

## メタ検索における検索結果の統合方式の検討

大野 成義<sup>†</sup> 太田 学<sup>‡</sup> 片山 薫<sup>‡</sup> 石川 博<sup>‡</sup>

職業能力開発総合大学校情報工学科<sup>†</sup> 東京都立大学大学院工学研究科<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

複数の検索エンジンの結果を利用するメタ検索エンジンには、各検索エンジンの検索結果をどのように統合するのかわかるというところに問題の一つがある。これは各検索エンジンでそれぞれ異なった方針に基づき検索され、ランキングされていることに起因する。

本研究では、適合する正解が存在する TREC(Text REtrieval Conference) [1] 参加グループの検索結果を利用し、それらを統合する実験を行う。検索結果を統合する方法として、検索総数からランキング順位を引いた値を単純に加算する方法や対数的に加算する方法、指数的に加算する方法、マルコフ連鎖を利用する方法、各検索結果のスコアを利用する方法を考え、それらの比較評価を行う。

### 2. 関連研究

TREC のデータを利用する取り組みとしては Aslam[2] らの研究などがある。TREC の参加グループの検索結果にはランキングの他にスコアが付加されており、ランキングよりも詳細データであると考えられていた。このため、これらの研究ではスコアを用いて統合を行っている。しかし、現実のメタ検索で利用する各検索エンジンに必ずしもスコアが付加されているとは限らず、スコアは補助的に扱いランキングを基準とする必要がある。また、TREC はコンテストであり評価はランキング付けで決まるため信頼できるスコアを算出しているとは限らない。

一方本研究では、最新の TREC 結果を利用し、スコアとランキングそれぞれを基準に統合を行った結果の比較を行う。

Dwork[3] らは TREC のデータでなく、実際の検索エンジンを利用している。マルコフ連鎖を利用する新たな統合方法を提案しているが、TREC データと異なり適合する正解が存在しない場合もあるため、一般的な平均適合率と異なる独自の評価基準も提案している。

一方本研究では、Dwork らの提案した統合方法を

TREC のデータに適用し、平均適合率を用いた評価を行う。

### 3. 統合方法

#### 3.1. ランキングとスコアに基づく統合

各検索エンジンのランキングおよびスコアをそれぞれ等価と仮定し、以下の方法で統合する。

- (1) 次式のように単純に加算し合計点順で並べる。  
(Borda の方法)

$$S_i = \sum_j S_{ji}$$

ここで  $S_{ji}$  は検索結果  $j$  におけるページ  $i$  のスコアもしくは検索総数からランキング順位を引いた値。

- (2) 指数を用いて上位のものに重みを付けて加算する。

$$S_i = \sum_j (S_{ji})^a$$

今回  $a$  は 2 とした。  $S_{ji}$  は(1)と同じ。

- (3) 対数を用いて上位のものに重みを付けて加算する。

$$S_i = \sum_j (1 - \text{Log}_{1000} R_{ji})$$

ここで  $R_{ji}$  はランキング順位もしくは 1 から正規化されたスコアを引いて 1000 倍した値。

#### 3.2. マルコフ連鎖による統合方法

マルコフ連鎖の考えに基づき、ある順位のページはその隣り合う順位のページとの上下関係で決定し、隣り合わない順位のページとの関係は無視し、統合を行う。

- (1) Dwork らの提案した以下の手順で行う。

- 全ての各検索結果に含まれるページ (データ) から任意に一つページを選ぶ。
- 更に一つページを任意に選びだし、両方のページを含む検索結果において、新たに選んだページが上位にある検索結果が多ければ、新たに選んだページを上位ページとする。
- 上位のものがなくなるまで繰り返す。

(2) Dwork らの提案方法とは別に新たに提案する以下の手順で行う。

- 各検索結果の最下位のページから任意に一つページを選ぶ。

Data Fusion of Metasearch

Shigeyoshi Ohno<sup>†</sup>, Manabu Ohta<sup>‡</sup>,

Kaoru Katayama<sup>‡</sup>, Hiroshi Ishikawa<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Department of Information and Computer Science, Polytechnic University.

