

位置依存動的リンクを用いた情報配信システム

平松 治彦* Germano Leichsenring† 角谷 和俊‡ 上原 邦昭‡

* 神戸大学大学院経営学研究科

hiramatu@kobe-u.ac.jp

† 神戸大学大学院自然科学研究科情報知能工学専攻

‡ 神戸大学都市安全研究センター 都市情報システム分野

{germano,sumiya,uehara}@ai.cs.kobe-u.ac.jp

あらまし

本論文では、位置依存動的リンクを用いた情報配信システムについて提案する。本システムでは、地理オブジェクトのクラス階層とユーザーの位置情報により、位置依存動的リンクを生成する。また、分岐属性をもつ地理オブジェクトを導入し、位置依存動的リンクの成立に有効であることを示す。さらに、情報配信システムの概要について述べる。

キーワード 位置依存動的リンク, クラス階層, 情報配信システム

An Information Delivery System based on Position-dependent Dynamic Links Mechanism

Hiramatsu Haruhiko* Germano Leichsenring†
Sumiya Kazutoshi‡ Uehara Kuniaki‡

* Graduate School of Business Administration, Kobe University

hiramatu@kobe-u.ac.jp

† Division of Computer and Systems Engineering,

Graduate School of Science and Technology, Kobe University

‡ Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University

{germano,sumiya,uehara}@ai.cs.kobe-u.ac.jp

Abstract

In this paper, we propose an information delivery system based on position-dependent dynamic links. Our system generates dynamic links based on the user's location and a class hierarchy of geographical objects. We also introduce a geographical object with a divergence attribute and show the effectiveness of the object when generating position-dependent dynamic links.

Futhermore, we give an outline of the information delivery system based on our proposed mechanism.

key words position-dependent dynamic link, class hierarchy, Information delivery system

1 はじめに

WWW は、文書、画像、音声、ビデオなどの様々なメディアの情報を、インターネット内に分散配置された WWW サーバー間を、Web ブラウザを利用してリンクをたどり分散している情報を手軽に検索し、入手することが可能である。また、WWW 上で情報を発信することにより、不特定多数のユーザー同士やグループ内で情報を共有することができる。各種の情報へのリンクを提供する仕組みとして、様々な Web ページの情報を収集/分類し、ユーザーの入力する検索語句から複数の関連する Web ページへのリンクを呈示する検索サービスがある。検索サービスを用いることで、分散した情報の中から自分が要求する情報を効率的に見ることができる。そのため、非常に便利なものとして利用が盛んであり、広告/宣伝の場として高い有用性が認められるため、様々な検索専用の Web ページが作成され、検索サービスを提供している。検索サービスを利用する際、通常、既知の関連したキーワードを利用し検索を行う。検索結果として呈示された複数のリンクから、情報の収集や更なる検索を行う。しかし、リンクによる情報収集は容易であるが、

- Web ページの発信者がリンクを設定しない限り、他の情報へとたどっていくことができない。
- 多くの場合、検索サービスにより得られるリンクは膨大な数になるうえに、得たい情報とは無関係の余計なリンクも呈示される。

という問題点がある。リンクの数を抑制するには、欲しい情報に関連する複数のキーワードを組み合わせ、複雑な検索式を入力すれば良い。この手法は一見正しいようにみえるが、次に挙げる2つの前提条件がある。

- 複数のキーワードが既知であること。
- 検索式について熟知していること。

そのため、大多数のユーザーにとっては有効な手法となりえず、ユーザーは検索サービスが本来持っている便利さを十分に享受するできず、呈示された膨大なリンクの中から、要不要を判断しなければならない。

膨大なリンクとそれに含まれる不必要な情報へのリンクは、モバイル環境において大きな問題となる。最近の携帯情報端末の性能向上には目覚ましいものがあり、モバイル環境においても情報収集を手軽に行えるようになりつつある [1]。モバイル環境では、必要な情報だけをできるかぎり速やかに簡単に入手することが重要視される。モバイル環境で重視される情報は、自己の位置周辺に関する情報である [2]。従って、情報の検索やリンクの呈示に自分の位置を利用することには大きな意味がある。しかし、WWW 空間はネットワーク上に構築された仮想的な空間であり、WWW 空間上で提供される情報間の相対的な位置という概念がなく、現実世界での位置、つまり地理情報を保持していない。地理的な位置情報を利用するには、仮想的な WWW 空間と現実の空間を接続するなんらかの枠組みを構築しなければならない。

