

that are affected by social bookmark pollution.

ブックマーク類似度を用いたソーシャルブックマーク汚染 対策手法の提案と評価

畑 中 貴 弘^{†1} 久 松 潤 之^{†2}

現在、非常によく利用されている Web サービスの一つに、ソーシャルブックマークがある。ソーシャルブックマークは、ユーザのブックマークを公開、共有する Web サービスである。Web ページ毎にブックマークしたユーザ数を集計し、その結果をもとに、検索エンジンとは違う観点からの価値の高い Web ページを示すことができると考えられている。しかしながら、近年、ソーシャルブックマークの知名度の向上とともに、ソーシャルブックマークを商品の宣伝として利用する、いわゆる SPAM の事例が増えつつある。また、ソーシャルブックマークのユーザが増えるにつれて、一部のユーザにのみ有益な情報が、ソーシャルブックマークの集計結果として表示される事例が増え、問題となっている。本稿では、この問題をソーシャルブックマーク汚染と呼ぶ。なお、ソーシャルブックマークスパムは、ソーシャルブックマーク汚染の一例といえることに注意されたい。

本稿では、ブックマークの類似度に着目したソーシャルブックマーク汚染対策手法を提案し評価する。提案手法は、まず、ブックマークした Web ページから類似度の高いユーザを探し、ブラックリストを作成する。そして、作成したブラックリストに基づき、Web ページのブックマーク数を低減させる。一般的な Web ページとソーシャルブックマーク汚染の原因と思われる Web ページに対して提案手法を適用し、提案手法がソーシャルブックマーク汚染に対して有効であることを示す。

Method for Countering Social Bookmarking Pollution using Bookmark Similarities

TAKAHIRO HATANAKA^{†1} and HIROYUKI HISAMATSU^{†2}

In this paper, we propose a method for countering social bookmark pollution. First, we investigate the characteristics of social bookmark pollution and show that high similarities in the user bookmarks result in social bookmark pollution. Then, we discuss a bookmark number reduction method based on user similarities between the user bookmarks. We evaluate the proposed method by applying it to Hatena Bookmark. It is found that the proposed method only slightly reduces the bookmark number of the Web pages that are not affected by social bookmark pollution but greatly reduces the bookmark number of those Web pages

1. はじめに

近年、Web 2.0 [1] のキーワードの下で、これまでにない新しい Web サービスが数多く出現している [2-4]。Web 2.0 に基づく Web サービスに見られる特徴のひとつとして、Consumer Generated Media (CGM) が挙げられる。従来の Web サービスにおいては、多くのユーザは、掲載された情報を閲覧するのみであり、自ら情報を発信することは、掲示板への書き込みなどに限られていた。しかし、ブログやソーシャルネットワーキングサービスといった、特別な知識がなくても自分の意見を容易に Web 上に投稿できるサービスの普及に伴い、ユーザが情報の発信に積極的にかかわるようになっていく。また、多くのユーザから発信された情報を集計し、価値のある情報を生成する、集合知 [5,6] という概念にも注目が集まっている。この集合値を利用した Web サービスのひとつとして、ソーシャルブックマーク [7] が挙げられる。

ソーシャルブックマークは、各ユーザのブックマークを公開、共有するための Web サービスであり、様々な企業から提供されている [8-10]。さらに、ソーシャルブックマークの多くは、Web ページ毎にブックマークしたユーザ数を集計し（以降では、Web ページ毎に集計されたユーザ数のことを「ブックマーク数」と呼ぶ）、その集計結果をランキング形式で公開している。これらのサービスは、集計した情報を利用することによって、価値の高い Web ページを提供することを目指している。また、多くのユーザからも、インターネット上に埋もれている、価値の高い情報を得るための新しい方法であると期待されている。

しかし、ソーシャルブックマークの知名度が高まり、利用するユーザが増加することによって、ソーシャルブックマークを製品の宣伝といった商用目的で悪用する、ソーシャルブックマークスパムが、大きな問題となっている。このような形で利用されたソーシャルブックマークのランキングには、多くのユーザにとって望ましくない Web ページが数多く表示される。

また、ソーシャルブックマークには、商用目的のためのブックマーク以外に、いくつかの

^{†1} 大阪電気通信大学大学院総合情報学研究科
Graduate School of Computer Science, Osaka Electro-Communication University

^{†2} 大阪電気通信大学 総合情報学部
Department of Computer Science, Osaka Electro-Communication University

