

卒業論文

コンテキスト検索による情報探索行為を支援するための 可視化インタフェースの提案

平成 27 年 1 月

関西大学 総合情報学部

盛山 将広

目次

1	序論	1
1.1	本研究の背景	1
1.2	情報編纂	1
1.3	動向に関する問いを対象とした検索エンジンとその課題	2
1.4	本研究の目的と提案	3
2	関連研究	4
2.1	コンテキスト検索	4
2.2	Exploratory Search	6
2.3	Timeline User Interface	9
3	コンテキスト検索の現行インタフェースの問題点	14
3.1	検索クエリの入力方法に関する問題	14
3.2	検索結果の表示方法に関する問題	14
3.3	既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題	15
4	デザイン指針	17
4.1	対象とするインタラクション	17
4.2	提案システムの全体像	19
5	提案インタフェースの実装	22
5.1	実装の概要	22
5.2	操作方法	23
6	実験	26
6.1	ユーザレビュー	26
6.2	アンケート調査	28
7	議論	31
7.1	検索クエリの入力方法としての有用性と問題点	31
7.2	検索結果の表示方法としての有用性と問題点	31
7.3	今後の展望	32
8	結論	33

1 序論

本章では、本研究の実施に至った背景を説明し、対象とする課題を明確にする。

1.1 本研究の背景

インターネットの発達により、現在の Web 上は情報過多になっている。その理由として、文章だけでなく、画像や動画といった多様な情報が電子化され、インターネット上に蓄積されてきていることがあげられる。それに伴い、それらの情報を利用して意思決定や問題解決に役立てようとする試みも進められている [25]。このような状況の中で、Web 上からユーザの要求にあった情報を探し、また提供する必要性はさらに高まってくると予想される。

一般に Web 上にある多種多様な情報の中から、目的の達成や問題の解決をしたいユーザの要求にあった情報を探し出す方法として、Google¹ や Yahoo!² などの検索エンジンが用いられることが多い。しかし、既存の検索エンジンは、キーワードによる検索指定、ページ単位の結果表示という機能に留まっており、ユーザの多様な情報要求に対応することが難しいという問題がある [22]。加えて、検索を行うユーザは、必ずしも自身の目的や問題を明確に認識しているとは限らず、漠然とした情報要求 (e.g., 昨年流行してたものについて知りたい) しか持たない場合も存在する [5]。そのような場合、自身の情報要求にあったものを既存の検索エンジンで探し出すことは難しい。さらに、既存の検索エンジンでは、情報要求をキーワードベースのクエリとして定式化する必要がある。そのため、その作業がユーザにとって負担になる。

このような背景の下、上述した問題を解決し、多様な情報要求に対応できる次世代検索エンジンの実現が求められる。しかし、ユーザの情報要求に答えるためには検索技術の向上だけでは不十分であり、ユーザが検索結果の情報を理解できるよう手助けする技術が必要である。

1.2 情報編纂

前述のように、ユーザの情報要求に答えるためには検索技術の向上だけでは十分とはいえない。その理由として、現在の Web 上に蓄積されている情報は、文章、画像、動画、音声と多様かつ膨大であるため、検索技術の向上によりユーザが求める情報を見つけ出すことができたとしても、それを適切に利用できるとは限らない。ユーザの情報要求に応えるためには、検索技術の向上に加え、見つけ出した多様な情報をユーザの意図や関心に応じて纏め上げ、簡便なアクセスを提供する、言うなればユーザの情報の理解を助けるための技術が必要である。

ユーザの情報の理解を助けるために雑多な情報を知的に編纂し、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は、情報編纂 (Information Compilation) と呼ばれている [18]。情報編纂が目指すのは、ユーザの興味や関心に基づいて、新聞記事テキストなどの言語情報や統計データなどの非言語情報といった異なるモードの情報を適応的に再構成して一纏まりの情報として提示すると共に、それをトリガとしたインタラクティブな情報アクセスを実現することである。

情報編纂技術に関する研究では、モード横断性と情報活用支援の連続性の 2 つに力点を置い

¹<http://google.com>

²<http://www.yahoo.co.jp/>

ている [16]。モード横断性とは、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など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していくことである。このモードを通じて、これまで分野内で閉じていた自然言語処理や情報可視化といった技術群の建設的な融合を図り、それを足掛かりとした新しい技術分野の創成を目指している。情報活用支援の連続性とは、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である。これまで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、要約の中でも全体を眺めるための報知的要約と、情報へのアクセスを行う手掛かりとなる指示的要約をシームレスに扱えるようにすることで、ユーザの情報アクセス行為を円滑化することを狙っている。

1.2.1 情報編纂に関する取り組み

情報編纂研究のこれまでの取り組みとして「動向情報の要約と可視化に関するワークショップ (MuST)³」がある。動向とは、事態の変化していく方向や、社会や組織などの現状や今後のなりゆきのことであり [17]、その情報は、幾つかの統計量の時系列データを基として、その変化を通時的にとらえつつ、それらを単に羅列するのではなく、総合的にまとめあげることで得られるものであると述べられている [19]。動向情報には、時系列データだけでなく地理的な情報を含むものが多い。そのため、新聞記事や blog のようなテキスト情報の他に統計量に関する数値情報を利用するなど、情報の形態にとらわれない情報収集が必要である。

MuST では、動向情報としてガソリン、交通事故、台風、地震、政治動向、日経平均株価など、計 20 話題についてのタグ付き新聞記事をコーパスとして提供している。これらのコーパスを基に、自然言語処理や情報可視化の視点、あるいはそれらを融合したアプローチにより、テキストから動向情報の元となる数値データを抽出する研究や、動向情報に関する数値データからグラフを描画したり、動向を説明する自然言語文を自動生成するなどの研究が行われている [19, 18]。例えば、テキストから動向情報の元となる数値データを抽出する研究としては、新聞記事中の相対表現に着目した研究 [23, 24]、機械学習を用いた研究 [10]、Web 上にある blog から動向情報を抽出する研究 [21] などが挙げられる。動向情報に関する数値データからグラフを描画したり、動向を説明する自然言語文を自動生成する研究としては、折れ線グラフを描画する際にその変化の要因を表示する研究 [13]、折れ線グラフの詳細度に応じて、新聞記事が要約して表示される研究 [20] などが挙げられる。

動向を収集し正しく把握することは、組織、個人における意思決定において重要である。そのため、動向情報を収集・生成し、わかりやすく提示することのできる動向情報可視化システムの開発の必要性は今後高まってくると考えられる。

1.3 動向に関する問いを対象とした検索エンジンとその課題

1.1 節で述べたように、既存のキーワードベースの検索エンジンでは、ユーザの多様な情報要求に対応することは難しい。この問題を解決する取り組みの 1 つとして、高間らはコンテキスト検索を提案している [22]。コンテキスト検索とは「昨年流行したものはなんですか?」といった動向に関する問いを対象とし、その回答の提供を目的とする検索である。既存の検索エ

³<http://must.c.u-tokyo.ac.jp/>

エンジンはキーワードによる検索であるため、ドメイン・タスクに依存しないという利点がある。コンテキスト検索のためのシステムでは、既存の検索エンジンの利点を継承し、ユーザの動向に関する多様な情報要求に対応できる検索エンジンの実現を目指している。

前述のように、動向情報を収集して正しく把握することは、ユーザの意思決定において重要である。しかし、ユーザが自身の目的や問題を明確に認識していない場合、Web 上から自身の要求にあった動向情報を収集し、意思決定に役立てられるような知見を得ることは難しい。

動向情報は「今年のガソリンの価格はどう動いているのだろう」といったユーザの蓋然的な関心に対する最初の回答であることから、提示された動向情報は、ユーザに新たな知見を与え、かつ探索的な情報アクセスの入り口となる。また、提示された動向情報が対話的でその後の情報アクセスのインタフェースとなっていれば、それとのインタラクションを通じて、関心の詳細化や具体化が進み、ユーザが本当に必要とするより詳細な情報への到達を支援することができる [12]。これは、コンテキスト検索で対象としている「動向に関する問い」の検索結果として得られる動向情報が、ユーザにとって探索行為や理解を促すようなものであれば、ユーザの要求にあった動向情報への到達を支援できることを示唆している。

現行のコンテキスト検索のためのシステムでは、独自に定義されたクエリ (e.g., iPod MAX @period) を受け取り、テーブル形式でその結果を表示する。この結果から、ユーザは折れ線グラフや Web ページといった情報を得ることができる。しかし、現行システムのインタフェースでは、ユーザはシステムが解釈可能な形式のクエリに変換する必要がある。加えて、検索結果として表示される動向情報はマルチモーダルな情報であるが、ユーザにとって結果が把握しやすい形になっているとは言い難い。そのため、ユーザにとって検索結果の探索や理解が困難になるという懸念が存在する。

1.4 本研究の目的と提案

コンテキスト検索のためのシステムでは、既存の検索エンジンの利点を継承し、ユーザの多様な情報要求に対応するための検索エンジンの実現を目指している。しかし、現行のコンテキスト検索のためのシステムは、検索結果として得られる動向情報が、ユーザにとって探索行為や理解を促すようなものであるとは言い難い。そこで、本研究では、現行システムで得られる動向情報が、ユーザにとって探索行為や理解を促すようなものになるよう支援する。これを実現するために、本研究では、情報探索行為の中でユーザが自身の目的や問題を徐々に明確化でき、また、動向情報を理解できるようにするために、現行システムのインタフェースの改善を目的とする。

本研究では、現行のコンテキスト検索のためのシステムのインタフェースについて考察し、その問題点を (1) 検索クエリの入力方法に関する問題、(2) 検索結果の表示方法に関する問題、(3) 既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題の 3 つに整理した。これらの問題のうち、今回は (1) と (2) の問題点を対象とし、それらを解決するために、「現行システムを用いたユーザのインタラクション」と「検索結果として取得可能なデータ」の 2 つの観点からデザイン指針を作成した。これらを踏まえ、提案インタフェースでは、現行システムを用いたユーザのインタラクションの考察結果から得た質問タイプによる検索を可能にし、検索結果を Timeline によって時系列に表示する。

2 関連研究

2.1 コンテキスト検索

1.3 節で述べたように、コンテキスト検索とは「昨年流行したアイテムは？」や「内閣の支持率が良かった時に人気のあったアイテムは？」などの「動向に関する問い」に対する回答の提供を目的とする検索のことである。コンテキスト検索のためのシステムでは、既存の検索エンジンの利点を継承し、ユーザの多様な情報要求に対応するための次世代検索エンジンの実現を目指している。次世代検索エンジンの実現に向けて、自然言語処理での問い合わせを受け、ユーザの問いに直接回答するような検索エンジンの知的化のアプローチも考えられるが、コンテキスト検索では検索エンジンが提供する検索機能を見直すことで、ユーザの情報要求をキーワードベースのクエリとして定式化する負担を小さくするアプローチを採用している。

コンテキスト検索では、ユーザの興味、関心に基づいて変動する情報 (e.g., 検索エンジンでの検索数やヒット数) を「主観的動向情報」、統計データなどの定量的な測定が可能な情報 (e.g., 官公庁を含めた様々な組織・期間が公開する価格、生産量や売上高のデータ) を「客観的動向情報」と定義している。現行のコンテキスト検索のためのシステムでは、これらの動向情報を Web 上から抽出してデータベースを構築している。動向情報の抽出は、主観的動向情報の場合、Google Trends⁴、Yahoo! 検索⁵、ついっぷるトレンド⁶といったサービスを対象にしている。しかし、客観的動向情報の場合は主観的動向情報とは異なり、これらのデータは集約されておらず、各企業・団体などで公開され、その公開形式も様々である。したがって、客観的動向情報は網羅的な収集が困難であるため、現行システムでは、野菜や即席めんなどの価格や生産量などに関する情報を中心とした収集を行っている。

現行システムでは、大きく分けて 3 種類の基本検索機能が提供されている。これらの基本検索機能とその例を以下に示す。

- (1) 指定アイテムに関する動向情報が特徴的な変動を迎えた時期の検索
例) iPod の動向が最大を迎えた時期は？
- (2) 指定時期に動向情報が特徴的な変動を迎えたアイテムの検索
例) 2011 年 10 月から 12 月の期間に動向が最大を迎えたアイテムは？
- (3) 指定アイテムが特徴的な変動を迎えた時に同様の変動を迎えたアイテムの検索
例) iPod が最大値を迎えた時に同様に動向が最大を迎えたアイテムは？

