地理情報検索のためのスニペット生成法

Snippet Generation for Geographic Information Retrieval

戸田 浩之
Hiroyuki TODA

日本電信電話株式会社, NTT サイバーソリューション研究所
NTT Cyber Solutions Laboratories, NTT Corporation
toda.hiroyuki@lab.ntt.co.jp

安田 宜仁
Norihito YASUDA

(同 上)
yasuda.n@lab.ntt.co.jp

奥村 学
Manabu OKUMURA

東京工業大学, 精密工学研究所
Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology
oku@pi.titech.ac.jp

松浦 由美子
Yumiko MATSUURA

日本電信電話株式会社, NTT サイバーソリューション研究所
NTT Cyber Solutions Laboratories, NTT Corporation
matsuura.yumiko@lab.ntt.co.jp

片岡 良治
Ryoji KATAOKA

(同 上)
kataoka.ryoji@lab.ntt.co.jp

keywords: geographic information retrieval, summarization, snippet

Summary

Geographic information retrieval (GIR) aims at the retrieval of geographic-related documents based through the use of not only on keyword relevance but also on geographic relationships between the query and the geographic information in the texts. However, how to show search results in GIR has not been studied well, especially with regard to generating snippets that reflect the geographic part of the query. This paper proposes a novel snippet generation method. Our method first converts geographic phrases in the target text into geographic coordinates, then scores each of them according to their distance from the query using the coordinates. Next, it extracts fragments of the target text based on the distribution of the query keyword and geographic scores, and presents the combined fragments as a snippet. Evaluations are conducted with regard to two different aspects. Both attributes confirm the effectiveness of our method.

1. はじめに

サーチエンジンは人々の日常生活にとって必要不可欠なツールとなっている半面, そこで利用されている技術はまだ十分確立されているとは言えず, サーチエンジンを会社を中心とした企業やアカデミアにおいて様々な取り組みがなされている。

サーチエンジンに関する取り組みの一つとして, 検索結果として提示するスニペットの生成があげられる。もし, 検索精度が十分に高ければ, スニペットを提示しなくても検索結果は検索要求に適合するはずである。しかし, 実際には, 任意の検索要求に対して適合する結果を得ることは困難である。検索結果が検索要求に適合するかどうかを判定するようなスニペットを提示することができれば, ユーザが, 目的外の検索結果を閲覧することなく, 目的とする検索結果を素早く見つけ出すことができる。また, 検索結果の選別の手助けという観点とは別に, スニペットが元文書中のユーザが興味を持つ情報を十分に含んでいれ

ば, 検索結果文書を閲覧しなくともスニペットのみからユーザの望む情報を得ることができるという効果もある。

このように, スニペットを提示する目的は, (1) 検索結果が検索要求に適合するかどうかの判定をユーザが容易に行えるようにし, (2) 元文書中のユーザが興味を持つであろう情報をスニペットを通じて伝達することにあると考えられる。

初期のサーチエンジンでは, スニペットとして文書の冒頭を提示するものが多かったが, 1990 年代後半に Google^{*1} が検索キーワード周辺のテキスト (いわゆる KWIC) をスニペットとして提示するようになり, 現在の主流となっている [McDonald 06]。このように, KWIC をスニペットとすることで, 検索ユーザは入力したキーワードがどのような文脈で出現しているか理解でき, 本当に欲しい結果であるか判断しやすくなるとの研究結果が報告されている [Tombros 98]。

*1 <http://www.google.com/>

一方、サーチエンジンの利用シーンの多様化およびモバイルデバイスを利用した Web アクセスの普及などにより、サーチエンジンへの問い合わせにおいて特定の位置に関する問い合わせが増加している。サーチエンジンへの全アクセス数の約 20% は特定の場所に関する問い合わせであると言われており [Zhou 05, Gravano 03, Sanderson 04], 位置に関する問い合わせに的確に答えることはサーチエンジンにとって重要な課題となっている。この課題に対して、特定の場所に関する問い合わせに高い精度で検索する事を目的とした地理情報検索技術 (GIR: Geographical Information Retrieval) が研究されている。GIR では、通常のサーチエンジンのようにキーワードと文書の関係だけで検索するのではなく、文書中の地名表現を座標や領域に抽象化した上で、検索条件で示された位置 (地理クエリ) およびキーワード (内容クエリ) と、文書との関係を用いて検索を行う。GIR によると、ユーザは特定の場所に関する情報を的確に取得可能となる。現在の GIR に関する研究では、検索精度を向上させるために多くの取り組みが行われている [安田 08, Toda 08, Andrade 06, Li 06a, Li 06b, Markowetz 05, Vaid 05]。一方で、GIR も基本的にはテキスト情報の検索手法であり、任意の検索要求を満たすことは不可能である。このため、一般のサーチエンジンと同様に、検索結果において文書の適合性判断や元文書の内容理解を促進するスニペットを提示することは重要と考えられる。しかしながら、著者らが知る限り GIR におけるスニペット生成の問題は取り組まれていないのが現状である。

そこで、本論文では GIR におけるスニペット生成について論じる。GIR のスニペットを既存のスニペット生成技術で生成しようとした場合には、地理クエリの扱いが問題となる。なぜなら、従来のスニペット生成技術はクエリ中の文字列が文書中に出現する箇所を特定して出力するのに対し、我々が想定する GIR における地理クエリは基本的には座標であるため、文字列としてのマッチングを行うことができないためである。このため、従来手法によって GIR のスニペットを生成した場合、地理クエリが含んでいる情報を無視することになる。あるいは、地理クエリを座標ではなく、地名表現で与えるような GIR も考えられるが、GIR では文書中の地名表現を緯度経度座標上の位置情報として抽象化して検索を行うため、入力された地名表現が検索結果の文書に含まれていない場合にはやはり地理クエリを有効に利用することはできない。

結果として、従来手法によりスニペットを生成した場合、地理クエリと検索結果文書の関連性、たとえば想定した範囲内にある店舗について言及している文書であるかといった判定をユーザが行うことが困難である。

そこで、本論文では GIR に適したスニペット生成法として、地理クエリおよび文書中の地理表現を緯度経度座標上の位置情報に変換し、地理クエリと関係する地理表

現を特定した上でスニペットを生成する方法を提案する。概要を以下に示す。

- (1) 文書中での地名表現を位置情報に変換する*2。
- (2) 各検索結果について、地理クエリで指定された位置と文書中のそれぞれの地名表現が示す位置に基づき地名表現に重み付けを行う。
- (3) 重み付きの地名表現と内容クエリで指定されたキーワードの分布に基づき、テキスト断片を取得しスニペットとする。

以下では、まず 2 章で今回想定する GIR について述べ、3 章で関連研究について述べる。4 章では提案するスニペット生成法の詳細を示す。5 章で評価について述べ、最後の 6 章でまとめる。

2. 想定する地理情報検索

1 章でも述べたように、これまでに様々な地理情報検索の手法が提案されているが、本論文では安田らが取り組んでいる“外出先で周囲に存在するサービスや店舗を探す”検索を目的とした地理情報検索手法 [安田 08, Toda 08] を想定する。

この手法の特徴は、多くの地理情報検索技術が「北米の吹雪」や「ケベック州の独立運動」[Gey 06] のように比較的大きな領域の地理クエリを対象としているのに対して、小さなエリアにおける距離を考慮した検索である点である。

この手法で想定する地理クエリ Qg は、以下の二つの情報で表現されることを前提としており、本論文でもこの形式の地理クエリを前提とする。

- 興味の中心点: Qg_p
- 興味の中心からの許容範囲: Qg_d

ただし、これは地理情報検索の内部表現であるため、ユーザの入力がこれに従わなければならないわけではなく、アプリケーションによって入力される地理クエリをこの形式に変換することで、様々な形式の地理クエリを利用可能である。