問題が確認されている。例えば、ある大学の講義にて、受講生が作成した Web ページに対してブックマークを促したところ、受講生の作成した Web ページが大量にランキングに表示された問題があった。また、はてなブックマークの注目の動画 [11] において、アニメ関連の動画が表示される割合が非常に高く、アニメを目的として閲覧していない一般のユーザにとっては、有用ではないと指摘されている。このように、商用目的ではないが、多くのユーザにとって有用ではない Web ページが数多くランキングに表示される問題が、現在のソーシャルブックマークにはある。本稿では、この一般のユーザに有用ではないページが、ブックマークを集計した結果、ソーシャルブックマークのランキングに入ること、そして、人気があるページ、または、価値のあるページとみなされることを、ソーシャルブックマーク汚染と呼ぶ。ソーシャルブックマークスパムは、ソーシャルブックマーク汚染の一例といえることに注意されたい。

既に、多数のソーシャルブックマークの研究がある [12-16]。例えば、[12] は、ソーシャルブックマークに登録されているデータを用いて、ユーザやドキュメントを推薦するシステムを提案している。また、[13-15] では、ソーシャルブックマークから得られる情報を利用して、検索エンジンの検索精度を高める手法を提案している。更に、[16] では、ソーシャルブックマークのコンテンツを分類するために、ソーシャルブックマークの RSS を解析するシステムを開発している。しかしながら、ソーシャルブックマーク汚染が比較的新しい問題であるため、ソーシャルブックマーク汚染の研究は、十分に行われていない。現状のソーシャルブックマーク汚染対策手法は、ソーシャルブックマーク汚染の一例であるソーシャルブックマークスパムに対して、IP アドレスを基に、スパム行為を行うユーザにソーシャルブックマークの使用を禁止する程度のものである。

そこで、本稿では、ソーシャルブックマーク汚染対策手法を提案する。まず、ソーシャルブックマーク汚染の特性を解析し、ソーシャルブックマーク汚染を導くユーザのブックマーク類似性が高いことを示す。その後、ユーザ間のブックマーク類似度を基に、ソーシャルブックマーク上にブックマークされた Web ページのブックマーク数低減方法を示す。はてなブックマークを対象とした性能評価を行い、提案手法がソーシャルブックマーク汚染の影響を受けていない Web ページのブックマーク数をほとんど低減させないこと、さらに、ソーシャルブックマーク汚染の影響を受けている Web ページのうち過半数の Web ページのブックマーク数を大きく低減させることを示す。

本稿の構成は以下の通りである。まず、2 章において、ソーシャルブックマーク汚染の特性を解析する。次に、3 章において、提案するソーシャルブックマーク汚染対策手法について説明し、さらに、4 章において、提案手法のパラメータを検討する。5 章において、提案

手法の性能評価を行う。最後に、6 章において、本稿のまとめと今後の課題を述べる。

2. ソーシャルブックマーク汚染の特性解析

本章では、ソーシャルブックマーク汚染の特性を解析する。具体的には、はてなブックマークにおけるソーシャルブックマーク汚染の例である以下の二つの例を対象とする。(a) ある大学の講義において、受講者各人が Web ページを作成し、お互いにブックマークし合う演習があった。その結果、ブックマーク数の多い記事を紹介する Web ページ（注目の記事と呼ばれる）において、一時的に受講者達の作成した Web ページばかりが紹介された。(b) ブックマーク数の多い動画を紹介する Web ページ（注目の動画と呼ばれる）において、「idolmaster」というタグがついた動画ばかりが紹介された。

それぞれの例に対して、注目の記事または注目の動画で紹介された、Web ページをブックマークしているユーザのブックマークを調査した。図 1 は、ソーシャルブックマーク汚染のためにブックマーク数が増加した Web ページのうち、各ユーザがブックマークしている Web ページの割合を、その大きい順に示したものである。図 1(a) から、ほとんどの受講生のブックマーク率が 0.7 を超えていること、つまり、作成した Web ページの大多数を、受講生がブックマークしていることが分かる。また、図 1(b) から、「idolmaster」タグがついた動画のうちのほぼすべてを、数人のユーザがブックマークしていることが分かる。注目の記事または注目の動画に掲載される条件は、一定数のユーザにブックマークされる事である（はてなブックマークの場合、5 人）。したがって、この数人のユーザが注目の動画に大きな影響を与えている事が分かる。

