

共起関連の性質に基づく地理オブジェクト管理

高倉弘喜* 五島一将+ 上林弥彦+

*京都大学大学院工学研究科

+京都大学大学院情報学研究科

Tel: 075-753-5375 Fax: 075-753-4970

{takakura, gossy, yahiko}@isse.kuis.kyoto-u.ac.jp

あらまし 地理情報システム (GIS) の利用の拡大に伴い、異種の GIS を統合利用する必要がでてきている。本稿では汎用性の高い GIS を実現するため、個々の地理情報をオブジェクト化した地理データベースについて述べる。本システムでは、利用者の目的や状況により、利用者が要求した地理情報やその地理情報と地理分野ソーラス上で関連性の高い地理情報、さらには、地理分野ソーラス上では関連性は低い但同时に表示することで地図理解の補助となる共起地理情報を地理 DB から選択し、それぞれの重要度に応じて表示形式を決定する。本稿では、共起関連をその性質に基づいて異なるクラス間、同一クラス間、インスタンス間の 3 種類の関連に分類する。利用者の状況に応じた共起規則の選択手法や種類に応じた共起規則の多重適用制御についても議論する。さらに、直感的な操作が可能な風景画像を利用者インタフェースとしたプロトタイプシステムについても述べる。

キーワード 地理データベース、地理分野ソーラス、共起関連、風景画像インタフェース

Geographic Object Management Based on Characteristics of Co-Existence Rules

Hiroki Takakura* Kazumasa Goshima+ Yahiko Kambayashi+

*Graduate School of Engineering, Kyoto University

+Graduate School of Informatics, Kyoto University

Tel: +81-75-753-5375 Fax: +81-75-753-4970

{takakura, gossy, yahiko}@isse.kuis.kyoto-u.ac.jp

Abstract According to wide spread of GIS application fields, it is required to realize unified utilization of various kinds of GIS. For the purpose, this paper discusses a geographic database system which manages each geographic entity as a geographic object. By taking user's purpose and situation into account, geographic objects required by the user and their corresponding objects by utilizing geographic domain thesauruses are selected. Furthermore, our system also retrieves co-existence objects which have no relations in the thesauruses but can improve readability of maps. Representation of each object is determined by its importance. Based on characteristics of co-existence rules, this paper classifies them into 3 types, i.e., a co-existence rule among different classes, that within the same class and a rule between two instances. An algorithm to select co-existence rules based on user's situation and a method to control multiple application of rules are proposed. This paper also represents a prototype system which utilizes scenery images as GUI.

key words Geographic Database, Geographic Domain Thesaurus, Co-existence Rule, Scenery Image Interface

1 はじめに

近年、地理情報システム (GIS: Geographic Information System) が都市計画や防災などの幅広い分野で利用されている。また、計算機システムの小型・軽量化および GPS の普及により、個人レベルでも GIS は一般的になりつつある。現在、GXML 等によりデータ形式の統一が図られているが、多くの GIS は電子化する地理情報やその表示形式が使用目的によって異なる特化システムとなっている。このままでは、一つの地理情報を無数の GIS が独自に管理することになり、冗長性が増すだけでなく、GIS 間の地理情報に矛盾を生じることになる。このような問題が将来必要となる異種 GIS の統合利用を疎外する恐れがある。

汎用性の高い GIS では、状況に応じて表示すべき地理情報を動的に選択し、地理情報の重要度に応じて表示形式を決定できる柔軟な地図が必要となる。本研究では、地図の動的生成を実現するため、個々の地理実体(地物)ごとに地理オブジェクト化したデータを管理する地理データベースの開発を行っている。動的地図生成では、利用者が記述した地図生成質問に従って、利用者の要求する地理オブジェクト(主題)、主題と地理的に関連が高い地理オブジェクト、地理的には関連性は低い但同时に表示すれば地図理解の補助となる共起地理オブジェクトを地理 DB から選択する [5, 6, 13]。本稿では、共起地理オブジェクトを選択するための共起関連の管理について議論する。共起関連を、異なるクラス、同一クラスに属する地理オブジェクト間の関連、インスタンス間の関連に分類し、それぞれの適用アルゴリズムについて説明する。

一方、GIS の汎用利用のため、直感的な利用者インタフェースが必要である。そこで本研究では、利用者が見ている風景画像をそのまま利用者インタフェースとするシステムの開発も行っている [15]。本稿では、この利用者インタフェースの拡張により、風景画像を通して共起関連を定義・操作する機能について述べる。

