

人々の行動や考えの変化を探索するための 3 次元情報可視化

伊藤 正彦[○] (情報通信研究機構／東京大学)

3D Information Visualization Systems for Exploring Temporal Changes in Human Activities and Interests

Masahiko ITOH

ABSTRACT

Various events such as election, a release of new products, public gatherings, traffic accidents, and natural disasters, occur almost every day, and the events affect activities and interests of people. The large scale of spatio-temporal data obtained from various kinds of social media and sensor devices has enabled us to observe and analyze the effects of such events. In this paper, we introduce 3D visualization systems, which we have developed, for analyzing changes in the activities and interests of people, and case studies by using the introduced systems.

Keywords: Spatio-temporal Visualization, 3D Visualization, Social Media

1. はじめに

人々の行動や考えに大きな影響を及ぼすイベントが日々発生しており、その影響を把握するための仕組みが求められている。例えば、選挙、新商品の発売・CMなどのマーケティング活動、あるいはテレビ・映画などのエンターテインメント作品に関して、時間・社会状況とともに変化する評判等の調査がマーケティングや社会分析など様々な観点から重要になってくる。また、事故や災害などの事象、あるいは野球の試合やコンサートといった大規模集客イベントに関して、発生する場所・期間に加えてそれらが人々の行動に及ぼす影響を調査することが都市計画、交通・インフラ管理、あるいは防災・災害対応などの観点から重要になってくる。

一方、GPSなどの物理センサから得られる実世界の事象を捉えた数値データはますます増加し、ツイッターなどのソーシャルセンサを通して人々の意見・行動を表す文章や画像は大量に流通し続けている。このような状況から、ソーシャルメディアや様々なセンサなどから得られる大量の時空間情報を分析することで、さまざまな種類のイベントが人々の行動や考えにおよぼす影響を分析し、理解することが可能になってきている。

筆者らは、汎用的な部品の組み合わせで時系列情報の3次元可視化システムを実現するフレームワークを提案し、ソーシャルメディアやリモートセンシングによって得られたさまざまな時系列データに適応することで、可視化・探索アプリケーションを構築してきた¹⁾。さらに、これを拡張する形で、交通システム、あるいは人々の行動の変化

などを分析するための3次元時空間イベント探索アプリケーション群を提案してきた。

本稿では、著者らがこれまでに研究開発してきた、人々の行動や考えの変化を視覚的に探索するための3次元情報可視化アプリケーション群とそれらを用いた探索事例を紹介する。

2. ネットワーク／ツリー構造の時間変化を可視化する仕組みを用いたソーシャルセンサデータ分析

2.1 時系列リンク構造可視化によるブログ上のインフルエンサー追跡システム

本章では、話題に関する文書数の推移と同時に、リンク構造の変遷についても把握可能とするWebグラフのインタラクティブな3次元可視化システムを紹介する²⁾。

本システムはブログアーカイブから抽出された特定の話題に関するリンク構造を表すWebグラフを3次元空間中の時間軸に沿って可視化する。この例では、ブログのエントリをノード、エントリ間のハイパーリンクをエッジとするネットワークを描画している。

ある時間のWebグラフを表示するパネルをTimeSliceと呼ぶ。ユーザはTimeSliceをマウスでドラッグすることでグラフの変化をアニメーションさせながら任意時間におけるグラフを閲覧できる。TimeSliceの側面には文書数を表すヒストグラムが表示されており、急激な増加など特徴的な変化が起きた時点でのグラフを容易に認識し、表示することが可能になる。また、異なる時間のWebグラフを比較するため、新たなTimeSliceを自由に追加する

ことができる．これにより，ブログ空間上の話題に関する話題の中心，興味の広がりなどの時間変化を探索可能にした．さらに，より詳細な比較を可能にするタイル表示および重畳表示手法を 3 次元空間で統合し，これらをシームレスに切り替え可能にした．これらにより，ユーザは変化の全体像を俯瞰しながら，より局所的な変化の詳細を観測することが可能になった．

