

経営哲学に関するテキストにおける 検索結果の多様性を考慮した検索システム

東雲 陽美 (立命館大学 情報理工学研究科)

青山 敦 (立命館大学 テクノロジー・マネジメント研究科)

前田 亮 (立命館大学 情報理工学部)

概要: 本論文では、稲盛和夫氏の経営哲学に関するテキストを用いて、検索結果の多様性を考慮した検索システムを構築するための手法を提案する。検索システムが経営に関する悩みのクエリに適合するテキストを検索結果として出力することにより、ユーザの悩みの解決を支援することを目指す。ただし、検索結果の内容が類似していると、ユーザは繰り返し同じような情報を確認することになる。そのため、Latent Dirichlet Allocation (LDA) を用いて検索結果の多様性を考慮する。

キーワード: 情報検索, 多様性, トピックモデル, 経営哲学

Search result diversification using documents of management philosophy

Harumi Shinonome (Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University)

Atsushi Aoyama (Graduate School of Technology Management, Ritsumeikan University)

Akira Maeda (College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University)

Abstract: We propose an information retrieval system that considers the search result diversification using documents of Dr. Kazuo Inamori regarding management philosophy. This system aims to help solving a management problem of a user by returning search results that match the query about the problem. However, if the search results are similar, the user will repeatedly get similar information. Therefore, this system adopts the search result diversification using Latent Dirichlet Allocation (LDA).

Keywords: Information Retrieval, Search Result Diversification, Topic Modeling, Management Philosophy

1. まえがき

経営哲学とは、経営者が持つ哲学のことである。京セラ株式会社の創業などを行なった稲盛和夫氏は、経営哲学に関する勉強会である盛和塾を開催し、これまで多くの経営者が経営哲学について学んでいる。

本論文では、稲盛氏の経営哲学に関する講演録や書籍などのテキストを用いて検索システムを構築する手法を提案する。本システムの対象となるユーザは、経営に関する悩みを持つ人である。ユーザによって入力される経営に関する悩みのクエリに適合する、経営哲学に関するテキストをユーザに提示することにより、ユーザの悩みの解決を支援することが本研究の目的である。

また、本システムはクエリに対して、複数件のテキストを検索結果として出力する。それぞれの検索結果が類似した内容の場合、ユーザは繰り返し同じような情報を確認することになる。そのため、検索結果の多様性を考慮したランキングを行うことを目指す。

2. 関連研究

Carbonell ら[1]は、Maximal Marginal Relevance (MMR) と呼ばれる、多様性を考慮した検索結果のランキングを行うための手法を提案している。この研究の手法では、クエリとの関連性と、検索結果としてすでに選択されている文書との非類似性が高い文書を検索結果として選択することで、検索結果のランキングを行う。Santos ら[2]は、クエリからさまざまな側面のサブクエリを生成し、このサブクエリを考慮して検索結果をランキングする、xQuAD と呼ばれる手法を提案している。本研究の提案手法では、Latent Dirichlet Allocation (LDA) に基づく手法を用いており、これらの関連研究と異なる。

齋藤ら[3]は、LDA を用いて検索結果の多様性を考慮した E コマースにおける商品の検索手法を提案している。LDA を用いた手法を提案している点は、本研究と共通する。一方で、クエリごとに LDA のモデルを生成する点や MMR によって決定したトピックの順序に沿って検索結果のランキングを行う点が本研究と異なる。

三品ら[4]は、稲盛氏のテキストを用いて質問応答システムを構築する手法を提案している。本研究では、検索結果の多様性を考慮した検索システムの構築を目指す。

3. テキストとその前処理

合計 329 件の稲盛氏の経営哲学に関するテキストデータをを用いる。そのうち、書籍は 36 件、講演録は 117 件、機関誌は 176 件である。

各テキストには、仕事に対する心構え、会計学、従業員とのコミュニケーションなどの経営に関する内容に、哲学を交えた内容が書かれている。また、稲盛氏が影響を受けた西郷南洲に関する内容なども含まれている。それぞれのテキストには、話題ごとにタイトルが付与されている文のまとまりが存在する。本論文では、このまとまりをセクションと呼ぶ。セクション集合の各セクションに対して、以下の前処理を行う。