例えば従来のサーチエンジンと同等のインタフェースで地理クエリの入力を求める場合、地理クエリは「自由が丘」や「新宿」のように文字列で入力されると考えられる。この場合には文字列が示す代表点を中心点と考え、許容範囲には文字列が示す範囲を用いることが考えられる。

また、カーナビや携帯電話からのアクセスや地図インタフェースでの入力を考えた場合には、緯度経度等の位置情報で表現されることが考えられる。緯度経度情報として与えられた場合には、入力された座標を中心点と考え、許容範囲は地図で表示されている範囲を用いること等が考えられる。

*2 一般的な GIR システムでは検索の前処理として行われている。

3. 関連研究

初期のサーチエンジンでは、スニペットとして元文書の冒頭を提示する事が多かったが、1990年代後半に Google が検索キーワード周辺のテキストをスニペットとして提示するようになり、現在の主流となっている。このスニペットを生成する手法はクエリ考慮型要約 (Query-biased summarization) の一種である。Tombros ら [Tombros 98] は、この要約を検索エンジンのスニペットに利用することで、ユーザによる適合文書の選択が容易になり、不適合文書を選択することが減少すると評価結果を示した。現在のサーチエンジンの多くでは、スニペットの生成にクエリ考慮型要約が用いられており、上記に示したユーザの検索結果選択の精度向上のみでなく、質問応答 [Dumais 02] や検索結果クラスタリング [Zamir 99] 等の検索エンジンを利用した様々な取り組みに利用されている。

一般的にクエリ考慮型要約として利用される手法は、キーワードの出現回数や場所を利用した軽い処理を元に行われる [Turpin 07]。一方、より深い言語解析を行った手法も提案されている [Chali 02, Okumura 00, Varadarajan 06]。これらの手法によると、より正確な要約をスニペットとして利用可能になるが、深い言語処理を行うことで計算コストが高くなるため、商用のサーチエンジンでは利用しにくい。

一方、サーチエンジンの利用シーンの増加にともない、地理的な制約を考慮して検索を行う GIR に注目が集まっており、検索結果を提示する手法としても、検索結果の文書をリストとして提示するのではないいくつかの手法が提案されている。例えば、Hobona らは空間的類似度、時間的類似度、意味的類似度の三つの軸を持つ 3 次元表示の格子上に、検索結果のドキュメントを対応付けて提示する方法を提案している [Hobona 05]。また、Tomaszewski らは検索結果を Google Maps^{*3}の対応する位置に割り当てる方法を提案している [Tomaszewski 07]。

その一方で、GIR が基本的にはテキスト情報の検索手法であることを考慮すると、検索結果でスニペットを示すことは有益なものであると考えられが、我々の知る限り地理的制約を考慮したスニペットの生成についての先行研究は存在しない。

また、GIR のスニペット生成では、検索条件として入力される地理的制約を考慮する必要があるが、かつ検索結果の文書中の文字列表記とは完全に一致しない場合もあるため、従来のスニペット生成法をそのまま利用することはできない。

4. スニペット生成法

まず 4.1 節で我々の提案手法の元となる基本的なスニペット生成法について述べる。これは、既存のスニペット

生成法のアイデアに基づいたものである。

次に、4.2 節において、この基本手法を GIR 向けに利用する方法について述べる。この手法では GIR で想定される地理クエリと内容クエリからなる 2 種類のクエリを利用するために 4.1 節の方法に最小限の変更を加えた方法を述べる。

最後に、我々の主な提案手法である GIR における地理クエリを考慮したスニペット生成法について 4.3 節で述べる。

4.1 基本的なスニペット生成法

本論文で想定する基本的なスニペット生成法では、対象とする文書からクエリ中のキーワードを含むいくつかのテキスト断片を抽出し、それらを組み合わせることによりスニペットを生成する。

この方法は基本的には既存のクエリ考慮型要約の研究である Tombros [Tombros 98] らの手法に基づくものである。ただし、Tombros らの提案手法が、対象となる文書から文抽出 [Luhn 58, Edmundson 64] を行い、その中からスニペットとして適切と思われる文を選択する文単位のスニペット生成手法であるのに対し、提案手法では文の代わりにテキスト断片を抽出単位としている点が異なる。

これは、サーチエンジンでの利用を考えた場合、検索結果の一覧表示の一部であるスニペットは、長さの制約に対して柔軟である必要があるためである。たとえば、GIR の一つの有効な利用状況であると考えられる携帯端末からのアクセスを考えた場合、スニペットの長さを短くする必要がある。このような理由から我々は、文ではなく、テキスト断片をスニペットの構成要素として採用する。

スニペットに利用されるべきテキスト断片の特徴は次の二つが考えられる。一つは、ユーザによって入力された検索クエリに関連する文脈を提示するために、クエリに含まれるキーワードを多く含むことである [Tombros 98]。もう一つは、キーワードが出現する前後の文脈を把握しやすくするために、テキスト断片中でできるだけキーワードが中心近くにあることである。これらの考えに基づくと、位置 x から始まる長さ l のテキスト断片 $F(l, x)$ 中で検索クエリ Q_c 中のキーワードと一致するキーワードの集合を $T(l, x, Q_c)$ とした場合、該テキスト断片 $F(l, x)$ のスコア $S(Q_c, l, x)$ は以下のように定義される。

$$S(Q_c, l, x) = \sum_{t \in T(l, x, Q_c)} ((\alpha + (1 - \alpha) \cdot (1 - \frac{|mid(l, x) - kwd_mid(t)|}{l/2}))) \quad (1)$$

この式中のいくつかの変数については図 1 で説明する。ここで、 $mid(l, x)$ はテキスト断片 $F(l, x)$ の中心の位置を示し、 $kwd_mid(t)$ は $F(l, x)$ 中に出現するキーワード

^{*3} <http://maps.google.com/>

Case in which "KWD" is included in query keywords ($t = \text{"KWD"}$).

図1 テキスト断片のスコア計算に関する用語の説明

t の中心の位置を示す。これは、 $kwd_mid(t) = start(t) + length(t)/2$ として計算できる位置である。 $start(t)$ はキーワード t の先頭位置を示し、 $length(t)$ はキーワード t の長さを示す。 α は、テキスト断片中でのキーワードの位置に基づくスコアの変動幅を調整するパラメータである。このパラメータにより、「キーワードがテキスト断片の中心にある場合のスコア」に対する「キーワードがテキスト断片の端にある場合のスコア」の割合を設定する。 α は $0 < \alpha < 1$ の範囲の値を取る。より詳細な設定基準については付録に示す。

しかし、あまりに短い断片によって構成されるスニペットは、内容の一貫性を失いスニペットとしての有用性に欠ける可能性がある。さらに、単に上記のスコアの和のみを用いてスニペットを構成しようとした場合、何らコンテキストを持たないテキスト中のキーワードの出現範囲のみを用いることで高いスコアを得ることになってしまう。

このため、テキスト断片の長さについて二つの対策を行う。一つはテキスト断片の最小の長さに制約を設けることである。これにより過度に短いテキスト断片で構成されるスニペットの生成を防ぐ。5章における実験ではこの長さ L_{min} を20文字とした。もう一つは、多くのテキスト断片から構成されるスニペットの評価値を低減させる項を設けることである。これにより、より少ないテキスト断片で構成されるスニペットを優先する。

