

分類情報と言語情報の統合利用に基づくコンテンツ空間の可視化

藤田 悦郎[†] 宮原 伸二[†] 安部 伸治[†] 林 泰仁[†]

[†] 日本電信電話株式会社 NTT サイバースリユーション研究所
〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

E-mail: [†] {fujita.etsuro, miyahara.shinji, abe.sinji, hayashi.yasuhito}@lab.ntt.co.jp

あらまし 本稿では、コンテンツに付与された意味内容に関するメタデータを活用して、大量コンテンツを2次元上に分類・マッピングする新たな手法を提案する。提案手法では、メタデータとしてコンテンツに付与された分類情報と言語情報とを統合的に処理することで、コンテンツ間の関連性とともに関分類情報の情報構造をも反映したコンテンツの2次元マップを生成する。450 件の新聞記事データを用いた予備実験によって提案手法の有効性を検証した。

キーワード テキストマイニング, 情報可視化, ユーザインタフェース, 概念ベース, 多次元尺度法

Visualization of Content Space based on Classification Information and Textual Information

Etsuro FUJITA[†] Shinji MIYAHARA[†] Shinji ABE[†] and Yasuhito HAYASHI[†]

[†] NTT Cyber Solutions Laboratories, Nippon Telegraph and Telephone Corporation
1-1 Hikarinooka, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan

E-mail: [†] {fujita.etsuro, miyahara.shinji, abe.sinji, hayashi.yasuhito}@lab.ntt.co.jp

Abstract This paper presents a new framework of 2D visualization of content space based on classification information and textual information. The prominent feature of the proposed method is that content space is mapped into a 2D space such that contents can be clustered by each classification category of the classification hierarchy and that the structure of the classification hierarchy is reflected in a content map as well as the relevance between contents based on their textual information. The design and implementation of the 2D visualization method are introduced, together with preliminary experimental results.

Keyword Text Mining, Information Visualization, User Interface, Concept Base, MDS

1. はじめに

我々は、より付加価値の高いコンテンツナビゲーションサービスの実現に向けた取組みの一環として、コンテンツに付与された意味内容に関するメタデータを活用して、大量のコンテンツを2次元上に分類・マッピングするシステム「AssociaGuide」の研究開発を進めている[1][2][11][12]。本システムでは、アクセスインタフェースにマップ表現を採用することによって、ユーザが大量のコンテンツに対して電子地図を操作する感覚で全体像を鳥瞰しながら興味あるコンテンツに連続的にたどりつける。

本システムにおけるコンテンツの分類・マッピング過程では、コンテンツに付随するジャンルなど分類情報と、概要説明文書など言語情報とを統合的に処理することによって、コンテンツ間の内容的な関連性とともに関分類情報の情報構造を同時に反映した2次元マップを生成する。分類情報の情報構造は2次元マップにおいて巨視的な構造として陽に表現される。これによってユーザは、2次元マップの全体的な構造を概観できる、あるいは把握し易くなるメリットがある。また、連続的なフォーカスのための指標などとして利用することもできる。

さらに、コンテンツの分類・マッピング処理では、電子地図のメタファーを考慮する立場から、新規コンテンツの登録については追加型を前提としている。すなわち、新規コンテンツを新たに登録する場合には、それまでに登録されているコンテンツの2次元座標は全く変えずに新規コンテンツのみを2次元マップ上に追加的に配置する形態をとる。これによってユーザは、本システムを使い続けるなかで既に関連したコンテンツの配置場所を記憶したり、配置場所毎の内容の差異を視覚的に記憶したりすることができるメリットがある。いわゆる土地鑑を活かした2次元マップの探索あるいは散策ができるようになるのである。これは、インターネットなどコンテンツが随時追加されるサービスで特に有用であろう。

以下本稿では、本システムで実現している、メタデータを前提としたコンテンツの分類・マッピング手法を中心に検討を進める。まず、2章で、追加登録を前提とした大量コンテンツの2次元マッピング手法について述べる。次に3章で、予備的な実験の結果を報告し、4章で関連研究について述べる。最後に5章でまとめと今後の課題を述べる。

