

動向情報の要約・可視化から情報編纂へ

Information Compilation from Multi-modal Summarization for Trend Information

加藤 恒昭*¹
Tsuneaki Kato

松下 光範*²
Mitsunori Matsushita

神門 典子*³
Noriko Kando

*¹ 東京大学
The University of Tokyo

*² NTT コミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories

*³ 国立情報学研究所
National Institute of Informatics

Information compilation is a novel technology for tackling information flood. It handles linguistic information and non-linguistic information uniformly and compiles them to “summary” that help users understand and access that information. In this paper, in order to make the component technologies of information compilation concrete, we overview researches that have been conducted in the MuST workshop, which was designed to encourage cooperative and competitive studies on multimodal summarization for trend information. Those researches constitute a roadmap of information compilation

1. はじめに

情報編纂 (Information Compilation) は、多量雑多な情報を知的に編纂し、それらの理解を容易にすると共にそれらへの簡明なアクセス手段を提供するための基盤技術として提案され、研究が進められている [7]。この情報編纂の基盤技術には 2 つの力点がある。第一は、様々なモード/メディア/ジャンルを横断して、現実世界の雑多な情報を入力として扱い、その出力においても視覚情報等の非言語情報と言語情報を協調させたマルチメディアプレゼンテーションを活用するというモード横断性である。第二は、情報の理解・概観の支援と情報へのアクセスの支援とを縫い目なく統合することによる情報活用支援の連続性である。要約と情報アクセスインタフェースとして区別されてきたもの、要約の中でも、報知的、指示的と区別されてきたものを統一的に扱っていく。

石油をとりまく情勢、地震の発生状況、パソコン業界の近況、政党支持率の動き等、「動向」としてまとめられるような統計量等の数値データや出来事に関するデータは、画像や音声等の非言語情報と較べて、言語情報との協調の幅が広い。これらの非言語情報と言語情報を編纂し、その動向の理解を支援すると共に、それを通じてその背後にある詳細な情報への柔軟なアクセスを可能とするという技術の研究を通じて、情報編纂の基盤技術を明らかにすることが期待できる。我々はこのような技術を動向情報のマルチモーダル要約と呼んでいる [8]。

筆者らは「MuST: 動向情報の要約と可視化に関するワークショップ」*¹を運営している。そこでは、ガソリン価格、通信機器、パソコン、地震、台風等、27 のトピックに関連した新聞記事を動向情報の抽出という観点で意味的に註釈した共通のデータセットを用いて、動向情報の要約と可視化、マルチモーダル要約という緩い意味で共通したテーマについて参加者が競争的かつ協動的に研究を進めている。2005 年よりおよそ 1 年をサイクルとして進められており、2007 年 3 月には第二回成果進捗報告会が開催された [6, 10]。

本稿では、MuST における動向情報の要約と可視化、マルチモーダル要約の枠組みを説明し、その枠組みに関連づける形で、MuST で進められている研究とその成果を紹介していく。

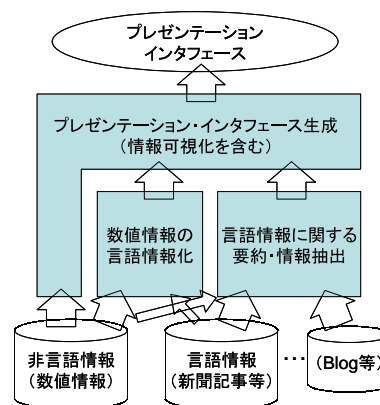


図 1: 動向情報の要約と可視化の枠組

その後、この枠組みと実際に進められている研究の差分、情報編纂に向けて検討すべき課題等について考察する。これらを通じて情報編纂基盤技術研究のロードマップを示唆する。

