

Title	さまざまな視点からの評価値を利用した情報探索の支援
Author(s)	長谷川, 崇朗
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/667
Rights	
Description	Supervisor:林 幸雄, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

さまざまな視点からの評価値を利用した情報探索の支援

指導教官 林 幸雄 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識システム基礎学専攻

850074 長谷川 崇朗

審査委員： 林 幸雄 助教授（主査）
櫻井 彰人 教授
橋本 敬 助教授

2000 年 2 月

目次

1	はじめに	1
1.1	研究の背景と目的	1
2	情報探索システムの提案	3
2.1	システムの概要	3
2.2	システムの基本構造	4
2.3	利用したデータについて	5
2.4	比較アルゴリズムによる表示の方法	7
2.5	操作環境の提案	9
2.6	この章のまとめ	11
3	情報探索システムの構成	12
3.1	汎用性への配慮	12
3.2	安全性セキュリティへの配慮	13
3.2.1	配信とサーバの保護について	13
3.2.2	サーバのリソース負荷について	13
3.2.3	受信とクライアントの保護について	14
3.2.4	クライアントのリソース負荷について	14
3.3	サブウィンドウシステム	15
3.4	ステータスバーへのシステム状態の表示	16
3.5	複数起動への対応	16
3.6	設定ファイルについて	17
3.7	この章のまとめ	19

4	情報探索システムの特徴	20
4.1	比較アルゴリズムの導入	20
4.2	円形表示の提案	20
4.3	情報をノードとして表示する工夫	21
4.4	操作環境の利点	23
4.5	汎用性を考慮した設計によるシステムの柔軟性	25
4.6	この章のまとめ	25
5	情報探索システムの評価	26
5.1	評価に利用したデータについて	26
5.2	一つの視点の表示	27
5.3	二つの視点の比較	28
5.4	自分の評価視点との比較	29
5.5	複数のマップの比較	30
5.6	表示システム	31
5.7	最短ノード選択システム	32
5.8	評価値の信頼性に関して	35
6	おわりに	36

目 次

2.1	情報探索システム	4
2.2	ノードの配置方法	7
2.2	ソーティングアルゴリズム	8
2.3	ハードウェア環境	10
2.4	構築されたシステム	10
3.1	ユーザサポート・サブウィンドウ	15
4.1	最短ノード選択アルゴリズム	21
4.2	選択範囲の概念図	22
4.3	二面にマップとブラウザを表示したイメージ図	23
4.4	二面に両側異なるマップを表示したイメージ図	24
5.1	一視点の表示例	27
5.2	二視点間の比較表示例	28
5.3	透過型HMDによる表示イメージ	31
5.4	ノードが十分離れている場合の選択範囲	33
5.5	ノードが少し寄り集まっている場合の選択範囲	33
5.6	ノードが多く寄り集まっている場合の選択範囲	34
5.7	ノードが直線に並んだ場合の選択範囲	34

表 目 次

2.1 評価者Aの視点データの抜粋	6
3.3 評価リスト定義ファイル	17
3.4 コンテンツ定義ファイル	18
3.5 バックグラウンド定義ファイル	18

第 1 章

はじめに

1.1 研究の背景と目的

インターネットでブラウジングする人の多くはその目的を探しながら探索する人が多い[1]。そのため今日では、膨大な情報から望みのものを探す手法に注目が集まっている[2]。本研究では、このように情報空間を探索する人を対象として、その有効な支援方法を提案する。

現在、大規模な情報源に対して検索エンジンを用いて、自分の欲しい情報を探すのが一般的である。しかし、これらの単純な単語検索は目的が明確に定まっていなければ使えないことが多く、また不要な情報も多量に含まれる。

このような時、人が評価した「お勧め情報」などのデータを用いることで、有情報探索のガイド的な役割をはたすことができるものと考えられる。「お勧め情報」がリンク集としてネットで公開される例は、近年のネットワーク社会の発展においてWWWページなど一般的に多く見られるようになった。しかし、これは一個人がその人の主観で見たなリンクでしかなく、探索者の意向や趣味と一致しなければほとんど役に立たない場合もある。

一方、情報を探索するという立場を取った場合、もっとインタラクティブな要素を探索に取り入れる手法が考えられる。これらを実現するために情報の可視化が有効である[3]。またコンテンツに対し評価者が採点を行い、評価者と好みに近い人を探し出して情報の流通を支援しようといった研究が行われている[4]。

さて、情報を可視化するという事は、情報を人間にとってわかりやすい形で表現することである。人間にとって解りやすくするためにはある種の演出効果が有効だと考えられる。このことは単なる機械的な可視化ではなく何らかの情報強調を行うことも意味している[5]。即ち可視化とは人間の感性とかかわる問題でありデータを忠実に再現することのみが問われているわけではない。さらに情報空間を探索する支援システムにおいて、探索環境も踏まえて考えるとガイドライン役としてより効果的だと思われる。[6]

これらのことを踏まえ、本研究では評価値データの比較表示、データへのアクセスを主眼として、マンマシンインターフェイスもふまえて、人間の意思が反映された基準データ、即ちさまざまな視点からの評価値を利用[7]した情報空間の探索支援インターフェイスを提案する。

第 2 章

情報探索システムの提案

2.1 システムの概要

全章で述べた要求を解決するため本研究では人間の評価データを情報探索に利用し、情報の比較、可視化により情報空間の探索を支援するシステムを提案する。利便性や本システムの意義を十分配慮し、インターネットで誰でも簡単に利用可能な情報探索システムとする。

提案するシステムの主な項目をまとめると以下のようになる。

- ・ 主機能としてウェブ上でリンクされたコンテンツをマップ上で選択できるブラウザを実装する。
- ・ コンテンツの評価値の高いものを低いものより見やすく差別化する。
- ・ 様々な評価データを比較表示できるシステムを有する。
- ・ 広い表示領域や新たなデバイスを用い斬新な情報探索空間を構築する。
- ・ リラクゼーションを重視した人に優しい使用感を演出する。

2.2 システムの基本構造

図 2.1 のように本システムは円形のリンクブラウザであり複数のコンテンツをノードとして×印で表現している。本来ノードといえは点を意味し本システムにおいても点として扱うが、そのままでは見にくいので×で印してある。(以降本システムを本ブラウザと呼ぶ) 本ブラウザは複数のノードを一画面に全てマッピングされる。現在の検索エンジンの検索結果は主にテキスト (T U I) による一覧表示であり、検索結果の一部しか表示できないが、本ブラウザはグラフィカルユーザインターフェイス (G U I) により一画面に全てマッピングされ、検索結果のグローバルな関係を把握することが可能である。(以降ノードの配置をマップ、配置することをマッピングと呼ぶ) マップはユーザが選択した 2 種類の視点による評価値によりソートされマッピングされる。ノードはコンテンツへのリンクとなっている。選択することでコンテンツを閲覧することができる。

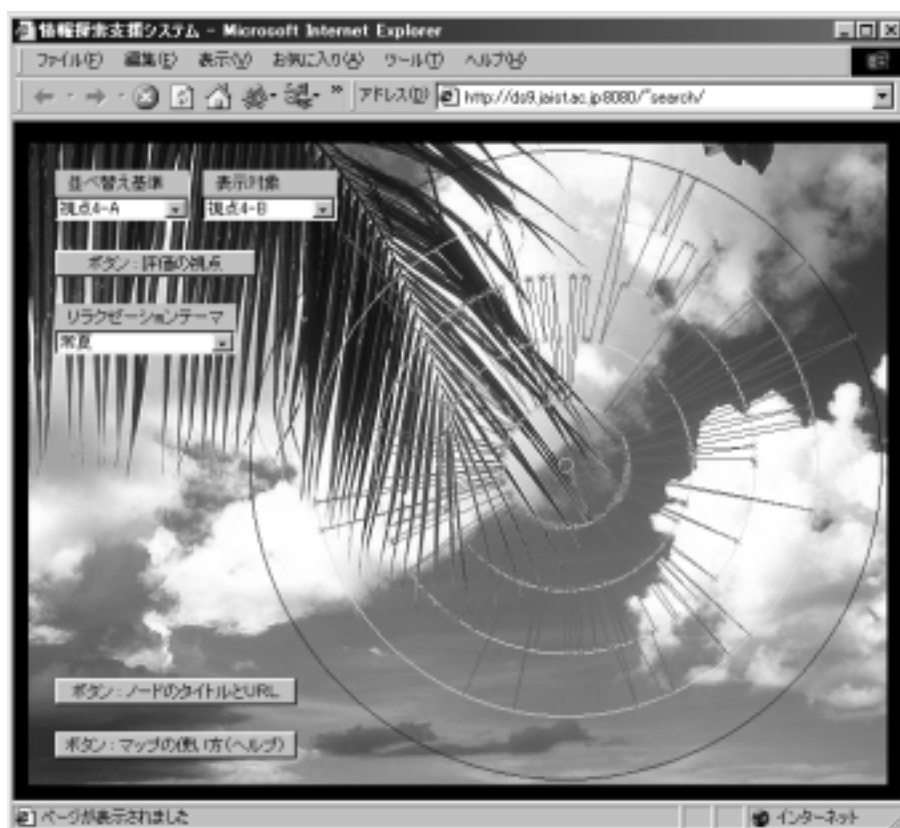


図 2.1 : 情報探索システム

2.3 利用したデータについて

利用したデータは研究室で副テーマとして集められたコンテンツの評価データである。利用したコンテンツのテーマは「食品」である。このコンテンツを複数の人にさまざまな視点で評価してもらったデータを利用する。具体的には 269 個のコンテンツをそれぞれ 9 個の視点で評価してもらったデータ群である。ここで言う評価視点の内容を視点番号ごとに以下に示す。