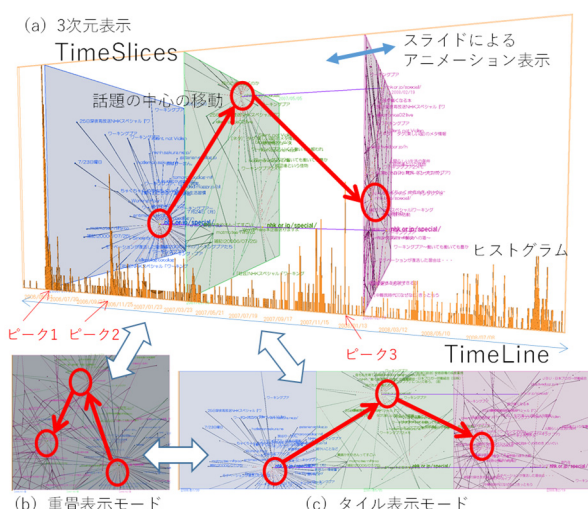


Fig. 1 The 3D visualization system for time-series of web graphs

Fig. 1 にブログ空間上における「ワーキングブア」に関連する人々の興味の移り変わりを可視化した例を示す．ワーキングブア問題を広めるきっかけとなったNHKの番組にリンクが集中している様子が見て取れ，第1回，第2回，さらには第3回の放送に伴って，話題の中心が移動している様子が観測できる．

2.2 係り受け解析を用いたブログ上の話題追跡システム

ウェブ上での人々の興味・行動の変化を分析するために，多くのサービスが開発されているが，多くは出現頻度の変化の提示や関連語の提示のみであり，実際にどのような文脈で話題になっているかを把握することは困難である．本章で紹介するシステム³⁾では，ブログアーカイブに対して係り受け解析を行い，注目する単語と関連語が直接共起する文脈をイベントとして収集し，まとめて可視化することでユーザに提示する．さらに，イベントの情報を段階的に詳細化しながら探索する仕組みにより，興味を持ったイベントに関して，誰が，どこで，何を，なぜ，などの行動・興味の詳細を調査することが可能になる．これらにより，そのキーワードがどのような文脈で話題になっているかに関して，より容易に理解することが可能となる．

このシステムでは，与えられたキーワードに関連するイベントとその詳細情報を集約し，それらの構造をツリー表現により可視化し俯瞰可能にする．また，3次元空間の一軸を時間軸として用いることで，イベント群の構造

の時間変化と各イベントの出現頻度の時間変化を俯瞰可能にする．

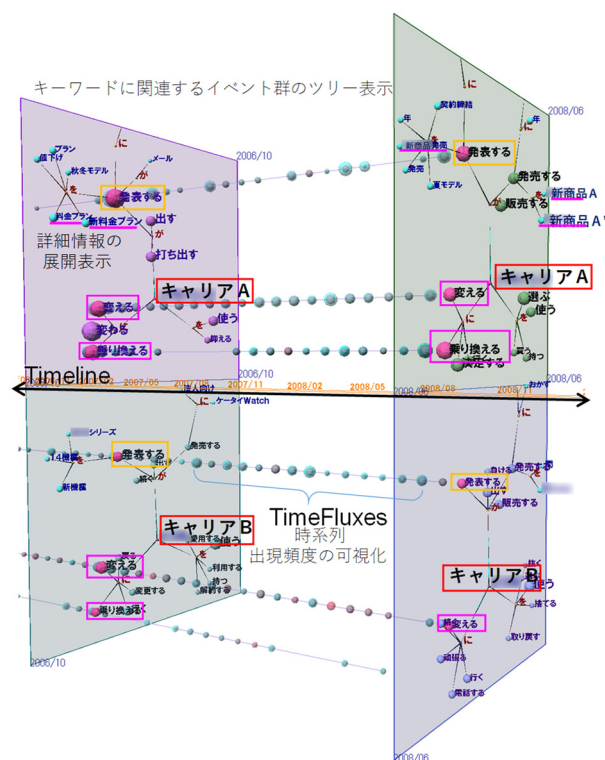


Fig. 2 The 3D system for exploring temporal changes in bloggers' activities and interests using phrase dependency structures