以下、2 節で本稿で用いる用語等の基本的事項を説明する。3 節は地図分野シソーラスの概要について述べ、4 節で共起関連を性質に応じて分類する。5 節は利用者状況に応じた共起関連の選択手法について述べる。6 節では、共起関連の多重適用の結果、多くの共起地理オブジェクトが選ばれることにより地図の判読性が低下するのを防ぐ制御手法について議論する。最後に、7 節で開発中のシステムの概要について紹介する。

2 基本事項

2.1 地理データベース

現在、GXML 等により地理情報の記述形式の共通化が図られているが、具体的にどの地理情報をどのように表現し空間データベースに格納するかは GIS により異なり、その多くはそれぞれの利用目的に特化し

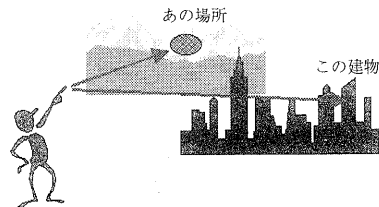


図 1: 現実世界を用いた地理 DB インタフェース

た地理情報を扱っている。一方で、一つの GIS を不特定多数の利用者が個々の目的で利用できる汎用性の高い GIS が必要となりつつある。本研究では、汎用的なデータ形式で地理情報を格納し、利用者の目的に適した地図を動的に生成する地理データベースシステムの開発を行っている。本稿では、地理データベースで学校、駅、道路、河川等の各地理実体(地物)を表すデータを地理オブジェクトと呼ぶ。

動的地図生成では、利用者が目的とする地理オブジェクト(主題)や地図の利用目的などを地図生成質問で記述する。その質問を基に、システムが主題の地理オブジェクトと関連の高い、あるいは、同時に表示すれば地図理解の補助となる地理オブジェクトを抽出し、それぞれの重要度に応じて表示方式を決定し、地図を生成する。

2.2 風景画像による地図インタフェース

地図は現実世界と地理データベース間の優れたユーザインタフェースの一つであるが、多次元の情報を二次元平面に表現するため、その表現能力には限界がある。また、地図の理解能力に個人差があり、万人にとって理解しやすい地図を作ることもできない。さらに、地図の動的生成のために一般の利用者が正確な質問を記述するのも難しい。

そこで、図1のように、利用者が実際に見ている地理実体を直接指示すれば、必要な地理情報を適切に表示した地図を生成するシステムが必要となる。本研究では、風景画像中の地理実体を利用者が指示するだけで地図質問を自動生成する利用者インタフェースの開発を行っている [2]。本研究のシステムの概要を図2に示す。

3 地理分野シソーラス

地理分野シソーラスとは、地理オブジェクトをその地理的な意味に応じて階層的に分類したものであり、図3に示すようにクラス、インスタンス、およびそれらの間の関係で記述される。地理分野シソーラスにおけるオブジェクト間には、以下のような基本的な地理関係が成り立つ。

特殊化: クラス c_1 がクラス c_2 のうち、ある条件を満たしたものである場合、 c_1 は c_2 の特殊化クラス ($c_1 \Rightarrow c_2$) である。

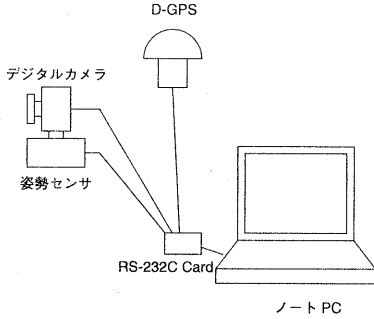


図2: システムのハードウェア構成

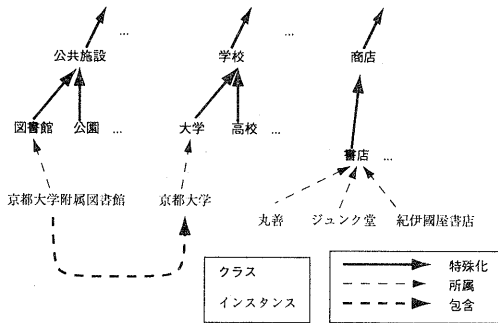


図3: 地理分野シソーラスの例

(例) 大学 ⇒ 学校
 所属: インスタンス i がクラス c の一实例である場合、 i は c に所属 ($i \Rightarrow c$) する。

(例) 京都大学 ⇒ 大学
 包含: インスタンス i_1 がインスタンス i_2 に地理的に含まれている場合、 i_2 は i_1 を包含 ($i_1 \Rightarrow i_2$) される。