2. 動向情報の要約と可視化

2.1 枠組み

動向情報の要約と可視化、マルチモーダル要約を行うシステムでは、利用者が関心を持つトピックについての質問、「去年から今年にかけてガソリンの値段ってどう動いていますか」「98 年頃、パソコンの出荷はどんな感じでしたか」「最近、ソニーは業績よいですか」「去年の台風ってひどかったのだったけ」等を入力として受け取って、関連する情報を収集し、そこから要約を作成し、マルチメディアプレゼンテーションとして提示する。

収集される情報として、白書等に含まれる非言語情報である数値情報と、新聞記事や Blog テキストのような言語情報とを考えた場合、それを処理するための技術は、例えば図 1 のように整理することができる。

第一に必要なのは、新聞記事等の言語情報を対象とし、動向情報の要約テキストを生成したり、動向情報の素材となる統計量に関する情報を抽出したりする技術で、言語情報を対象に言語情報あるいは表形式の定型情報が生成・抽出される。ここで、異なる種類の新聞記事や、新聞記事と Blog 等、複数の情報源を利用することも考えられる。その場合、異なる種類、

連絡先: 加藤 恒昭, 東京大学 大学院 総合文化研究科 言語情報科学専攻, 153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1, Tel: (03) 5454-6302, E-mail: kato@boz.c.u-tokyo.ac.jp

*¹ <http://must.c.u-tokyo.ac.jp>

異なるジャンルの情報をどのように融合するかの検討が必要である。第二に、統計量の値の変化の様子を説明する等、非言語情報である数値情報を言語情報に変換する技術も必要である。この技術は言語情報からの情報抽出と双対の関係にあり、これらにより言語情報と非言語情報の相互変換が可能となる。第三に必要なのは、言語情報からの情報抽出によって得られた、あるいは情報源から直接得られた数値情報を適切に可視化したり、それを言語情報の要約や数値情報の言語情報化で得られた言語情報と組み合わせ、統合的なマルチメディアプレゼンテーションとして提示したり、それらの情報を用いた情報アクセスインタフェースとして提供したりするための技術である。

以下ではこの分類に従って、MuST で行われている研究を概観する。

2.2 言語情報の要約とそこからの情報抽出

動向情報に関連した新聞記事テキストの要約については後述する渡邊らの研究があるが、MuST において盛んなのは、むしろ、特定の統計量に関する情報の抽出に関連する研究である。それらの研究では、統計量の時間変化を示すグラフにおいてプロットされる点となるような統計量名、時刻、統計量の値の三つ組、あるいはそれに加えて、製品シェアにおける会社名のような統計量のパラメータを含めた四つ組をテキストから抽出する。例えば「上昇が続いている原油価格も、日本の依存度が高いドバイ原油が先週末のシンガポール市場で、1 バレル = 20 ドル 20 セントと 20 ドルの大台に乗り、1997年2月以来の高値を更新した」という1999年8月24日の新聞記事*2に含まれる表現から、〈ドバイ原油価格, 19990817, \$20.20〉を抽出する。

基本的な手法では、時間表現と数値表現を固有表現抽出技術を用いて同定し、それらの要素の出現順序 [24, 19, 21]、その回りの表層表現やキーワード [4]、依存構造 [26, 23, 28] 等を用いて、パターンマッチングによってそれぞれの要素に関連づける。時間に関する情報が頻繁に省略されること、複数の統計量に関する情報がひとつの文で表現されることが問題となる。また、統計量の名前は表現のバラエティも多く、複数の句となることもあるため、ある数値表現がどの統計量の値となっているかを正確に判断することも困難である。この問題に正面から取り組むものとして、森らは統計量名を構成する部分表現の特徴を明らかにし、より厳密な分類を行うとともに機械学習によりそれを同定することを試みている [3]。

