2M3-OS-34b-3

動向情報可視化システムを用いた ユーザの行動モデルの分析に関する研究

Analysis of User Behavior Models with Trend Information Visualization System

盛山将広 *1 Yukihiro Moriyama　坂井創一 *2 Soichi Sakai　松下光範 *2 Mitsunori Matsushita

*1関西大学大学院 総合情報学研究科 Graduate School of Informatics, Kansai University

*2関西大学 総合情報学部 Faculty of Informatics, Kansai University

This paper proposes a new interface that supports users' search behavior with context search engine (CSE). When conducting a search with the previous CSE, the user has to input query as the set of specific parameter (e.g., iPod MAX @period). Also, the user faces difficulty in understanding the search result presented in a tabular form in CSE. To reduce these deficiencies, we have developed a search interface of CSE in which the search query was entered as a template format and the result was displayed in a timeline format. However, it is necessary for users to understand the search parameters by themselves before using CSE. It is also difficult to compare and analyze multiple line charts. This paper improves the interface that facilitates the user's exploration in CSE. The improved interface enables users to select specific parameter easily along with the entered keyword, and the search result is displayed in combination of a line chart and a timeline chart.

1. はじめに

本研究では，コンテクスト検索エンジン [高間 15] (以下，CSE と記す) におけるユーザの情報探索行為の支援を目指している．CSE は，Google などの既存検索エンジンと協調することを目的としたユーザの動向に対する情報要求に応えるシステムであり，得られる結果には，スニペットに加え動向推移を示す折れ線グラフや Web ページ検索へのリンクが含まれている (図 1 参照)．既存の CSE のインタフェース (以下，先行インタフェースと記す) は検索クエリの入力時に独自の検索パラメータ (e.g., iPod MAX @period) を使用しなければならず，検索結果はテーブル形式で表示されるため，マルチモーダルな情報が活かされていない．そのため，ユーザにとって探索行為が難しく，理解の容易化に繋がるとはいえない．

先行研究 [Moriyama 15] では，前述した問題を (1) 検索クエリの入力形式，(2) 検索結果の表示形式に関する問題に集約し，テンプレートによるクエリ入力形式とタイムラインによる結果表示形式に基づくインタフェースのプロトタイプを提案してきた．ユーザ観察の結果から，プロトタイプはクエリ入力時の定式化の負担を軽減し，検索結果の把握に寄与することが示されたが，検索パラメータ自体の理解の必要性，リンク先情報の閲覧の困難性が指摘された．

これらの問題点を解決するため，本稿ではまず CSE 利用時のユーザの探索行動をモデル化する．その上で，モデル化したユーザ行動と前述した問題，CSE の目標の観点から提案インタフェースの改善を行い，評価する．

2. 動向情報探索時のユーザ行動のモデル化に関する実験

本実験では，同時期アイテム検索を活かした実験用インタフェースでユーザがどのように動向情報を探索するのか明らかにする．その上で，CSE を用いて動向情報を探索するユーザの行動のモデル化を試みる．

連絡先: 松下 光範 関西大学総合情報学部，大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1，mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

図 1:「iPod MAX @period」をクエリとした先行インタフェースの検索結果

2.1 実験用インタフェースの概要

CSE では，検索対象の動向が特徴的な動向変動を迎えた時期 (以下，時期検索と記す)，検索対象が特徴的な動向変動を迎えた時期と同時期に，同変動を迎えたモノ検索（以下，同時期アイテム検索と記す）などの検索機能がある．CSE は検索対象の動向情報の関連性に基づく検索を実現するシステムのため，同時期アイテム検索は CSE 特有の機能であるといえる．

実験インタフェースの概観を図 2 に示す．インタフェースは，CSE の動向情報データベース (以下，動向 DB と記す) から検索結果を受け取り，表示している．実験インタフェースでは，プロトタイプのテンプレート入力形式により入力されたクエリ (e.g., iPod が最大を迎えた時期は？) に対して，取得した結果をグラフ構造で表示する (図 2 中 ①)．グラフ上のピンクの円は検索対象を示し，オレンジの円は検索結果を示しており，任意のオレンジの円をクリックすると動向の推移を閲覧することができる (図 2 中 ②)．また，検索パラメータの変更部 (図 2 中 ③) でパラメータを設定し，任意のオレンジの円をダブルクリックすると，その検索対象とパラメータに基づく動向情報を検索することができる．

