

オブジェクトの配置に基づく視覚的検索要求記述

2N-1

渡辺正裕 吉川正俊

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1. はじめに

近年、文書などをはじめとする大量の情報が生成、流通している。その中から迅速かつ確に目的の情報を選び分ける要求が高まっている。これらの要求に応えるためになされているのが、情報を視覚的に扱う研究と、情報の内容を扱う研究である。本研究では情報を視覚的かつ内容的にとらえる情報検索の視覚的利用者インタフェースに対する新しいアプローチを提案する。

視覚的利用者インタフェース (Visual User Interface) が注目されてきている。これは、視覚的インタフェースによって、キーワードを用いた従来のインタフェースの限界が克服できる可能性があると期待されるからである。そのため、VIBE⁵⁾、PITS¹⁾、SearchSpace⁶⁾ など、多くの研究がなされている。

また、情報の内容に基づいて取捨選択を行うための研究としては、Latent Semantic Indexing(LSI)²⁾や、意味の数学モデル⁴⁾などが知られている。

本稿では情報検索の視覚的利用者インタフェースに対する新しいアプローチを提案する。我々のアプローチは次のような特長を備えている。

1. オブジェクトのベクトルを並べた行列を特異値分解して、直交した特徴ベクトル空間を構成する
2. 多次元のオブジェクトベクトルを2次元平面の入力インタフェースで指定する
3. 利用者はシステムの用意した平面に対して検索目標の指定を行うのではなく、平面自体も自由に記述する
4. 一般のベクトル検索モデルでは検索目標からの距離情報のみを用いて検索をおこなうが、方向の情報も利用する
5. *FastMap* アルゴリズム³⁾を改良した手法に基づく

我々は提案した利用者インタフェースについてプロトタイプシステムを試作して、小規模な文献集合を用いて実験を行ったので、その結果についても報告する。

2. 視覚的問合せインタフェース

本研究では入出力に用いるインタフェースは2次元であると仮定する。というのは、人間にとって2次元はたやすく把握することができ、したがって検索目標ベクトルを指定するのも容易であると考えられるからである。本節では2次元インタフェース(図1)を構成する手法について説明する。

利用者は自身の頭に思い描くオブジェクト特徴空間の2次元射影をインタフェース上に記述する。利用者にとって既知のオブジェクトで、検索目標を指定するのに

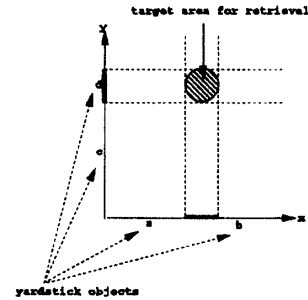


図1 Yardstick objects specified by a user and their projections.

目安となるオブジェクト(目安オブジェクト (yardstick objects) と呼ぶ)の対を二組配置する。それらのうち一組のオブジェクトを結んだ線分を用いて水平軸とし、もう一方の組のオブジェクトを結んだ線分を用いて垂直軸とする。こうして得られる二つの軸から入出力利用者インタフェースの2次元平面を構成する。その2次元平面上に検索目標となるオブジェクトを配置する。システムは検索目標と目安オブジェクトの相対位置関係を検索条件として解釈し、検索を実行する。したがって二組の目安オブジェクトの線分はオブジェクト特徴空間上で直交している方が、検索目標を指定する上で望ましい。

本稿で提案する手法は *FastMap* アルゴリズム³⁾を改良したものである。*FastMap* アルゴリズムの目標は、 n 次元のオブジェクトベクトルを、相互距離をなるべく保存して k 次元 ($k < n$)の空間に射影することである。*FastMap* ではオブジェクトベクトルを射影する軸を統計的に選んだ pivot objects で決定したため、射影する方向は意味をもたなかったが、我々の手法では、その方向を目安オブジェクトの対で決定するため、疑似的に意味をもった射影平面で指定をすることが可能となる。

アルゴリズムの概要

アルゴリズムの中心は、オブジェクトベクトルを利用者の選択した線分に射影することである。線分上へのオブジェクトの射影成分は、余弦定理(1)を使って計算することができる。ただし、 $d_{i,j}$ はオブジェクト O_i と O_j の特徴空間内での距離 $D(O_i, O_j)$ を示している。

$$x_i = \frac{d_{a,i}^2 + d_{a,b}^2 - d_{b,i}^2}{2d_{a,b}} \quad (1)$$

これによってオブジェクト O_i の第一の軸(水平軸)方向の成分 x_i が O_a を原点として求まる。一方、第二の

Visual Query Specification by Spatial Arrangement of Objects

Masahiro WATANABE and Masatoshi YOSHIKAWA
Graduate School of Information Science,
Nara Institute of Science and Technology (NAIST)

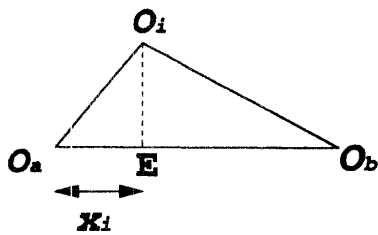


図2 Illustration of the 'cosine law' - projection on the line $O_a O_b$.

