

## 地理分野シソーラスと地図作成規則を用いた

5E-7

## 地理データベースの質問作成支援機能

有川正俊 堀川健一 上林彌彦

京都大学工学部

## 1 まえがき

地図をコンピュータ上で構成するシステムは施設管理やカーナビゲーションなどの分野で実用化されている。これらの多くは定型的な応用に向いており、レイヤを基本としている。しかし、データベース本来のデータ共有の立場から考えると近い将来には複数の情報源からデータを集めて、多様な目的に応じた地図を構成することが必要である。多用途の地図システムでは表示と独立なデータ構造を持つ必要がある。このような地理データを格納するデータベースを地理データベースと呼ぶ。

本稿では地理データベースへの質問記述を地図とみなす。地図に相当する質問記述は、領域に相当するデータ量やデータの種類の組合せが地図作成規則を満足したものでなければならない。既に地図作成規則を満足した質問例をあらかじめ用意しておくことにより、利用者が作成している地図作成規則を十分に満たしていない質問を地理分野シソーラスと構造のよく似た質問例を用いてより地図作成規則を満足する質問へと変更する枠組を提案する。

## 2 部分条件地図とその再利用

## 2.1 部分条件地図の種類と役割

地図作成規則とは可読性の高い地図を作るための規則である。以下に4つの主な地図内容のカテゴリを挙げる。

- i) 主題：質問の答。主題としての表示オブジェクトが表示領域（例：ウインドウサイズ）に応じた図形化であること。例えば「大阪府の道路の地図」と「京大内の道路の地図」では道路の詳細化が違う。
- ii) 背景：主題と利用者の知識を結びつけるもので位置関係を把握可能にする内容。表示領域と縮尺に見合う量で利用者に既知であること。
- iii) 推論支援：地図を見て利用者が関係や傾向を推論するために必要な主題や背景に関連した内容。例えば、道順を示す地図では経由地や目標物を加えて示す。
- iv) 意思決定支援：利用者意思の明確化を誘導支援する内容。いくつかの候補地図を計算し、それらに誘導するようなメニューの項目を設ける。

これらのカテゴリの内容を実現した地図を部分地図といい、部分地図作成規則にもとづいて作成される。部分地図作成規則とは、部分条件地図を部分地図に適用する規則で、例えば上記のi)で言えば、{関西, 道路} → {高速道路, 主要国道}のように、領域と主題から新たな主題を計算する規則である。

Functions to Support Query Generation for Geographic Databases Using Geographic Thesauruses and Cartographic Rules

Masatoshi ARIKAWA, Ken'ichi HORIKAWA and Yahiko KAMBAYASHI

Faculty of Engineering, Kyoto University

各部分地図を合成した地図が地図作成規則を満たす地図で利用者の意図を反映している。

これを部分条件地図と呼び、これらを部分地図として再利用することで、利用者の意図を反映した地図を作成する。

地図の再利用には、例えば既存の「奈良県の観光地図」を利用して「京都市の観光地図」を生成する例がある。しかし、本稿では、部分的な条件地図を組合せることにより柔軟性の高い質問作成支援を行う手法を提案する。

次節以降では、地図を再利用するために利用する地理分野シソーラスについて説明する。地理分野シソーラスを用いることで、地図同士の形式的な代用度を計算でき、また、近い地図を計算により求めることができる。さらに近い地図に変化させるために必要な利用者の質問を求めることもできる。最後に、求められた質問をメニューで利用者が選択することによって、利用者は簡単な質問作成で可読性の高い利用者の意図にあった地図を作成できる。なお、シソーラスは質問の再利用の他に質問の誤り検出や誤り補正にも利用できる。[1]

## 2.2 部分条件地図を利用した質問生成の具体例

部分条件地図を利用した質問生成の具体例を挙げる。ここでは地図の表記を({領域}, {主題}, {背景}, {推論支援}, {意思決定支援})とする。「京都市の道路と高校の地図」を例に挙げる。今、地図が({京都市}, {道路, 高校}),  $\phi, \phi, \phi$ )となっていることにする。