(例) 京都大学附属図書館 ⇒ 京都大学

ここで、オブジェクト $o_1, o_2 (o_1 \neq o_2)$ がクラス c またはインスタンス i であるとき、

o_2 が o_1 に (シソーラス上で) 関連している

とは、 o_1 から o_2 へ上記の地理関係を有限回適用することによって到着可能であること、すなわち1個以上の \Rightarrow を用いて

$$o_1 \Rightarrow \dots \Rightarrow o_2$$

が成り立つことであると定義する。

本稿のシステムでは、主題の地理オブジェクトに地理関係を適用して導出されるオブジェクトのうち、適用回数の少ないものほど、主題と関連性が高いと判断し、優先して地図に表示する¹⁾。

¹⁾クラス c を地図上に表示するとは、 c に所属するインスタンス、および c のすべてのサブクラス (のインスタンス) を可能な限り表示することを意味する。

4 共起関連

4.1 共起関連の定義

地図を生成する際に、利用者の要求した主題や地理分野シソーラスによって選ばれた地理オブジェクトだけを表示するよりも、これらの地理オブジェクトと地理分野シソーラス中でほとんど関連は無いが、同時に表示すれば、利用者にとって理解しやすい地図になる場合がある。例えば、

- (1) 道路オブジェクトと河川オブジェクトの表示を利用者が要求した場合、それらが交差する場所に橋オブジェクトも表示する。
- (2) 夕食時に焼肉店オブジェクトと中華料理店オブジェクトを利用者が要求した場合、他の夕食向けの料理店も表示する。
- (3) ある寿司屋の表示を利用者が要求した場合、その寿司屋が関連付けしている地理情報 (本日の仕入れ先など) も表示する。

などが考えられる。本研究では、そのような関係を共起関連と呼び、以下のように定義する [6, 13]。

共起: オブジェクト o_1, o_2, \dots, o_i の組みを選択した際に、同時に選択されるオブジェクト o_j を o_1, o_2, \dots, o_i の共起オブジェクトと呼ぶ。

上記の共起関連により導出された地理オブジェクト組 $o_1, o_2, \dots, o_i, o_j$ に対して、さらに別の共起関連を適用することができる。本稿では、これを共起関連の多重適用と呼ぶ。

一概に共起関連と言っても、その性質により幾つかに分類することができる。先ほどの例で考えると、

- (1) ではシソーラス上で異なるクラスに属する地理オブジェクト間の共起関連を、
- (2) ではシソーラス上で同じクラスに含まれる地理オブジェクト間の共起関連を、
- (3) ではインスタンス間の共起関連を扱っている。

4.2 異種オブジェクト間の共起関連

異なるクラスに属する地理オブジェクト間の共起関連は次のように共起関連規則によって記述される。

Rule1: ($o_1, o_2 \in O$) ? ($O \leftarrow O \cup o_3$)

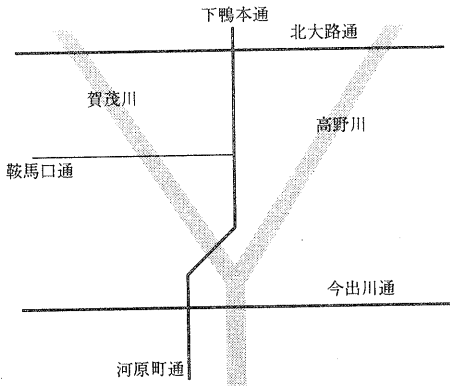
Rule2: ($o_2 \in O$) ? ($O \leftarrow O \cup o_4$)

⋮

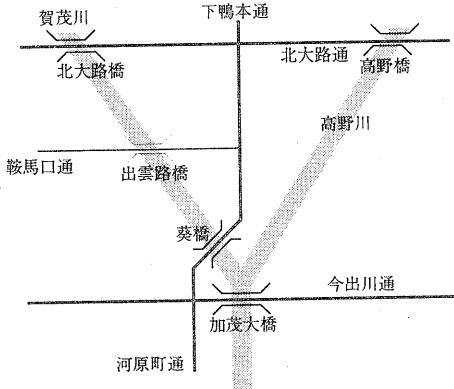
RuleN: ($o_j \in O$) ? ($O \leftarrow O \cup o_k$)

O は選択された地理オブジェクトの組を、演算子“?”は条件を表している。もし条件が満たされれば、右式を実行する。共起規則は共起関連データベースで管理されている。

図4では、 o_1 (河川オブジェクト) と o_2 (道路オブジェクト) が O の要素であれば、 o_3 (橋オブジェクト) を O に追加することを表している。