これらの結果から、ソーシャルブックマーク汚染の原因となるユーザは、一連の Web ページのほとんどをブックマークすることが分かる。そのため、このようなユーザ同士のブックマークを比較すると、その類似度が他のユーザ同士の類似度と比べると高くなる。従って、ある Web ページをブックマークしているユーザ同士のブックマークを比較し、類似度が高い場合、ブックマーク数を低減させることで、ソーシャルブックマーク汚染の対策が可能となることが期待できる。

3. ソーシャルブックマーク汚染対策手法

本章では、ユーザ間ブックマーク類似度を用いた、ソーシャルブックマーク汚染対策手法を提案する。提案手法は、まず、類似度の高いブックマークを行うユーザのリスト、ブラックリストを作成する。次に、作成したブラックリストに基づいて、ソーシャルブックマークにブックマークされた Web ページのブックマーク数を低減させる。

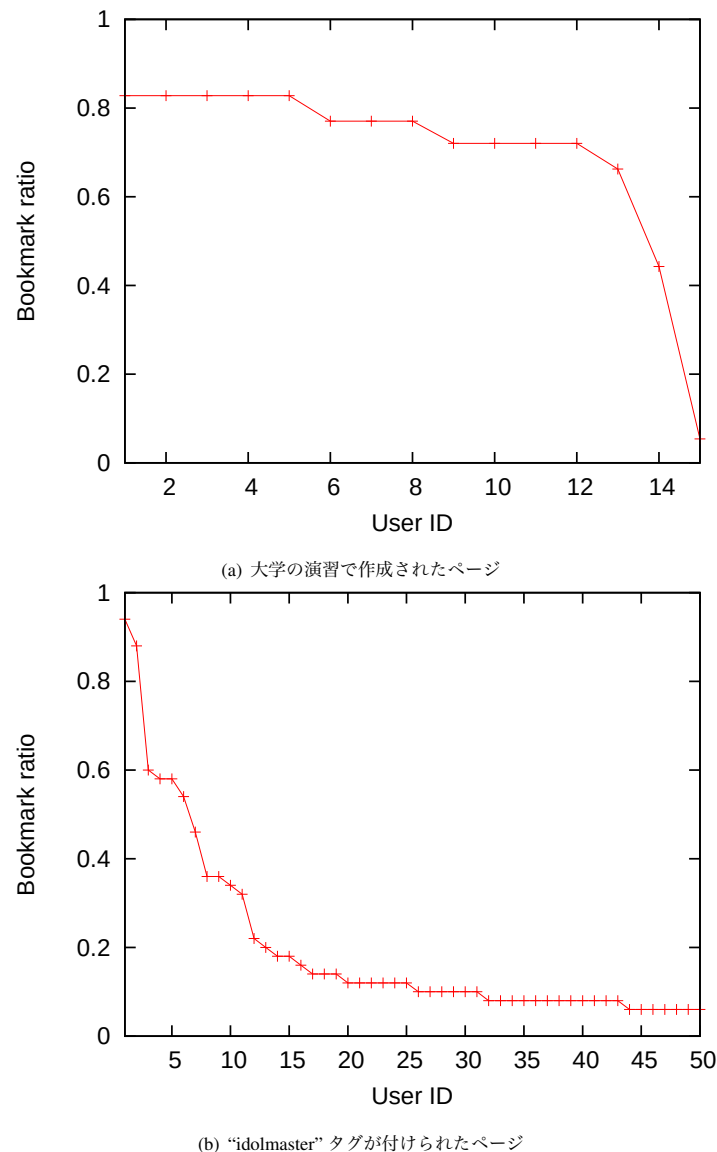


図 1 ユーザのブックマーク率

3.1 ブラックリストの作成

ユーザ間のブックマークを比較し、その類似度を基に、ブラックリストの作成、および、ユーザのブラックリストへの登録を行う。まず、期間 T の間に、各ユーザがブックマークした Web ページの URL を取得する。次に、二人のユーザに着目し、ユーザ同士のブックマークの類似度を求める。ユーザの集合を $\mathcal{U}$ としたとき、二人のユーザ u, v ($u \in \mathcal{U}, v \in \mathcal{U}, v \neq u$) の類似度 s_{uv} を、次式で与える。

$$s_{uv} = \min \left(\frac{c_{u \rightarrow v}}{m_u}, \frac{c_{v \rightarrow u}}{m_v} \right) \quad (1)$$

ただし、 m_u はユーザ u が期間 T にブックマークした Web ページ数、 $c_{u \rightarrow v}$ は、ユーザ u がブックマークした Web ページのうち、ユーザ v もブックマークした Web ページ数である。

