

やわらかな検索機能と仮想空間インターフェイスを持つ電子園芸辞典

ガーデンコーディネータの試作

荻野 晃大 Somkiat Sea-Ueng 安西 健作
新井 絢子 加藤 俊一

中央大学工学部経営システム工学科
〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

E-mail: {ogino, somkiat, kato}@indsys.chuo-u.ac.jp

現在のデータベースシステムに対して、(a)感覚的であいまいな表現でも検索できるようにして欲しい、(b)適切な結果を得られなかった場合には、自動的に条件を改良して検索を行って欲しい、(c)アプリケーション分野に対する知識を持っていないユーザに対し、自動的に知識を検索結果に反映させて、検索結果を分類して欲しい、(d)3次元仮想空間インターフェイス内に検索結果を表示して、できあがりイメージを確認できるようにして欲しい、などの要求が高まっている。

本研究では、上記の機能を持った人に優しいデータベースシステムの構成法を検討し、プロトタイプシステムを構築し、評価した。その結果、ユーザのあいまいな表現で感覚的に検索を行い、検索結果を得ることが可能となった。

Human-friendly Database System with Flexible Retrieval Functions and Virtual Reality Interface

--- Electronic Botanical Garden Coordinator ---

Akihiro OGINO Somkiat SEA-UENG Kensaku ANZAI
Junko ARAI Toshikazu KATO

Department of Industrial and Systems Engineering
Chuo University

1-13-27, Kasuga, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8551, Japan

E-mail: {ogino, somkiat, kato}@indsys.chuo-u.ac.jp

This paper proposes basic concepts and their implementation methods of human-centered database systems; they are flexible inquiry for elastic and similar matching, seamless knowledge support for domain specific queries, and seamless connection to virtual space interface for providing 3D-working space. This paper also describes our experimental multimedia botanical encyclopedia for garden designing, which is an example of human-centered multimedia database systems.

1 はじめに

現在のマルチメディアデータベースシステムに対して、

1. 感覚的であいまいな表現でも検索できるようにして欲しい。もし検索が絞り込まれすぎて適切な結果を得られなかった場合には、自動的に条件を改良して検索を行って欲しい。
2. データベースが対象とするデータの知識を持っていないユーザに対し、自動的に知識を検索条件に組み込み、検索して結果を提示して欲しい。
3. 3次元仮想空間インターフェイス内に検索結果を表示して、できあがりイメージを確認できるようにして欲しい。

などのニーズが高まっている。そのため、このようなシステムをもった人に優しいデータベースシステムが必要とされている。

例えば、ほとんどのデータベースシステムは、季節や色のような本来は連続的な値をとるデータを「春」「夏」のように離散的な値を見なして分類して検索を行っている。この検索方法では、ほとんどのユーザがイメージする「～ごろ」「～っぽい」「～な感じ」のような、範囲や定義があいまいな状態での感覚的検索を行うことができない。そのためユーザは検索を行うために、あいまいなイメージを自分でデータベースの定義に合わせて変換し、検索を行う必要がある。

例えば図1のように、ユーザのイメージではグループA、Bの両方に存在している、定義があいまいなデータの検索を行うとする。ユーザはこのデータが、どちらのグループに定義されているのかわからない。適当にグループB内の検索を行った場合、グループAに定義されているため、検索できない。よってユーザは、もう1度グループAの検索を行わなければならない。

複数の検索条件を入力した場合、検索条件に一つでも厳しいものが含まれていると検索されるデータ数の減少や条件に合うものが無いなど問題が起こる。よって、ユーザは納得できる検索結果を得ることができない。しかし、ユーザ

