

3次元デスクトップ・メタファによる「情報地図」表示システム

"Information Map" Display System by 3-dimensional Desk-top Metaphor

大川 敏彦¹⁾ 遠藤 増春²⁾ 村崎 達哉³⁾
Toshihiko OHKAWA Masuharu ENDO Tatsuya MURASAKI

- 1) 企画室 大川 (〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 2-11-12-305 E-mail: ohkawa-t@fa2.so-net.ne.jp)
2) 株式会社ビーノイ (〒108-0073 東京都港区三田 2-14-4 三田慶応ビジデンス 904
E-mail: endo@be-neu.co.jp)
3) 株式会社コバルト (〒176-0005 東京都練馬区旭丘 1-56-5 E-mail: tatu@cobalt.co.jp)

ABSTRACT. This development is aimed at providing an information user with "an intuitive information image" by displaying the information (metadata) expressing how contents are constituted as a 3-dimensional CG picture arranged in space with depth. At first, the attribute of many dimensions is set up from the information included in contents. To the next, the correlation coefficient between contents is calculated using a neural network, and contents are displayed on 3-dimensional space based on the correlation coefficient. Thus, the information which was hidden in the numerousness of informational quantity or the depth of a class had been overlooked as bird's-eye view. The "conspectus information" which is hard to grasp by the conventional search engine can be acquired in this way.

1. 背景

データ通信の普及による情報コンテンツの急増・大容量化・マルチメディア化に伴い情報索引システムの必要性は高まっており、公的な記述スキーマとしては、W3Cによる勧告案 "Resource Description Framework (RDF) Schema Specification" (1999-3) や、標準的な特徴量の記述子セット提供する MPEG-7 (2001年9月に標準化の予定) などが挙げられる。

しかしこれらを踏まえた現実的なソリューションについては、提案が待たれているのが現状であり、現実には広範に用いられているのはWeb上での文字列検索サービスが主なものとなっており、「特定のテーマに基づいて解析された知識群の獲得」や、「公開された情報の、利用者視点による再配置」を実現する普遍的なシステムは未だ存在していない。

本開発では上記の公的なスキーマを踏まえつつ、現実の情報利用者の行動を想定して「知識発見の仕組み」の開発を試みた。

2. 目的

本開発は、コンテンツがどのように構成されているかを表現する情報(メタデータ)を奥行きのある空間に配置された3次元CG画像として表示する事によって、情報利用者に「直感的な情報像」を提供する事を目的とする。

まずコンテンツに含まれる情報から多次元の属性

を設定し、設定された属性からニューラル・ネットワークを用いてコンテンツ間の相関係数を計算し、これを基にして3次元空間上にコンテンツを表示する。これによって情報の量の多さや階層の深さに隠されて見過ぎていた情報を俯瞰的に表示する事が出来る。すなわち従来の検索システムでは把握しにくい「総覧情報」を得ることが出来る。

3. 手法

上記の「知識発見の仕組み」を実現する手段として、本システムでは以下のような手法を採用した。

個々の情報を、奥行きのある三次元空間に配置された三次元CGオブジェクトとして表示する為に、三次元CGを使用する。

すなわち、情報を三次元CGによる物体の重なり合いとして表示することにより、個々の情報の相関やカテゴリ毎の情報のボリュームを俯瞰的に見ることで「情報の所在の見当識」を得られるようにする。

また、ユーザ毎による定義や、データ情報自身が保持している多次元の属性情報を、ニューラル・ネットワークによってベクトル化(自己生成マップ化)し、このベクトルを三次元CGの表示座標として利用する事で自己生成マップの三次元CG表示を行う。

上記の自己生成マップについては、SOM (Self-Organizing Maps)理論[1]、[2]に基づいて独自にライブラリを記述し、サーバ・アプリケーションとし