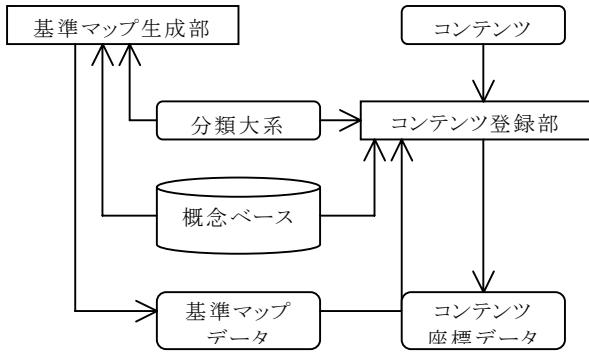


図1 提案システムの概念図

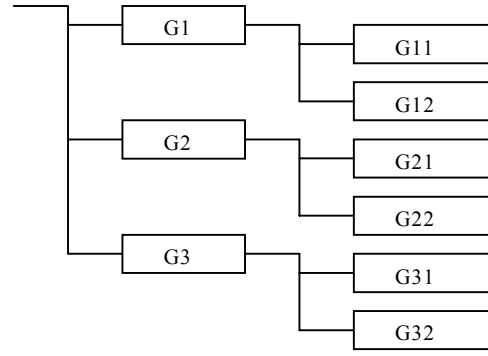


図2: 分類大系の例

2. コンテンツ空間の可視化

提案手法では、与えられた分類情報の情報構造、すなわちコンテンツの分類大系を反映した2次元マップ(以下、基準マップと呼ぶ)をまずモデル的に生成して、これにコンテンツを一つずつ登録していく。提案手法は、分類大系を参照し、分類大系の最下層ジャンルに対応づけられた一つないし複数の概念ベクトルから基準マップを生成する過程と、入力コンテンツが与えられた場合に、それに付与された言語情報から概念ベクトルを生成して入力コンテンツの分類情報を考慮しながら、入力コンテンツを基準マップに追加的に配置する過程とからなる。図1に提案システムの概念図を示す。

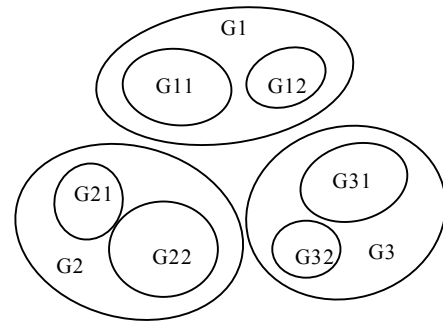


図3: 基準マップの概念図

2.1. 基準マップの生成

ここでは、分類大系の最下層ジャンルに対応づけられた概念ベクトルを用いて、与えられた分類情報の情報構造を反映した基準マップを生成する。基準マップは、すべての最下層ジャンルに対応づけられた概念ベクトルから、それら概念ベクトルどうしの概念空間での距離関係を考慮しつつ、それら概念ベクトルが属するジャンルの深さ方向に関する一致度合いを同時に考慮して、深さ方向に一致すればするほど、概念ベクトルどうしが2次元上で互いに近い位置に配置されるようある制約を設けて配置する。これによって、1階層目が同一ジャンルの概念ベクトルどうしは、2次元上で互いに近い位置に配置されることになる。さらに、2階層目も同じジャンルに分類される概念ベクトルどうしは、そのなかでもさらに近接して配置されることになる。そして、このような分類情報の階層構造に対応した概念ベクトルのクラスタ化が最下層ジャンルまで続く2次元マップが生成される。一方、基準マップでは、概念ベクトルどうしの概念空間での距離関係を考慮するため、各階層におけるジャンルのクラスタの周囲には、内容的に近いジャンルのそれが配置されることになる。したがって、分類情報の階層構造と、ジャンルどうしの意味内容的な関連性を同時に反映した2次元マップが生成されることになる。なお、ここで述べた概念ベクトルは、日本語語彙大系における約3000の意味カテゴリに対する関連度を成分とする多次元ベクトルを意味している[4][6][9]。

以下、基準マップの生成アルゴリズムについて詳説するが、ここでは簡単のため、分類情報の階層構造が(すべての枝で)深さ2の場合を例に説明する。提案アルゴリズムは、深さ

が任意の場合に容易に拡張可能である。また、枝によって深さが異なる場合にも拡張可能である。

1階層目のジャンルを $G_p (p=1, \dots, N_{ROOT})$ とし、 G_p に含まれる2階層目のジャンルを $G_{pq} (q=1, \dots, N_p)$ とする。ここで、 N_{ROOT} は1階層目のジャンル数を、 N_p は G_p に含まれる2階層目のジャンル数を表す。図2に分類大系の例を示す。また、図3に、図2の場合に対応する基準マップの概念図を示す。図2あるいは図3で、G1 は例えば「ニュース」、G11 および G12 はそれぞれ「政治」「経済」であり、G2 は「スポーツ」、G21 および G22 はそれぞれ「野球」「サッカー」などである。