<sup>‡</sup>Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University.

b. 選んだページを含む検索結果からこのページよりもすぐ上位のページを一つ選び出し、これの一つ上位のページとする。

c. 上位のものがなくなるまで繰り返す。

### 3.3. 検索エンジンの重み付け

各検索エンジンに重みを付ける方法として、他の検索エンジンの結果に含まれるページを多く含む結果をもつ検索エンジンが重要であると仮定して、その検索エンジンに重みを付ける。スコア算出方法は単純に加算する方法 (3.1の(1))とする。

上記の3.2以外の四つの方法に関しては、ランキングとスコアでそれぞれ統合を行い比較する。

## 4. 実験

実験では TRCE 2001 と TREC-9 の Web Track のデータを利用する。それぞれ上位5グループ(表1)の検索結果(ページ数は各々1000個)を統合した結果が表2と表3である。

表1. 各グループの平均適合率とR適合率

グループ名	平均適合率	R 適合率
iit01m(2001)	0.3324	0.3517
0k0wtnd1(2001)	0.2831	0.3023
csi ro0mwa1(2001)	0.2817	0.3259
0k0wtnd0(2001)	0.2512	0.2806
flabxtd(2001)	0.2332	0.2617
iit00m(TREC-9)	0.3519	0.3708
jscbt9wll2(T-9)	0.2801	0.3054
jscbt9wcl1(T-9)	0.2687	0.2841
jscbt9wll1(T-9)	0.2659	0.2812
Ric9dpn(T-9)	0.2616	0.2957

表2. ランキングまたはスコアによる統合結果と重み付けを用いた統合結果

	平均適合率	R 適合率
(1)Rank(2001)	0.3762	0.3934
(1)Score(2001)	0.3620	0.3728
(1)Rank(TREC-9)	0.3267	0.3433
(1)Score(TREC-9)	0.3376	0.3751
(2)Rank(2001)	0.3786	0.3905
(2)Score(2001)	0.3761	0.3811
(2)Rank(TREC-9)	0.3277	0.3447
(2)Score(TREC-9)	0.3434	0.3827
(3)Rank(2001)	0.3803	0.3872
(3)Score(2001)	0.3806	0.3808
(3)Rank(TREC-9)	0.3333	0.3599
(3)Score(TREC-9)	0.3646	0.3833
3.3. Rank(2001)	0.3788	0.3916
3.3. Score(2001)	0.3482	0.3763
3.3. Rank(TREC-9)	0.3237	0.3382
3.3. Score(TREC-9)	0.3300	0.3624

表3. マルコフ連鎖を用いた統合結果

	平均適合率	R 適合率
3.2.(1)	0.0748	0.0000
3.2.(2)	0.2441	0.3074

平均適合率に注目すると、単純な加算方法に比べ指数的に加算する方法は少し良くなっているが  $a=4$  としても大きく改善されなかった。しかし、対数的に加算する方法は指数的に加算する方法より更に良い結果が得られた。

Dwork らはマルコフ連鎖を用いる方法の方が単純に加算する方法に比べて格段に良いという結論を出したが、検索における一般的な平均適合率での評価ではむしろ統合するほうが悪くなってしまうという結果になった。提案方法の R 適合率でも統合前と同程度でしかない。しかし、Dwork らは高々100個ずつのページをもつ検索結果の統合であり、データ数の少ない場合や統合前の各検索結果の平均適合率が高い場合に有効な方法である可能性がある。また、上位のページの選び方に結果が大きく依存し、検討の余地がある。

3.3の重みをつける方法では期待に反して改善されなかった。この2例が特殊である可能性もあり、他のデータも用いて統計的な結果を出す必要がある。

表2, 3からランキングとスコアの比較に関して、TREC-9のデータではスコアでの統合の方が良い結果を得られた。しかし、最新のTREC2001ではランキングでの統合の方が良い結果となった。スコアの信頼性に疑問符がついたといえる。

## 5. おわりに

ランキングやスコアを用いた統合方法やマルコフ連鎖を用いた結合方法、重み付けを用いた統合方法の比較評価を行った。

今後、良い結果が得られなかったマルコフ連鎖を用いる方法のアルゴリズムの改良や今回行わなかった事前トレーニングによる重み付けを検討していきたい。

## 謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費特定領域研究(2)[情報学:A02](課題番号:14019075)による。

## 参考文献

- [1] TREC <http://trec.nist.gov/>
- [2] J.A.Aslam and M.Montague, Models for Metasearch. Proceedings of the 24th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in IR, 276-284. ACM Press, 2001.7.
- [3] C. Dwork, et al., Rank aggregation methods for the Web. Proceedings of the 10th International WWW Conference, Hong Kong, May 2001.