

情報視覚化手法「データ宝石箱」による 企業組織コミュニケーションの視覚化

伊藤 貴之 山口裕美 水田秀行 中村英史

日本アイ・ビー・エム(株) 東京基礎研究所 E-mail: itot@computer.org

1. はじめに

著者らは階層型データを対象とした情報視覚化手法「データ宝石箱」を提案している[Ito01b][Ito04a]。「データ宝石箱」は大規模な階層型データ全体を一画面に表現することを目的としている。このような情報視覚化手法は非常に用途が広く、実際に著者らは

- ウェブサイトのアクセス傾向分析 [Yam02][Yam03a]
 - 分散計算環境の負荷分布監視 [Yam03b][Ito05]
 - ネットワーク不正アクセス監視[Ito04b]
 - 計算生物学シミュレーションのパラメータ最適化
 - 創薬用化合物データの分類結果表示
 - テキストマイニング結果の視覚化
 - ウェブ検索エンジン出力結果の視覚化
- といった広い目的に適用を進めている。

本報告では、企業組織間のコミュニケーションの視覚化に「データ宝石箱」を適用した事例について述べる。本報告では、企業組織を構成する部署間のメールの流通量を基準として、部署間のコミュニケーションの密度を視覚化する。この視覚化技術は、企業組織を横断するコミュニケーションの発見・促進・評価に貢献できると考えられる。

また本報告では、この視覚化結果に対するユーザーアンケート結果を通して、情報視覚化に対するユーザーの印象について考察する。

2. 企業組織コミュニケーションの視覚化

まず本報告が対象とする入力データを定義する。本報告では、

- 公式組織の木構造（部署を葉ノード、その上位部門を枝ノードとする）
- コミュニケーショングラフ（部署ペア間のメールトラフィック量をグラフ化する）

を入力データとし、木構造データとグラフデータの両方を同時に一画面で表示する[Nak04]。

なお本報告では、

- 部署を表現する葉ノードに対して、各々の部署のメール送受信総数
- 部署ペア間を表すアークに対して、各々の部署間のメール総数

が与えられているとする。

このとき本報告では、以下の2ステップの処理により、企業組織の木構造、およびその部署ペア間のコミュニケーションを視覚化する。

1. 企業組織の木構造を、「データ宝石箱」により画面配置する。
2. その上に、部署ペア間を表すアークを表現する。ただし全てのアークを表示するのではなく、メールトラフィック量が一定以上であるアークだけを表示する。

本報告では、葉ノードに与えられている数値を表現するために、葉ノードの高さまたは色を変化させる。またアークに与えられている数値を表現するには、アークの色を変化させる。

図1に、ある企業組織の組織変更前および組織変更後のコミュニケーション視覚化結果を示す。この視覚化結果では、きわめてメールトラフィック量の多い部署ペア間を赤いアークで表示し、メールトラフィック量の低下にともなってアークの色相を黄、緑、青…と変化させ、メールトラフィック量が一定以下であるアークは表示していない。図1によると、組織変更前にメールトラフィック量の多かった部署ペアは、○で囲んだ「ごく近い組織」ばかりであるのに対して、組織変更後は「遠い組織」間にもメールトラフィック量の多いペアが急増しているのが観察される。この視覚化結果から、この企業の組織変更は、組織を横断する密接なコミュニケーションを誘導することに成功した、ということが観察できる。

企業組織間のコミュニケーションの視覚化は、主に企業組織の改善やコンサルティングの現場において、図1に示したような組織変更にもなうコミュニケーション量変化の評価の他にも、例えば以下の目的に寄与できると考えられる。

- 木構造では表現しきれないマトリクス組織構造の評価
- 木構造に現れない非公式な派閥の発見

また企業組織の評価や分析には、情報視覚化以外の分析手法やシミュレーション手法なども有効であると考えられる。企業組織の評価や分析の過程において情報視覚化は、他の手法とも組み合わせながら、以下の観点で実用性があると考えられる。