図 2: 実験インタフェースの概観

2.2 実験手続き

実験協力者は，情報学部に所属する大学生，および大学院生 8 名 (男性 7 名，女性 1 名) であった．本実験の課題は，加藤らの実験を参考 [Kato 11] に，指定された検索対象の動向を調査し，それに “関係があるもの” をできるだけ多く列挙することを 3 回繰り返すものとした．課題中の “関係” という言葉に対して解釈や基準の制限は設けず，検索結果から得られる情報を活用して協力者自身の基準で関係の有無を判断して良いとし，また，2 回目と 3 回目の検索対象は以前の検索結果から選択させるようにした．課題は 2 種類用意し，実験協力者にランダムに割り振った．

実験では，(1) 実験目的，(2) 実験手順について説明したのち，実験インタフェースの操作説明を行って練習課題を遂行させた．練習課題遂行後，本番課題を遂行させ，最後にインタビューに応えさせた．本実験では発話思考法を採用しているため，実験手順説明の際，協力者に課題遂行中に感じたことを逐次発話するよう求めた．また，本番課題の遂行に時間制限は設けておらず，協力者が課題を遂行できた／できないと判断した時点で終了とした．実験終了後，課題の回答理由についてインタビューを行った．

2.3 実験結果と考察

実験の結果，3 名が折れ線グラフ (以下，時間情報群と記す) に，3 名が背景 (以下，背景情報群) に重点を置いて課題を遂行し，2 名がスニペットのみ (以下，コンテクスト群) で遂行したと回答した．これら 3 群のうち，時間情報群と背景情報群は探索中に互いにグラフや背景について考察する場面が確認された．背景情報群のユーザは，任意の結果を選択して折れ線グラフを閲覧していることが観察されている．また時間情報群のユーザは，複数のグラフを確認して「“白菜” と “ガソリン” って何か関係あるのか」といった発言が確認されていることから，検索対象と結果から背後関係を想像していることが伺える．このことから，動向情報を探索するユーザは，時間情報および背景情報に着目するフェーズが存在することが明らかになった．なお，コンテクスト群はスニペットに含まれる動向が変動した時期で判断しているため，時間情報群と類似した側面があるといえる．

また情報探索の過程において，1 名を除く全てのユーザが折れ線グラフの閲覧を繰り返しているが，インタビューの際には，「グラフを判断基準に入れなかった」,「見ていなかった」などの発言が確認されている．この結果は，検索対象と回答候補の折れ線グラフの比較・分析が困難であったことが起因していると考えられる．その理由として，CSE では検索対象とそれ以外の動向推移を比較・分析するためには異なる検索機能を使用しなければならず，同時に閲覧することができないため，ユーザが片方のグラフを記憶しておく必要があり負担が大きい．

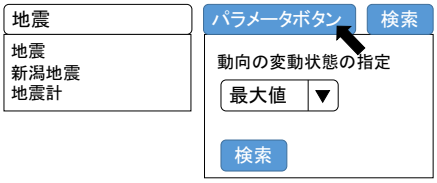

図 3: キーワード＋パラメータ選択式によるクエリ入力形式

3. プロトタイプのリデザイン

本章では，前章の実験に基づいてプロトタイプのクエリ入力形式と検索結果の表示形式のリデザインを行い，研究目的の実現を目指す．

3.1 キーワード＋パラメータ選択式によるクエリ入力

改善インタフェースでは，検索対象をキーワードで入力し，CSE 独自の検索パラメータを選択式とした検索クエリの入力形式 (以下，キーワード＋パラメータ選択式と記す) を提案する (図 3 参照)．先行インタフェースは，キーワードをベースとしたクエリ入力形式を採用することで，既存検索エンジンと同様の感覚で動向情報を検索することができたが，独自の検索パラメータを使いこなすに到る学習コストに問題を抱えていた．これを解決したテンプレート形式によるクエリ入力は，クエリ生成時のパラメータの組み合わせ方法を提案することでユーザの負担を軽減するものであったが，ユーザが検索パラメータを予め理解する必要があり，それがユーザの負担に繋がることが指摘された．提案手法では，キーワード入力時に CSE に含まれる動向情報を活用して入力補助を行う．また既定値が設定された検索パラメータ変更ボタンを設置することで，ユーザがパラメータを変更したい場合にのみ対応できるようにする．これにより，ユーザは既存検索エンジンと同様の感覚で検索でき，探索過程の中で検索パラメータを理解することができる．