はどの検索条件が原因で自分の求めるデータが提示されないのかわからない。よって、複数の検索結果を一つずつ変更して、繰り返し検索を行わなければならない。

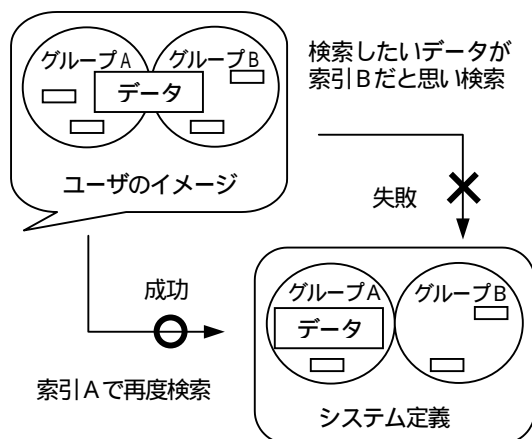


図1 柔らかい検索ができないときの問題点

検索を行うほとんどの人は、アプリケーションに対する知識が無いために、あらかじめデータベースに入っている知識を検索結果に対して十分活用できない。

例えば、複数のデータ(A,B,...)を組み合わせ、何かを作成する場合を考える。入力条件により、データA,B,D,Eが検索されたとする。しかし、データA,Bは同時に使用してはいけない。この知識を知らないユーザは、検索結果のデータA,B,D,Eを同時に使用し、結果的に作成に失敗するということが起こる。そのため、検索条件を入力するだけで、データベース内の知識を自動的に検索結果に反映させて、検索結果を分類してくれるシステムが必要である。

また検索結果をもとに、花壇の作成や家の内装などを行ったとき、自分のイメージと異なってしまう、始めからやり直さないといけないことが多々起こる。データベース内から検索された結果を使用して、仮想空間でできあがりイメージを確認できるシステムが必要である。

著者らは、上記の問題を解決するために以下のシステムをデータベースに組み込み、「人に優しいデータベースシステム」を構築する。

1. データに確からしさのグレードを与えて表現し、あいまいな表現で直感的に検索ができるようにする。もし、ユーザの検索条件によって結果が絞り込まれすぎた場合に質問を自動的に改良し、ユーザの想定した検索条件に近いものを検索結果として提示する。
2. アプリケーション分野に対して詳しい知識を持っていないユーザが、関係する条件の情報を調べることなく容易に検索結果を利用できる。
3. 仮想空間でできあがりイメージの変更、確認を行える。

2 人にやさしい検索システムの実現法

ここでは、上記で述べた人にやさしい検索システムを構築するための3つの方法論について詳しく述べる。

2.1 範囲があいまいなデータの検索方法

2.1.1 あいまいな検索の必要性

ここで、電子園芸辞典のユーザの検索を考えてみる。ほとんどのユーザは「春ごろに咲く花が検索したい」などのような範囲があいまいな検索要求を持っている。しかし、連続的な値をとるデータを離散的なグループに分類して検索を行っているマルチメディアデータベースではこのようなあいまいな条件による検索が、以下の理由からできなかった。

1. 季節や花の開花時期のような緩やかに変化するデータを離散的データに置き換えて定義していたため。
2. 個人によって考える季節の範囲が異なるが、システムで離散的にデータを決定していたため。

この2つの問題点を解決し、ほとんどのユーザが持つあいまいなイメージのままでの検索を可能にする必要がある。

2.1.2 緩やかに変化するデータの定義

連続的に値が変化する季節を「3月31日まで冬、4月1日から春」のように離散的にデータ

を分類することによって起こる問題点を解決するために

季節に「季節に属するグレード」

花に「開花状態のグレード」

を与え、メンバシップ関数で表現する。これにより、実世界のような緩やかに変化する季節や本当の花のような緩やかな開花状態を表現することが可能になる。(図2、図3)

