

情報検索と情報分析における視線情報に基づく提示内容の有用性評価

Evaluating the utility of visualized content based on eye-gaze in information retrieval and analysis

東京工業大学情報理工学院情報工学系准教授 **藤井 敦**

1998年東京工業大学大学院博士課程修了。博士（工学）。自然言語処理、情報検索、Webマイニング、特許情報処理の研究に従事。

1 はじめに

利便性が高い情報検索や分析のシステムは、ユーザの入力に対して一方的に出力をして終了するのではなく、ユーザの反応をうかがいながら出力の最適化を試みる。具体的には、入力の修正、結果の閲覧時間、マウスによるクリックや「なぞり」の動作、目の動きといったユーザの挙動に基づいてパラメタ値や処理方法の見直しを行い、ユーザを所望の情報へ対話的に誘導する。中でも「目は口ほどに物を言う」や「目は心の鏡」という言い回しに象徴されるように、視線情報はユーザの顔色を伺う上で重要である。パソコンのディスプレイに標準搭載されたカメラで視線追跡が可能になる日はそう遠くない。そ

の日に備えて、視線情報をユーザからシステムに対するフィードバックとして利用する方法論や大量に蓄積された視線情報のログを活用するための方略を今のうちに練っておく必要がある。

筆者は、キーワードマップと呼ばれる分析結果の表現形式を対象として、視線情報に基づく評価手法を既に提案している。キーワードマップとは、分析対象のテキスト集合から抽出したキーワード集合を何らかの用途で可視化した図の総称である。具体的には、大きさ、色、形状、位置、連結などの属性に基づいてキーワード間の関係を表現した図である。図1にキーワードマップの例として、筆者が発表した英文論文の題目に含まれるキーワードの集合をタグクラウドの形式で可視化した。キーワードの

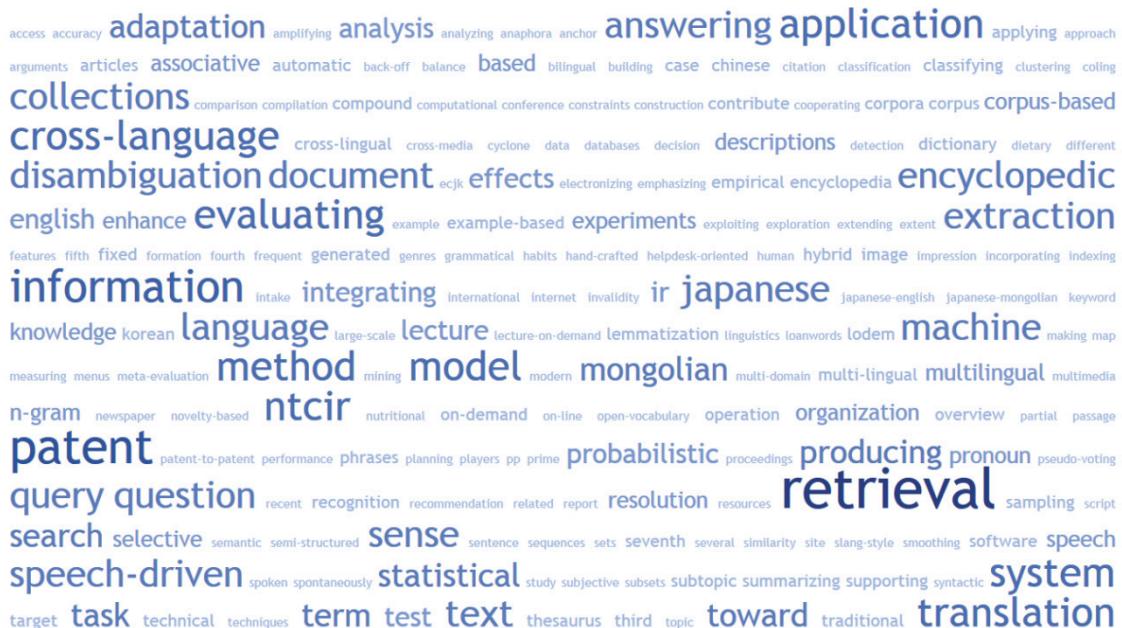


図1 タグクラウドの例

大きさが出現頻度を表しており、位置など他の属性に意味はない。図1より筆者の研究発表が information、patent、retrieval に関連していることが素早く分かる。

