

鳥類図鑑Hyperbookにおける検索とMeSODモデル

不完全質問に関するMeSODモデルの意味論

田淵 仁浩 根岸 晃 村岡 洋一
早稲田大学 理工学部

MeSODモデルの意味論として、不完全質問と呼ばれる質問とその解釈について述べる。まず、不完全質問の直観的定義を示し、MeSODモデル上での意味を述べる。ついで、不完全質問の例題として、鳥類図鑑Hyperbookの動画検索のスケッチ質問を取り上げ、その意味論について論じる。さらに、一般的な意味論に拡張するための操作を定義する。その結果、MeSODモデルにおける不完全質問は、距離空間を構成するための意味的な制約と類似するデータを同一視する制約の集まりと定義される。この定義の下で、不完全質問は質問を含む制約を解消するように構成された距離空間上で、質問との距離がある値以下であるデータを取り出す操作として解釈される。

A Retrieval in Hyperbook on Birds on MeSOD model

Semantics for incomplete queries on MeSOD model

Masahiro Tabuchi Akira Negishi Yoichi Muraoka
School of Science and Engineering, Waseda University
3-4-1, Okubo, Shinjuku, Tokyo, 169 JAPAN

This paper discusses the semantics for an incomplete query, and the interpretation on the MeSOD model. First, the semantics for an incomplete query is intuitively explained on the MeSOD model. Second, several operations are introduced to extend the semantics. By these operations, an incomplete query is defined as a predicate that contains several constraints for composition of a metric space and for substitution. In this definition, an incomplete query is interpreted as an operation to extract data whose distance from the query is less than a threshold value in the metric space, composed by resolution of the constraints.

1. はじめに

データモデル研究の一つの主題は、応用プログラムの対象世界における意味や事実関係を素直に記述する道具を提供することにある。例えば、意味データモデルではis-a関連や導出スキーマ概念がその様な道具に対応する[4]。また、最近のオブジェクト指向データモデルは、意味をデータの動的振舞にまで拡張するモデリングツールを提供しようとしている[2]。

これに対して、データモデルMeSOD[1]はモデル化した世界に対する不完全な質問を許すための基本的な道具を提供することを目的としたデータモデルである。ここで言う「不完全な質問」とは、それだけでは決して目的のデータを捜しえない質問である。

このモデルの提案の動機は、意味モデルやオブジェクト指向データモデルによって対象世界の意味を反映できても、利用者がその世界に疎ければ、データを特定できるような質問を容易には書けないという事実にある。この事実は、マルチメディアデータベース応用のようにコンピュータに疎い人々でも気軽に利用できる応用においては、より顕著になるだろう。例えば、鳥類図鑑をマルチメディアデータベース上に作成したとすると、その利用者は鳥類の専門家よりも鳥についてほとんど知識の無い人の方が多いに違いない。こうした利用者の質問は、「大きさ」、「シルエット」、「色パターン」、「鳴き声」といった表現が多様な情報や、動画の一場面のスケッチのように解釈が一意でない情報を含んだ不完全質問である。

このような不完全質問をMeSODモデルでは、質問の意味に応じて構成された距離空間上で、質問とデータとの距離値を計算し、指定された距離値以下のデータを候補として取り出すこと」と解釈する。すなわち、質問に適合するデータを適合度(距離値)とともに候補としてデータベースより取り出す。そして、MeSODモデルは質問の解釈に応じた距離空間を構成するために必要な基本操作を提供している。

しかしながら、MeSODモデルにとっての不完全質問の意味とその解釈に関する明確な意味論は、確立されていない。すなわち、「不完全な質問がどのような意味で適合すると判断し、そしてその意味をどうすれば質問の解釈に反映できるのか」という質問の意味解釈が明らかにされていなかった。

そこで、本稿では、MeSODモデルにおける不完全な質問の定義と、それに応じた不完全質問の解釈を示す。また、解釈に必要な距離空間の構成概念の定義も

示す。以下では、まず不完全質問の直観的定義を示し、MeSODモデルの基本的考え方を述べる。ついで、鳥類図鑑Hyperbookにおける動画像検索を例題に、不完全質問の例と検索に利用した質問の解釈アルゴリズムの意味論について述べる。さらに、動画像検索に依らない意味論として、MeSODモデル上での不完全質問のより一般的な定義とその解釈について説明する。

2. MeSODモデルと不完全質問

MeSODモデルがターゲットとしている応用は、マルチメディアデータベースに代表されるような、データベースの対象世界に必ずしも慣れていない利用者層が中心の応用である。研究の具体的な例題としている鳥類図鑑Hyperbookでは、データやデータベースに対する質問がマルチメディアを含んでおり、また利用者は非専門家であることが想定されている。このような応用における問題は、利用者の質問が必ずしもデータベース中のデータを特定できるような性質を持っていないことである。その意味で、このような質問は不完全質問である。MeSODモデルは、この不完全質問を扱うための道具を距離空間の概念を背景に提供することを目的としている。

