

ZASH: ブラウジングとサーチングを統合した 映画データの視覚的検索システム

小池 英樹[†] 折茂 恵美子^{††}

本論文は映画データのための視覚的検索システム ZASH について述べた。ZASH は人々が実世界において探したいものが明確でないときに用いる検索手法の概念を採用した。まず、多次元尺度法を利用して類似する映画データを物理的に近くに配置することでブラウジング機能を実現した。また協調フィルタリングの一実現として、同じく多次元尺度法を用いて映画の批評者を配置し、信頼できる批評者の発見を容易にした。さらに、各データの重要度計算を行うことで、間接的関連性を利用した検索機能を実現した。そして、これらブラウジング検索手法に加え、キーワード、監督名、俳優名を使用したサーチング検索を複合的に使用することを可能とした。

ZASH: A Visual Information Retrieval System for Movie Database with Browsing and Searching Capabilities

HIDEKI KOIKE[†] and EMIKO ORIMO^{††}

This paper described a visual information retrieval system for movie databases, named ZASH. ZASH introduced some concepts of information retrieval techniques which people often use in our real world particularly when people are not sure what they want. For example, ZASH used multi-dimensional scaling (MDS) to lay out movies so that similar movies are displayed physically near each other. Commentators are also laid out by using MDS so that users can easily find reliable commentators. Moreover, by calculating degree of importance of each data, ZASH allows users to recognize the indirect relations of data. Most importantly, searching capabilities using keywords, directors' names, or actors' names, are integrated into the system in order to provide flexible retrieval.

1. はじめに

コンピュータシステムの発達によって、人々がアクセスできる情報はますます増加している。一方、その膨大な情報から本当に必要な情報を探し出すのはますます困難になっている。

情報検索技術は人々が必要な情報を探すのを助けるために利用される。そしてこの技術はサーチングとブラウジングの2つに大別できる。サーチングの代表例はキーワード検索であり、これは現在の情報検索システムにおいて最も一般的な手法である。

これに対して、我々の実世界における情報検索方法

を考えると、キーワード検索が必ずしも一般的な検索手法ではないことは明らかである。たとえばレンタルビデオ店でビデオを選ぶときや書店で本を選ぶとき等、キーワード検索を使用することは稀である。実世界における情報検索では、人々が何を探したいかが明確でない場合が多い。このようなときには適当なキーワードを選ぶのが難しいため、キーワード検索はあまり効果的ではない。こうした場合、人々は検索対象の集合を眺め、これらの中から好きなものを選択する。これはブラウジング検索と呼ばれる。

このように、実世界においてはブラウジング検索が行われる場合が多いにもかかわらず、この技法を効果的に使用したシステムは少ない。また後述するようにこれまでに開発されたブラウジング検索システムも、ある特定のブラウジング手法に焦点を当てたものが多く、他のブラウジング手法を提供するものや、さらにはサーチング手法と統合された複合的検索手法を提供するものは少ない。

本論文は、映画データを検索対象とした視覚的情報

[†] 電気通信大学大学院情報システム学研究科
Graduate School of Information Systems, University of
Electro-Communications

^{††} 電気通信大学電子工学科
Department of Electrical Engineering, University of
Electro-Communications
現在、株式会社 DNP デジタルコム
Presently with DNP DIGITALCOM

検索システムの設計と実装について述べた。開発したシステム ZASH⁵⁾は、実世界におけるブラウジング検索を参考にしたいいくつかの検索手法とサーチング手法を統合している。

以下、次章では実世界における情報検索について考察を行う。次に3章では ZASH の詳細について述べる。4章では ZASH の問題点、および関連研究について述べ、5章でまとめを述べる。

2. 実世界での情報検索手法に関する考察

本章では、日常生活における情報検索で、目的とする情報が明確でない場合に人々がいかに情報を検索しているかを考える。

2.1 ブラウジング

人々がレンタルビデオ店に行き、見たい映画が決まっていないうちによくとる戦略の1つは、好きなカテゴリの映画が並べられた棚の前に行き、その棚に置かれた映画の中から選択する方法である。たとえば、SF映画が好きな人はSFの棚に、ホラー映画の好きな人はホラーの棚に行き映画を選択する。これはブラウジング検索と呼ばれ、欲しいものが明確でない場合によく使う手法である。

このブラウジング検索が機能するために重要な点は次の2点である。

- 情報の適当な分類と配置

ビデオ店の例では、人々はある棚の前に行くという行為で情報のフィルタリングを行っている。したがって、情報の分類が適当になされている必要がある。また、ブラウジングでは分類された部分集合を閲覧することによって、必要な情報を選び出すので、これら部分集合が物理的、あるいは仮想的に近くに配置されていることが必要である〔ここで「仮想的に近い」とは、情報システムにおいて、2つの情報間の移動にかかるアクション数(スクロール回数やボタン操作数)が少ないという意味である〕。