Fig. 2 の例は，複数の携帯キャリアのマーケティング効果を可視化，比較した例である．図において，上部の TimeSlices はキャリア A に関する話題を可視化している，下部の TimeSlices はキャリア B に関する話題を可視化している．キャリア B に比べてキャリア A では「乗り換える」「変える」の記述が目立つ．TimeFluxes を表示すると，キャリア A 側では何度か「乗り換える」ピークが来ていることが確認できる．図における左側の TimeSlices は一度目のピークが来たタイミング（2006 年 10 月）に合わせてある．右側の TimeSlices は二度目のピークが来た 2008 年 6 月に合わせてある．これらのタイミングでキャリア A で何らかの発表もしくは発売をしていることが，ノードのサイズから伺える．「発表する」「発売する」に関して，詳細を展開表示することで，一度目のピークでは「新料金プラン」，二度目のピークでは「新商品 A」を発表している事が分かる．これらからキャリア A のマーケティング戦略は社会に大きなインパクトを与えているであろうことが見て取れる．一方，キャリア B でも何度も「発表する」の頻度が大きくなっているにもかかわらず，それが「乗り換える」や「変える」という行動にあまり大きな影響を与えていないことが伺える．

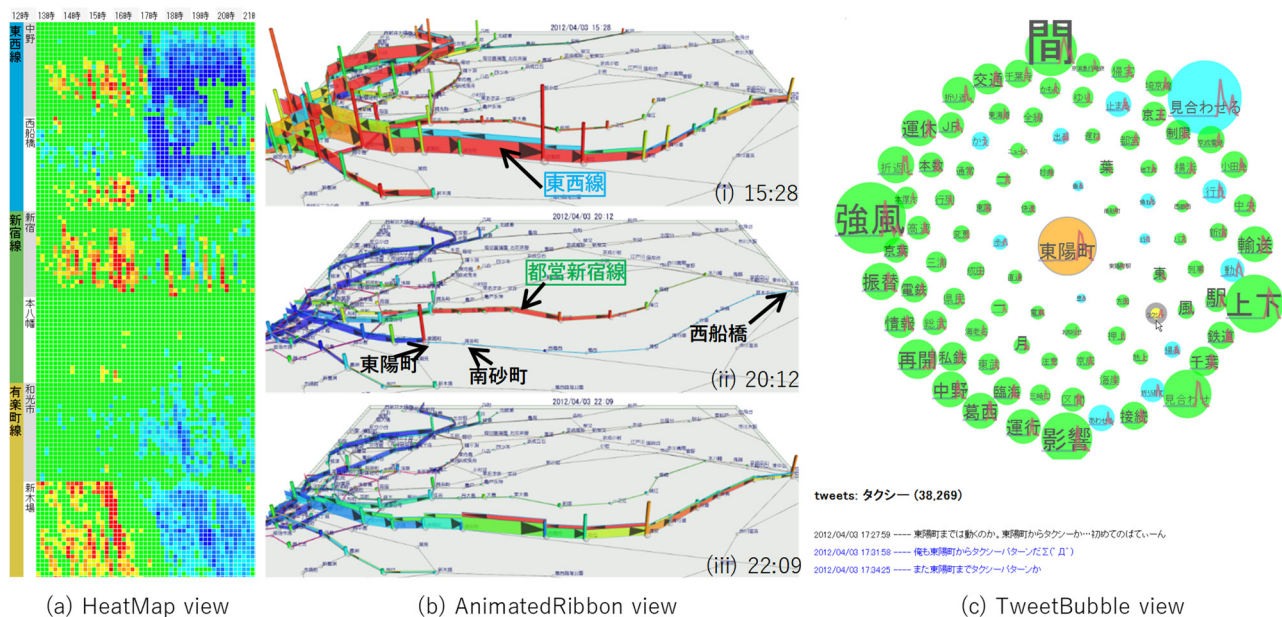


Fig. 3 The system for exploring changes in passenger flows and tweets on mega-city metro network

3. 時空間イベント探索のための3次元情報可視化

3.1 旅客流動変化の探索システム

大都市地下鉄における旅客流動の変化とその要因・影響に関して、スマートカードデータおよびツイッターデータというふたつのビッグデータを統合し探索するための可視化システムを提案している (Fig. 3) ⁴⁾.