- 視点 1 食事を楽しむ
- 視点 2 食べ頃, 飲み頃 (季節を大事にする)
- 視点 3 味を判断する
- 視点 4 社会の流れと食品との関わり
- 視点 5 味のリメイク (老舗の存続など)
- 視点 6 個々の食材を「うまい料理として統合してゆくプロセス
- 視点 7 人為的に加工された食品
- 視点 8 体に必要な食品
- 視点 9 簡単クッキング

評価の方法は、視点に対して各コンテンツの内容が、どの程度関連性が強いのかを 5 段階の評価値としてアンケート形式で解答してもらった。つまり各コンテンツは一人について 9 個の視点で 5 段階評価されている。データは一人について 269 (コンテンツ) \times 9 (視点) = 2421 個の 5 段階評価データを持っている。データを一覧すると、表 2.1 のようになっている。表 2.1 に示したデータは一人分のデータの一部であり、このようなデータを複数人分用意する。アンケート解答者は、各列の最上段に書かれている視点でコンテンツを捉えた場合の、各行に書かれている質問に対し五段階で評価している。実際に比較インターフェイスに導入する際は、ある人のある視点、つまり表 2.1 の一行を一つの集合として扱う。

単号	コンテンツタイトル	食事を楽 しむ	食への道 飲み道 (季節を 大事にする)	味を判断 する	社会の流 れと食品 との関わ り	味のメ イク(老 練の存続 など)	個々の食 材をどう 調理し て統合 して作る のか	人為的に 加工され た食品	体に必要 な食品	簡単ク ッキング
1	スチュワーデスも愛用する「ホルモン」	1	1	1	3	1	1	2	4	1
2	アワビで復活した男	2	2	2	3	1	1	2	3	1
3	サメを活かす	1	1	1	1	1	1	1	3	1
4	おいしい食事の裏側	2	2	1	2	1	1	3	3	1
5	ミコが語る赤ワインダイエット	2	2	1	2	1	1	1	3	1
6	サバ・ベプチドコビーゼン?	1	1	1	2	1	1	2	5	1
7	ゼラチンを一ヶ月試す	1	1	1	1	1	1	3	3	1
8	インカ帝国の「美食」	2	1	1	1	1	1	3	4	1
9	舞臺をたべよう	1	1	1	1	1	1	3	3	1
10	JSDという記号	1	1	1	3	1	1	1	3	1
11	食品研究の風景	1	1	1	1	1	1	3	3	1
12	食品を評価するためのデータ源泉	1	1	3	1	1	1	1	3	1
13	食品加工分野の国家試験問題No.76	1	1	1	1	1	1	5	1	1
14	食品を創造する男・伏島	1	1	1	3	1	1	1	1	1
15	米の味を科学する	1	1	3	1	1	1	3	1	1
16	ある主婦のつぶやき	1	1	1	3	1	1	1	1	1
17	ボン・デ・ケージョの作り方	2	1	1	1	2	1	1	1	4
18	枯れる人のプロセス	1	1	1	1	1	1	3	3	1
19	食文献183	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	ビール会社のイメージ戦略	3	3	3	3	2	4	3	1	1
21	飽食の時代をどうみるか	2	1	2	3	1	1	1	1	1
22	人の健康と食器の害	3	1	1	2	1	3	1	1	1
23	もてあます生ウロの処置	1	1	1	3	1	1	1	1	1
24	先端行くコンビニの弁当廃棄率	1	1	1	2	1	1	1	1	1
25	血栓を予防する	1	1	1	1	1	1	1	3	1
26	食品流通の創造プロセス	1	1	1	3	1	2	1	1	1
27	「はっきりいってひどい食事です」	3	1	2	1	1	1	1	1	1
28	アロマテラピーの効用	3	1	3	1	1	3	2	1	1
29	スパイスの個性と配合の妙味	3	1	3	1	2	4	1	1	1
30	異国の食材	1	1	3	1	1	3	1	1	1
31	醤油の活用	1	1	2	1	1	1	1	1	2
32	漢方にみる創造行為	1	1	2	2	1	1	1	4	1
33	特許にみる新味生成過程	1	1	2	2	1	1	1	2	1
34	プロが鋭くおいしい中華の店	2	1	4	1	1	2	1	1	1
35	売れるのは「おいしいもの」?	2	1	1	2	1	1	1	1	1
36	料理人村田の異才ぶり	1	2	1	1	4	5	1	1	1
37	大手町女の食事	3	2	1	3	1	1	1	1	1
38	燃えるデザート・懸けつめる女たち	3	1	1	3	1	1	1	1	1
39	どこまで行くのかインスタント食品	1	1	1	2	1	1	4	1	3
40	一平ちゃんが3管に	1	1	1	2	1	1	3	1	3
42	先端店舗をみる	4	1	2	1	2	1	1	1	1
43	コンピュータによる嗜好分析	1	1	1	4	1	1	1	1	1
44	おでん職人が語る味の評価	3	1	2	1	1	2	1	1	1
45	納豆論	2	1	1	1	3	1	1	2	2
46	牛乳年表	1	1	1	1	1	1	1	1	1
47	赤子の食問題	1	1	1	1	1	1	1	3	1
48	乳の有効活用	1	1	1	3	1	1	2	2	1
49	ペットフードはうまいのか	1	1	1	2	1	1	3	1	3
50	ドッグフードランキング	1	1	1	2	1	1	1	1	1
51	ヘビを食う	3	1	2	1	1	1	1	2	1
52	グアモノを食らう	3	1	2	1	1	1	1	2	1
54	酒の値段	3	4	1	1	2	1	1	1	1
55	クィーンアリス・石鍋語録	3	1	1	2	1	3	1	1	1
56	技術者がくりだす料理概論	1	1	1	2	3	1	1	1	1
57	技術者がくりだす「豆ご飯」における資料の比	1	1	1	2	3	1	3	1	3
58	Do you know what ratio is?	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 2.1 : 評価者Aの視点データの抜粋

2.4 比較アルゴリズムによる表示の方法

ノードは円の向かって真右を起角として反時計回りに等角度で配置される。同一国の角度にノードが重なることはない。このノードは順に線分で結んで配置さる。線分で結ぶと隣り合うノードとの連続性がわかりやすくなる。外側ほど高い評価を受けたデータが表示される。有限の表示領域に全ての多量のノードを一度に表示しようと考えたとき、全ての情報に同一の面積を与えるのは良いとは言えない。価値の高い情報は低い情報に比べて見やすく表示されるべきであろう。そう考えた場合この円形マップは効率良くノードをマップしていると言える。図 2.2 に示すように円形であるため内側の点数が低いデータは密になるが、外側の点数が高いデータは粗となり見やすく選択しやすい。

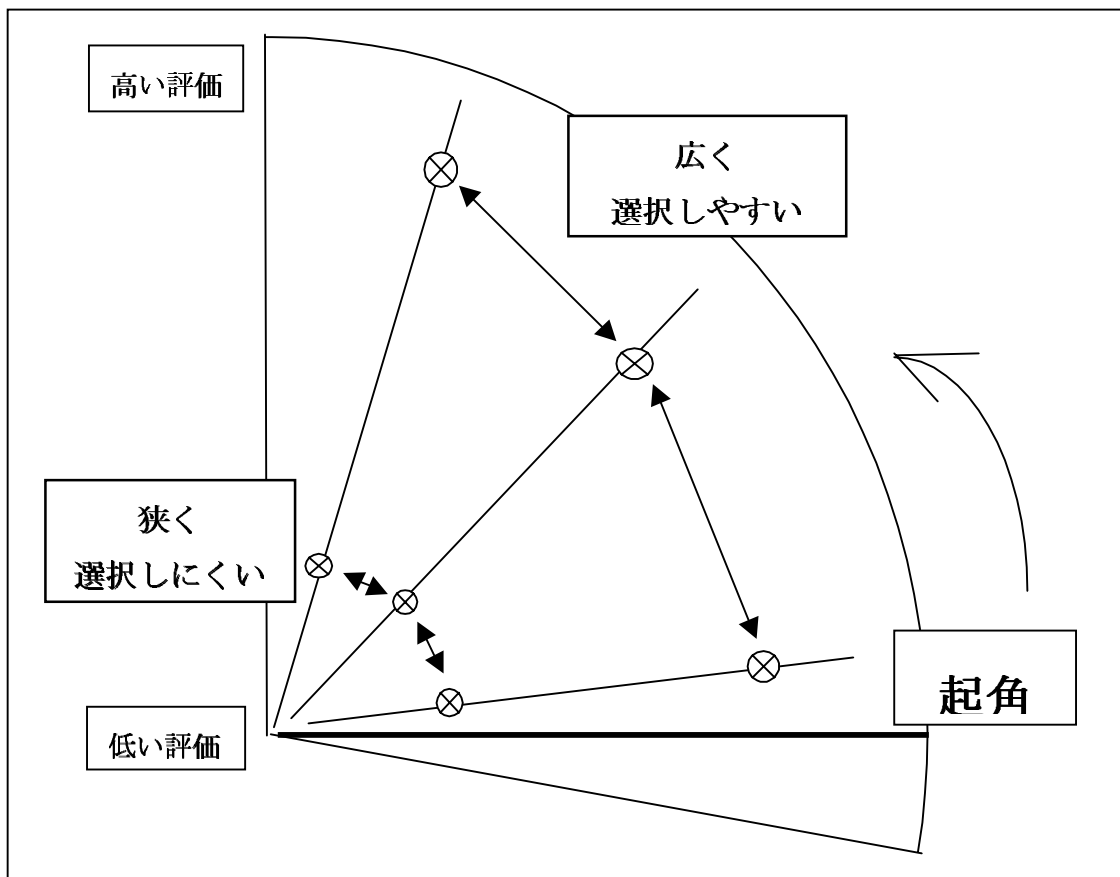


図 2.2 : ノードの配置方法

具体的な比較アルゴリズムについて説明する。図 2.3 のように、ある人のある視点「並べ替え基準」に関しての評価値順にコンテンツをソートして順に角度とし、ある人のある視点「表示対象」に関しての評価値を半径としてマッピングする。二つのデータを同じ物にすれば、「表示対象」のみの整然とした渦型の評価マップを描く。