キーワード検索もこの分類をシミュレートすることができるように思われる。たとえば、“SF”というキーワードによる検索結果は、SFの棚と同じ働きをするかもしれない。しかし重要な相違点は、実世界においては人々は棚の空間的配置を記憶しており、その後の検索でこの記憶を効果的に使用している点である。ある棚の場所を記憶すると、好きな映画のある棚に直接行くことができる。一方、キーワード検索では毎回“SF”というキーワードを入力しなければならない。

- 個々の情報の識別性

ビデオパッケージのデザインがブラウジングにおいて重要な役割を果たしていることにも注意する必要がある。個々のパッケージデザインは映画の内容を直観的に示しており、人間は視覚的認知特性によって多くの情報から特定の情報を迅速に選び出すことができる。これに対し、現在の情報検索システムにおける検索結果の表示は主としてテキストのリストとして表示される。こうした画一的な表示はデータの内容を直観的に把握するのを難しくしている。

2.2 協調フィルタリング

映画を選択するときを利用する他の戦略は他者の意見等を参考にすることである。たとえば人々は新聞や雑誌の映画批評や、友人の意見を参考にすることがある。こうした手法は協調フィルタリングとよばれ、一部の商用オンライン書店等(例: amazon.com)でも実装されている。

こうしたオンラインの協調フィルタリングを実際に使用して気が付くのは、他者の意見と自分の意見とが必ずしも合致しないことである。ある人が高得点を付けた映画が自分にとってはつまらなかったり、またその逆もある。つまり、こうした協調フィルタリングシステムが有効に機能するうえで重要な点は、意見を参考にしようとする第三者の嗜好が自分の嗜好とどの程度近いかを知ることであると考える。

2.3 間接的関連性

たとえば、ある映画とその映画監督や俳優、あるいはある映画とそのキーワードは直接的に関連づけられている。実際の検索では、この直接的関連性を連続的にたどることで、最終的な情報に到達することがある。たとえば、ある好きな映画があり、その映画の監督が監督した他の作品は、まったく関係のない映画に比べ選択の候補となる可能性は高いといえるであろう。このように、ある情報から直接的関連をたどることで到達できる情報はもとの情報と間接的関連性を持つと呼ぶことにする。

この間接的関連性を利用した検索を実現する際に重要だと思われるのは次の点である。第1に、少ない操作で関連をたどることのできるユーザインタフェースが必要である。内部のデータベースでいかに情報間の関係が定義されていても、ユーザがそれを容易にたどれるインタフェースが求められる。第2に、間接的関連性の度合をなんらかの形で陽に示す必要がある。本研究のようなブラウジングシステムの場合、各情報の間接的関連性の度合を視覚的に把握できるようにする

ことで、いちいち間接的関連関係をたどることなく、より効率的な検索が可能になると思われる。

2.4 複合的検索

最後に、実世界での検索では人々は上記のブラウジング検索、他者の推薦、間接的関連性、さらにキーワード、監督名、俳優名、製作年等を用いたサーチングをも含めた複合的な検索を行っていると考えられる。たとえば、ある推薦者によって推薦された映画を探していた人が、その隣においてあった映画の方に興味を持ち、それを選択することがある。これは他者による推薦を使用したあとブラウジングを行っている。さらには、その映画が持つキーワードを知り、このキーワードを用いて検索を行うかもしれない。

これまでにブラウジングを支援するシステムはいくつか提案されているが、それらはある特定のブラウジング手法に焦点を当てていることが多く、多様なブラウジング手法を提供するシステムは少ない。さらに、サーチングの手段をも複合的に利用できるシステムはあまり見られない。

3. 視覚的ブラウジング検索システム: ZASH

前章での考察をもとに、我々は映画データの視覚的検索システム ZASH を開発した。以下に ZASH の詳細を述べる。

3.1 概 略

図 1 は ZASH の起動時画面である。映画タイトル、キーワード、批評者といったデータはそのクラスごとに分類され、3次元空間内の 5 つの 2次元平面(以下、グリッドと呼ぶ)に配置される。