- プレビューとして、企業組織の全体像の中から、興味深い結果を示した部署を探し出す。
- ユーザーインタフェースとして、分析の過程において、特定部署に関わる特定データを引き出す。
- プレゼンテーションとして、分析結果をわかりやすく説明できるような視覚化結果を提示する。

3. 提案手法における視覚化結果のユーザーアンケート

本報告の提案手法では、部署を表す葉ノードに色および高さ、部署ペアを表すアークに色を与えており、合計8通りの組み合わせがある。本章ではこの8通りの表現に対してユーザーアンケートを集計することで、提案手法の視覚化結果について考察する。

まず8通りの視覚化結果を、以下のように定義する(図2参照)。

- ノードに色と高さの両方を与え、アークに色を与える。
- ノードに高さを与え、アークに色を与える。
- ノードに色を与え、アークに色を与える。
- ノードに色も高さも与えず、アークに色を与える。
- ノードに色と高さの両方を与え、アークに色を与えない。
- ノードに高さを与え、アークに色を与えない。
- ノードに色を与え、アークに色を与えない。

- ノードに色も高さも与えず、アークに色を与えない。

本章では、この8通りの視覚化結果を被験者に提示し、この中から「好ましい画像」「好ましくない画像」を選択させた。なお選択は複数回答可とした。本報告の被験者は合計36人で、そのうちCGやGUIに関する研究に携わったことのある人が21人であった。表1に、8通りの視覚化結果に対する回答集計結果を示す。

表1: 8通りの視覚化結果の回答集計結果

	好ましい	好ましくない
(a)	12	14
(b)	11	13
(c)	24	2
(d)	4	13
(e)	12	8
(f)	1	22
(g)	6	8
(h)	1	23

また、以下の3項目について、CG等の研究に関係ある人と関係ない人に分類して再集計した。

- ノードの数値表現に色と高さの両方を使うことの可否。((a)(e)が該当する。)
- ノードの数値表現に高さを使うことの可否。((a)(b)(e)(f)が該当する。)
- 数値情報が欠落することの可否。((d)(e)(f)(g)(h)が該当する。)

これらの再集計結果を表2~4に示す。

表2: ノードの数値表現に色と高さの両方を使うことの可否に関する回答集計結果

	好ましい	好ましくない
CG等関係者	15	10
非CG等関係者	8	13

表3: ノードの数値表現に高さを使うことの可否に関する回答集計結果

	好ましい	好ましくない
CG等関係者	23	23
非CG等関係者	12	31

表4: 数値情報が欠落することの可否に関する回答集計結果

	好ましい	好ましくない
CG等関係者	9	43
非CG等関係者	12	27

以上の回答集計結果について著者どうしで考察を進めた結果として、以下のような点が議論に上がった。

表1に示す結果から、最も多くの情報を表現している(a)は評価が高くないが、そこから情報を1組落とすだけの(c)(e)などは評価が高かった。この結果は、1枚の画像に収める情報量の適正化が、視覚化結果の印象に重要な影響を与えることを示している、と考えられる。

著者らは、最も情報量の少ない(h)が最も評価が低くなると予想していたが、実際には(f)も(h)と同等に評価が低かった。この結果は、むやみな立体表現は情報視覚化では歓迎されない可能性があることを示している、と考えられる。

情報視覚化は他のCG技術と異なり、ユーザーはCGに精通していない可能性が高い。そこでユーザーアンケートにおいても、CGに精通している人と精通していない人を分類して考察することが重要である。表2~4を見る限り、CG関係者と非CG関係者の間には、回答集計結果に傾向の差が見られる。CG関係者は立体表現を容認し、情報の欠落を嫌う傾向にあるのに対して、非CG関係者は立体表現を嫌い、情報の欠落を容認する傾向にある。この件について非CG関係者(例えばビジネスコンサルタント)と議論したところ、非CG関係者が立体表現を嫌う要因として、以下のような理由が考えられる、という話題になった。