(a) 共起関連を適用しない地図



(b) 共起関連を適用した地図

図4: 異種オブジェクト間の共起関連

4.3 同種オブジェクト間の共起関連

同じクラスに属する地理オブジェクト間の共起関連は次のような共起関連集合によって記述される。

- Set1: { o_1, o_2, o_3 }
- Set2: { o_2, o_4 }
- ⋮
- SetN: { o_j, o_k }

図5に示すように、共起集合は地理分野シソーラス中でそれぞれの地理オブジェクトが所属するクラスへのリンクを持つだけで、それ自身では論理的な構造を持たない。また、地理分野シソーラスと異なり、複数の集合に重複して所属することができる。

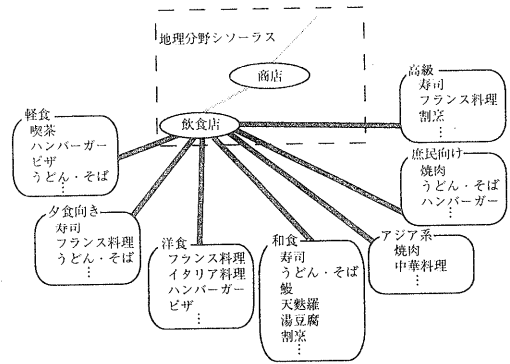


図5: 同種オブジェクト間の共起関連

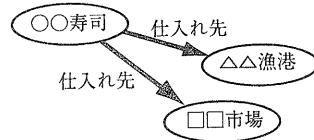


図6: インスタンス間の共起関連

4.4 インスタンス間の共起関連

インスタンス間の共起関連は次のように共起関連リンクによって記述される。

- Link_{1,2}: $o_1 \rightarrow o_2$
- Link_{1,3}: $o_1 \rightarrow o_3$
- ⋮
- Link_{1,N}: $o_1 \rightarrow o_N$

図6に示すように、共起リンクは汎用性の低いものであり、各インスタンスが個別に管理する。ただし、同じクラスに属する複数のインスタンスで、同種の共起関連リンクが生成された場合、共起関連集合として扱うようにする。

4.5 地理オブジェクト

地理オブジェクトは現実世界の地理実体に関する事実のみを表すものとする。個々のオブジェクトは以下のような要素から構成される。

- 識別子: 地理オブジェクトを唯一に表現する番号
- 名前: 地理オブジェクトを表現する文字列
- 共起関連規則: このオブジェクトを左辺に持つ共起関連規則のID集合
- 共起関連集合: このオブジェクトを要素とする共起関連集合のID集合
- 重要度: システムにより目的に応じて変更可能。
- その他の属性: オブジェクトに関する上記以外の情報を保持

地理オブジェクトがインスタンスである場合、さらに次のような要素から構成される。

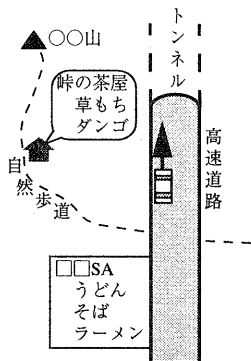


図7: 状況を考慮しない地理オブジェクト表示

- 代表座標:** 代表座標は、オブジェクトが点オブジェクトそのもの場合にはその位置情報であるが、領域や線で表現されるオブジェクトの場合には名前の表示に関する基準位置として利用される。
- 領域座標:** このオブジェクトを表現する点、線、あるいは、領域を構成する座標集合
- 共起関連リンク:** このインスタンスを左辺に持つ共起関連リンクのID集合
- 重要度:** システムにより目的に応じて変更可能(未定義の場合は上位クラスの属性を継承)

5 共起関連の適用手法

5.1 利用者状況に応じた共起関連適用

共起オブジェクトをどのように選択し、表示するかは、利用者の状態、あるいは利用者の周囲環境などに左右されることが多い。本研究ではこれらを利用者の状況と呼び、状況に応じて適切な共起関連を適用する。

例えば、夕方、高速道路を走行中に食事をしたくなったので、「手近な飲食店」という地図を要求したとする。この質問を文字通り解釈すれば、図7のような地図が生成される。図7の地図には確かに要求した情報が表示されているが、全ての情報は利用者にとり価値のないものである。

利用者にとって有益な情報を表示するため、以下のような利用者の状況を考慮する。

- 状況:** 利用者の目的(食事など行動の種類)
 利用者の状態(高速道路を走行中、あまりお金を持っていない)
 利用者の現在地(△△自動車道)
 時間(夕食時)