比較するデータがどのような視点であるのかを見るための「評価の視点」ボタンをユーザが選択するといつでも視点に関する説明がサブウィンドウで表示される。サブウィンドウで表示されるのでブラウザと同時に閲覧することも可能である。

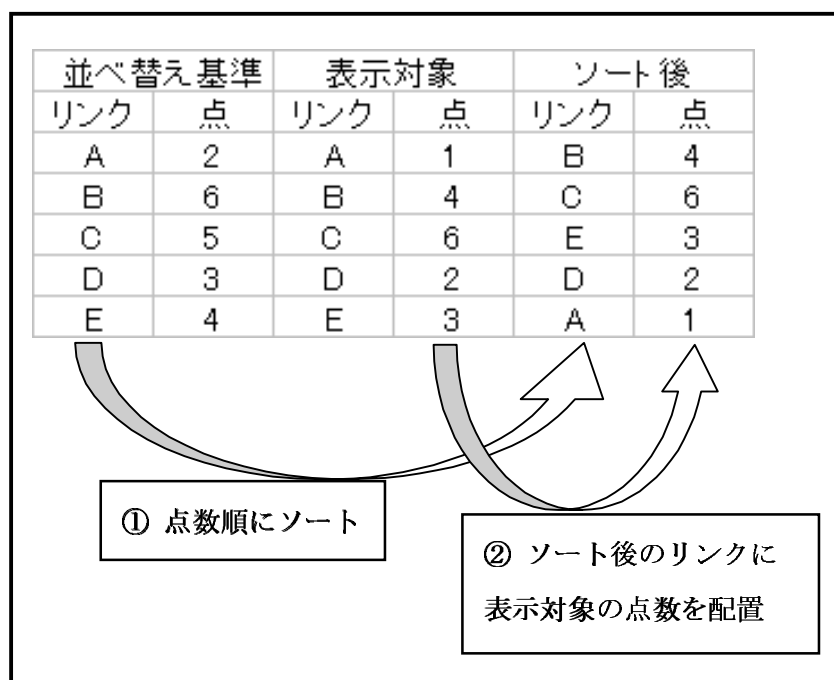


図 2.3 : ソーティングアルゴリズム

2.5 操作環境の提案

2.5.1 ソフトウェアによる環境

バックの背景やBGMは情報提供者が任意に設定できる設計となっている。これらのバックグラウンド効果用のファイルをネットワーク上のどこに配置するか、いくつ配置するか、壁紙と音楽とマップ配色の組み合わせを設定できる。マップの配色が固定の場合、背景により見にくくなる場合がある。しかし本ツールを用いる場合、背景によりマップ配色を設定できるためこの問題は回避できる。またユーザは最適な設定の組み合わせを「リラクゼーションテーマ」として選択するだけで良く、わざわざ組替えて設定をしない必要はない。

2.5.2 ハードウェアによる環境

本システムはネットワーク上でハードウェア環境に依存せずに動作できる設計になっているが、推奨できる操作環境として図 2.4、図 2.5 のようなハードウェア環境を提案する。音響環境はBGMを演奏するためのものである。データの比較が目的の本システムは大きな画面や広い領域でネットワーク探索することが望ましい。二面の大型プロジェクタは近年様々なOSでサポートされ始めているマルチモニタを用いた物である。透過型HMD（ヘッドマウントディスプレイ）の実装は複数の本ブラウザを重ねて見るために用いる。また円形ブラウザに対して有効と思われるジョイスティックの実装も行った。

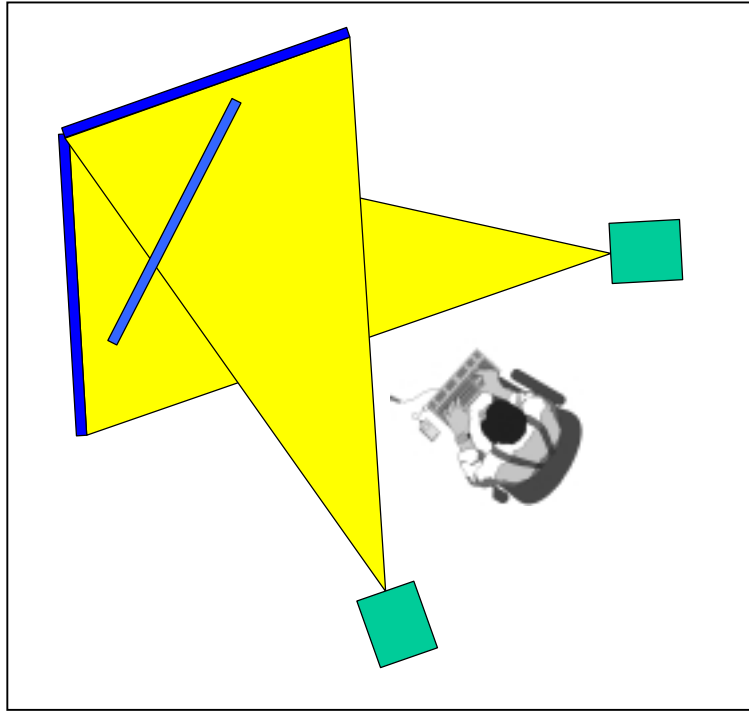


図 2.4 : ハードウェア環境



図 2.5 : 構築されたシステム

2.6 この章のまとめ

情報探索システムの基本構造をまとめると以下のようになる。

- ・各コンテンツのリンクであるURLをノード点として扱う。
- ・各ノードを円形のブラウザにマッピングする。
- ・ノードはコンテンツへリンクできる。
- ・円の外側は評価値が高く、円の内側は評価値が低い。
- ・マップはスタート角より順にノードを一周線分でつなぎ描かれる。
- ・システムは単体で関連性のある二集合を比較表示する。
- ・各ノードの概要はサブウインドウに表示される。
- ・ブラウザは背景やBGMを設定可能である。
- ・広い表示領域を提案する。

第 3 章

情報探索システムの構成

3.1 汎用性への配慮

本システムはネットワークからの利用、汎用性を考え J A V A アプレットを利用して設計した。近年 J A V A アプレットはほとんど全てのシステムで実行可能となっている [8]。ユーザは WWW のブラウザ上からアプリケーションを実行できる。従来のようなダウンロード、インストール、実行、というスタイルではなく、WEB コンテンツのようにアクセスすれば、自動的に実行され安全性も高い。J A V A アプリケーションであれば初心者ユーザであっても簡単に利用できると思われる。J A V A はバイトコードと呼ばれる中間言語に置き換えて配信されるためコンパイルの必要はなくインタプリタ言語よりは高速に動作する [9]。

3.2 安全性への配慮

3.2.1 配信とサーバの保護について

これらのデータはネットワーク上のサーバに置かれるわけであるが、比較表示する対象となるデータは明示的に設定ファイルに登録したものだけをユーザに利用させることができる。ネットワーク上のどこにデータを置くかも設定ファイルで示すことができ、サーバでの運用をしやすくしている。

また本システムはシステムの機能を維持するために特別なデーモンを必要としない。HTTPデーモンにより情報を配信することを前提に設計されており、管理者、情報提供者はHTTPデーモンのセキュリティ管理のみを通常どおり行えば良い。情報配信のためネットワーク上に公開する領域のみを利用すれば良く、ローカルのファイルシステムに直接問い合わせることはないのでサーバの安全性は高いといえる。

3.2.2 サーバのリソース負荷について

本アルゴリズムは全てクライアント上で動作するため動作に関してサーバの負荷になることはない。リラクゼーションテーマに関するファイルが、比較的大きくなりがちであるが、これらに関しては選択されたものからダウンロードされるのでサーバにとっての初期実行時の負荷はそれほど大きくはならないだろう。この点に関してはクライアントへの負荷も同様のことが言える。クライアントのキャッシュが有効な場合、一度ダウンロードされたファイルが呼び出されることはない。大きなファイルはリラクゼーションテーマが追加変更された場合のみ新規ということでダウンロードされる。対象データが変更された場合、ファイルはそれほど大きくないので特に問題はないだろう。頻繁に入れ替わる可能性があるファイルはむしろ后者であり、そういった意味においてもサーバに優しいシステムであると言える。新規アクセスが多くどうしてもサーバ負荷が出る場合BGMの1クルーの長さ、BGPのクオリティを下げることによって押さえることは可能である。

3.2.3 受信とクライアントの保護について

JAVAアプレットの仕様に基づいて設計されている。JAVAアプレットはクライアントのセキュリティ保護に関して熟慮されておりローカルのファイルシステム・プライバシーについてユーザが意識しなくても守られるように設計されている。さらに本システムではクライアントブラウザが、多くの場合デフォルトであるJAVAの実行許可、JAVAの最高レベルのセキュリティで実行可能である。よってユーザはブラウザの基本的な通常運用を知っていさえすれば基本的に何も意識せずに本システムをブラウザ上でセキュリティの高いまま利用可能である。

3.2.4 クライアントのリソース負荷について

本システムはユーザにリラックスした使いやすい環境を提供するため、クライアントの様々なリソースを利用する。音声の再生をするため一般的なサウンドリソースを利用するがサウンドシステムが備わっていないクライアントにおいてもJAVAバーチャルマシンは自動的にサウンドシステムを利用しない形で動作するためエラーが発生することはない。ノードを選択することでコンテンツをオープンするが、この動作は基本的に新しいブラウザ開きこれを定期的ターゲットとするため、次々にブラウザが開いてメモリリソースを消耗することは無いようになっている。概要の表示に関してシステムはアクティブに概要を切りかえる。ブラウザ上でカーソルが移動するたびに最も近いノードを演算するため実行中はかなりのCPU資源を利用していると思われる。しかしタスクの優先順位は標準なので、他の優先順位の高いタスクを邪魔してシステムを不安定にすることはないと考える。しかし、CPUリソースが極端に低下した場合概要表示に関して処理に若干の遅延が発生したり処理が落ちることが考えられるが、基本的に動作は継続され、概要表示と選択されたコンテンツに矛盾が発生しないよう設計した。