動向情報に関する情報抽出では、一連のテキストから特定の統計量についてできるだけ多くの時点の情報を抽出したいという点が特徴的である。このため「前年同月に比べて5ドル上昇した」とような間接的な比較表現を利用して、情報を増やすことが幾つかの研究で試みられている [4, 14, 28]。難波らは、情報抽出の対象となっている複数のテキスト中に特定の情報の推移を表現している部分があるというテキストを横断した文間関係に着目して、情報抽出を行っている [19]。松下と加藤は、これらの数値だけでなく「上昇が続き」「をピークに」等の定性的な変化の表現が動向の表現として重要であるとして、その抽出を試みている [14, 9]。

与えられた統計量に関する情報抽出を行うのではなく、関連するテキスト中でどの統計量が重要であるかを判定することも提案されている。村田らは、特定のトピックに関するテキスト集合を入力とし、頻度情報等を用いてその中で主要な役割を持つ項目表現（統計量名に相当する）と助数詞を抽出し、

それについての情報抽出を行っている。抽出された主要な項目表現に関連する時間表現と抽出された主要な助数詞を持つ数値表現を抽出することで、重要な統計量の時系列変化を抽出したり、主要な項目表現に関連する2つの異なる助数詞を持つ数値表現を抽出することで、ふたつの統計量の相互関係を抽出したりしている [16, 17]。

複数の情報源の利用については、鈴木らが2種類の新聞について、同じトピックを扱った関連記事がどの程度あるか、それらを同定できるかを検討しており、その関連性を利用することでより豊かな情報収集が可能となると主張している [27]。今岡らは新聞記事テキストから特定の統計量に関する情報を抽出するためのパターンについて、異なる新聞の間でどの程度の共通性があるのか、一方を参照して作成されたパターンが他方でどの程度有効であるかを検討している [5]。奥田らは、Blog から動向情報を要約することを試みており、少なくともガソリン価格や製品販売状況等の経済状況に言及する Blog には極端にくだけた表現は比較的少なく、新聞記事からの引用も多いことを明らかにし、新聞記事を対象に作成した統計情報に関する情報抽出システムを比較的簡単に Blog に適用することが可能で、高い精度が得られることを示している [21]。

2.3 数値情報の言語情報化

数値情報の言語情報化では、時系列データの列を説明する言語表現の生成が主たる対象となっている。渡邊らは、株価のデータを用いて、時系列データを最小二乗法を用いて5次曲線で近似して形状を求め、実際のテキストの分析を通じて得られた表現辞書を用いて、そのグラフの全体形状と部分形状に言語表現を対応付け、それらを組み合わせることでその説明を得ている [35, 36]。馬野らは、時系列データを複数の区間に分割し、それぞれの区間の大局的变化や揺れに対してファジィセットの考え方に基いて言語表現を与え、それを合成することで全体を表現している [32]。能島は、時系列情報の説明が、これこれの条件での値はこれこれであるという形式の規則の集合で表現されると考え、個々の規則の複雑さ、規則集合の規則数、その規則集合によってなされる説明の正確さを評価関数として、これらを遺伝的アルゴリズムを用いて総合的に最適化することで、簡潔で誤差の少ない説明を得ることを提案している [20]。そもそも人間はどのようにグラフを説明するかという調査も小泉らによって行われている [12]。

2.4 プレゼンテーション・インタフェース生成

2.2節で述べた情報抽出の研究でも抽出された三つ組を可視化する仕組みが含まれることが多いが、それらの研究の殆どが時間のみをパラメータとする単純な統計量を扱っており、得られた統計量の系列は単純な折線グラフで描画される。そのため、その多くで可視化は折線グラフへの描画という単純なものとなっている。その中で、統計量の特徴を記述した知識を用いたり、抽出された情報の集合からヒューリスティクスに基づいて、折線グラフに加えて円グラフや棒グラフを使い分ける等、適切なグラフ種別を選択する研究も行われている [24]。定性的な変化に着目してそれを抽出している松下と加藤は変化を表現するパターン化した矢印をグラフに貼付けることで可視化することを提案している [14, 9]。

