から得られる景観中のランドマークを抽出するために、視野内に含まれる個々の情報について、その情報の重要度を表わす数値としてランドマーク度を考える。今、前述のモデル空間中のある視点 p において、方向ベクトル v の方向に向いたときの視野を $view(p, v)$ と表わすこととする。またこの視野において反応した Visibility Sensor の集合を $S(view(p, v)) = \{s_1, \dots, s_n\}$ としたとき、ランドマーク度の導出式を次の通り定める。

$$LM_v(a_i) = \frac{|a_i|}{\sum_{s_j \in S(view(p, v))} |s_j|} * \frac{1}{\sum_{a_j \in view(p, v)} \sum_{s_j \in view(p, v)} \frac{|a_j|}{|s_j|}} \quad (1)$$

この式 (1) で求められる $LM_v(a_i)$ は属性情報 a_i のランドマーク度である。また $|a_i|, |s_j|$ はそれぞれ、属性情報 a_i の Visibility Sensor の面積と Visibility Sensor s_j の面積を表わす。この式は前半部で属性情報 a_i の視界中の面積比、後半部でその視界から得られる全ての属性情報と比較した際の希少性を表わすものであり、テキストデータベース検索で用いられる tf/idf 法に倣ったものである。

4.3 位置情報に基づく重み付け

ランドマーク度の導出に tf/idf 法を応用したが、テキストデータと空間データの大きな差異として、データが位置依存であること、またデータが幾何的な大きさを持つことが挙げられる。したがって空間データのこのような性質を考慮して、前述の式 (1) に種々の重み付けを考える。

1. 視野の中心付近の情報.

視野の中心というのは、現在興味を示す部分であると考えるのが自然である。そのため最も優先度を高くすべき情報と扱う。

2. 視点の近傍の情報.

視点の座標を考慮すると、視野内に含まれる諸々の情報の中でも、距離の近いものはすなわち空間的に身近な情報であり、その視点周りの空間把握のために、最も収集の需要が高い情報と言える。従って視点からの距離がより近い情報について、その重要度を挙げる。

3. 高層建造物の情報.

視野というある視点から水平面に対して平行な方向に広がる空間についての印象の強さとしては、各オブジェクトの鉛直方向の大きさ、すなわち高さを注目し、そのようなオブジェクトに付加された情報について、特に座標の地上高が大きいものを重視する。

これらの概念は、視野ベクトルとの角度差、視点と Visibility Sensor の距離、オブジェクトの高さといった要素に比例ないし反比例する一次関数で、それぞれの概念に基づいた、情報としての重要度に傾斜をつけて表すことができる。

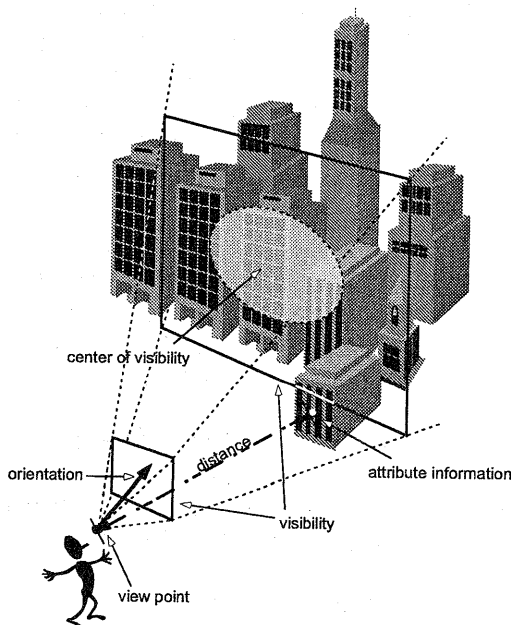


図 5: 視野依存の情報

5 TVML を用いた空間データのプレゼンテーション

5.1 ウォークスルーベースのプレゼンテーション

5.1.1 機能構成

空間オブジェクトを視覚化し、その属性情報を重畳呈示するという方法に限界があることは2章で述べた。そこで、ここでは番組記述言語 TVML (TV program Making Language)[19]を用いて視覚化されたオブジェクトに関する説明情報を提供するプレゼンテーション生成機構について述べる。

任意ウォークスルーと属性情報の重畳呈示の組み合わせでは、基本的にウォークスルーを体験する者に能動性が求められる。プレゼンテーションを作成する者がある意図をもち空間データを視覚化したいと考えた場合、その意図がウォークスルー体験者に伝わるような空間ブラウジングと適切な説明情報の提供が不可欠となる。