中央グリッド。中央グリッド(図 1 の A)は映画タイトルを視覚化した平面である。各ノードの座標は後述する多次元尺度法を用いて計算される。

上グリッド。上グリッド(図 1 の D)は批評者を視覚化した平面である。各ノードの座標は同じく多次元尺度法を用いて計算される。

左グリッド。キーワードは左グリッド(図 1 の B)にアルファベット順に配置される。横軸はキーワードの 1 文字目、縦軸はキーワードの 2 文字目である。

下グリッド。下グリッド(図 1 の C)には映画タイトルが縦軸に沿ってアルファベット順に、横軸に沿って年代順に表示される。

右グリッド。右グリッド(図 1 の E)は監督と俳優の 2 つのカテゴリノードを持つ。監督は上半分の領域にアルファベット順に並んでいる。俳優は下半分の領域にアルファベット順に並んでいる。横

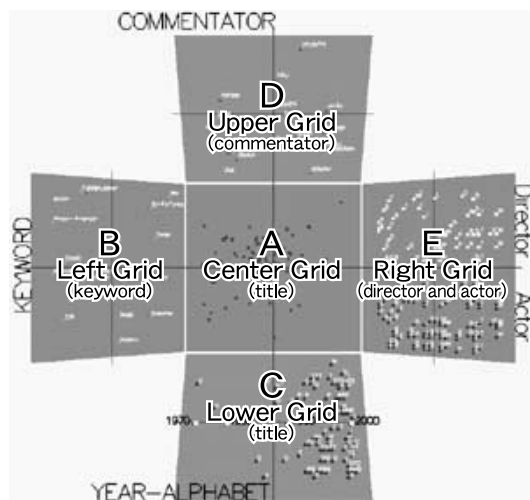


図 1 ZASH の起動時画面
Fig. 1 A screenshot of ZASH.

軸は監督名あるいは俳優名の 1 文字目、縦軸はそれぞれの 2 文字目である。

ユーザはどのグリッドからでも検索を開始することができる。どれか 1 つのノードをマウスで選択すると、そのデータと直接関連のあるデータとの間に線が表示され、その直接的関連を明示的に表す。

初期状態(図 1)では中央グリッドのデータは単純な正方形として表示される。対話を開始すると、後述するアルゴリズムによって個々のデータの重要度が計算され、より大きな重要度を持つ映画タイトルはビデオのパッケージの写真をテキストマッピングしたノードとして表示される。ノードの大きさもこの重要度に応じて変化する。

さらに ZASH はインターネット上の映画データベースにアクセスする機能も持つ。図 2 は “Apollo 13” を選択し、ポップアップメニューから “Open in Netscape” を選ぶことで、その映画の詳細が WEB ブラウザ上に表示されている様子である。

現在、ZASH は 100 個の映画タイトル、20 個のキーワード、20 人の推薦者、85 人の監督、158 人の俳優データを扱っている。

3.2 多次元尺度法によるブラウジング機能の実現

ブラウジング機能を実現するためには、なんらかの共通点を持つデータを物理的、あるいは仮想的に近くに配置する必要がある。しかし、これらをレンタルビデオ店のように手作業で分類し棚に置くのは非効率的である。特に、データの配置は自動的に行われることが望ましい。

我々はこのために多次元尺度法(Multi Dimensional

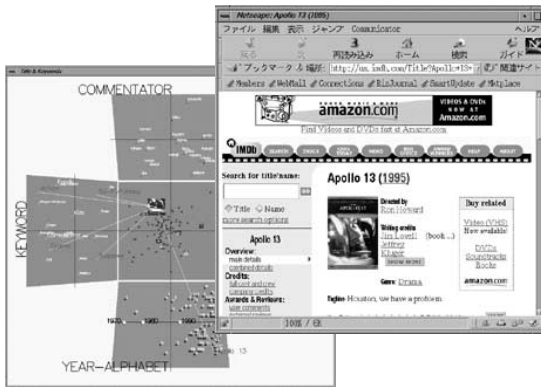


図2 WEBブラウザによるインターネット上の映画データベースへのアクセス

Fig. 2 Accessing a movie database on the Internet.

表1 映画タイトルとキーワードの関係

Table 1 A relation between titles and keywords.

Title	Drama	Action	Horror
Reality Bites	1	0	0
Mars Attacks!	0	1	1
The Godfather	1	0	0
Star Wars	1	1	0
Spartan X	0	1	0
Aliens	0	1	1

Scaling: MDS³⁾を用いた情報視覚化を行った. 多次元尺度法は複数の特徴を持つデータ間の距離を計算することができる. 独立した2つの特徴量をそれぞれ縦軸と横軸に当てはめることにより, データを2次元平面に自動配置することが可能となる. その結果, この2つの特徴量に関して似ているデータどうしは物理的に近くに配置される.

座標の具体的な計算方法は, 多次元尺度法数量化3類³⁾を用いた. 映画タイトル集合をカテゴリ集合 $X[m]$, キーワード集合をサンプル集合 $Y[n]$ として, 表1に示すような行列を作成する. 図3はこうして100個のデータを2次元空間に配置した様子である.