以下では、典型的な不完全質問について説明した後、MeSODモデルの考え方について説明する。

2.1 不完全な質問

一般に記憶や感性に基づいた検索要求は、データベースの伝統的な意味論では、その要求を満たすデータの存在の真偽を判定できない。その意味で、このような質問は、不完全である。例えば、一度見た動画像のある一場面に対する記憶から、そのシーンを要求するような質問、鳥のシルエットや色パターンから鳥を求める質問、鳥の鳴き声の鳴き真似や印象から鳥を求める質問は、いずれも不完全な質問である。実際、動画像の一場面のスケッチが、動画像データベース内の一場面であるかどうかは、質問者にしか判断できない。スケッチと似ているということの意味の解釈が一意ではないからである。また、視覚情報や聴覚情報から鳥を引く場合でも、同様である。例えば、鳴き真似や、色パターンでは、何をどのように真似ているのかが正確には分からない。

このような不完全質問には、不完全さの生じる原因の中心がどこにあるかについて、二種類ある。一つは、人間の感性に基づく質問で、質問の表現(メディア表

現)に不完全さの生じる原因がある質問である。もう一つは、表現ははっきりとしているのだが、その記憶している内容の意味表現に不完全さの原因がある質問である。

(1)メディア/感性に基づく不完全質問

この種の質問の例を鳥類図鑑Hyperbookで挙げると、シルエット,色パターン,鳴き声,印象をキーとする質問がある。例えば、似たようなシルエット、あるいは似たような色パターンの鳥を捜して欲しいという質問は、似ていると思う理由が明らかでないために、質問の解釈が確定できずに不完全となる。実際、シルエットが類似していると思う理由として、「くちばし、尾、頭などの部分形状が似ているから」と言っても、ではどのように、それらの部分が似ているのかについてまでは説明できない。同様に、鳴き声の鳴き真似や、鳴き声に対する印象も、なぜその様に真似するのか、なぜその様に感じるのかについて、明確ではない。

このように人間の感性に基づく質問では、その表現そのものが質問の不完全さの原因となっている。

(2)記憶/意味に基づく不完全質問

この種の質問の例を鳥類図鑑Hyperbookで挙げると、鳥類の生態を収録した動画像に対するスケッチ質問がある。例えば、スケッチで自分の見た場面を表現し、それに似た場面を要求するような質問は、記憶している登場物やその振舞の勘違いや時間のズレを含むために不完全である。この質問は、記憶している内容が不完全であるために、スケッチの内容と、どのように似ている場面を要求しているのかという意味解釈が確定できない。

このように人間の記憶に基づく質問では、その意味表現が不完全さの原因となっている。

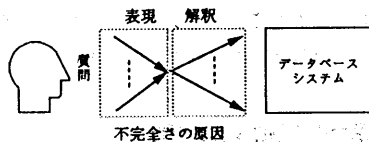


図1 人間とデータベースの関係と不完全質問

2.2 MeSODモデルの基本的考え方

MeSODモデルでは、上述した二種類の不完全質問を、距離空間とそれらを組み合わせた距離空間において評

価し、利用者に質問に対する候補を提示する。MeSODモデルでは、質問の意味を反映する距離空間の組み合わせを作るための基本的な道具を提供するというアプローチを採っている。このアプローチの下で、2.1で述べた二種類の不完全質問を次のように位置づけている。

表現や感性に基づく不完全質問は、定義域上での低位の意味を反映する基本的距離空間において、質問とデータとの距離を計量することによって、質問を評価する[6,7,8]。例えば、我々が現在行っている鳴き真似を質問として許すための距離空間に関する研究[6]では、人間が無意識のうちに合成しているメロディ、リズム、音色と言った要素に基づく基本的距離空間を提案している。

また、記憶や意味に基づく不完全質問は、基本的距離空間を合成したり、分割したりすることによってできる距離空間において、質問を評価する。したがって、この種の不完全質問に対しては、質問の意味に応じた距離空間を構成することが重要である。

意味のある距離を構成するための基本的概念として、MeSODモデルでは、実世界を三つの世界からなるとしている。すなわち、対象世界に意味を反映する世界、基本的な近さの概念を導入した距離空間の世界、そして二つの世界を橋渡しする世界である(図2)。橋渡しするとは、質問に内在する意味の近さを距離の世界に写像することである。具体的には、まず意味世界から取り出した意味に基づいて質問を解釈し、その解釈に応じた近さの基準を距離空間の世界で合成する。そして、質問をその距離空間に写像することによって、不完全質問を評価する。なお、ここで言う評価とは、質問とデータとの距離値としきい値とを比較することである。

