

ファジイ情報検索システムの開発(1)

—アーキテクチャと問合せ処理方式—

3S-1

佐藤和洋¹ 茂木啓次² 浪岡美予子¹ 山本洋一¹ 田坂光伸¹
1: (株)日立製作所システム開発研究所 2: 日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社

1.はじめに

人間の知的活動、それに伴う意思決定、を効果的に支援するためには、本質的に曖昧な人間の情報処理を効率的にサポートするファジイ情報処理システムが必要である。その要素としてファジイ情報検索システムがある^{1,2}。本稿では、その実験システムを開発したので、当該システムのアーキテクチャ及びファジイ問合せの処理方式について報告する。

2. ファジイ情報検索システムの構成と機能概要

2.1 システム構成

図1にファジイ情報検索システムの構成を示す。当該システムは大きく、ビジュアルデータ処理部とファジイ問合せ処理部からなる。前者はビジュアルインターフェース部、ファジイ情報エディタ部、及びファジイ問合せ言語インターフェース部からなり、後者はファジイ問合せ処理制御部、ファジイ問合せ解析・変換処理部、ファジイ問合せ実行&評価処理部、及びファジイDD/D管理部、からなる。更に、ファジイ問合せ解析・変換処理部は、ファジイ問合せ解析部とファジイ問合せ最適化部からなる。

2.2 機能概要

(1)ビジュアルデータ処理部の機能概要

ビジュアルインターフェース部は情報検索指示及び取得結果の視覚的操作を司る部分であるが、詳細は次発表³にて報告し、ここでは省略する。ファジイ情報エディタ部は後述するファジイDD/Dで管理するファジイ関連情報の定義及び編集操作を司り(ファジイDD/Dの直接アクセス可)、ファジイ問合せ言語インターフェース部は上記ビジュアル及びエディティングインターフェースを、後述するファジイ問合せ言語インターフェースに変換し、処理結果を取得管理する。

(2)ファジイ問合せ処理部

ファジイ問合せ処理制御部は問合せ処理システム全体を管理し、ファジイ問合せ解析・変換処理部のファジイ問合せ解析部はファジイ問合せの構文・意味解析を行い、後述するファジイDD/Dをアクセスし、ファジイ問合せを单一テーブル(或いはファイル)ファジイ部分問合せ(群)に展開し、当該ファジイ部分問合せ(群)から非ファジイ部分問合せ(群)を作成し、ファジイ問合せ最適化部は上記非ファジイ部分問合せ(群)の最適化処理を司る。また、ファジイ問合せ実行&評価処理部は上記非ファジイ部分問合せ(群)に基づいてデータベース或いはファイルアクセス用コマンドを作成発行し、その取得結果に対してファジイグレード計

算及びファジイ関係代数演算を施し、ファジイグレードを付加した形態で問合せ言語インターフェース部に結果を渡す。また、ファジイDD/D管理部はファジイ項目、メンバシップ関数、ファジイ集合、ファジイ推論規則等の情報を管理する部分で、更に、ファジイ推論処理機能を有し、自身が管理するファジイ推論規則を利用して、問合せ変換、最適化及び問合せ実行等の処理を支援する部分である。

3. ファジイ問合せ言語とその処理概要

3.1 ファジイ問合せ言語

ファジイ問合せ言語としては国際標準データベース言語SQLをベースに、下記形式のファジイ述語を新たに導入した:

```
<FUZZY述語> ::= <パリュー式> is [NOT] <FUZZY関係子> <パリュー式>
| <パリュー式> is [NOT] [<FUZZY修飾子>]
| <FUZZY限量子>
<FUZZY関係子> ::= ABOUT | NEAR | SIMILAR_TO | ...
<FUZZY修飾子> ::= VERY | MORE | MOST | ...
<FUZZY限量子> ::= HIGH | LOW | SMALL | LARGE | ...
```

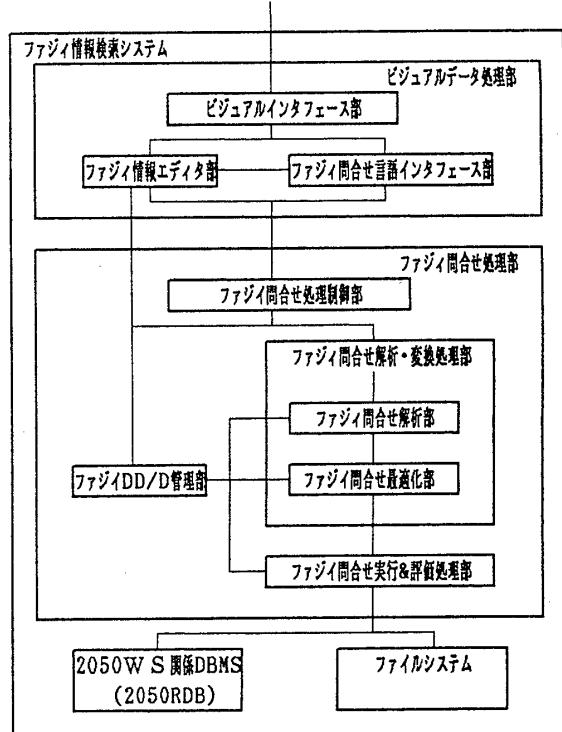


図1 実験システムの構成

3.2 ファジィ問合せ処理方式

上記ファジィ述語を含むファジィ問合せを、第2章で記述したようにファジィ D D / D が管理するファジイメンバシップ関数、規則等を用いて、非ファジィ部分問合せ(群)への展開、最適化処理等を施し、データベースアクセスを行い、実行結果を取得する。その結果に対して指定されたファジィ述語論理式に従ったファジィグレード計算(後述)等を行い、当該グレード値を付加した形式で取得保持する。