図3の一部を拡大したのが図4である. 図4(a)においてユーザの焦点は“Poltergeist”にある. ユーザはこのデータの近くを探することで“*The Omen*”(図4(b))や“*Friday the 13th*”(図4(c))を発見することができた. つまりこの周辺にはホラー映画が集まっていることが分かる.

3.3 多次元尺度法による協調フィルタリングの実現
他者による推薦機能を実現するためには, ユーザが信頼できる推薦者, 言い換えると, 似た嗜好を持つ推薦者を容易に見つけるようにすることが重要である. この目的のために, 我々は再び多次元尺度法を応用した. この場合は, 推薦者集合をカテゴリ集合 $X[m]$,

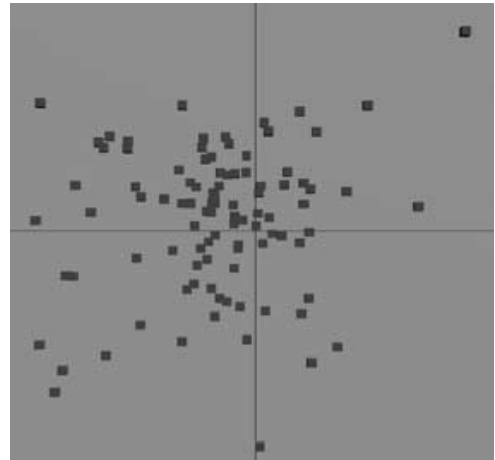


図3 多次元尺度法を用いて映画タイトルを2次元平面に配置した様子

Fig. 3 Titles are laid out by using MDS.

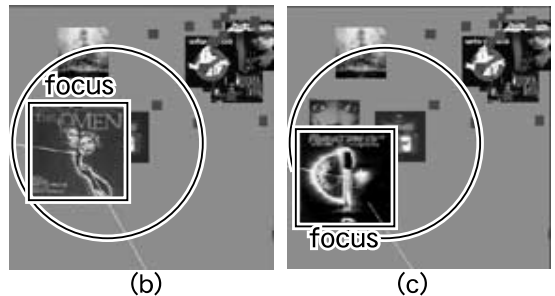
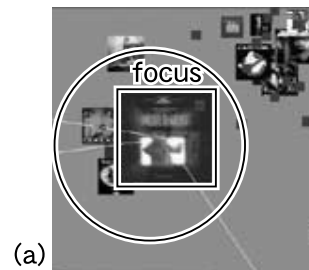


図4 多次元尺度法によるホラー映画が近くに配置されている例
Fig. 4 The similar movies are placed physically near each other by using MDS.

映画タイトル集合をサンプル集合 $Y[n]$ とした. この結果, 似た嗜好を持つ推薦者同士を物理的に近くに配置することが可能となった. なお, この推薦者を多次元尺度法で配置するという考え方は CinemaScope¹⁰⁾によって提案されたものである.

たとえば, 図5は近くに配置された2人の推薦者による推薦映画の違いを表す. 図からも分かるように, 2人が推薦した映画には共通するものが多い. この2人は比較的嗜好が似ていると考えられるため, 一方に

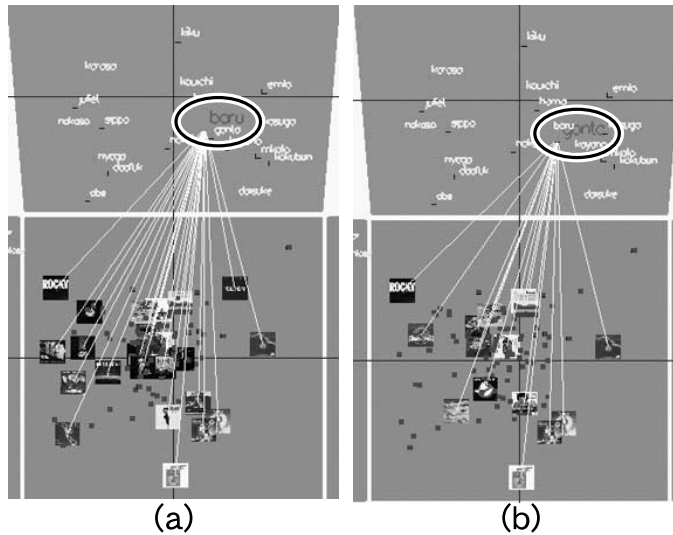


図5 近くに配置されている2人の推薦する映画の比較

Fig. 5 The recommendation by two commentators who are laid out physically near each other.