た。

SOMによってデータ間の類似度を情報空間における距離として求め、似ているデータを近くに配置する、つまり自動分類を行う。

さらにコンテンツ・セレクションの理想を推し進めると、「ユーザが情報を知るのではなく、情報がユーザを知っている。」、すなわち分類がユーザの視点で行われ、ユーザ毎に定義が存在することになる。

本開発では、情報群に対する多次元のカテゴリ・属性情報を、ユーザの評価視点（これを本開発においてはFacet(切り口面、様相)と呼ぶ。）として保持し、一つの情報群に対して複数の視点からの評価を可能とするようなメタ・データ・サーバを開発する。

さらに視覚的な変化のためだけに個別の情報を各WWWサーバに問い合わせる必要をなくし、高い応答性を保つ為に「メタ・データ・サーバ」にSOMの計算結果を予め展開する。

本開発の適用対象として、身近に偏在し、マルチメディア情報（画像・音声・テキスト）のサンプリングが比較的容易なCD（コンパクト・ディスク）を選択し、“CD試聴データ情報提供システム”を想定して、設計・評価を行う。

4．システムの構成と機能

（１）ハードウェア構成と機能

以下に構成を図示し、機能を解説する。

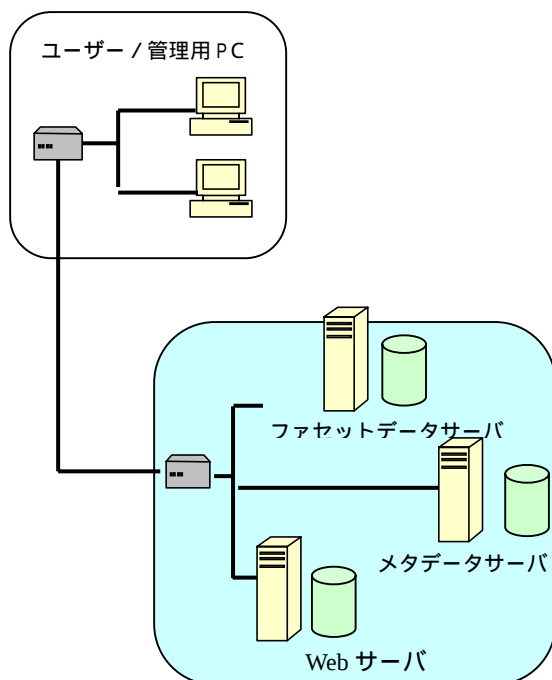


図1 ハードウェア構成

- a) ユーザPC
WEBブラウザが動作し、ファセットデータサーバが出力するWeb 3Dデータを表示するためのプラグインがインストールされている。
- b) 管理用PC
ファセットデータサーバおよびメタ・データ・サーバを管理するためのPCである。
WEBブラウザが動作し、ファセットデータサーバが出力するWeb 3Dデータを表示するためのプラグインがインストールされている。
- c) メタ・データ・サーバ
あらゆるマルチメディアデータを一元的に管理するためのメタ・データ情報を付加したメタデータ・マルチメディアサーバ。
- d) ファセットデータサーバ
メタ・データの三次元情報地図をバックエンドで計算し、ユーザの入力に対してWeb3Dデータを生成するサーバ。