現行システムでは、大きく分けて時期とアイテムの 2 種類の検索を可能にしている。これらの基本検索機能は、あるアイテムに関する動向を調査する際、アイテムの人気や流行に応じて変動する動向情報において、変動した時期やアイテムを知ることが重要であるという考えに基づき提供されている。ユーザは、これらの基本検索機能を駆使することで、多様な動向情報を収集することができる。

現行システムのインタフェースを図 2.1 に示す。現行のインタフェースは、既存の検索エンジンで採用されているインタフェースと外観が酷似している。ユーザは、検索フォームにクエリを入力して検索することにより、検索結果として動向情報を収集することができる。検索ク



図 2.1: 現行のコンテキスト検索インタフェース

エリには、知りたい動向のアイテム名 (e.g., 自転車, iPod) に加え、下落した時期やピークになった時期などを表現するために、英単語や記号を用いて独自に定義された用語 (e.g., MAX, SI, SD, @period, @item) を使用する。現行システムにおいて、ユーザが検索クエリを定式化する際に使用可能な用語の一覧を表 2.1 に示す。表 2.1 に示すように現行システムでは、ユーザは特定の変動を指定するだけでなく、動向の種類を指定したり特定のリソースのみに絞ったりすることができる。現行システムでは、ユーザが定式化したクエリを受け取り、そのクエリを解釈して適切な検索機能を選択し、検索結果を返している。

例として「iPod の動向が最大を迎えた時期は？」のコンテキスト検索を現行システムで行う場合の検索クエリとその検索結果を図 2.2 に示す。この図は、ユーザが「iPod の動向が最大を迎えた時期は？」を表す「iPod MAX @period」を検索クエリとして入力した際の検索結果を表示している。現行システムでは、検索結果は Item, Resource, Period, Target, Google を属性としたテーブル形式で表示される。それぞれの属性は以下の意味を表している。

- Item: アイテム名 (e.g., 自転車, iPod)
- Resource: 動向の種類 (e.g., 検索数, 販売量)
- Period: アイテムが特徴的な変動を迎えた時期
- Target: その動向情報が対象となっている地域
- Google: Google 検索へのリンク

検索結果のアイテム名にはリンクが張られており、それをクリックすると図 2.3 のように、その動向の折れ線グラフが表示される。加えて、Google 属性にあるリンク付けされた Google ラベルをクリックすると、図 2.4 のように、アイテム名と特徴的な変動を迎えた時期を検索クエリとして、Google で Web 検索をすることが可能となっている。

このように現行システムは、その独自の用語を定義することにより動向情報をキーワードベースの検索エンジンと同様の使用方法で検索することを可能にしている。

⁴<http://www.google.co.jp/trends/>

⁵<http://www.yahoo.co.jp/>

⁶<http://tr.twipple.jp/>

表 2.1: 検索クエリの定式化に使用可能な用語

	クエリに使用可能な用語	意味
変動のタイプ	MAX/Max, Min/Min PEAK/Peak, BOTTOM/Bottom SI/SInc, SD/SDec, BROAD/Broad	最大値, 最小値 山, 谷 急上昇, 急降下, 指定無し
検索の指定	@period, @item	変動時期検索, 変動アイテム検索
検索期間	2011/01-2003/12 2005/01-12 2012	2011 年 1 月から 2003 年 12 月 2005 年 1 月から 12 月 2012 年
動向種類指定	!S/!s !O/!o	主観的動向情報 客観的動向情報
リソース指定	s+ 主観リソース名 o+ 客観リソース名	主観リソース (e.g., 検索数, ヒット数) の指定 客観リソース (e.g., 価格, 販売量) の指定

“iPod MAX @period” の検索結果

#	Item	Resource	Period	Target	Google
1	iPod	Yahoo!ヒット件数	2012-07-01 ~ 2012-12-31		Google
2	iPod	Google Trends	2006-12-24 ~ 2006-12-30		Google
3	iPod	Yahoo!ブログ	2008-07-01 ~ 2008-12-31		Google
4	iPod	ついっふるトレンドHOTワード	2010-09-01 ~ 2010-09-30		Google

図 2.2: 「iPod の動向が最大を迎えた時期は？」の検索結果

2.2 Exploratory Search

現行のコンテキスト検索のためのシステムによって動向情報を収集することは、意思決定や問題解決を行う際に有用である。しかし、ユーザが自身の目的や問題に対して漠然とした認識しか持っていない場合、ユーザはどのような動向情報を収集して、どう活用すれば役立つ知見が得られるのか分からない。このような場合、ひたすら動向情報を収集したとしても、意思決定や問題解決に役立つ知見を得ることは難しい。これを解決するためには、ユーザが自身の目的や問題に対する漠然とした認識を明確化し、ユーザの情報探索行為を漠然とした動向情報の収集から仮説に基づく収集に変化させる必要がある。

そこで、本研究では Exploratory Search [5] に着目する。Exploratory Search とは、ユーザが曖昧な情報要求のもとで検索を行い、その結果から得られる知識を利用して繰り返し検索を行うという情報探索のモデルである。Exploratory Search を行う人々は、探索を進める過程で得られる情報や蓄積される知識、加えてその知識に基づいて生み出した考察をもとにして、情報探索

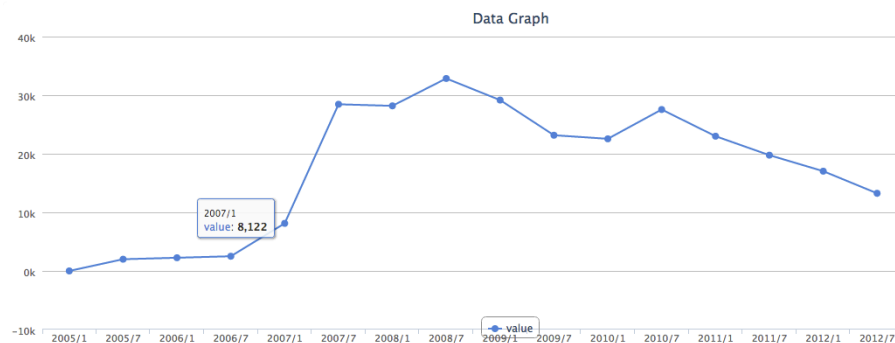


図 2.3: iPod のブログ数の推移を表した折れ線グラフ

を進めていく目的を明確にしたり、それを達成するための方法を構築したりする。Marchionini は、このような探索における行為を Lookup, Learn, Investigate の 3 種類に分類している (図 2.5 参照)。Lookup はユーザがクエリを生成することで、適合する情報へとアクセスする行為である。Learn は、新たな知識を獲得する行為である。この行為は、探索過程で得られた情報の意味や考えの理解や解釈、情報や概念の比較といった行為にあたり、単に情報を獲得するのではなく人が情報を知識として蓄える知的活動を含んでいる。Investigate は、計画や予測を立てたり、既存の情報を新たな知識や情報へと加工するために、人が持つ知識を分析、統合、評価、要求する行為である。この行為は、単に知識を獲得するだけではなく、その得た知識を活用するという高次の知的活動に当たる。人々は探索の過程で、これら 3 種類の行為を相互に繰り返す。これらの行為の中でも、Exploratory Search では特に Learn と Investigate といった知的活動が含まれる行為を重視しており、この 2 種類の行為を繰り返すことで探索者の知識は増大し、情報を得る度に探索者の情報要求が変化していく。

Exploratory Search と同様に、情報探索の過程で情報要求が変化していくことを考慮したモデルとして、Berrypicking [2] がある。図 2.6 に、Berrypicking における探索者の行動をモデル化した図を示す。この図に示すように、Berrypicking は、探索を進めていく上で得られる文書や情報に基づいて新たなクエリを生成する。その過程で探索者は自身が持つ考えや情報要求を変化させながら、目的の達成や問題の解決を試みる。Exploratory Search と Berrypicking は互いに類似した情報探索のモデルである。しかし、Berrypicking は、新しく出会った情報が次の検索に対する考えや方向性に影響を与えるが、Exploratory Search ではそれに限らず、得られた情報とは関係なく興味が劇的に変化することが起こり得るという違いがある。

本研究で対象とするコンテキスト検索は、動向情報を収集するための検索である。動向情報はユーザの意思決定や問題の解決を果たすために有用な情報であり、ユーザはその情報から様々な知見を得ようとする。その過程で、別の動向情報に関心を持ち、最初に得た動向情報と共に分析し、知識を獲得しながら新たな知見を発見しようとする場合もある。これは、ユーザ自身が動向情報を収集して考察を重ねていき、自身の目的や問題に対する認識と情報要求が明確化しつつあるために起こるものである。そのため、動向情報を対象とした情報探索は Exploratory Search のモデルに当てはめることができる。



図 2.4: Google でアイテム名と時期を指定した検索結果

Exploratory Search では、Learn や Investigate といった知的活動が含まれる行為を重視しているが、これらの行為を含んだ探索活動では、ユーザが積極的に探索過程に参加することが必要となる。これにより、ユーザ自身の目的や問題に対する漠然とした認識や情報要求の明確化に繋げることができる。ここで、ユーザの探索過程を考慮した情報探索に関する研究についていくつか述べる。

松下らは、探索的データ分析におけるユーザと計算機とのインタラクションを自然なやりとりとして実現するための枠組みを提案し、そのプロトタイプである対話的可視化システム InTREND の開発を行った。InTREND では、(1) ユーザ質問の解釈、(2) 回答となるグラフの生成、(3) 回答の提示、というやりとりの各サイクルでコンテキストを保持することにより、ユーザのデータ分析行為を支援している [15, 14]。また、齋藤らは、探索中に自身の行動を振り返ることの重要性について述べており、探索行動の把握や振り返りの支援を目的とした探索プロセスフィードバックシステムを提案している [9]。さらに、広川らは、写真をトリガとして、様々なモダリティの情報に横断的かつ円滑にアクセスするためのシステムを提案している。この研究では、写真をトリガとした探索過程において、ユーザは写真の撮影場所や撮影日といった、閲覧している情報と共通の要素を持つ情報に興味を持ち探索行為を繰り返していることに着目している。提案システムでは、ユーザが閲覧している情報と共通の要素を持つモダリティの違う情報を提示することで興味の誘発を行っている [11]。

これらの研究では、ユーザに対して探索過程を振り返る機会を与える、またはユーザの探索過程そのものを予め考慮するといった方法を用いて、ユーザの探索行為を支援している。本研

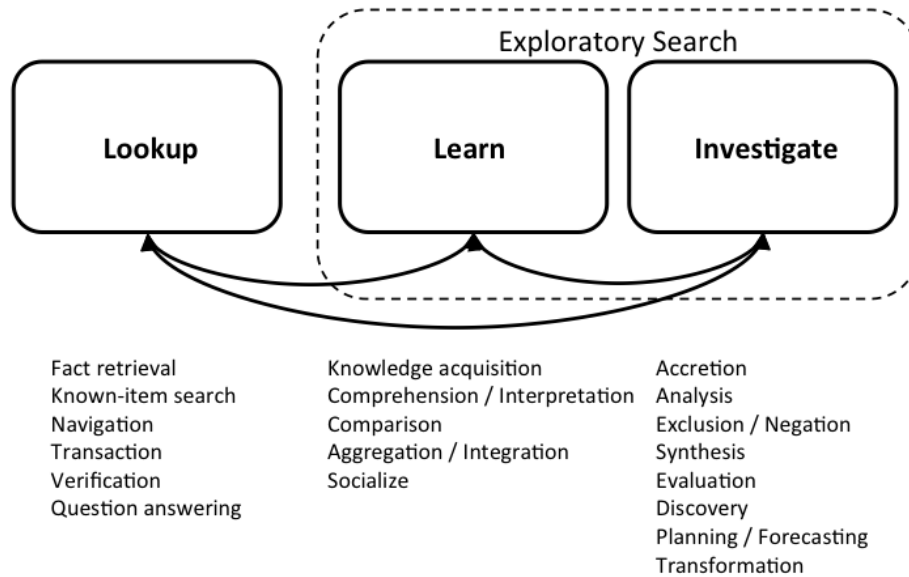


図 2.5: Exploratory Search における探索行為 (文献 [5] 参照)

究では、対象とするユーザに対し分析行為や知識の獲得、検索の反復を支援することを意図している。そのためには、ユーザに探索過程を振り返る機会を与える、ユーザの探索過程を予め考慮することは重要であると考えられる。本研究では、今回はユーザの探索過程を予め考慮する方法を採用し、ユーザの情報探索行為を支援することを目指す。