4. ファジィ述語論理式のグレード評価方式

4.1 従来方式の問題点

従来のファジィ述語論理式のグレード評価方式は、集合和と集合積を利用したものが主である。当該方式は、処理が簡単ではあるが、ファジィ情報処理の特徴である心理的なファクタが充分反映されていないようと思われる。ユーザの注目点、着眼点が捨象されないように、論理式内の個々のファジィ述語のグレード値の相違を考慮したグレード評価方式が必要である。

4.2 グレード評価方式の改良案

提案方式の着眼点は、個々のグレード値間の差分値を用いて、述語論理式全体のグレード値(適合度)を上下させ、従来方式を補正して提示情報の適合度を決める方式である(図2参照)。なお、以下の議論では、 P_j はファジィ述語、 μP_j はメンバシップ関数、そして α_k 及び β_k はある定数とする。

(1) Conjunctive 及び Disjunctive の場合

(a) Conjunctive の場合

$$\textcircled{1} \quad \text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) < \alpha_0$$

の場合：

$$\text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) + (\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)) * \alpha_0$$

$$\textcircled{2} \quad \alpha_0 \leq \text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) < \beta_0$$

の場合：

$$\text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) + (\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)) * (\beta_0 - \alpha_0)$$

$$\textcircled{3} \quad \text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) \geq \beta_0$$

の場合：

$$\text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) + (\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)) * \beta_0$$

(b) Disjunctive の場合

$$\textcircled{1} \quad \text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) < \alpha_1$$

の場合：

$$\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - (\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n) - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)) * \alpha_1$$

$$\textcircled{2}, \textcircled{3} \text{も (a) の } \textcircled{2}, \textcircled{3} \text{ と同様 (但し、\textcircled{1} 同様 } \alpha_0 \text{ を } \alpha_1, \beta_0 \text{ を } \beta_1 \text{ とする) である。}$$

(2) DNF 及び CNF の場合

(a) DNF の場合

Conjunctive 数を m、上記(1)-(a)を用いて計算されたConjunctive i のグレード値を μC_i 、即ち、

$$\begin{aligned} \mu C_i = & \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)_i \\ & + (\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)_i \\ & - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)_i) * \Psi_c(\alpha, \beta) \end{aligned}$$

ここで、 $\Psi_c(\alpha, \beta)$ は前述の制約条件における α_0, β_0 に関する式である。この時、DNF のグレード値は以下のようにになる：

$$\textcircled{1} \quad \text{MAX}(\mu C_1, \dots, \mu C_m) - \text{MIN}(\mu C_1, \dots, \mu C_m) < \alpha_2$$

の場合：

$$\begin{aligned} \text{MAX}(\mu C_1, \dots, \mu C_m) - & (\text{MAX}(\mu C_1, \dots, \mu C_m) \\ & - \text{MIN}(\mu C_1, \dots, \mu C_m)) * \alpha_2 \end{aligned}$$

②、③も同様に設定される(詳細省略)。

(b) CNF の場合

Disjunctive 数を m、上記(1)-(b)を用いて計算されたDisjunctive i のグレード値を μD_i 、即ち、

$$\begin{aligned} \mu D_i = & \text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)_i \\ & - (\text{MAX}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)_i \\ & - \text{MIN}(\mu P_1, \dots, \mu P_n)_i) * \Psi_d(\alpha, \beta) \end{aligned}$$

ここで、 $\Psi_d(\alpha, \beta)$ は前述の制約条件における α_1, β_1 に関する式である。この時、CNF のグレード値は以下のようになる：

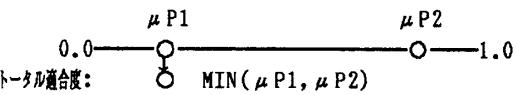
$$\textcircled{1} \quad \text{MAX}(\mu D_1, \dots, \mu D_m) - \text{MIN}(\mu D_1, \dots, \mu D_m) < \alpha_3$$

の場合：

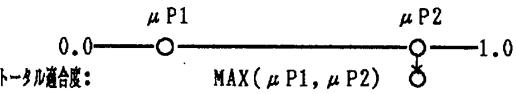
$$\begin{aligned} \text{MIN}(\mu D_1, \dots, \mu D_m) + & (\text{MAX}(\mu D_1, \dots, \mu D_m) \\ & - \text{MIN}(\mu D_1, \dots, \mu D_m)) * \alpha_3 \end{aligned}$$

②、③も同様に設定される(詳細省略)。

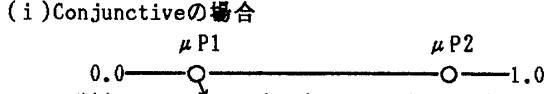
(i) Conjunctive の場合



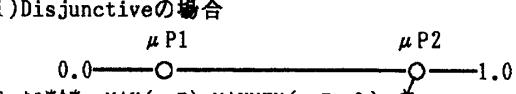
(ii) Disjunctive の場合



(a) 従来方式



(i) Conjunctive の場合



(b) 提案方式

図2 グレード(適合度)評価方式の比較

5. おわりに

ファジィ情報検索実験システムのシステム構成及び問合せ処理方式について報告した。本実験システムは C 言語で記述されており、日立のワークステーション 2050/32 上で動作する。今後は、問合せ処理に関する提案方式の妥当性の検証、機能及び性能の改善等を図る予定である。

[謝辞] 討論頂いた関係各位に謝意を表します。

[参考文献]

- 1) 吉野編著: ファジィシステム入門(オーム社、1987)
- 2) 木本著: ファジィ理論とその応用(サイエンス社、1988)
- 3) 田坂、他: ファジィ情報検索システムの開発(2)-ビジュアルインターフェース-(本大会予稿集)