3.3 サブウィンドウシステム

図 3.1 のように「ノードの概要」を初め「評価の視点」「このブラウザの説明」などサブウィンドウシステムを導入しユーザをサポートする。「ノードの概要」サブウィンドウは起動と同時に表示され「タイトル」「コンテンツのURL」「コメント」がリアルタイムで切り替わり表示される。「評価の視点」ボタンを選択すると視点データインデックスより評価の視点についての概要を表示する。本ブラウザの使い方については左下に「このブラウザの説明」ボタンが配置されており、選択することでいつでも解りやすい説明が参照できる。これらのサブウィンドウはユーザの要求に応じて表示させたり非表示にしたりできる。

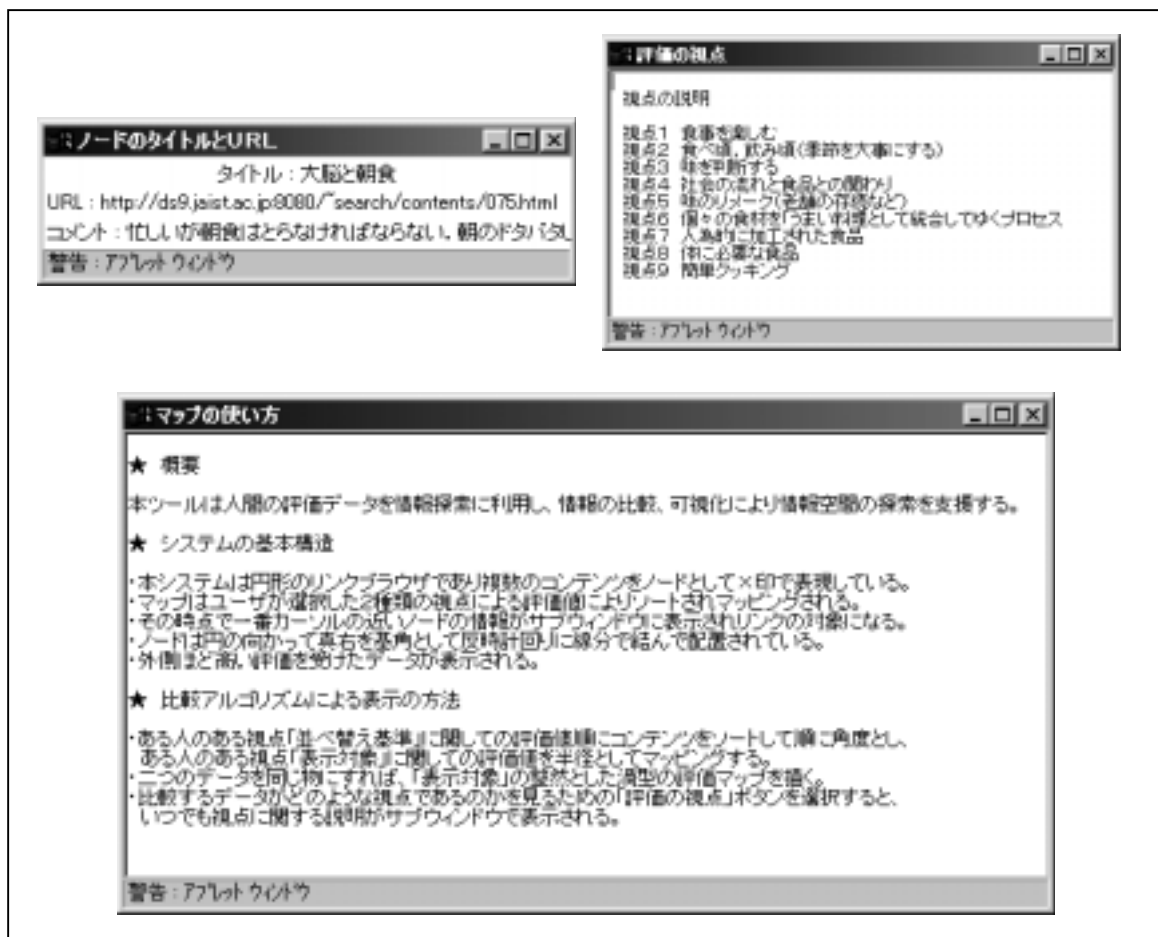


図 3.1 : ユーザサポート・サブウィンドウ

3.4 ステータスへのシステム状態の表示

ステータスには現在のシステム動作が随時報告される。本ブラウザのウィンドウがサブウィンドウを隠してしまっている場合サブウィンドウが表示されたかわからないことがある。「概要表示」隠した場合ノード情報が一切不明では操作できない。これを防ぐためブラウザの下に標準でついているステータスバーにシステムからの通知を表示する機能を設けた。普段は「概要表示」でリアルタイムで切り替わり表示されるノードのタイトルを表示し何らかのアクションがあるとアクションにより実行された動作を報告する。

3.5 複数起動への対応

本システムはHTTPサーバ以外の特別なサーバを必要としないクライアント実行型のシステムとして設計したため、多くのクライアントが同時に使用しても問題は起こりにくい。また同一クライアントの複数起動に関しても、クライアントのリソースが許す限り複数起動が可能である。サブウィンドウはブラウザを立ち上げた分作成され、起動時に作成したサブウィンドウをターゲットする。ただし音楽に関して若干の問題がある。J A V Aバーチャルマシンはアプリケーション毎に複数起動できる。このとき音源に関しても擬似的に複数用意できるため二つのブラウザの音が重なってしまう。よって設定に音のない設定を用意して、この現象に対応できるようにした。

3.6 設定ファイルについて

ブラウザへの設定が変更される度にコンパイルし直すのは面倒であるし、またこのブラウザを利用して情報を配信しようとする人の技術的ハードルを作ってしまう。よって本体をリコンパイルせずすむよう、変更可能な値をできるだけ設定ファイルとして外部にテキストで記載できるように設計した。

これによりブラウザデータやリラクゼーションデータは表 3.1、表 3.2、表 3.3 に示すように細かく、設定ファイルにより変更できるようになっている。

本ブラウザは実際には3万個程度までのノード数、小数点を持つ40億段階程度までの評価段階を持つことが可能である。この値は将来のコンピュータ性能でどんどん大きくなるだろう。しかし現段階でいずれも想定値よりもかなり大きいキャパシティーを持っていて困ることはないと思われる。補助線はユーザにより見やすい本数を評価値に関係なく自由に設定できる。

<pre>http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/value/ ¥n 視点の説明¥n¥n 視点1 食事を楽しむ¥n 視点2 食べ頃, 飲み頃 (季節を大事にする) ¥n 視点3 味を判断する¥n 視点4 社会の流れと食品との関わり¥n 視点5 味のリメイク (老舗の存続など) ¥n 視点6 個々の食材を「うまい料理として統合してゆくプロセス¥n 視点7 人為的に加工された食品¥n 視点8 体に必要な食品¥n 視点9 簡単クッキング¥n 5.0 5 視点 1-A 視点 1-B 視点 1-C 視点 1-D 視点 2-A 視点 2-B 視点 2-C 視点 2-D</pre>

表 3.1: 評価リスト定義ファイル

本ブラウザの大きさ即ち解像度もHTMLファイルのアプレットの大きさ指定で変更できる。ノードの量が多い場合大きくすることで見やすくできる。以下にHTMLファイルの一部を示す。解像度を変更する場合は下線部を書きなおせば良い。

マップの配色の組み合わせもバックグラウンド設定ファイルで絵設定できる。J A V Aでは色を変数か英語名のコンポーネントで扱うが本システムはその全体を日本人向けにチューンした。エンドユーザに十分な英語力がなくても配色、操作、説明は日本語で行うようになっている。今回は表 3.3 のように日本語で指定できるようにした。言語の設定に関しては設定ファイルを用意していない。しかしソースの中にある日本語部分を対象となる国の言葉に置き換えてリコンパイルすれば他の国の言語でも容易に対応できるだろう。

```

http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/001.html スチュワードも愛用する「ホルモン」
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/002.html アウビで復活した男。健康は、老若男女を問
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/003.html サメを活かす。あまり食卓になじみないが、
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/004.html おいしい食事の裏側。乾食の時代のなか、お
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/005.html ミコが語る赤ワインダイエット。食品の価値
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/006.html サバ・ペプチドココビーンズ？ 生活習慣
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/007.html ゼラチンを一ヶ月試す。人体中のコラー
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/008.html インカ帝国の「美食」。古代人はなにを
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/009.html 舞踏をたべよう。麹菌ガン。対策・予防とし
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/010.html JSDという記事。一般消費者のたれでも
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/011.html 食品研究の風景。食卓を彩る食品の栄養学的
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/012.html 食品を評価するためのデータ源泉
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/013.html 食品加工分野の国家試験問題No.78。われ
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/014.html 食品を創産する男・伏島。ファブレス形態
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/015.html 米の味を科学する。人によっては毎口に
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/016.html ある主婦のつぶやき。一般的に家庭は家庭で
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/017.html ボン・デ・ケーショの作り方。岡江久美子
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/018.html 結核人のプロセス。「しわ」は女性にとっ
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/019.html 真文獻183。「総合食品安全事典」。日
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/020.html ビール会社のイメージ戦略。ビールは各種お
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/021.html 飲食の時代をどうみるか。食品は売られず
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/022.html 人の健康と食器の害。食品から栄養を採るこ
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/023.html ちてあます生ワロの処置。こみを捨てると
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/024.html 先陣行くコンビニの弁当廃棄率。2.4時間過
http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/contents/025.html 期貯を承認する。元千はみれえ。ゴザに「上ス