2.3 Timeline User Interface

本研究では、現行システムのインタフェースを改善することを目的としている。2.1 節で述べたように、現行システムで得られる検索結果は、Item, Resource, Period, Target, Google を属性としたテーブル形式で表示される。この結果は「ある時期にアイテムに関するイベントが発生」と解釈することができると考えられる。そのため、本研究ではこの解釈に基づいて、検索結果を表示する方法として Timeline User Interface に着目する。ここで、Timeline User Interface を採用した研究についていくつか述べる。

Plaisant らが提案する LifeLines は、個人の医療や裁判記録といった歴史を Timeline で表示する可視化環境を提供している (図 2.7 参照)[7]。このシステムでは、個人の病歴や訴訟履歴を Timeline 上に線として表示し、医者への相談や法的な検証などの個別のイベントをアイコンとして表示している。ユーザは、システムで提供されているツールやフィルタを使用することで、情報の一部分に中おm区することができる。LifeLines を使用することで、ユーザは自身の歴史を振り返ることができ意思決定に役立てることができる。

Kumar らは、Timeline をデジタル図書館のためのインタフェースとして捉え、それに基づいた tmViewer の開発を行った (図 2.8 参照)[4]。このシステムでは、Amazon で入手できる書

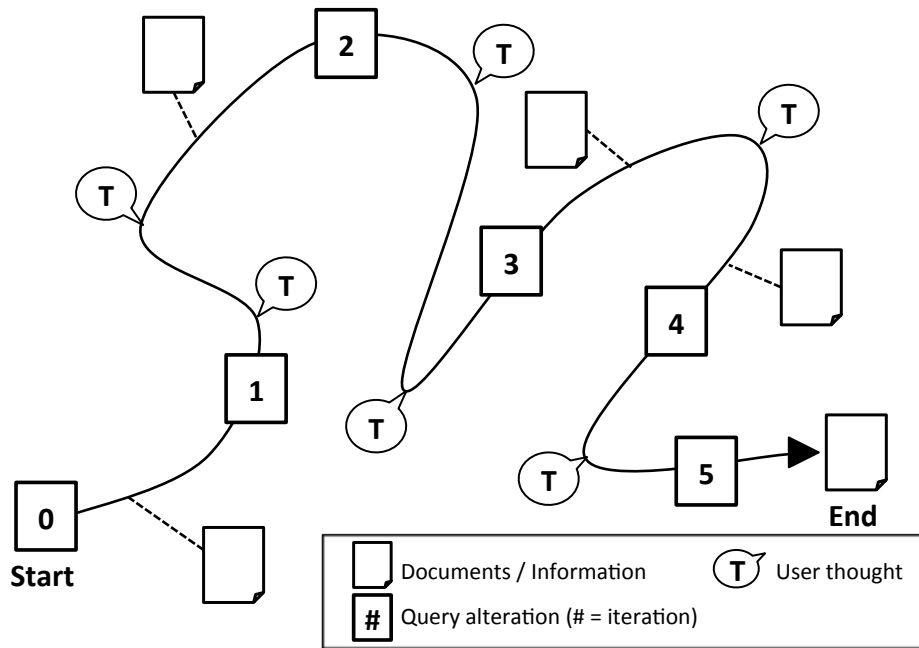


図 2.6: Berry picking モデル (文献 [2] 参照)

誌データベースから書誌レコードを探索できるという特徴がある。例えば、Amazon で入手できる書誌データベースからの検索ヒット数などを Timeline 上に表示する機能がある。Kumar らは、ユーザが同じ情報を多様な形式で閲覧できるようにすることにより、Timeline はユーザのイベント間の関係についての主張を試みることができ、多種多様な時系列情報を表示するために使用できると述べている。

Zhao らは、時間情報の伴うイベント (e.g., 有名な故人) に対し、それをインタラクティブかつ多面的に可視化する TimeSlice を提案している (図 2.9 参照)[8]。このシステムでは、ファセット型ナビゲーション [6] を用いている。ファセット型ナビゲーションとは、ユーザがデータセットのメタデータ (e.g., 職業, 性別) を自由に組み合わせ、結果の絞り込みを行うことで、様々な視点からの結果の閲覧を可能にする手法である。TimeSlice では、複数の Timeline が用意されており、それぞれに複数のメタデータを組み合わせて結果を表示できる。これにより、ユーザは自身の関心や詳細度に応じて多様な視点から結果を閲覧・比較することができる。さらに、イベントデータを多様な視点で閲覧し、結果を比較可能にすることは、イベント間の関係を明らかにし、仮説の構築やパターンの発見をする上で重要であると述べられている。

Andre らは、「戦争中における戦い」といった時系列のイベントにおけるイベント間の階層関係 (e.g., 戦争とその戦い, 作曲家の生涯と作曲した曲) に着目し、時系列のイベントを階層的に閲覧するシステムとして Continuum を提案している (図 2.10 参照)[1]。このシステムでは、時系列のイベントの概観と詳細を表示するために 2 種類の Timeline を用意し、前者の Timeline には概観から期間を絞り込む機能があり、それを用いることにより後者の Timeline 上に詳細が表示される。加えて、後者の Timeline 上はイベントがマッピングされており、それをクリックすることにより、そのイベントの階層下にあるイベントを閲覧することができる。

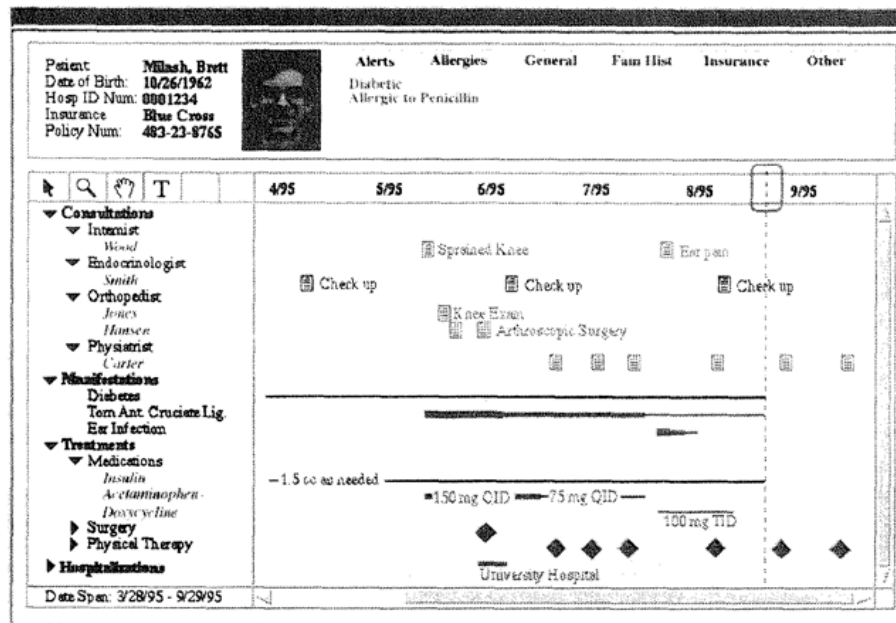


図 2.7: LifeLines インタフェースの概観 (文献 [7] 参照)

これらの研究から、Timeline はユーザの意思決定に役立てることができ、ユーザの分析行為や仮説を構築し、それに基づく探索を支援する上で効果的であると考えられる。加えて、現行システムで扱う動向情報はマルチモーダルな情報であるため、多種多様な時系列情報を表示できる Timeline は有用であるといえる。本研究では現行システムで得られる検索結果の表示方法として Timeline User Interface を採用する。これにより、ユーザが検索結果を分析したり知識を獲得したりして、新たな仮説を構築する行為を支援することができると考えられる。

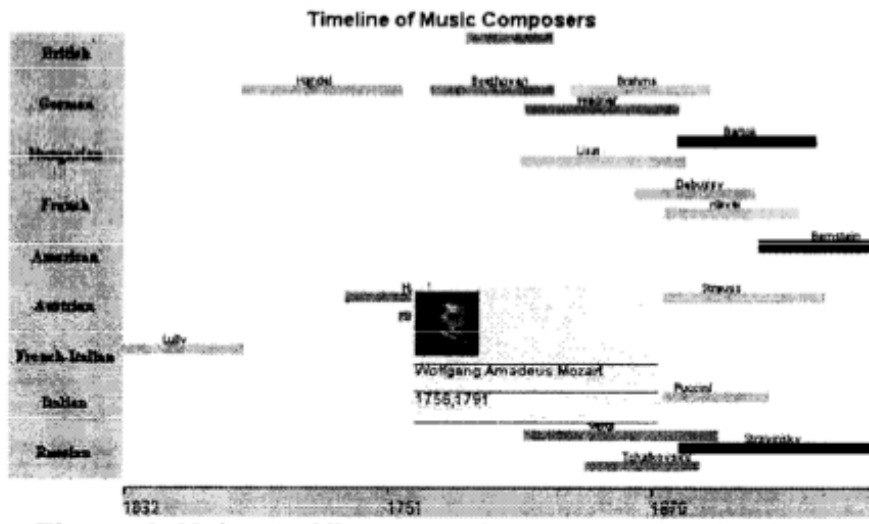


図 2.8: tmViewer インタフェースの概観 (文献 [4] 参照)

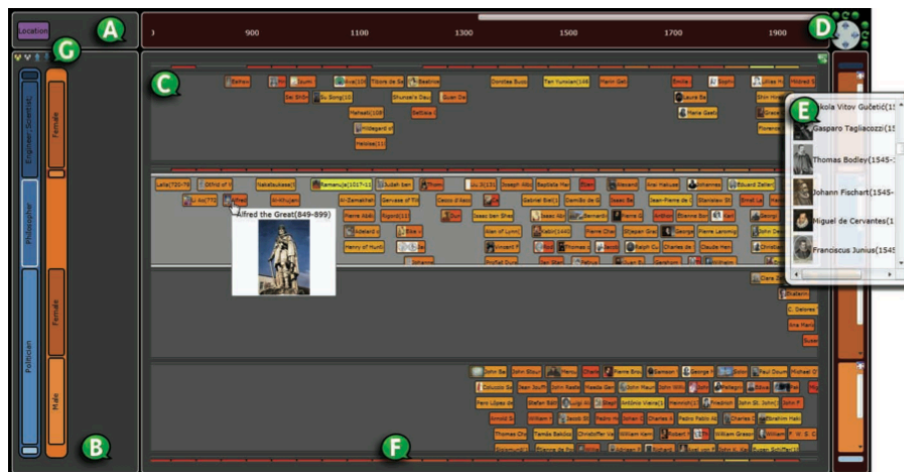


図 2.9: TimeSlice インタフェースの概観 (文献 [8] 参照)

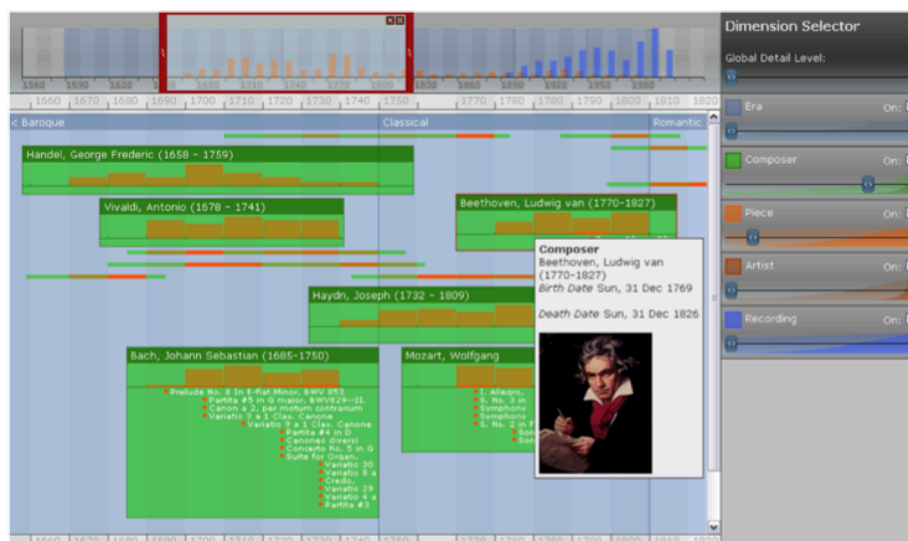


図 2.10: Continuum インタフェースの概観 (文献 [1] 参照)

3 コンテキスト検索の現行インタフェースの問題点

本章では、動向情報を収集する際のユーザの情報探索行為を支援するという観点から、前述した現行システムのインタフェースの問題点を指摘する。本研究で対象とするコンテキスト検索を行うユーザは、自身の検索の目的や問題を明確に認識しているとは限らず、検索結果である動向情報を分析したり、知識を獲得したりしながら検索を行う場合が多いと考えられる。しかし、現行システムのインタフェースでは、このようなユーザの情報探索行為を支援するのに十分とは言い難い。本研究では、現行システムのインタフェースの問題点を (1) 検索クエリの入力方法に関する問題、(2) 検索結果の表示方法に関する問題、(3) 既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題の 3 つに分けて説明する。