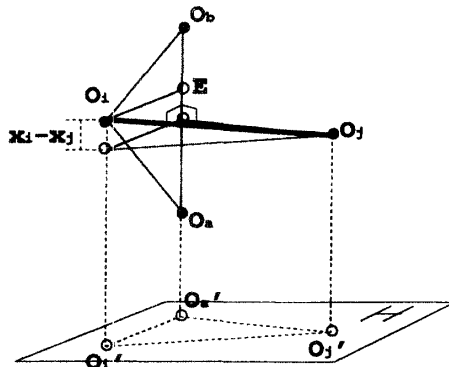


図3 Projection of nD object to $(n-1)D$ hyper plane \mathcal{H} , perpendicular to the line $O_a O_b$ ³⁾.

軸(垂直軸)方向の成分は第一の軸に対して垂直であるように選択する。つまり、第一の軸に対して垂直な $n-1$ 次元超平面 \mathcal{H} 上に各オブジェクトを射影して、 \mathcal{H} 上で第二の軸を選択する(図3)。FastMap アルゴリズムではシステムによって自動的にもっとも相互距離が大きいと思われるオブジェクトの組が pivot objects pair として選択されるが、我々の手法では利用者が目安となる線分を目安オブジェクトの対を指定することによって選択することができる。これによって、利用者は自身の独自の視点(point of view)からオブジェクトを見ることができ、また、その視点から検索目標を指定することができる。

3. 試作システムによる実験

提案した手法を用いた試作システムを構築して実験を行った。対象として奈良先端大の一期生 116 人分の修士論文を用いて、利用者の指定するオブジェクトの組二つを基準に視覚的に各オブジェクトを配置した結果を図4に示す。図では、水平軸の目安オブジェクトの対は、'x'で、垂直軸の目安オブジェクトの対は、'*'で、その他のオブジェクトは '+' で示されている。

4. まとめ

本稿では各利用者固有の視点で 検索目標ベクトルを指定する手法を提案した。また、この手法ではオブジェクト特徴空間上で疑似的に意味を持った座標軸を提供した。今後は次のような課題に取り組む予定である。

1. システムの評価基準の検討
2. 検索結果の出力の工夫

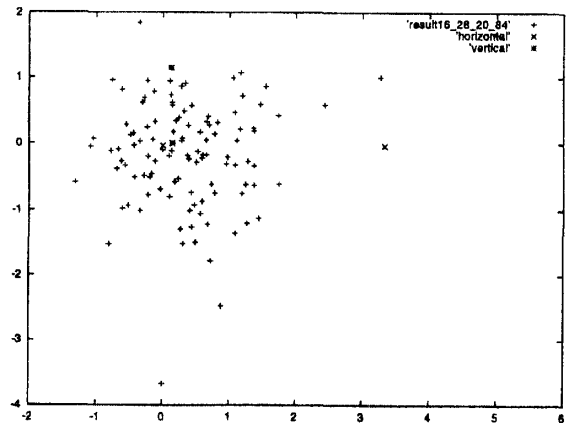


図4 Visual User Interface for Document Retrieval.

謝辞: 植村研究室の皆様には、本研究を進める上で数々の御討論を頂きました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) Steve Benford and John Mariani. Virtual Environments for Data Sharing and Visualization - Populated Information Terrains. In *Interfaces to Database Systems*, pp. 168-182, 1994.
- 2) Scott Deerwester, Susan T. Dumais, George W. Furnas, Thomas K. Landauer, and Richard Harshman. Indexing by Latent Semantic Analysis. In *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 41-6, pp. 391-407, 1990.
- 3) Christos Faloutsos and King-Ip(David) Lin. FastMap: A Fast Algorithm for Indexing, Data-Mining and Visualisation of Traditional and Multimedia Datasets. In *Proc. ACM SIGMOD Intl. Conf. on Management of Data*, pp. 163-174, 1995.
- 4) Yasushi Kiyoki, Takashi Kitagawa, and Takanari Hayama. A Metadatabase System for Semantic Image Search by a Mathematical Model of Meaning. In *sigmod record*, Vol. 23 of 4, pp. 34-41, Dec. 1994.
- 5) Kai A. Olsen and Robert R. Korfhage. Desktop Visualization. In *Proc. of the 1994 IEEE Symp. on Visual Languages*, pp. 239-244, 1994.
- 6) Fujio Tsutsumi. SearchSpace: a Flexible Document Retrieval System with an Interface Arranging Keywords in 2-D Space Expressing Fuzziness and Relevance. In *Proc. of Intl. Symp. on Digital Libraries 1995*, pp. 283-284, August 1995.