同じ条件のもとで各種の情報へアクセスする場合、リンク元とリンク先は1対1の関係の静的リンクが成立する。しかし、その時々において条件が変化していく場合は静的リンクでは対応できず、必要な情報を容易に取得することができないことが問題となる。例えば、モバイル環境においては、ユーザーの位置は時々刻々と変化するものであり、その変化にあわせてリンクを構築していかなければならない。モバイル環境のように変化する環境下にいるユーザーに対しては、

- ユーザー自身や周囲の各種施設の位置情報
 - 環境（位置）の変化に対応可能なリンク
- が必要となる。

本研究では、位置情報に依存したリンクによる情報配信システムを提案する。本システムで用いるリンクは、リンク元、リンク先が変化する動的リンク [3][4] である。我々のグループでは、これまでにも位置情報を利用した動的リンクについて研究を行っている [5]。動的リンクの有効性は、角谷ら [6] により時間依存という面から検証されている。

以下、2章では提案方式で想定している環境および位置依存動的リンクについて述べ、3章で位置依存動的リンクの成立条件について説明する。4章では、提案手法に基づいたプロトタイプシステムと今後の課題について述べ、最後に5章で結論について述べる。

2 本研究の動機

2.1 想定する環境

駅、学校、劇場などの現実空間上に存在する施設は、それぞれに固有の機能、特徴を持っている。固有の特徴の一つとして、現実空間のどこにあるかを示す情報、つまり住所や現在位置を特定できる GPS(Global Positioning System) などのシステムから得られる位置情報を持つ。具体的な名称などが不明であっても、この位置情報により施設の特定が可能である。また、近年では多くの施設が WWW 空間上で情報の提供を行っており、そこで提供される情報は、施設の機能、特徴について記述したものである。つまり、これらの施設は

- 現実空間での位置情報。
- 固有の機能、特徴を説明した Web ページ。

を保持していると仮定できる。この要件を満たす施設を、以後、地理オブジェクトと定義し、WWW 空間上で位置情報の扱いを可能にするものとして位置付けることにする。

なお、ユーザーの現在位置もまた、GPS などより、あらかじめ判明しているものとする。

2.2 位置依存動的リンク

WWW 空間上に散らばる複数の情報から、自分の状態に応じて、かつ不要な情報が含まれず検索可能にするためには、条件に応じてリンク先、リンク元が変化する動的リンクが最も有効な手段である。従って、動的リンクは、ユーザーの位置情報の利用に適している。

しかし、WWW 空間は仮想的な空間であるため、位置という概念がない。そこで、地理オブジェクトを使って、WWW 空間上での位置情報の利用可能にすることで、ユーザーの位置情報に依存するリンク、つまり位置依存動的リンクが実現できる。図 1はその概念で、地理オブジェクトはそれぞれの Web ページを持ち、その Web ページ間に、ユーザーの位置情報を利用した動的リンクが成立する事を表している。

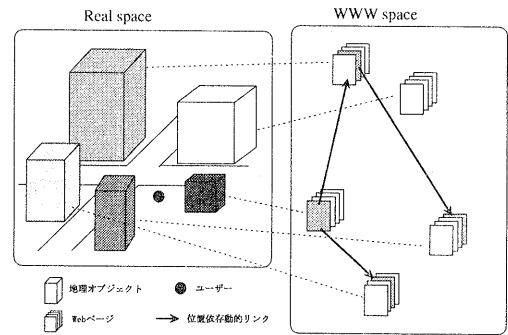


図 1: 位置依存動的リンク

3 位置依存動的リンク

3.1 クラス階層

複数の情報を、それらの持つ共通の特徴によって分類したものをクラス階層と呼ぶ。クラス階層を用いることで、多種多様な情報の分類が容易に行え、各情報間の依存関係を理解しやすくなる。現実世界の様々な建築物である地理オブジェクトは、一見全く異なる存在に見える。例えば、大学と高校は異なる地理オブジェクトとして認識されている。しかし、別の角度から考えれば、どちらも教育機関である学校という枠組みにあてはめることができる。つまり、それぞれの特徴や機能から、異なるものとして認識されている地理オブジェクトが同一の枠組みで扱えるようになる。従って、地理オブジェクトの分類にクラス階層が適用できる。クラス階層の適用によって、オブジェクトそのものを扱う必要がなくなり、リンクの記述に柔軟性を持たせることが可能になる。