このような考えに基づいて、各世界を記述するための単位概念として表1のようなオブジェクト概念を用意している。

表1 MeSODモデルのオブジェクト概念

単位概念名	目的
素オブジェクト	概念モデルの記述
空間オブジェクト	低位の意味の近さの記述
写像オブジェクト	高位の意味の近さの記述

この時、質問の解釈に必要な距離空間を作り出す基本操作は、写像オブジェクトの合成操作として提供

される。

その様な操作を提供する主な道具についての直観的な説明を以下に示す。なお以下の説明では「オブジェクト」という用語は、MeSODモデル上では、素オブジェクトを意味する。

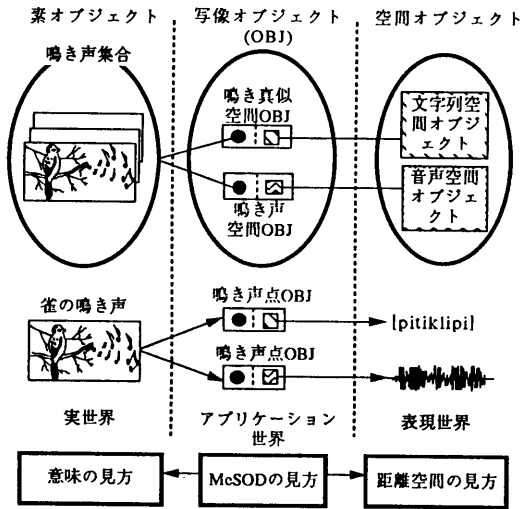


図2 MeSODのオブジェクト概念

(1)属性が似ているオブジェクトを取り出す(図3(a))

属性の定義域に対応する距離空間において、質問中のオブジェクト変数の属性値との距離に近い属性値を持つオブジェクトを候補とする。例えば、質問が鳴き真似と似ている鳴き声を持つ鳥を要求するような場合に利用する。

(2)似たような集約オブジェクトを取り出す(図3(b))

集約オブジェクトの各部品の定義域に対応する距離空間の直積距離空間において、質問中の集約オブジェクト変数の各部品の値の組が近い、部品の組を持つオブジェクトを候補とする。例えば、シルエット図形は、各部分形状に対応する部品の集約オブジェクト[9]であるが、類似したシルエット図形を捜すような場合には、この操作を利用する。

(3)似たような分類に対応する集合オブジェクトを取り出す(図3(c))

分類に対応する集合オブジェクトを点とする距離空間において、質問中の分類との距離に近い分類に対応する集合オブジェクトを候補とする。この操作は、分

類間の距離を適当な距離空間で計るための道具である。例えば、鳥のシルエット分類に対応する鳥集合オブジェクトを、シルエット図形を定義域とする距離空間において求めるような場合に利用する[10]。

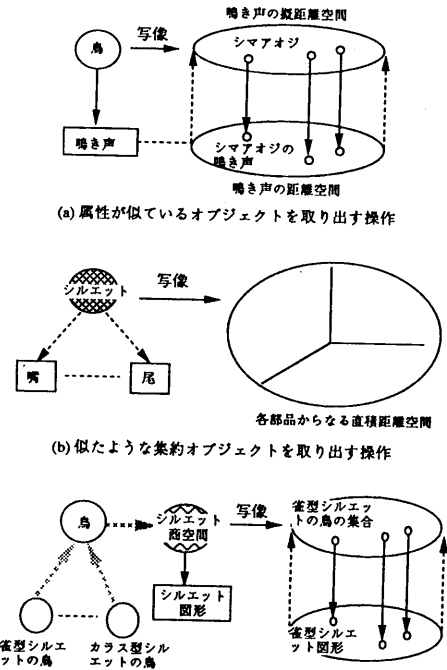


図3 MeSODの基本的操作のオブジェクト概念

2.3 関連研究とMeSOD

距離の概念をデータベースに導入した研究の一つにVAGUEシステム[3]がある。VAGUEシステムでは、定義域上でのデータの近さの意味を反映するために、データ計量の仕組みを関係データベースに外付することによって、利用者に不完全な質問を許せることを実証している。このシステムのモデルは、関係モデルの定義域に対する意味の拡張になっており、基本的には関係モデルである。それに対して、質問の意味解釈に基づいた距離の組み合わせを提供しようというMeSODモデルのアプローチとは本質的に異なっている。

3. 動画像検索の例題とその意味論

不完全質問の意味論について論じるために、例題として、動画像検索を扱う[5]。文献[5]における動画像検索では、鳥の生態を収録した動画像を例題に、いくつかの場面の内容を利用者の記憶に基づいて描いたスケッチから、その場面を検索する方法を提案している。