次に、各ユーザごとに類似度を計算し、類似度の高いユーザをブラックリストに登録する。ここで、ユーザ u に着目する。ユーザ u が既にブラックリストに登録されていたら、ユーザ u の処理は終了する。ユーザ u がブラックリストに登録されていなかったら、ユーザ u 以外のすべてのユーザとのブックマーク類似度をそれぞれ計算する。いま、ユーザ u とのブックマーク類似度が閾値 γ より大きいユーザ v を発見したとする。このとき、ユーザ v が、まだどのブラックリストにも登録されていない場合、新たにブラックリスト l_i を作成し、ユーザ u, v を登録する。逆に、既に v がブラックリスト l_j に登録されていた場合、ブラックリスト l_j に属する全てのユーザとのブックマーク類似度を、それぞれ計算する。ブラックリスト l_j に属する全てのユーザとの類似度が、それぞれ閾値 γ より大きければ、ユーザ u をブラックリスト l_j に登録し、ユーザ u の処理を終える。図 2 に、ユーザをブラックリストへ登録、ブラックリストを作成する擬似コードを示す。なお、パラメータ T 、および γ の設定については、4 章で述べる。

3.2 ブラックリストに基づくブックマーク数の低減

次に、ブラックリストに基づいて、Web ページのブックマーク数を低減する。ブラックリストに属しているユーザのブックマーク行為の全てが、ソーシャルブックマーク汚染を導いているわけではない。そのため、単純に、Web ページのブックマーク数から、ブラックリストに属しているユーザがブックマークした分を取り除くことは、適切ではない。そこで、ブラックリストに属しているユーザの多くがブックマークしている Web ページは、これらのユーザの趣向や宣伝利用などの特定の意図が強く反映されているため、ソーシャルブックマーク汚染の影響を受けている可能性が高いと考え、提案手法はブラックリストに属しているユーザの割合に応じて、Web ページのブックマーク数を低減させる。

いま、ソーシャルブックマーク汚染の影響を除去しようとしている Web ページのブックマーク数を B_{orig} 、ブラックリストの集合を $\mathcal{L}$ 、ブラックリスト l_k に登録されているユー

```

1: for each ユーザ  $u \in \mathcal{U}$  do
2:   if ユーザ  $u$  が既にブラックリストに入っている then
3:     next
4:   end if
5:   for each ユーザ  $v \in \mathcal{U} \setminus \{u\}$  do
6:     if ユーザ  $u, v$  間の類似度  $> \gamma$  then
7:       if  $v$  が既にブラックリスト  $l_i$  に入っている then
8:         if  $\forall$  ユーザ  $w \in l_i$ , ユーザ  $u, w$  間の類似度  $> \gamma$  then
9:            $u$  をブラックリスト  $l_i$  に登録
10:        end if
11:      else
12:        新しいブラックリスト  $l_j$  を作成し, ユーザ  $u, v$  を登録
13:      end if
14:    end if
15:  end for
16: end for

```

図 2: ブラックリストへの登録, 作成の擬似コード

ザユーザ数を n_{l_k} , ブラックリスト l_k に登録されているユーザのうち, 着目している Web ページをブックマークしているユーザの数を m_{l_k} とする. このとき, 低減後のブックマーク数を B_{new} を以下の式で与える.

$$B_{new} = B_{orig} - \sum_{l_k \in \mathcal{L}} m_{l_k} \times \frac{m_{l_k}}{n_{l_k}} \quad (2)$$

本章で用いた記号の定義を表 4 に示す.

4. パラメータの検討

提案手法において, ブラックリストを作成する際に, ユーザのブックマークを取得する期間 T , およびブックマーク類似度の閾値 γ の 2 種類のパラメータを設定する必要がある. 本章では, これらのパラメータ設定を検討する.

4.1 ブックマークを取得する期間 T

ユーザ間のブックマーク類似度を求める際に, ユーザがブックマークしている Web ページ数が少ない場合, 求めたブックマーク類似度が, 本来の意味でのブックマーク類似度と異なることがありえる. そのため, 各ユーザからできるだけ多くのブックマークを取得した

T	ブックマークを取得する期間
γ	ブックマーク類似度の閾値
$\mathcal{L}$	ブラックリストの集合
l_k	ブラックリスト
$\mathcal{U}$	ユーザの集合
u, v	ユーザ
$c_{u \rightarrow v}$	ユーザ u のブックマークした Web ページのうち, ユーザ v もブックマークした Web ページ数
m_u	ユーザ u のブックマーク数
s_{uv}	ユーザ u, v 間のブックマーク類似度
B_{orig}	低減前のブックマーク数
B_{new}	低減後のブックマーク数

表 1 記号の定義

い. しかし, 取得するブックマークが増加するほど, 類似度を求める処理が大きくなるに従って, 処理量を減らすように適切な数だけブックマークを取得する必要がある.