3.2 動的リンクの記述

常に同じ条件のもとで情報へアクセスする場合、リンク元とリンク先は 1 対 1 の関係、つまり決められたリンクをたどるだけの事になる。しかし、その時々においてユーザーの置かれた条件が変化している場合、1 対 1 の関係のリンクでは、必要な情報を容易に取得することができないという問題点がある。

この問題に対しては、リンク元、リンク先が条件に応じて変化する動的リンクが有効である。し

かし、リンク元、リンク先が動的に変化するということは、リンク間の関連性と変化に対応するための膨大な処理が必要とされる。そのため、リンクの記述に単なるオブジェクトを利用すると、リンク元、リンク先それぞれについて、オブジェクトが存在するかどうかを常に確認しなければならないうえに、探索空間が狭くなってしまうため、成立するリンクに多様性が失われる。

そこで、3.1で述べたクラス階層を利用することにより、地理オブジェクトの実体そのものを扱う必要が減少し、動的な条件をもつリンクの記述が容易になる。

リンクしているクラスを *Source* クラス C_s 、リンクが指定するクラスを *Destination* クラス C_d とすると、式 1 のように記述できる。

$$L = (C_s, C_d) \quad (1)$$

図 2 に、クラス階層とオブジェクト間の動的リンクの関係を示す。

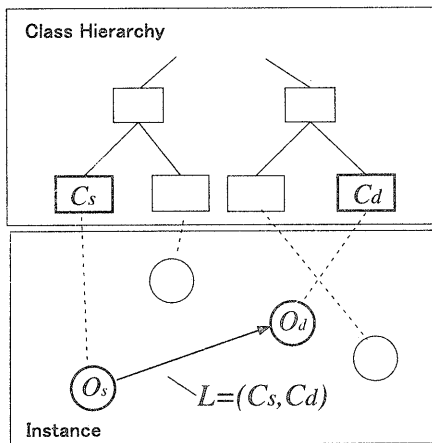


図 2: 動的リンクのクラス階層による記述

3.3 リンク成立条件

リンクの成立に条件を定義しない場合、オブジェクト間には全てのリンクが成立する。このため、オブジェクトの数が増加のにもないリンクの数は増えていき膨大なものになる。このような膨大な数のリンクの成立は、計算量の増大を招き、ユーザーが自分の欲する条件を満たすリンクを探索するのが困難になる。従って、不要なリンクの呈示

が発生し、動的リンクの利点が失われてしまう。

我々の提案する位置依存動的リンクでは、ユーザーからの距離が遠いオブジェクトは、そのオブジェクトへのアクセスの容易さが低く、かつ不要な情報となる可能性が高いため、

- リンク元にはユーザーからの距離が最も近いものを選択

というリンクの成立条件を導入する。

リンクの探索には、まず *Source* クラスのサブクラスのインスタンス群とユーザーとの距離を計算する。なお、*Source* クラスのサブクラスのインスタンスは、地理オブジェクトであるので位置情報は既知であるため、ユーザーの位置情報を取得すれば距離の計算が可能である。次に、ユーザーからの空間的距離を最小にするインスタンスを検索し選択する。*Source* クラスのインスタンスの選択により、*Destination* クラスへのインスタンスへのリンクが成立する。

これにより、ユーザーの近傍という条件により探索空間を制限しつつ、複数のリンクを成立させることができる。つまり

- 探索空間の制限による、計算量発散の抑制。
- リンクの柔軟性による多様性の維持。

という特徴をもった位置依存動的リンクが実現できる。

リンク成立の一例を、図 3 に示す。図 3 において、

- O_{s1}, O_{s2} は C_s のサブクラスのインスタンス。
- O_{d1}, O_{d2} は C_d のサブクラスのインスタンス。

を表す。

また、

- $a_n (n = 1, 2, 3, 4)$ は各インスタンス間のリンク。

- ユーザーからの距離を d_1, d_2 。

を表す。

先に述べたリンクの成立条件によって、*Source* クラスのサブクラスのインスタンス O_{s1} が選択されることにより、*Destination* クラス O_3, O_4 へのリンク a_1, a_2 が成立する。