とって他方が推薦している映画で自分がまだ見ていないものは候補であると考えられる。

3.4 重要度計算による間接的関連性の明示

個々のデータは他のデータと直接関連がある場合には内部的にリンクで結合され、利用者が画面上でデータを選択した場合には線として明示される。したがって、内部的にはすべてのデータが有機的に結合されたグラフ構造をなしている。

我々はこのグラフ構造に Koike の FractalView アルゴリズム⁴⁾を適用し個々のノードの重要度を計算した。具体的にはユーザがマウスで選択したノードを着目点とし、これを起点として以下の式によりノード x の重要度 Fv_x を計算する。

$$\begin{cases} Fv_{focus} & = 1 \\ Fv_{child_of_x} & = Fv_x / N_x \end{cases}$$

ただし、 N_x はノード x における分岐数である。

ある閾値以上の重要度を持つノードは映画パッケージの画像をテキストチャマッピングしたノードとして表示される。また、各ノードの大きさもこの重要度に基づき決定される。

3.5 Graphical Fisheye Views を利用した着目点周辺の視認性の向上

ノードの込み合った部分ではノードどうしが重なりあってしまうことがある。ZASH では現在着目しているノード周辺、および前述した重要度計算によって潜在的にユーザが興味を持つ可能性のあるノードが、他のノードに比べて見やすくなるように Graphical

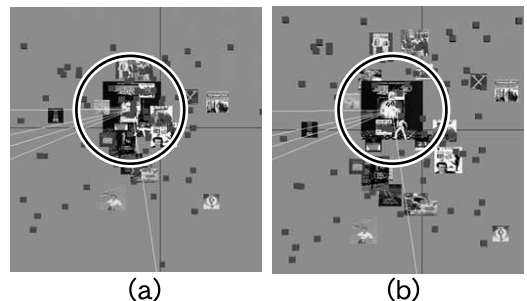


図6 Graphical Fisheye View を用いた着目点付近の詳細表示

Fig. 6 Using Graphical Fisheye View to improve the visibility of the focus and its neighbors.

Fisheye Views⁸⁾を使用してノードの拡大・縮小、および移動を行っている。図6(a)では多くのノードが重なりあいデータの一覧性が低い。これに Graphical Fisheye Views を適用すると、図6(b)のように着目ノードと周辺のノードが互いに重なりあわないように各ノードが周辺方向に移動する。

3.6 サーチング機能の統合

さらに ZASH では、以下に述べるサーチングの機能をも実装し、これを上述した検索手法と同じ統一したインターフェースを持たせた。

キーワード。図7はキーワード検索の例である。ユーザがキーワード“Music”を選択すると、中央グリッドの映画タイトルのうち、このキーワードを持つ映画タイトルの重要度が大きくなるため、これらの映画がテキストチャの貼られた大きいノードとして表示されると同時に、選択したキーワー

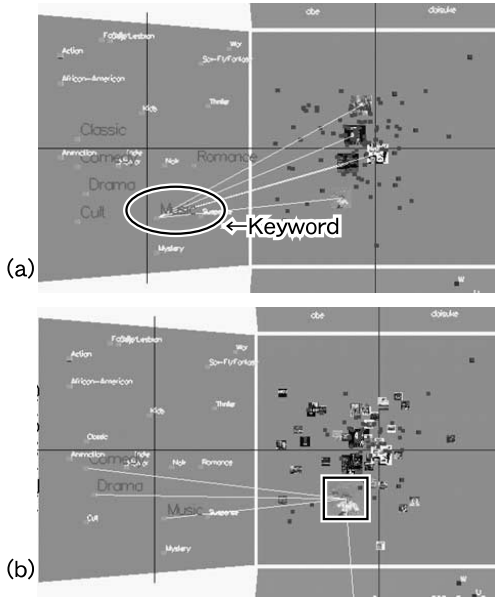


図7 キーワードによる検索
Fig. 7 Searching by keywords.

ドとの間に線が明示的に表示される(図7(a)).
図7(b)は、このうち1つの映画タイトルを選択した様子である。

監督名と俳優名. 図8は監督名による検索例である. ユーザが“Woody Allen”を選択すると, 中央グリッドの映画のうち彼の監督した映画がテキストの貼られた大きなノードとして表示され, また選択ノードとの間に線が明示的に表示される(図8(a)). 図8(b)は, そのうち1つの映画タイトルを選択した様子である。

製作年代 製作年代は他の条件と一緒に利用される. 図9はユーザが1980年のノードを選択し(図9(a)), 次にキーワード“Comedy”を選択した様子である(図9(b)). この結果, 1980年代のコメディ映画が大きく表示されている. 図9(c)は, このうち1つを選択した様子である。