3.1 検索クエリの入力方法に関する問題

現行のインタフェースでは、ユーザが検索クエリを入力する際、システムで独自に定義された用語を用いたクエリとして定式化する必要がある。例えば、自転車の販売量が最大となった時期を知りたい場合、現行システムのクエリに変換すると「自転車 o+販売量 MAX @period」となり、2005 年 1 月から 2008 年 12 月の間に底を迎えたアイテムを知りたい場合は「2005/01-2008/12 Bottom @item」となる。このように現行のインタフェースでは、ユーザの動向に関する情報要求をシステムが解釈可能な形式のクエリに定式化しなければならないため、その作業がユーザにとって負担になると考えられる。本研究で対象とするユーザは自身の検索の目的や問題を予め明確に認識しているとは限らず、繰り返し検索を行いながら自身の情報要求を明確にしていく。よって、この問題は、ユーザへの負担や検索行為のモチベーション低下を招くことが懸念される。そのため、ユーザにとってより負担の少ない検索クエリの入力方法が求められる。具体的には、ユーザが繰り返し検索を行いやすくなるよう、検索クエリの入力を補助できるようなものが望ましい。

3.2 検索結果の表示方法に関する問題

現行のインタフェースの検索結果は、動向の推移を表した折れ線グラフ、時期、Web ページの検索結果といったマルチモーダルな情報として得られ、テーブル形式で表示される。テーブル形式の検索結果表示は、それぞれ性質の異なる情報の特性に適した表示を考慮しているとはいえない。そのため、ユーザにとって検索結果の閲覧が難しく、理解の容易化に繋がっているとはいえない。現行システムにおける自転車の動向が最大となった時期の検索結果を図 3.1 に、2005 年 1 月から 2008 年 12 月の間に底を迎えたアイテムの検索結果を図 3.2 に示す。この 2 つの検索結果を比較すると、図 3.1 の場合は検索結果の数が少数であるため、ユーザが検索結果を閲覧し、内容を把握するために要する時間や負担は少ないが、図 3.2 の場合は検索結果の数が膨大であるため、ユーザにとって検索結果を閲覧すること自体が負担となり、全体を把握することも困難であると考えられる。加えて、現行の検索結果は、ユーザが結果を時系列に並び替えたり、特定の時期に絞ったりして閲覧したい場合や特定のリソースに限定したい場合に対応できない。本研究で対象とするユーザは、検索結果を分析したり、知識を獲得しながら曖昧な情報要求を明確にしていく。そのため、検索結果はユーザにとって全体の把握や理解が容易

#	Item	Resource	Period	Target	Google
1	自転車	販売量	2010-04-01 ~ 2010-04-30	北海道・東北	Google
2	自転車	Yahoo!ヒット件数	2012-07-01 ~ 2012-12-31		Google
3	自転車	Google Trends	2004-05-23 ~ 2004-05-29		Google
4	自転車	Yahoo!ブログ	2010-07-01 ~ 2010-12-31		Google

図 3.1: 自転車の動向が最大となった時期の検索結果

になるようなものが望ましい。

3.3 既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題

現行のインタフェースでは、テーブルに動向の推移を表す折れ線グラフや Web ページの検索へのリンクが張られている (図 3.3 参照)。このように、それぞれの情報を閲覧するためにリンクを用いることは、本研究で対象とするユーザの分析行為や知識の獲得を妨げてしまう懸念がある。検索結果として得られる動向情報において、動向の推移を表す折れ線グラフは、ユーザが動向の変化をひと目で理解するのに有用であり、Web ページの検索は、新聞記事や blog 記事の内容を把握することによって、ユーザが背景情報を理解するのに役立つ。例えば、ユーザが検索結果から折れ線グラフを閲覧し、グラフの動向が大きく変化した点に興味をもった場合、その変化の要因となった背景情報に興味をもつことが考えられる。その場合、ユーザは背景情報を手に入れるため、グラフの変化点の時期と一致する新聞記事や blog 記事を Web ページ検索を行って収集し、それに基づいて変化の要因を考察すると考えられる。この一連の分析行為や知識の獲得は、折れ線グラフと Web ページの検索結果を横断的に繰り返し閲覧しながら行われると考えられる。しかし、現行のインタフェースは、テーブルに折れ線グラフや Web ページの検索がリンクで張られており、別ウィンドウで表示される。そのため、ユーザが折れ線グラフを確認しながら背景情報を調べるといった行為が円滑にできるとは言い難い。そこで、ユーザが折れ線グラフを確認して背景に興味をもった場合、それらをシームレスにアクセスできるようなインタフェースが求められる。

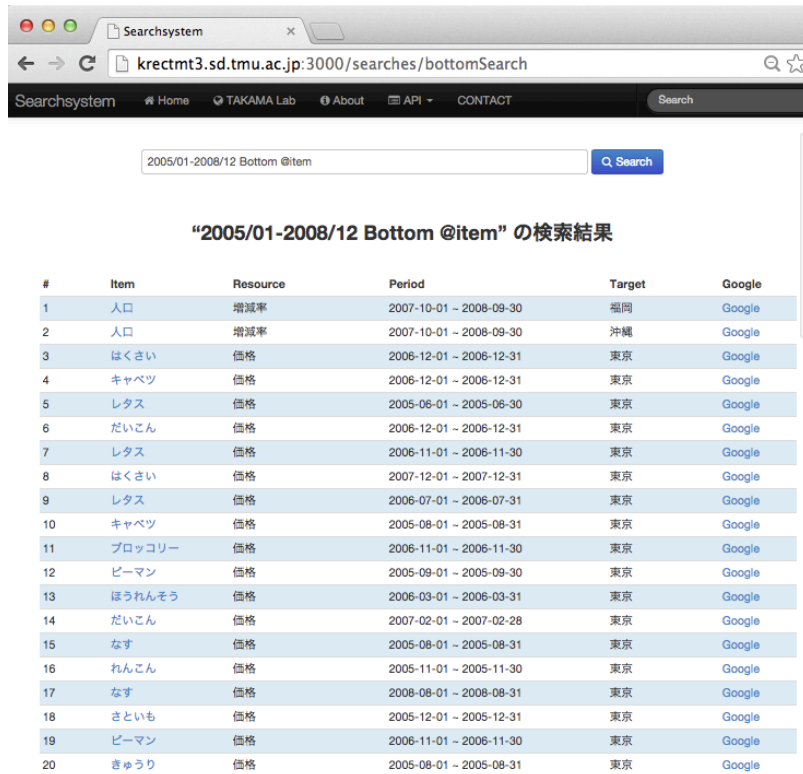


図 3.2: 2005 年 1 月から 2008 年 12 月の間に底を迎えたアイテムの検索結果



図 3.3: 検索結果のリンクを介した折れ線グラフの閲覧と Web ページの検索

4 デザイン指針

3 章では、動向情報を収集する際のユーザの情報探索行為を支援するという観点から、現行システムのインタフェースの問題を指摘した。その結果、現行システムのインタフェースが抱える問題点として、(1) 検索クエリへの入力方法に関する問題、(2) 検索結果の表示方法に関する問題 (3) 既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題の 3 つが挙げられた。

本研究では、これらの問題のうち、今回は (1) と (2) を対象とし、それらを解決するために、(1) 現行システムにおけるユーザのインタラクションと (2) 検索結果として取得可能なデータの 2 つの観点からデザイン指針を作成した。

4.1 対象とするインタラクション

本節では、本研究で提案するインタフェースにおけるインタラクションについて考えるために、現行のコンテキスト検索のためのシステムをもとにユーザが動向情報を探索的に収集する例を挙げ、それをもとに提案インタフェースで必要な要素の検討を行う。

弁当屋を経営している A さんは、最近弁当屋の売上が低下していることに危機感をもっていた。その問題について対策を立てるために A さんは売上低下の理由を考えることにした。A さんは、食材費の高騰や顧客数の低下といったものが原因となり、弁当屋の売上が低下したと考えた。経営している弁当屋の顧客数を調べてみると、売上が安定していた時期とそれほど変わらないことがわかった。そこで、食材費の高騰が原因であると考え、A さんは反対に最近価格が低下している野菜を調べてみることにした。すると、2012 年 2 月からアスパラガスやブロッコリー、ほうれんそうといった野菜の価格が下がり始めていることを知った。A さんが商品として提供している弁当には、ほうれんそうやブロッコリーを使った料理が少なかったため、A さんは「食材費を抑えるためにも、これらの食材を使った料理を考えれば良いのではないか？」と考えた。さらに、A さんは既存の顧客の満足度を向上させ、かつ新規の顧客を獲得して売上を増加させたいと思い、これから旬になる食材も使おうと考えた。これらを踏まえ、A さんは「これから価格が下がる野菜は何かあるのだろうか？」という疑問を持ち、昨年の野菜の価格を調べてみた。すると、2011 年 4 月から 6 月の間はキャベツやほうれんそう、トマトといった野菜の価格が下がり始めていることを知った。A さんは「ほうれんそうの価格が低くなりそうなので、これを使った料理作れば良いのではないか？あとトマトはこれから旬になるから、これを使った料理についても考えておくべきだろう」と思い、これらの食材を使用した料理について詳しく調査し、それをもとに考察を続けることにした。

この例では、A さんはまず「弁当屋の売上が低下している」という自身の抱えている問題を認識し、その原因についていくつか考えている様子が伺える。売上低下の原因として、A さんは顧客数や食材費を候補にあげ、それについて調査を始めようとしている。ここで、A さんは「弁当屋の売上低下を改善したい」という目的をもっており、その目的を達成するためには、何か具体的な対応策が必要であることを漠然と認識していることが伺える。A さんは、2 つの原

因候補のうち、まず自店舗の顧客数について調査を行ったが、顧客数に大きな変化はなかったため、食材費の高騰に着目することとした。これは、問題の原因について仮説を立て、その仮説に基づいて調査し、その結果をふまえて仮説の妥当性を評価する行為であるといえる。その後、Aさんは野菜の価格動向について調べ始めている。Aさんは価格が低下している野菜について調べ、漠然とその野菜を使用することを考えた。加えて、野菜の価格を調べている際、これから価格が下がる傾向にある野菜にも注目し、今後の展望についても考えていることが伺える。これは、得られた動向情報に基づいて考える際に、その情報そのものだけでなく、いつの情報なのか重要な役割を果たしていることを意味している。最後にAさんは、得られた動向情報や分析の結果から、自身の目的達成に向けた意思決定を行う際の具体策の大枠を掴みつつあることが伺える。この例の場合、Aさんは売上低下の改善という目的に対し、新商品の開発による売上増加を狙うという結論に辿り着いたといえる。

このように課題の解決や目的達成のために動向情報を収集していく際、ユーザは得られた動向情報や自身の分析の結果から新たな仮説を構築して繰り返し探索を行う。しかし、このような探索を繰り返していく中で、ユーザは動向情報そのものだけでなく、その背後にある背景にも関心を持つことが考えられる。以下にユーザが動向情報を収集していく中でその背景にも関心を持ち、それを探索する例を挙げる。

会社員であるBさんは、自宅で新聞を読んでいる際に、自民党の支持率が低下していることを知った。Bさんはその時ふと、「自民党の支持率が低下したら、もしかしたら私の働いている通信会社に何か影響があるのではないか？」と考えた。その理由として、Bさんは現在の内閣は自民党が第一党であったため、自民党の支持率は景気に影響してくる可能性を漠然と感じていたからである。そこで、Bさんは過去の自民党支持率について調べ始めた。すると、2008年の12月に自民党の支持率が低下していることを知った。Bさんは「この時期に自民党の支持率が低下しているけど、一体何が原因だったのか？」と疑問をもち、当時のニュースやその原因となる情報について調べ始めた。すると、自民党内閣に対するブログ記事を発見した。その内容は、多くが内閣の支持率下落に関する話題であり、その原因が総理大臣の発言や金融緩和政策が遅れているからだと書かれていた。その記述を読んだBさんは「金融緩和政策の遅れが景気に影響しているのでは？」と考え、同じ時期に他に何か低下しているものがないか調べ始めた。すると、家電量販店や通信会社の景気が悪くなっていることを知った。Bさんは「これは金融緩和政策が影響して景気が下がっているのだろう。だけど、他に通信会社の景気が悪くなった原因があるのではないか？」と考え、当時のニュースを探してみることにした。すると、通信業界のニュースについてまとめている記事を発見し、Bさんはこの記事を読んでもめることにした。この記事では、Bさんの考え通り金融危機の影響で人員削減を迫られており、それが通信会社の景気に影響したと書かれていた。これを読んでBさんは他人事ではないと感じ、この危機からどうやって脱却していったのかに関心を持ち、さらに詳しく調査し考察を続けていくことにした。