（２）ソフトウェアの構成と機能

以下に構成を図示し、各機能を解説する。

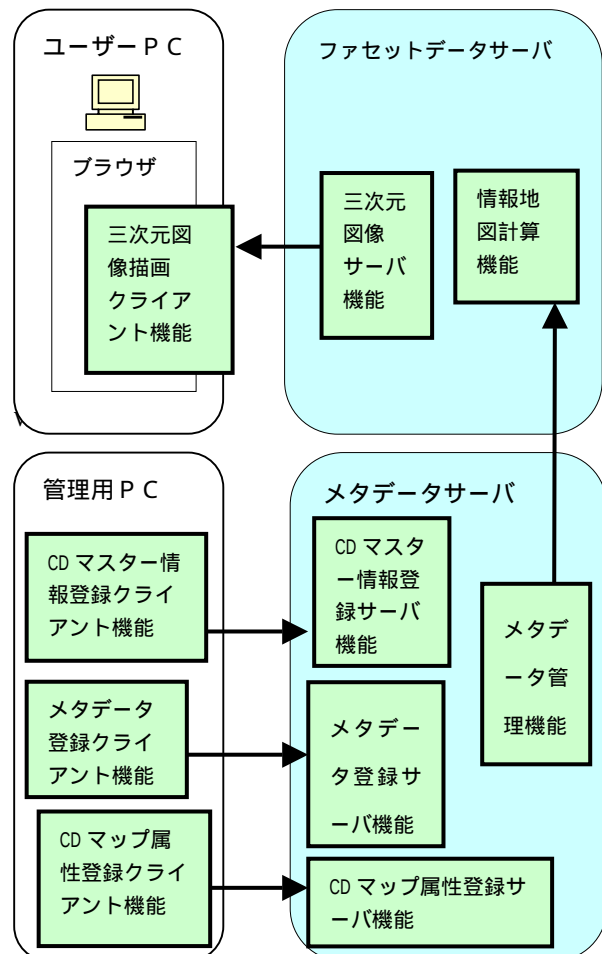


図2 ソフトウェア構成

a) マスタ情報登録機能

管理 PC 上でクライアントプログラムとして動作し、CD マスタ情報および CD マップ属性情報をメタ・データ・サーバに登録する機能。

b) 情報地図計算機能

サーバ上で動作し、データの属性情報を入力として相関の距離を自動計算の上、空間的距離として計算し、その時の相関パラメータを Facet データとして記述する機能。

c) メタ・データ・サーバ機能

上記 a), b) および d) での設定を受け付け、クライアントからの要求に応じてデータを提供するサーバ機能。

d) 描画用データ変換/リンク機能

VRML によって記述された描画用データを、メタ・データとリンクしたアニメーションデータとして W3D フォーマットに変換し、サーバ上に登録する機能。

e) 三次元図像描画クライアント機能

d) によって変換された Web3D データおよび ShockWave3D データを、ブラウザ上に表示し、アニメーションなどのコントロールを行う機能。

以上により情報の相関の距離が、表示画面上における空間的距離、及び表示図像の輝度または彩度、あるいはサイズの変化として表示される。

これによって、情報の階層構造が一覧でき、最初から階層の下位にある情報についての存在の有無、および他の情報との関連を容易に把握できる。

各情報の間の関連については、表示画面上での三次元的な位置関係として表示される。例えば、類似の情報が画面左右方向に近接して表示され、情報の系列が類似している場合は前後（画面奥行き方向の深さ）で表示される。