この方式では、50人の男女学生が描いたスケッチ105個について、25の場面中、上位5位以内に目的の場面が入る確率は85%と良好な結果を得ている。

以下では、まず、この動画検索方式で採用しているインデックス構造と質問の評価方法(アルゴリズム)について説明する。ついで、この方式を一般化するために、MeSODモデル上でのスケッチ質問の意味とその解釈について説明する。

3.1 動画検索の概要

文献[5]における動画検索では、動画検索を図4のように捉えている。すなわち、利用者の記憶に基づいた場面の内容に対応する質問と、あらかじめ動画像に対して付けられたインデックスとを比較し、適合の度合いに応じて候補となる場面を取り出す。

このように動画検索を捉えたとき、技術的課題は動画像に対するインデックス構造と、インデックスと質問の比較方法の決定である。以下では、それぞれについて文献[5]で述べられている解決法を紹介する。

(1)インデックス情報

動画像に付けるインデックスは、利用者が覚えられ、かつ場面を捜す手掛かりとして有効な情報に付ければ良い。これらの条件を満たす情報は、例題の鳥の動画像の場合には以下の通りである。

- a. 登場物
- b. 登場物間の相対的な位置関係と、その時間的推移
- c. 登場物の視覚的的属性と、その時間的推移

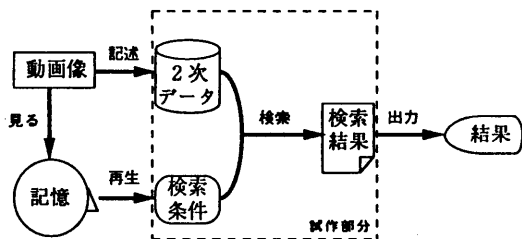


図4 動画検索ダイアグラム

これらの情報を具体的に表現するインデックス構造をスキーマグラフで表すと図5のようになる。ここで、カットは最少時間に区切った動画像の単位で、具体的

にはカメラの切り替わりの間をカットとしている。カットは、属性として登場物集合を持ち、さらに登場物集合が相対的位置関係の系列を属性に持つ。相対的位置関係は、カット内の登場物集合の二項関係なので集約オブジェクトになっている。登場物は、属性として種類と複数の視覚的的属性の系列を持つ。登場物の属性が種類によって決まることを、種類から属性の系列を表す部分グラフ(図5の枠)への関数関連によって表現している。カット内の瞬間的な場面に対応して、複数の視覚的的属性の属性値と位置関係の組を同期としている。

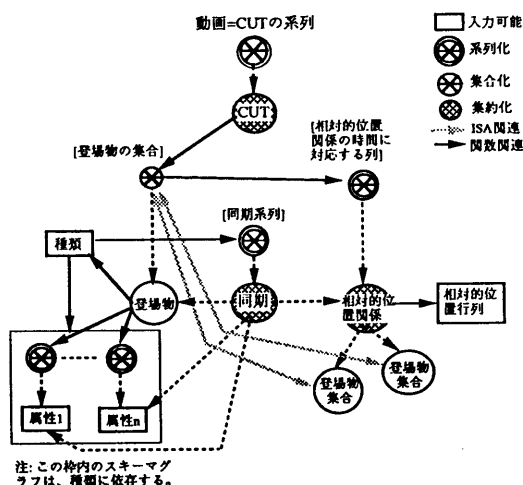


図5 動画スキーマグラフ

(2)評価アルゴリズム

図6(a)のようなスケッチが図6(b)のような動画像を要求しているスケッチ質問の評価アルゴリズムは、以下の通りである。なお、アルゴリズム中の全ての距離は、0以上1以下の実数を返すとする。

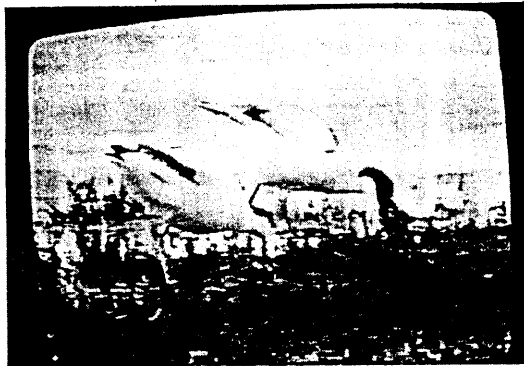
ステップ1: 質問q中に表れる登場物 q_o の種類から、カットc内の登場物oを対応付ける。対応付けるとは、種類の距離空間において、あるしきい値 ϵ 以下の距離でかつ、距離を最小にする種類の登場物oを質問中の登場物 q_o と同一視することである。 q_o と対応付けられた登場物集合を 0_o とする。