可視化とプレゼンテーションにより重点をおいた取り組みでは空間的広がりを持った情報が対象とされることが多い。高間らは、地震情報を対象として、これを地図上に配置して発生場所に関連づけて表現する、発生の日時に対応した時系列グラフとして表現するというふたつの可視化手法を組み合わせる複数の見方を許し、そのようなプレゼンテーションを通じてよ

*2 以下、引用はすべて、1998年1999年の毎日新聞の記事を用いて作成された MuST のデータセットから行っている。

り詳細な情報にアクセスするようなインタラクティブな情報可視化システムを提案している [30, 18]。笹倉らは、土地価格や降雨量等、地点地点で得られる空間的統計情報を地図上に表現する場合、すべての地点の情報があるわけではないことを問題とし、それを補完するために、値の大小を色の濃さで表現し、それを周辺にばかすことで欠落している地点の値を推測できるようなばかしグラフを提案している [13]。

動向情報のプレゼンテーションは高間らの研究もそうであるように情報アクセスインタフェースとしての側面を持つ。それは、利用者がグラフ等の可視化表現を通じて情報集合の全体像をつかみ、そこから興味を持った個別の詳細情報にアクセスしていくことを支援する。松下らは時系列情報に関連した一連の情報にアクセスするための汎用のインタフェースとして、ズームング等様々な操作が可能な時系列グラフ上にその時点について言及しているテキストを対応付け、グラフに対する直接操作による概観の理解とより個別の関心にもとづいた詳細情報へのアクセスを縫い目なく繋げるインタフェースを提案している [15]。橋らは情報のクラスタリングに基づくマトリクス型の可視化が動向分析に有効であるかを検討している [29]。

言語表現と視覚表現を融合したマルチメディアプレゼンテーションとして、奥村らは、株価を対象に、要約テキストの生成を、その変化を表現するグラフと対応づけて行うことを試みている。グラフが値の詳細な変化を表した粒度の細かいものである場合とより大局的な変化を表現した粒度の大きいものの場合とで、重要文抽出を行うテキスト集合の大きさを変化させて、要約テキストの「粒度」をグラフと一致させている [22]。山本らは、統計情報の変化を表現した折線グラフに言語的な注釈を適切に与えることを検討している。内閣支持率を変化させたと思われる要因をそのグラフに注釈づけるという場面を材料として、アンケート調査を行い、値の変化の大きい時点や値が極大や極小となった時点等に注釈が求められることを明らかにした [33]。

3. 動向情報研究の広がり

前節では、動向情報の要約と可視化、マルチモーダル要約についてその枠組みを提示し、それに基づいて MuST での研究を概観した。本節では、情報編集の基盤技術としてそれらの中で欠けているもの、今後期待される展開について考察する。

3.1 統計情報から動向情報へ

言語情報に関する要約や情報抽出において、MuST でこれまで行われている研究は、特定の統計量に着目してその変化をグラフ化するための情報を得るというものである。このような研究では、この情報や描かれたグラフは、背景となるテキスト群に関する情報を提供するためのものであり、そこで述べられている情報を反映した「要約」であることが重要である。そうでないと、他から容易に入手できる情報をわざわざ労力をかけて収集するという実用的価値のないものになってしまう。そのような要約として統計量の三つ組とそれを単純に描画したグラフが最適であるかには疑問が残る。加藤らが定性的な変化の表現に着目したのも同じ問題意識からであるが [9]、言語情報から言語情報を抽出する、いわゆるテキスト要約についてもっと研究されてよいように考える。

情報抽出とテキスト要約には、抽出された情報の重要性をテキスト要約によって判断する等、様々な協調の可能性がある。例えば、1999 年後半のドバイ原油価格に関する記事では「今年 2 月には一時 10 ドルを割り込んでいたが」「2 月の 1 パーレル = 10 ドルから倍以上に高騰し」のように 1999 年 2 月の

