

# ユーザ間の関係可視化による コミュニケーション支援システムの提案

## Proposal of Communication Support System by Visualizing Inter-user Relationship

鈴木友也<sup>1\*</sup>                      上村春貴<sup>2</sup>                      高間康史<sup>1</sup>  
Yuya Suzuki<sup>1</sup>                      Haruki Kamimura<sup>2</sup>                      Yasufumi Takama<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京大学院システムデザイン研究科

<sup>1</sup> Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

<sup>2</sup> 首都大学東京システムデザイン学部

<sup>2</sup> Faculty of System Design, Tokyo Metropolitan University

**Abstract:** 本稿では、複数ユーザ間の関係を可視化するコミュニケーション支援システムを提案する。文書の共同執筆や企画立案などの共同作業では、他者との考えの共通・相違を認識し、全体の方針を決定するプロセスが必要となる。提案システムではこの作業を共同作業のためのコミュニケーションとして捉え、キーワードベースでユーザ間の関係を可視化することで支援する。配置の主体となるユーザをインタラクティブに変更可能とすることで、多様な視点からの検討を可能とする。

## 1 はじめに

本稿では、複数ユーザ間の関係を可視化するコミュニケーション支援システムを提案し、データ可視化のための JavaScript ライブラリである D3.js<sup>1</sup> を用いて実装したプロトタイプシステムを用いて行った予備実験結果を示す。

研究やビジネスにおいて、文書の共同執筆や企画立案などの共同作業を行うことが多い。また、共同作業を行う際、会議やディスカッションによるグループでのコミュニケーションにて、全体の方針を決定することも一般的である。角ら [1] は、コミュニケーションをとる目的として、以下の二点を挙げている。

1. 伝え手の心の中にある知覚・感情・思考を、過不足なく正確に受け手に伝達する。
2. 他人とのコミュニケーションをとることにより、それまではもやもやとしていたアイデアが明確に認識されたり、心の中に新たな発想が生じるといった効果を期待する。

また、ディスカッションによるコミュニケーションの際に直面する問題として、ディスカッションへの参加者の背景知識が似通っていたり、ディスカッション

の文脈に捕らわれ過ぎることが原因で、参加者の視野が狭まり、アイデアが枯渇すること、ディスカッションの全体的な構造を把握していないがために、過去の議論を無視した発言がなされたり、同じ話題が繰り返されることがあることが挙げられている [2]。そこで、ディスカッションなどのコミュニケーションの場面において、他者との考えの共通・相違を認識し、全体の方針を決定するプロセスが必要と考える。

そこで本稿では、キーワードベースでユーザ間の関係を可視化し、多様な視点からの検討を行うことができる、コミュニケーション支援システムを提案する。提案するコミュニケーション支援システムは、各ユーザに関するメインキーワードと、それに付随する関連語をノードとして、各ノードをリンクするネットワーク形式で表示する。各ユーザのキーワード空間は、表示・非表示を選択することが可能である。複数のユーザのキーワード空間を表示する場合、ノードは各ユーザ毎に色分けされ表示される。また、本システムではメインユーザを指定することで、そのユーザのキーワードを中心として関係性を可視化することが可能である。これにより、多様な視点からの検討が可能となる。さらに、ノードとエッジの追加・削除、キーワードの役割や表示位置をインタラクティブに変更することができる。単に眺めるだけでなく、これらの編集作業を通じたコミュニケーションの支援効果も期待できる。

本稿では、提案システムの可視化方法やインタラクティブについて述べると共に、構築したプロトタイプ

\*連絡先： 首都大学東京大学院 システムデザイン研究科  
〒 191-0065 東京都日野市旭ヶ丘 6-6  
E-mail: suzuki-yuyal@ed.tmu.ac.jp

<sup>1</sup><http://d3js.org>

システムを用いて行った予備実験結果について示す。

## 2 関連研究

### 2.1 人物間の関係可視化

近年、人のつながりや社会性が情報技術分野でも注目されており、社会ネットワーク分析と情報技術をつなぐ様々な研究が行われている [3]。その中でも Web 上の情報を用いて人物間の関係可視化を提案している研究が多い。