ステップ2: 0_o の要素数と質問中の登場物 q_o の数との割合(対応率r)がある値 δ 以下ならば、そのカットに

対する距離を1とし、評価を終了する。登場物集合間の距離 d_{obj} を $1-r$ とする。

登場物、位置関係、(真の)問	ID	基本的な位置	(真の)属性					目的をもったカット
			属性1	属性2	属性3	属性4	属性5	
I	A	121	3	3	2	11	目的をもったカット 「おかしな こと さみし	
	B	12	3	3	2	11		
II	A	12					おかし	
	B	11	3	2				
III	A	121		2	2		おかし おかし おかし	
	B	121		2	2			

(a) 被験者のスケッチ:
このスケッチでは、登場物の数を間違えている。



(b) 目的の二つのカット

図6 スケッチと要求している動画の場面

ステップ3: それ以外の場合には、さらに 0_a の要素間の相対的位置関係 p_{rel} が、 p_{rel} の属性matrices(三次元分)の定義域に対応する距離空間において、最も近い相対的位置関係 p_{rel_a} を決定する。相対的位置関係間の距離 d_{p_rel} を属性matrices上の距離とする。

ステップ4: 相対的位置関係 p_{rel_a} を含む同期SYNCにおいて、登場物毎の各属性 A_i の定義域に対応する距離空間中で、質問中の属性値 q_{a_i} との距離 d_{a_i} を最小にする同期 $sync_a$ を決定する。

ステップ5: 登場物集合間の距離 d_{obj} 、相対的位置関係間の距離 d_{p_rel} 、属性の直積距離 $\sum d_{a_i}$ の総和を質問 q とカット c の距離 d とする。

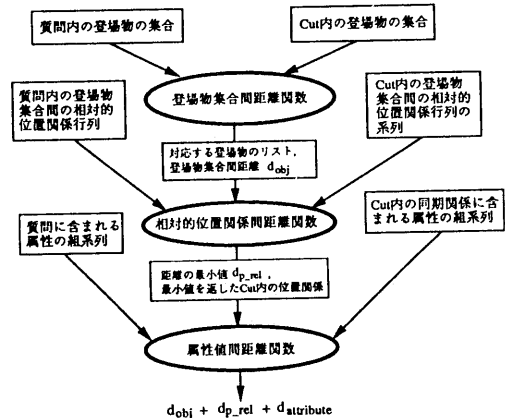


図7 スケッチ質問の評価アルゴリズムのフロー

3.2 検索の意味論

スケッチ質問に対応する評価アルゴリズムには、スケッチ質問の意味とそれに対する解釈が反映されている。以下では、評価アルゴリズムに内在するスケッチ質問の意味について、質問者の意図とそれを反映するデータベース側の解釈、および評価アルゴリズムの前提について順に説明する。

(1) 質問者にとってのスケッチの意味

図5(a)に示したスケッチ質問の利用者の1つの意図は、スケッチで示した場面に良く似た場面の要求である。この質問は、「これこれこういう種類の登場物達が、スケッチで描いた位置関係にあつて、各登場物の振舞いは表に記したようであつた一場面が含まれているカットを捜して欲しい」と解釈されている。

(2)スキーマに対応したスケッチの解釈

3.1の評価アルゴリズムではスケッチ質問を、「スケッチに描かれた種類の登場物に対応する登場物の集合と似ている登場物集合が現われるカットにおいて、各登場物の視覚的属性と相対的位置関係が対応する同期を求め、スケッチに対するカットの評価値を返せ」と解釈している。

(3)評価アルゴリズムに対応する検索例の解釈

(2)の解釈だけでは、3.1で述べたアルゴリズムにはならない。例えば、図7の順序を説明するには、意味として明示されていない制約がある。これは、「似ている」と「対応する」という述語の定義に対応する。(1)の意図にあった「似ている」と「対応する」の定義を制約の形で述べる。さらに、これらの制約を使って、評価アルゴリズムの順序について説明する。

[似ているの意味]

- 登場物集合が似ていないと、カットも似ていない。
- 登場物集合が似ているためには、各要素の種類が似ていなくてはならない。
- 位置関係が似ているとは、二つの登場物間の位置が似ていることである。
- 同期が似ているとは、同じ登場物と同じ位置関係を含む同期の中で、登場物の各属性の値が似ていることである。

[対応するの意味]

- 登場物に対応づけるとは、制約b.を満たすカット内の登場物について、質問中の登場物の種類と一番似ている登場物を質問中の登場物と同一視することである。
- 位置関係に対応付けるとは、制約c.を満たすカット内の位置関係について、質問中の位置関係の属性 matrices と一番近い位置関係を質問中の位置関係と同一視することである。
- 同期に対応付けるとは、制約d.を満たすカット内の同期において、質問中の登場物の各属性値の組と一番似ている同期を質問中の同期と同一視することである。