- セクションのタイトルを取り除き、本文のみを使用する。
- 質問や質問に対する回答が書かれている対話形式のセクションは、セクション集合から取り除く。具体的には、インタビューや質疑応答などの内容が書かれているセクションである。理由は、これらのセクションには本研究の目的である経営者の悩みを解決する情報が含まれていないことが多いためである。
- 各テキストの先頭と末尾にあるセクションは、セクション集合から取り除く。理由は、書籍についての説明や講演前後の挨拶などの情報が多いためである。

前処理後のセクション集合の内訳を表 3.1 に示す。平均文字数は、小数第一位で四捨五入した値を示している。提案手法では、合計 5,029 件のセクションを対象に検索を行う。

表 3.1 セクション集合の内訳

	件数	文字数	平均文字数
書籍	2,162	2,752,183	1,273
講演録	966	1,608,005	1,665
機関誌	1,901	2,475,347	1,302
全体	5,029	6,835,535	1,359

4. 提案手法

多様性を考慮した検索結果を出力するために、LDA を用いた検索手法を提案する。LDA とは、トピックモデルの一つであり、Blei ら[5]が提案した。トピックモデルとは、文書が複数のトピックを持つと仮定し、文書が生成される過程をモデル化した確率モデルである。提案手法の詳細について、以下の各節で述べる。

4.1. 単語の抽出方法

テキストから単語を抽出する方法について述べる。まず、単語を抽出する対象となるテキストに対して、形態素解析を行う。その後、形態素解析結果の中で、品詞が名詞、動詞、副詞、形容詞

である形態素の原形を単語として抽出する。形態素解析器は IPA 辞書を使用した MeCab¹を用いる。

次に、セクション集合の全てのセクションに含まれる単語の出現頻度を集計し、出現頻度の高い上位 10 件の単語を取り除く。

次に、SlothLib²で提供されている日本語のストップワードの辞書を用いて、ストップワードを取り除く。

4.2. セクションに対する処理

図 4.1 にセクション集合に含まれる各セクションに対する処理の概要を示す。

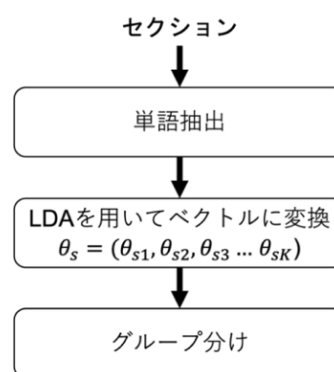


図 4.1 セクションに対する処理の概要

まず、4.1節で述べた単語の抽出方法で、セクション集合の中の各セクションに含まれる単語を抽出する。

その後、LDA を用いてセクションに各トピックが割り当てられる確率を得る。LDA のトピック数を K とおくと、各セクションは以下に示すような K 次元のベクトルに変換される。

$$\theta_s = (\theta_{s1}, \theta_{s2}, \theta_{s3} \dots \theta_{sK})$$

次に、ベクトルの中の要素の値が最大となるトピックが同じであるセクション同士をグループ化する。ベクトルの中に最大値となる要素が複数ある場合は、該当する全てのグループにセクションが属するようにする。ここで作成したトピックごとのグループは、4.4節で述べる検索の処理で用いる。

LDA の学習には、セクション集合の各セクションに含まれる単語の出現頻度を使用する。

¹ <http://taku910.github.io/mecab/>

² <http://svn.sourceforge.jp/svnroot/slothlib/CSharp/Version1/SlothLib/NLP/Filter/StopWord/word/Japanese.txt>

4.3. クエリに対する処理

図 4.2 にクエリに対する処理の概要を示す。

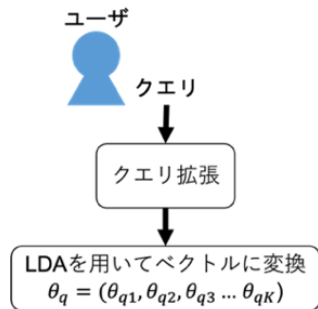


図 4.2 クエリに対する処理の概要

まず、4.1.節で述べた単語の抽出方法で、ユーザから入力される経営に関する悩みの文であるクエリに含まれる単語を抽出する。このとき、これらの単語を最初の単語集合とする。

