

ファジィ・オブジェクトによるユーザ・インタフェースの統合

樋口 克洋 ・ 多田 清志 ・ 田中 繁生 ・ 秋山 義博
金沢工業大学 人間・情報・経営系

今日のマルチメディアシステムが扱う情報のほとんどは、数値表現に限られている。しかし、実際にはこれらのマルチメディア情報に対する操作は、言葉（ファジィ表現）を使用した処理が自然である場合が多い。この点を考慮に入れ、GUIを用いたシステムの分析・設計に Fuzzy Object を導入し、ファジィとオブジェクト指向を統合した、ファジィオブジェクト指向ユーザ・インタフェースの実現を目指す。

Integration of User Interface Using Fuzzy Objects

Katsuhiko Higuchi, Kiyoshi Tada, Shigeo Tanaka, Yoshihiro Akiyama
Information and Computer Engineering, Kanazawa Institute of Technology

Multimedia information that is given in the numerical and digital formats. However operations for multimedia information become convenient for the users if they use fuzzy (computing with words) expressions. Therefore, we researched a fuzzy object-oriented user interface that integrated fuzzy rule-based programming and object oriented programming via analysis and design of the fuzzy object considering the character of the multimedia information.

1. はじめに

情報の中には、数学で記述できないが、言葉で表現できる情報がある。

マルチメディア情報を人間が認識・処理する際に、自分にとって取り扱える段階にまで抽象化する。例えば、色は、物理的には波長で定義・観測されるが、人間は赤色、青っぽい色という風に、その色を言葉で定義し捉えている。

つまり、情報の性質を考えた場合、マルチメディア情報に対する操作には、言葉（ファジィ表現）を使用した処理でなければならない。このことから、視点を超えて処理系を作るためにはファジィ表現を扱う必要がある。

また、現在の GUI を考えたとき、それはオブジェクト指向である。

以上のことから、本稿では、ファジィとオブジェクト指向の統合を考える。

2. Fuzzy Object

人間の認識・処理対象として実在するオブジェクトを *real object* と呼ぶことにする。*real object* と *real system* の状態または動作に関する情報は *Knowledge* として定義され、*real object* の概略・構造・振る舞いを表わす。

人間が *real system* に適切な制御操作を行う場合、*real system* に含まれている *real object* の状態を認識すると、その状態に最も近い表現から適切な動作を決定する。これにより、*real object* は、*Transition* を起こし、別の状態へと変化する。

Fuzzy object とは、この *real object* が取り得る状態と振る舞いに関する知識をオブジェクト指向の枠組みを利用して定義したものである。(図 1)

Fuzzy object は、データ・メンバーとして言語値・言語変数を取り、そのデータ・メンバーにアクセスするためのオペレーションの引数としても、言語値・言語変数をとる。引数には *crisp* の値も取ることができ、*Fuzzy object* は *overloading*

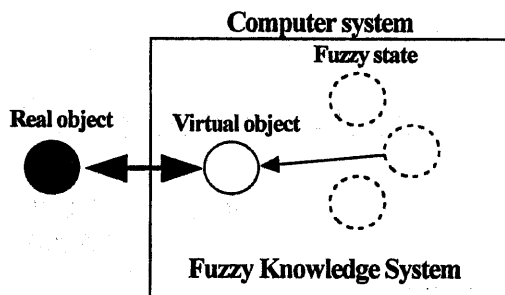


図 1. Fuzzy Object の構成

のメカニズムを用いて、シグニチャにより、適切な動作を行うことができる。

Virtual object は *real object* に対応したオブジェクトであり、いろいろなファジィ状態値を取るようなオブジェクトである。*Fuzzy state* とは、ファジィ形態の状態を示すオブジェクトタイプ（ファジィ・オブジェクト・タイプ）である。

ひとつの *Virtual object* が、複数のファジィ状態（言語値・言語変数の組）の組み合わせとして表現される場合がある。これは、*Virtual object* が複合オブジェクトの場合で、複数の単純ファジィ・オブジェクトのファジィ状態の組み合わせとしてその全体の状態が表現されるケースである。言い換えれば、ここの単純オブジェクトについてはファジィ表現を与えられが、*Virtual object* 全体についてのファジィ表現（言語値・言語変数）を与えられない場合である。

以下では、*overloading* を用いる場合はほとんど自明なので省略して、*Virtual object* を用いる場合について *Case Study* を述べる。

3. Case Study

今回 *Case Study* として作成したシステム - *Knowledge-based Object-Oriented Fuzzy Interface*, 以下 *KOOFI* と略記する- は、作成したコマンドテーブルより、検索コマンドを入力することで、風景画像データの中から最も適切な画像データを検出・表示するものである。サンプル