(3a, b, b')によって、まず、ステップ1のように、質問中の登場物に種類の距離空間において距離が最小と

なる種類の登場物が対応付けられ、対応する登場物集合 0_a が求められる。(3c, c')によって、ステップ2では、位置関係間の距離を計算するために 0_a を参照する。さらに、(3d, d')によって、ステップ2で決定した位置関係 p_rel_a を参照し、カット内の同期を決定する。ここに表れる参照関係によってアルゴリズムに図7の計算順序が生じる。

4. MeSODモデルの意味論

3.で述べた動画像検索の意味論に基づいて、MeSODモデルにおける不完全質問の定義と、質問の解釈のための一般的道具について説明する。以下では、まずMeSODモデルにおける不完全質問の定義について述べ、これを解釈するための道具(操作)を定義する。次いで、それらの道具を使って3.2の評価アルゴリズムを宣言的に解釈する。その解釈の一般性を説明するために、動画像検索のスケッチ質問を別に解釈した場合についても考察する。

4.1 MeSODモデルにおける不完全質問

2.2で述べたようにMeSODでは質問を、「質問の意味にふさわしい距離空間を構成し、その距離空間において質問に最も適合する候補の要求」と解釈する。この質問が不完全になるのは、質問の意味の解釈によって距離空間の構成が異なり、それにともない質問に適合する候補データが異なるためである。例えば、3.2(2)の質問解釈に対して、距離空間の構成を決める3.2(3)の述語「似ている」と「対応する」を表す制約は、ヒューリスティクスである。すなわち、一般的に得られるのではなく、質問者かあるいは応用プログラマによって与えられる。

そこで、「似ている」と「対応する」という述語を定義が後から与えられ、かつ、常に成り立つ述語とする。そして、これら述語の一つ以上含んだ質問を不完全質問と定義する。この場合、3.2(2)の質問解釈は、3.2(3)の複数の述語「似ている」と「対応する」の定義が後から与えられた不完全質問である。

4.2 部分空間と距離最小化代入操作

4.1で述べたMeSODモデル上の不完全質問の定義は、一般的に過ぎる。つまり、述語「似ている」や「対応する」が、MeSODモデル上のどのような操作に対応するのかわらかでない。しかしながら、これら二つの述語は、ヒューリスティクスであるから包括的な定義は

できない。そこで、4.1に対応した質問の解釈に基づいて、この二つの述語の直観的定義を示す。

(1)部分空間による意味的な近さの定義

MeSODモデル上での述語「似ている」の定義を以下のようにおく。

二つのオブジェクト x, y が「似ている」とは、MeSODモデル上で、距離空間を構成する操作を任意の順に適応した距離空間かその部分空間がオブジェクト x, y を含み、かつ距離 $d(x, y)$ がある値 ϵ 以下であることをいう。

距離空間を構成する操作には、2.2節で説明した三つの操作があるが、この定義では部分空間が意味的な近さの表現に不可欠である。これは、以下の理由による。「スケッチで描いた場面に似ているカット」という文脈において、述語「似ている」の中には「スケッチで描いた場面と目的のカットは良く似ていると思うが、その他のカットとの関係は知らない」という意味が内在している。つまり、質問者にとって意味のある近さは、ある限られた集合からなる部分空間における近さなのである。この解釈は、多くの検索要求の場合において妥当であろう。実際、一般に質問者の興味は、質問と所望のデータとの関係に向けられているのであって、それ以外のデータとの類似性については何も言っていないからである。

また、この定義では、MeSODモデルで扱える意味的な近さは、構成操作を適用してできる距離空間とその部分空間で定義される距離で計量できる近さであると主張している。実際、MeSODモデルの考え方は、定義域に固有の距離空間によって低位の意味的な近さを表現し、より応用に依存した高位の意味的な近さを距離空間の構成によって表現している。例えば、動画像検索における相対的位置関係の三次元matrices属性に対応する三次元のユークリッド距離空間における距離は、位置についての低位の意味的な近さを計量する。これに対して、3.2(3c)の「同じ登場物間の位置関係でないと似ていると思わない」という高位の意味は、同じ登場物間の位置関係という制約によって得られる位置関係の部分集合に距離を制限した部分距離空間に反映されている。

(2)距離最小化代入操作

MeSODモデル上での述語「対応する」の定義を以下のようにおく。オブジェクト x' が x に「対応する」とは、MeSODモデル上で、 x' と x を含む任意の距離空間において、 x が距離 $d(x, x')$ を最小にする集合の要素であることを言う。この述語に対応する操作を距離最小化代入と呼ぶ。