統合可視化環境として、まず、時空間を俯瞰し交通システム上の異常な事象を発見するための HeatMap view (Fig. 3 (a)), 次に、複雑な鉄道ネットワーク上での異常の伝搬の詳細をアニメーションにより探索するための AnimatedRibbon view (Fig. 3 (b)), さらに、人々の発言から異常の要因・影響を探索するための TweetBubble view (Fig. 3 (c)) を開発した. HeatMap view は横軸が時間 (10 分間隔)、縦軸が路線・向き・区間を表しており、1 行が 1 つの区間 (たとえば「渋谷」-「表参道」) を表す. これにより、通常時とは異なる乗客数の区間がどの時間帯に多く存在しているかを探索できる. AnimatedRibbon view におけるリボン (板のように立っているオブジェクト) の高さは、指定された時間および区間における乗客数を表す. 同様にバーの高さは駅の出場者数を表す. HeatMap view および AnimatedRibbon view における色は平均値との違いを可視化している (赤: 平均に比べて多い, 青: 平均に比べて少ない, 緑: 平均に近い). TweetBubble view では、指定時間帯における選択された駅名もしくは路線名と共起する単語が表示される. 単語のサイズから流行している単語を理解することができ、単語を選択することで具体的なツイートを見ることができる.

Fig. 3 の事例は、2012 年 4 月 3 日、爆弾低気圧が発生した日の東京都東部における旅客流動の変化を探索した例である. この日は、前年の台風 15 号などの教訓から、

多くの企業で早期帰宅を決定している. 東京メトロ東西線 (以後、東西線) は、17 時 20 分ごろに南砂町・西船橋間で強風のため運転を見合わせており、21 時 5 分に運転を再開している.

Fig. 3 (a) および (b) から、東京都心と東京都東部を結ぶ路線である、東西線、都営新宿線、および東京メトロ有楽町線が通常のラッシュアワーの前に非常に混み合っていることがわかる. また、東西線の運転見合わせ後、多くの乗客が東陽町駅から出場している様子が見て取れ、都営新宿線により東側への移動を始める人が通常時より増加している様子も見取れる. さらに、東西線の運転再開後には、東京都心、西船橋に残った人々が、それぞれ東側、西側への移動を再開した様子が見られる. Fig. 3 (c) では、東西線が運転を見合わせていた時間帯における東陽町駅に共起する語をバブルチャートにより可視化している. 語および円のサイズは頻度を表し、各円が重なり合わないよう配置されている. これらの語の中には「タクシー」、

3.2 位置参照表現に着目した実世界イベントの時空間可視化システム

都市空間などで日々発生するイベントの影響、時空間的な広がりを理解するため、ツイッターなどのマイクロブログストリーム中の位置参照表現に着目した実世界イベントの時空間可視化システムを構築した ⁵⁾.

Fig. 4 に示すシステムでは、まず、マイクロブログストリーム中の各投稿中に現れる地名や施設名などの位置参照表現を認識する. 次に、投稿中の各単語を認識した地名

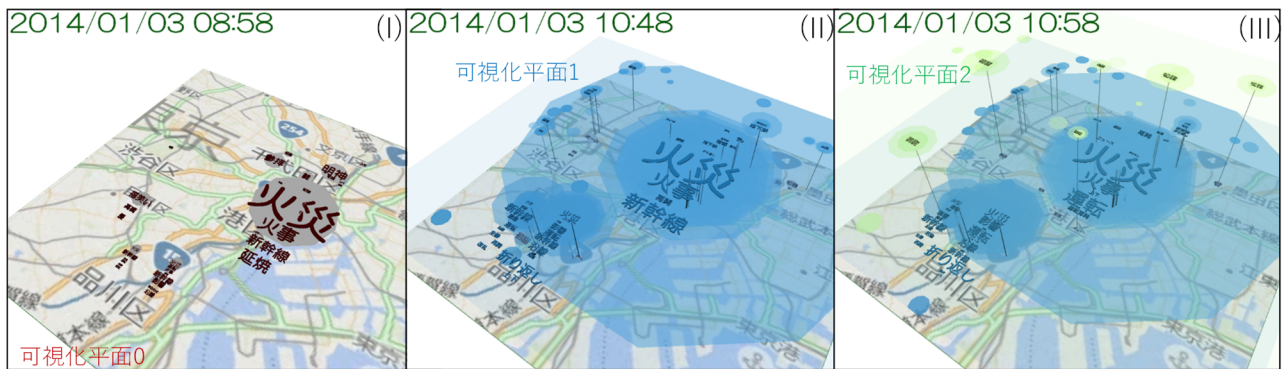


Fig. 4 Multi-layer spatio-temporal event visualization from a geo-parsed microblog stream