4章で述べたランドマーク計算は、視野内でもっとも目立つオブジェクトを探すアルゴリズムである。このアルゴリズムを逆に説明したいオブジェクトが最もよく見えるような視点を確定するガイドに使う。説明したいオブジェクトがランドマークとして抽出されるような視点は、そのオブジェクトを説明するのに適した視点だと考えることができる。ランドマークとなったオブジェクトの属性情報を抽出し、TVML 言語に変換すれば、視野内で注目すべきオブジェクトに関する説明情報の提供が可能となる。このようにプレゼンテーション作成者が自ら説明したい空間オブジェクトを見せるのにふさわしい視点を設定すると、自動的にそのオブジェクトの属性情報が抽出され、TVML により説明情報として提供することが可能になる。ユーザは単に説明したいオブジェクトが良く見える視点を順番に選択していくことで、説明情報付のガイド・ツアー型プレゼンテーションを作成することができる。現在開発中の試作システムは、基本的に次に挙げる機能を備えている。

1. 属性情報抽出機能

ユーザが視点を設定すると、ランドマーク計算によりランドマーク・オブジェクトが求められる。このオブジェクトの属性情報は、プレゼンテーション生成機構に送りこまれる。

2. プレゼンテーション生成機能

(a) ナレーション生成機能

空間オブジェクトの属性情報をナレーションに変換する。視野内に複数説明対象のオブジェクトが存在した場合、それらの名称をリストアップした後で、ランドマーク度の高い順に紹介する。

(b) 同期化機能

ユーザの指定した視点からのウォークスルーをナレーションと同期をとりつつ生成する。複数視点が指定された場合、ウォークスルーに応じてナレーションも進まなければならない。

(c) マーキング機能

説明したい空間オブジェクトが視野内に多数存在するといった場合に、生成されているナレーションがどのオブジェクトに該当するのかを視覚的に示す。

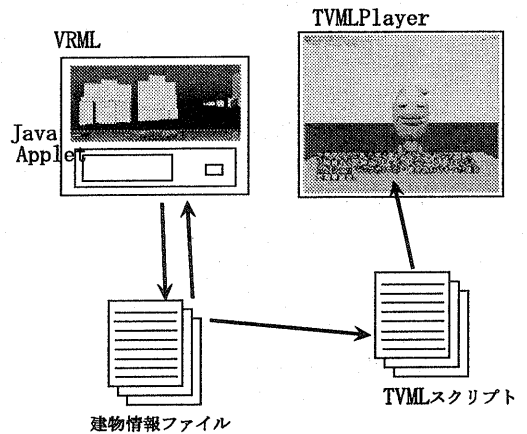


図 6: システム構成図

ユーザであるプレゼンテーション作成者は、VRMLで表現された都市空間を空間ブラウジングする。そして、紹介したいと考える空間オブジェクトがよく見えるような視点を設定する。4章のランドマーク計算により、ユーザの選んだオブジェクトがランドマークとなれば、視点設定は適切だったことになる。選択時にはオブジェクトの属性情報が説明情報として抽出されている。プレゼンテーションを生成すると、ユーザの選択した視点に誘導され、属性情報がナレーションとして流れる。この作業を位置を変えながら視点設定を繰り返していくと、1つのガイド付ツアーが完成する。

5.1.2 システム構成

システムの構成図を図6に示す。ユーザが視点を決定すると、4章で述べたとおり、VRMLからEAIを通じてJavaによってVRMLオブジェクトのランドマーク度を計算する。ランドマーク計算結果からオブジェクト情報ファイルをJavaによってTVMLスクリプトに変換し、TVMLプレーヤーで番組を実行させる。ナレーションと説明対象のオブジェクトを対応させるためのマーキングは、EAIを通じて行う。

5.2 シナリオに基づくプレゼンテーション生成支援機構

前節では、プレゼンテーション作成者が適切な視点を選択して入力することにより、ウォークスルー・プレゼンテーションが生成できる機構について述べたが、逆にプレゼンテーションのシナリオをプ

レゼンテーション作成者が作成し、具体的な絵コンテに落とし込み、最終的なプレゼンテーションを完成させる作業を支援する機構も考えられる。

まず、プレゼンテーション作成者はある目的である空間領域内に存在する空間オブジェクトを説明するプレゼンテーションを作成しようと考えた場合、プレゼンテーション全体の目的とテーマを明確化し、どのオブジェクトをどのような方法で説明するかを検討し、シナリオを立案する必要がある。シナリオができれば、その方針に沿ったプレゼンテーションを作成するのに必要な素材を収集し、ストーリーに沿うように適切な演出とナレーションと共に視覚化していかなければならない。

この作業を支援するために、シナリオから素材である空間オブジェクトを抽出し、演出上効果的に見せることのできる視点を検索し、検索された素材を具体的な絵コンテに落とし込み、ナレーションを再度編集することのできる機構が考えられる。必要とされる機能は次の通りである。

1. シナリオからのオブジェクト抽出機能

プレゼンテーション作成者であるユーザが書くシナリオのテキストから、建物名、住所等の空間オブジェクトや位置情報に関する情報を抽出する。

2. 視点検索機能

抽出された空間オブジェクトや位置情報をもとに、そのオブジェクトが演出上効果的に見える視点を検索する。

3. プレゼンテーション生成機能

空間オブジェクト、視点情報、ナレーションをもとに同期をとりながらプレゼンテーションを生成する。シナリオや演出方法等を検証し、改良するための機能とも位置付けられる。