ブックマークの一部として, 直近にブックマークされた一定数の Web ページを対象とする方法と, 直近の一定期間の間にブックマークされた Web ページを対象とする方法の 2 通りが考えられる. 直近の一定数の Web ページを対象とする方法は, 比較するユーザのブックマーク頻度が著しく異なる場合, 類似度を計算するタイミングによっては, 計算される類似度が大きく変化する事が考えられる. 例えば, 低頻度で Web ページをブックマークするユーザ u と, 高頻度で Web ページをブックマークするユーザ v が存在し, ユーザ u のブックマークした Web ページの全てをユーザ v がブックマークしている場合を考える. このとき, 直近の一定数のブックマークをもとに類似度を求めるとき, そのタイミングによって求められる結果は 0% にも 100% にもなり得る. そのため, ブックマークの一部を抽出する手段としては, 一定期間の間にブックマークされたものを利用する方法の方が適切であると考えられる.

ブックマークの一部を取得するための適切な期間を決定するために, はてなブックマークを対象に, ユーザの 1 日当たりのブックマーク数の調査を行った. 具体的には, はてなブックマークのユーザから, ランダムに 2,000 人のユーザを選び, そのブックマークを 10, 30, そして 90 日間分取得した. 図 3 は, ユーザが 1 日あたりにブックマークする平均の Web ページ数を, その多い順に並べたものである. 図からそれぞれのユーザが 1 日あたりにブックマークする Web ページの数は, 10, 30, 90 日間で大きな変化がないことが分かる. また, 表 2 は, ブックマーク数をブックマークした件数の多いユーザから順に並べた際に, 1, 10, 25, 50, 75, 90, および 99 パーセント点に位置するユーザのブックマーク数を示したものである.

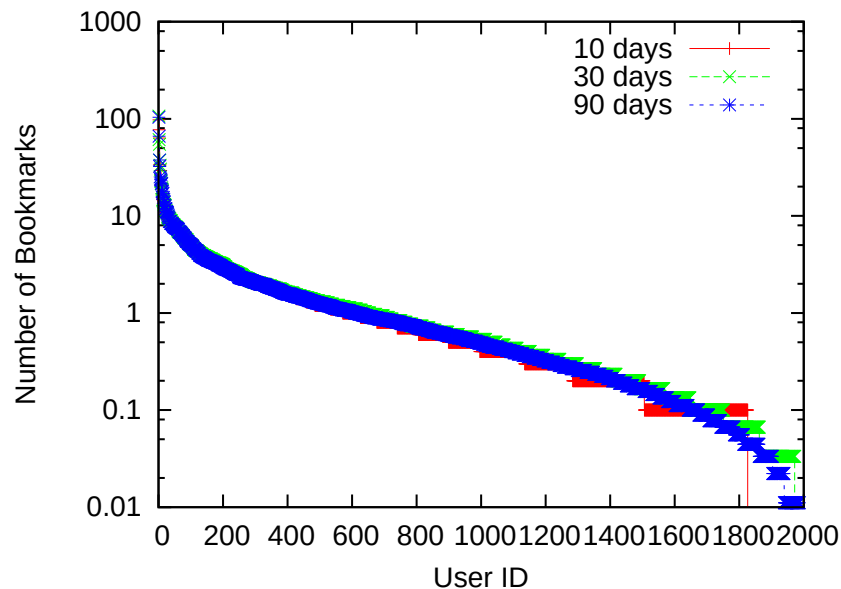


図 3: ユーザの 1 日当たりのブックマーク数の分布

ソーシャルブックマーク汚染を導くユーザは、積極的に Web ページをブックマークするため、その 1 日あたりのブックマーク数は、上位 25 % に属すると考えられる。また、適切なブックマーク類似度の計算のために、少なくとも 40 件程度は必要と考えこのとき、提案手法では、ユーザのブックマーク内容を取得する期間 T を、30 日間とした（1 日のブックマーク数が多い方から 25 % のユーザは、30 日間に 39 件の Web ページをブックマークする）。