松尾ら [4] は、Web 上の情報のみを用いて特定のコミュニティの人間関係を抽出する手法を提案している。提案手法では、人工知能学会のコミュニティを対象に、検索エンジンを利用して特定の 2 人の人物に関する文書を検索し、その内容やヒット件数から 2 人の関係の強さや関係の種類を判断する。2 人の関係の強さには Simpson 係数を用いている。関係の種類は、「共著関係」、「同研究室関係」、「同プロジェクト関係」、「同発表関係」の 4 種類としている。関係の種類を抽出するために 2 人の名前を AND 検索し、上位 5 ページを取得する。その 5 ページから、著者らが定めた 6 つの属性を抽出し、その属性の値から判別ルールによって関係を決定する。この方法により、適合率・再現率ともに高い値で著者関係を抽出可能であることを示している。

寺川ら [5] は、実社会のコミュニティと比較すると、ソーシャルメディアのコミュニティは、ユーザ間の相互関係などの潜在的な要素の把握が難しいと考え、ユーザの性格診断に基づき、ユーザ間の潜在的な関係を可視化する手法を提案している。

金ら [3] は、従来の人間関係ネットワークでは弱いとされていた人物間の関係であっても、相対的に強い関係にある人々を見つける方法を提案している。提案手法では、絶対的ルールと相対的ルールを組み合わせネットワークを抽出している。絶対的ルールでは、共起の値が一定の閾値以上になるノードをエッジで繋ぐ。相対的ルールでは、絶対的ルールで繋がらない様なネットワーク全体では共起が低い人物関係でも、各ノードから見て共起が高い場合は  $M$  人までエッジを繋ぐ。

人物間の関係可視化では、Web 上の情報を用いて人物間の関係可視化するシステムの研究が多いが、本稿では、グループ活動における人物間の関係を可視化することを目的とする点で異なる。

### 2.2 共同作業におけるコミュニケーション支援

コンピュータによる共同作業支援は CSCW(Computer Supported Cooperative Work) と呼ばれ、数多くの研

究がなされている。

由井ら [6] は、共同作業における発想支援を目的とした KJ 法支援システムである KUSANAGI を提案している。KJ 法は、1960 年代後半頃より日本国内で普及し始めた会議技法であり、意見出し、グループ編成、グループ関係の図解化、文章化の 4 段階の作業に分けられる。KUSANAGI は意見出しやグループ編成の作業などを、複数台の計算機とモニタを用いて行うことができる。

小宮ら [7] は、複数人がイメージを共有して創作を行う形態の共同作業を「共創型共同作業」と呼び、ユーザの持つ作品イメージを可視化することで、複数ユーザ間でのイメージ共有を支援するシステムである MochiFlash を提案している。MochiFlash では、ユーザが特定の作業に対して持っているイメージを言葉や画像などで表したものを「イメージマップ」と呼び、このイメージマップを 2 次元空間上に配置し、各イメージマップのリンク化・グループ化を行うことができる。このシステムを用いることにより、ユーザが持つイメージを外在化し、複数ユーザ間での差異を明確にすることや、イメージの変遷を明確に捉えることができるとしている。

渡辺ら [8] は、共同作業の場では共有したい情報としたくない情報があると、共同作業領域と個人作業領域を同時に確保したテーブル型のグループウェアシステムを提案している。提案しているグループウェアシステムは、個人作業用のディスプレイの上に、透過性のディスプレイを重ね、これを共同作業領域としている。渡辺らは、作業領域を 2 重化することによる利点として、下記の 3 点を挙げている。

1. 共同作業領域を、テーブル上面の最大領域まで広げられる
2. 個人作業領域にソフトウェアキーボードなどの個人ツールを表示することで、共同作業領域を遮ることなく作業できる
3. 個人作業領域に共同作業領域の操作面を用意することで、共同作業領域の任意の点を遠隔操作できる

白井ら [9] は、複数タブレットを用いた複数人でのデータ分析作業を支援するシステムを提案している。提案システムでは、タブレット上に 1 つのビューを表示し、他のタブレットと共通のビュー・異なるビューを見ることができる。また、各タブレットの画面を連動させ、ビューに操作を加えた場合、他のタブレットにも反映させることで、他者がどのような点に着目したのかを把握することを可能にしている。