この定義の意味を説明するために、述語「対応する」が「似ている」とどのように違うのかについて述べる。述語「似ている」は、二つのオブジェクトが似ているという関係を定義しているに過ぎないが、「対応する」は二つのオブジェクトを同一視する。例えば、不完全質問が本来なら存在しないオブジェクトを含んでいた場合でも、それをある距離空間において距離を最小にする実在のオブジェクトと見なして、質問を解釈するための述語である。

動画像検索の例では、「質問中の登場物の種類に対応する登場物」という解釈によって、種類の勘違いを許している。同様に、「対応する同期」は、要するに、どの瞬間の内容に最も近いのかを調べて、その場面を書いたに違いないと解釈された同期である。

4.3 評価アルゴリズムの宣言的解釈

3.2(3)の「似ている」と「対応する」を距離空間の構成操作による明示的な定義ではなく、宣言的定義によって示し、評価アルゴリズムの宣言的解釈を示す。

(1)制約としての述語「似ている」と「対応する」

[似ている]

- A. 質問とカットが似ていれば、登場物集合の距離空間において、距離が δ 以下である。
- B. 二つの登場物集合が似ていれば、各要素の種類の距離空間において、距離が ϵ 以下である。
- C. 二つの位置関係が似ていれば、位置関係が同一で、かつ、位置関係の属性matricesの距離空間において、距離は1以下である。
- D. 二つの同期が似ていれば、登場物と位置関係は、それぞれ同一で、かつ、各属性の距離空間において、距離は、1以下である。

[対応する]

- B'. 二つの登場物が対応すれば、制約Bを満たす同一のカット内の登場物の種類の距離空間において、最小

の距離を返す登場物が存在する。

C'. 二つの位置関係が対応すれば、制約Cを満たす位置関係系列内の位置関係の属性matricesの距離空間において、最小の距離を返す位置関係が存在する。

D'. 二つの同期が対応すれば、制約Dを満たす同期の各属性値の組を点とする距離空間において、最小の距離を返す同期が存在する。

(2)アルゴリズムの宣言的解釈

アルゴリズムの宣言的解釈とは、すなわちスケッチ質問の解釈である。3.2(2)のスケッチ質問の解釈は以下の通りである。

「スケッチ質問qがカットcと似ていれば、(1)の全ての制約を満たし、かつ、制約A,C',D'における距離の総和がqとcの距離になる」。

この解釈においては、3.1のような評価アルゴリズムにおける距離の計算順序は、質問中の制約を解消する際に自然に生じる。なお、「距離になる」という述語は、距離を計算することによって、真となる述語である。

4.4 質問の別解釈

3.の動画検索では、4.3(1)の制約Aにもあるように、登場物集合を決めることがカットと質問が似ていると判断することの決め手になっている。この制約は、一般的な解釈としても、スキーマを見ても納得できるが、これを種類の近さによって定めることは、質問の1つの解釈に過ぎない。そこで、スケッチ質問の別の解釈について考察する。

(1)登場物の決め方

図5の動画スキーマグラフの位置関係から登場物集合への双方向のISAリンクを辿ることによっても登場物集合を確定できる。これは、位置関係の属性matricesにおいて似ていることを登場物集合が似ていると思う解釈もあることを意味している。実際、「位置関係だけは、自信があるのだが、出てきた登場物の種類は定かでない」という場合には、まさにこのような解釈を必要とする。

この解釈では、4.3(1)の制約Bが、位置関係の近さによる定義に変える。

(2)スキーマの意味を反映する解釈

4.3(1)の制約CやDは、図5の動画スキーマグラフにおける意味を反映している。これは要するにスキーマ中の意味を反映した、述語「似ている」の定義である。したがって「スキーマに反映されている意味を真とする」という制約をあらかじめ用意しておき、これを使えば、制約CやDは、より少ない記述量で書ける。

(3)同期の見つけ方とスキーマ上の意味

スキーマに反映されている意味をいつでも真とするような解釈だけでは、表現しえない質問もある。例えば、同期についての制約は、同期が集約オブジェクトである事実を反映して、位置関係と登場物の属性値が直積距離空間において「対応する」と定義している。

これに対して、同期が瞬間的な時間の対応を表現していることと、人間の時間に対する認識精度とを考慮すると、必ずしも同期ごとの比較は好ましくないかもしれない。実際、同一の登場物を含む同期について、位置関係の属性matricesと各登場物の各属性のそれぞれの定義域に対応する距離空間において、距離最小化代入を求めるような解釈もありえる。この場合、確定した位置関係と各属性の値の組は、同期の要素ではないかもしれない。しかしながら、解釈によって生じたこの組は、いうなれば、質問者にとっての同期であり、質問者にとっては、データベース内の同期よりも望ましい同期である。