図2、図3は縦軸を季節に属するグレード、開花状態のグレードを示している。このグレードが高いほど、その季節であり、開花しているということになる。

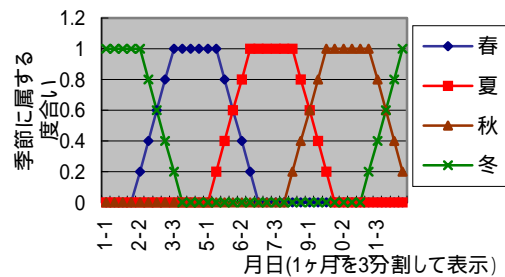


図2 緩やかな季節の定義

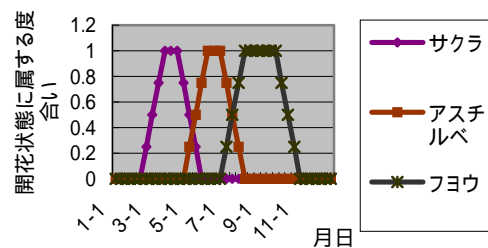


図3 緩やかな開花時期の定義

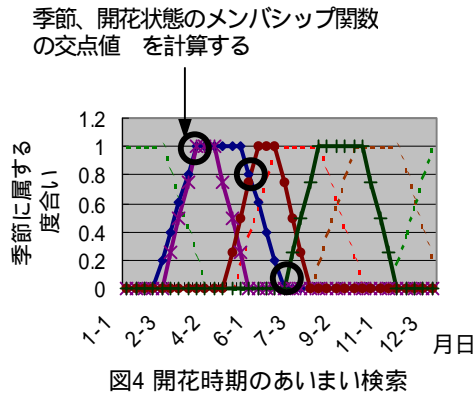
2.1.3 あいまいな表現による検索方法

季節を「季節に属するグレード」で表現されるファジィ集合A、花を「開花状態のグレード」で表現されるファジィ集合Bとする。このファジィ集合Aの「季節のメンバシップ関数」とファジィ集合Bの「開花状態のメンバシップ関数」との論理積の最大値を求めることによって「春ごろに咲く花」の検索が可能となる。

例えば、「春ごろに咲く花」の検索を行う場合、“春を表すメンバシップ関数”と“開花状態を表すメンバシップ関数”の論理積の最大値である交点の値が0より大きいもの、すなわち「春

である満足度」が0より大きいものを提示することになる。

図3で例に上げたサクラ、アスチルベ、フヨウを使用して、図4で検索方法を説明する。



開花状態のグレードを持ったサクラ、アスチルベのメンバシップ関数は、春のメンバシップ関数と交点が0より大きいので「春ごろに咲く花」=「春である満足度が高い花」として検索結果としてユーザに提示される。このように連続的な値をとるデータをメンバシップ関数で表現することにより、あいまいな表現のまま検索が可能となる。

しかし、この方法では「春ごろに咲く花」の検索は可能であるが、少ししか咲いていない花から満開の花まですべて検索されるため、ユーザごとに異なる要求に答えることができない。個人ごとに異なる要求に答える方法を2.1.4節で述べる。

2.1.4 個人ごとに異なる定義の考慮

もう一度、「春ごろに咲く花」の検索を考える。ユーザは「春に満開になる花を検索したい」「春に咲き始めてくれる花なら何でもよい」のように、花の開花状態について個人で異なる要求を持つ。そのような要求に対応するために著者らは、ユーザに「春である満足度」の値を表示し満足度の高いものから、提示する方法でその要求に応える。また「春ごろに咲く赤っぽい花」などのような複数条件の場合、「春である満足度」と「赤である満足度」によって求められる総合的な満足度の値をユーザに値の高いものが

ら提示する。(図5)