そして、このような表示を繰り返して観察し利用することで、当該情報また情報群の位置関係が直感的に把握され、利用効率が向上する。

表 1 CD マスタデータの一部

ID	品番	管理 CDタイトル	ジャンル	曲数	発売年月日
1	VDR-1379	246CONNEXION	ポップス	11	1987/7/16
2	TDCT-8032	A DAY IN THE NEXT LIFE	ポップス	10	1991
3	CP32-5152	A KIND OF MAGIC	ロック	12	1987/9/2
4	38XA-14	AFTER SERVICE	テクノ	16	1983
5	VDCP-40029*31	AMADEUS	サウンドトラック	30	1991/9/21
6	D32A0086	AXIA	ポップス	10	1905/6/7
7	32XA-230	B-2 UNIT	ポップス	8	1988/8/10
8	830 245-2	BAD INFLUENCE	ブルース	12	1987/2/1
9	VJD-32235	BEAUTY	ポップス	11	1989/11/21
10	VJD-32002	BETE NOIRE	ロック	9	1987/11/4
11	MCAD-5553	BEVERLY HILLS COP	サウンドトラック	10	1984
12	38XA-16	BGM	テクノ	9	1981/7/25
13	KDCJ43/44	BILLIE HOLIDAY	ジャズ	45	1991/1/21
14	D32Y3119	BLAH BLAH BLAH	パンク	10	1986/11/21
15	ESCB 1076	BORN TO BE FUNKY	ポップス	6	1990/9/21
16	BVCG-8161/82	BRAHMS SYMPHONY NO.1, 2&3	クラシック	12	1997/9/26
17	PHOW-1711	BROKEDOWN PALACE	サウンドトラック	14	1999/10/27
18	TDCT-4301	CAN YOU KEEP A SECRET?	ポップス	3	2001/2/16
19	TDCE-55034	CHOPIN MARTHA ARGERICH THE	クラシック	10	1999/4/9
20	VJD-32073	CHRONICLE OF A DEATH FORETOLD	サウンドトラック	10	1987/8/3
21	BVCR-8015	CLASSICS	ポップス	12	1995/3/24
22	30CH-143	COINCIDENTAL MUSIC	ポップス	11	1985/11/21
23	ALCA-9035/9036	COMPLETE SERVICE	ポップス	24	1992
24	POCL-4330~4332	DER RING DES NIBELUNGEN	オペラ	全4巻	1997/9/26
25	448 934-2	DER RING DES NIBELUNGEN	オペラ	10	1905/5/20
26	828 038-2	Desert Island Selection	ロック	11	1905/6/8
27	32XM-17	dip in the pool	ポップス	10	1986
28	F95G 20068*20070	DON GIOVANNI	オペラ	全2巻	1986/11/25
29	32XD-751	DONT DISTURB THIS GROOVE	R&B	10	1987/8/10
30	35MD-1007	ESPERANTO	ポップス	8	1985
31	830 246-2	FALSE ACCUSATION	ブルース	9	Feb-87
32	MDG3-1073	FIELD WORK+STEPPIN INTO ASI	ポップス	5	1991
33	32MD-1039	GOOD EVENING TOKYO	ポップス	11	1988