次に、擬似適合性フィードバックによるクエリ拡張を行う。詳細は、以下に示す。

1. 最初の単語集合を用いて、セクション集合に対して検索を行い、上位 R 件のセクションを適合セクションとする。検索は、最初の単語集合と各セクションに含まれる単語をTF-IDFを用いたベクトルに変換し、ベクトル同士のコサイン類似度を求めることによって行う。最初の単語集合の各単語の IDF 値は、セクション集合から求めた、単語ごとの IDF 値と同じである。
2. 適合セクションに含まれる各単語の重みを Offer Weight を用いて計算する。
3. 重みが大きい上位 m 件の単語を最初の単語集合に追加する。ただし、上位 m 件の単語の中に、最初の単語集合に含まれる単語があった場合、その単語は追加しない。

Offer Weight とは、Robertson ら[6]によって提案されたクエリ拡張のために単語を重み付けする手法であり、以下の式で示される。

$$OW(t) = r \times RW(t)$$

$RW(t)$ は、Robertson らによって提案された単語の重みであり、以下の式で示される。

$$RW(t) = \log \frac{(r + 0.5)(N - n - R + r + 0.5)}{(n - r + 0.5)(R - r + 0.5)}$$

ここで、 N は全てのセクション数、 n は全てのセクションのうち単語 t を含むセクション数、 R は適合セクション数、 r は適合セクションのうち単語 t を含むセクション数である。

クエリ拡張を行った後、拡張後の単語集合を LDA によって以下に示すような K 次元のベクトルに変換する。

$$\theta_q = (\theta_{q1}, \theta_{q2}, \theta_{q3} \dots \theta_{qK})$$

4.4. 検索の処理

図 4.3 に検索の処理の概要を示す。

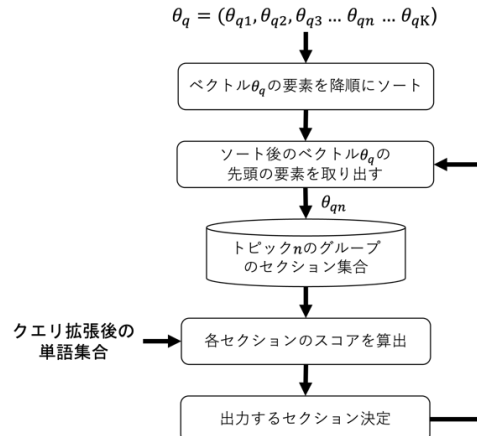


図 4.3 検索の処理の概要

検索の処理の流れは、以下の通りである。

1. ベクトル $\theta_q = (\theta_{q1}, \theta_{q2}, \theta_{q3} \dots \theta_{qn} \dots \theta_{qK})$ の要素を降順にソートする。
2. ソート後のベクトル θ_q の先頭の要素 θ_{qn} を取り出す。取り出した要素は、ベクトルから削除する。
3. 取り出した要素 θ_{qn} に該当するトピック n を取得する。
4. 4.2.節の処理によって作成した、トピックごとのセクションのグループの中から、トピック n が割り当てられる確率が最も大きいセクションが属するグループを選択する。
5. グループに含まれる各セクションと、クエリ拡張後の単語集合を用いてスコアを算出する。
6. グループに含まれるセクションの中で、スコアの値が最も大きいセクションの出力を決定する。
7. 手順 2 の処理に戻り、同じ処理を繰り返す。このとき、手順 2 の処理で取り出した要素をベクトルから削除しているため、検索結果には同じトピックのグループから選ばれたセクションが含まれない。

手順 5 の処理で算出するスコアの式を以下に示す。

$$score = \theta_{sn} \times \cos(q, s)$$

ここで、 θ_{sn} は LDA によってセクション s にトピック n が割り当てられる確率である。また、 $\cos(q, s)$ はクエリ拡張後の単語集合 q と、セクション s に含まれる単語を用いた、TF-IDF によるベクトル同士のコサイン類似度である。クエリ拡張後の単語集合に含まれる各単語の IDF 値は、セクション集合を用いて求めた、単語ごとの IDF 値である。

最後に、出力が決定しているセクションを検索結果として出力する。このとき、出力することが決定した順にランキング形式で出力する。ただし、手順 2 で θ_{qn} と同じ値の要素があった場合はスコアを参照し、スコアの降順で出力する。

5. 評価実験

提案手法の有効性を確認するために、10 件の経営に関する悩みの文をクエリとして検索システムに入力し、それぞれのクエリに対する上位 3 件の検索結果の評価を行った。