- 非CG関係者にとって立体表現は、情報の隠蔽や誤読を誘いやすい。
- 非CG関係者は3次元CGボードなどの設備を搭載していない計算機を使っていることが多い。
- 非CG関係者の情報視覚化の用途には、GUIやアニメーションを使わず、あくまでも静止画としてのみ利用する用途が多い。例えば紙で印刷する配布資料には、GUIやアニメーションは利用できない。

これらの背景により、本報告に限らず情報視覚化では、依然として2次元CG技術をベースにした研究も重要である、と考えられる。

その他の少数意見として、アンケートに付記されたコメントの中に、以下のような意見があったことを加えておく。

- アークには色だけでなく太さも使っては

どうか。

- 視覚障害者に対応するなら、色は色相より明度を使うほうが望ましい。

4. 関連手法

本手法で用いた情報視覚化手法「データ宝石箱」は、階層型データを対象としているが、階層型データを対象とした情報視覚化手法は他にも多数報告されている。これを大きく分類すると、以下のような手法があげられる。

- 木構造を表現した手法[Lam96][Car95]。
- 画面空間の再帰分割による手法[Joh91][Bed02]。
- 3次元空間で入れ子構造を構築し、半透明表示する手法[Rek93][Spr00]。
- 「データ宝石箱」に代表される、2次元空間で入れ子構造を構築する手法。

これらの手法には際立った優劣関係はなく、用途に対して一長一短の関係にある。一方、本報告が目的とする企業組織コミュニケーションの視覚化を、企業の改善やコンサルティングなどの現場で実用する場合に、必要とされる要件には例えば以下のようなものがあげられる。

- 全ての部署を平等な幾何形状で一画面に全貌表示する。
- GUIとしても活用できるように、全ての部署をクリック可能な形で表示する。
- 印刷配布物にも使えるように、全ての部署を平面的に配置する。
- 刻々と微小変化する組織構造をシームレスに表示する。

「データ宝石箱」はこれらの全ての要件を満たすという観点から、本報告の目的に合致した階層型データ視覚化手法である、といえる。

一方、本報告で提案する視覚化手法は、部署ペア間のコミュニケーションをアークで表現するという観点から、グラフデータ視覚化手法としての側面も有する。グラフデータ視覚化手法も多くの研究者によって議論が進んでいる研究分野であり、有用なサーベイ書籍[Bat99]やサーベイ論文[Her00]も発行されている。典型的なグラフデータ視覚化手法の多くは、画面の混雑を避けるために、グラフを構成するノード間の適正な距離を保ち、アークの長さの総和を最小化する。これを実現する代表的な手法として、ノードとアークに力学モデルを適用する手

法 [Ead84][Ito01a]が知られている。しかし本報告では、組織的に遠い部署間のコミュニケーションの発見を目的の一つとしているので、上述のような典型的なグラフデータ視覚化手法の適用がふさわしいとは言えない。

本報告の提案手法と同様に、木構造として分布するノード間のコミュニケーションや因果関係を視覚化する手法は、近年になっていくつか関連発表が見られる[Fek03][Azu04]。これらはいずれも本報告と同様に、まず階層型データ視覚化手法を適用してデータの画面配置を決定し、続いてそれにグラフデータをマッピングすることで視覚化を実現している。これらの手法と本報告に共通の課題として、グラフデータを効果的に表現するための曲線化技術、レンダリング技術、GUI技術、などがあげられる。

5. むすび

本報告では、企業組織のコミュニケーション、具体的には部署間のメールトラフィック量を視覚化するために、階層型データ視覚化手法「データ宝石箱」を適用した手法を提案した。またその視覚化結果に対するユーザーアンケートを行い、その回答集計結果を考察した。

本報告では、企業組織の木構造、各部署のメール送受信量、各部署ペア間のメール量、という単純なデータのみを入手した。しかし若干の補助データを追加入手することができれば、格段に効果的な視覚化結果を得られると考えている。一例として著者らは、以下のような補助データが有用ではないかと考えている。