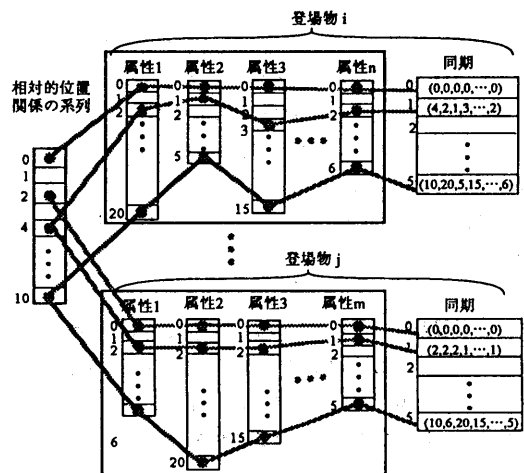


図8 同期のインデックス構造

(3)の例のように動画像のスキーマ構造は、客観的に見て正しいが、質問者にとっては必ずしもそうでない。そのために、質問の評価における順序を明確に表現するには、4.3のような外付けの制約が必要になる。この事実は、どのような優れた意味構造も、不完全質問の解釈によっては役に立たないということの意味する。これは、意味モデルやオブジェクト指向モデルで実世界の意味を忠実に反映するだけでは、不完全な質問を扱えないということでもある。

5. まとめ

本稿では、動画像検索を例題にとって、不完全な質問を扱うためのデータモデルであるMeSODモデルの意味論について、その基本概念を述べた。MeSODモデルにおける不完全な質問とは、ヒューリスティクスとしての述語「似ている」や「対応する」を含んだ質問である。述語「似ている」は、モデルが提供する操作によって構成される任意の距離空間とその部分空間において、ある距離値以下になる二つのオブジェクト間の関係を表す。また、述語「対応する」は、任意の距離空間において、距離が最小となる二つのオブジェクトを同一視することを表す。この述語に対する操作を距離最小化代入と呼ぶ。これらの定義の下で、不完全質問は、「似ている」と「対応する」を定義した制約を付加した任意の述語である。この質問の解釈においては、述語「似ている」の定義によって、意味のある近さを反映し、述語「対応する」の定義によって、質問者の勘違いを許す。

これら二つの述語は、MeSODモデルにおける不完全質問の意味論的解釈における概念パラメータとなっている。すなわち、二つの述語は、不完全質問の定義におけるパラメータで、これらの具体的な定義が与えられることで、質問が解釈される。その意味で、これら二つの述語は、MeSODモデルの質問解釈における概念パラメータである。

今後の課題は、さらにどのような意味的な近さをMeSODモデル上で扱えるのかを明らかにすることである。具体的には、概念間の関係が近いと言うことをどのように表し、解釈するかという課題がある。

参考文献

[1]M.Tabuchi,Y.Muraoka:"MeSOD:the Metric Spatial Object Data model for a multimedia application:

Hyperbook",IEEE COMPCON89 spring,1989

[2]田中克己:"オブジェクト指向データベースシステム-その背景と概念",bit,Vol.20,No.6,pp.687-694(1988)

[3]A.Motro:"VAGUE:A User Interface to Relational Databases that Permits Vague Queries",ACM Trans. OIS.,Vol.6,No.3,pp.187-214(July,1988)

[4]R.Hull and R.King:"Semantic Database Modeling:Survey,Applications,and Research Issues",ACM Comput. Surv.,Vol.19,No.3(Sept. 1987)

[5]根岸晃,田淵仁浩,村岡洋一:"鳥類図鑑Hyperbookにおける個人の記憶に基づく動画像検索",情処第40回全大,4H-2,1990

[6]矢川雄一,田淵仁浩,村岡洋一:"鳥類図鑑Hyperbookにおける鳴き真似を用いた検索方式",情処研資料 90-01S-29-5,1990

[7]矢川雄一,上野正俊,田淵仁浩,村岡洋一:"鳥類図鑑Hyperbookにおける鳴き声検索",情処第40回全大,4H-3,1990

[8]藤沢正幸,矢川雄一,田淵仁浩,村岡洋一:"鳥類図鑑Hyperbookにおける対話型検索について",情処研資料 89-DBS-74-5

[9]藤沢正幸,田淵仁浩,村岡洋一:"鳥類図鑑Hyperbookにおける類似基準の構成法",情処研資料,1990.7

[10]田淵仁浩,村岡洋一:"鳥類図鑑HyperbookにおけるMeSODの商空間OBJの応用",情処第39回全大,7H-1, pp.1034-1035(1989)