10 件のクエリは、3 章で述べた前処理で、検索対象のセクション集合から取り除いた対話形式のセクションを参考にして決めた。入力した 10 件のクエリは、「トップの判断のよりどころとは」、「先行投資の考え方について」、「本業と公職の葛藤を克服するには」、「危機の乗り越え方について」、「高齢化した社員の活性化に悩む」、「社長業には何が大切か」、「後継者をどう育てるか」、「本業が不振のなかで、新規事業を立ち上げるには」、「トップの意志を社員に浸透させるには」、「どのように採算単位を分ければよいのか」である。

LDA は R 言語の `topicmodels` のパッケージを用いて、Gibbs Sampling によって推定を行った。LDA のトピック数は、R 言語の `ldatuning` のパッケージを用いて、トピック数 $K = 100$ に決定した。

4.3 節で述べたクエリ拡張で用いるパラメータは $R = 10$ 、 $m = 15$ とした。

5.1. ベースライン

提案手法と比較するベースラインの手法として、以下の式で示される MMR[1]を用いた。

$$\arg \max_{D_i \in R \setminus S} \left[\lambda \text{Sim}_1(D_i, Q) - (1 - \lambda) \max_{D_j \in S} \text{Sim}_2(D_i, D_j) \right]$$

ここで、 R はセクション集合、 $R \setminus S$ は R のうちまだ選択されていないセクションの集合、 $\text{Sim}_1(D_i, Q)$ はセクション D_i とクエリ拡張後の単語集合 Q の類似度、 S はすでに選択されているセクション集合、 $\max_{D_j \in S} \text{Sim}_2(D_i, D_j)$ はセクション D_i とすでに選択されている各セクション D_j との類似度の中の最大値である。パラメータが $\lambda = 1$ の場合は、多様性を考慮せず適合性のみでランキングを行い、 $\lambda = 0$ の場合は多様性のみを考慮して、適合性を考慮しないランキングを行う。

本実験では、 Sim_1 と Sim_2 は TF-IDF のベクトル同士のコサイン類似度、 $\lambda = 0.5$ とした。

5.2. 評価結果

評価は、第一著者の主観によって行なった。適合性の評価結果を表 5.1 に示す。適合性の評価で

は、検索結果がクエリに対して、適合か非適合かを評価した。評価指標には、検索結果の上位 3 件以内の適合率を表す $P@3$ を用いた。表 5.1 には、10 件のクエリに対する検索結果の $P@3$ の平均値を示している。

表 5.1 適合性の評価結果

手法	$P@3$
提案手法	0.500
MMR	0.400

また多様性は、二つの方法で評価した。

一つ目の方法では、評価者が検索結果のセクションに含まれていると考えられるトピックを一つ以上三つ以下で記入した。ここで、トピックとはセクションの中心となる話題を一言で表したものである。次に、上位 3 件の検索結果に含まれるセクションのすべての組み合わせのペアを作成した。具体的には、検索結果の 1 位と 2 位、1 位と 3 位、2 位と 3 位のセクションのペアを作成した。その後、ペアに含まれる一つ目のセクションに対して記入されたトピックの集合と、二つ目のセクションに対して記入されたトピックの集合の類似度を計算した。類似度は、以下の式で示される Dice 係数を用いた。

$$\text{Dice}(X, Y) = \frac{2|X \cap Y|}{|X| + |Y|}$$

ここで、 X はペアに含まれる一つ目のセクションで記入されたトピックの集合、 Y は二つ目のセクションで記入されたトピックの集合を表している。すべてのペアの類似度の計算を行なった後、平均値を算出し、評価指標とした。

二つ目の方法では、上位 3 件の検索結果に含まれるセクションからペアを作成した後、ペアに含まれるセクションを比較し、どのくらい異なっているかを評価した。具体的には、検索結果の 1 位と 2 位、1 位と 3 位、2 位と 3 位を比較して 6 段階の評価値（0：全く異なる、1：異なる、2：やや異なる、3：やや類似している、4：類似している、5：非常に類似している）で評価した。その後、評価値の平均値を算出し、評価指標とした。

表 5.2 に、多様性の評価結果を示す。表 5.2 には、10 件のクエリに対する検索結果の評価指標の平均値を示している。評価方法 1 は一つ目の方法、評価方法 2 は二つ目の方法を表している。また、上位 3 件の検索結果の全てのセクションを用いて計算する場合と、適合性の評価で適合であると判断されたセクションのみを用いて計算する場合の 2 通りで、評価指標を計算した。表 5.2 に示している値は、値が小さいほど多様性があるということを表している。