4.2 類似度の閾値 γ

ブックマークの類似度の閾値 γ が低い場合、ソーシャルブック汚染を導いていない、一般のユーザまでもがブラックリストに登録されることになる。そのとき、ソーシャルブックマーク汚染の影響を受けてない Web ページのブックマーク数が低減され、結果として、単に全ての Web ページのブックマーク数が低減されるだけになる。そのため、閾値 γ は、適切に設定される必要がある。

閾値を設定するにあたり、はてなブックマークを対象に、ユーザ間ブックマーク類似度を

q パーセント点	10 日間	30 日間	90 日間
1%	11.40	12.80	11.93
10%	2.80	3.16	2.93
25%	1.20	1.30	1.25
50%	0.40	0.53	0.48
75%	0.20	0.16	0.16
90%	0.10	0.06	0.06
99%	0.00	0.00	0.01

調査をした。図 3 に、一般のユーザからランダムに選んだ 2,000 人、および、ソーシャルブックマーク汚染の原因となったユーザとして、2 章で解析を行った、ある大学の講義の受講者 19 人、それぞれ、30 日間のブックマークを取得し、ユーザ間のブックマーク類似度を示す。

図 4(a) から、一般ユーザ間のブックマーク類似度は、非常に低いことが分かる。一方、図 4(b) から、ソーシャルブックマーク汚染の原因となるユーザ間の類似度は非常に高いことが分かる。したがって、十分に高い値を閾値として設定することによって、一般ユーザを誤ってブラックリストに登録することを、ほぼなくすことができると考えられる。提案手法では、図 4 を参考に、閾値 γ を 0.6 とした。

5. 性能評価

本章ではソーシャルブックマークの 1 つである、はてなブックマークに対して、提案手法を適用することにより、提案手法の有効性を示す。

5.1 評価方法

まず、ブラックリストの作成のために、はてなブックマークの新着エントリー [17] に出現する Web ページ、10,000 ページを取得した。そして、取得した 10,000 ページをブックマークしているすべてのユーザからランダムに 2,000 ユーザ、さらに、2 章で解析を行った (a), (b) の事例において、ソーシャルブックマーク汚染の原因となったユーザに注目する。これらのユーザのブックマーク類似度を基に、ブラックリストを作成した。また、提案手法を適用する Web ページは、はてなブックマークの注目のエントリーからランダムに抜き出した 100 の Web ページと、2 章において解析を行った (a), (b) の事例におけるソーシャルブックマーク汚染の影響を受けた 50 の Web ページとした。得られたブラックリストを基に、これらの Web ページのブックマーク数に対して、式 (2) を適用した。