- コミュニケーション増加が期待されている部署ペアを表す補助データ。この補助データがあれば、コミュニケーション増加が期待されているのに増加していない部署ペアに対して、警告を発することが可能になる。
 - 組織変更前後の対応関係を表す補助データ。例えば組織変更前後で対応する部署が名称を変えた場合、その対応関係をもつことで、組織変更前後の視覚化結果をシームレスにすることが可能になる。
 - 木構造だけでは表現しきれない、企業組織の複雑なセマンティクス（例えばマトリクス構造）を強調するための補助データ。
- 一方、視覚化手法自体の改良として、例えば

以下のような課題が考えられる。

- 組織変更に伴うコミュニケーションの変化をわかりやすく表示する機能。
- コミュニケーショングラフの効果的な曲線化機能やレンダリング機能。

謝辞

本報告のユーザーアンケートに快く参加してくださった以下の所属の皆様へ、厚くお礼を申し上げます。

- 日本アイ・ビー・エム(株)東京基礎研究所
- アイ・ビー・エム・ビジネスコンサルティングサービス(株)
- 早稲田大学理工学部電子通信学科卒業生
- 京都大学学術情報メディアセンター
- お茶の水女子大学理学部情報科学科
- 東京農工大学工学部情報コミュニケーション工学科

参考文献

[Ito01b] 伊藤, 梶永, 池端, データ宝石箱: 大規模階層型データのグラフィックスショーケース, 情報処理学会グラフィクス&CAD 研究会, 2001-CG-104, 2001.

[Ito04a] Itoh T., Yamaguchi Y., Ikehata Y., and Kajinaga Y., Hierarchical Data Visualization Using a Fast Rectangle-Packing Algorithm, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 10, No. 3, pp. 302-313, 2004.

[Yam02] Yamaguchi Y., Itoh T., Ikehata Y., Kajinaga Y., Interactive Poster: Web Site Visualization Using a Hierarchical Rectangle Packing Technique, IEEE Information Visualization Symposium, 2002.

[Yam03a] 山口, 伊藤, 池端, 梶永, 階層型データ視覚化手法「データ宝石箱」とウェブサイトの視覚化, 画像電子学会論文誌 Visual Computing 特集号, Vol. 32, No. 4, pp. 407-417, 2003.

[Yam03b] Yamaguchi Y., Itoh T., Visualization of Distributed Processes Using "Data Jewelry Box" Algorithm, CG International 2003, pp. 162-169, 2003.

[Ito05] 伊藤, 山口, 情報視覚化手法「データ宝石箱」のハイパフォーマンス計算技術への応用, 日本計算工学会誌, Vol.10, No.1 掲載予定, 2005.

[Ito04b] 伊藤, 高倉, 沢田, 小山田, ネットワーク不正侵入監視のための視覚化の一手法, 情報処理学会第9回分散システムインターネット運用技術シ

ンポジウム, accepted, 2004.

[Nak04] 中村, 水田, 企業組織をコミュニケーションから評価する, 情報処理, Vol. 45, No. 9, pp. 950-955, 2004.

[Lam96] Lamping J., Rao R., The Hyperbolic Browser: A Focus+context Technique for Visualizing Large Hierarchies, Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 7, No. 1, pp. 33-55, 1996.

[Car95] Carriere J., Kazman R., Research Report: Interacting with Huge Hierarchies Beyond Cone Trees, Proceedings of IEEE Information Visualization '95, pp. 74-81, 1995.

[Joh91] Johnson B., Shneiderman B., Tree-Maps: A Space Filling Approach to the Visualization of Hierarchical Information Space, Proceedings of IEEE Visualization '91, pp. 275-282, 1991.

[Bed02] Bederson B., Schneiderman B., Ordered and Quantum Treemaps: Making Effective Use of 2D Space to Display Hierarchies, ACM Transactions on Graphics, Vol. 21, No. 4, pp. 833-854, 2002.

[Rek93] Rekimoto J., Green M., The Information Cube: Using Transparency in 3D Information Visualization, Proceedings of the Third Annual Workshop on Information Technologies & Systems, pp. 125-132, 1993.