表 5.2 多様性の評価結果

手法	評価方法 1		評価方法 2	
	すべて	適合のみ	すべて	適合のみ
提案手法	0.201	0.414	0.533	1.286
MMR	0.167	0.367	0.267	0.750

5.3. 考察

表 5.1 より、適合性はベースラインに比べて提案手法の方が良い結果となっていることがわかる。一方で表 5.2 より、多様性はベースラインの方が良い結果となっていることがわかる。

次に、提案手法を用いた検索システムに「トップの判断のよりどころとは」というクエリを入力した際の検索結果について述べる。上位 3 件の検索結果の一部を表 5.3 に示す。1 位と 2 位の検索結果は、評価実験でクエリに対して適合しているという評価結果となった。1 位の検索結果では、人として正しいことを判断基準にするべきであるという内容が書かれている。また、2 位の検索結果では、利他の心で判断するべきであるという内容が書かれている。以上のことから、多様な検索結果を出力することができていると考えられる。3 位の検索結果では、ガラス張りの経営についての内容が書かれており、評価実験ではクエリに対して適合していないという評価結果となった。

また、それぞれの検索結果のセクションが属するグループのトピックで、生成される確率が高い上位 10 件の単語を LDA によって得た。その結果

を表 5.4 に示す。表 5.4 より、それぞれの検索結果のトピックを表した単語が LDA によって取得できていると考えられる。

次に、提案手法を用いた検索システムに「どのように採算単位を分ければよいのか」というクエリを入力した際の検索結果について述べる。上位 2 件の検索結果を表 5.5 に示す。評価実験で、1 位と 2 位の検索結果はどちらもクエリに対して適合しているという評価結果となった。1 位の検索結果では、組織を分けて独立採算組織として成立させるために必要な三つの条件についての内容が書かれている。2 位の検索結果では、組織の分け方についての内容を売上最大・経費最小の考え方に基づいた管理会計システムを導入する点に触れながら書かれている。以上のことから、多様な検索結果を出力することができていると考えられる。また、表 5.5 には含んでいないが、3 位の検索結果は評価実験で、クエリに対して適合していないという評価結果となった。

表 5.4 と同様に、それぞれの検索結果のセクションが属するグループのトピックで、生成される確率が高い上位 10 件の単語を LDA によって得た。その結果を表 5.6 に示す。

次に、今後の課題について述べる。提案手法では「危機」と「難局」、「トップ」と「リーダー」などの単語は異なるが、意味は似ている単語が検索システムにおいて考慮されていない。今後は、これらの類義語を考慮することを検討している。

表 5.3 「トップの判断のよりどころとは」の検索結果

順位	検索結果
1 位	<p>経営者は判断の基準となるべき、「哲学」を持たなければならないと、私は常々言ってきた。なぜなら、経営者は誤りのない経営の舵取りをするために、その判断が常に正しくなければならないからだ。(中略)</p> <p>つまり、人間としての原点に立ち返り、「人間として正しいことなのか、正しくないことなのか」、「善いことなのか、悪いことなのか」ということを基準として、ものごとを判断していくようにしたのだ。(中略)</p> <p>「自分にとって」都合のよい判断ではなく、「人間にとって」普遍的に正しい判断を、私たちは心がけるべきなのである。(後略)</p> <p>(出典：稲盛和夫：人生と経営，致知出版社，1998.)</p>
2 位	<p>(前略) 私たちの心には「自分だけがよければいい」と考える利己の心と、「自分を犠牲にしても他の人を助けよう」とする利他の心があります。利己の心で判断すると、自分のことしか考えていないので、誰の協力も得られません。自分中心ですから視野も狭くなり、間違った判断をしてしまいます。</p> <p>一方、利他の心で判断すると「人によかれ」という心ですから、まわりの人みんなが協力してくれます。また視野も広がるので、正しい判断ができるのです。(後略)</p> <p>(出典：盛和塾 通巻 31 号，盛和塾，1999.)</p>
3 位	<p>まず大事なことは、経営は幹部から一般の社員に対してまで「透明」なものでなければならないということである。つまり、経営トップだけが自社の現状が手にとるようにわかるようなものではなく、社員も自社の状況やトップが何をしているのかもよく見えるようなガラス張りのものにすべきなのである。(後略)</p> <p>(出典：稲盛和夫：稲盛和夫の実学 経営と会計，日本経済新聞出版社，1998.)</p>