このように検索結果にグレードの値をつけて提示することにより、ユーザは自分の納得できる所までの検索データを採用すればよいことになる。

ユーザAが「春ごろに咲く赤っぽい花」の検索を行ったときの結果提示の流れ

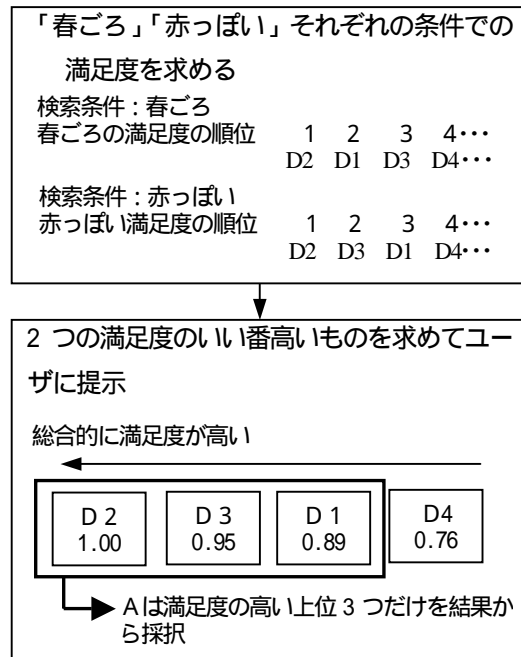


図5 検索結果の提示の例

2.2 色の検索

連続的な値をとる色を「赤」「ピンク」「青」のように離散的に分類し、検索しているデータベースでは、ユーザのイメージする色とデータベースに格納されている色が異なる場合に、季節の検索と同様にユーザ側でイメージする色を変換してから、検索する必要がある。著者らは(R,G,B)空間内に個々の色(R,G,B)の値をマッピングすることにより、連続的な変化を表現し、感覚的な検索方法を可能にする。

ここで、定義した方法による検索の手順を以下に示す。

1. 検索時、画面に表示されているカラーパレット(図6)から自分のイメージする色に近いものを選択する。

2. ユーザによってカラーパレットから選択された色の (R,G,B) 値を検索のキーとする。このキーと事前にデータベースに登録されている花の色の (R,G,B) 値との3次元空間距離を計算する。(図7)
3. ある一定区間内にあるデータを空間距離の近い順番に並べ、距離の値を表示しユーザに提示する。この順番はキーの色と似ている順番である。

以上の方法で、ユーザがカラーパレットで指定した色に似ている色を持った画像の検索が可能となる。



図6 カラーパレットを使用したGUI

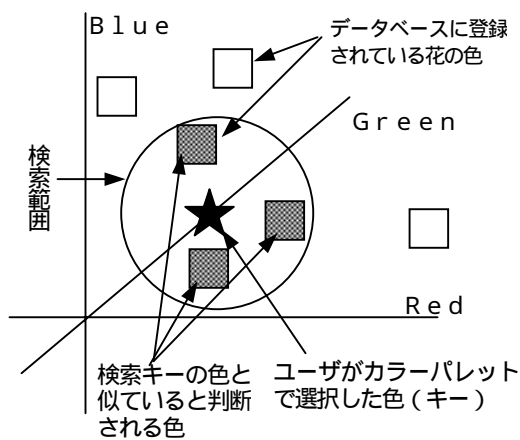


図7 キーと類似色をもつ花の検索

2.3 質問の自動的な改良

複数の検索条件を入力した場合、検索条件に一つでも厳しいものが含まれていると提示されるデータの減少や条件に合うものが無いなど問題が起こる。しかし、どの条件が「絞り込み過ぎ」や「検索結果の提示が1件もない」ことの原因になっているのかがユーザに提示されない。よってユーザはいろいろと検索条件を変えて複数回検索をやり直さなければならない。

検索結果が絞り込まれすぎた場合に、システムで自動的にその原因となっている検索の条件の程度を柔らかくする。このように作成された、入力条件の補助を行った新しい条件で検索し、ユーザに補助した部分を表記して提示するシステムを構築する。