利用者の状況は基本的にシステムが各種センサーを用いて自動的に認識するが、利用者が明示的に指定することもできる。

利用者の状況を元に最適な共起関連を選ぶ関数 f : $SC \rightarrow CR$ (ただし、 SC は状況の集合、 CR は共起関

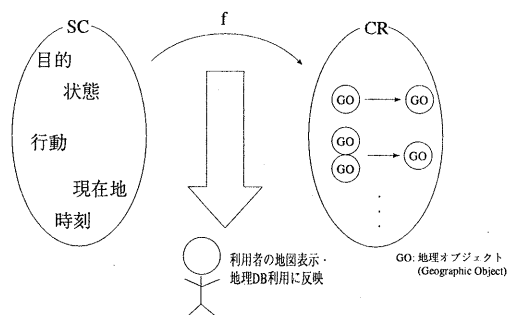


図8: 状況から共起関連への関数

連の集合)を定義し、利用者の要求に沿った共起オブジェクトを選択する(図8)。

これらの関数はライブラリとして提供され、システム側であらかじめ用意するものだけでなく、利用者によって追加・更新することが可能である。

5.2 共起関連選択関数

システムには典型的な地図の利用目的 P_i があらかじめ保存されている。それぞれの目的は適用する共起規則 C_j とその重みを W_{ij} の組を持つ。ここで、共起規則 C_j とは共起関連規則、共起関連集合、共起関連リンクのいずれかを表すものとする。例えば、

$$[P_1, (C_1, W_{11}), (C_3, W_{13})] \\ (0 \leq W_{ij} \leq 1)$$

は「目的 P_1 は共起規則 C_1 と C_3 を持ち、それぞれの重みは W_{11} と W_{13} である」を表している。

システムは利用者の状況に基づいて幾つかの利用目的 P_i を選択する。それぞれの目的 P_i に対して、利用者の状況に対する比重として SG_i を決定する。ただし、比重 SG_i は以下の条件に従う。

$$0 \leq SG_i \leq 1 \quad \sum_i SG_i = 1$$

次に、比重 SG_i ($i = 1, 2, \dots$) を用いて、共起規則の重みの合計 W を求める。

$$W = \sum_{ij} (W_{ij} \times SG_i)$$

さらに、各規則 C_j の重みを初期値 W_{ij} から w_j へ正規化する。

$$w_j = \frac{\sum_i (W_{ij} \times SG_i)}{W}$$

複数の共起規則の内、重み w_j の大きいものほど、その共起規則 C_j の重要度が高いことを意味している。正規化された重み w_j を元に、システムは共起地理オブジェクトを選択する。

これまでに述べた手法を用いることにより、先ほどの例に対して図9のような地図が生成される。

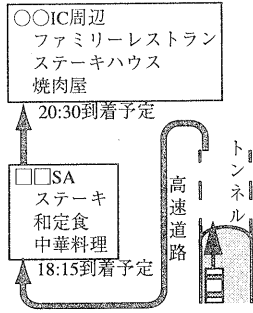


図9: 状況を考慮した地理オブジェクト表示

6 共起関連の多重適用制御

第4.1節で述べたように、共起関連は多重に適用することが可能である。一方で、共起関連を無数に適用していくと、地理データベース中のほとんど全ての地理オブジェクトが選択される可能性がある。限られた表示領域を持つ地図上にあまりにも多くの地理情報を表示すると、かえって読みにくい地図になってしまう。従って、共起関連の多重適用を制御する必要がある。

6.1 共起関連規則の制御

異なるクラスに属する地理オブジェクト間に適用される共起関連規則は次のように制御する。

重みの閾値 w_r : システムは前もって、共起関連規則の重みに閾値 w_r ($0 \leq w_r \leq 1$) を設定する。第5.2で述べたように、共起関連規則 R_1 が最初に適用された場合、その重みは w_1 となる。規則 R_1 の適用によって、新たな地理オブジェクトが選択され、その結果、規則 R_2 が導かれた場合、 R_2 の重みを

$$w_2^* = w_1 \times w_2$$

に変更する。同様に、 R_1, R_2, \dots により、 R_i が導かれた場合、その重みは

$$w_i^* = w_1 \times \prod_{k=2}^{i-1} w_k^* \times w_i$$

となる。このとき、 w_i^* が閾値 w_r よりも小さい場合、規則 R_i の適用を中止し、以後の共起関連規則も導出しない。

共起オブジェクトの比率 Ra_r の制限: 共起オブジェクトはあくまでも地図を見易くするための補助情報であるので、利用者が要求している地理情報が埋没してしまうほど多数の共起オブジェクトを表示することは望ましくない。そこで、主題および地理分野シソーラスによって選択された地理オブジェクトの数に対する共起オブジェクトの数の比率が Ra_r 以下となるように制限する。