以上のテキスト断片のスコアと長さに関する制約を踏まえたスニペットの生成手順は以下のように定める。

- (1) あらかじめ決められたスニペット長 L および最小テキスト断片サイズ L_{min} を元に、最大何個 (N_{max}) のテキスト断片からスニペットを生成するかを算出。

$$N_{max} = \lfloor \frac{L}{L_{min}} \rfloor$$

この値は二つのパラメータ (L, L_{min}) が決定していれば固定の値である。

- (2) すべてのテキスト断片数 $N(N = 1, \dots, N_{max})$ の場合について、スニペット候補を生成し、そのスコアを計算する。以下、それぞれのテキスト断片数 N ごとに行う処理の詳細を示す。

- a テキスト断片のサイズ $L(N)$ を算出する。

$$L(N) = \lfloor L/N \rfloor$$

- b すべてのテキスト断片 $F(L(N), x)$ について、(1) 式に基づきスコア $S(Qc, L(N), x)$ を算出する。ここで x は、文書中のテキスト断片の開始位置を示す。

- c スコア $S(Qc, L(N), x)$ の高い順に N 個のテキスト断片を集める。このテキスト断片の集合を $X(N)$ と表す。スコアが高い順にテキスト断片を集める際、よりスコアが高く、 $X(N)$ の要素となるテキスト断片と重なりを持つテキスト断片は除外する。

- d 上記で選択したテキスト断片の集合 $X(N)$ から、一つのスニペットを生成し、スニペットのスコアを以下の式で算出する。

$$Sd(Qc, N) = \sum_{x \in X(N)} S(Qc, L(N), x) \cdot \beta^N \quad (2)$$

β は、多くのテキスト断片から生成されるスニペットのスコアを低く見積もるための項である。 β は $0 < \beta < 1$ の範囲の値を取る。より詳細な設定基準については付録に示す。

- (3) 前のステップで生成したスニペット候補のうち最もスコアの高いスニペットを生成した条件 (N) を特定し、その条件で生成されたスニペットを出力する。

このスニペット生成法は、対象文書から複数サイズのテキスト断片を全て抽出し、スコアリングする。このため、これらの手順を素朴に実装した場合、およそ元文書の文字数 M 個分のウィンドウについてスコアを算出し、それらをソートするという処理を N_{max} 回行う必要がある。

また、今回の手法では、一つのスニペットを構成するテキスト断片のサイズは一定であるとしているが、それぞれのテキスト断片の長さを可変として全体として定められた長さのスニペットを生成することも考えられる。しかし、そのように長さに関する制約を緩めた場合、ナップザック問題に帰着され、最適解を求めることは計算量的にコストが高い。近似解を得る方法も提案されているが [McDonald 07]、現状の計算リソースを考えた場合、多くのアクセスに対応しなければならないサーチエンジンのスニペット生成として使うには現実的ではない。このことから、我々の手法では一つのスニペットを構成するテキスト断片のサイズは一定としている。

4.2 2 種類の制約を考慮するためのスニペット生成手法の変更

本節では, GIR が受け付けるクエリ, すなわち内容クエリと地理クエリに対応させるために, 上記のスニペット生成法を変更する方法について述べる. このような 2 種類のクエリを受け付ける検索システムのスニペットとしては, 内容に関するキーワードもしくは位置に関するキーワードの片方ではなく, 両方を含むことが望ましい. この考えは, 従来のスニペット生成法において, 異なるキーワードを含んでいるスニペット候補に高いスコアを与えるスニペットの生成 [Turpin 07] と類似している.

この考えを満たすスニペットを生成するには, 4.1 節の手法に一つ問題がある. この方法は単に高いスコアのテキスト断片を採用するため, 片方のクエリに関係するキーワードしか含んでいないスニペットを選択する可能性があるからである.

そこで, 4.1 節の基本生成手法における 2c ステップに変更を加える. 変更内容は以下に示す通りである.

- 求めたスコアに関係なく, 内容クエリに関連した文字列と地理クエリに関連した文字列の双方を含む断片を優先する. このような断片が複数存在する場合はスコアの高いものを優先する.
- 双方の文字列を含む断片がない場合には, 内容クエリに関連した文字列を含む断片と, 地理クエリに関連した文字列を含む断片を交互に選択する. 交互に選択する際, スコアが高い断片を最初に選択する.

4.3 地理クエリを座標として扱うスニペット生成法

本節では, 我々が提案するスニペット生成法を述べる. 主な提案は以下の通りである.

提案 1 地理クエリと関連する地名表現を利用したスニペットを生成する.

提案 2 地理クエリとの関連性に応じて地名表現を優先度付けし, より優先度の高い地名表現を含むテキスト断片を優先する.

以下では, まず文書中の地名表現を地理的な座標として扱うための前処理について示す. その後に我々の提案手法の詳細について述べる.

§1 前処理

文書中の地名表現を地理的な座標として扱うため, 文書から地名表現を抽出するジオパーサおよび地名表現に対して緯度経度などの位置情報を割り当てるジオコードを利用する [Clough 05]. しかしながら, 自然言語を対象とする以上, 本質的にあいまいな表現を含む場合もあり, これらの処理において誤りを含むことは不可避である. この結果として, 文書では想定していない位置情報を文書と関連付けてしまうことがある.

一方, ある文書が特定の地理的範囲について言及しているのであれば, それらの地理的範囲は文書中で互いに近い場所を示す地名表現によって表現されと考えられ

る. また, このことからジオパーサやジオコードのエラーにより割り当てられた座標はこれら特定の地理的範囲から大きく外れた場所を示していると考えられる. この考えに基づき, 我々は座標情報を元に文書中の地名表現をグループ化し, 文書中の主題である地理的範囲を特定することで, その地理的範囲に含まれない地名表現をノイズとして除去することを考えた.

つまり, この処理の目的は, 検索条件に関連付けたスニペットを生成するために検索条件の地理クエリと関連性の薄い地名表現を除去することにある. 処理の概要を図 2 に示す.

この地名表現のグループ化には, 最短距離法に基づくクラスタリングを利用した. 以下に各文書について行う処理の手順を示す.

- (1) 該文書中の全ての地名表現を単一要素のクラスタとする.
- (2) 互いの要素間の最短距離をクラスタ間の距離として, もっとも近いクラスタペアを併合する.
- (3) 上記のステップを全てのクラスタ間の距離が閾値 T_c を越えるまで繰り返す.

ここで, 要素間の距離には地名表現の代表点間のユークリッド距離を用いる. ただし, 地名表現が表す住所^{*4}間に包含関係がある場合, 距離は 0 とする. 閾値 T_c は, 地理クエリの範囲条件 Q_{gd} の 2 倍の長さとする. これは, 地理クエリの範囲条件は, 利用者がその範囲内は同一の地理的範囲であると認識している範囲を示唆していると考えた為である.

クラスタ作成後, 要素の多いクラスタから順に選び, 選択されたクラスタの要素数の累計が, ページ全体に含まれる地名表現の数に対して事前に与えられた割合 T_e を越えるまでのクラスタを選択する. そしてこれら選択されたクラスタ内の地名表現を以後のプロセスで利用し, それ以外の地名表現はノイズとして除去する. つまり, 大きなクラスタに属する地名表現のみをスニペット生成に利用する.