```

表 3.2 : コンテンツ定義ファイル

```

http://ds9.jaist.ac.jp:8080/~search/bg/
やすらぎ umi-sora.jpg 001.au 赤 黄 青 緑 紫
宇宙 space.jpg 002.au 桃 桃 黄 青 緑 紫
常夏 tokonatu.jpg 003.au 桃 桃 黄 青 緑 紫
静かな森 mori-koke.jpg 004.au 紫 紫 水 青 黄 紫
光射す海 asai-umi.jpg 005.au 黄 黄 緑 紫 水 赤
やすらぎ 音無 umi-sora.jpg 000.au 赤 黄 青 緑 紫
宇宙 音無 space.jpg 000.au 桃 桃 黄 青 緑 紫
常夏 音無 tokonatu.jpg 000.au 桃 桃 黄 青 緑 紫
静かな森 音無 mori-koke.jpg 000.au 紫 紫 水 青 黄 紫
光射す海 音無 asai-umi.jpg 000.au 黄 黄 緑 紫 水 赤

```

表 3.3 : バックグラウンド定義ファイル

3.7 この章のまとめ

情報探索システムの設計をまとめると以下のようになる。

- ・システムはサーバ・クライアントへの安全性を配慮し設計されている。
- ・「最短ノード選択システム」「サブウィンドウシステム」の導入。
- ・システムはプラットフォームや同時起動に対する制限を持たない。
- ・サーバで提供する情報は設定ファイルにより簡単に変更できる。

第 4 章

情報探索システムの特徴

4.1 比較アルゴリズムの導入

比較アルゴリズムの導入により、一視点の評価を整然と可視化できるのはもちろん、二視点間の好みがどの程度違うのか可視化できる。本ブラウザは、二視点の評価値が近ければ「表示対象」のみの評価マップに近くなり、ばらばらならば、渦はぎざぎざになり、まったく逆ならば「表示対象」のみのマップとは逆の、内から外の渦を巻く。この比較表示方法によりこの二つの視点の関係がわかりやすく表示される。

4.2 円形表示の提案

プロジェクトで広い視野角に大きく表示される場合、一目見て全体のイメージがつかみやすく、視覚に対して効果的に表示できると考えられる。データは比較しやすいように基本的に評価値の高いものは外側に、低いものは内側に表示される。つまり円形にすることによって評価値が高くて意味のあるデータをより広域に表示できる効果があり、有限の表示視野をできるだけ有効に多量のノードを一度に表示できる工夫をした。一度にすべてのデータをグラフィカルに一画面で表示するので、従来のキーワード検索結果表示のようなテキストベースの順列配置に対してグローバルな関係を把握できる。

4.3 情報をノードとして表示する工夫

各ノードは線分の接合点であり、クロスマークをつけることで、ない場合に比べ比較の見やすくなっている。比較などの関係表示だけでなく、ノードは情報（URLリンク）を意味しカーソルにより選択することで、実際の情報にアクセスできるようになっている。点のみがリンクポイントである場合、点の選択が非常に困難であるし、点であるためノードがどのような情報へのリンクであるのかわからない。これらを解決するためカーソルが一番近いノードを「選択可能性を持つノード」として認識し、そのノードがどのようなデータを持っているか、常にその概要をサブウィンドウに表示する。選択も同様に一番近いノード、つまり概要に示されている情報が選択されるように設計した。つまりマップ上のどこで選択しても必ずどこかにリンクすシステムを実装した。図 4.1 にしめすように、これはカーソルから各ノードの距離を計算し一番近いものを選択する仕組みである。これによって選択不完全性の廃絶、範囲の拡大が実現し、選択操作性があがり点であるための問題点の大部分を改善できたと思われる。実際の選択範囲は図 4.2 のようになる。

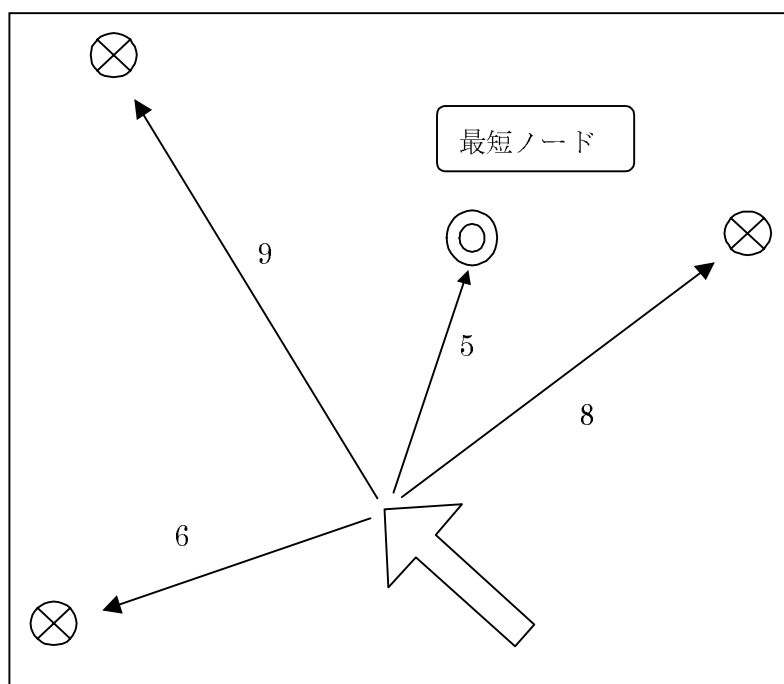


図 4.1 : 最短ノード選択アルゴリズム

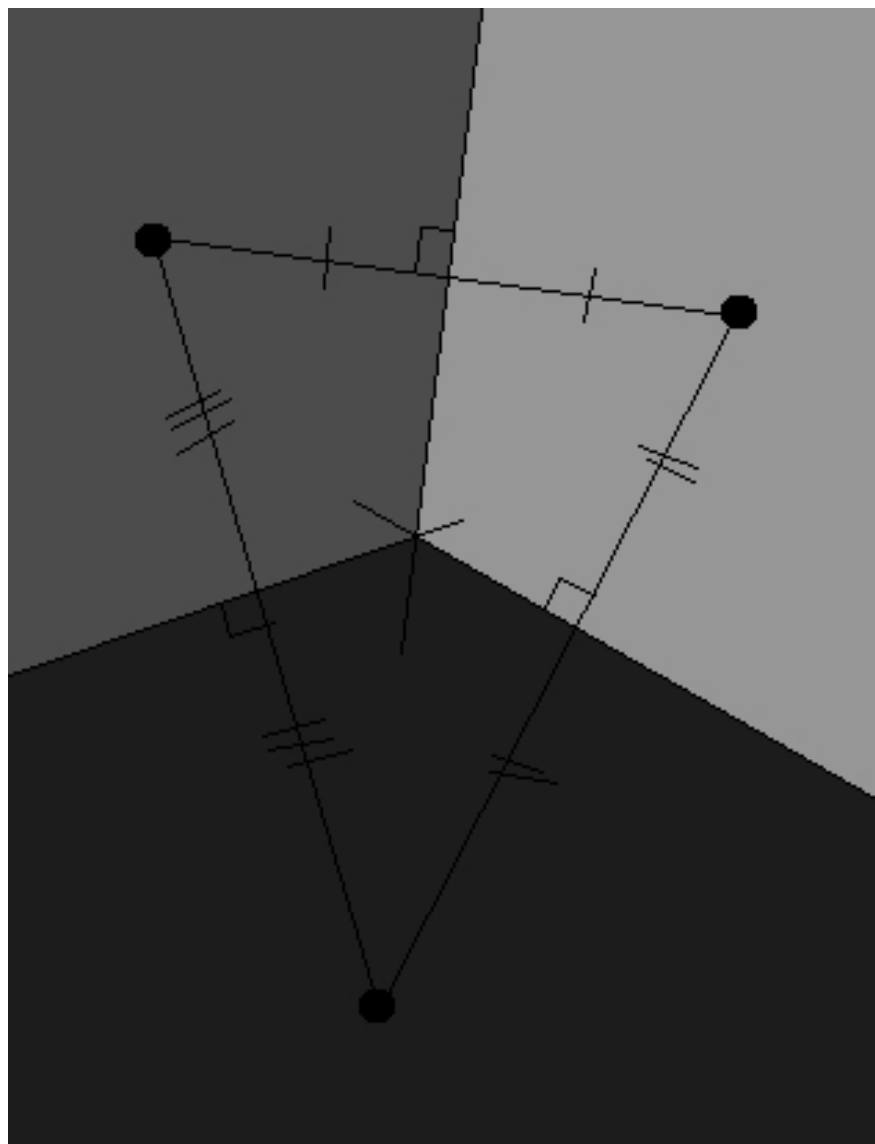


図 4.2 : 選択範囲の概念図

4.4 操作環境の利点

図 2.4 に示した、ダイナミックな音響環境、プロジェクタによる大きな視野角を実現した表示領域、ユニークな入力インターフェイスを持つシステム環境の構築を行った。人のさまざまな感覚に対しダイナミックに、また包み込むよう表現できるハードウェア環境により情報探索への集中力を促す。また情報空間の探索でしばしば悩まされるイライラを解消するためリラクゼーションテーマなどを配備し精神的にもサポートできるよう配慮した。

ダイナミックな音響環境は効果的なBGMによるリラクゼーション効果を期待できる。プロジェクタは広い表示領域で一度に多くのノードを見やすく表示できる効果、背景によるリラクゼーション効果を期待できる。かつ二面のモニタは様々な表示方法を実現できる。一つの方法としては図 4.3 のように片側にマップを配置し、もう片側にターゲットブラウザを置く方法である。こうすることによりユーザは、マップがブラウザで隠れる煩わしさ無しでマップ上のノードを次々に連続して閲覧できる。