適用回数の上限 N_r : 通常は、上記二通りの制限により規則の適用は停止するが、それでも選択される共起オブジェクトの数が多量になることが考えられる。そのような事態を避けるため、共起関連規則の適用回数の総数に上限 N_r を設ける。

6.2 共起関連集合の制御

同じクラスに属する地理オブジェクト間に適用される共起関連集合に対しては、集合の類似度 Sim を用いる。類似度は、共起関連集合に含まれる地理オブジェクトの内、何割が主題または地理分野シソーラスで選択された地理オブジェクトであるかを表す。すなわち、 Set を共起関連集合、 Go を主題または地理分野シソーラスで選択された地理オブジェクトの集合、 $Num()$ を集合の要素数を求める関数とすると、

$$Sim = \frac{Num(\{o|o \in Set \cap o \in Go\})}{Num(\{o|o \in Set\})}$$

で表される。

ここで o_i と o_j を要素として持つ共起関連集合を $Set_{i,j}$ と表す²⁾。まず、 o_i が選択され、次に $Set_{i,j}$ によって o_j が選択されることを $o_i \xrightarrow{Set_{i,j}} o_j$ と表す。また、

$$o_1 \xrightarrow{Set_{1,2}} o_2, o_2 \xrightarrow{Set_{2,3}} o_3, \dots, o_{i-1} \xrightarrow{Set_{(i-1),i}} o_i$$

の共起関連集合の多重適用を

$$Set_{1,2} Set_{2,3} \dots Set_{(i-1),i}$$

と略記する。多重適用が幾重にも連鎖している場合は、最初の共起関連集合から離れるに従って主題の地理オブジェクトとの関連は薄くなるのが自然と考えられるため、類似度の積を検査することにより判断する。

$Set_{i,j}$ の類似度を $Sim_{Set_{i,j}}$ とし、多重適用を許可する閾値を $N_s > 0$ とする。 n 個のオブジェクト ($n \geq 2$) について共起関連の多重適用

$$Set_{1,2} Set_{2,3} \dots Set_{(n-1),n}$$

が許可され、さらに $o_n \xrightarrow{Set_{n,(n+1)}} o_{n+1}$ が成り立つとき、

$$Set_{1,2} Set_{2,3} \dots Set_{(n-1),n} Set_{n,(n+1)}$$

が適用できるための条件は

$$\prod_{i=1}^n Sim_{Set_{i,(i+1)}} \geq N_s$$

である。

例えば、図5において $N_s = 0.3$ のとき

²⁾ 共起関連集合は一般に2個以上の地理オブジェクトを要素として持つが、ここでは簡単のために、全ての共起関連集合は2個の地理オブジェクトで構成されるものとする。

- (1) Goの各要素を持つ共起関連集合の内、類似度が最大のものを選択(「夕食向き」が選ばれたものとする)。
- (2) $Sim_{\text{夕食向き}} = 0.6 \rightarrow$ 共起関連集合を適用。
- (3) 「夕食向き」の要素である「うどん・そば」より「和食」を導出。
- (4) $Sim_{\text{和食}} = 0.5 \rightarrow$ 類似度の積 $=0.3 \rightarrow$ 共起関連集合を適用。
- (5) 「和食」の要素である「割烹」より「高級」を選択。
- (6) $Sim_{\text{割烹}} = 0.5 \rightarrow$ 類似度の積 $=0.15 \rightarrow$ 共起関連集合を適用しない。

上記手法により選択された共起地理オブジェクトの内、類似度の積の大きい共起関連集合に含まれるものを優先して表示する。

6.3 共起関連リンクの制御

他の共起関連と異なり、インスタンス間の共起関連によって得られる地理情報には一般的なものは少なく、利用者が個々のインスタンスに注目した際に表示すべきものが多い。このため、共起関連規則および集合によって選択された地理情報から利用者が取捨選択を行った後、利用者が個々のインスタンスを指定して共起情報を要求するか、地図上の空き領域が閾値を越えている時のみ、共起関連リンクを適用する。

また、共起関連リンクの性質から考えて、共起関連リンクの多重適用の結果選択された地理オブジェクトと元々の地理オブジェクトとの関連性は非常に低い。従って、共起関連リンクの多重適用はシステムが自動的に行わずに、利用者によって適用の指示が出た時のみ実行する。