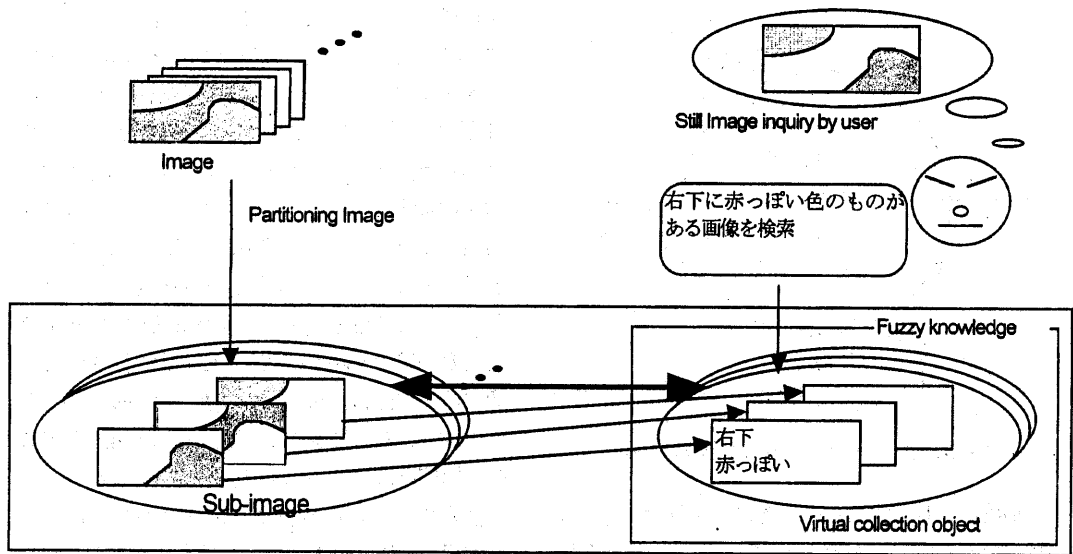


図2. KOOFI システムの概要

として用いた風景画像は、色数の少ないものから、多いものまで個人差に関係なく用意した。

次に、KOOFI システムの概要を示す (図2)

まず、KOOFI システムでは、それぞれの画像から画像に含まれる”もの”の色と位置の情報を事前に抽出し、それを Knowledge としてシステム内に用意している。(この作業自体は、まだ手動により作成している。) ユーザが検索コマンドを入力することにより、システムはそのコマンドから、色・位置に関する言語値を抜き出し、その情報を用いて Knowledge から検索を行う。Knowledge から、適切な画像データが見つかったのなら、その画像データに対しての適合値をつけていき、その適合値の高いものから順に画像データを表示する。

KOOFI システムでは画像データを real object として定義し、Virtual Object は画像データ上に存在する”もの”の色・位置の言語変数・言語値を持った、画像データオブジェクトに対応するオブジェクトとして定義した。また、Fuzzy State は色・位置の言語変数・言語値として定義され、画像データの Knowledge は、Virtual Object を要素と持つコレクション・クラス・オブジェクトとして作成される。この Knowledge を以下では

Fuzzy Knowledge と呼ぶ。

次に KOOFI システムで用いたメンバーシップ関数を示す。

色のメンバーシップ関数は、視覚的に把握できなければならず、そのために、HSB 表色系を用いた。そのため、色は、色相、彩度、明度をもとに各色についてメンバーシップ関数を決定した。”赤”、”オレンジ”、”黄”などはっきりと表現できるものを色相テーブルから 30 度単位で 12 色、また、”赤っぽい”、”黄色っぽい”や”緑っぽい”などという明確に表現できない色を 60 度単位で 6 色決定した。また、彩度、明度をもとに、”白”、”白っぽい”、”黒”、”黒っぽい”、”灰”と 5 色、合計 23 色のメンバーシップ関数を作成した。(図3)

位置については、画像の左上を基点とした x, y 座標から、9つの領域 (Sub-area) を作成し、それをもとに、合計 18 の領域のメンバーシップ関数を作成した。(図4)

Fuzzy Knowledge に対する Virtual Object の検索、ピックアップは、ユーザのコマンドから抽出された言語値・言語変数でもって行われる。Fuzzy Knowledge より、すべての Virtual Object に対して、ユーザが望む言語値・言語変数を含むかどうか