4. 考察

4.1 多次元尺度法

ZASHは映画と推薦者を自動配置するために多次元尺度法を使用した. 本論文の例(図4)では, 確かにホラー映画が近接配置されており, ほかに類似する映画が近接配置されている例が多く見られた. キーワードに一致するものが多い場合, 多次元尺度法のアルゴリズムを考えれば, これは当然の結果である. しかし, これはキーワードの選択の仕方に完全に依存す

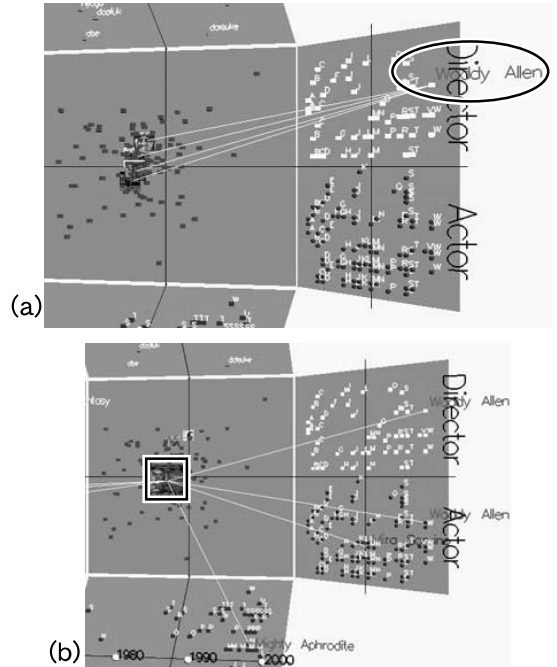


図8 監督名による検索
Fig. 8 Searching by a director's name.

る. もし2つの映画が似ていても, キーワードの選択が適当でなければ遠くに配置されてしまう. 多次元尺度法がうまく機能するためにはキーワードの選択が重要である。

4.2 GUIの使用

ZASHでは, 統一したインタフェースを与えるため, キーワード, 監督, 俳優を2次元平面に視覚化した, これが最善の方法ではない. たとえば, キーワードはメニュー等を用いてアルファベット順に表示した方が便利かもしれない。

しかし, ZASHではキーワードと映画の間の直接的関連を線で明示した. その結果, ユーザは選択した映画が持つキーワード, それを推薦する推薦者, 監督, 俳優等を一度に視覚的に把握することができる. こうした一貫性はGUIでは失われる. したがって, 両方のインタフェースを用意し適宜使い分けるのがよいと思われる。

4.3 スケーラビリティ

現在, 100個のデータが中央グリッドに表示されている. しかし, 数千個のデータが視覚化されると視認性が低下することは容易に想像できる. ZASHは重要度の高いノードだけをテキストノードとして表示するため, この問題をある程度は軽減することができた. また, ブラウジングを考えたとき, ユーザの焦点

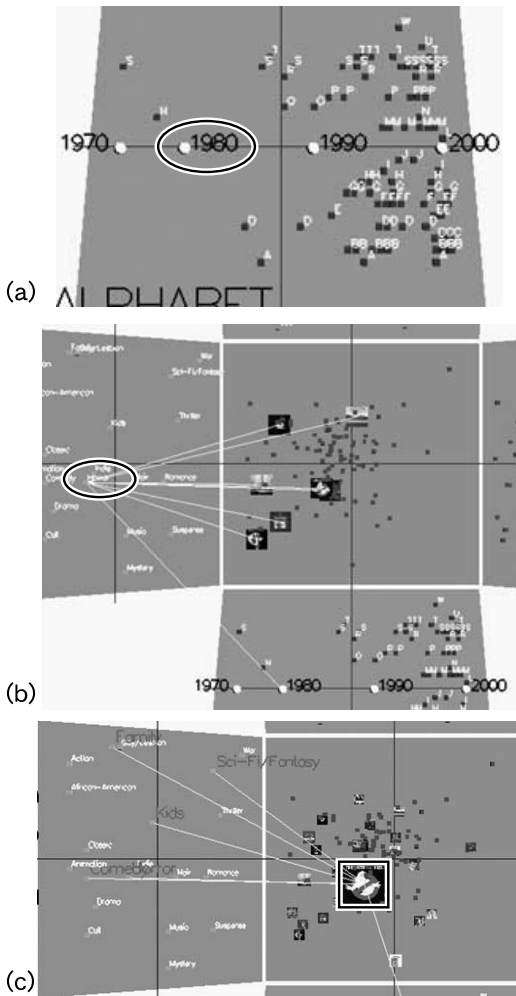


図9 キーワードと製作年代による検索

Fig. 9 Searching by keyword and production year.