しかし、キーワードマップの品質を定量的に評価する手法が確立されていない。現状ではユーザによる判定に頼らざるを得ないため、労力や恣意性の点で問題がある。

折しも視線追跡技術が発展したことで、ユーザの視線情報に基づく情報処理技術の研究が盛んになりつつある。キーワードマップの品質によってユーザの視線に違いが出ると考え、視線情報を解析してキーワードマップの品質を自動的に評価する手法について探求している。

自動評価の方法論が確立されると、複数のキーワードマップから有用な物だけを選別して情報分析の効率を高めることが可能になる。また、キーワードの有効な並べ方に関する理論が発展し、コンピュータを用いて高品質のキーワードマップを自動的に作成することが可能になる。

本稿はさらに一步前進し、本評価手法を情報検索で取得されたテキスト情報に応用して、視線情報に基づいて検索結果の品質を自動評価することを試みる。

2 着想

複数のユーザに様々な品質のキーワードマップを見もらう実験を行い、その視線データを解析すればキーワードマップの品質に関係する特徴量を特定することが可能になると考えた。キーワードマップを作成するために、スポーツや地名のようなカテゴリごとにキーワードを種々の辞書から収集した。品質の異なるキーワードマップを作成するために、キーワードを無作為に配置した「低品質」のマップと、同じカテゴリに属するキーワードが近接するように配置した「高品質」のマップをそれぞれ複数作成した。キーワードの配置だけに焦点を当てるため、文字の大きさと色は全てのキーワードで共通とし、キーワードどうしは連結しなかった。

ユーザがキーワードマップを見る目的を明確にするために、画面に表示されたキーワードマップを見ながら簡単な質問に口頭で答えてもらった。具体的には、画面上のキーワード集合を同類にまとめた場合に、(1) いくつかのグループができますか、(2) 各グループに名前を付けて下さい、という二つの質問に答えてもらった。例

えば、「サッカー、野球、水泳」で構成されるグループには「スポーツ」や「競技」などの名称が付く。回答が終了したらキー入力によって次のキーワードマップを表示して作業を繰り返した。視線追跡装置を内蔵したディスプレイを使用して、ユーザの視線情報（ユーザが見たディスプレイ上の座標と時刻に関する系列データ）を収集した。

その結果として一つの知見が得られた。具体的には、複数のユーザが同一のキーワードマップを見た時の視線を比較すると、低品質のキーワードマップではユーザによる視線の差異が比較的小さいことが分かった。図2と3は、それぞれ低品質および高品質のキーワードマップにおける二人の視線を並べている。なお、キーワードの色は説明の都合上あとから追加した。図2と3のような違いが生じる要因として、低品質のキーワードマップではキーワードの配置に意味がないため誰が見ても端から順番に走査するような視線に近くなり、個人差が小さくなる。それに対して、高品質のキーワードマップでは見方に関する個人差が大きくなると予想している。

3 キーワードマップの評価手法

キーワードマップの見方に関する個人差を数値化することができれば、その値が大きいほど当該キーワードマップの品質が高いと判定することができる。現在、以下に示す三種類の特徴量を用いて視線情報をベクトルで表現し、複数の視線情報に関する類似度を「対応するベクトルがなす角のコサイン」で計算している。