以下に処理の例を挙げる. 今回の評価で利用したテストセットに含まれる一つの文書に四つの地名表現 (「福岡」「福岡市南区」「福岡」「中央区」) が含まれた文書が存在する. これらのジオコード結果はそれぞれ「福岡県」「福岡県福岡市南区」「福岡県」「東京都中央区」である. 文書の内容から考えると最後の地名表現「中央区」は「福岡県福岡市中央区」のことを示しており, 上記の「中央区」のジオコード結果は間違いである. 前述のクラスタリングを行う事で, 前者三つが一つのクラスタとなり, 「中央区」が要素 1 の別のクラスタとなる. そして大きいクラスタ中の地名表現のみを採用する事で, ジオコードに失敗した「中央区」は除去される. これによってこの文書を福岡県に関係し, 東京都中央区には関係しない文書と

^{*4} ジオコードによって正規化された住所が得られるため, それを利用する.

図2 前処理の概要

して扱う事が可能となる。

一般的に GIR システムでは、以上示したジオパーズ、ジオコーディングおよびノイズ除去は前処理として行われ、検索が行われる際にはこれらの情報を利用してスニペットを生成する。

§2 スニペット生成に利用する地名表現の選択

まず主な提案のうち一つ目について示す。我々は、スニペットを生成するために有益な地名表現は以下の条件を満たすものであると考えた。

条件 地名表現が示す位置が、地理クエリで示される領域に含まれるか、近接していること。

ここで、我々はユーザが地理クエリで指定する中心点 Qg_p から範囲条件 Qg_d の2倍以内におさまる範囲を地理クエリと関連性のある範囲であると考え、この範囲に含まれる場所を示す地名表現を、上記条件を満たす地名表現であると見なし、スニペットの生成に利用する。

§3 地名表現の優先度付け

次に主な提案のうち二つ目について示す。この提案のモチベーションは、地理クエリとより高い関連性のある地理表現を優先的に提示した方がユーザにとってわかりやすいスニペットになると考えた所にある。

地理クエリと文書中の地名表現の関連性の強さはいくつか考えられるが、ここでは2章で述べた“外出先で周囲に存在するサービスや店舗を探す”ような地理情報検索を実現するために重要であると考えられる以下の二つの条件に基づき地名表現の優先度を定義する。

- 地理クエリで示される領域からより近い領域を示していること
- より特定された領域を示していること

これらの二つはそれぞれ、「地理クエリが示す場所と地名表現が示す場所の距離」および「地名表現によって示される地理的範囲」によって評価することができる。これらを元にした地名表現 e と地理クエリ Qg の関係の強さ $W(e)$ は以下の式で算出する。

$$W(e) = Closeness(Qg, e) \cdot Specificity(e) \quad (3)$$

$$Closeness(Qg, e) = 1/dist(Qg, e) \quad (4)$$

$$Specificity(e) = 1/extent(e) \quad (5)$$

$$dist(Qg, e) = \begin{cases} d_{inner} & (Qg_p \text{ is inside } e\text{'s extent}) \\ d_{inner} + d_{edge}(e, Qg) & (Qg_p \text{ is outside } e\text{'s extent}) \end{cases} \quad (6)$$

ここで d_{inner} は十分小さな定数であり、地理クエリの中心点 Qg_p が地名表現 e で示される範囲の中である場合の距離として設定する。また、 $d_{edge}(e, Qg)$ は、地名表現 e が含意する領域の境界線から地理クエリの中心点 Qg_p までの最短距離を示す。また、 $extent(e)$ は地名 e が表現する範囲の広さであり、地名 e が表現する経度方向の長ささと緯度方向の長さの積である。

§4 テキスト断片のスコア計算

上記 4.3.2 節で示した手法で選択された地名表現と 4.3.3 節で示したその重み付けを利用し、スニペットの候補となるテキスト断片の評価を行う。地理クエリ Qg に対するテキスト断片のスコア $S_g(Qg, l, x)$ は以下の式で定義される。このスコアは、(1) 式に地名表現の重みを考慮したものである。

$$S_g(Qg, l, x) = \sum_{e \in E(l, x, Qg)} (W(e) \cdot (\alpha + (1 - \alpha) \cdot (1 - \frac{|mid(l, x) - kwd_mid(e)|}{l/2}))) \quad (7)$$

$\alpha, l, x, mid(l, x), kwd_mid(e)$ は (1) 式で示される意味と同様である。 $E(l, x, Qg)$ は、4.3.2 節の手法により選択された地名表現のうち、対象のテキスト断片 $F(l, x)$ に含まれる地名表現の集合である。また e はその集合の要素を示す。それぞれのテキスト断片の最終的なスコア $S'(Qc, Qg, l, x)$ は以下の式で算出される。

$$S'(Qc, Qg, l, x) = S(Qc, l, x) + S_g(Qg, l, x) \quad (8)$$

4.1 節で示したスニペット生成手順の $S(Qc, l, x)$ をこの $S'(Qc, Qg, l, x)$ で置き換える。評価では、提案手法として二つのパリエーションを利用する。一つは上記1つ目の提案のみを利用した手法であり、この場合、 $W(e)$ は定数とする。もう一つは上記で示した両方の提案を利用した手法である。

5. 評 価

GIR におけるスニペット生成において、提案手法の有効性を確認するため、実際の GIR 検索の結果と組み合わせたスニペットの出力に対して、被験者による評価を行った。

5.1 評 価 手 法

提案法とともに、スニペット生成における検索条件中の地理クエリの利用法がスニペットの質にどのような変化をおよぼすかを評価するため、以下の 2 種類を比較手法とした。

KWD_ONLY 地理クエリを利用せずに、内容クエリのキーワードのみを用いて、4.1 節で述べる基本手法によってスニペットを生成する手法。

AS_STRING KWD_ONLY に 4.2 節に述べる変更を加え、地理クエリの文字列表現と一致する地名表現を考慮する手法。

評価で用いる提案法は地名表現の重みに関する取り扱い方の異なる以下の 2 種類である。

AS_COOR 提案手法の一つであり、4.3 節で示した提案 1 のみを利用したもの。地理クエリと関連するすべての地名表現を均一な重みで利用する手法。

AS_COORD 提案手法の一つであり、4.3 節で示した提案 1 および 2 を利用したもの。地理クエリとの関連性に応じて地名表現を優先度付けし利用する手法。

5.2 評 価 条 件

§ 1 評価タスク

クエリを考慮しない汎用の要約とは異なり、検索結果のスニペットには、その結果を見てユーザが当該文書を閲覧するかどうかを判断するという明確な目的がある。そのため、検索結果のスニペットの評価は、スニペットそのものを内的 (intrinsic) に評価するのではなく、スニペットがユーザの正しい判断に結びついているかに基いた外的 (extrinsic) な評価を行う。

1 章において、スニペット提示の目的として挙げた、

(1) 検索結果が検索要求に適合するかどうかの判定をユーザが適切に行えるようにする

(2) 元文書中のユーザが興味を持つであろう情報をスニペットを通じて伝達する

という二つの側面を評価するために、評価は以下の二つのタスクで構成される。

指示性評価 スニペットが、ユーザの検索要求に適合する検索結果を選別する手助けをしているかどうかを評価するためのタスクである。

被験者はスニペットを元に検索結果中の各文書を閲覧すべきか否かを判定する。スニペットが十分指示的であれば、スニペットを元に決定された閲覧文書は適合しているはずであり、結果としてユーザは適合文書を選別しやすくなるはずである。一方、不適合

表 1 指示性評価基準

表 2 に示される判定規準による適合文書を求めている場合に、当該スニペットの元文書を閲覧すべきか否か。

スコア	基準
0	閲覧すべきではない
1	閲覧すべき

表 2 適合性判定規準

スニペット中で、内容クエリに関係する商品やサービスを扱う店舗もしくは組織のうち、地理クエリで指定された場所に存在するものが言及されているか。

スコア	基準
0	該当する情報について記述がない
1	該当する情報について述べているが、スニペットの主題ではない
2	該当する情報について述べられており、スニペットの主題である