3.2 各検索機能に適した検索結果表示

検索結果は，時期検索結果を折れ線グラフ，同時期アイテム検索の結果をタイムライン形式という CSE の検索機能ごとに適した表示を行う (図 4 参照)．先行インタフェースではテーブル形式で結果表示を表示するため，表示量によって全体の把握が困難になる．タイムライン形式の結果表示はこの問題を解決するに至ったが，複数の折れ線グラフを閲覧する際，複数の別ウィンドウを切り替える必要がある．提案手法では，検索対象対して時期検索の結果を折れ線グラフ，同時期アイテム検索の結果をタイムライン形式で同時に表示し，タイムライン上の任意の結果を選択すると，その対象の折れ線グラフが表示され，検索対象のグラフとの比較を可能にする．これにより，ユーザは検索対象の動向について理解を深めつつ，関連のある動向情報を検索することができる．

4. I-Cose (The Interface for Context Search Engine)

改善したインタフェース (以下，I-Cose と記す) のシステムアーキテクチャを図 5 に示す．I-Cose のフロントエンド実装には，HTML, CSS, JavaScript, jQuery, D3.js を用い，バックエンド実装には，Python, Django, MySQL を用いた．I-Cose では，ユーザが入力した検索クエリに対して，時期検索と同時

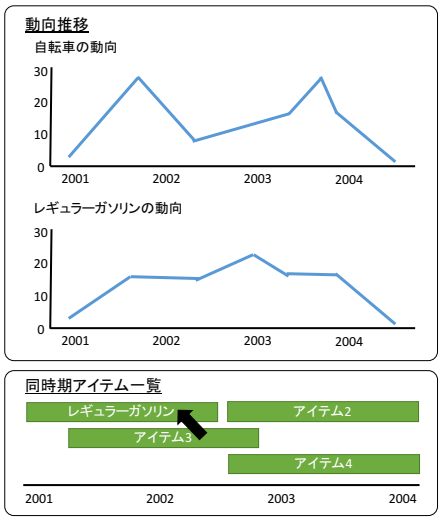

図 4: 折れ線グラフ同士の比較を可能にする検索結果の表示形式

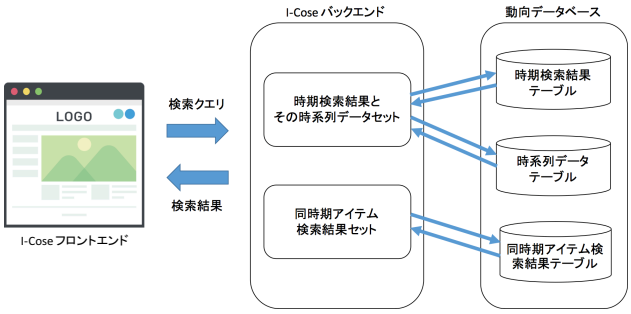

図 5: I-Cose のシステムアーキテクチャ

期アイテム検索の 2 種類の検索機能を使用して検索結果を取得する．取得した結果のうち，時期検索の結果は折れ線グラフとしてユーザに表示するため，動向 DB から折れ線グラフの元となる時系列データを取得する．その上で，時期検索の結果とその時系列データ，同時期アイテム検索の結果データを纏め上げ検索結果として表示する．

I-Cose の概観を図 6 に示す．I-Cose では，検索クエリの入力フォームと検索結果の表示領域に分けられる．入力フォームには，キーワード入力部とパラメータを表示する下三角のマークが付いたボタンを設置しており (図 6 中 ①)，ユーザはキーワードを入力するだけでなく，必要に応じてパラメータを設定することで動向情報を検索することができる．また入力フォームにはオートコンプリート機能があり，入力内容に応じてキーワードを推薦してくれる．検索結果は，動向の推移を示す折れ線グラフ (図 6 中 ②) と同時期アイテム検索の結果がタイムライン (図 6 中 ③) で表示される．折れ線グラフには，特徴的な動向変動の場所を一目で判断可能にするためのハイライトが表示されている．また同時期アイテム検索結果から任意のものを選択すると，検索対象の折れ線グラフの下部に選択した結果のグラフが表示される．