このデータに基づいて構成した、1 . 階層型、2 非階層型の二例の表示例を次に示す。

5 . 適用成果

今回適用対象とした“CD 試聴データ情報提供システム”を例にとり、自動分類を適用した場合としなかった場合を比較した。

まず使用した CD のマスタデータの一部を表 1 に示す。
このデータは適用例全てについて共通のデータである。

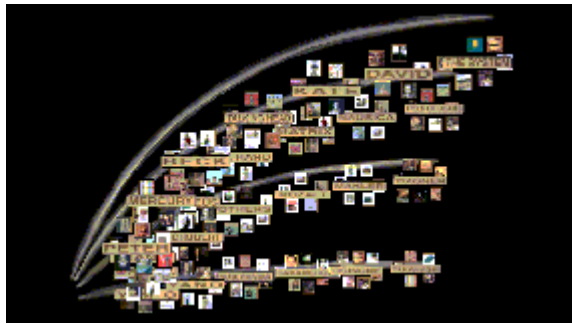


図3 階層型表示（手動分類）

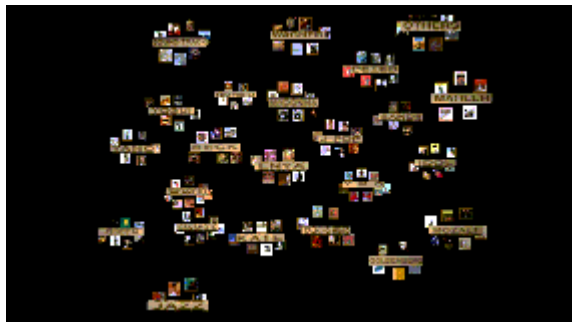


図4 非階層型表示（手動分類）

上記二例についてはいずれも予め分類項目を用意し、分類や情報項目に更新がある度に、適合する分類と情報項目について検討しなければならない。

次に SOM による類縁性計算の結果を示す。

実際に使用した属性データの一部を以下に示す。

表2 属性データの一部

ID	品番	管理番号	グループ	男か	compilation	Live	アルバムか	録物(全曲版)	ロック	バンク
1	VDR-1379			0	0			1		
2	TOCT-8032			0	1			1		
3	CP32-9152			1	1			1		
4	32XA-14			1	1	1		1		
5	VJCP-40029*31			1	0.5	1		1	1	
6	D32A00066			0	0			1		
7	32XA-230			0	1			1		
8	830 245-2			1	1			1		1
9	VJD-32235			0	1			1		
10	VJD-32002			0	1			1		1
11	MCAD-5553			1		1		1		
12	32XA-16			1	1			1		
13	VJC43/44			0	0	1		1	1	
14	D32Y3119			0	0			1		1
15	ESOB 1076			1	1			1		
16	BVOC-8161/82			1	0.5			1	1	
17	PHOW-1711			1	0.5			1		1
18	TOCT-4301			0	0			0		
19	TOCE-55034			0	0			1		
20	VJD-32073					1		1		
21	BVCR-8015			0	0	1		1		
22	30CH-143			0	1	1		1		
23	ALCA-9035/9036			1	1	1	1	1	1	
24	POOL-4339~4352			1				1	1	
25	448 934-2			1		1		1		
26	829 036-2			0	1			1		1
27	32XA-17			1	0.5			1		
28	F95G 20088*20070			1	0.5			1	1	
29	32XD-751			1	1			1		
30	33MD-1007			0	1			1		
31	830 246-2			1	1			1		
32	MDOS-1073			0	1			0		
33	32MD-1039			1	0			1		
34	32XD-443			0	1			1		
35	VJCP-30093			0	1			1		