文書をユーザが適切に選別できれば、無駄な文書を閲覧するという手数を減らすことができる。このため、評価結果にはこれら二つの結果を示す。

被験者への教示内容および判定基準を表 1 に示す。適合性判定の一致 スニペットが、元文書中のユーザが興味を持つであろう情報を十分伝達しているかを評価するためのタスクである。

まず、被験者はスニペットのみを閲覧して検索結果としての適合性判定を行う。適合性判定の手順は、安田ら [安田 08] が示している GIR の適合性判定手順に準じる。このスニペットのみに対する適合性判定結果と、元文書を閲覧して行われた検索結果に対する適合性判定結果を比較する。実験ではスコアが 1 以上のものを適合文書として扱った。

被験者への教示内容および判定基準を表 2 に示す。サーチエンジンのためのスニペットであることを考慮し、評価結果にはマクロ平均で算出した値を示す。これは、マクロ平均によって、個々の検索トピック毎の挙動を元にした考察ができると考えた為である。

§ 2 評価セットとパラメータ条件

評価ではブログサービスの「goo ブログ^{*5}」から取得したブログ記事コーパスに対して検索を行い、得られた結果のテキスト群を評価セットとして利用した。

ブログ記事コーパスは、ブログ著者がブログサイトを作成する段階で、ブログサイトの主な記事の内容を「地域情報」もしくは「食べ歩き」とした記事である。このコーパスのブログ記事は、約 19,000 人の著者によって書かれた約 30 万のブログ記事である。

評価セットは、このコーパスに対して、表 3 に示した検索トピックで検索を行い、検索結果のプーリングを行ったものである^{*6}。プーリングの対象は [安田 08] において検

*5 <http://blog.goo.ne.jp/>

*6 すべての検索トピックはユーザが近くにある店舗やサービス

表 3 検索トピック

地理クエリ	興味の中心点	札幌駅, 東京駅, 梅田 (大阪駅)
	興味の中心からの許容範囲	1 km
内容クエリ		カレー, ラーメン, ハンバーグ, ケーキ, コーヒー, 紅茶, 焼肉, うどん

索結果評価を行った際に利用した手法で検索されたそれぞれの検索結果上位 50 件である。プールサイズは 24 検索トピック分を合わせて 1921 件であり, そのうち 464 件が適合文書, 1457 件が不適合文書である。

また, AS_STRING の場合には, 表 3 で興味の中心点として示した文字列と一致する地名表現をスニペット生成で利用した^{*7}。

サーチエンジンの結果提示に利用するスニペットは元文書のサイズにかかわらず一定の大きさである必要がある。このため, 本評価ではスニペットの長さは, 汎用の要約でしばしば用いられるような圧縮率として指定するのではなく, 最大スニペット長として与える。

最大スニペット長については 2 種類の長さについて評価を行った。というのも, GIR ではユーザの所在が重要な情報になることから, PC に加えて, GPS などによる位置情報を取得可能な携帯端末からの利用も考えられるからである。PC などの広いディスプレイを想定した相対的に長めのスニペット長として 120 文字, PDA や携帯電話などの狭いディスプレイを想定した相対的に短いスニペット長として 40 文字とした。これらは Yahoo!^{*8}や Google などの通常の検索サービスと同等になるように決定した。

4.3.1 節で示したノイズとなる地名を除去するためのクラスタリングの閾値 T_c は地理条件の範囲条件の 2 倍とした。これは, 範囲条件で指定された検索対象範囲中の任意の 2 点は同一の場所と考えられることに基づいている。4.3.1 節で示した閾値 T_c は, ノイズとなるジオコード結果がどの程度正確に除去されるかを判定した予備実験の結果に基づき 0.75 に決定した。また, 予備検討の結果, テキスト断片中のキーワードの位置に関するパラメータ $\alpha = 0.9$, スニペット中の断片数に応じたスコアの減衰パラメータ $\beta = 0.9$ とした。

§3 被験者

被験者数は 8 人である。それぞれのスニペットは一人の被験者により, スニペットが示す文書の適合性および指示性評価について判定される。被験者はランダムに選択されるスニペットとスニペットを生成した検索トピックの組み合わせを取得し, 判定を行う。ただし, 同一の被験者が同一の文書から生成されたスニペットを複数判定することは行わない。これは一つの文書に関する複数のスニペットを閲覧することによって, 被験者が文書全体を想定できるようになることを防ぐためである。また, 一つ

表 4 指示性の評価結果 (適合文書に到達できるかどうか)

手法	適合率	再現率	F 値
Short			
AS_COOR_D	0.6378	0.6418	0.6142(**,##)
AS_COOR	0.5952	0.4960	0.5315(**,##)
AS_STRING	0.6710	0.2479	0.3071(**)
KWD_ONLY	0.3382	0.0797	0.1195
Long			
AS_COOR_D	0.6638	0.6243	0.6389(**,##)
AS_COOR	0.6621	0.6166	0.6305(**,##)
AS_STRING	0.6368	0.4091	0.4673(**)
KWD_ONLY	0.6525	0.2193	0.3110

アスタリスクおよびハッシュは, それぞれ KWD_ONLY および AS_STRING との間で有意な精度向上が見られた場合を示す。検定にはウィルコクソン符号付き順位検定 (危険率 5%) を利用。特に**

および##は $p < 0.01$ を示す。

の文書から同一のスニペットが生成された場合には判定は 1 回のみとした。

5.3 指示性評価の結果

表 4 に, スニペットを閲覧したユーザが適合文書へ到達できるかどうかに関するスニペットの指示性評価結果を示す。また, 表 5 に不適合文書を避けることに関する指示性評価の結果を示す。表 4 から, 提案手法は F 値において比較手法を大きく上回る評価値を示している。AS_STRING の評価値は提案手法と比較して大きく低下しており, 単純に代表的な地名表現を利用するのみでは良い結果を得られないことがわかる。表 5 でも提案手法が比較手法を上回る F 値を示すことがわかるが, 短いスニペットを利用した実験では提案手法と比較手法の間で有意差は確認できなかった。

表 4, 表 5 より, 提案法のうち地名表現の優先度を考慮した手法では, スニペット長にかかわらず高い F 値を示すことがわかる。しかし地名の優先度を考慮しない提案法および比較手法はスニペット長の変化による F 値の差が大きい。これは, 地名の優先度を利用することで, より有益な地名表現が選択でき, 短いスニペット長の場合にも指示性の高いスニペットが生成できていることを示している。

5.4 適合性判定一致率の結果

表 6 に適合性判定一致率の評価結果を示す。この評価では, 元の文書を読んだ場合の適合性判定結果と, 生成し

を探している状況を想定している。

*7 梅田 (大阪駅) が検索条件の場合には, “梅田” と “大阪駅” の両方の表記を扱った。

*8 <http://www.yahoo.com/>

表 7 適合性判定一致率評価の分割表

手法	TP	TN	FP	FN	一致率 (マイクロ平均)
Short					
AS_COOR_D	241	1364	93	223	0.8355
AS_COOR	208	1376	81	256	0.8246
AS_STRING	101	1402	55	363	0.7824
KWD_ONLY	25	1447	10	439	0.7663
Long					
AS_COOR_D	274	1370	87	190	0.8558
AS_COOR	270	1371	86	194	0.8542
AS_STRING	197	1395	62	267	0.8287
KWD_ONLY	96	1434	23	368	0.7965

表 5 指示性の評価結果 (不適合文書を選べられるかどうか)

手法	適合率	再現率	F 値
Short			
AS_COOR_D	0.8724	0.8744	0.8699
AS_COOR	0.8529	0.8918	0.8694
AS_STRING	0.7883	0.9483	0.8552
KWD_ONLY	0.7659	0.9865	0.8540
Long			
AS_COOR_D	0.8783	0.8953	0.8854(*)
AS_COOR	0.8791	0.9068	0.8914(**)
AS_STRING	0.8275	0.9328	0.8741
KWD_ONLY	0.7903	0.9664	0.8637

アスタリスクは, KWD_ONLY との間で有意な精度向上が見られた場合を示す. 検定にはウィルコクソン符号付き順位検定 (危険率 5%) を利用. 特に**は $p < 0.01$ を示す.