2階層目のジャンル G_{pq} に対応づけられた概念ベクトルの集合を S_{pq} とする。また、1階層目の各ジャンル G_p について S_p を次のように定める。また、 S を次のように定める。

$$S_p = S_{p1} \cup \dots \cup S_{pN_p} \quad (1)$$

$$S = S_1 \cup \dots \cup S_{N_{ROOT}} \quad (2)$$

S は2階層目のすべてのジャンル G_{pq} に対応づけられた概念ベクトル全体の集合である。

基準マップの生成では、 S に含まれる概念ベクトルを、それら概念ベクトルどうしの概念空間での距離関係が保存されるように多次元尺度法[14]を用いて2次元上に配置するが、その際、前述した分類情報の情報構造を反映するために概念ベクトルの2次元配置に関してある制約を設ける。すなわち、次の目的関数 E を、以下に述べる制約つきで最小化する問題として定式化する。

$$E = \frac{1}{\sum_{i < j} d_{ij}^*} \sum_{i < j} \frac{(d_{ij}^* - d_{ij})^2}{d_{ij}^*} \quad (3)$$

ここで、 d_{ij}^* は S に含まれる概念ベクトル v_i および v_j の概念空間でのユークリッド距離を表す。また、 d_{ij} は、 v_i および v_j に対応する2次元座標 (x_i, y_i) および (x_j, y_j) のユークリッド距離を表す。

以下、制約条件について説明する。まず、1階層目の分類情報の情報構造を基準マップに反映するための制約条件として、 $S_p (p=1, \dots, N_{ROOT})$ のすべての異なる組合せ S_p および $S_{p'}$ について次の不等式制約を導入する。

$$g_{S_p, S_{p'}}(x_1, y_1, \dots, x_n, y_n) = d_{S_p, S_{p'}} - \mu_{S_p, S_{p'}} (\sigma_{S_p} + \sigma_{S_{p'}}) \geq 0 \quad (4)$$

ここで、 n は S に含まれる概念ベクトル v_i の総数 $\#(S)$ を表す。また、 $d_{S_p, S_{p'}}$ は、 $S_p (S_{p'})$ に属する概念ベクトルたちに対応する2次元座標の重心を $(\bar{x}_{S_p}, \bar{y}_{S_p})$ (あるいは $(\bar{x}_{S_{p'}}, \bar{y}_{S_{p'}})$) とするとき、これら重心座標間のユークリッド距離を表す。すなわち、 $d_{S_p, S_{p'}}$ は

$$\bar{x}_{S_p} = \frac{1}{\#(S_p)} \sum_{v_i \in S_p} x_i, \quad \bar{y}_{S_p} = \frac{1}{\#(S_p)} \sum_{v_i \in S_p} y_i \quad (5)$$

とするとき、

$$d_{S_p, S_{p'}} = \sqrt{(\bar{x}_{S_p} - \bar{x}_{S_{p'}})^2 + (\bar{y}_{S_p} - \bar{y}_{S_{p'}})^2} \quad (6)$$

また、 $\sigma_{S_p} (\sigma_{S_{p'}})$ は $S_p (S_{p'})$ に属する概念ベクトル v_i たちに対応する2次元座標 (x_i, y_i) の、重心座標 $(\bar{x}_{S_p}, \bar{y}_{S_p})$ (あるいは $(\bar{x}_{S_{p'}}, \bar{y}_{S_{p'}})$) を中心とする2乗平均の平方根を表す。すなわち、 σ_{S_p} は

$$\sigma_{S_p} = \sqrt{\frac{1}{\#(S_p)} \sum_{v_i \in S_p} \{(x_i - \bar{x}_{S_p})^2 + (y_i - \bar{y}_{S_p})^2\}} \quad (7)$$

また、式(4)で $\mu_{S_p, S_{p'}}$ は1よりも大きな実数を表す。

式(4)は、 S_p および $S_{p'}$ の概念ベクトルたちが2次元上で分離して配置されるようにするための制約である。

次に、2階層目の分類情報の情報構造を基準マップに反映するための制約条件として、 p を固定し $S_{pq} (q=1, \dots, N_p)$ のすべての異なる組合せ S_{pq} および $S_{p'q}$ について、次の不等式制約を導入する。

$$g_{S_{pq}, S_{p'q}}(x_1, y_1, \dots, x_n, y_n) = d_{S_{pq}, S_{p'q}} - \mu_{S_{pq}, S_{p'q}} (\sigma_{S_{pq}} + \sigma_{S_{p'q}}) \geq 0 \quad (8)$$

ここで、 $d_{S_{pq}, S_{p'q}}$ 、 $\mu_{S_{pq}, S_{p'q}}$ および $\sigma_{S_{pq}}$ 、 $\sigma_{S_{p'q}}$ は上記と同様にして定義される。この制約式がすべての $p=1, \dots, N_{ROOT}$ にわたって導入される。

式(8)の意味も式(4)と同様であり、 S_{pq} および $S_{p'q}$ の概念ベクトルたちが2次元上で分離して配置されるようにするためのものである。

式(4)および(8)の不等式制約を同時に満たす2次元座標 (x_i, y_i) の組であって、式(3)を最小化する、すなわ

ち概念ベクトルどうしの概念空間での距離関係を最大限保存するような組を求めることにより、前述した性質を備えた基準マップを生成する。なお、上記の制約つき最小化問題は、逐次2次計画法を用いて解くことができる[8]。