上記のi)について今の地図に近い部分条件地図({市}, {国道, 府道, 市道}),  $\phi, \phi, \phi$ )が見つかり、「道路は国道と府道と市道にします」という質問ができる。

ii)について今の地図に近い部分条件地図({市},  $\phi, \phi$ , {国道, 府道, 市道, 鉄道, 観光地}),  $\phi, \phi$ )が見つかり、「鉄道, 観光地を加えます」という質問ができる。

iii)について今の地図に近い部分条件地図( $\phi, \phi$ , {高校},  $\phi, \phi$ , {学校}),  $\phi$ )が見つかり、「高校以外の学校を表示します」という質問ができる。

iv)について今の地図に近い部分条件地図( $\phi, \phi$ , {高校},  $\phi, \phi, \phi$ , {大学, 中学})が見つかり、「大学と道路の地図を作る」「中学校と道路の地図を作る」という質問ができる。このようにして予測された質問でメニューを構成する。

## 3 地理分野シソーラスと代用度

シソーラスを有向非巡回なグラフ( $C, L$ )であると考え。以下でシソーラスに関する基本概念を定義する。

$GO$ : 地理オブジェクトの集合

$c \subset GO$ : クラス

$l = (x, y) | x, y \subset GO$ : 親子関係の有向リンク

$L = \{l\}^*$ : 親子関係のリンクの集合

$lev(c1, c2)$ : クラス  $c1, c2$  間の最短パスのリンク数

$lub(c1, c2)$ :  $c1, c2$  の最小上界 (least upper bound) 集合

図1では、地理分野シソーラス上に、行政領域、教育機関、交通網のシソーラスが作られている。円で囲まれた部分は地理オブジェクトで他はクラスである。「京都」、「よく行く店」のように利用者毎に新しいクラスを作るこ

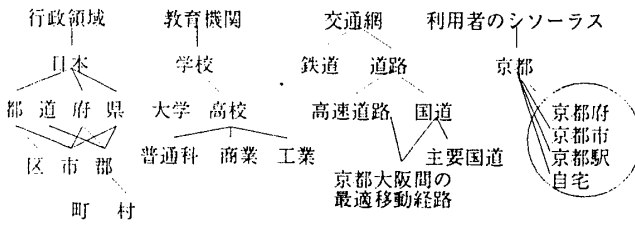


図 1: 地理分野ソースの一部

ともできる。図 2 では地理分野ソースの利用の一例としてソースを利用したメニューの構築例を挙げる。

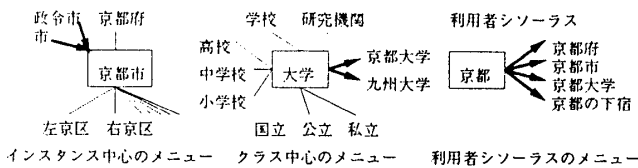


図 2: ソースを利用したメニューの例

### 3.1 クラス間の代用度 $cmpa(c1, c2)$

代用度 (compatibility) とは簡単に説明するとクラス間の置換えの適合性を示す指標である。まず、クラス  $c1, c2$  間の代用度  $cmpa(c1, c2)$  をまず定義する。

$$cmpa(c1, c2) = \min_{c \in \text{Lub}(c1, c2)} \max(\text{lev}(c1, c), \text{lev}(c2, c)) + \text{hasSameParent}(c1, c2)$$

なお、 $\text{hasSameParent}(c1, c2)$  は  $c1, c2$  の親クラスに同じものがあれば 0、なければ 1 を返す。

### 3.2 クラス集合のソース代用度 $cmpa(CS1, CS2)$

クラスの集合をクラス集合と呼ぶ。例えば、{ 学校、高校、大学、病院 } はクラス集合である。 $\text{num}(ClassSet)$  はクラス集合  $ClassSet$  に含まれるクラス数とする。

まずクラス集合  $CS$  のクラス  $c$  に対する代用度を  $cmpa(c, CS)$  を定義する。

$$cmpa(c, CS) = \min_{cs \in CS} cmpa(c, cs)$$

クラス集合  $CS2$  の  $CS1$  に対する代用度を定義する。

$$cmpa(CS1, CS2) = \frac{\sum_{c1 \in CS1} cmpa(c1, CS2)}{\text{num}(CS1)}$$

### 3.3 地理領域の代用度 $cmpa(area1, area2)$

$Area$  を地理領域全体とする。 $area \subset Area$  に対して、 $\text{name}(area)$  は領域  $area$  に相当する地理オブジェクト名を返す。地理オブジェクト  $go$  に対し、 $CS(go)$  は  $GeoObj$  を含むクラス集合を返す。