- ・ 注視点間の距離

近接するキーワードを慎重に読み進めるほど値が小さくなる。図3ではAの方がBに比べて値の大きい部分が多い。

- ・ 3注視点の角度

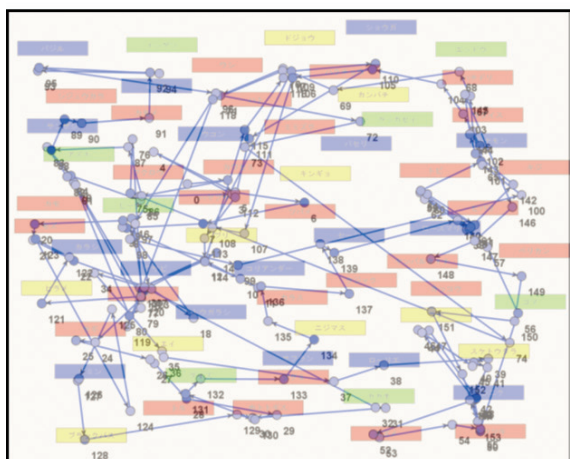
視線が同じ場所を何度も往復するほど視線が鋭角を描き、値が小さくなる。

- ・ 注視点の密度

キーワードマップ中の各領域における注視の度合いを表す値である。図3ではAとBで注視している領域が顕著に異なる。

図3と比べると、図2ではいずれの特徴量もAとBによる値の差があまりないため、コサインに基づく類似

ユーザA



ユーザB

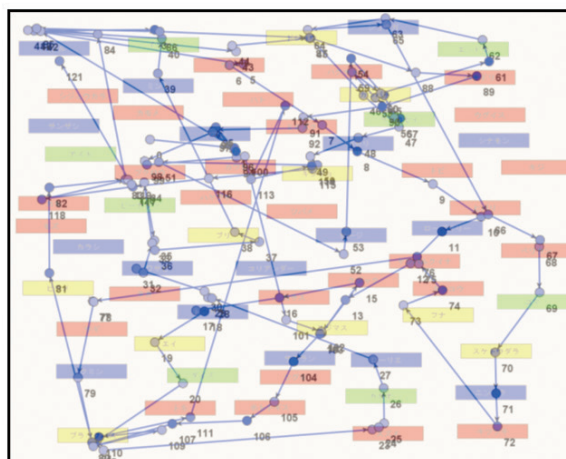
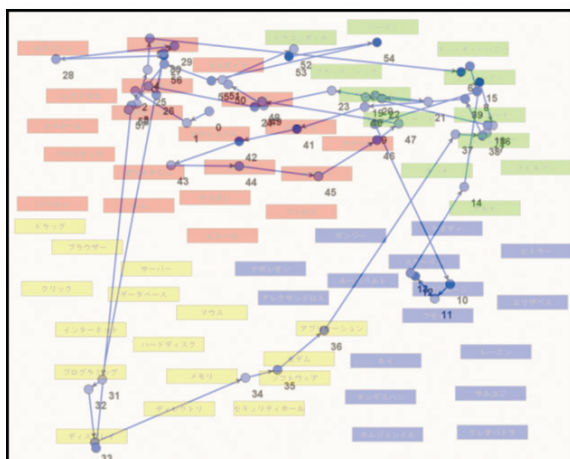


図2 キーワードが無作為に配置されたキーワードマップにおける視線情報

ユーザA



ユーザB

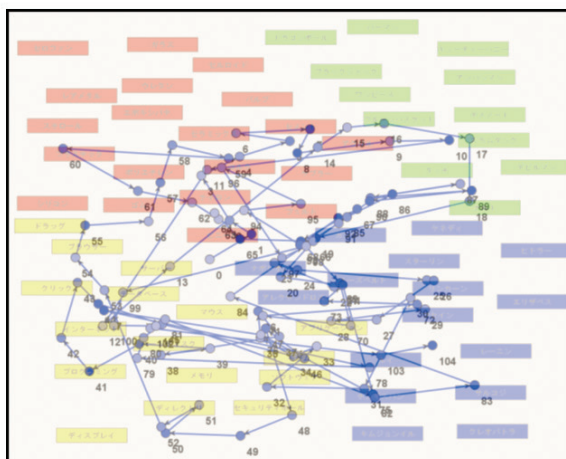


図3 同類のキーワードが近接するキーワードマップにおける視線情報

度が大きくなる。以上の考えに基づくキーワードマップ評価手法の概要を図4に示す。

本評価手法の有効性を評価するために、キーワードマップ二枚の相対評価を行った。具体的には、高品質と低品質のキーワードマップ各一枚を対にして入力し、プログラムにどちらが高品質のキーワードマップであるかを予測させた。キーワードマップの対を複数用意して正解率を評価した。条件を変更しながら実験を繰り返したところ、品質予測の正解率は70～80%台であった。複数ユーザの視線（アイズ）を「合図」としてキーワードマップの品質を大雑把に自動分類できる見込みを得ることができた。