表 6 適合性判定一致率の評価結果

手法	一致率
Short	
AS_COOR_D	0.8355(**,##)
AS_COOR	0.8252(**,##)
AS_STRING	0.7798
KWD_ONLY	0.7648
Long	
AS_COOR_D	0.8540(**,#)
AS_COOR	0.8523(**,##)
AS_STRING	0.8261(**)
KWD_ONLY	0.7942

アスタリスクおよびハッシュは, それぞれ KWD_ONLY および AS_STRING との間で有意な精度向上が見られた場合を示す. 検定にはウィルコクソン符号付き順位検定 (危険率 5%) を利用. 特に**および##は $p < 0.01$ を示す.

表 8 適合性判定一致率評価分割表の説明

		スニペットによる適合性判定	
		適合	不適合
元文書による 適合性判定	適合	TP	FN
	不適合	FP	TN

たスニペットを読んだ場合の適合性判定結果の一致率を評価している.

表 6 から, 提案法がすべての条件において, 比較手法より高い一致率を示し, その差が有意であることがわかる. AS_STRING の結果をみると, スニペット長が長い条件では比較的良い結果を残しているが, スニペット長が短い条件では提案手法と比較して評価値が大幅に低下している.

次に, 検索トピック単位だけでなく, 各検索文書に対するスニペットの善し悪しに関して考察を行うため, 表 7 に実験結果の分割表を示す. この表中の TP, TN, FP, FN の意味は表 8 に示される. なお, 表 6 中の値は, それぞれの検索トピックごとの評価値を平均したマイクロ平均の値である. よって, 表 7 を元に計算したマイクロ平均とは多少ずれがある. 表 7 から, 今回の評価データでは不適合文書が多く, すべての文書を不適合と判定しても約 76%(マイクロ平均) 程度の一致率となる. このことを考慮すると, 比較手法の AS_STRING と比べて提案手法の一致率の精度向上幅は, 長いスニペット長の条件で 30% から 40%, 短いスニペット長の場合には 2 から 3 倍にもなり, 個々のスニペット単位で評価を行った場合でも提案手法の有効性が確認できる.

5.5 出力例とその分析

提案手法のうち AS_COOR_D と比較手法のうち AS_STRING それぞれの出力例を表 9 に示す. これらは, 比較手法では適切なスニペットが生成できないのに対し, 提案手法が効果的に動作する場合と, その逆に提案手法がかえって不適切なスニペットを生成してしまう場合の典型例である. 表中, どちらのいずれの文書も適合性判定の結果適合文書とされた文書である.

まず、「うどん 札幌」をクエリとした結果について、比較手法では文書がどういう地理的な位置を述べている可能性があるのか分からないため、被験者によって「閲覧すべきでない」と判定されているのに対し、提案手法では、内容クエリと地理クエリ双方と文書の関連を知ることができるため適切に「閲覧すべき」判定されていることが分かる。

次に、「ハンバーグ 札幌」をクエリとした結果について、比較手法では結果として「道庁最上階」という文字列が含まれていたため被験者は地理クエリとの関連を知ることができた。一方で、提案手法では地理クエリと関連のある表現をスニペットに含めることができなかったため、「閲覧すべきでない」と判定されている。これは、提案手法が地名表現として取り扱う対象が、ジオコードによって緯度経度を割り振ることに成功した部分に限られているため、ジオコードをすることができなかった「道庁最上階」を地名表現として取り扱えなかったことに起因する。さらに、提案法では、スコアと無関係に内容クエリに関連した断片と地理クエリに関連した断片を交互に選択するため、クエリとの関連の低い断片が含まれてしまっている。

6. ま と め

本論文では GIR における新しいスニペット生成法を提案した。主な特徴は GIR の検索クエリに含まれる地理制約と関連性の高い地理表現を利用することである。スニペットの指示性に関する評価および適合性判定の一致率では、提案法によるスニペットが、比較手法と比べて高い評価値を得ることを確認した。

5.5 節での議論の通り、提案法では断片のスコアによらず内容クエリに関連した断片と地理クエリに関連した断片を交互に選択するため、結果としてクエリとの関連の低い断片が含まれてしまうことがある。性質の異なる 2 種類のクエリを反映させつつ、それぞれのスコアを考慮した断片の選択基準は今後の課題である。

サーチエンジンへのスニペット生成の導入を考えた場合、スニペット生成の計算量がもう一つのポイントとなる。この点を考慮し、我々の手法では表層的な文字列比較のみを利用した手法としたが、今回の提案法を素朴に実装した場合の処理コストは小さくない。今後、この点について対処するため、スニペット生成の効率化について検討することを考えている。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Andrade 06] Andrade, L. and Silva, M. J.: Relevance Ranking for Geographic IR, in *GIR* (2006)
- [Chali 02] Chali, Y.: Generic and Query-Based Text Summarization Using Lexical Cohesion, in *AI '02: Proceedings of the 15th Conference of the Canadian Society for Computational Studies of Intelligence on Advances in Artificial Intelligence*, pp. 293–302, London, UK (2002), Springer-Verlag
- [Clough 05] Clough, P.: Extracting metadata for spatially-aware information retrieval on the internet, in *GIR '05: Proceedings of the 2005 workshop on Geographic information retrieval*, pp. 25–30, New York, NY, USA (2005), ACM
- [Dumais 02] Dumais, S., Banko, M., Brill, E., Lin, J., and Ng, A.: Web question answering: is more always better?, in *SIGIR '02: Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 291–298, New York, NY, USA (2002), ACM
- [Edmundson 64] Edmundson, H. P.: Problems in automatic abstracting, *Commun. ACM*, Vol. 7, No. 4, pp. 259–263 (1964)
- [Gey 06] Gey, F., Larson, R., Sanderson, M., Bischoff, K., Mandl, T., Womser-Hacker, C., Santos, D., and Rocha, P. eds.: *GeoCLEF 2006: the CLEF 2006 Cross-Language Geographic Information Retrieval Track Overview* (2006)
- [Gravano 03] Gravano, L., Hatzivassiloglou, V., and Lichtenstein, R.: Categorizing web queries according to geographical locality, in *CIKM '03: Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management*, pp. 325–333, New York, NY, USA (2003), ACM
- [Hobona 05] Hobona, G., James, P., and Fairbairn, D.: An evaluation of a multidimensional visual interface for geographic information retrieval, in *GIR '05: Proceedings of the 2005 workshop on Geographic information retrieval*, pp. 5–8, New York, NY, USA (2005), ACM
- [Li 06a] Li, Y., Moffat, A., Stokes, N., and Cavedon, L.: Exploring Probabilistic Toponym Resolution for Geographical Information Retrieval, in *GIR* (2006)
- [Li 06b] Li, Z., Wang, C., Xie, X., Wang, X., and Ma, W.-Y.: Indexing implicit locations for geographical information retrieval, in *GIR* (2006)
- [Luhn 58] Luhn, H. P.: The automatic creation of literature abstracts, *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 2, No. 2, pp. 159–165 (1958)
- [Markowetz 05] Markowetz, A., Chen, Y.-Y., Suel, T., Long, X., and Seeger, B.: Design and Implementation of a Geographic Search Engine, in Doan, A., Neven, F., McCann, R., and Bex, G. J. eds., *WebDB*, pp. 19–24 (2005)
- [McDonald 06] McDonald, D. M. and Chen, H.: Summary in context: Searching versus browsing, *ACM Trans. Inf. Syst.*, Vol. 24, No. 1, pp. 111–141 (2006)
- [McDonald 07] McDonald, R.: A Study of Global Inference Algorithms in Multi-document Summarization., in Amati, G., Carpineto, C., and Romano, G. eds., *ECIR*, Vol. 4425 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 557–564, Springer (2007)
- [Okumura 00] Okumura, M. and Mochizuki, H.: Query-biased Summarization Based on Lexical Chaining, *Computational Intelligence*, Vol. 16, No. 4, pp. 578–585 (2000)
- [Sanderson 04] Sanderson, M. and Kohler, J.: Analyzing geographic queries, in *GIR '04: Proceedings of SIGIR2004 Workshop on Geographic Information Retrieval*, ACM Press (2004)
- [Toda 08] Toda, H., Yasuda, N., Matsuura, Y., and Kataoka, R.: Incorporating place name extents into Geo-IR ranking, in *CIKM '08: Proceedings of the seventeenth international conference on Information and knowledge management*, pp. 1489–1490, New York, NY, USA (2008), ACM
- [Tomaszewski 07] Tomaszewski, B. M., Pan, C.-C., Mitra, P., and MacEachren, A. M.: Facilitating situation assessment through gir with multi-scale open source web documents, in *GIR '07: Proceedings of the 4th ACM workshop on Geographical information retrieval*, pp. 95–96, New York, NY, USA (2007), ACM
- [Tombros 98] Tombros, A. and Sanderson, M.: Advantages of Query Biased Summaries in Information Retrieval, in *SIGIR*, pp. 2–10, ACM (1998)
- [Turpin 07] Turpin, A., Tsegay, Y., Hawking, D., and Williams, H. E.: Fast generation of result snippets in web search, in *SIGIR '07: Proceedings of the 30th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pp. 127–134, New York, NY, USA (2007), ACM
- [Vaid 05] Vaid, S., Jones, C. B., Joho, H., and Sanderson, M.:

表 9 出力結果例

クエリ	手法	出力	指示性判定結果
うどん	AS_COOR.D	結なので、天気が悪い日でも安心。小樽と札幌の境目にある『Kufuu(クフウ)』に...「スープカレー坦々麺」や「スープカレーうどん」といった、変り種のメニューがあり、... Curry Kufuu's*札幌市中央区大通西 5 丁目 昭和ビル地下 1 階	閲覧すべき (正解)
札幌	AS_STRING	最後までとても美味しく頂きました。満腹、満足 このお店、「カレーがゆ」の他にも、「スープカレー坦々麺」や「スープカレーうどん」といった、変り種のメニューがあり、気になるので、ぜひ、また、足を運びたいと思っています。 お得情報 「ぐるなび」	閲覧すべきでない (不正解)
ハンバーグ	AS_COOR.D	れはレディースセット。レディースच्छゅうか、量多すぎっ。ハンバーグも食べ応えあるっ。私は同僚と飲み物もう一個頼んでシェア...っとしてくれるとはげみになります。人気 blog ランキング (北海道)	閲覧すべきでない (不正解)
札幌	AS_STRING	ースセットだったり、パスタ、カレー等の軽食もそろっている。これはレディースセット。レディースच्छゅうか、量多すぎっ。ハンバーグも食べ応えあるっ。私は同僚と飲み物もう一個頼んでシェア。官公庁食堂巡り、あとは、道庁最上階喫茶、区民センター食堂、	閲覧すべき (正解)

Spatio-textual Indexing for Geographical Search on the Web, in Medeiros, C. B., Egenhofer, M. J., and Bertino, E. eds., *SSTD*, Vol. 3633 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 218–235, Springer (2005)

[Varadarajan 06] Varadarajan, R. and Hristidis, V.: A system for query-specific document summarization, in *CIKM '06: Proceedings of the 15th ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 622–631, New York, NY, USA (2006), ACM

[Zamir 99] Zamir, O. and Etzioni, O.: Grouper: a dynamic clustering interface to Web search results, *Comput. Netw.*, Vol. 31, No. 11-16, pp. 1361–1374 (1999)

[Zhou 05] Zhou, Y., Xie, X., Wang, C., Gong, Y., and Ma, W.-Y.: Hybrid index structures for location-based web search, in *CIKM '05: Proceedings of the 14th ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 155–162, New York, NY, USA (2005), ACM

[安田 08] 安田 宜仁, 戸田 浩之: 検索位置のごく周辺を対象とした地理情報検索, 人工知能学会論文誌, Vol. 23, No. 5, pp. 364–373 (2008)

〔担当委員: 高山 泰博〕

2009 年 3 月 30 日 受理

◇ 付 録 ◇

A. α, β の設定基準

4 章で述べた、テキスト断片中のキーワードの位置によりテキスト断片のスコアを調整するパラメータ α およびスニペット中の断片数に応じてスニペット候補のスコアを減衰するパラメータ β の設定基準について示す。

まず α について示すため、スニペットを構成するテキスト断片候補の例を図 A.1 に示す。(A) は一つのキーワードが中心位置に存在するテキスト断片を示し、(B) は二つのキーワードが両端に存在するテキスト断片を示す。我々は、スニペットを構成するテキスト断片にはより多くの検索条件に関係するキーワードを含むべきであると考えている。図 A.1 に示した例の場合には、我々は (B) を (A) より優先したい。しかしながら、どのような状況においても多くのキーワードを含むテキスト断片を優先する α を特定するためには、スニペット長、キーワード長など様々な要素を考慮する必要がある、かつ

検索条件や文書によって変化する条件の影響も受けるため、厳密な値を一つ設定するという事はできない。そこで、ここでは少なくとも図 A.1 に示したように、(A) キーワードが一つ含まれるテキスト断片と (B) 二つ含まれるテキスト断片がある場合には (B) を優先する事を考える。キーワード長を一定と考えれば、図 A.1(A) はキーワードを一つだけ含む状況で最大のテキスト断片スコアを示し、図 A.1(B) はキーワードを二つ含む状況で最小のテキスト断片スコアを示すので、常に (B) のテキスト断片スコアを (A) のテキスト断片スコアより大きくする α を設定できれば、少なくともキーワードを二つ含むテキスト断片をキーワードを一つしか含まないテキスト断片より優先することができる。

このためには、式 (1) を用いて (A),(B) それぞれのテキスト断片のスコア $S_A(Qc, l, x_1), S_B(Qc, l, x_2)$ を算出する場合、以下が成り立つような α を設定しなければならない。

$$S_A(Qc, l, x_1) < S_B(Qc, l, x_2) \quad (\text{A.1})$$

(A) では $\text{mid}(l, x_1) = \text{kwd_mid}('KW1')$ が成り立つため以下の通りとなる。

$$S_A(Qc, l, x_1) = 1 \quad (\text{A.2})$$

また、(B) では以下のようになる。

$$|\text{mid}(l, x_2) - \text{kwd_mid}('KW1')| = l/2 - \text{length}('KW1')/2$$

$$|\text{mid}(l, x_2) - \text{kwd_mid}('KW2')| = l/2 - \text{length}('KW2')/2$$

以上より、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned}
& S_B(Qc, l, x_2) \\
& > \alpha + (1 - \alpha) \cdot \left(1 - \frac{l/2 - \text{length}('KW1')/2}{l/2}\right) \\
& \quad + \alpha + (1 - \alpha) \cdot \left(1 - \frac{l/2 - \text{length}('KW2')/2}{l/2}\right) \\
& = \alpha \cdot \left(2 - \left(\frac{\text{length}('KW1')}{l} + \frac{\text{length}('KW2')}{l}\right)\right) \\
& \quad + \left(\frac{\text{length}('KW1')}{l} + \frac{\text{length}('KW2')}{l}\right) \\
& = \alpha \cdot (2 - \xi) + \xi \quad (\text{A.3})
\end{aligned}$$