2.2. コンテンツの登録

ここでは、入力コンテンツに付与された分類情報と言語情報から、入力コンテンツを基準マップに追加的に配置する。以下では、入力コンテンツに付与された最下層ジャンルが G_{pq} としてアルゴリズムを説明する。

(手順1) コンテンツに付与された概要説明文書あるいはキーワードなど言語情報を概念ベースにかけて、コンテンツの意味内容を特徴付ける概念ベクトルを生成する[6][9]。

(手順2) S に含まれる概念ベクトルについて、これらとの概念空間での距離関係が保存されるように式(3)を模した次式によって、入力コンテンツを基準マップ上に配置する。

$$E' = \frac{1}{\sum_i d_i^*} \sum_i \frac{(d_i^* - d_i)^2}{(d_i^* + \delta)^2} \quad (9)$$

ここで、 d_i^* は入力コンテンツの概念ベクトルと S の要素 v_i との概念空間でのユークリッド距離を表し、 d_i は入力コンテンツに対応する2次元座標と S の要素 v_i に対応する2次元座標とのユークリッド距離を表す。また、 δ は $0 < \delta < 10$ を満たす実数である(入力コンテンツには依存しない)。

ただし、入力コンテンツの分類情報を2次元配置に反映するために、式(9)に関して次の制約を設ける。ジャンル G_{pq} に対応づけられた概念ベクトルの集合 S_{pq} のなかで、入力コンテンツの概念ベクトルと概念空間でのユークリッド距離が最も近いものを v_k とするとき、 v_k に対応する2次元座標と、入力コンテンツに対応する2次元座標のユークリッド距離 d_k 、および v_k とは異なる S の要素 v_i に対応する2次元座標と、入力コンテンツの2次元座標のユークリッド距離 d_i について、

$$g_i(x_1, y_1, \dots, x_n, y_n) = d_i - d_k \geq 0 \quad (10)$$

v_k とは異なる S の要素 v_i について、この不等式制約を導入する。これによって、入力コンテンツを基準マップ上の v_k に対応する2次元座標の近くに配置する。すなわち、これによって入力コンテンツは、基準マップ上のジャンル G_{pq} の領域内あるいは境界付近であって、かつ S に含まれる概念ベクトルどうしとの概念空間での距離関係をできるだけ保存するような位置に配置する。なお、上記の制約つき最小化問題は、基準マップの生成と同様、逐次2次計画法を用いて解くことができる[8]。

文献[2][3]では、自己組織化マップの学習アルゴリズム[7]を模した手法によって、入力コンテンツの基準マップへの配置を行っていたが、学習率など重み関数やパラメータの設定が必ずしも容易ではないという問題点があった。ここに述べた手法は、パラメータ δ の調整は必要であるものの、従来の手法に比べて扱いが容易になっている。

3. 予備実験の結果

3.1. 実験に用いたデータ

本実験では、適用対象として毎日新聞の 30,207 記事データ(1994 年発行分)からなる RWCP コーパスを使用した。この記事データには、記事の掲載面を示す掲載面種別コードとともに、各記事に対してそれらが属するジャンルを表す複数の UDC コード[4]が付与されている。本実験では、分類大系の階層の深さを 2 とするために、1 階層目の分類に掲載面種別コードを採用して、2 階層目の分類に UDC コードを採用する構成をとった。分類大系の構成を次の表に示す。

表 1 本実験の分類大系

ジャンルコード	ジャンル名	
	第1階層(掲載面)	第2階層(UDC)
01.01	経済	金融・通商
01.02	経済	経営・広告
02.01	家庭	食品・食事
02.02	家庭	医療・健康
03.01	国際	政治
03.02	国際	法律
04.01	社会	金融・通商
04.02	社会	法律
04.03	社会	医療・健康

上記分類大系の各ジャンル(例えば「経済>金融・通商」など)に分類された RWCP コーパスの記事データを各ジャンルから 50 件ずつ、したがって、全ジャンルで 450 件選んで実験を行った。なお、上記毎日新聞の記事データには、記事見出しおよび本文のキーワードが付与されており、本実験ではこれを記事データの言語情報として用いた。

3.2. 基準マップの生成結果

本実験では、上記 9 つの最下層ジャンルに対応づける概念ベクトルを次の要領で構成した。各ジャンルに属する 50 の記事データから算出した概念ベクトルを k-平均法によって、クラスタリングして 20 のクラスタに分割する。そしてそれらクラスタの重心ベクトルを求めてジャンルの概念ベクトルとした。したがって、1 ジャンルにつき 20、全ジャンルで 180 の概念ベクトルに対応づけた。これら 180 個の概念ベクトルを用いて基準マップを生成した結果を図 4 に示す。ただし、図 4 で Ann.mm はジャンルコードが nn.mm のジャンルに対応づけた概念ベクトルである。なお、図で点線は、1 階層目のジャンルに対応する領域を、実線は 2 階層目のジャンルに対応する領域を表している。