図 4.3 : 二面にマップとブラウザを表示したイメージ図

また一つの方法としては図 4.4 のように両側にマップを配置し、その二面のマップ同士を見やすく比較することも可能となる。

このようにインターフェイスはユーザライクで優しく、ユーザの興味を引くことができる物となった。

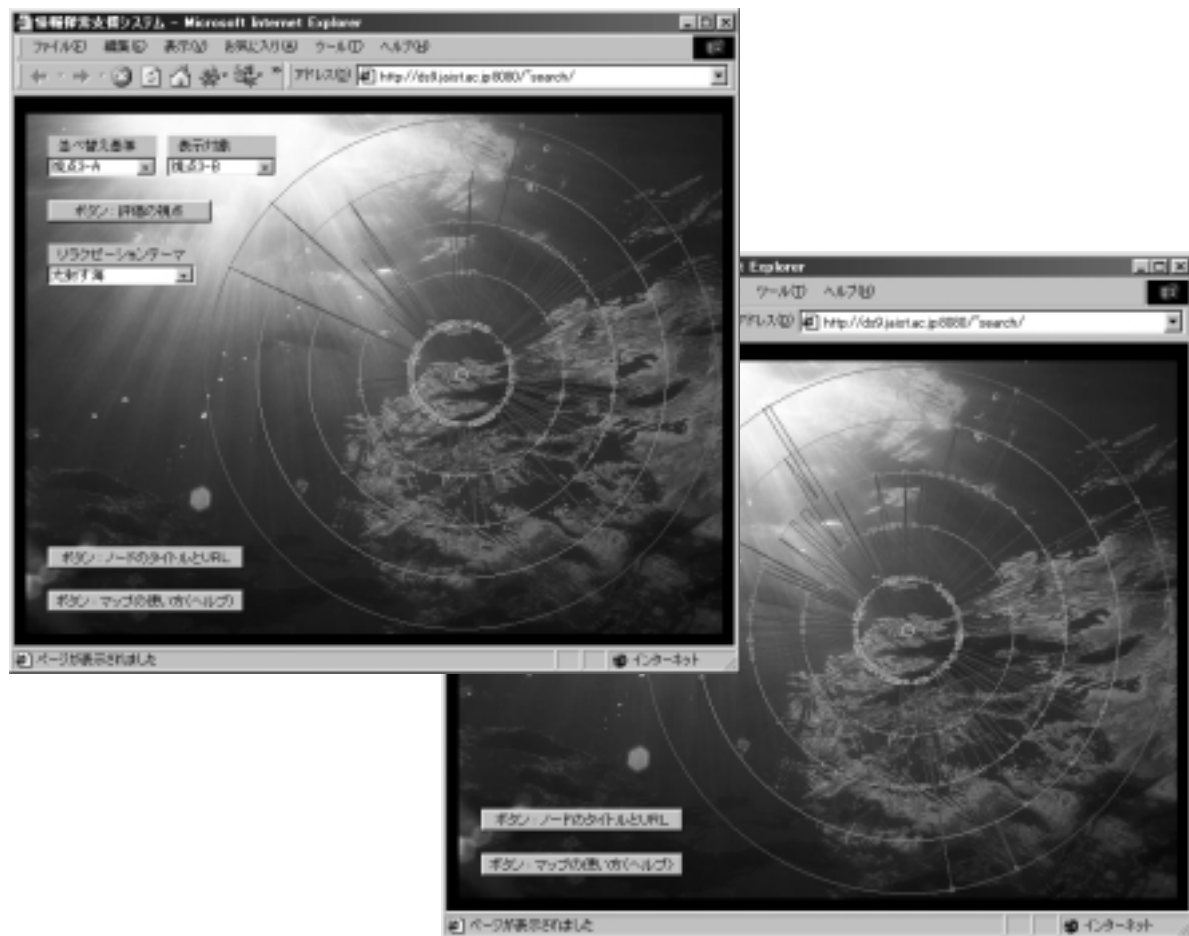


図 4.4 : 二面に両側異なるマップを表示したイメージ図

4.5 汎用性を考慮した設計によるシステムの柔軟性

マンマシンインターフェイスは容易に他で再現できないかもしれないが、ごく一般的なPC環境であっても同様に動作する。JAVAアプレットによる設計であるためHTTPデーモンによるネットワーク配信が可能であり、だれでも気軽、かつ安全に多くの環境で利用可能である。ブラウザは複数、同時に起動することが可能であるため、異なる評価値集合の組み合わせ同士を比較可能である。柔軟な設定ファイルが用意されており、一意のコンテンツ群に対する数値データであれば、どのような特徴を持つデータであっても比較表示が可能である。

4.6 この章のまとめ

情報探索システムの特徴をまとめると以下のようなになる。

- ・一組の視点に関する互いの評価の関連性が一目でわかる。
- ・異なる視点の組み合わせ同士を比較可能である。
- ・評価値の高いデータほど選択しやすい。
- ・カーソルで指示したノードのタイトルと概要が表示される。
- ・ノードからコンテンツにアクセスできる。
- ・システムはリラクゼーション効果に配慮し設計されている。
- ・システムは複数同時にネットワークのどこからでも起動できる。
- ・柔軟な設定ファイルにより簡単にデータを置きかえることができる。
- ・一意のコンテンツ群に対する数値データであれば、どのような特徴を持つデータであっても比較表示が可能である。

第 5 章

情報探索システムの評価

5.1 評価に利用したデータについて

このシステムの評価にあたっては本システムを提案、作成するにあたって利用した「食品」に関するデータをそのまま利用した。本章では評価の実際と検証結果、その対象に関する考察を項目ごとに論ずる。

5.2 一つの視点の表示

一つの視点の表示をしたい場合、「並べ替え基準」と「表示対象」を同じ視点にすると図 5.1 のように整然とデータが並ぶ。実際にある人のある視点における一人だけの評価が整然と渦巻き状に表示された。評価値の高いノードは低いノードに比べて選択できる面積が広くなり選択しやすくなった。評価値が低いノードは整然と並ぶためかなり選択しにくいことが予想されたが実際に使ってみると「最短ノード選択システム」「概要表示」は想像以上の選択補助効果があり特定の点こそ判断しづらいが見たい情報を表示させることは可能であった。「最短ノード選択システム」に関しては同項目で詳しく述べる。



図 5.1 : 一視点の表示例

5.3 二つの視点の比較

サンプルの様々なデータを比較表示してみた。結果としては、図 5.2 のように 違う人でも視点が同じ場合はぎざぎざながら渦を巻いていることが見て取れる。しかし、視点が異なると意味のない円を描いている。

今回のデータは評価が5段階であって滑らかな円を描かないが、パーセントなど多くの段階、多くのサンプルを持つデータの場合滑らかな円を描く。このようなデータで2視点を比較した場合二視点の評価比較は顕著にぎざぎざな振幅を持つ渦となるだろう。考え方の違いが大きいほど振幅の幅が大きい渦になるよう設計されている。