5. ユーザ観察

本章では，リデザインに基づき実装した I-Cose が CSE におけるユーザの情報探索行為を支援するものであるか検証することを目的とする．

5.1 実験手続き

実験協力者は，情報学部に所属する大学生，および大学院生 10 名 (男性 7 名，女性 3 名) である．実験デザインは前回と同様であるが，関連のあるものをできるだけ列挙させる課題ではなく，ランキング形式で 3 つまで列挙させるものとした．また長時間の実験による協力者の疲労を軽減するため，練習課題を行わずチュートリアル形式の操作説明のみで行うこととした．実験終了後のインタビューでは，検索クエリの入力に関する質問，折れ線グラフの部分に関する質問，タイムラインの部分に関する質問，システム全体に関する質問を行った．

5.2 実験結果と考察

検索クエリの入力に関する質問の中で,「キーワードの入力補助は役立ったか」,「意図する検索クエリを作成できたか」を尋ねる質問に対し，各々 9 名から肯定的な結果が得られた．後者のユーザの回答には「グラフで閲覧したいところをクエリとして作成できたから」,「操作が単純で，わかりやすかったから」といった言及が確認された．これらの結果から，キーワード＋パラメータ選択式によるクエリ入力は，コンテクスト検索を行うユーザの検索クエリ入力時の負担を軽減できることが示唆された．また,「折れ線グラフのプロットやハイライト部分に含まれる情報から動向に対する理解は深くなったか」を尋ねる質問に対しても同様の結果が得られた．回答には「詳細な情報を閲覧することができたから」,「折れ線グラフを比較することができたから」といったものが確認された.「このシステムは使いやすかったか」に対しては，8 名から肯定的な結果が得られ，折れ線グラフを比較したいという要求に対して応えることができた点が大きいという回答が確認された．これらのことから，ユーザは動向を把握する際，折れ線グラフ上の詳細な情報を閲覧するだけでなく，探索中に比較・分析行為を可能にすることが情報要求を満たすことに繋がると示唆された．

各実験協力者が I-Cose で使用した動向変動を指定するパラメータのうち，課題遂行中に複数回確認された変更パタンを表 1 に示す．この表は，検索対象の変更時を区切り (以下，タスク 1 からタスク 3 と記す) として，複数のタスクで確認された動向変動の変更パタン (e.g., “最大値” から “急上昇” への変更はタスク 1 と タスク 3 で確認された，など) を抽出し，その中でも最長一致するものを纏めている．表 1 の結果から，協力者 10 名中 6 名から動向変動を指定するパラメータの変更パタンが確認され，そのうち 5 名のパタンに動向が急激に変動した時期に注目して探索していることが確認された．また，表 2 に各タスクにおける協力者間で一致した動向変動の変更パタンを示す．変更パタンは全 10 種類 11 個のパタンが抽出され,「最大値-急上昇-最大値」の該当者が 4 名と最も多い．またタスク 1 では，急上昇が 7 パタン全てに含まれ，急降下が 7 パタン中 5 パタンに含まれている．タスク 2 はパタンが 1 種類のみであり急降下および急上昇が含まれ，タスク 3 では，急上昇が 3 パタン全てに含まれていた．このことから，動向を把握する際には急激な変化がある時期に特に注目することが示唆された．

6. おわりに

本稿では，動向情報探索時におけるユーザ行動のモデル化を行い，それに基づいて改善したインタフェースの提案とそれを用いたユーザ観察を行った．

観察結果から，I-Cose は，CSE 利用時のユーザの情報探索行為を支援することが示唆された．しかし，I-Cose に望む機能として「折れ線グラフを比較する際に不便なので，グラフの