ここでは、ランドマーク計算の考え方を利用して、探しているオブジェクトがランドマークとして写るような視点を探すということを行っている。また、検索条件としてオブジェクト名のみではなく、「単体で目立つように写っている」、あるいは「オブジェクトの集合の中に見えている」等、カメラワーク的な演出要素も考慮した検索が可能なアルゴリズムへの拡張も考えられる。

6 おわりに

本稿では、VRMLのVisibility Sensor機能の活用を想定し、ランドマーク計算のアルゴリズムを、空間オブジェクトに設置されたセンサー情報をもとに算出するものへと拡張した。そしてある視点を設定した場合に視野内から選択されるランドマーク・オブジェクトの属性情報をTVMLを用いてVRMLウォークスルーと同期を取りながらガイド情報を提供する機構についても述べ、空間プレゼンテーションへの応用についての提案も行った。

謝辞

この研究は日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」によっております。ここに記して謝意を表すものとします。また、写真撮影やモデリング作業でご協力いただいた杉山裕一氏、野田玲子氏、馬強氏、近藤宏行氏、田近航氏、田中秀治氏、廣瀬竜男氏、宮崎慎也氏に謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Kengo Koiso, Takahiro Matsumoto, Hiroaki Kawagishi, Katsumi Tanaka "InfoLOD and LandMark: Browsing and Retrieving Spatial Data" Proceedings of the 2nd International Symposium on Cooperative Database Systems for Advanced Applications(CODAS'99), pp.39-50 March 1999, Wollongong. (to appear in the Lecture Notes in Computer Science, Springer)
- [2] 河岸 洋暁, 森 威久, 小磯 健吾, 田中 克己 「空間グルー操作とランドマーク・オブジェクト抽出による地理情報探索」電子情報通信学会データ工学ワークショップ (DEWS'99) 論文集, 1999年3月.
- [3] Kengo Koiso, Takahiro Matsumoto, Takehisa Mori, Hiroaki Kawagishi, Katsumi Tanaka "InfoLOD and LandMark: Spatial Presentation of Attribute Information and Computing Representative Objects for Spatial Data" (to appear in CODAS Special Issues of International Journal of Cooperative Information Systems, Vol. 10, 2000, World Scientific Publishing Company)
- [4] Hiroaki Kawagishi, Kengo Koiso, Katsumi Tanaka "Dynamic Zone Retrieval and Landmark Computation for Spatial Data" (to appear in the Proceedings of Kyoto Meeting on Digital Cities and Lecture Notes on Computer Science), September 1999, Kyoto.
- [5] K.Koiso, T.Matsumoto, K.Tanaka, Spatial Authoring and Orientation-Based Aggregation of Annotated Information, Proceedings of the International Workshop on Urban Multi-Media/3D Mapping, Tokyo, pp.31-38,(1998)
- [6] 松本 尚宏, 小磯 健吾, 田中 克己 「方向依存の3次元空間内容記述と3次元ガイドツアー」情報処理学会研究報告, Vol.98, No.58 98-DBS-116(2)-54, 1998年7月.
- [7] Kengo Koiso, Takahiro Matsumoto, Katsumi Tanaka: Spatial Presentation and Aggregation of Georeferenced Data, *Proceedings of the 6th International Conference on Database Systems for Advanced Applications (DASFAA '99)* Hsinchu, pp153-160 (1999).
- [8] Takehisa Mori, Kengo Koiso, Katsumi Tanaka: Spatial Data Presentation by LOD Control Based on Distance, Orientation and Differentiation, *to appear in the Proceedings of the International Workshop on Urban Multi-Media/3D Mapping(UM3 '99)* Tokyo.

- [9] <http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/arikawa/Name-at/Name-at.ex1.j.html>
- [10] <http://www.digitalcity.gr.jp/index-j.html>
- [11] <http://www.digitalcity.gr.jp/openlab/kyoto/3dml-guide-j.html>
- [12] <http://www.flatland.com>
- [13] K.Lynch: The Image of the City, MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1960).
- [14] P. Ingwersen: Information Retrieval and Interaction, Taylor Graham Publishing, London, (1993).
- [15] Jed Hartman, Josie Wernecke, Silicon Graphics, Inc. "The VRML 2.0 Handbook(Building Moving Worlds on the Web)", Addison Wesley Developers Press.
- [16] <http://www.flashpix.com/>
- [17] 服部 多栄子, 角谷 和俊, 灘本 明代, 草原 真知子, 田中 克己「番組メタファーによる Web ページの利用者適応型提示方式」情報処理学会研究報告, Vol.99, No.61 99-DBS-119-69, 1999 年 7 月.
- [18] 近藤 宏行, 角谷 和俊, 田中 克己「番組メタファーを用いた情報検索結果の提示方式」情報処理学会研究報告, Vol.99, No.61 99-DBS-119-70, 1999 年 7 月.
- [19] <http://www.str1.nhk.or.jp/TVML/indexNS.html>