や施設名の位置に紐付けて、局所的に多く観測された単語をローカルイベントとして認識する。抽出されたローカルイベントは、地理空間ワードクラウドとして可視化される。一般的に、イベントに関連する単語は、時間と場所に応じて出現頻度が変化する。そのため、地理空間ワードクラウドでは時間経過に従って、単語の表示サイズ、表示位置が変化する。単語の出現数が特定の場所周辺に集中するほどその場所に表示される単語のサイズは大きくなる。

多くの実世界イベントは、野球の試合やコンサートのような限定された場所で行われるが、地震やマラソンのような広範囲に及ぶイベントなども考えられる。そこで、ローカルイベント群からグローバルイベントを抽出し、それらを 3 次元空間における別レイヤに可視化し、多層地理空間ワードクラウド表現として可視化している。

Fig. 4 は、2014 年 1 月 3 日における JR 有楽町駅の沿線火災発生後のイベントの時間変遷を可視化している。火災は午前 6 時半ごろ発生し、有楽町駅周辺が煙に包まれた影響で、東海道新幹線、JR 山手線などが長時間にわたり運転を見合わせた。1 月 3 日はまだ正月休みであり、人々が寺社に初詣に訪れる期間であるため、多くの人々の移動に影響を及ぼした。Fig. 4 (I) においては、まだ早朝で人々の移動が始まっていないこともあり、火災イベントはローカルイベントの一つである。ローカルイベントは可視化平面 0 上に茶色の地理空間ワードクラウドとして表示されている。(II) においては、多くの人が移動を開始し各所で移動できないトラブルに巻き込まれたため、火災イベントはグローバルイベントとして検出され、可視化平面 1 上に青色の地理空間ワードクラウドとして表示されていることがわかる。さらに、(III) の可視化平面 2 上には、主要な寺社周辺に初詣イベントが緑色の地理空間ワードクラウドとして出現していることが確認できる。

3. まとめ

本稿では、ソーシャルメディアや様々なセンサデータから人々の行動や考えの変化を読み解く助けとなるような可視化・探索システム群を紹介した。詳細とさらなる事例については既発表論文 2), 3), 4), 5) を参照されたい。著者ら

はさらに、物理センサデータから実世界の異常などを探索する 3 次元可視化システムと、ツイッターなどのソーシャルセンサから人々の意見・行動を探索する 3 次元可視化システムを同一可視化空間中で統合するためのフレームワークを構築中である⁶⁾。物理世界とバーチャル世界を相補的に探索することで、個別のセンサデータからは分からない、イベントの要因、関係性などが探索できる。今後も GPS などのセンサ群やソーシャルメディアなどの発達により、ますます多くの時空間情報が生み出され、時空間情報探索のための可視化システムが求められていくと考えられる。本稿が、その際の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 伊藤正彦, 豊田正史, 喜連川優: 構造を持つ時系列情報に関する 3 次元可視化フレームワーク, 第 19 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, (2011) pp. 42-47.
- 2) M. Itoh, M. Toyoda, M. Kitsuregawa: An Interactive Framework for Visualizing Time-series of Web Graphs in a 3D Environment, In Proceedings of the 14th International Conference on Information Visualization, (2010) pp. 54-60.
- 3) M. Itoh, N. Yoshinaga, M. Toyoda, M. Kitsuregawa: Analysis and Visualization of Temporal Changes in Bloggers' Activities and Interests, In Proceedings of 5th IEEE Pacific Visualization, (2012) pp. 57-64.
- 4) M. Itoh, D. Yokoyama, M. Toyoda, Y. Tomita, S. Kawamura, M. Kitsuregawa: Visual Fusion of Mega-City Big Data: An Application to Traffic and Tweets Data Analysis of Metro Passengers, In Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Big Data, (2014) pp. 431-440.
- 5) M. Itoh, N. Yoshinaga and M. Toyoda: Wordclouds in the Sky: Multi-layer Spatio-temporal Event Visualization from a Geo-parsed Microblog Stream, In Proceedings of 2016 20th International Conference Information Visualisation, pp. 282-289, 2016.
- 6) M. Itoh and M. Toyoda: EventStacks: Integration of Event Visualizations for Physical and Social Sensor Data, An IEEE VIS 2016 Workshop on The Event Event: Temporal & Sequential Event Analysis, Oct. 2016