以下に、図8を使用して検索条件の改良を行う過程を示す。

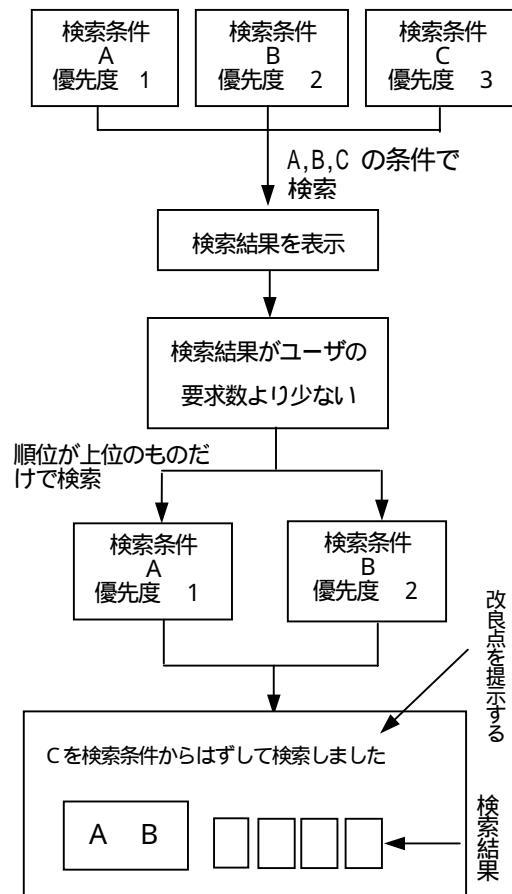


図8 質問の改良を行うプロセスと結果の提示方法

1. 検索を行うとき、ユーザに重視する検索条件の優先度と最低提示してほしいデータ数を入力してもらう。
2. 検索の結果、ユーザの要求する個数よりも少なかった場合、システムで自動的に優先度が低い検索条件から値を緩めた検索条件で検索を行いその結果をユーザに提示する。この方法によって、1つ1つ検索条件を変えて繰り返し検索をやり直すことが無くなる。また、検索の改良を行った場合にはどのように検索条件を変えたのかをユーザに提示する。

2.4 知識の利用

検索を行うほとんどの人は、アプリケーションに対する知識が無いために、あらかじめデータベースに入っている知識を検索結果に対して十分に活用できない。

例えば、寄せ植えで花壇を作成したい園芸初心者が、「春ごろに咲く花の検索」をあいまい範囲が定義できる電子園芸図鑑で検索を行い、結果として「イワウチウ」「イカリソウ」「ヒメシャクナゲ」「トモソウ」「ジンチョウゲ」が提示されたとする。園芸に対する知識の無いユーザは、この5つの花を同時に植えてしまい、枯らしてしまう。なぜなら、「イワウチウ」「ジンチョウゲ」は乾いた土を好み「イカリソウ」「ヒメシャクナゲ」「トモソウ」は湿った土を好む。よって、この2種類の花を1つの花壇に植えてしまったらどちらかが枯れてしまうのである。

このようにデータベースが対象としているアプリケーション分野の知識をもっていない場合、結果のデータを利用するまでにかなりの熟練が必要となる。

そのため図9のように、ユーザが指定した検索条件以外にシステムで自動的に、データベースが対象としている知識を利用し、検索された結果に対して追加した制約条件の程度別に適当に分類し、ユーザに提示する。

例えば、季節や花の色など条件で検索された結果に対して、利用者が明示的に指定しなかつ

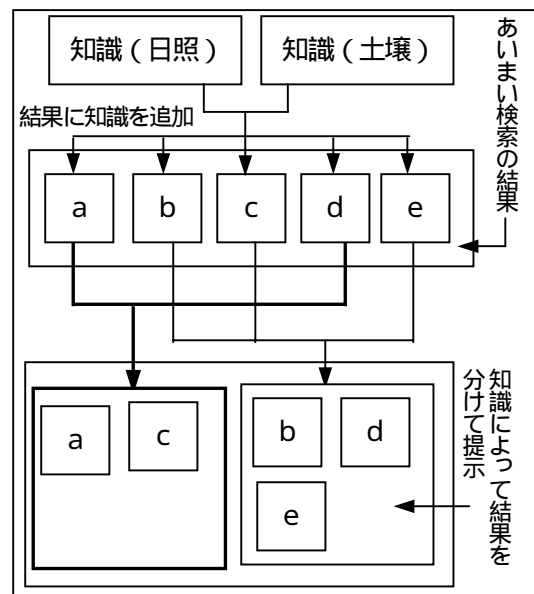


図9 知識を追加した検索

た土壌や日照条件などの属性に注目し、土壌の状態や日照の条件の程度で、検索結果を総合的にグループ分けする。すなわち、図2.8の図で説明すると、土壌の状態で分類された中で、また日照の条件で分類されるということになる。そして総合結果を提示することによって、AとBのグループの花は同じに植えてはいけないという情報をユーザに提示する。