この例では、Bさんは自民党の支持率低下を見た際に、景気への影響について漠然とした関心を寄せており、自民党の支持率と通信会社の間に何か関係がある可能性を感じている。その

後 B さんは、その漠然とした関心に基づいて自民党支持率について調査を始めている。この時点では、B さんの情報探索における目的は明確になっておらず、情報要求も曖昧であることがわかる。自民党支持率について調査した結果、B さんはある時期の自民党支持率の低下が気になり、その低下の原因となった背景について知るために、ニュース記事やブログ記事といった情報を調べ始めている。ここで、B さんは自民党支持率という数値情報から、ニュース記事やブログ記事といった言語情報にアクセスしていることがわかる。加えて、得られた背景情報とそれに基づいた景気調査の結果を分析し、次に必要な情報を調べている。この時点で、探索開始時点に比べて B さんの情報探索行為に指向性が出てきていることがわかる。これは、情報探索の中で得られた情報をもとに仮説を立て、それに基づいて探索を行っているといえる。そして、最後に B さんは「金融危機の影響から人員削減を迫られている」という記述を発見し、今後同様の事態が起きた場合、個人としてどうしていくべきなのかを考えるために調査を続けることにしている。

上述したシナリオは、ユーザが動向に関心をもつような状況を設定し、そこから動向情報の収集を行い、その動向情報をもとに、ユーザは自身の目的や問題に対する認識を少しずつ明確にしていくような構成をとっている。

4.2 提案システムの全体像

本研究では、コンテキスト検索の現行システムの問題点のうち、検索クエリの入力方法に関する問題、検索結果の表示方法に関する問題、を対象としている。本節では、各々の問題に対して、前節で述べたインタラクションと、コンテキスト検索の既存システムから取得できるデータの 2 つの観点から提案システムの全体像について述べる。

4.2.1 現行システムを用いたユーザのインタラクション

4.1 節で述べたように、ユーザは自身の抱えている目的や問題を漠然としか認識しておらず、その認識のもとで動向情報の収集していることが伺える。ユーザは収集した動向情報の把握とそれに基づく仮説の構築を行い、検索を繰り返すことによって自身の目的や問題を徐々に明確にしている。さらに、ユーザの目的や問題が明確化していくにつれて、ユーザの情報探索行為に指向性が生まれ、より詳しい背景に関する情報を求めたり、今後に向けた情報収集を行ったりする場合も存在する。

本研究では、4.1 節で述べたようなシナリオを複数作成し、それらのインタラクションの中で想定される質問を抽出し、構造化を行った。質問は、ユーザが調査を行っている箇所を対象に抽出を行い、現行システムの検索クエリに定式化した。さらに、それを自然言語に変換し構造化した。例えば、4.1 節のシナリオにおいて、A さんは最近価格が低迷している野菜を調査している。これを現行システムの検索クエリに定式化すると、「2010/01-2014/12 BOTTOM @item o+価格」となる。この検索クエリを自然言語に変換すると、「2010 年 1 月から 2014 年 12 月における価格が底を迎えたアイテムは何か?」となり、これを抽象化すると「ある時期におけるリソースが特徴的な変動を迎えたアイテムは何か?」となる。この方法を用い、本研究で対象とするインタラクションの中で想定される質問タイプを以下に示す。

- 1 アイテムが特徴的な変動を迎えた時期はいつか?

例) iPod の動向が最大を迎えたのはいつか？

2 時期における特徴的な変動を迎えたアイテムは何か？

例) 2011 年 8 月に動向が最大となったアイテムは何か？

3 時期におけるリソースが特徴的な変動を迎えたアイテムは何か？

例) 2005 年に検索数が最大を迎えたアイテムは何か？

4 アイテムが特徴的な変動を迎えた時期に特徴的な変動を迎えたアイテムは何か？

例) iPod の動向が急上昇した時に、動向が急降下したアイテムは何か？

5 時期におけるアイテムが特徴的な変動を迎えた時に同様の変動を迎えたアイテムは何か？

例) 2011 年における iPod の動向がピークを迎えた時に同様にピークを迎えたアイテムは何か？

6 アイテムが特徴的な変動を迎えた時期にアイテムの特徴的な変動はどうだったか？

例) iPod の動向が急上昇した時に自転車の動向はどうだったか？

7 時期におけるアイテムのリソースの推移は？

例) 2005 年の自転車の販売量はどうだったか？

これらの質問タイプから、ユーザは動向情報を収集する際、大きく分けて時期、アイテム、特徴的な変動の情報を求めていることが考えられる。さらに、ユーザは検索結果として得られる動向情報から別の情報を求めていることが示唆される。

本研究では、3 章で述べた検索クエリの入力方法に関する問題に対して、質問タイプに基づいた自然言語によるクエリ入力を可能にする。これにより、情報要求を現行システムで独自に定義された用語を用いたクエリに定式化する際のユーザの負担が軽減される。さらに、質問タイプを組み合わせる用いることにより、繰り返し検索を行いやすくなると考えられる。

4.2.2 検索結果として取得可能なデータ

2.1 節で述べたように、コンテキスト検索の検索結果として表示されるデータは Item, Resource, Period, Target, Google の 5 種類である。本研究では、この検索結果を「ある時期にアイテムに関するイベントが発生した」と解釈する。この解釈に基づいて、本研究では検索結果の表示方法として Timeline User Interface を採用する。2.3 節で述べたように、Timeline User Interface は意思決定に役立てることができ、ユーザに時期を意識させ、イベント間の関係について考察させる際に有用であることが示唆されている。

上述した解釈に基づいて、Timeline 上に検索結果をマッピングする際は、その時期にアイテムに何か特徴的な変動が起こったことを示す形である必要がある。そこで、2.3 節で述べた先行研究のユーザインタフェースを参考に、今回提案する検索結果のインタフェースの概念図を図 4.1 に示す。提案手法では、2 種類の Timeline が表示される。下部の Timeline 上では、マウスを用いて範囲を選択することができる。範囲は矩形によって表され、その矩形の範囲に従って、上部の Timeline 上に矢印と円形を用いた検索結果が表示される。この 2 つの矢印と 1 つ

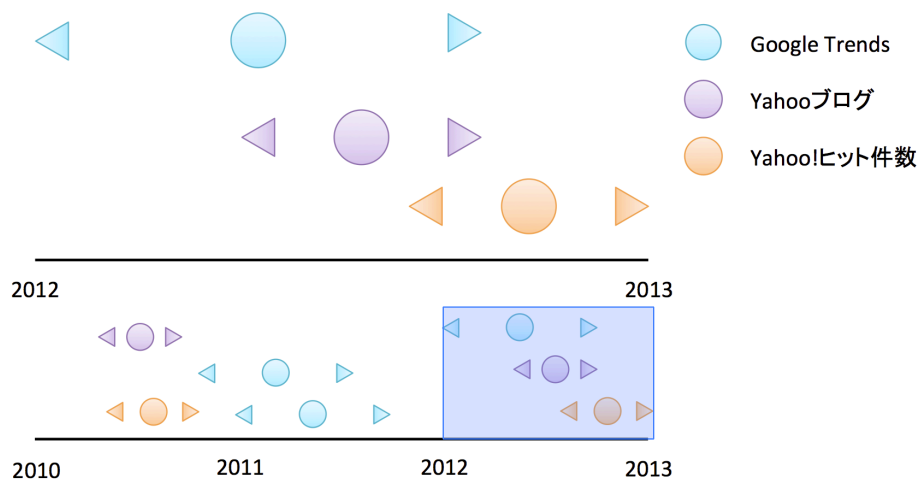


図 4.1: Timeline を用いた検索結果のインタフェースの概念図

の円形の組は、それぞれ時期とアイテムに関するイベントの発生を表している。この組をクリックすることにより、その検索結果の動向をグラフ化したものにアクセスすることが可能になる。加えて、Resource をひと目で見分けることができるように色分けを行うこととした。さらに、右部にある色と Resource の対応表の任意の行をクリックすることにより、その Resource に対応する検索結果の表示／非表示を切り替えることができるようにする。このように、検索結果を Timeline 上にマッピングし、ユーザの関心に応じて情報の選択や情報の表示／非表示の切り替えを可能にすることにより、ユーザは動向情報を一覧することができ、自身の要求や関心に応じて動向情報を取捨選択することができる。これにより、3 章で述べた検索結果の表示方法に関する問題を解消できると考えている。

5 提案インタフェースの実装

本章では、4章で示したデザイン指針に基づいて実装したコンテキスト検索のためのインタフェースのプロトタイプについて述べる。

5.1 実装の概要

提案インタフェースでは、検索クエリの入力方法に関する問題と検索結果の表示方法に関する問題に対処するため、それぞれ7つの質問タイプによる検索を可能にし、Timeline User Interface によって検索結果を表示する。インタフェースは、HTML, CSS, JavaScript, jQuery⁷, Python を用いた Web アプリケーションとして実装を行い、なお Timeline User Interface の実装には、D3.js [3] を用いた。D3.js は、Bostock らが提供しているデータ駆動型の情報可視化ライブラリであり、データの変更に基づいて可視化をシームレスに更新することができる。現行システムで得られる検索結果のデータと提案インタフェースの関係を図 5.1 に示す。提案インタフェースでは、現行システムで構築中である動向情報のデータベース（以下、動向データベースと記す）から検索結果を受け取り、表示している。現行システムでは、この動向データベースに検索クエリを渡すための API が提供されており、提案インタフェースではこれを用いている。提案インタフェースでは、動向データベースから XML 形式のデータセットを受け取り、それに基づいて検索結果を Timeline によって表示している。このように、提案インタフェースでは検索クエリに対する検索結果としてデータを取得するため、それに応じて駆動できる D3.js は有用である。また、関連語の提示には Wikipedia の全記事データ⁸を形態素解析器である Mecab⁹で分かち書きしたものをコーパスとして word2vec¹⁰で用いた。

提案インタフェースの概観を図 5.2 に示す。提案インタフェースでは、大きく分けて検索クエリを入力するためのフォームと検索結果を表示するための Timeline の2種類に分かれる。

まず、現行のインタフェースではユーザが検索クエリを入力する際、システムが解釈可能なクエリに変換する必要があったが、提案インタフェースでは、7つの質問タイプをテンプレートとした自然言語のクエリを用いた検索を可能にしている。加えて、検索クエリにアイテムが含まれていた場合、そのアイテムの関連語が入力フォームの下部に表示される（図 5.2 中 ①）。

次に、現行システムはユーザが入力した検索クエリに基づいて検索を行い、その結果としてマルチモーダルな情報を提供していたが、その情報をテーブル形式で表示していたため、ユーザの探索行為や理解を妨げていた。提案インタフェースでは、検索結果を Resource の種類ごとに色分けした2つの矢印（始点／終点）と1つの円（アイテム）の組で表し、それを Timeline 上にマッピングしている。円にはアイテムを示すラベルを付与し、その円を選択すると図 2.3 と同様のグラフが表示される（図 5.2 中 ②）。加えて、ユーザが動向情報を一覧でき、自身の関心に応じて情報にシームレスにアクセスできるようにするため、時期の絞り込みやリソースの取捨選択を可能にしている（図 5.2 中 ③ と ④）。