### 3 提案するコミュニケーション支援システム

#### 3.1 システム構成

推薦システムは、会議などのコミュニケーションの場面での利用を対象とし、Webアプリケーションとして構築する。

提案するコミュニケーション支援システムのシステム構成を図1に示す。提案システムは、各ユーザのキーワードなどの情報を格納するRDBおよび、RDBからキーワードなどの情報を取り出し可視化するアプリケーションサーバから構成される。提案システムは用途を限定せず様々に利用できることを想定して構築している。そのため、初期メインキーワード・関連語は、ユーザが自ら選んだワードをRDBに登録する方法と、キーワード・関連語抽出モジュールを用い、抽出結果をRDBに登録する方法の2種類を想定している。ユーザはWebブラウザを通じて可視化されたキーワードの閲覧・操作を行う。また、ユーザが操作した結果・ログはRDBに登録される。

実装に関して、RDBにはPostgreSQL<sup>2</sup>を、WebアプリケーションフレームワークにはRuby on Rails<sup>3</sup>を用いた。RDBは、KeywordTBL・UserTBL・Relation・Owner・Logの5つのテーブルからなる。KeywordTBLテーブルとUserTBLテーブルには、それぞれキーワードとユーザを登録する。Relationテーブルには、リンクする2つのキーワードとその関連度を保持する。また、キーワード間の関係はユーザ毎に与えられるため、対応ユーザのIDもこのテーブルに保持する。Ownerテーブルには、キーワード毎に対応ユーザのIDおよび役割(メインキーワード/関連語)を登録する。また、Ownerテーブルにはキーワードの操作結果も登録する。Logテーブルには、ログ解析のためのユーザ操作ログを登録する。

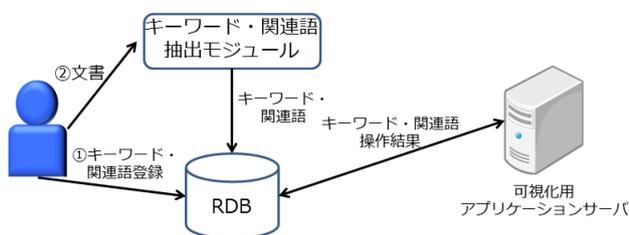


図1: システム構成図

#### 3.2 キーワード・関連語登録

3.1節でも述べた通り、RDBへのキーワード登録には以下の2パターンを想定する。

1. ユーザが直接RDBに登録
2. キーワード・関連語抽出モジュールを用い、抽出結果をRDBに登録

パターン2のキーワード・関連語抽出には、メインとなるキーワードとその関連語に分類してキーワード抽出を行う既存手法が利用可能である。KeyGraph [10]は、文書の主張内容を表すキーワードの抽出を行う手法であり、「土台の形成」「屋根の形成」「キーワードの抽出」の3フェーズからなる。土台の形成では、文書中の単語を出現回数でソート後、上位M語を抽出し、文書から生成した共起グラフを用いて共起度の高い語をリンクし土台とする。屋根の形成では、土台から文書の主張を表す語を屋根として取り出す。キーワード抽出では、屋根の語と土台の語のリンクの強さでソート後、上位12語をキーワードとして抽出している。

展望台システム [11]では、文書から重要文を抽出して要約を生成するために、文章からの特徴キーワード・周辺キーワードを抽出する手法を提案している。文章から形態素解析器(Chasen<sup>4</sup>)によって名詞・動詞・形容詞をキーワード候補として抽出した後、文章中での出現頻度に基づき、周辺キーワードを最大20語取得する。周辺キーワードと同時に出現しやすい単語を中心キーワードとして最大5語抽出する。特徴キーワードは、中心キーワードと同時にしか出現しない単語としている。

岡田ら [12]は、ウェブ上のデータからキーワードを自動的に抽出する手法を提案している。提案手法では、ウェブ上のテキストデータをパラグラフ単位に分割し、各パラグラフ内で出現頻度の高い単語をキーワード候補とする。次に、話題の転換部を探して話題ごとのキーワード候補を得た後、文書を単位としたIDF(Inverse Document Frequency)と話題を単位としたIDFを用いて全体のキーワードと話題のキーワードを抽出する。