7 プロトタイプシステム

7.1 開発環境

本稿のシステムでは

Microsoft Windows 98™
 JDK (Java Development Kit) 1.2.1
 ObjectStore PSE Pro (データベース)
 GiST[4] (R*-tree)

を開発環境として使用した。

7.2 機能説明

本節では、共起関連の管理機能について説明を行う。

[共起関連の定義・編集機能(図 10)]

4節で述べた共起関連を新規作成したり、既存の関連を変更する機能である。共起関連はその性質ごとに階層的に分類されている。木構造中の各ノードは共起関連を表す。また、表示されている木の上でノードを

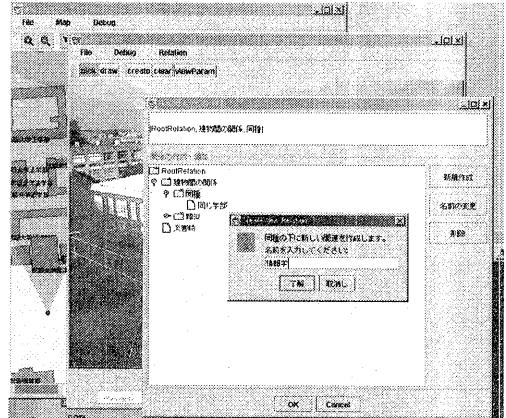


図 10: 共起関連の定義・編集機能

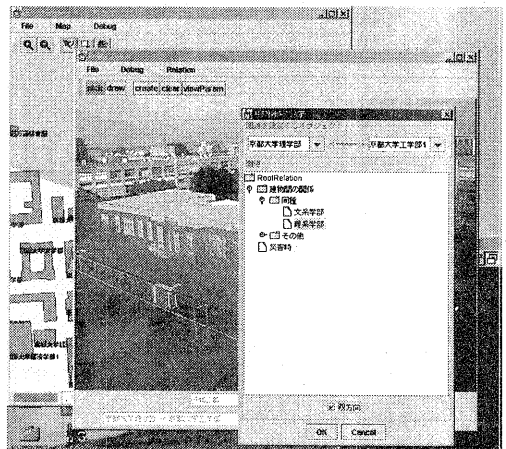


図 11: 共起関連の設定機能

ドラッグすることにより、階層構造を自由に変更することができる。

[共起関連の設定機能(図 11)]

画像中で複数のオブジェクトを選択し、メニュー選択によりオブジェクト間に共起関連を設定する機能である。地理オブジェクトには、写真上で直接指示できるインスタンスだけでなく、そのインスタンスを包含するインスタンスやインスタンスが所属するクラスも指定することができる。

[共起関連の表示機能(図 12)]

あるオブジェクトを指定すると、共起関連で関連付けられているオブジェクトを画像中に表示する機能である。画像中に共起オブジェクトがない場合は、地図ウィンドウを開き表示する。図 12は、「京都大学工学部1」に共起関連「理系学部」を適用し共起オブジェクト「京都大学理学部」を表示した例である。

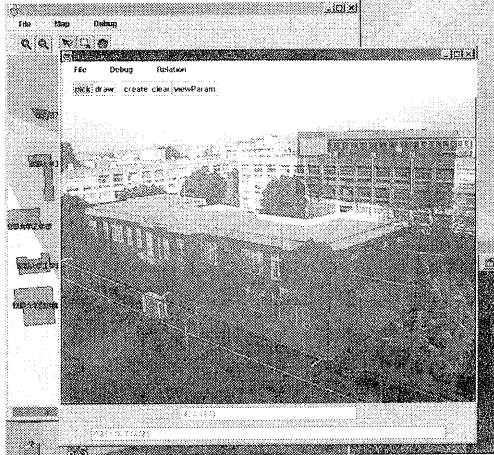


図 12: 共起関連の表示機能

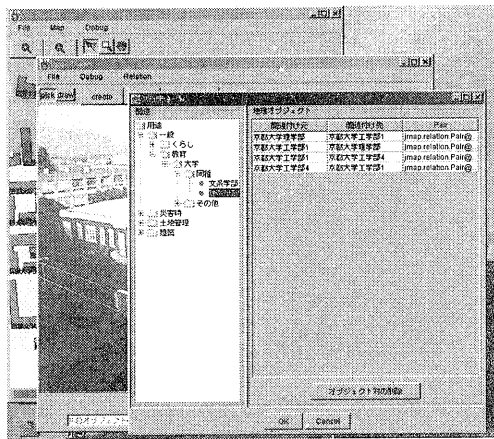


図 13: 共起関連の一覧・管理機能

[共起関連の一覧・管理(図 13)]