[Spr00] Sprenger T. C., et al, H-BLOB: A Hierarchical Visual Clustering Method Using Implicit Surfaces, Proceedings of IEEE Visualization 2000, pp. 61-68, 2000.

[Bat99] Battista G. D., Eades P., Tamassia R., Tollis I. G., Graph Drawing – Algorithms for the Visualization of Graphs, Prentice Hall, ISBN0-13-301615-3, 1999.

[Her00] Herman I., Melancon G., Marshall M. S., Graph Visualization and Navigation in Information Visualization: A Survey, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 6, No. 1, pp. 24-43, 2000.

[Ead84] Eades P., A Heuristic for Graph Drawing, Congressus Numerantium, Vol. 42, pp. 149-160, 1984.

[Ito01a] 伊藤, 井上, 土井, 梶永, 池端, 力学モデルを用いたグラフデータの視覚化手法の改良, 情報処理学会グラフィクス&CAD 研究会, 2001-CG-103, pp. 7-12, 2001.

[Fek03] Fekete J. D., Wang D., Dang N., Aris A., Plaisant C., Interactive Poster: Overlying Graph Links on Treemaps, IEEE Information Visualization '03,

2003.

[Azu04] 我妻, 藤代, 堀井, 階層的因果関係の対話的可視化, 可視化情報学会第10回ビジュアルリゼーションカンファレンス, 2004.

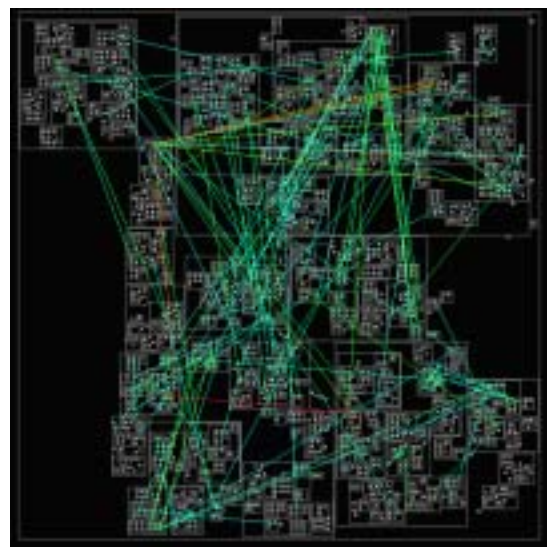
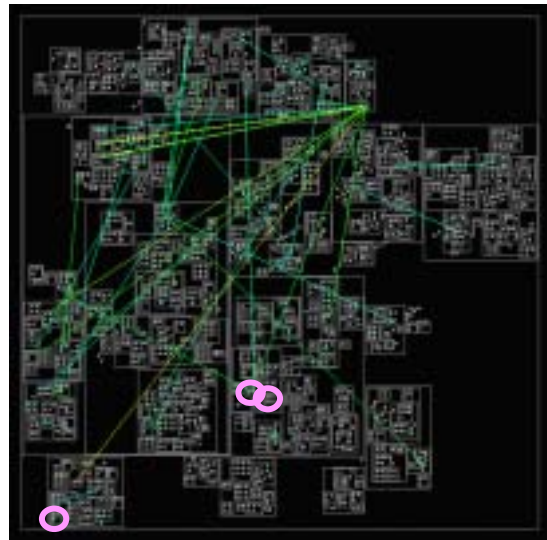