2.5 仮想空間を用いたGUI

ここでは、ガーデニングを題材して仮想空間を用いたGUIについて説明する。

ガーデニングを行うために花の検索を行うユーザは、検索結果として提示された画像データなどをもとに花壇の作成等を行う。しかし、検索結果の画像データをもとにして実際に花壇の作成を行って見たら、納得がいかない場合が多い。できあがりイメージがよくつかめないまま、設計するのは難しいため労力を必要とする。そのため検索結果をもとに、仮想空間上の花壇での花のレイアウトを納得ゆくまでおこなってから、実際の花壇でのレイアウトを行うことで納得のゆく花壇の作成が必要である。

以上のように、2.1~2.5 節までの3つの方法

をシステムに取り入れることにより、人にやさしいデータベースシステムを構築することが可能となる。

3 システム構成

2節で示した「人に優しいデータベースシステム」はインターネットを介して利用することを前提にシステム設計を行った。システムの構成は大きく「データベースサブシステム」と「GUIサブシステム」に分けることができる。その各々の部分について以下に詳しく述べる

3.1 データベースサブシステム

データベースにはオブジェクトの型が継承できるオブジェクト・リレーショナルデータベースの PostgreSQL を使用して構築を行っている。Web 経由で入力された検索条件データが Web サーバーを経由してデータベース制御部に渡され、そこで SQL 文を作成して検索を行う。その構成を図 10 に示す。

ユーザによって「1番 A」、「2番 B」、「3番 C」のように重要度を付与して入力された検索条件の A B C をデータベース制御部で SQL 文に変換し、データベースに検索要求を出す。検索結果の提示がユーザの要求する数に満たない場

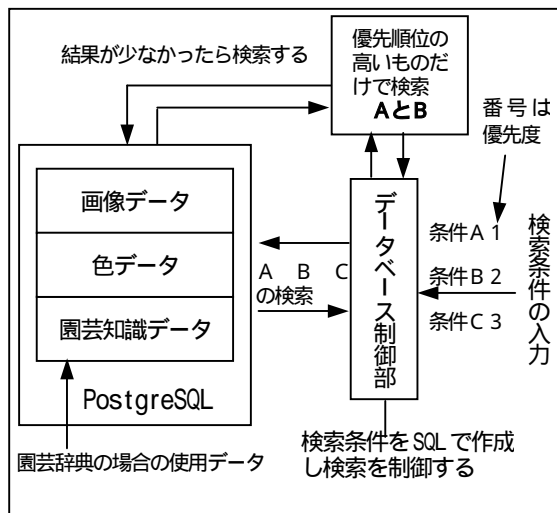


図 10 データベースシステム概要

合を考える。その場合、優先度の1番低いCの制約条件を緩め、AとBで検索を行いユーザに

提示する。

このようにユーザの納得できるデータが提示できない場合には、優先度の低いものの制約条件を緩め、検索結果を提示する方法を繰り返す。

3.2 GUIサブシステム

GUIサブシステムは、検索結果を利用して、実際の設計を3次元仮想空間で試行できるシステムである。例えば、ガーデニングを行うために花の検索を行うユーザは、検索結果として提示された画像データなどをもとに花壇の作成等を行う。しかし、検索結果の2次元画像データのみで、実際に花壇の作成を行った場合、イメージと異なることが多い。