$$cmpa(area1, area2) = cmpa(CS(\text{name}(area1)), CS(\text{name}(area2)))$$

### 3.4 地図の代用度 $cmpa(map1, map2)$

地図  $map$  は、範囲  $map.area$  と内容  $map.cs$  からなる。

$$cmpa(map1, map2) = cmpa(map1.area, map2.area) + cmpa(map1.cs, map2.cs)$$

### 3.5 部分条件地図

部分条件地図は部分地図作成規則を満たす利用できる地図 (a feasible map) のことである。部分条件地図の集合を  $FMS$  (Feasible Map Set) とし、地図からもっとも近い部分条件地図との代用度を返す  $cmpa(map, FMS)$  を定義する。

$$cmpa(map, FMS) = \min_{fm \in FMS} (cmpa(map, fm))$$

これが 0 に近いことは feasibility の十分条件の 1 つである。また、 $\text{closeMaps}(map, FMS)$  は近い部分条件地図を返す。FMS の内容については次節で述べる。

## 4 質問作成支援の基本原則

本節では 3 節で述べた地図の代用度を用いて、2 節で述べた地図作成規則を満たす地図を構成する手法を述べる。現在の地図を部分地図作成規則を満たす部分条件地図に近付けるための質問集合を計算し、メニューに表示して、利用者との対話を行う。

### 4.1 部分条件地図の再利用手法

2 節で挙げた i), ii), iii) に対しては、それぞれ  $FMS\text{-STheme}$  (領域と主題)、 $FMS\text{-Background}$  (領域と背景)、 $FMS\text{-InferenceSupport}$  (主題と推論支援表示物) という部分条件地図集合 (Feasible subMaps) を用意する。iv) に対しては、意思決定支援に関する部分条件地図集合 ( $FMS\text{-DecisionSupport}$ ) の他に、過去に作成された地図の集合  $UserFMS$  も用意される。これらをまとめて  $FMS$  とする。

現在の地図  $map$  に  $FMS$  を適用するには  $\text{makeFeasible}(map, FMS)$  を利用する。 $\text{makeFeasible}(map, FMS)$  は部分条件地図集合  $FMS$  中で現在の地図に近い地図を実現するために必要な質問の追加や質問の改良を返す。システムはこの返された質問の改良や質問の追加をメニューに表示し、次の地図を作成する。

$\text{makeFeasible}(map, FMS)$  の動作は、まず候補の部分条件地図を  $\text{close}(map, FMS)$  で探し、部分条件地図との差異を示すリンク集合を導出する。リンク集合は選択されるクラスの変更を示しているため質問に等しい。導出アルゴリズムは簡単なので本稿では省略する。

### 4.2 対話モデルの基本的な流れ

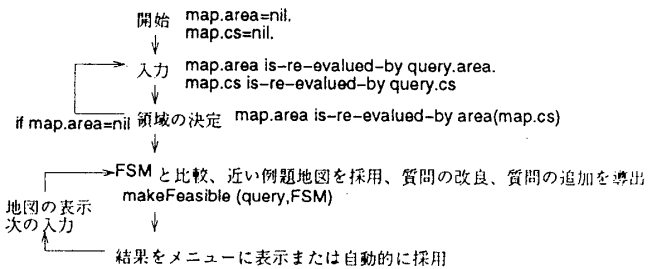


図 3: 対話の流れの概略

対話の流れの概略は図 3 のようになる。 $\text{area}(map.cs)$  は  $map.cs$  で決まる範囲を返す。 $map.area$  が決まるまでは単に入力を要求し続ける。その後は、 $\text{makeFeasible}(map, FMS)$  によりメニューを表示し対話により地図を改善する。

## 5 まとめ

本稿では、地理データベースへの簡単な質問で利用者要求を実現する質問作成支援機能について述べた。地図作成規則を満たす部分条件地図を地理分野ソースによって再利用する手法により、柔軟で可読性の高い対話地図の実現を提案した。

## 参考文献

[1] 有川正俊, 田之上剛, 上林彌彦: 地理データベースにおける利用者要求の明確化/詳細化のための演繹支援機能, 情報処理学会第 47 回全国大会, 1993.