は特定の部分(たとえば,ホラー映画の集まった部分)にあるため,画面全体に表示されるノードではなく,この領域に表示されるノードの視認性を考えることで問題の軽減がはかれるかもしれない。ただし,表示ノード数の増加はシステムの反応速度を著しく低下させ,また,Fractal Viewによる重要度計算,Graphical Fisheye Viewsのレイアウト計算も大きな負荷となる。これに対する解決方法は今後の課題としたい。

4.4 ユーザビリティ評価

本システムに関する定量的評価はまだ行っていないが,数名のユーザ(大学院生)に対しシステムを実験的に使用してもらい,その観察を行うとともに使用後に感想を聞いた。

ユーザからのフィードバックの第1の点は,キーボード入力を必要としないマウスクリックだけのイン

タフェースが好評だった点である。ユーザはキーワード,批評者,俳優,監督等をすべてマウスだけで指定できる。こうした1クリックによる芋づる式検索はWEB等でも実現可能ではある。しかし,WEBではクリックを続けていくと,以前に表示していた情報との関連性が見失われやすい。これに対し,ZASHでは芋づる式検索の過程が線として明示されるため,現在着目している情報と他の平面上の情報との関係や,検索履歴を線をたどって戻ることが可能である。実際,このように以前の状態に戻って別な検索を始める行為がしばしば見られた。

第2は間接的関連性の明示の効果であり,これには2つの側面がある。1つ目は上で述べた芋づる式検索が,マウスクリックだけで連続的に可能となったことである。2つ目はノードの重要度伝播により,一見関係なさそうなデータへのユーザの焦点の移動が起こる点である。たとえば,中央グリッド上のある映画を選択すると,他の映画には他の平面のデータを媒介としてFractalViewによる重要度伝播が行われる。その結果,中央平面上のいくつかのデータは(他の関係の薄い映画に比べ)大きめのテキストチャートとして表示される。この結果,ユーザは他の平面のデータを選択することなく直接それらの映画へと焦点を移動することが見られた。

使用後のアンケートで得られた批判的意見,感想としては以下のようなものがあった。

- focusが小さく見づらい。
- 下グリッド(年代検索)はあまり使わない。
- より明確に検索を始める「きっかけ」を与えてほしい。
- 中央グリッド以外にもFisheye View効果があると便利である。
- より多くの組合せでのAND検索ができると便利である。

以上は,次期版への参考にするつもりである。

4.5 関連研究

FilmFinder¹⁾は映画データベースの検索ツールである。動的検索技術を使用して,探したい映画が明確でない場合の映画の選択を支援する。FilmFinderは検索結果の表示に視覚化を使用する。X軸が時間,Y軸が人気度を表す。FilmFinderは映画を探すいくつかの手法を提供する。しかし,ZASHが参考とした現実世界のレンタルビデオ店での発見的検索,つまり当初の目的のビデオの隣にあるビデオの発見といった機能や,批評家による協調フィルタリングの機能はない。こうした点からFilmFinderはブラウジング検索シス

テムというよりは、GUIを備えたサーチング検索システムといえる。

SemNet²⁾はPrologで記述された大規模知識ベースの視覚化システムである。SemNetでは知識要素の配置に多次元尺度法を使用した。これは視覚化された大規模知識ベースに“形”を与えることが目的であり、本研究のようなブラウジングを目的としたものではない。

Cinema Scope¹⁰⁾は映画データの検索システムである。このシステムは映画タイトルを1つの2次元平面に多次元尺度法で配置すると同時に、推薦者を別の2次元平面に多次元尺度法で視覚化することで、他者による推薦を参考とした検索を可能とした。しかし、映画データと推薦者を同時に見るができないため、これらの関係を把握するのが難しい。また、製作年、監督等といった他の検索手法は支援されていない。

DocSpace⁹⁾は書類を対象とした視覚的検索システムである。DocSpaceでは書類とキーワードがノードとして、それら間の関連がリンクとして表示される。DocSpaceはノードの動的配置を適用した。キーワードか書類がマウスでドラッグされると他のノードがその関連性に応じてついてくる。しかし、キーワードと書類が1つの2次元平面に視覚化されるため、視覚化は複雑化する。

Starlight⁷⁾はマルチメディア情報データの視覚化システムである。多次元データを視点別に複数個の2次元平面上に視覚化し、異なる平面上の関連するデータどうしをリンクで結ぶことで相互関係を表す点においてStarlightとZASHは類似する。しかしZASHは対象を映画データベースに絞り、映画や批評家の多次元尺度法による自動配置を通じて、類似する映画のブラウジングや協調フィルタリングを実現している。