⁷<http://jquery.com/>

⁸2014 年 5 月 3 日時点のものを使用

⁹<http://mecab.googlecode.com/svn/trunk/mecab/doc/index.html>

¹⁰<https://code.google.com/p/word2vec/>

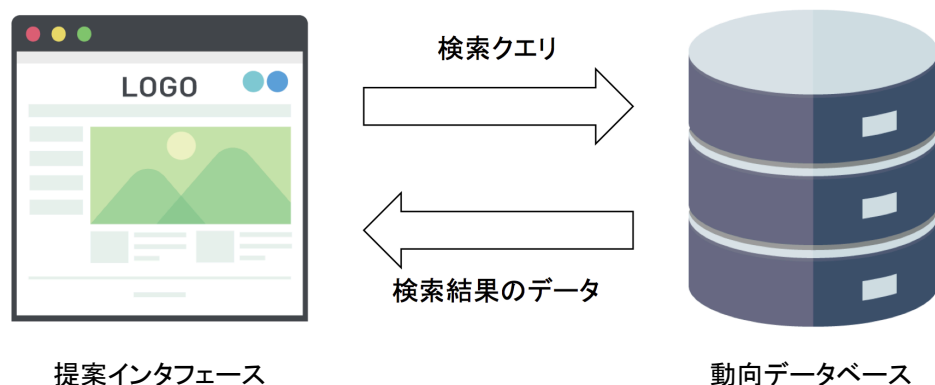


図 5.1: 現行システムで得られる検索結果のデータと提案インタフェースの関係

5.2 操作方法

提案インタフェースでは、入力フォームに検索クエリを入力し、出力された検索結果が Timeline として表示される。

ユーザは動向に関する自身の情報要求を検索クエリとして定式化するため、入力フォームの上部にあるドロップダウンリストをクリックし、7つの質問タイプのテンプレートの中から自身の要求にあったものを選択する。選択されたテンプレートは入力フォームに入力され、ユーザはそのテンプレートの角括弧で覆われた箇所を変更して検索クエリを生成し、検索を行う。図 5.3 では、「アイテムが特徴的な変動を迎えた時期」という質問タイプを選択し、そのテンプレートを基に検索クエリを生成している。テンプレートの角括弧で覆われた箇所はアイテムと特徴的な変動であり、それらをそれぞれ iPod と最大に変更している。検索クエリを生成し、検索ボタンを押すと入力フォーム下部に iPod の関連語が表示される。

生成した検索クエリを用いて検索すると、検索結果が Timeline 上に色分けされた状態でマッピングされる。マッピングされた結果をクリックすると、そのアイテムのリソースにおける推移を表すグラフを閲覧することができる。加えて、検索結果の下部にある Timeline 上でドラッグ & ドロップして範囲選択すると、時期を絞り込むことができ、それに応じて上部の Timeline 上の結果が逐次更新される。さらに、検索結果の右部にあるリソースを選択すると、Timeline 上で該当する検索結果の表示／非表示を変更できる。図 5.4 では、検索結果を 2008 年 9 月から 2009 年までに時期を絞り込み、卸価格のリソースの結果を非表示に変更している。

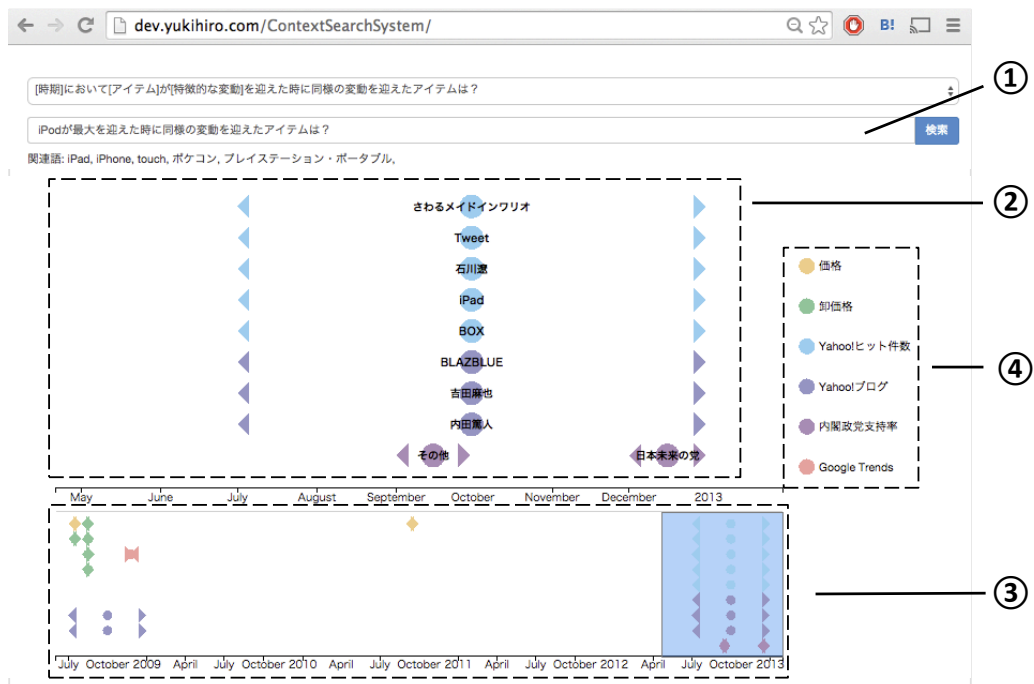


図 5.2: 提案するインタフェースの概観

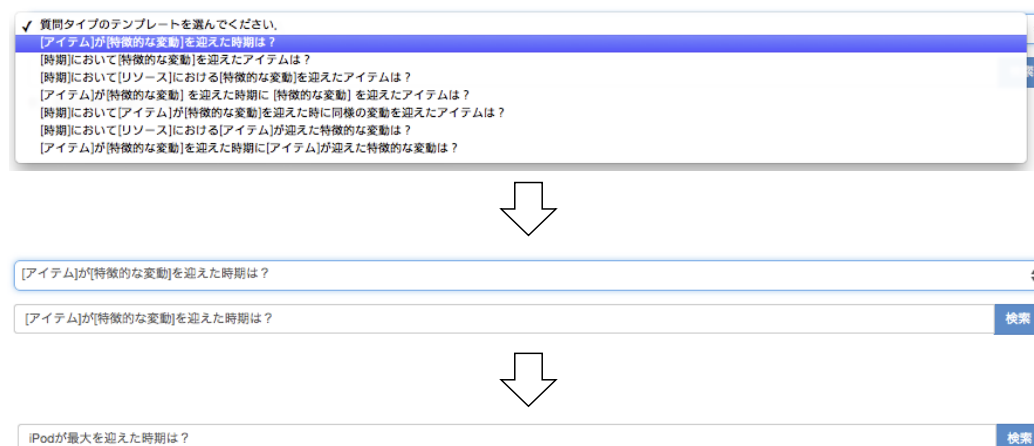


図 5.3: 質問タイプを選択して検索クエリを生成する図

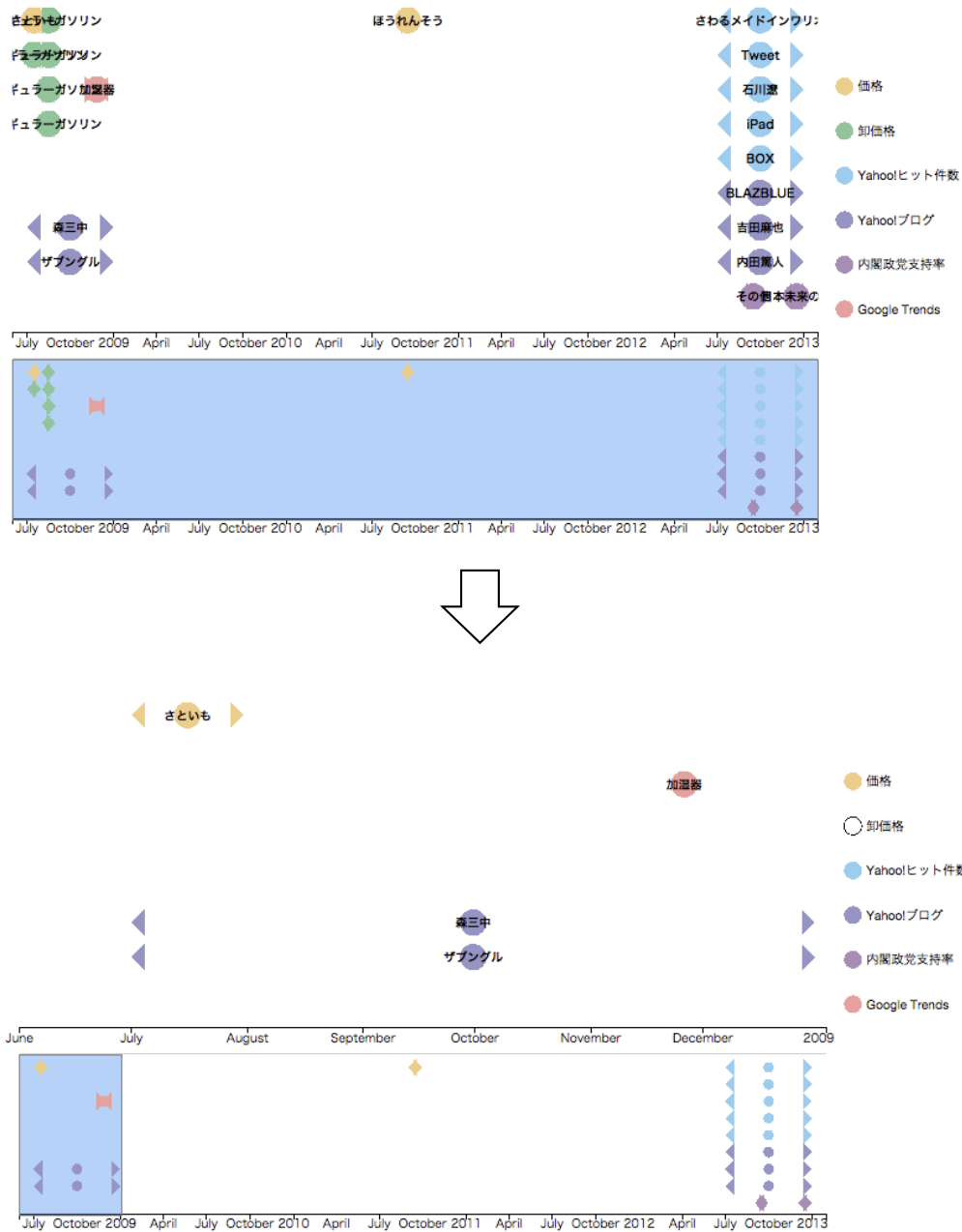


図 5.4: 検索結果を 2008 年 9 月から 2009 年までに絞り込み，卸価格を非表示にする図

6 実験

本章では、5章で提案したインタフェースのプロトタイプについて、ユーザから知見を得るために実施したユーザレビューと、関連語提示機能がユーザの検索クエリの定式化に役立つのか知見を得るために実施したアンケート調査について述べる。

6.1 ユーザレビュー

6.1.1 ユーザレビューの概要

今回のユーザレビューは、本研究の対象ユーザの振る舞いに基づいたインタフェースとして機能しているか調べることを目的とする。そのために、ユーザレビューでは、提案インタフェースを使用するユーザが検索クエリの入力を正しくできるのか、また、ユーザが検索結果を理解して探索することができるのか、の2点に焦点を絞って観察を行う。ユーザレビューは、情報学部に通う20代の大学生計3名(男子:1名, 女子:2名)で行った。本研究では、自身の目的や問題に対する漠然とした情報要求しか存在しないユーザを対象としているため、今回のユーザレビューでは、本研究の対象ユーザの状況を設定し、それに基づいてユーザレビューの参加者(以下、参加者と記す)に行動させる形をとった。参加者に想定させる状況を以下に示す。

あなたは、今新聞を読んでいます。新聞を読んでいる途中で、「ミネラルウォーターの消費量が増加」という記事を発見しました。あなたはその記事に漠然とした関心を持ち、ミネラルウォーターの消費量について調べるために、検索エンジンを使用することにしました。

6.1.2 ユーザレビューの手続き

ユーザレビューでは、まず、参加者に対しコンテキスト検索の説明を口頭で行なった。次に、参加者に上述した状況と今から行動する内容、検索する内容について記した実験内容説明書を手渡した。行動する内容は、2種類の検索インタフェースを使用すること、その各々で2パターンの検索を行うこと、検索した結果は内容の把握に努めることの3つである。検索する内容は、S1 ミネラルウォーターの消費量が急上昇する時期を知るための検索、S2 ミネラルウォーターが急上昇した時期に、他に急上昇したモノを知るための検索の2つである。各々の検索において、参加者自身が検索結果を把握できたら、次の検索に移らせるようにした。また、今回のユーザレビューでは制限時間を設けず、参加者自身が2回目の検索結果の内容を把握できたと発言したら終了するようにしている。

検索インタフェースを使用する順番は、まず現行システムのインタフェース、次に提案インタフェースとした。参加者には、各々のインタフェースを使用する直前に、そのインタフェースの使用方法について説明を受けさせた。現行システムのインタフェースの場合は、予め用意されている使用方法が書かれたWebページ(以下、Aboutと記す)を見せながら行い、提案インタフェースの場合は、口頭で行なった。参加者には、各々のインタフェースの使用方法がわからない場合、繰り返し説明することを伝えた。また、Aboutの閲覧はユーザレビューの開始から終了まで自由に行えるようにした。