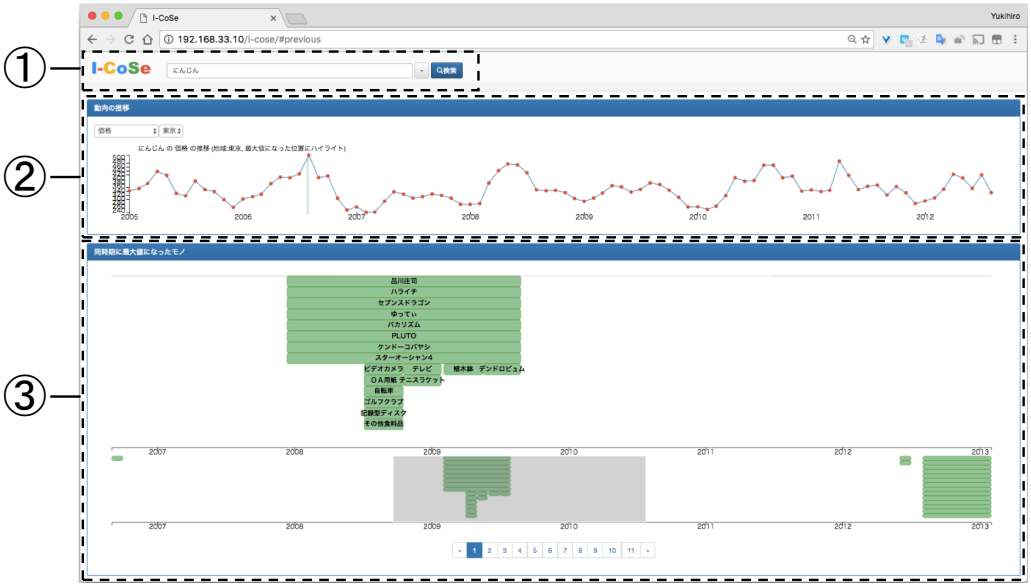

図 6: I-Cose の概観図

表 1: 協力者ごとの動向変動を指定するパラメータの変更パターンの一覧

協力者	パターン	出現回数
A	NaN	NaN
B	最大値-急上昇-急降下	2
	急上昇-急降下-最大値	2
C	最大値-急上昇	2
D	NaN	NaN
E	NaN	NaN
F	最大値-最小値	2
G	最大値-急上昇-山	2
H	急上昇-山-最大値	2
I	最大値-急上昇-急降下	3
	山-最大値-急上昇	2
J	NaN	NaN

表 2: 各タスクにおける協力者間で一致した動向変動の遷移パターンの一覧

タスク	パターン	該当協力者
1	最大値-急上昇-最大値	C, E, F, I
	最大値-急上昇-山	D, H, I
	最大値-急上昇-急降下	B, H
	最大値-急上昇-最大値-急降下	C, J
	急上昇-急降下-最大値	B, F
	急上昇-最大値-急降下	C, I
	急降下-急降下-山	G, J
2	山-急降下-急上昇	B, D
3	最大値-急上昇-山	C, F
	最大値-急上昇-急降下	B, I
	山-最大値-急上昇	F, I

時期は合わせてほしい」といった要望から，I-Cose で表示される折れ線グラフやタイムライン上の時間軸の粒度を一致させる必要性が示唆された．また「複数の動向変動の状態を指定したい」,「折れ線グラフ上で周期的ではない部分を調べたい」といった要望から，現在指定できる動向変動の状態や検索機能が不足している可能性が考えられる．さらに「似たカテゴリのもの (e.g., 野菜) は最初に表示してほしい」といった要望から，同時期アイテム検索の結果をカテゴリ化する必要性が示唆された．これらの問題のうち，今後は同時期アイテム検索結果のカテゴリ化を試み，検索対象にどのような傾向のものが影響関係にあるのか明らかにすることを目指す．

7. 謝辞

本研究の遂行にあたり，文部科学省科学研究費 (課題 番号：15H02780) の助成を受けた．記して謝意を表す．

参考文献

[高間 15] 高間康史, 加藤優, 桑折章吾, 石川博: 動向に関する問いを対象とした検索エンジンの提案, 人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 1, pp. 138-147 (2015).

[Moriyama 15] Yukihiro Moriyama, Mitsunori Matsushita, Yasufumi Takama: Visual User Interface to Supporting Information Seeking Behavior in Context Searching, 2015 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, pp. 77-82 (2015).

[Kato 11] Tsuneaki Kato, Mitsunori Matsushita, Hideo Joho: Overview of the VisEx task at NTCIR-9, Proceedings of the 9th NTCIR Workshop Meeting on Evaluation of Information Access Technologies: Information Retrieval, Question Answering and Cross-Lingual Information Access (2011).