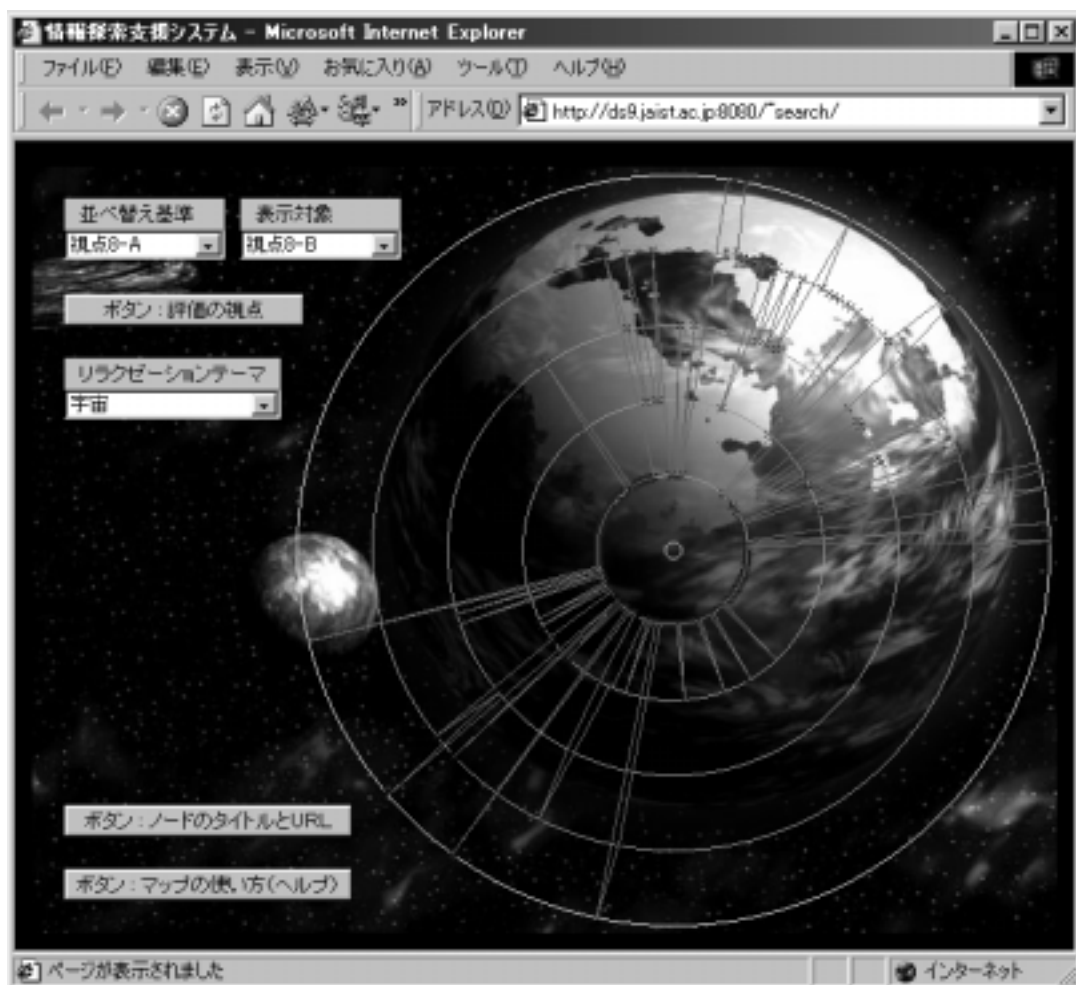


図 5.2 : 二視点間の比較表示例

5.4 自分の評価視点との比較

評価の段階で、自分の評価値をシステムに導入してみた。「自分がどう評価するのか」というデータをシステムに用いることは、本来このシステムが持つ他人のデータ同氏の比較とは、また違った意味を持つ。なぜなら、比較の対象が評価者自身になるからである。自分のデータと被験者のデータを比較するとより対象となるデータの興味深い比較表示を提示することができた。しかし、この場合情報探索とは意味合いが違ってくる。評価値を入力するということは全てのコンテンツの概要を把握するということであり、こうなるとすでに探索する必要はなくなるからだ。本ブラウザは情報提供者がデータを登録する仕様となっている。本研究の目的を遂行する意味ではブラウザ使用者のデータ登録機能はある意味でナンセンスであり、現システム設計で問題はない。しかし本システムは自分の比較結果との情報比較のモチベーションを持っており情報を入力する機能があっても良いのではないかと思う。しかし実際にデータを自分自身で取ってみると、やはりその作業は大変である。こう言った意味においても単純にデータを登録できるようにしても普通利用者はいないであろうことを予想させる。よって今後は自動的に個人の好みをデータとして取得し情報探索技術で反映する新たなシステムの必要性を感じた。

5.5 複数のマップの比較

複数のマップの比較とは、先に述べた本ブラウザを二つ以上立ち上げての比較である。比較できる主なパターンとして以下に箇条書きする。

- ・「並べ替え基準」はそのままに、「表示対象」だけを変更した比較
- ・「並べ替え基準」の単体表示とそのデータを含むデータとの比較
- ・「並べ替え基準」のみ表示されたマップ同士の比較

「並べ替え基準」はそのままに、「表示対象」だけを変更した比較は単体に比べより複雑な意味合いを表示できる。視点を同一にする場合で「並べ替え基準」を同じにする場合、「表示対象」としたデータの分だけブラウザを開ければ「並べ替え基準」となったデータと他のデータの特徴を如実に表す結果となって興味深い表示を得られた。また二つのブラウザの視点そのものを変えれば視点によるデータの傾向が解る。たとえば「このコンテンツ群は視点Aに関する情報を多く含んでいる」とか言うことである。このように比較結果同士の比較は様々な大変興味深い結果を生み出した。

「並べ替え基準」の単体表示とそのデータを含むデータとの比較では二つを比較するとき比較するそれぞれのデータが単体でどのようなものなのかわかり興味深い。

「表示対象」は比較後のデータで見て取れているわけであり順番こそ整然としてはいないが目で見えるのでまったく想像がつかないわけではない。たとえば「この人は1が多い」とか「この人は5が多い」とか「中間よりの評価である」とか「中間の少ない評価であるとか」は順番以前に、ぱっと見て取りやすい。しかし「並べ替え基準」の元データは当然「真右から反時計回り」に順位を持っているわけであるが、前述したような量的な傾向がまったく見えてはこない。その結果、本ブラウザを一枚しか立ち上げない場合「並べ替え基準」の単体表示と比較表示を同時に見られることは、比較する上で有効なパターンであると言える。

「並べ替え基準」のみ同氏の比較とは、一つのマップで見たものを別々の個々単体のマップとして並べる比較である。特に3枚目が開けられる場合、並べることでより興味深い表示が実現されるということがわかった。

5.6 表示システム

これらの結果を表示する領域として、本システムは大型の解像度が高いマルチプロジェクタスクリーン、透過型ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を実装した。広い表示領域は予想どおり複数のブラウザを表示する本システムで有効に機能した。広ければ広いほど操作しやすく、かつ操作に専念しやすい。

もう一つの「比較結果同士の比較」として、透過型HMDによる重ね合わせ比較がある。これは前項で述べたメリットを興味深い形でサポートできるデバイスと評価できた。あらかじめシステム設置者は表示解像度を同じにし、図 5.3 のように 本ブラウザの最外周円がぴったり重なる距離に座席を設置しておく。ユーザがHMDを用いる場合、比較したい円形の本ブラウザ同士の円を重ねる。多少HMDが煩わしい感じは受けたが重ねることに問題はなかった。むしろ円形がターゲットスコープのような効果を持ち使用していて面白い。ジョイスティックでの操作はこの意味でも面白いデバイスといえる。評価、検証の前段階では思わなかった円形ブラウザならではの効果である。多段階評価では微妙な巻き込みの度合いや、振幅の違いが出やすい。これを重ね合わせ評価できる本システムは新しい立体感のある表示システムとしての可能性を見出せたと考える。

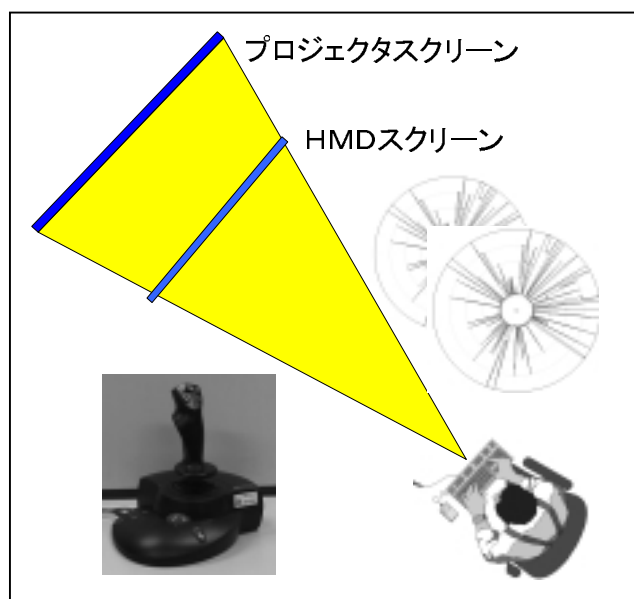


図 5.3 : 透過型HMDによる表示イメージ

5.7 最短ノード選択システム

ある時点で一番カーソルの近いノードの情報がサブウィンドウに表示され選択されたときのリンクの対象となる「最短ノード選択システム」は、当初の想像以上の効力を発揮した。この方法を用いるとノードの選択範囲がずいぶん広くなり操作しやすくなる。例を示すと次のようになる。点がある程度はなれた場合の選択範囲は図 5.4 のように選択範囲を広げるような効果を得られ問題なく選択できる。図 5.5 のようにきわめて近いノードが 2、3 個の場合、選択範囲はノード a に対して領域 A、ノード b に対して領域 B、ノード c に対して領域 C となる。即ちむしろ点から離れた場所で選択すれば選択しやすい。操作者は点の周りでカーソルを動かせば自然とこの原則に気づくことができる。図 5.6 のように 4 個以上のノードがきわめて近い場所に固まった場合、囲まれた黄色の部分にあるノードは図のようにきわめて狭い選択範囲になる。図 5.7 のようにノードが 4 個以上ほぼ直線状に並びきわめて近い場所に並んだ場合、ユーザはその線上をカーソルで滑らすとかなりのスピードで概要表示が切り替わる事となるがき、わめてゆっくり動かす、線 L のように斜めに動かすなどの工夫をしてやれば即時切り替わる概要表示も手伝ってそれほど選択しにくいことはない。図 5.6 のような状態は同一角上に一つのノードしか持たない本システムにおいて起こりにくい。今回の評価データでは見られなかったが、頻繁に起こるとすれば中心の価値が低いところぐらいである。この点を確認するため仮想的なパーセントデータを作成し本ブラウザ入力してみた。このような場合確かに囲まれた中ほどに位置するノードは選択しにくくなる。しかし、そもそも概要に表示されているものが選択された場合表示されるため、誤選択は起こらない。この点が操作全般にわたって非常に大きな役割を果たした。