キーワード・関連語抽出モジュールにこれらのアルゴリズムなどを採用することで、ユーザが持つ文書からメインキーワード・関連語を抽出し、RDBへ登録する。

#### 3.3 インタフェース・機能

図2に構築したコミュニケーション支援システムのインタフェースを示す。システムはキーワード表示部とキーワード操作部からなる。

<sup>2</sup><http://www.postgresql.org>

<sup>3</sup><http://rubyonrails.org>

<sup>4</sup><http://chasen.naist.jp>

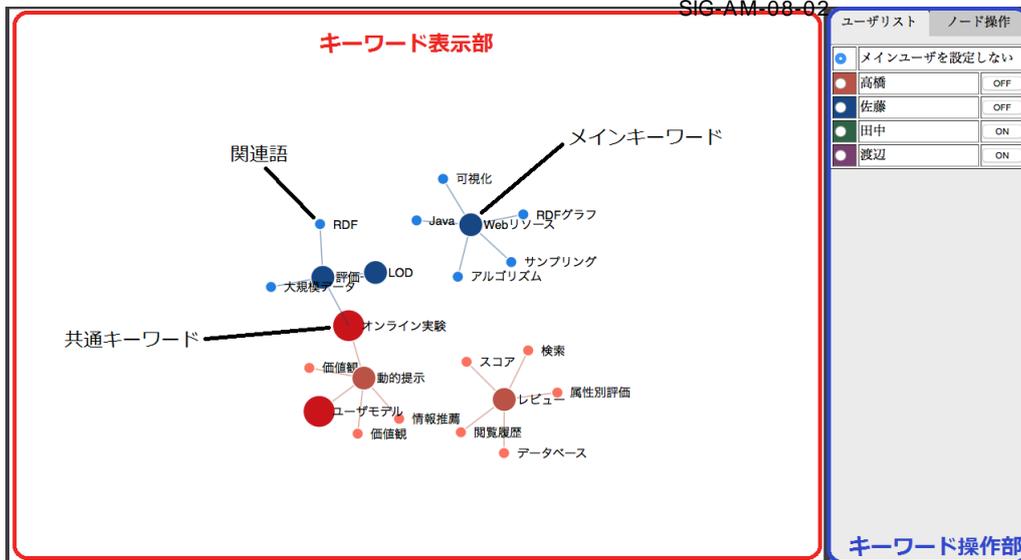


図 2: コミュニケーション支援システムのインターフェース

キーワード表示部では、選択した複数ユーザのキーワードをノードとしたネットワークを表示する。ノードは、各ユーザに割り当てられた色で表示される。各ユーザのメインキーワードとなるノードは大きく表示される。各ユーザについて、メインキーワードと関連語はリンクで接続されるためユーザ毎にいくつかのサブネットワークを構成するが、ユーザ間で共通するキーワードが存在する場合にはサブネットワークが接続される。他のユーザとの共通のキーワードは赤色の大きなノードとして表示される。キーワードの表示方法は D3.js の視覚化コンポーネントのひとつである Force-Directed Graph を用いる。

コミュニケーションには、各話題の中心となる人物がいると考える。そこで提案システムでは、話題の中心となる人物にあたるメインユーザを設定する機能を備える。メインユーザを指定することにより、コミュニケーションにおける話題の中心が把握しやすくなる

と考える。  
 キーワード操作部は、ユーザリストタブとノード操作タブからなる。ユーザリストタブは各ユーザのキーワードの表示・非表示の選択、メインユーザの設定を行う。ノード操作タブのインターフェースを図 3 に示す。ノード操作タブでは、ユーザリストタブで選択されたメインユーザに関する操作やノード・エッジに関する操作を行う。ノード操作タブで閲覧できる情報は以下の 2 つである。

1. 現在のメインユーザ
2. 選択したノードの情報

また、行える操作は以下の 4 つである。

1. メインユーザにノード追加
2. ノードの役割変更

3. ノード削除
4. メインユーザのノードと他ユーザのノード間のエッジ追加

キーワード表示部の任意のノードをダブルクリックすることで「選択したノードの情報」にノードの所有者・キーワード・役割が表示される。また、「このキーワードを追跡する」のチェックボックスを On にすると、選択中のメインユーザにとって重要な単語と判断される。メインユーザのサブネットワークに、他ユーザのノードの追加や、任意のノードの役割の変更・削除を行える。また、選択したメインユーザの任意のノードと他のノード間にリンクを追加することができる。このように、表示するユーザの選択や、メインユーザを変えノードやリンクを操作することによって、多様な視点から検討・分析が行える。