底値が繰り返し言及されている。ここからこの底値がひとつの節目であることがわかる。また、ドバイの原油価格はその後上昇を続け、次々と異なる価格が報告され続けるが、それらの数値は「原油続騰」「急騰を続け」「上昇が止まらない」等々の表現と共に現れる。ここからこの時期に一定の変化、つまり急騰が続いていることが認識できれば、その期間中のそれぞれの時点の価格はあまり重要でないと判断できる。

加えて、統計情報は動向情報の部分となる素材であって、全体ではない。例えば、パソコン業界の動向において出荷台数や出荷金額等の統計量の変化は重要であるが、それを理解するためには「低価格化が進むと出荷台数の伸びほど出荷金額は伸びない」のような情報が必要である。更に「昨年夏以降、絶好調が続き」「右肩上がりの急成長を続けてきたパソコン市場も、景気低迷によって踊り場にさしかかっている」のような全般的コメントも重要であろう。複数の統計量を組み合わせてそれらを相互関係と共に説明し、総合的なコメントも加えるような洗練された動向情報に挑戦していく必要がある。

3.2 トレンドマイニング

MuST においては、2.1 節で示した枠組みの中には含まれず、利用者が関心を持ったトピックの動向をマルチモーダル要約によって提供するという初期の枠組みも超えた研究が幾つか提案されている。それらはトレンドマイニングと呼ぶもので、出来事や統計量に関するキーワードの出現傾向等を基に、最近何が話題になっているかといういわゆるトレンドを見つけ出し、どのような出来事や統計量の変化がトレンドを作り出しているかや、それらの間にどんな関係があるか等を理解しようとしていたりしている。

寺地らは、多次元データ分析のためのシステムである OLAP を用いて、あるトピックに関する新聞記事中のキーワードの出現をマーケティング分析の手法で分析することで、どの時点でどんな話題が旬になるか、これから何が話題となりそうかが明らかにできるのではないかと述べている [31]。北村らは、MuST データセットが扱っているようなトピックについて、その同定と追跡を試みており、特定のトピックの動向に関する新聞記事を追跡できるかを検討している [11]。山本らは、例えば内閣支持率が変化した時に何がその要因になったかの推定に、その時点で特徴的に出現した関連キーワードが利用できることを示したが、それを発展させ、統計量の変化や出来事を表現するキーワードの時間的な共起、出現の時間的相関に着目して、それら統計量や出来事の隠れた関係を発見することを試みている [34]。斎藤らは統計量名を自動抽出する手法を提案し、それら統計量名の空間的な共起、一種の近傍共起を用いることで、それらの間の因果関係を獲得しようとしている [25]。

3.3 再利用と共有

動向情報の要約と可視化の枠組みは、個人の単発の情報活用を支援するものであった。一方で、複数回の活用、特に異なる目的や場面での活用、個人を超えたグループでの活用もしくは再活用も考えられる。そのような場面としては、あるプロジェクトに関する一連の議事録を用いて行う様々な問題分析や評価、ヘルプデスクへの問い合わせの記録からの既存製品の問題点や新製品への要望の抽出等がある。

再利用や共有ということで、要約され理解された結果を蓄積していくことが必要になる。ある目的や関心に基づいて構造化された結果や付与されたメタデータがその後の利用で参照される。例えば、ある観点での要約のために選択された重要文とそれらの関係が情報源に対する注釈として残されていく。情報を様々に編集するための相互に関係づけられた素材が蓄積され

ていくと考えることもできる。どのような組織化やメタデータ付与がありうるかの検討が必要である。複数回の利用が前提であれば、それらの構造化やメタデータ付与を手で行うことも考えられるので、その場合の支援システムも研究の対象となる。これらの情報は次々と新しいものが加わり全体集合が変化していくということで、その時間変化の扱いも必要である。