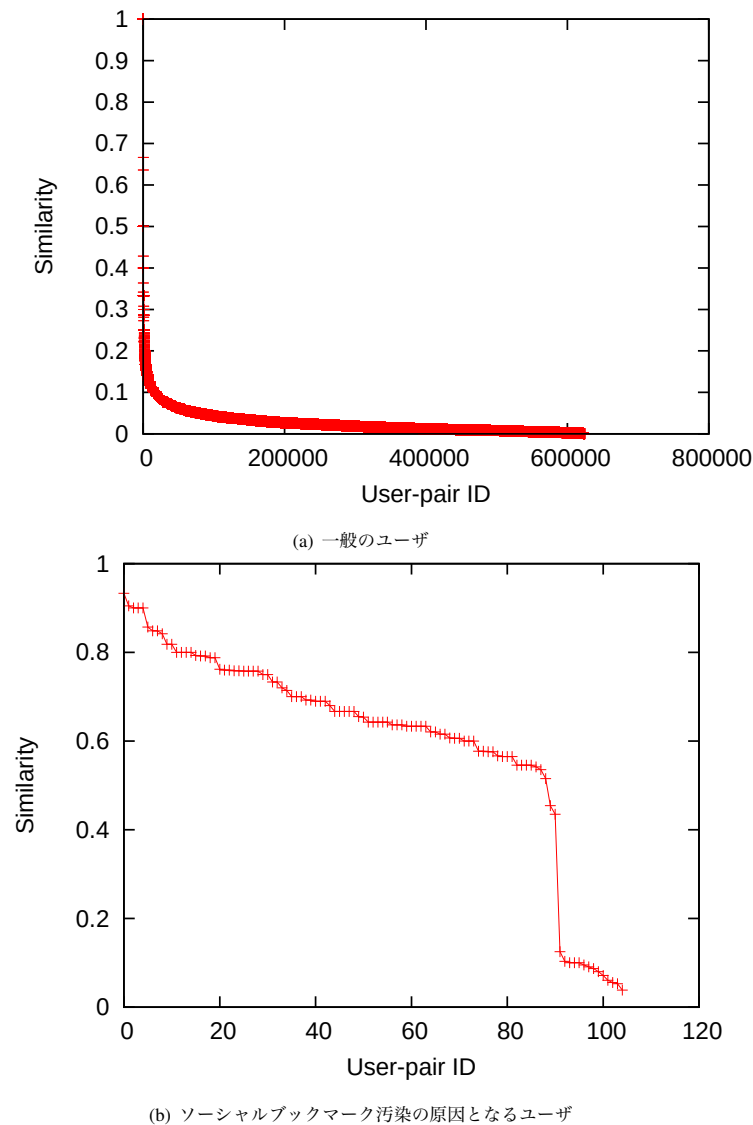


図4 ユーザ間のブックマークの類似度

5.2 評価結果

図5に、提案手法を適用前、適用後のWebページのブックマーク数を示す。図では、Webページを、提案手法の適用前のWebページのブックマーク数について、昇順に表示している。まず、図5(a)により、提案手法を適用した後のブックマーク数は、本来のブックマーク数とほぼ同じ値を示していることが分かる。一方、図5(b)から、ソーシャルブックマーク汚染の影響を受けたWebページの過半数は、提案手法を適用すると、ブックマーク数が大きく低減していることが分かる。しかしながら、半数近くのWebページは、ほとんど低減されていない。これは、ブラックリストに登録されていないユーザも多数ブックマークを行ったためである。ユーザ間の類似度が高いユーザ以外にも、多くの一般的なユーザがブックマークを行うことによって、大きく低減しているWebページと比べ、低減幅が減少している。

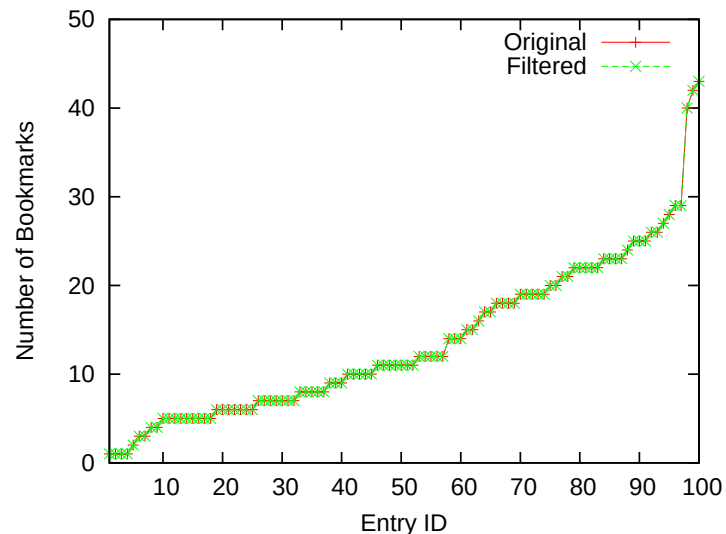
以上の結果から、提案手法は、ブックマーク汚染の影響のあるWebページに関して、ブックマーク数の低減が小さいページがあることが分かった。しかし、過半数のブックマーク汚染の影響のあるWebページに対しては、そのブックマーク数を大きく低減させることが出来ること、さらに、ブックマーク汚染の影響のない、一般のWebページに対しては、ブックマーク数が全く低減されないことを明らかにした。