4 情報検索への応用

キーワードマップの評価手法における原理は「提示された情報が分かりにくいほど、ユーザ間の視線に関する個人差は小さくなる」という考え方であった。

これを情報検索に応用するためには、検索結果の「分かりやすさ」とは何かを決める必要がある。本研究では、適合性判定の分かりやすさと定義した。すなわち、提示された文書がユーザの情報要求に適合するか否かを判定する作業の難易度に着目した。ここで一つの仮説として、提示された文書が「適合」と「不適合」という両極のどちらであるかは判定の難易度が低いのにに対して、部分的に適合である文書は適合と不適合の間に位置するため判定

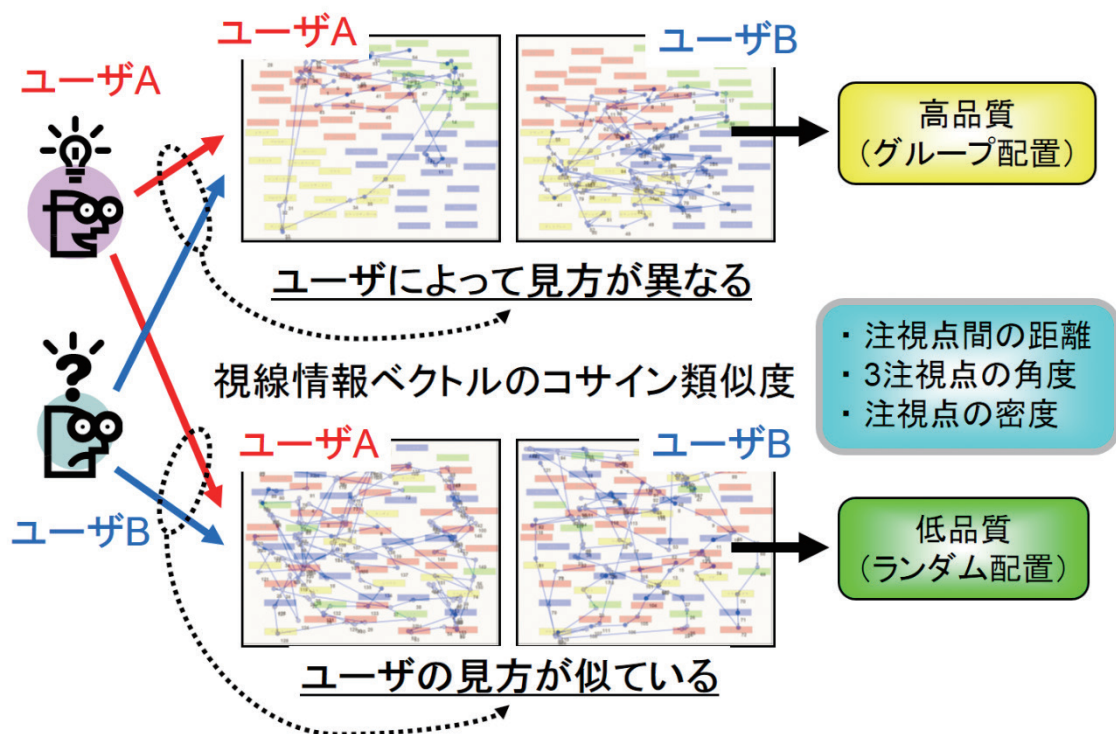


図4 キーワードマップ評価手法の概要

の難度が高いと考えた。ただし、検索された文書の大半は不適合であり、ユーザが入力したキーワードの有無によって適合よりも容易に判定ができると考えた。

すなわち、判定対象の文書集合を「それを閱讀した複数ユーザ」の視線に関する類似度の小さい順に並べると、不適合、適合、部分適合の順に並び傾向にあるということである。ウェブ検索用のテストコレクションを用いた予備実験の結果は、本判定手法の妥当性を指示することが分かった。

5 おわりに

テキスト情報の検索と分析を対象としてシステム出力の有用性を評価する手法を提案した。山積する課題を地道に解決しながら、実用的な技術の実現を目指している。