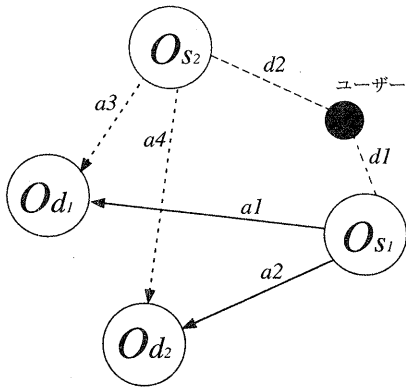


図 3: リンク成立条件

3.4 分岐オブジェクトの導入

3.4.1 分岐オブジェクト

地理オブジェクトの中には、ユーザーの移動を主目的としているものがある。例えば、現実世界であれば駅、空港、車両に対してのインターチェンジなどの施設があげられる。これらの施設を利用することで、ユーザーは自分の好きなどころ、希望にあった場所への移動を行うことが可能になる。つまり、ユーザーの移動を可能にする地理オブジェクトは $\alpha(I)$ ち異なるオブジェクト間での情報の分岐役としての機能をもつものとして捉えることができる。

そこで、この分岐機能をもつオブジェクトのクラスには、分岐属性というクラス変数を持つものとする。

3.4.2 分岐オブジェクトによるリンク成立条件

分岐オブジェクトが存在する場合のリンクの成立は、基本的に分岐オブジェクトの無い場合と同一である。つまり、ユーザーの近傍である *Source* クラスのインスタンスを選択し、選択されたインスタンスから *Destination* クラスのインスタンスへのリンクが有効になる。

通常のリンク成立と異なるのは、選択されたインスタンスが分岐オブジェクトであった時である。この場合、つまり、通常オブジェクトから分岐オブジェクトへのリンクが成立した場合、分岐オブジェクトからのリンクが成立する。すなわち、分

岐オブジェクトは *Source* クラスのインスタンスを仮想的に移動させる機能をもつといえ、新たなリンクを成立させることが可能になる。

分岐オブジェクトによるリンク成立の一例を図 4 に示す。図 4 において、

- O_{s1}, O_{s2} は C_s のサブクラスのインスタンス。
- O_{d1}, O_{d2}, O_{d3} は C_d のサブクラスのインスタンス。
- O_{d3} は C_d の分岐属性をもつサブクラスのインスタンス。

を表し、 $a_n (n = 1, 2, \dots, 8)$ は各インスタンス間のリンクを表す。

ユーザーからの距離が最小であるという条件により、 O_{s1} が選択され、 O_{s1} からのリンク a_1, a_2, a_5 が成立する。ここで、 a_5 は分岐オブジェクトである O_{d3} へのリンクであるため $\alpha(I)$ は 燧鑿 からリンク a_7, a_8 が成立する。

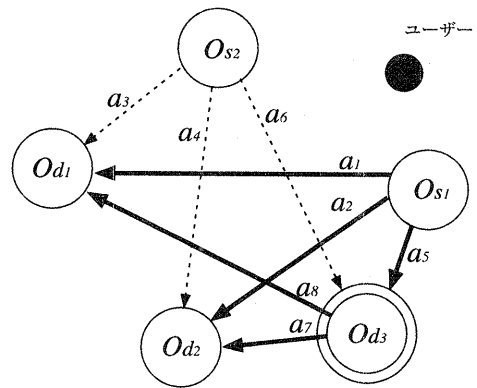


図 4: 分岐オブジェクトによるリンク

3.4.3 分岐オブジェクトの結合

分岐機能をもつオブジェクトは、単一では存在しない。例えば、分岐機能を持つものとして高速道路のインターチェンジを考えると、ある1つのインターチェンジは他の異なる複数のインターチェンジへと接続している。

インターチェンジを使い移動する際に、ユーザーは

- 自分の位置に最も近いインターチェンジはどれか。

- 目的地までの距離が、近傍のインターチェンジと隣接するインターチェンジ間の距離より長いかどうか。
- 目的地が隣接するインターチェンジには含まれていた場合に、そこまでの距離が短くなるのはどちらのインターチェンジか。

を判断する。移動先での様々な施設は、インターチェンジを基準として距離や方向を紹介される場合が多く、これはインターチェンジが各種施設への入り口としての機能をもっていることをあらわしている。

これらの特徴は、分岐オブジェクトが備えるべき特徴であるといえるため、分岐オブジェクトによるリンクの成立には、次にあげる条件を設定できる。

- 物理的距離が最も短い分岐オブジェクトを選択する。
- 隣接する分岐オブジェクトは、相互にリンクすることが出来る。
- 分岐オブジェクトから通常のオブジェクトへのリンクは、その間の距離が隣接する分岐オブジェクトからの距離より近い場合に成立する。つまり、分岐オブジェクトは自己からのリンクに関して有効半径を持つ。
- 通常オブジェクトと選択された分岐オブジェクトとの距離より長い通常オブジェクト間のリンクは成立しない。