3.3. コンテンツの登録結果

上記で生成した基準マップに 450 件の記事データを登録した結果を図 5 に示す。ただし、図 5 で Ann.mm はジャンルコードが nn.mm のジャンルに対応づけた概念ベクトルであり、Bnn.mm はジャンルコードが nn.mm に分類した記事データを表す。上記同様、図で点線は、1 階層目のジャンルに対応する領域を、実線は 2 階層目のジャンルに対応する領域を表している。

3.4. 従来法との比較

基準マップ生成における提案手法の有効性を見るため、3.2. で求めた 180 のジャンルの概念ベクトルを式(3)のみによって、すなわち式(4)および(8)の不等式制約は課さずに従来の多次元尺度法によって 2 次元配置した結果を図 6 に示す。同様に、450 の記事データの概念ベクトルを式従来の多次元尺度法によって 2 次元配置した結果を図 7 に示す。

3.5. 考察

図 4 では、2 階層目の最下層ジャンルに対応づけられた概念ベクトルたちが階層毎にクラスタ化されて 2 次元配置され、分類大系の階層構造が反映されていることが分かる。

また図 4 では、「社会>金融・通商」(04.01)の概念ベクトルの領域の左下方に第 1 階層が同じ「社会>法律」(04.02)の領域が隣接しているが、右下方には第 1 階層が異なる「国際>法律」(03.02)が隣接して配置されていることが分かる。これは詳細な評価が今後必要ではあるが、提案手法が、ジャンルの概念ベクトルたちを階層毎にクラスタ化して配置しつつも、内容的に近いあるいは連想的に関連するジャンルの概念ベクトルを 2 次元上近い配置したためと考えられる。

図 5 では、各最下層ジャンルに分類された記事データに対応するジャンルの領域内あるいは境界上に配置され、制約つき最適化問題として定式化したコンテンツ登録手法の有効性が分かる。

一方、ジャンルの概念ベクトルあるいは記事データの概念ベクトルを従来の多次元尺度法によって、すなわち式(3)の目的関数のみによって直接 2 次元配置した結果の図 6 あるいは図 7 では、「家庭>食品・食事」(02.01)など一部のジャンルで概念ベクトルのクラスタ配置が認められるものの、すべてのジャンルでのクラスタ配置は認められない。これは、従来の多次元尺度法がそもそも概念ベクトルどうしの概念空間での距離構造のみを考慮するものであって、コンテンツに付与された分類情報をも考慮するものではないことから、ある意味では自然な結果であると言える。

4. 関連研究

大量文書などの 2 次元可視化を目的に、多次元データを 2 次元上に分類・マッピングする手法はこれまでも多数提案されている。例えば、Wise らは多次元尺度法を用いて大量文書を 2 次元上に配置する手法を提案している[16]。また舘村は、スプリングモデルに基づいて多数の文書とキーワードをユーザの操作によって、インタラクティブに 2 次元配置する手法を提案している[15]。これらは文書の言語情報から算出した特徴ベクトルを用いて、特徴ベクトルが近ければ近いほど 2 次元上でもそれらを近くに配置しようとするものであるが、提案手法のように文書情報とは別に存在する分類情報をも可視化に反映しようとする技術ではない。

また、大量文書の特徴空間におけるクラスタ構造などマクロな構造を 2 次元上に可視化する手法が、例えば吉岡らによって提案されている[17]。吉岡らは k-平均法と人工神経回路網である NeuroScale[10]を組み合わせた可視化技術によって、特徴空間のクラスタ構造を推定したうえでそのクラスタ構造を 2 次元上に反映する可視化技術を実現している。

クラスタ構造が2次元上で巨視的に表現される点では吉岡らの手法は提案技術と類似であるが、吉岡らの手法は上記と同様そもそも言語情報のみに基づくものであり、提案手法のように分類情報を前提として、これの階層構造などの情報構造をも2次元可視化に反映しようとするものではない。

なお、自己組織化マップ SOM を用いた文書の2次元可視化技術がこれまでに多数提案されているが[7][13], SOM はそもそも特徴空間のクラスタを2次元上のセルに投影する技術である。文書毎に2次元座標を決定していくものではない。また上記と同様、分類情報を想定した可視化技術ではないことから、提案手法とは本質的に異なると考えている。