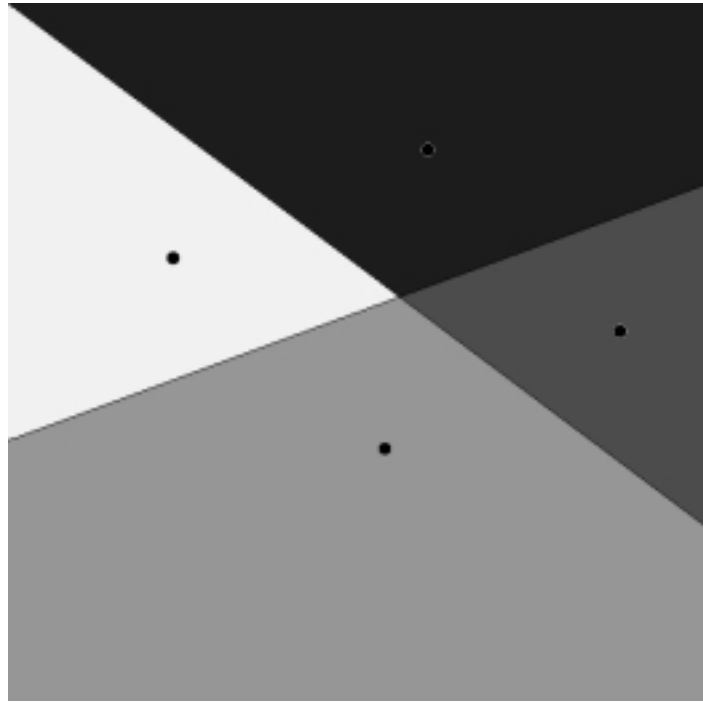


図 5.4 : ノードが十分離れている場合の選択範囲



図 5.5 : ノードが少し寄り集まっている場合の選択範囲

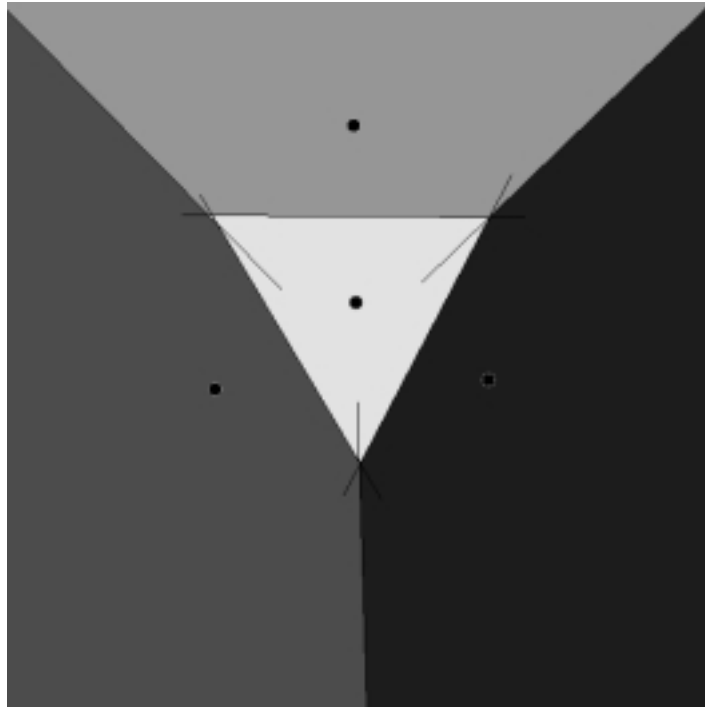


図 5.6 : ノードが多く寄り集まっている場合の選択範囲

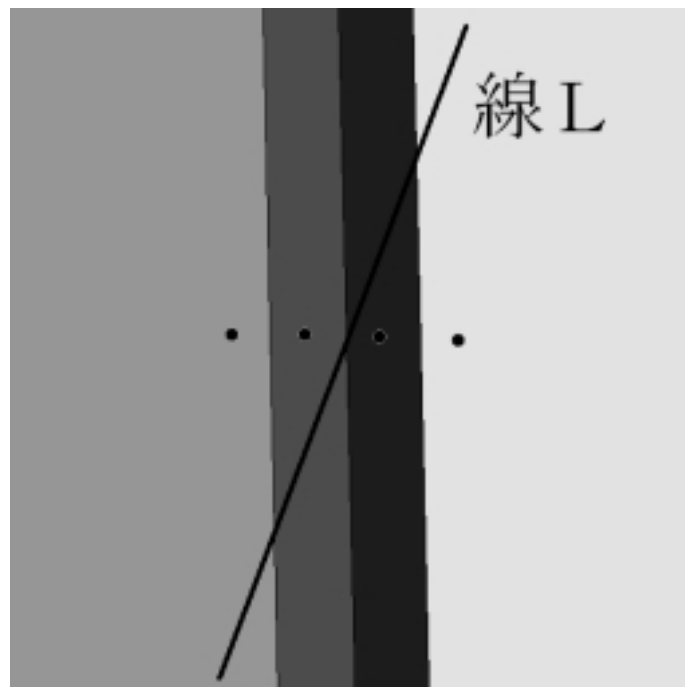


図 5.7 : ノードが直線に並んだ場合の選択範囲

5.8 評価値の信頼性に関して

評価の基準に関して、評価基準が多段階であっても、解答がはっきりYES、NOと分かれてしまうような場合がある。たとえば言うなら、解答のある周知の事実に関して、それにどのくらい近い段階で示せと言っても評価値は最高点か最低点がつくだけである。今回の評価の視点もそう言った意味合いがあり、評価1が非常に多いデータとなるっている。今回作成したマッピングアルゴリズムはまったく等しい評価段階のデータはコンテンツの登録順に並ぶようになっている。よって「並べ替え基準」で同点のデータは、その同点の部分でコンテンツの登録順に並んでいるに過ぎない。コンテンツの順番に法則を意識していない以上、「表示対象」のデータはその部分で、ランダムに並んでいると考えて良い。このようなある種でたらめとも言える結果表示が現れるのは、使用したデータが「YES、NO型視点」であったり、評価が5段階であることが原因である。評価値がもっと多段階であったり、評価の視点がもっとアナログに判断できる事象、たとえば「どのくらい好きか」とか、「100点満点で何点か」というふうにアナログで個性が反映されやすい幅のある評価の視点を持たせることができるならば、評価者の考え方や趣味など個々の個性の傾向が強くなり、本システムの利用者にとって興味深い結果の表示を期待できるだろう。

今後、本ブラウザを利用する場合、評価が多段階に現れやすいものを用い、視点項目そのものは少なくても良いので多くの人にたくさんのデータを評価してもらったデータを用いると、有効な情報探索ツールとしてその真価を発揮できるだろう。

人間の評価値をこのシステムに適応させたときこそ、このブラウザの真の実力が発揮されるということは今回の評価、考察でいえるが、自動的に何かを評価させ、その基準と個人の判断を比較するのも同様に興味深い結果を期待できると考える。また、このシステムは基本的に視点に対する評価が必要であるが、特に人間の意思を含む評価値を得るためにはアンケートなど、人間の主体的なデータ提供を必要としてしまっていてデータの取得に苦勞する。実際アンケート解答作業も作業も大変である。よって自動的、もしくはあまり意識せず人間の評価を情報収集して編集するシステムの開発が今後の課題といえる。具体的なアイデアとしてはコンテンツサーバそのものにアクセス監視を設ける方法などが考えられるだろう。

第 6 章

おわりに

本研究において実現できたシステムを以下に示す。

- ・ 一組の視点に関する互いの評価の関連性が一目でわかる。
- ・ 異なる視点の組み合わせ同士を比較可能である。
- ・ 評価値の高いデータほど見やすく選択しやすい。
- ・ カーソルで指示したノードのタイトルと概要が表示される。
- ・ ノードからコンテンツに簡単にアクセスできる。
- ・ システムはリラクゼーション効果に配慮し設計されている。
- ・ システムは複数同時にネットワークのどこからでも起動できる。
- ・ 柔軟な設定ファイルにより簡単にデータを置きかえることができる。

本システムは一意のコンテンツ群に対する数値データであれば、どのような特徴を持つデータであっても比較表示が可能であり本検証データに特化したものではない。よって様々な状態で利用でき、また、他のシステムとの併用も可能であろう。

ハードウェアインターフェイスの構築も情報比較インターフェイスが必要とする諸条件を検証することができたことに意味があり、今後この分野を研究する時の指標となることを期待する。システムにリラクゼーション効果を持たせる試みは人間が深くかかわるシステムにおいて今後も十分に配慮される必要のある要素だと考える。

これらのことを総合的に解決した本システムは、情報空間の探索を支援するシステムとして実現できたと考える。

暗黙知を定量化する技術は社会の要求も多く様々な形で実現されている。しかしその定量化された情報は利用してこそ意味がある。情報で溢れる今日の社会は、定量化

された情報を利用するための仕組みやツールを期待している。本システムは複数の人が持つ知を、主観的な評価をも許した何らかの形で数値化して利用するという意味において、知識スパイラルを支援する一つのツールとなり得ると考える[10]。

このような知識創造支援ツールは知識科学研究科において今後ますます研究される分野であるとも思われる。このような情報技術の結びつきが、次々と新しい知を生み出す知識スパイラルの一翼を担うとき、人にもっと近づいた、人に優しいインターフェイスも考えられて行くべきであろう。本研究で構築したマンマシンインターフェイスの構築は、実際には人間工学的側面や心理学的な側面を持ち、それぞれの部分のみで一つの研究となるほど課題は山積していると思われる。しかし、それらを統合的に用いて人に優しいシステムという観点で望んだ本研究は、そういった可能性に対する一つの解答を与えるのではないかと考える。

謝辞

本研究は多くの方の御支援によって進めることができました。

指導教官の林幸雄助教授には、自由な研究環境をはじめ本研究の全過程を通じて日頃の研生活全般で、懇切丁寧なる御指導、御助言を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

研究に関して、(株)ATR人間情報通信研究所 出向時には(株)SONY吉松浩氏ならびに同研究所の方々には有意義で貴重な体験をさせていただきました。ここに御礼申し上げます。

本研究を進めるにあたり、様々な角度から助言して下さった知識科学研究科 林研究室 黄林春氏、櫻井研究室 小津秀樹氏、橋本研究室 並川淳氏に心から感謝致します。

知識システム構築論講座の諸氏との議論が本研究を進めるにあたり大変参考になりました。知識システム構築論講座の皆様に感謝致します。

最後に、ここまで暖かく見守ってくれた家族に感謝致します。

2000年2月
長谷川 崇朗

参考文献

- [1] 中島誠一, 触覚メディア, インプレス, 1999.
- [2] マルチメディア, NIKEEI ELECTRONICS, no638, pp121, 1995.
- [3] 塩澤秀和, 西山晴彦, 松下温, 「納豆ビュー」の対話的な情報視覚化における位置づけ, 情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 11, pp2331-2342, 1997.
- [4] 寺岡照彦, 丸山稔, ユーザの「視点」に基づく適応的な情報視覚化, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 5, pp1365-1369, 1998.
- [5] 廣瀬道孝, ビジュアルライゼーション, バーチャル・テック・ラボ, 工業調査会, II部, pp. 136-163, 1992.
- [6] 有澤誠, ヒューマンインターフェイス, 実教出版, 1995
- [7] 梅木, 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 6, pp. 943-949, 1999.
- [8] Laura Lemay, Charles L.Perkins, Teach Yourself Java in 21 days, プレンティスホール出版, 1996.
- [9] Mark C.Chan, Steven W.Griffith, Anthony F.Iasi, Javaプログラミング1001Tips, オーム社, 1997.
- [10] 野中郁次郎, 竹内弘高, 知識創造企業, 東洋経済新報社, 1996.