従って、リンクは以下の手順で成立する。

- (1) ユーザーからの距離が最小の *Source* クラスのインスタンスの選択する。
- (2) 複数の分岐オブジェクトに対してリンクが成立する場合は、ユーザーからの距離が最も近い分岐オブジェクトへのリンクが成立する。
- (3) 選択された分岐オブジェクトから隣接する別の分岐オブジェクトへのリンクが成立する。
- (4) 複数の分岐オブジェクトから通常オブジェクトへのリンクについて検証する。同じ通常オブジェクトへの複数の分岐オブジェクトからのリンクは、分岐オブジェクトと通常オブジェクト間の距離が小さいものが成立する。

すなわち、分岐オブジェクトが関連しあうことで、成立するリンクの範囲が拡大する。このことは、ユーザーの現在位置からの探索空間が広がることを意味しており、ユーザーの検索要求をよりよく満たすことができるようになる。

分岐オブジェクトの結合による一例を図5に示す。図5において

- O_{s1}, O_{s2} は C_s のサブクラスのインスタンス。
- $O_{dn}(n = 1, 2, \dots, 5)$ は C_d のサブクラスのインスタンス。
- O_{d4}, O_{d5} は分岐属性をもつインスタンス。
- $a_n(n = 1, 2, \dots, 17)$ はインスタンス間のリンク。

を表す。

条件によりユーザー近傍の O_{s1} が選択されると、リンク a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 が成立する。ここで、 a_2, a_5 は分岐オブジェクトへのリンクであるため、ユーザーからの距離が小さい O_{d4} へのリンク a_5 が成立する。また、 O_{s1} と O_{d3} 間の距離が O_{s1} と O_{d4} 間の距離より長いので、 a_1 は成立しない。選択された分岐オブジェクトからのリンクは、隣接する分岐オブジェクトへのリンク a_{17} と距離条件より a_{14}, a_{11} が成立する。また、隣接する分岐オブジェクト O_{d5} からは距離条件より a_{16} のみが成立する。

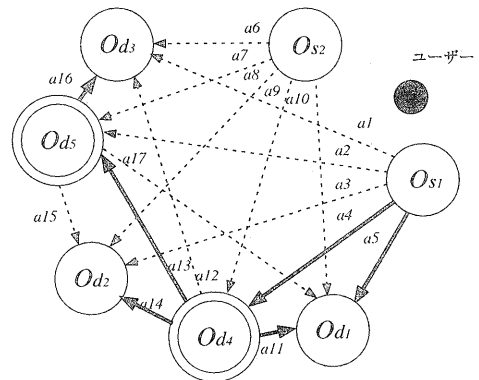


図5: 分岐オブジェクトの結合

3.4.4 分岐オブジェクトの効果

3.4.2と3.4.3において、分岐オブジェクトを用いた場合にリンクが成立する条件について説明した。これらのことから、分岐オブジェクトには、次の2つの効果があるといえる。

- ユーザーの要求を満たすリンクを、近傍以外においても成立させることができる。
- 相互に接続することで、ユーザーからのアクセスが可能な範囲で探索空間を拡大することができる。

つまり、分岐オブジェクトとその結合を採り入れることで、より有効な位置依存動的リンクを成立させることが可能になる。

4 情報配信システム

4.1 システム構成

本研究で提案している位置依存動的リンクを用いた情報配信システムの構成概念図を図6に示す。

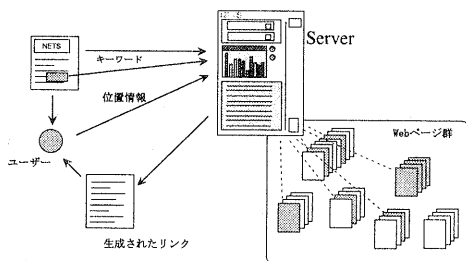


図6: 位置依存動的リンクを用いた情報配信システム
処理の流れは以下のとおりである。

- (1) ユーザーが閲覧しているWebページ上で、あるキーワードを選択する。
- (2) サーバーは、ユーザーの閲覧しているWebページおよび選択したキーワードがどのクラスのサブクラスと依存関係があるかを計算する。
- (3) 更に、ユーザーの位置情報を取得する。
- (4) 位置情報、および判明したクラス階層から、サーバーは該当するWebページを検索する。

- (5) 検索したWebページへのリンクをユーザーに提示する。

4.2 動作例

設計した情報配信システムによる動作例を図7に示す。

ユーザーの最初の位置 P_1 においてサーバーからリンク L_1 が提示される。時間 t の後に位置 P_2 に移動すると、それにあわせて提示されるリンクが L_2 に変化する。