5. おわりに

本稿では、コンテンツに付与されたジャンルなど分類情報と、概要説明文書など言語情報とを統合的に処理することによって、コンテンツ間の内容的な関連性ととも、分類情報の階層構造など情報構造をも反映した2次元マップを生成する方法について検討した。

提案手法は、2次元マップに分類大系の階層構造が巨視的に表現されるため、ユーザにとってはマップの全体的な構造が概観、容易に把握できるという利点がある。また逐次登録を前提とした手法を実現したため、ユーザが使い続けるなかで土地鑑を活かしたコンテンツの探索あるいは散策ができる利点を持つ。

今後の課題として、提案手法による2次元マップの有効性に関する定量的評価が挙げられる。

謝辞 毎日新聞 95年版に関して、記事データの研究利用許諾をいただいた毎日新聞社に感謝いたします。

文 献

- [1] 藤田悦郎, 宮原伸二, 安部伸治, 林 泰仁:メタデータを用いたコンテンツ空間の可視化手法, 2002 年電子情報通信学会総合大会, D-8-8, 2002.
- [2] 藤田悦郎, 宮原伸二, 安部伸治, 林 泰仁:メタデータを用いたコンテンツ空間の可視化手法 -概念空間の2次元非線型投影による逐次登録型コンテンツマップの実現-, FIT(情報科学技術フォーラム)2002 一般講演論文集第2分冊, D-41, 2002.
- [3] 藤田悦郎, 安部伸治, 林 泰仁:サーチングのための言語情報に基づくWeb ディレクトリのマップ変換技術, 情報処理学会第 65 回全国大会, 1T5B-4, 2003.
- [4] 池原 悟, 宮崎正弘, 白井 諭, 横尾昭男, 中岩浩巳, 小倉健太郎, 大山芳史, 林 良彦:日本語語彙大系, 岩波書店, 1999.
- [5] 情報科学技術協会:国際十進分類法, 日本語中間版第 3 版, 丸善, 1994.
- [6] 笠原要, 松澤和光, 石川 勉:国語辞書を利用した日常語の類似性判別, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.7, pp.1272-1284, 1997.
- [7] T.Kohonen:The Self-Organizing Map, Proc. IEEE, Vol.78, No.9, pp.1464-1480, 1990.
- [8] 今野 浩, 山下 浩, 非線形計画法, 日科技連出版社, 1978.
- [9] 熊本 睦, 島田茂夫, 加藤恒昭:概念ベースの情報検索への適用 -概念ベースを用いた検索の特性評

価 -, 電子情報通信学会技術報告, AI98-63, 1999.

- [10] D.Lowe et.al: Feed-forward neural networks and topographic mapping for exploratory data analysis, Neural Computing and Applications, vol.4, pp.83-95, 1996.
- [11] 宮原伸二, 藤田悦郎, 安部伸治, 林 泰仁:散策型映像ポータルシステム AssociaGuide の提案, 2002 年電子情報通信学会総合大会, D-8-7, 2002.
- [12] 宮原伸二, 藤田悦郎, 安部伸治, 林 泰仁:散策型コンテンツガイドシステム AssociaGuide, 映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会発表予定, 2003.
- [13] 仁木和久, 田中克巳:ニューラルネットワーク技術の情報検索への適用, 人工知能学会誌, Vol.10, No.1, pp.45-51, 1995.
- [14] J.W.Sammon, Jr: A Nonlinear Mapping for Data Structure Analysis, IEEE Trans on Computers, Vol.C-18, No.5, pp.401-409, 1969.
- [15] 館村純一:DocSpace: 文献空間のインタラクティブ視覚化, インタラクティブシステムとソフトウェア IV 日本ソフトウェア科学会 WISS'96, pp.11-20, 近代科学社, 1996.
- [16] J.A.Wise et.al: Visualizing the non-visual: Spatial analysis and interaction with information from text documents, Proc. of IEEE Information Visualization '95, 1995.
- [17] 吉岡 琢, 高岡善朗, 石井 信, 伊東 実: WWW 上の文書集合の可視化による検索支援, データベースと Web 情報システムに関する合同シンポジウム (DBWeb2000), pp.143-148, 2000.