4. おわりに

本稿では「MuST: 動向情報の要約と可視化に関するワークショップ」で行われている動向情報の要約と可視化、マルチモーダル要約に関する研究を概観することを通じて、情報編纂の基盤技術へと繋がる流れを整理した。また、いわゆる要約と可視化に収まらない情報編纂の基盤技術として、テキストマイニングや情報の再利用・共有について考察した。これらを総合した情報編纂の枠組が必要である。MuST は現在も継続しており、そこから情報編纂に繋がる多くの基盤技術が生まれることを期待したい。

謝辞

本稿の内容について MuST 参加者から様々な示唆を頂いています。参加者の皆様に深く感謝いたします。3.3 節の議論は、橋田浩一氏を委員長とする JEITA マルチモーダルコンテンツ技術専門委員会にて示唆されました。あわせて感謝いたします。MuST の運営は国立情報学研究所と東京大学との公募型共同研究ならびに日本電信電話株式会社と東京大学との産学連携共同研究によって支援されています。ご支援を感謝いたします。

参考文献

- [1] 動向情報の要約と可視化に関するワークショップ第二回成果進捗報告会予稿集, 2007.
- [2] 言語処理学会第 12 回年次大会ワークショップ「言語処理と情報可視化の接点」論文集, 2006.
- [3] 藤岡 篤史, 村田 一郎, 森 辰則. 統計量名の構造に関する一考察とその自動抽出. [1], pp. 73-80, 2007.
- [4] 今岡 裕貴, 榊井 文人, 河合 敦夫, 井須 尚紀. 動向情報抽出における相対表現の利用効果に関する考察. 知能と情報, Vol. 18, No. 5, pp. 735-744, 2006.
- [5] 今岡 裕貴, 榊井 文人, 河合 敦夫, 井須 尚紀. 複数文書からの動向基本情報抽出における相対表現の有効性の検討. [1], pp. 53-56, 2007.
- [6] Tsuneaki Kato, Mitsunori Matsushita, and Noriko Kand. MuST: A Workshop on Multimodal Summarization for Trend Information. *Proceedings of the Fifth NTCIR Workshop Meeting on Evaluation of Information Access Technologies*, pp. 556-563, 2005.
- [7] 加藤 恒昭, 松下 光範. 情報編纂 (Information Compilation) の基盤技術. 2006 年度人工知能学会全国大会 (第 20 回) 論文集, 1D3-02, 2006.
- [8] 加藤 恒昭, 松下 光範, 神門 典子. 動向情報の要約と可視化 - 言葉と図で情報をまとめる -. 情報処理, Vol. 47, No. 9, pp. 1013-1020, 2006.
- [9] 加藤 恒昭, 松下 光範. 変化を基本単位とした時系列情報の抽出と可視化. [1], pp. 33-39, 2007.
- [10] Tsuneaki Kato, Mitsunori Matsushita, and Noriko Kand. Expansion of Multimodal Summarization for Trend Information - Report on the First and Second Cycles of the MuST Workshop -. *Proceedings of the Sixth NTCIR Workshop Meeting on Evaluation of Information Access Technologies*, printing, 2007.
- [11] 北村 佑介, 村田 剛志. 記事集合における確率的手法を用いた話題の発見と追跡. [1], pp. 27-30, 2007.
- [12] 小泉 尚之, 松下 光範, 松田 昌史, 馬野 元秀. 言語表現と統計グラフの相互変換に関する基礎検討. [1], pp. 57-60, 2007.
- [13] 小桜 健, 笹倉 万里子. 色合成を用いた WWW からの数値データの視覚化. [1], pp. 5-8, 2007.