提案インタフェースの使用が終了した後、参加者には提案インタフェースについてのインタビューを受けさせた。質問内容は、Q1 検索クエリを入力する時、円滑にできましたか？、Q2 検索クエリを変更する時、テンプレートが役に立ちましたか？、Q3 検索結果から何か読み取れることはありましたか？の 3 つである。

6.1.3 ユーザレビューの結果と分析

まず、現行システムのインタフェースを使用した際の参加者の様子について述べる。現行システムのインタフェースについて、著者が About を使って説明した後、参加者全員が S1 の検索を行うために検索クエリの定式化を試みたが、戸惑っている様子が見られた。そのため、現行システムの使用方法を調べるために、About と検索フォームを繰り返し横断して閲覧していた。特に、About にある検索クエリの例を参考にして参加者が多く、テンプレートのように使用している者もいた。さらに、S2 の検索を行う際は、何回か検索クエリを修正する様子も見られた。S1 の検索結果において、参加者はアイテム名をクリックして折れ線グラフを閲覧していることが多かった。S2 の検索結果においても同様であったが、検索結果の数が多かったため、検索結果上位のものだけを閲覧する参加者もいた。

次に、提案インタフェースを使用した際の参加者の様子について述べる。S1, S2 の検索をするために、提案インタフェースのドロップダウンリストからテンプレートを選択する際、実験内容説明書と見比べる様子が参加者全員に見られた。また、S2 の検索するためにテンプレートを変更する際は、スムーズに検索クエリを変更する様子が見て取れた。特に S2 の検索クエリを入力する際は、検索結果を利用しようとした参加者もいた。検索結果が表示されると、参加者全員が下部 Timeline を範囲選択して時期の絞り込みを行った。また、検索結果を閲覧しながら関心を持った結果の折れ線グラフを閲覧していた。時折、リソースの表示／非表示を切り替える様子も見られた。

6.1.4 ユーザレビュー後のインタビュー

現行システムのインタフェースと提案インタフェースの使用後、提案インタフェースについて Q1 から Q3 の質問を行った結果について述べる。

Q1 において、検索クエリの入力は円滑にできたという回答を 2 名から得た。円滑にできた参加者からは、現行システムでは、MAX や PEAK といった用語を使用しなければならなかったが、提案インタフェースでは、最大や急上昇といった自然言語で入力可能なため、わかりやすかったという意見が得られた。また、テンプレートが説明の役割も担っているため、入力しやすかったという意見も得られた。円滑にできなかった参加者からは、現行システムに比べては入力しやすかったが、円滑にできたというほどではないという回答を得られた。検索クエリの入力に関して、変動タイプは馴染みがないからよくわからないという回答を参加者全員から得られた。

Q2 において、検索クエリを変更する際、テンプレートが役に立ったという回答が参加者全員から得られた。テンプレートは、キーワードを入力する場所が示されており、それが嬉しかったという感想が得られた。また、自分でいちから検索クエリを考える必要がなく、テンプレートを使っていく中で自分がやりたいことがわかったという意見も得られた。一方、変更箇所だけを入力可能にしてほしい、リソースや変動タイプは選択できるようにしてほしい、関心を持つ

た結果対し何かアクションを行ったら、その結果の時期ですぐに検索できるようにしてほしい、前回の検索と反対の変動の検索もすぐにできるようにしてほしい、といった要望もあった。

Q3 において、2 名の参加者から、ミネラルウォーターの消費量が急上昇している時期に同様の変動を迎えたアイテムとして、東京電力や原発といったアイテムがあることから、ミネラルウォーターの消費量が急上昇している原因は東日本大震災にあると考えたという回答を得られた。また、自転車の販売量も急上昇していることに関心を持ったが、読み取れることはなかったという回答も得られた。残り 1 名の参加者は、2011 年や 2005 年にミネラルウォーターが急上昇していることがわかり、それと同時期に台風を発見したため、台風がきたからミネラルウォーターの消費量が急上昇したという回答が得られた。

6.2 アンケート調査

6.2.1 アンケート調査の概要

提案インタフェースの検索フォーム下部に表示される関連語提示機能に関するアンケート調査を行った。本調査は、検索クエリとして入力したアイテム名に対して、関連語提示機能によって表示された言葉が、アイテム名と関連しているかどうか調べることを目的とする。回答者は、新たに情報学部に通う 20 代の大学生計 10 名 (男子: 6 名, 女子: 4 名) とした。本調査では、予め用意した検索クエリに対して、それに含まれているアイテムに代わる候補として 5 つの言葉 (以下、代替候補語と記す) が表示された場合、その言葉が適切かどうかを 1: 不適切 ~ 5: 適切な 5 段階で評価してもらった。本調査で使用する検索クエリは (1) iPod が最大を迎えた時期は?, (2) 台風が急上昇を迎えた時に同様の変動を迎えたアイテムは?, (3) 民主党が急上昇を迎えた時に同様の変動を迎えたアイテムは? の 3 つである。

6.2.2 アンケート調査の手続き

まず、本調査で使用する検索クエリとは別のものを用意し、それを用いて提案インタフェースの関連語提示機能を参加者に見せ、口頭で説明を行なった。次に、参加者にはアンケート調査の用紙を手渡し、回答させた。また、回答する時間に制限は設けず、全て回答した時点で終了とした。

6.2.3 アンケート調査の結果と分析

各々の検索クエリに対して、参加者が代替候補語を 5 段階で評価したもの (以下、適切度と記す) の平均値を表 6.1 ~ 表 6.3 に、参加者別の適切度を図 6.1 ~ 6.3 に示す。

まず、表 6.1 では、iPad からプレイステーション・ポータブルまで平均値が下がっており、特に iPhone から touch にかけて 1.5 下がっていることがわかる。また、図 6.1 において、touch は 10 名中 5 名が 2 以下、ポケコンは 8 名が 3 以下と評価されており、プレイステーション・ポータブルでは 5 と評価されている参加者が 1 名もいない。この結果から、適切度の平均値が徐々に低下しているのは、代替候補語が word2vec による関連度の順になっているため、偶然 word2vec が算出した関連度と適切度の傾向が同様になっただけであるといえる。また、参加者別では、touch が iPod touch のことだと考えた、または、気付いた参加者は高い評価をつけ、そうでない参加者は低い評価をつけていると考えられる。

次に、表 6.2 では、水害や豪雨、大雨の適切度は高い水準であるが、カスリーンとアイオンは

表 6.1: iPod に代わる候補の適切度の平均値

関連語	平均値
iPad	4.8
iPhone	4.7
touch	3.2
ポケコン	2.8
プレイステーション・ポータブル	2.6

表 6.2: 台風 に代わる候補の適切度の平均値

関連語	平均値
カスリーン	2.6
水害	4.4
豪雨	4.5
アイオン	2.6
大雨	4.2

表 6.3: 民主党 に代わる候補の適切度の平均値

関連語	平均値
自民党	4.8
公明党	4.6
野党	4.1
自由民主党	4.6
与党	3.8

それぞれ 2.6 と他の言葉に比べて極端に低いことがわかる。また、図 6.2 において、カスリーンやアイオンは参加者全員が 3 以下と評価されており、水害は 6 名、豪雨は 5 名が 5 と評価されているが、大雨は 2 名であった。この結果から、カスリーンやアイオンの平均値が極端に低いのは、カスリーンとアイオンは台風の名前のことであるが、参加者の多くがこれを知らなかったため、この結果に繋がったと考えられる。また、大雨に 5 の評価が少ないのは、水害や豪雨に比べて、大雨は台風とイメージが繋がりにくかったと考えられる。

最後に、表 6.3 では、全体的に平均値が高水準に達しており、与党のみが 3.8 とやや低めであることがわかる。図 6.3 において、全体的に評価値は高水準であり、野党では 3 名、与党では 4 名が 3 以下と評価している。この結果から、野党と与党の認識に参加者間で、これまで野党や与党になったことがあったか、または、現在野党であるか与党であるかといった認識の差異があったのではないかと考えられる。

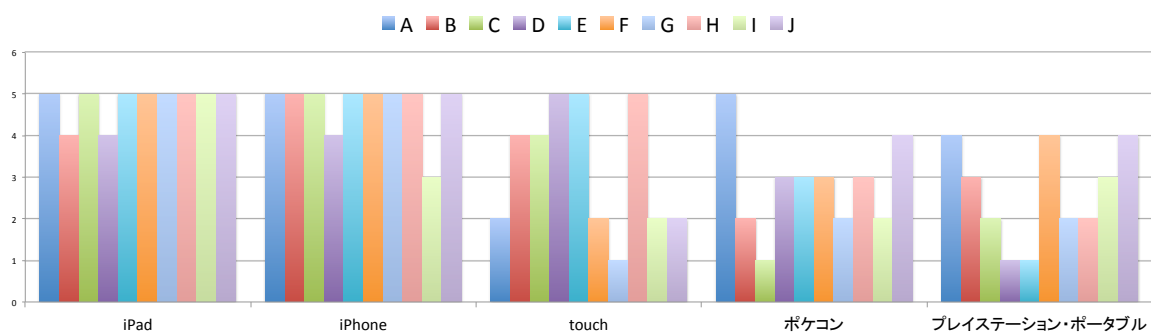


図 6.1: 参加者別の iPod における代替候補語の適切度

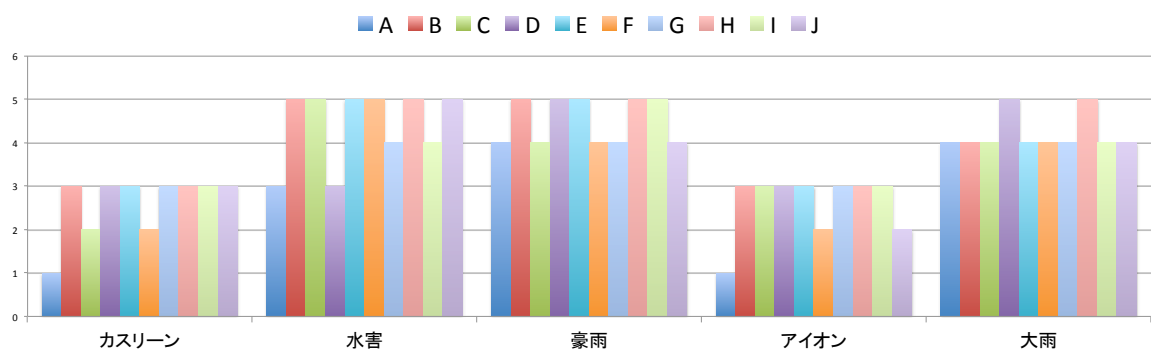


図 6.2: 参加者別の台風における代替候補語の適切度

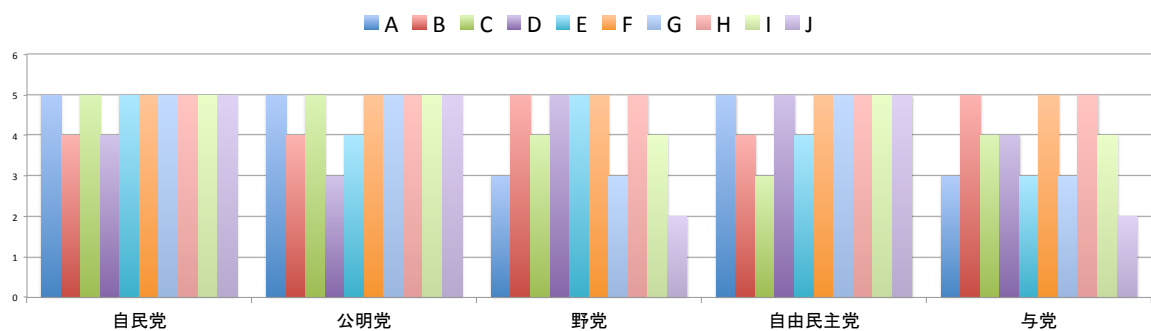


図 6.3: 参加者別の民主党における代替候補語の適切度

7 議論

本章では、6章で述べたユーザレビューの結果とアンケート調査の結果を踏まえ、現行システムのインタフェースの問題点である検索クエリの入力方法と検索結果の表示方法の2つの観点から、提案インタフェースに関する考察を行い、今後の展望について述べる。