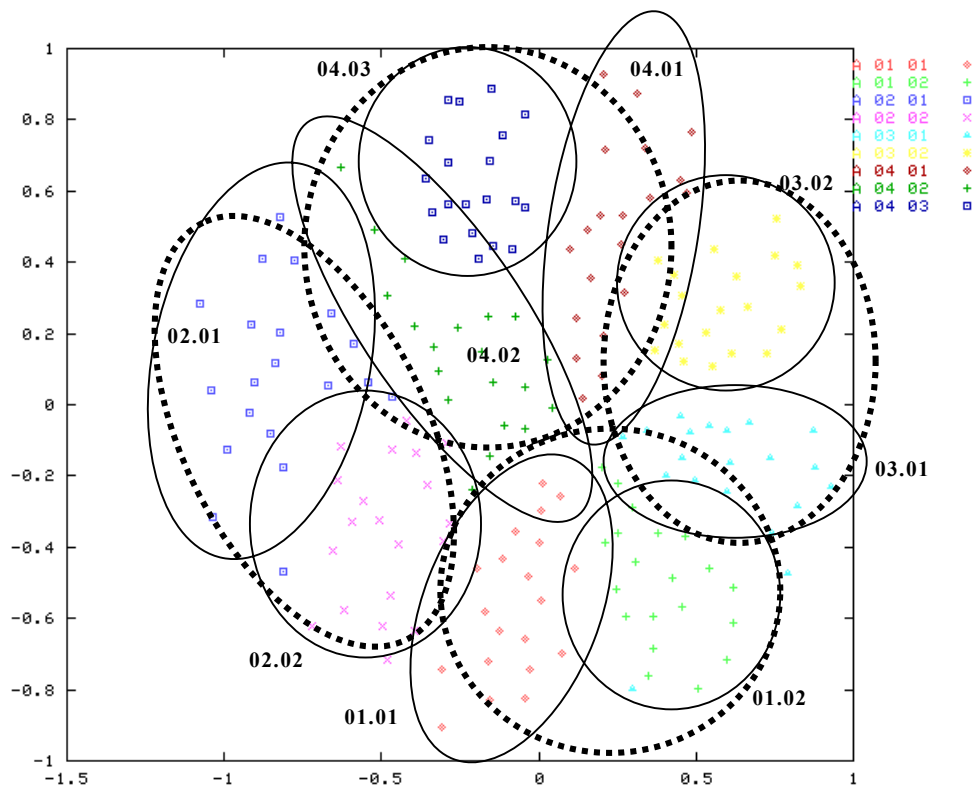


図4 基準マップの生成結果

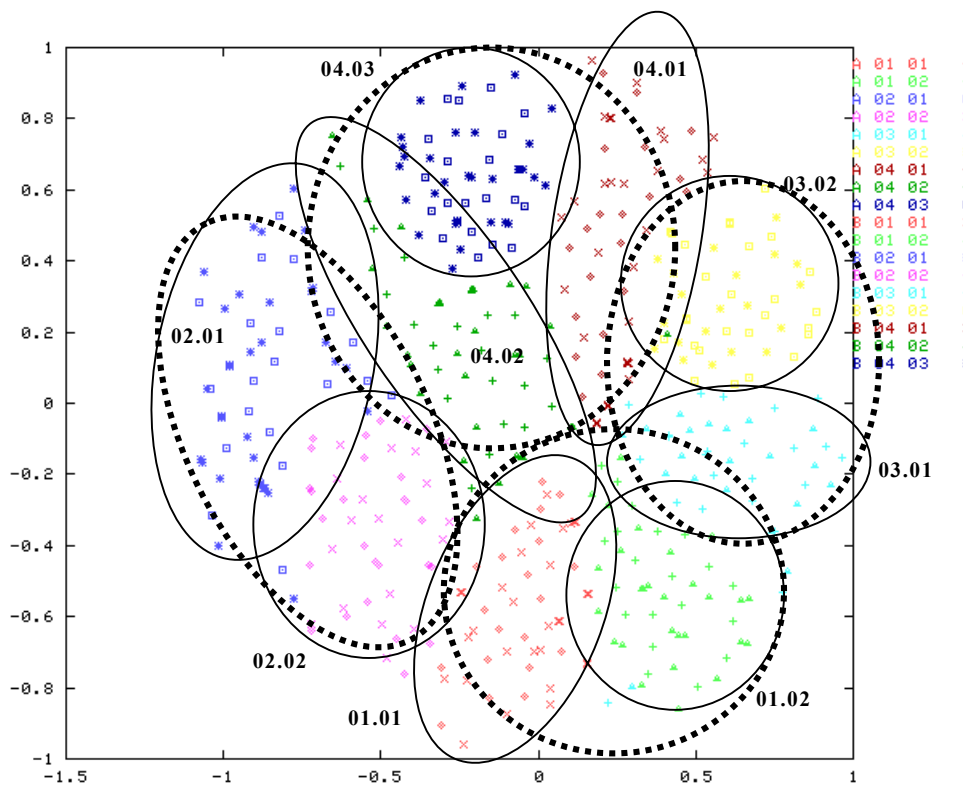


図5 コンテンツの登録結果