このデータを基に、属性数 27（27 次元）、対象項目数 153 で SOM 計算を行った。
その結果について次に図示する。

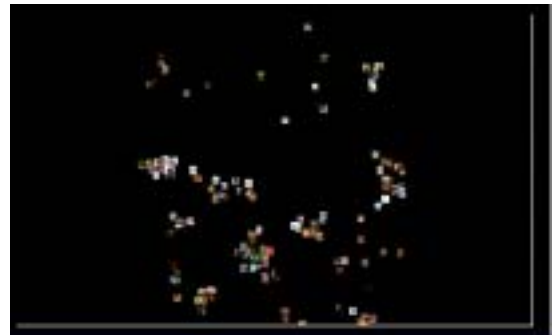


図5 SOM 型表示（自動分類）

この SOM の表示について、各部を詳細に観察して特徴を分析する。

まず、通常のカテゴリ視点に合致するものを次に列挙する。

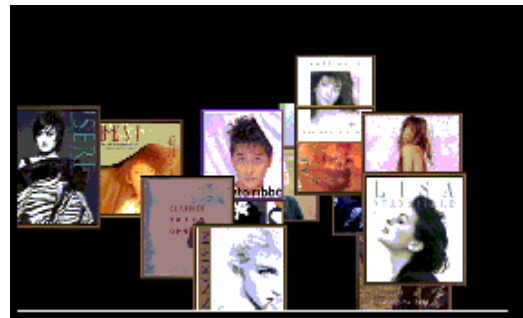


図6 女性ヴォーカルのクラスター

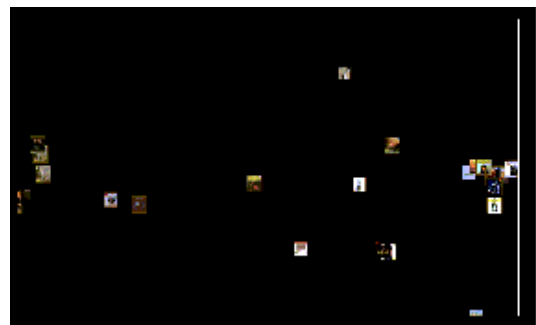


図7 クラシック音楽のクラスター

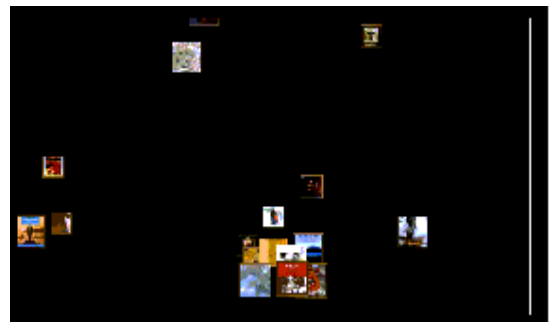


図8 サウンド・トラック・クラスター

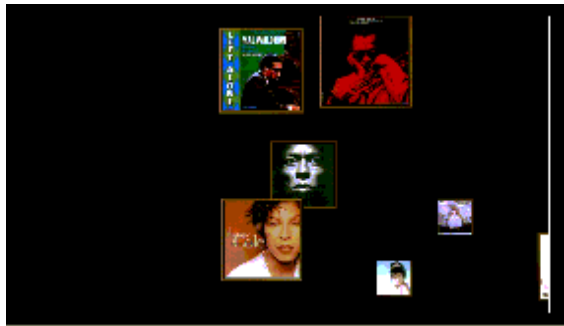


図 9 ジャズ・クラスタ



図 11 ブリティッシュ・ロック・クラスタ

図 6 から図 9 によって次の様に評価する事が出来る。

- ・「女性ヴォーカル」については良く集合していると考えられる。
- ・「クラシック」については右から左へと、画面上辺の幅一杯に分散しており、良く集合しているとは言い難い。
- ・この原因としては、クラシック関連の属性数(5)に対してサンプル数(22)が少なかった事が考えられる。
- ・「サウンド・トラック」についてはある程度集合しているが、他の属性によってベクトルが引き寄せられている傾向が伺える。
- ・これは「サウンド・トラック」が特定の音楽的傾向に束縛されるものではない事から、妥当な結果だと考える。
- ・「ジャズ・クラスタ」はサンプル数が少な過ぎるので、ここから傾向を云々するのは適当でないかも知れないが、他のクラスタとは異なり縦系列に興味深い傾向を見出したので、この点について図示した上で解説する。

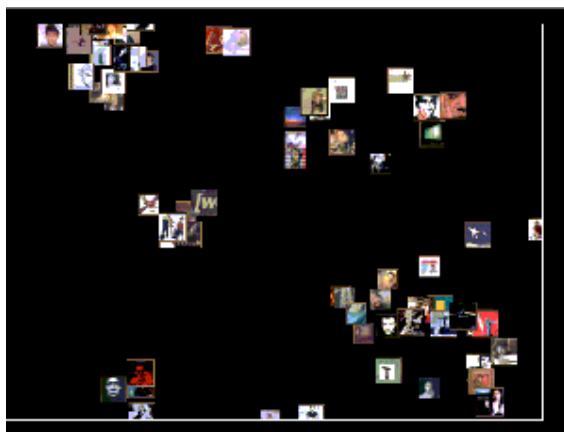


図 10 縦系列の相関

図 10 において、画面左下にジャズ群が、左上には女性ヴォーカル群が、中央左よりにはワールド(民族音楽を要素とする音楽)群が、画面右下にはブリティッシュ・ロック群(図 11)が、右上には坂本龍一関連群(図 12)が分布している。