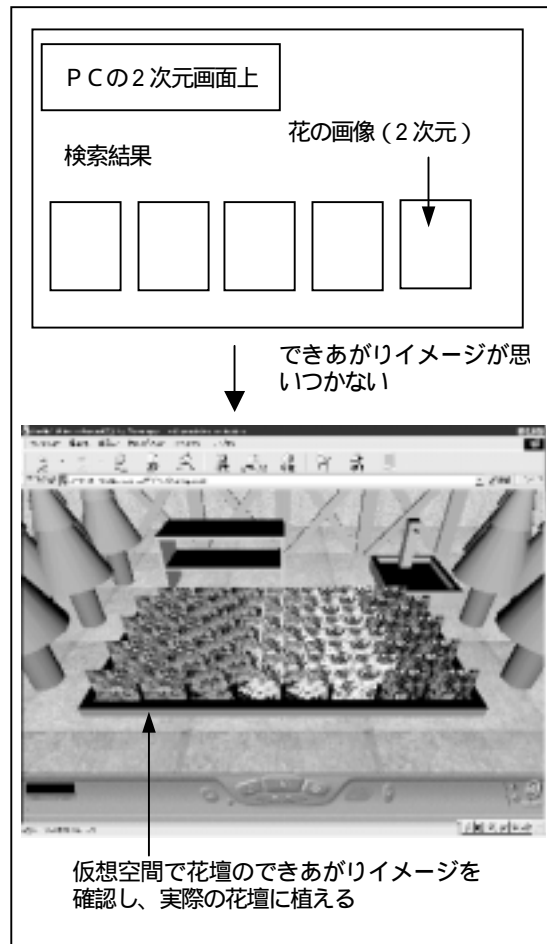


図 11 検索結果の3D表示

そのため検索結果を利用し、仮想空間上の花壇での花のレイアウトを納得ゆくまで行えるシステムを構築した。(図 11)

このシステムにより、花壇のできあがりイメージを確認してから、実際の花壇に花を植えることが可能となる。

4. 実験結果と評価

緩やかに変化するデータを離散的なグループに分類して検索を行っている園芸辞典の「春」に分類されている 107 個のデータを使用し、開花時期、色について著者らが上記に述べた方法を実装したデータベースシステムで、検索の有効性の評価実験を行った。

4.1 緩やかに定義された季節の検索結果

著者らが使用した緩やかに変化するデータを離散的なグループに分類して検索を行っている園芸辞典には、春以外の季節に咲く、開花時期のあいまいな花が、春に多数分類されていた。

著者らが本稿で述べてきた方法を実装したデータベースシステムを使用し、春にグループされているデータにおいて「夏ごろに咲く花」の検索を行った。その結果、夏ごろに咲いている花を「春」のグループ内から 25 件検索した。(図 12)

このように定義があいまいなデータの検索に、本稿で述べた方法が有効であると示すことができた。



図 12 緩やかに定義したデータベースでの検索結果

4.2 類似色の検索結果

緩やかに変化するデータを固定的なグループに分類して検索を行っている園芸辞典では、色も 10 色に分類されている。例えば、「黄色っぽい白」=「白」や「赤っぽい紫」=「紫」などのように、あいまいな色はどこかの代表色に分類されている。ユーザがカラーパレットで選択された色と似ている色を持つ花の検索に成功した。

このように、グループ分けによって難しかったあいまいな色を、ユーザがイメージする色に近い色をカラーパレットから選ぶことにより感覚的に検索することが可能になった。

5. まとめ

本稿では、人に優しいデータベースシステムの実現方法を明らかにしてきた。著者らが述べてきた方法により、

1. あいまいなイメージの感覚的な表現で検索できる。
2. 検索条件の自動的な改良による検索ができる。
3. データベース内の知識を自動的に検索条件に組み込んで検索できる。
4. 検索結果を仮想空間上でのアプリケーションと接続して利用できる。

の以上 4 つの機能を組み込むことにより、人に優しいデータベースシステムに近づけることができた。

また、システムは Web 経由での検索を行うこと前提に設計している。検索を行いたいときにどこからでも検索をすることが可能である。

参考文献

- [1] 加藤俊一他 “情報の構造化と検索” 岩波書店、4 章
- [2] 中島信之他 “ファジィ理論入門” 裳華房