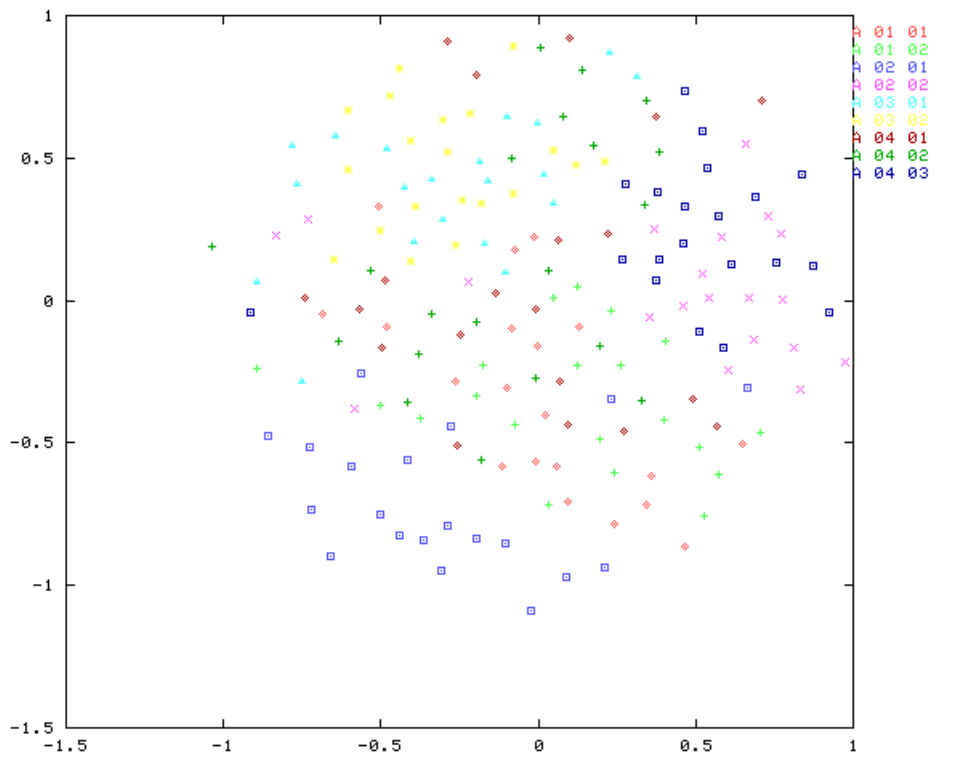


図6 従来の多次元尺度法による基準マップの生成結果

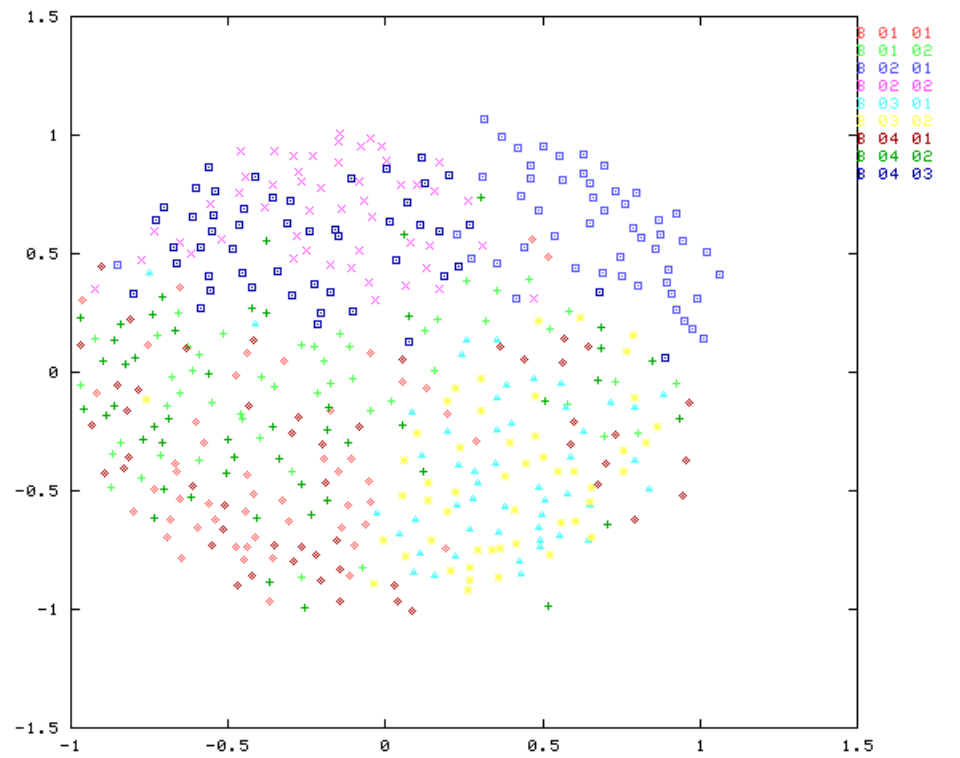


図7 従来の多次元尺度法によるコンテンツの一括配置結果