設定されている共起関連を一覧表示し、また共起関連の内容を操作する機能である。ダイアログの左半分には共起関連の木構造が表示され、ノード(共起関連)を選択すると右半分にその関連が設定されているオブジェクトの組が一覧表示される。

8 まとめ

本稿では、動的地図生成に用いる共起関連の管理について述べた。共起関連を、異なるクラス間に属する地理オブジェクト間、同一クラスに属する地理オブジェクト間、インスタンス間それぞれ場合について分類し、その性質に応じた共起関連の表現形式を提案した。

また、利用者の状況に応じて最適な共起関連を選択

するため、状況集合から共起関連集合へのマッピング関数を用いる手法を説明し、マッピング関数の詳細について議論した。さらに、共起関連の性質を考慮した関連の多重適用の制御手法についても述べた。

最後に、風景画像をユーザインタフェースに用いた地理DBを拡張し、直感的に共起関連を管理できるプロトタイプシステムを紹介した。

謝辞

日頃から数々の有益な御助言、御協力を頂きました上林研究室の皆様へ感謝いたします。

参考文献

- [1] 有川正俊, “デジタルアース: 空間データ基盤と視覚化インタフェース,” 第10回データ工学ワークショップ(DEWS'99) 予稿集, 1999.
- [2] 萬上裕, 高倉弘喜, 上林弥彦, “地図と風景画像を利用した空間データベースのユーザインタフェース,” 第10回データ工学ワークショップ(DEWS'99), 1999.
- [3] エプソン販売(株), “CLUB Locatio,” <http://www.i-love-epson.co.jp/locatio/>
- [4] J.Hellerstein, J.Naughton, A. feffer, “Generalized Search Trees for Database Systems,” Proc. of 21st Int. Conf. on Very Large Data Bases, pp.562-573, 1995.
- [5] Ken'ichi Horikawa, Masatoshi Arikawa, Hiroki Takakura and Yahiko Kambayashi, “Dynamic Map Synthesis Utilizing Extended Thesauruses and Reuse of Query Generation Process,” Proc. of the 5th Int. Workshop on Advances in Geographic Information Systems, pp. 9-14, 1997.
- [6] 黒田崇, 高倉弘喜, 有川正俊, 上林弥彦, “仮想ハイパーメディア地図における共起オブジェクト,” 情報処理学会第55回全国大会, vol. 3, 5AC-4, 1997.
- [7] 村尾明美, 高倉弘喜, 上林弥彦, “災害時における地図上での動的情報表示機構,” 情報処理学会第58回全国大会, vol. 3, 1V-1, 1999.
- [8] 村尾真洋, 有川正俊, 岡村耕二, “定点観測カメラを用いた拡張/減少空間ハイパーメディアの実現,” 第10回データ工学ワークショップ(DEWS'99), 1999.
- [9] 大沢裕, 坂内正夫, “2種類の補助情報により検索と管理性能の向上を図った多次元データ構造の提案,” 電子情報通信学会論文誌D-I, Vol. J74-D-I, No. 8, pp. 467-475, 1991.
- [10] 大沢裕, “地理情報における時空間データ管理方式の提案,” 「高度データベース」平成10年度公開シンポジウム, 1999.
- [11] S. A. Roberts, G. B. Hall, P. H. Calamai, “Analysing Forest Fragmentation Using Spatial Autocorrelation, Graphs and GIS,” International Journal of Geographical Information Science, Vol.14, No.2, pp.185-204, 2000.
- [12] M. Sester, “Knowledge Acquisition for the Automatic Interpretation of Spatial Data,” International Journal of Geographical Information Science, Vol. 14, No. 1, pp. 1-24, 2000.
- [13] H. Takakura, T. Kuroda, Y. Kambayashi, “A Generation Method for Virtual Hypermedia Maps by Applying Co-existence Rules,” IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E82-D, No. 1, pp. 120-127, 1999.
- [14] 高倉弘喜, 萬上裕, 上林弥彦, “利用者状況に適応した個人向け地理情報システム,” 夏のDBワークショップ'98, 1999.
- [15] H.Takakura, Y.Banjou, Y.Kambayashi “Visual User Interface for Spatial Databases Combined with Landscape Images and Sensors,” DANTE99, IEEE Computer Press, 2000.