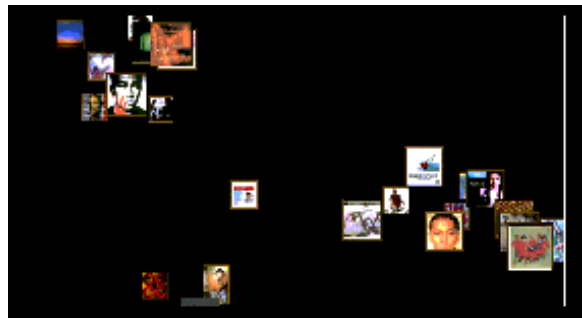


図 12 坂本龍一関連クラスタ

この内、「ジャズ」「女性」「ワールド」に関しては、属性が存在するが、「ブリティッシュ・ロック」「坂本龍一」という属性は存在しない。

従って明示的に分類を指定していないにも関わらず、情報の傾向によって自動分類された、と考えられる。

以上から SOM による類縁性評価は、通常のカテゴリ分類に加え、明示的に示されない傾向も含めて表示できる、という本開発の狙いどおりの可能性を示せたと思う。

6. 今後の課題

(1) 「カテゴリ/属性」項目の検証

情報地図計算機能による Facet の作成を多数回試行する事により、より有意な属性項目の設定が可能になると考えられる。

(2) 奥行き座標(Z座標)に関する試行

今回の適用では Z 座標を「発売年月日」の関数としたが、これ以外の選択肢も存在すると考えられる。様々な関数を Z 座標に適用する事で応用の可能性が広がるものと考えられる。

(3) 情報地図そのもののパターン・マッチ評価

属性ベクトルのパターン分析に留まらず、地図上の分布パターンそのものの評価法を検討する事で、現在「バスケット分析」などによって実行されている「Recommendation System」としての応用が考えられる。

(4) 文書ファイル(PDF など)への適用

今回は準備が整わず見送ったが、文書ファイル中の不定形文書からのキーワード抽出および属性分析は、知識獲得において有意な結果をもたらす、現在の検索サービスに対して新しい可能性をもたらすと考える。

(5) メタ・データと表示データとの動的リンク

現在は時間が掛かりすぎる、という理由でメタ・データの追加と同時に表示が更新される機能が実現されていないが、今後の手法開発によって可能性を探る必要があると考える。

(6) 属性名の画面への表示

既知のデータであれば分布の根拠を類推し易いが、初見のデータ群では分布の傾向を把握するのに時間が掛かる。把握効率を向上させる為に、データ登録者が予め分布傾向にテキストでコメントを付け、これを表示する為の手法を開発すべきだと考える。

現在までの実験ではウィンドウズのツール・チップス機能を利用すると極端に表示速度が低下する事が分かっているので、別の方法を採用するか、高速にツール・チップスを表示させる方法を見つけるか、検討する必要がある。

(7) 描画能力の向上

今回は表示系に W3D 技術を採用したが、この技術へのさらなる最適化、もしくは独自表示技術の開発によって描画能力の開発の必要があると考える。

参考文献

- [1] Lagus, K., Honkela, T., Kaski, S., and Kohonen, T. (1996a). Self-organizing maps of document collections: A new approach to interactive exploration. In Simoudis, E., Han, J., and Fayyad, U., editors, *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pages 238-243. AAAI Press, Menlo Park, California.
- [2] 徳高平蔵、岸田悟、藤村喜久郎
自己組織化マップの応用、海文堂出版、東京(1999)

7. 参加企業及び機関

企画室 大川
株式会社ビーノイ
株式会社コバルト

8. 謝辞

プロジェクトの実施にあたり、プロジェクトマネージャーの PwC コンサルティング株式会社 倉重英樹 代表取締役会長 兼 社長には貴重な機会を与えて頂いたことを深く感謝致します。

また同じく PwC コンサルティング株式会社の高橋剛様、久保山亘様、川島淳様、大神祐二様にはプロジェクト進行にあたり終始ご指導、ご支援を頂きました。

東北大学工学部 山下善之助教授には本プロジェクトの契機となった知識獲得の知見について終始ご指導を賜りました。ご指導が無ければ本プロジェクトは存在しなかったと思います。

株式会社ビーノイの遠藤増春様、株式会社コバルトの村崎達哉様には実装に纏わる創意・工夫において多大な尽力を賜りました。

未踏ソフトウェア創造事業を担当された IPA の関係各位には、最後までご厄介をお掛け致しました。

この場をお借りして深く御礼申し上げます。