表 5.4 「トップの判断のよりどころとは」の検索結果が属するグループのトピックで生成される確率が高い上位 10 件の単語

順位	単語
1 位	判断, 正しい, 基準, 人間, 物事, 原理, ない, 考える, 原則, 貫く
2 位	心, 利他, 利己, 思いやり, 優しい, いい, 持つ, よい, 愛, 生きる
3 位	経営, 企業, 社員, 会社, 考える, 従業, ない, できる, 必要, トップ

表 5.5 「どのように採算単位を分ければよいのか」の検索結果

順位	検索結果
1 位	<p>(前略) 組織の分け方というのは、事業の実態をよく把握し、その実態に沿ったものでなければならぬ。そのために、私は三つの条件があると考えている。</p> <p>第一の条件は、切り分けるアメーバが独立採算組織として成り立つために、「明確な収入が存在し、かつ、その収入を得るために要した費用を算出できること」である。(中略)</p> <p>第二の条件は、「最小単位の組織であるアメーバが、ビジネスとして完結する単位となること」である。(中略)</p> <p>第三の条件は、「会社全体の目的、方針を遂行できるように分割すること」である。(中略)</p> <p>この三つの条件を満たしたときに、はじめてひとつのアメーバを独立させることができる。「アメーバ組織をどのようにつくっていくのか」ということは、アメーバ経営の始まりであり、終わりである」といっても過言ではない。(後略)</p> <p>(出典：稲盛和夫：アメーバ経営 ひとりひとりの社員が主役，日本経済新聞出版社，2006.)</p>
2 位	<p>(前略) また、この「売上最大、経費最小」を実践するためには、業績が組織ごとにリアルタイムに明確にわかるような、管理会計システムがなければなりません。(中略)</p> <p>私は、そのために、京セラの創立間もない頃から、その仕組みづくりに苦心し、つくりあげてきたのが、「アメーバ経営」なのです。</p> <p>それは、一般の財務会計とは異なり、経営者が経営をするための管理会計手法であり、京セラには今も、数人から十数名ほどで構成される、「アメーバ」と呼ばれる小集団が千以上も存在し、それぞれの組織のリーダーが、あたかも中小企業の経営者のように、自分のアメーバの経営を行っています。</p> <p>「アメーバ経営」では、収支を各アメーバが一時間当たりいくらの付加価値を生んだのかという独自の指標で表現しています。簡単に言えば、各アメーバの売上から使った経費をすべて差し引き、残った金額を月の総労働時間で割った数字を指標として、経営しています。このような仕組みを、我々は「時間当り採算制度」と呼んでいます。(後略)</p> <p>(出典：盛和塾 通巻 122 号，盛和塾，2013.)</p>

表 5.6 「どのように採算単位を分ければよいのか」の検索結果が属するグループのトピックで生成される確率が高い上位 10 件の単語

順位	単語
1 位	アメーバ, 部門, 採算, 組織, 管理, 当り, 経営, できる, 社内, 価値
2 位	経費, 売上, 経営, 数字, 費, 見る, わかる, できる, 計算, 損益

6. あとがき

本論文では、経営哲学に関するテキストを用いて、多様性を考慮した検索結果を出力する検索システムを構築するための手法を提案した。

今後は、より高い精度の検索システムを構築するために、提案手法の改善を行うことを検討している。

謝辞

京セラ株式会社様にテキストデータを提供していただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

[1] Jaime Carbonell and Jade Goldstein: The Use of MMR, Diversity-Based Reranking for Reordering Documents and Producing Summaries, In Proceedings of the 21st Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, pp.335-336, 1998.

[2] Rodrygo L.T. Santos, Jie Peng, Craig Macdonald, and Iadh Ounis: Explicit Search Result Diversification through Sub-queries, In Proceedings of the 32nd European Conference on Advances in Information Retrieval, pp.87-99, 2010.

[3] 齋藤祐樹, 田頭幸浩, 小野真吾, 塚本浩司: 意図推定に基づく検索結果の多様性の向上, 第 7 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集, 2015.

[4] 三品博崇, 青山敦, 前田亮: 経営哲学に関するテキストを用いたランキング型質問応答システム, 第 11 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集, 2019.

[5] David M. Blei, Andrew Y. Ng, and Michael I. Jordan: Latent Dirichlet Allocation, Journal of Machine Learning Research, 3 (4-5), pp.993-1022, 2003.

[6] S.E. Robertson and K. Sparck Jones: Simple, proven approaches to text retrieval, Technical Report No. 356, Computer Laboratory, University of Cambridge, 1994.