- [14] 松下 光範, 加藤 恒昭. 数値情報の補填とグラフ概形の示唆による複数文書からの統計グラフ生成. 知能と情報, Vol. 18, No. 5, pp. 721-734, 2006.
- [15] 松下 光範, 加藤 恒昭. Elucignage: 探索的データ分析のための動向情報可視化インタフェース. [1], pp. 17-18, 2007.
- [16] 村田 真樹, 一井 康二, 馬 青, 白土 保, 金丸 敏幸, 塚脇 幸代, 井佐原 均. MuST データを利用した自動動向調査システムの開発. 信学技報 Vol. 105, No. 595, NLC2005-119, pp. 31-37, 2006.
- [17] 村田 真樹, 一井 康二, 馬 青, 白土 保, 金丸 敏幸, 塚脇 幸代, 井佐原 均. テキスト文書群からの主要数値ベア群の抽出とそのグラフ化. [1], pp. 45-48, 2007.
- [18] 中野 純, 山田 隆志, 松下 光範, 高間 康史. 地震被害情報可視化のための拡張コーパス仕様の提案. [1], pp. 1-4, 2007.
- [19] 難波 英嗣, 国政 美伸, 福島 志穂. 相沢 輝昭, 奥村 学. 文書横断文間関係を考慮した動向情報の抽出と可視化. 情報処理学会自然言語処理研究会, NL-168, pp. 67-74, 2005.
- [20] 能島 裕介, 石淵 久生. 遺伝的ファジイルール選択による動向情報の可視化. [1], pp. 31-32, 2007.
- [21] 奥田 奈央, 難波 英嗣, 奥村 学. 新聞記事と blog からの動向情報の抽出と可視化. [1], pp. 49-52, 2007.
- [22] 奥村 菜穂子, 小林 一郎. グラフの挙動を表すテキスト生成. [2], pp. 17-18, 2006.
- [23] 大沼 宏行, 森田 幸伯. 新聞記事テストコレクションを用いた動向情報の抽出と可視化. [2], pp. 1-4, 2006.
- [24] 太田 彰, 福本 淳一. 文書中の数値的特徴を用いた情報可視化. [1], pp. 13-16, 2007.
- [25] 齋藤 悠, 河合 英紀, 土田 正明, 水口 弘紀, 久寿居 大. 新聞記事コーパスからの統計量表現自動抽出と共起関係ネットワーク構築. [1], pp. 19-25, 2007.
- [26] 杉浦 隆博, 吉田 稔, 山田 剛一, 増田 英孝, 中川 裕志. 新聞記事の数値による情報検索システムの提案と実装. [1], pp. 41-44, 2007.
- [27] 鈴木 宏哉, 齋藤 博昭. パラレルコーパスを用いた動向情報の抽出. [1], 補遺, 2007.
- [28] 曾我 真也, 齋藤 博昭. 動向情報提示システムの構築. [2], pp. 5-8, 2006.
- [29] 橋 春帆, 伊藤 貴之. 左京と右京: 2 つの平安京ビューによるマトリクス型データの可視化. [1], pp. 65-68, 2007.
- [30] 高間 康史, 山田 隆志. タグ付きコーパスを用いた地震記事からの動向抽出・可視化システム. 知能と情報, Vol. 18, No. 5, pp. 711-720, 2006.
- [31] 寺地 雅弘, 佐賀 亮介. 辻 洋. 頻度・鮮度の多面分析に基づく動向分析の試行. [1], pp. 9-12, 2007.
- [32] 馬野 元秀, 小泉 尚之, 岡村 光洋. 時系列データの言葉による表現 - 標準偏差による振動の表現 -. [1], pp. 61-64, 2007.
- [33] 山本 健一, 谷岡 広樹, 殿井 加代子. タグ付きコーパスを用いた動向情報とその要因の可視化. [2], pp. 13-16, 2006.
- [34] 山本 健一, 谷岡 広樹, 殿井 加代子. 効率的な情報アクセスに向けた時系列情報の獲得手法. [1], pp. 81-84, 2007.
- [35] 渡邊 千明, 小林 一郎. グラフと協調するテキスト要約. [2], pp. 19-21, 2006.
- [36] 渡邊 千明, 小林 一郎. グラフの表示に基づいた要約文生成システムの提案. [1], pp. 69-72, 2007.