6. まとめと今後の課題

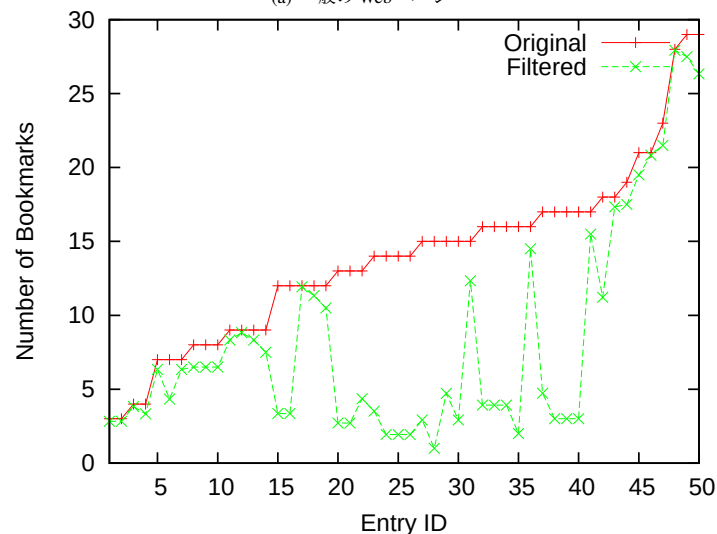
本稿では、ソーシャルブックマーク汚染対策手法を提案、および評価した。まず、ソーシャルブックマーク汚染の特性を解析した。その結果、ブックマーク汚染の影響を受けたWebページは、そのWebページをブックマークしているユーザ間のブックマーク類似度が、非常に高いということが分かった。また、解析結果を基に、ソーシャルブックマーク汚染対策手法を提案した。提案手法は、ユーザ間のブックマーク類似度に注目し、ブックマーク類似度が非常に高いユーザ同士を基にブラックリストを作成する。そして作成したブラックリストを基に、ブックマーク汚染の影響のあるWebページのブックマーク数を低減する。

はてなブックマークを対象とした評価の結果、ソーシャルブックマーク汚染の影響があるWebページのうち過半数のWebページでは、ブックマーク数が大きく低減することを示した。また、ソーシャルブックマーク汚染が行われていないWebページに関しては、ブックマーク数が低減しないことを示した。

今後の課題として、ソーシャルブックマーク汚染の影響を受けているWebページのうち、提案手法を用いてほとんどブックマーク数を低減できなかったWebページに対する、ソーシャルブックマーク汚染の除去方法の検討、さらに、提案手法で導出したユーザ間のブック



(a) 一般の Web ページ



(b) ソーシャルブックマーク汚染の影響を受けた Web ページ

図 5 ブックマーク数の比較

マーク内容の類似度を利用したユーザの満足度を上げるための手法の検討などが挙げられる。

参 考 文 献

- 1) O'Reilly, T.: What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. available at <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>.
- 2) YouTube, LLC: YouTube. available at <http://www.youtube.com/>.
- 3) Google Inc.: Gmail. available at <http://www.gmail.com/>.
- 4) Yahoo! Inc.: Flickr. available at <http://www.flickr.com/>.
- 5) Surowiecki, J.: *The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations*, Anchor Books (2004).
- 6) 大向 一輝: Web 2.0 と集合知, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.11, pp.1214–1221 (2006).
- 7) Keller, R., Wolfe, S., Chen, J., Rabinowitz, J. and Mathe, N.: A Bookmarking Service for Organizing and Sharing URLs, *Proceedings of the 6th International Conference on World Wide Web (WWW 1997)*, pp.1103–1114 (1997).
- 8) Yahoo! Inc.: del.icio.us. available at <http://del.icio.us/>.
- 9) 株式会社はてな: はてなブックマーク. available at <http://b.hatena.ne.jp/>.
- 10) 株式会社ライブドア: livedoor クリップ. available at <http://clip.livedoor.com/>.
- 11) 株式会社はてな: 注目の動画. available at <http://b.hatena.ne.jp/video>.
- 12) Wu, H., Zubair, M. and Maly, K.: Harvesting Social Knowledge from Folksonomy, *Proceedings of the 17th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (HYPERTEXT 2006)*, pp.111–114 (2006).
- 13) Hotho, A., Jaschke, R., Schmitz, C. and Stumme, G.: Information Retrieval in Folksonomies: Search and Ranking, *Proceedings of the 3rd European Semantic Web Conference (ESWC 2006)*, pp.411–426 (2006).
- 14) Yanbe, Y., Jatowt, A., Nakamura, S. and Tanaka, K.: Can Social Bookmarking Enhance Search in the Web?, *Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2007)*, pp.107–116 (2007).
- 15) Noll, M. and Meinel, C.: Web search personalization via social bookmarking and tagging, *Proceedings of the 6th International Semantic Web Conference and 2nd Asian Semantic Web Conference (ISWC/ASWC 2007)*, pp.365–378 (2007).
- 16) 宗片健太郎, 福原知宏, 山田剛, 絹川博之, 中川裕志: ソーシャルブックマークを用いた情報収集・分析ツールの開発, 第 22 回人工知能学会全国大会 (IH2-1) (2008).
- 17) 株式会社はてな: 新着エントリー. available at <http://b.hatena.ne.jp/entrylist>.