7.1 検索クエリの入力方法としての有用性と問題点

提案インタフェースでは、動向を検索するために、質問タイプのテンプレートを用いた検索を可能にしている。ユーザレビューの結果から、現行システムのインタフェースに比べて、テンプレートを用いて検索クエリを定式化することは、ユーザが情報要求を検索クエリとして定式化する際の負担の低減に繋がったといえる。さらに、インタビューの結果から、テンプレートにしたことにより、ユーザにどういった検索クエリを入力するのか、という説明の役割を果たしていたことがわかった。ユーザレビューでは、現行システムのインタフェースの場合、参加者にはシステムの使い方を About を用いて説明していたが、説明後に何度も About を確認する様子が参加者全員から確認されていた。これはシステムを使用するユーザにとって負担になっていると考えられる。そのため、提案インタフェースのように、テンプレートによる検索クエリの入力を採用することは、このユーザの負担を軽減できる可能性が大いにあるといえる。

一方、動向に関する問いをそれぞれのインタフェースで定式化する際、動向の変動を指定する際の MAX や BOTTOM といった用語や、最大や底といった言葉が参加者に馴染みがないため、円滑な入力を阻害する可能性が考えられる。また、この問題を示唆するものとしてインタビューの結果からも、動向の変動は選択できるようにしてほしいといった要望があった。そのため、この問題を解決し、コンテキスト検索で目指す広く一般に利用可能な検索エンジンを実現するためには、一般人にとって馴染みのある言葉、例えば、「流行した」といった言葉を用いることが必要であると考えられる。また、検索クエリを変更する際、参加者から検索結果の時期を利用して検索しようとしている様子が観察されており、インタビューの結果から、検索結果に対して何かアクションを起こしたら、その時期ですぐに検索できるようにしてほしいといった要望があった。これに対し、検索結果から検索クエリにアクションを起こすことができれば、ユーザが繰り返し検索するための支援ができると考えられる。

アンケート調査の結果から、関連語を提示することは、ユーザに繰り返し検索させる際、アイテムの変更に一定の有用性はあると考えられる。しかし、今回の関連語提示機能は、Wikipedia をコーパスとして word2vec により算出した関連度順に提示を行なっているため、現行システムに存在しないアイテムも含まれており、代替候補語を使用しても検索できない場合が存在する。また、単純に代替候補語のみを提示しても繰り返し検索できるとは限らない。そこで、想定したユーザの探索行為に基づいて、次に使用すると考えられる質問タイプのテンプレートと組み合わせて提示すれば、ユーザが繰り返し検索することを促せるのではないかと考えられる。

7.2 検索結果の表示方法としての有用性と問題点

提案インタフェースでは、ユーザの検索結果の全体の把握を助けるために、Timeline による検索結果表示を採用している。ユーザレビューでは、現行システムのインタフェースの検索結

果を閲覧する際、検索結果の数が多くなると検索結果上位のみを閲覧する参加者が確認されたが、提案インタフェースの場合、参加者全員が下部 Timeline を範囲選択して時期の絞り込み機能を使用し、全体を把握しようと努めている様子が確認された。この結果から、現行システムのインタフェースに比べて、Timeline で検索結果を表示することは、ユーザが検索結果全体を把握するのに寄与したといえる。検索結果を把握する際、気になる結果を選択して折れ線グラフを閲覧している様子が参加者から観察されている。また、インタビューの結果から、折れ線グラフで変化が大きい箇所はどこか、Timeline 上で各々のアイテム同士が一体どの時期に特徴的な動向の変動を迎えたのか、といった部分を参加者は注力して見ていることがわかる。このことから、ユーザの情報探索における分析行為を支援することができ、また、ユーザに新たな知見を与えることに寄与したと考えられる。

一方、提案インタフェースを使用する中で、下部 Timeline を範囲選択して時期の絞り込みを行う行為は頻繁に見られたが、リソースの表示／非表示を行う様子はほぼ見られなかった。これは、参加者がリソースの表示／非表示をすることそのものに必要性を感じていなかったためであると考えられる。さらに、検索結果の各々は矢印と円形の組で表されるが、それが組になっていることがわかりにくいのではないかという懸念も存在する。これに関して、両端の矢印とその間になる円形を直線で結ぶといったことで解決可能であると考えられる。

7.3 今後の展望

本研究では、今回検索クエリの入力方法に関する問題と、検索結果の表示方法に関する問題を対象とし、それらの問題を解決するためのインタフェースを提案した。しかし、残された問題として既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題が存在する。3.3 節で述べたように、折れ線グラフや Google の検索結果をシームレスにアクセスできるようなインタフェースが求められる。ユーザレビューの結果から、参加者は Timeline 上にあるアイテムを選択して、別ウィンドウに表示される折れ線グラフを閲覧するといった行為が見られている。その際、参加者は別ウィンドウと Timeline の閲覧を往復しているため、ユーザにとって探索行為に負担がかかっていると考えられる。また、時系列を把握しながら折れ線グラフを見るといったことが不可能であり、この点について今後改善していく必要がある。この改善と共に、Google の検索結果とどう連携させていくかを検討する。

8 結論

本研究では、コンテキスト検索におけるユーザの情報探索行為を支援を目的とし、コンテキスト検索のための現行システムについて考察を行い、それに基づいた提案インタフェースのプロトタイプを実装した。

1 章では、現在の Web 上が情報過多であり、ユーザの情報要求に合ったものを探し出す方法として検索エンジンが用いられていることについて述べた。また、ユーザの情報要求に応えるためには、情報を探し出すだけでは不十分であり、情報の理解を助ける情報編纂の必要性について言及した。既存の検索エンジンの問題を解決する取り組みとして、動向に関する問いを対象としたコンテキスト検索について紹介した。コンテキスト検索のための現行システムでは、検索結果として得られる動向情報がユーザにとって理解や探索が困難であることを指摘し、それを解決するための方法について述べた。

2 章では、コンテキスト検索について紹介し、コンテキスト検索を行うユーザが、曖昧な情報要求のもとで繰り返し検索を行い、自らの情報要求を明確化していく情報探索のモデルである Exploratory Search に当てはまることを指摘した。また、ユーザの探索行為を考慮した研究について紹介し、本研究では、ユーザの情報探索を予め考慮する方法を採用した。さらに、現行システムで得られる検索結果の性質に着目し、Timeline User Interface が適していることについて述べた。

3 章では、動向情報を収集する際のユーザの情報探索行為を支援するという観点から、コンテキスト検索の現行インタフェースの問題点を (1) 検索クエリの入力方法に関する問題、(2) 検索結果の表示方法に関する問題、(3) 既存の検索エンジンとの協調方法に関する問題の 3 つに整理して指摘した。

4 章では、今回対象とする問題を解決するため、(1) 現行システムにおけるユーザのインタラクション、(2) 検索結果として取得可能なデータの 2 つの観点からデザイン指針を作成した。デザイン指針では、まず本研究で対象とするユーザが動向情報を探索的に収集する例を挙げ、それらのインタラクションの中で想定される質問を抽出し、7 つの質問タイプとして構造化した。また、検索結果として取得できるデータの観点から Timeline User Interface に基づく結果の表示方法を提案した。

5 章では、作成したデザイン指針に基づいて実装したコンテキスト検索のためのインタフェースのプロトタイプについて述べた。

6 章では、実装したインタフェースについて、ユーザから知見を得るために実施したユーザレビューと、関連語提示機能がユーザの検索クエリの定式化に役立つのか知見を得るために実施したアンケート調査について述べた。

7 章では、ユーザレビューとアンケート調査の結果から、現行システムのインタフェースの問題点である検索クエリの入力方法と検索結果の表示方法の 2 つの観点から、提案インタフェースに関する考察を行い、提案インタフェースの有用性と問題点、今後の展望について述べた。

謝辞

本研究を纏めるにあたり，多大な御指導，御鞭撻を賜りました関西大学総合情報学部総合情報学科の松下光範教授に心より感謝申し上げます。本研究の遂行に際し，多大なご協力を頂きました関西大学大学院総合情報学研究科の大塚直也先輩に深く御礼申し上げます。また，日々の研究活動において，議論を交わし，多大な御協力，御助言を頂きました関西大学総合情報学部松下研究室の皆様を重ねて感謝の意を表します。

首都大学東京大学院システムデザイン研究科の高間康史教授には，度々研究相談や議論の場を頂き，貴重な御意見を頂きました。心より感謝致します。また，首都大学東京大学院システムデザイン研究科高間研究室の皆様との議論の場も頂き，御意見を頂きました。心より感謝致します。

最後に，大学生活を支えて頂いた家族，友人に心より感謝致します。

参考文献

- [1] André, P., Wilson, M. L., Russell, A., Smith, D. A., Owens, A. and schraefel, m.: Continuum: Designing Timelines for Hierarchies, Relationships and Scale, *Proceedings of the 20th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 101–110 (2007).
- [2] Bates, M. J.: The Design of Browsing and Berrypicking Techniques for the Online Search Interface, *Online Review*, Vol. 13, No. 5, pp. 407–424 (1989).
- [3] Bostock, M., Ogievetsky, V. and Heer, J.: D3: Data-Driven Documents, *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, Vol. 17, No. 12, pp. 2301–2309 (2011).
- [4] Kumar, V., Furuta, R. and Allen, R. B.: Metadata Visualization for Digital Libraries: Interactive Timeline Editing and Review, *Proceedings of the Third ACM Conference on Digital Libraries*, pp. 126–133 (1998).
- [5] Marchionini, G.: Exploratory Search: From Finding to Understanding, *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 4, pp. 41–46 (2006).
- [6] Morville, P. and Callender, J.: *Search Patterns: Design for Discovery*, O'Reilly Media, Inc., 1st edition (2010).
- [7] Plaisant, C., Milash, B., Rose, A., Widoff, S. and Shneiderman, B.: LifeLines: Visualizing Personal Histories, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 221–227 (1996).
- [8] Zhao, J., Drucker, S. M., Fisher, D. and Brinkman, D.: TimeSlice: Interactive Faceted Browsing of Timeline Data, *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp. 433–436 (2012).
- [9] 齋藤ひとみ, 三輪和久: Web 情報検索におけるリフレクションの支援, 人工知能学会論文誌, Vol. 19, No. 4, pp. 214–224 (2004).
- [10] 村田一郎, 森辰則: 新聞記事中の統計量名の学習による自動抽出, 動向情報の要約と可視化に関するワークショップ 第一回成果進捗報告会予稿集, pp. 71–74 (2006).
- [11] 広川英智, 山下諒, 松下光範: 興味の移ろいを誘発するための横断的な情報アクセスの支援, 第 6 回インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会予稿集, pp. 20–25 (2014).
- [12] 加藤恒昭, 松下光範, 神門典子: 動向情報の要約と可視化とその展開: MuST 活動報告 (言い換え・略語・要約), 情報処理学会研究報告. NL, Vol. 2009, No. 36, pp. 73–79 (2009).
- [13] 山本健一, 殿井加代子, 谷岡広樹: 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, 動向情報の要約と可視化に関するワークショップ 第一回成果進捗報告会予稿集, pp. 13–18 (2006).

- [14] 松下光範: InTREND: ユーザの探索行為と振り返り行為に着目したデータ分析支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 7, pp. 2456–2467 (2008).
- [15] 松下光範, 加藤恒昭: コンテキスト保持による探索的データ分析支援の枠組, 知能と情報, Vol. 18, No. 2, pp. 251–264 (2006).
- [16] 松下光範, 加藤恒昭: 情報編纂研究促進のための試み, 人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 2, pp. 272–283 (2009).
- [17] 高間康史, 山田隆志: 時空間的動向情報の探索的分析を支援するインタラクティブな情報可視化システム, 人工知能学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp. 58–67 (2010).
- [18] 加藤恒昭, 松下光範: 情報編纂 (Information Compilation) の基盤技術, 第 20 回人工知能学会全国大会論文集, 1D3-02 (2006).
- [19] 加藤恒昭, 松下光範, 平尾努: 動向情報の要約と可視化に関するワークショップの提案, 情報処理学会研究報告. NL, Vol. 2004, No. 108, pp. 89–94 (2004).
- [20] 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, 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, pp. 69–72 (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, 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, pp. 49–52 (2007).
- [22] 加藤優, 桑折章吾, 高間康史: 「動向に関する問い」を対象タスクとしたコンテキスト検索の提案, 第 3 回インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会予稿集, pp. 7–12 (2013).
- [23] 今岡裕貴, 梶井文人, 河合敦夫, 井須尚紀: 相対表現を利用した動向情報の導出方法, 動向情報の要約と可視化に関するワークショップ 第一回成果進捗報告会予稿集, pp. 67–70 (2006).
- [24] 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, 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, pp. 41–44 (2007).
- [25] 藤本和則, 本村陽一, 松下光範, 庄司裕子: 意思決定支援とネットビジネス, オーム社 (2005).