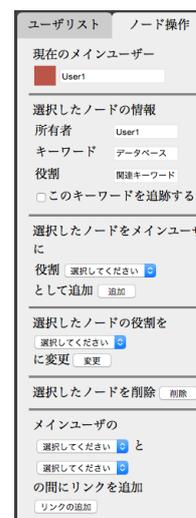


図 3: ノード操作タブのインターフェース

## 4 コミュニケーション支援に関する 予備実験

### 4.1 実験概要

3.1 節でも述べた通り、提案システムは、会議などのコミュニケーションの場面での利用を想定しているため、複数人で実験を行った。

本実験では、同じ研究室に所属する 20 代の工学系大学院生 4 名に、研究室の研究内容を説明するポスターを協力して作成する前の打ち合わせに、提案システムを利用してもらった。4 名の実験協力者には、事前に自身の研究内容を表すメインキーワード 2 語と、各メインキーワードに関係する関連語を 5 語ずつ選んでもらい、直接 RDB に登録した。実験協力者 4 名が選んだメインキーワードと関連語を表 1 に示す。ユーザ間で共通するキーワードは、価値観とビッグデータの 2 語であった。実験前に提案システムの使用方法を説明し、実験時間を 1 時間程度と定め、システムを利用してもらった。実験後に、実験協力者にアンケートに回答してもらった。

表 1: 各実験協力者が選んだメインキーワード・関連語

実験協力者	メインキーワード	関連語
協力者 1	レビュー	閲覧履歴
		スコア
		データベース
		属性別評価
		動的提示
	情報推薦	価値観
		ユーザモデル
		オンライン実験
		ホテル
		アンケート
協力者 2	クラスタリング	分類
		ビッグデータ
		データマイニング
	ツリーマップ	階層
		集合
		表示
		木構造
		長方形
		色
		大きさ
協力者 3	LOD	Web of Data
		ビッグデータ
		RDF
		Web リソース
		探索的 LOD 分析
	可視化	可視化システム
		サンプリング
		RDF グラフ
		データ構造
		ネットワークグラフ
協力者 4	推薦システム	アイテムモデリング
		データ分析
		映画
		ユーザレビュー
		推薦理由
	価値観	ユーザレビュー
		属性
		極性一致
		評価一致
		相関ルール

### 4.2 実験結果

図 4 に実験終了時のネットワーク配置を、図 5 に完成したポスターを示す。2 つの図を比較すると、図 4 の赤枠・青枠内のネットワークと図 5 の赤枠・青枠の内容がそれぞれ同じ色の枠同士で対応していることがわかる。また、アンケートにて、共通した部分のキーワードが可視化されていることで、ポスターの概要を決めるのに参考になったとの回答を得た。これは、実験中に提案システムのキーワード表示部をポスターとして見立て、キーワードの繋がりを見ながら議論を行っていたためであると考えられる。

また、実験協力者によるアンケートでの評価では、4 名中 3 名が提案システムはポスター制作に役立ったと回答していた。役立った理由として、互いに関連しているキーワードを発見することができ、ポスターの全体像をまず決めてから個別の話題に入ることができたとしている。また、役立たなかった理由として、他者の特徴的なキーワードと自分のキーワードを比較できる点は良いが、口頭やメモで十分補えるとしている。

提案システムの UI の問題点として、ノードやエッジの操作後、ブラウザを更新しなければいけない点、Force-Directed Graph を用いたため、ノードの移動に慣性が残りすぎ、動作が遅く感じる点などが挙げられた。追加してほしい機能としては、文字やノードの大きさの変更、初期状態では存在しないキーワードの追加などが挙げられた。UI の問題点、追加してほしい機能は、今後提案システムの改良の際に考慮する予定である。

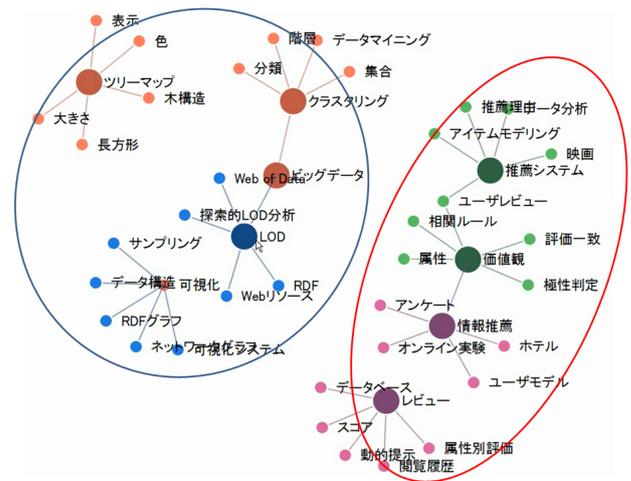


図 4: 実験終了時のネットワーク配置



図 5: 完成したポスター

## 5 まとめ

本稿では、複数ユーザ間の関係を可視化するコミュニケーション支援システムを提案し、提案システムの可視化方法やインタラクションについて述べると共に、構築したプロトタイプシステムを用いて行った予備実験結果について示した。