Data Mountain⁶⁾は、山などの絵の描かれたパネルにデスクトップアイコンを配置することで、アイコンを置いた位置の長期記憶が支援できることを示した。アイコンの配置が手動で行われる点は、ZASHの多次元尺度法による自動配置とは異なる。しかし、類似アイコンの近接配置が長期記憶を助けるという利点はZASHについても当てはまる。

5. おわりに

本論文は映画データを対象とした視覚的検索システムについて述べた。開発したシステムZASHは以下のような機能を提供した：

- 多次元尺度法を利用した映画の自動配置によるブラウジング機能；
- 多次元尺度法を利用した推薦者データの自動配置

による協調フィルタリング；

- FractalViewを用いたデータの重要度計算に基づく間接的関連性；
- これらブラウジング検索とサーチング検索を統合した複合検索。

ここで実現したブラウジング機能のいくつかは必ずしも新規なものではないが、ZASHはこれら複数のブラウジング機能を提供し、かつサーチング機能をも統合した点において、より実用性の高いシステムとなった。そして、これらは簡単な視覚的インタフェースとして実現された。

今後はより大規模なデータの視覚化を行い、こうした大規模データの視覚化の操作に何が必要かを調べていくつもりである。また、現在ZASHが提供する複合検索はAND検索だけであるが、OR検索を含めより高度な検索手法の提供を考えている。

参考文献

- 1) Ahlberg, C. and Shneiderman, B.: Visual Information Seeking: Tight Coupling of Dynamic Query Filters with Starfield Displays, *Proc. ACM Conference of Human Factors in Computing Systems (CHI'94)*, pp.313-317 (1994).
- 2) Fairchild, K.M., Poltrock, S.E. and Furnas, G.W.: SemNet: Three-Dimensional Graphic Representation of Large Knowledge Bases, *Cognitive Science And Its Applications For Human-Computer Interaction*, Guindon, R. (Ed.), pp.201-233, Lawrence Erlbaum Associates (1988).
- 3) 田中 豊他：多変量統計解析法，現代数学社 (1983).
- 4) Koike, H.: Fractal Views: A Fractal-Based Method for Controlling Information Display, *ACM Trans. Inf. Syst.*, Vol.13, No.3, pp.305-323 (1995).
- 5) Orimo, E. and Koike, H.: ZASH: A Browsing System for Multi-Dimensional Data, *Proc. 1999 IEEE/CS Symposium on Visual Languages (VL'99)*, pp.288-295 (1999).
- 6) Robertson, G.G., et al.: Data mountain: Using spatial memory for document management, *Proc. 11th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST98)*, pp.153-162 (1998).
- 7) Risch, J.S., et al.: A Virtual Environment for Multimedia Intelligence Data Analysis, *IEEE Computer Graphics and Applications*, pp.33-41 (Nov. 1996).
- 8) Sarkar, M., et al.: Graphical Fisheye Views of Graphs, *Proc. ACM Conference on Human Fac-*

tors in Computing Systems (CHI'92), pp.83-91 (1992).

- 9) Tatemura, J.: Visualizing Document Space by Force-directed Dynamic Layout, *Proc. 1997 IEEE Symposium on Visual Languages (VL'97)*, pp.119-120 (1997).
- 10) Tatemura, J.: Cinema Scape, <http://www.media.iis.u-tokyo.ac.jp/~tatemura/CinemaScape/>.

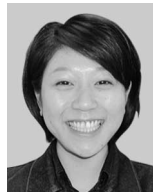
(平成 12 年 6 月 12 日受付)

(平成 13 年 5 月 10 日採録)



小池 英樹 (正会員)

1991 年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了。工学博士。同年電気通信大学電子情報学科学科助手。1994 年同大学院情報システム学研究科助教授。現在に至る。1994~1996 年, 1997 年 U.C. Berkeley 客員研究員。情報視覚化の研究に従事。特に視覚化へのフラクタルの応用, 視覚的情報検索システム, Perceptual User Interface, 情報セキュリティへの視覚化の応用に興味を持つ。1991 年日本ソフトウェア科学会高橋奨励賞, 2000 年情報処理学会 DICOMO'2000 最優秀論文賞, 2001 年 IEEE VR2001 Honorable Mention for the Outstanding Paper Award 受賞。ACM, IEEE/CS, 日本ソフトウェア科学会各会員。



折茂恵美子

1999 年電気通信大学電気通信学部電子工学科卒業。同年株式会社 DNP デジタルコム入社。ネットワークシステム設計室システム設計グループに所属。インターネットサービスのシステムデザインおよび製作ディレクション業務に従事。インターネットを媒体とした情報提供に興味を持つ。