図 1 (上)組織変更前の視覚化結果。(下)組織変更後の視覚化結果。

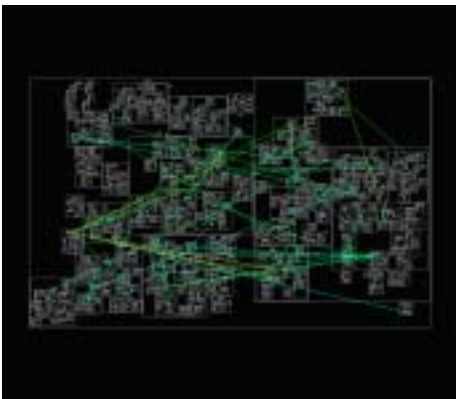
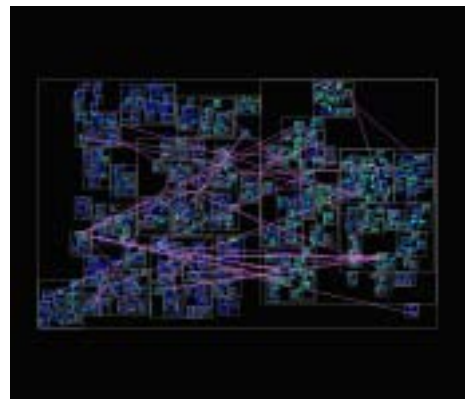
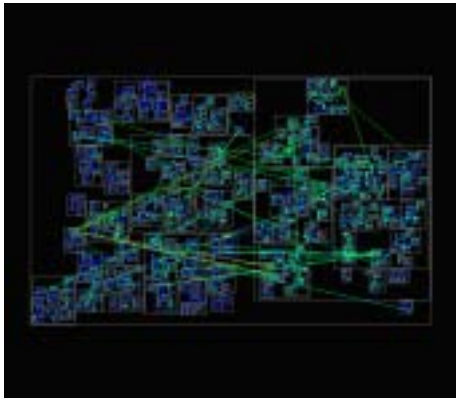
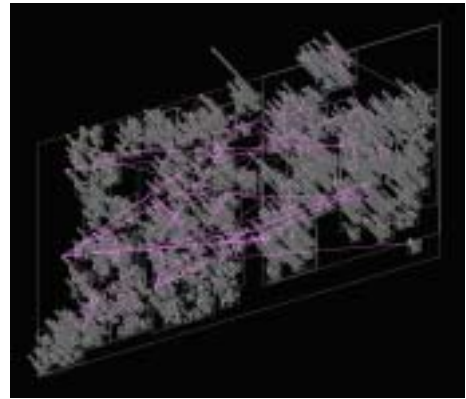
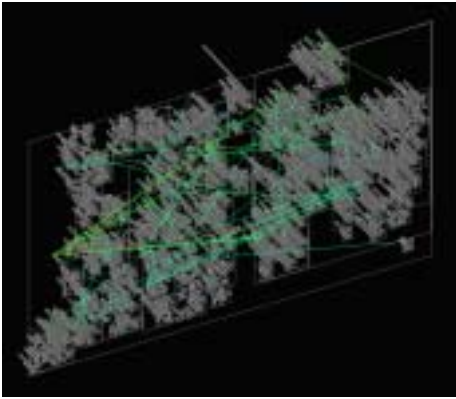
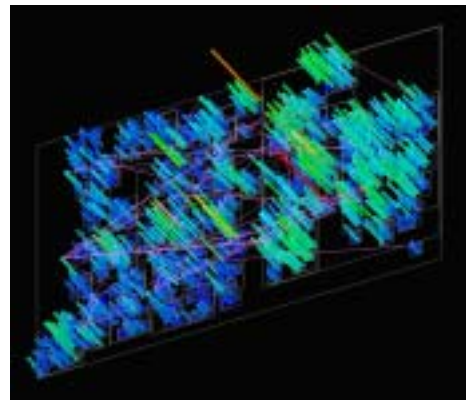
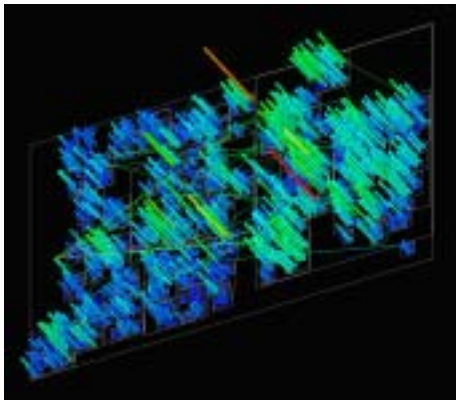


図2 ユーザーアンケートで提示した画像。左：上から(a)~(d)。右：上から(e)~(h)。