提案システムは、各ユーザに関するメインキーワードと、それに付随する関連語をノードとして、各ノードをリンクするネットワーク形式で表示する。また、ノードとエッジの追加・削除、キーワードの役割や表示位置をインタラクティブに変更することができる。提案システムを用いて、複数人によるポスターの協調作成に関する予備実験を行った結果、提案システムに表示されるネットワークをポスターのレイアウトと見立てることで、ポスター作成に有効なコミュニケーションが行われたことを示した。

今後は、UIの改善、文字やノードの大きさの変更・初期状態では存在しないキーワードの追加などの機能追加、追跡ワード・削除ワードの活用をすることで、更にコミュニケーションを支援できるシステムの構築を目指す。

## 参考文献

- [1] 角 康之, 小川 竜太, 堀 浩一, 大須賀 節雄, 間瀬 健二: 思考空間の可視化によるコミュニケーション支援手法, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.79, No.2, pp.251-260 (1996)
- [2] 角 康之, 西本 一志, 間瀬 健二: グループディスカッションにおける話題空間の可視化と発言エージェント, 情報処理学会研究報告. 情報学基礎研究会報告, Vol.96, No.88, pp.103-108 (1996)
- [3] 金 英子, 松尾 豊, 石塚 満: Web 上の情報を用いた弱い社会的関係のネットワーク抽出手法 (データマイニング), 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.91, No.3, pp.709-722 (2008)
- [4] 松尾 豊, 友部 博教, 橋田 浩一, 中島 秀之, 石塚 満: Web 上の情報からの人間関係ネットワークの抽出, 人工知能学会論文誌, Vol.20, No.1, pp.46-56 (2005)
- [5] 寺川 晃司, 浦 正広, 中 貴俊, 山田 雅之, 遠藤 守, 宮崎 慎也: ソーシャルメディアにおけるユーザ間の潜在的関係の可視化手法の提案, 情報処理学会研究報告. EC, Vol.2011, No.14, pp.1-2 (2011)
- [6] 由井 隆也, 宗森 純, 重信 智宏: 大画面共同作業インタフェースを持つ発想支援グループウェア KUSANAGI が数百データのグループ化作業に及ぼす効果, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.7, pp.2574-2588 (2008)
- [7] 小宮 香織, 関口 佳恵, 庄司 裕子, 加藤 俊一: 共創型共同作業のための合意形成支援システム:MochiFlash, 感性工学研究論文集, Vol.7, No.4, pp.675-684 (2008)
- [8] 渡辺 亮太, 松浦 吉祐, 郷 健太郎: 共同作業領域と個人作業領域を同時に確保したテーブル型グループウェア, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.7, No.4, pp.4-415"-4-416" (2008)
- [9] 白井 智子, 萬成 亮太, 三末 和男, 田中 二郎: 複数タレットを用いた共同分析作業のための視覚的表現および操作の検討, 情報処理学会研究報告. HCI, Vol.2013, No.15, pp.1-8 (2013)
- [10] 大澤 幸生, ベンソン ネルス E, 谷内田 正彦: KeyGraph: 語の共起グラフの分割・統合によるキーワード抽出, 電子情報通信学会論文誌. D-I, Vol.82, No.2, pp.391-400 (1999)
- [11] 砂山 渡, 谷内田 正彦: 文章要約のための特徴キーワードの発見による重要文抽出法: 展望台システム, 情報処理学会研究報告. 自然言語処理研究会報告, Vol.2000, No.11, pp.103-110 (2000)
- [12] 岡田 真, 浜田 浩史, 宝珍 輝尚: マルチメディアデータの効率的検索のためのキーワード自動抽出手法 (検索とキーワード・概念抽出), 情報処理学会研究報告. 自然言語処理研究会報告, Vol.2005, No.94, pp.73-78 (2005)