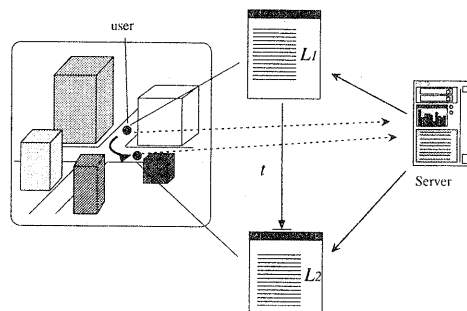


図7: 情報配信システムの動作例

4.3 今後の課題

今後の課題としては、分岐オブジェクトによる更なる考察の概念の拡張、リンクの種類と階層構造、プロトタイプシステムの構築の3点が挙げられる。以下にそれぞれについて、詳細に説明する。

(1) リンクの成立条件

本研究では、リンクの成立条件にはユーザーからオブジェクトへの距離のみを扱った。しかし、この条件だけではユーザーの状況に応じた情報配信を行うには不十分である。そこで、他の成立条件を考える必要がある。

(2) 分岐オブジェクトの概念の拡張

分岐オブジェクトは、地理オブジェクト間の分岐をつかさどるものとして定義し説明してきた。しかし、この分岐という概念は、人や物体の移動を表すだけでなく、情報という物理的な形の無いものにも適用可能であると考えられる。例えば、ポータルサイトについて

て考えると、ポータルサイトは簡単に言えば、発信された情報を収集する機能と、収集した情報を発信する機能がある。ポータルサイトを訪れることで、本来、無関係なよう WWW 空間上に存在している情報がリンクされる。これはつまり、ある情報をまた別の情報と接続/分岐する機能と捉えることができる、この機能は本論文で扱った分岐オブジェクトが備える機能と変わるところはない。分岐オブジェクトの概念について考察および拡張によって、動的リンクを使用した情報配信システムへ適用していく。

(3) リンクの種類

1 種類のリンクだけでは記述できる内容が限定されてしまい、拡張するために制約条件を加えると、一般化が困難になる。そこで、リンクの種類が増加と、リンク自体の階層構造化を検討する。

5 おわりに

ユーザーの位置情報を利用した位置依存動的リンクを用いた情報配信システムについて提案した。

クラス階層の導入により、リンクの記述およびリンクの成立条件のモデル化が容易になることを示した。また、位置依存動的リンクによりユーザーへのより有効な情報の提供が行えることを説明した。更に、移動という概念を利用した分岐オブジェクトを設定することで、物理的な距離条件を越えてリンクが成立することを示せた。

なお、提案した配信システムは、実際に機能していない。今後、先にあげた3点の課題を含めて実装を進めていく予定である。

参考文献

[1] Tobias Hollerer, Steven Feiner, John Pavlik, " *Situated Documentaries: Embedding Multimedia Presentations in the Real World* ", In Prof.of 3rd International Symposium on Wearable Computers

- [2] 萬上裕, 高倉弘喜, 上林弥彦, " 地図と風景画を利用した空間データベースのユーザーインターフェース ", DEWS'99, IEICE(1999)
- [3] Tanaka, K., Nishikawa, N., Hirayama, S. and Nanba, K., " *Query Pairs As Hypertext Links* ", In Proceedings of 7th IEEE Data Engineering Conference, pp.456-463(1991).
- [4] Qian, Q., Tanizaki, M., and Tanaka, K., *Abstraction and Inheritance of HyperLinks in an Object-Oriented Hypertext Database System TextLink/Gem*, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.11, pp.1343-1353 (1995).
- [5] Germano Leichsenring, 角谷和俊, 上原邦昭, " A Position-Aware Information Delivery System for Mobile Environments ", 情報処理学会研究会報告, 2000-DBS-121, pp.25-30, May, 2000
- [6] 角谷和俊, 野田玲子, 田中克巳 " 放送型ハイパーメディアのための時間依存リンク機構 ", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-I, No.1, pp.291-302, 1999年1月
- [7] 角谷和俊, 安武剛一, 田中裕彦, 宮部義幸, 今井良彦, " ビジュアルプロトタイピングのための製品仕様オブジェクトモデル ", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J79-D-I, No.10, pp.884-894, 1996年10月
- [8] Hiroyuki Tarumi, Ken Morishita, Megumi Nakao, Yahiko Kambayashi, " *Space Tag: An Overlaid Virtual System and its Applications* ", ICMS99, pp.207-212