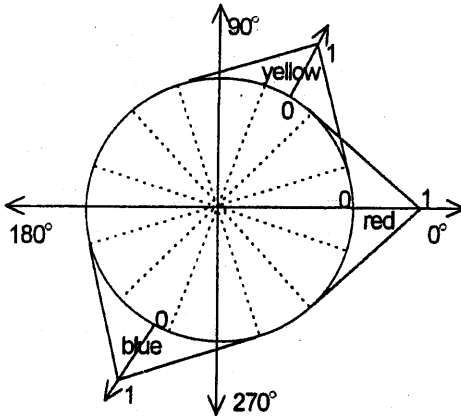


図3. 色のメンバーシップ関数の例

かが検証され、含まれているのであれば、その言語値である度合いが Virtual Object のもつ適合値として選出される。

検索の際に、見つかった画像データ数が5個以上存在する場合、適合値の1番高いものから、他にどのようなもの(色・位置の言語変数・言語値)が存在するか質問を作成し、ユーザがその質問に”はい”、”いいえ”で答えることにより、選出された画像データの中から、さらに適合値を求め、適切な画像データへと絞り込んでゆく。

4. 実験結果・課題

今回の実験では、任意に質問を10問用意し、

その結果、ユーザが望んでいた画像データが表示されるかどうかで検証を行った。その結果、8問が望んでいた画像データを表示した。2問の失敗原因は、位置に対する制限が厳しすぎたことが挙げられる。本来、”下側”という言語値をもつものを検索する場合、”右下”や”左下”に存在するものであっても、選出さなければならないが、今回はそれを行っていない。そのため、ユーザが望んでいた位置と、システムが用意していた位置とで食い違いが起こった。この問題を回避するためには、Virtual Object が複数の Fuzzy State から作成される必要がある。Virtual Object が複数の言語値を持つことにより、複数のメンバーシップ関数のどちらにも属するような場合に対しても表現が可能となる。この表現方法は、もともと Virtual object に必要な形態であり、今後、拡張を行う必要がある。

5. まとめ

Fuzzy Object として Virtual Object を作成し、Fuzzy Knowledge の定義を行った。これにより、オブジェクト指向の枠組みを保持したまま、人間の使用する表現がそのまま使用可能な、効果的なインターフェイスと設計の実現が可能となった。

ここで、Expert の表現は surface structure として記述でき、具体的な定義(メンバーシップ関

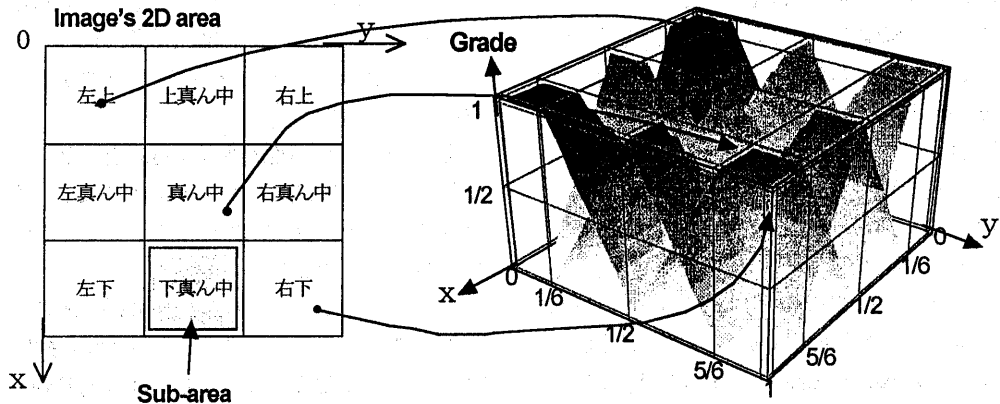


図4. 位置のメンバーシップ関数の例

数) は deep structure として記述できる事が分かり、さらにこれらの記述は、表現上は分離していることが分かった。

今後は、surface structure、deep structure の仕様作成と Virtual Object の複数状態保持への拡張を行い検証することを考える。

謝辞

本研究において、蟹江 重則氏、羽出重 達也氏、好井 亨氏、津田 嘉孝氏は、研究、プロトタイプ開発において貢献してきました。ここに謝辞として記します。

参考文献

- [1] Lotfi. A. Zadeh, "Soft Computing and Fuzzy Logic", IEEE SOFTWARE, NOVEMBER 1994.
- [2] -----, "Fuzzy Logic = Computing with Words", IEEE Transactions on Fuzzy System, Vol.4, No.2, MAY 1996.
- [3] 樋口克洋, 多田清志, 蟹江重則, 羽出重達也, 秋山義博, "オブジェクト指向FuzzyGUIの設計について", 情報処理学会第52回全国大会, Vol. 6, 1996
- [4] Yoshihiro Akiyama, Katsuhiro Higuchi, "Fuzzy Objects - Another Way of Understanding Fuzzy Logic by Computing with Words -", IEEE SMC'97, 1997