ここで $\xi = \text{length}('KW1')/l + \text{length}('KW2')/l$ である。

図 A.1 テキスト断片の例

図 A.2 スニペット候補の例

上記の式 (A.1) に式 (A.2) と式 (A.3) を代入し、整理すると以下の通りとなる。

$$\alpha > \frac{1-\xi}{2-\xi} \quad (A.4)$$

$1 \leq \text{length}('KW1') \leq l/2, 1 \leq \text{length}('KW2') \leq l/2, 2 \leq l < \infty$ であることから、 $0 < \xi < 1$ となる。この条件の元、式 (A.4) を常に満たすためには $\alpha \geq 0.5$ とする必要がある。

また、 α がテキスト断片中のキーワードの位置に応じてスコアをディスカウントするためのパラメータであることから α は以下のように設定することとする。

$$0.5 \leq \alpha < 1$$

次に β について示すため、スニペット候補の例を図 A.2 に示す。(C) は二つのキーワードが両端に存在する二つのテキスト断片からなるスニペットの候補を示し、(D) は一つのキーワードが中心位置に存在する二つのテキスト断片からなるスニペットの候補を示す。

我々の基本的な考えは、スニペットに含むキーワード数が同一であれば、スニペットを構成するテキスト断片が少ない方を優先するというものである。これは断片数を多くした場合、スニペットが短いテキスト断片の集まりとして構成され、内容の一貫性が保てない可能性が高いと考えたためである。

しかし、 α の場合と同様に、どのような状況においても上記の考えを満たすパラメータ値 (β) を設定するためには、スニペット長、テキスト断片長など様々な要素を考慮する必要があり、また検索条件や文書によって変化する条件の影響も受けるため、厳密な値を一つ設定することができない。

そこで、ここでは少なくとも図 A.2 の場合に (C) を優先する事を考える。スニペットとして含むキーワードの数を二つとし、それらキーワード長を一定とすれば図 A.2(C) はテキスト断片一つだけで構成されるスニペットとしては最小のスニペットスコアを示し、図

A.2(D) は二つのテキスト断片から構成されるスニペットとしては最大のスコアを示す。ここで常に (C) のスコアを (D) のスコアより大きくする β を設定できれば、二つのキーワードをカバーできるテキスト断片が存在する場合、そのテキスト断片によるスニペットを優先する事ができる。

このためには、(2) 式で (C)(D) それぞれのスニペット候補のスコア $Sd_C(Qc, 1)$, $Sd_D(Qc, 2)$ を算出した場合に、以下が成り立つ β を設定しなければならない。

$$Sd_C(Qc, 1) > Sd_D(Qc, 2) \quad (A.5)$$

(C) の場合は、(B) のテキスト断片をスニペット候補にするものであり、スコア $Sd_C(Qc, 1)$ は以下のように表される。

$$\begin{aligned} Sd_C(Qc, 1) &= S(l, x_3) \cdot \beta \\ &= (\alpha \cdot (2 - (\frac{\text{length}('KW1')}{l} - \frac{\text{length}('KW2')}{l})) \\ &\quad + (\frac{\text{length}('KW1')}{l} + \frac{\text{length}('KW2')}{l})) \cdot \beta \\ &= (2\alpha + (1 - \alpha) \cdot \xi) \cdot \beta \end{aligned} \quad (A.6)$$

ここで、 $\xi = \text{length}('KW1')/l + \text{length}('KW2')/l$ である。

一方、(D) の場合は、 $mid(l, x_4) = kwd_mid('KW1')$, $mid(l, x_5) = kwd_mid('KW2')$ が成り立つため以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} Sd_D(Qc, 2) &= (S(l, x_4) + S(l, x_5)) \cdot \beta^2 \\ &= (1 + 1) \cdot \beta^2 = 2\beta^2 \end{aligned} \quad (A.7)$$

式 (A.5) に式 (A.6) と式 (A.7) を代入し、整理すると以下の通りとなる。

$$\beta < \alpha + \frac{1-\alpha}{2} \cdot \xi \quad (\text{A.8})$$

ここで、上式の右辺を $f(\alpha, \xi)$ とおく。 $1 < \text{length}('KW1') < l/4, 1 < \text{length}('KW2') < l/4, 2 < l < \infty$ であることから $0 < \xi < 1/2$ である。そして、 $f(\alpha, 0) = \alpha$, $f(\alpha, 1/2) = 1/4 + 3/4 \cdot \alpha$ であり、上記で示した $0.5 \leq \alpha < 1$ では $f(\alpha, 0) < f(\alpha, 1/4)$ となることから、 $f(\alpha, \xi)$ の値域は以下ようになる。

$$\alpha < f(\alpha, \xi) < 1/4 + 3/4 \cdot \alpha \quad (\text{A.9})$$

式 (A.8) および (A.9) から、 β は以下のように設定することとする。

$$\beta \leq \alpha$$

著 者 紹 介

戸田 浩之(正会員)

1997 年名古屋大学工学部材料プロセス工学科卒業。1999 年同大学院工学研究科博士課程前期課程修了。同年、日本電信電話(株)入社。2007 年筑波大学大学院システム情報工学研究科博士後期課程修了。現在、NTT サイバーソリューション研究所勤務。情報検索、情報抽出、Web マイニングの研究に従事。博士(工学)。ACM SIGIR、情報処理学会、電子情報通信学会、日本データベース学会各会員。

安田 宜仁(正会員)

1997 年京都大学大学総合人間学部基礎科学科卒業。1999 年同大学院人間・環境学研究科修士課程修了。同年、日本電信電話(株)入社。現在、NTT サイバーソリューション研究所勤務。音声対話システム、自然言語処理の研究に従事。日本音響学会会員。

奥村 学(正会員)

1962 年生。1984 年東京工業大学工学部情報工学科卒業。1989 年同大学院博士課程修了。同年、東京工業大学工学部情報工学科助手。1992 年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教授、2000 年東京工業大学精密工学研究所助教授、2009 年同教授、現在に至る。工学博士。自然言語処理、知的情報提示技術、語学学習支援、テキスト評価分析、テキストマイニングに関する研究に従事。情報処理学会、AAAI、言語処理学会、ACL、認知科学会、計量

国語学会各会員。

松浦 由美子

1993 年慶應義塾大学大学院計算機科学科修士課程修了。同年日本電信電話株式会社に入社。以来、音楽データの特徴部分抽出の研究、電子透かしシステムの研究開発、コンテンツ流通システムの研究開発、ポータルサービスシステムの研究開発に従事。現在、NTT サイバーソリューション研究所所属。情報処理学会会員。

片岡 良治

1987 年千葉大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年日本電信電話株式会社に入社。以来、トランザクションの並行処理制御方式の研究、マルチメディア情報システムの研究、ポータルサービスシステムの研究開発に従事。現在、NTT サイバーソリューション研究所所属。情報処理学会会員。