

ユーザの場所に対する局所性を考慮した情報交換手法

大西 雅宏[†] 高田 秀志^{††}

[†] 立命館大学大学院 理工学研究科

^{††} 立命館大学 情報理工学部

あらまし 本論文では、RFID タグを介した同じ場所を利用する人同士での情報交換を実現する手法を提案する。本手法により、ユーザに意図的な情報の発信や検索を意識させることなく、その場所に関連のある情報を交換することが可能となる。また、文書検索などに広く用いられている *tf-idf* を応用し、ユーザのその場所に対する重要度を求め、交換される情報の有益性を高める。本手法の有効性を検証するために、システムのプロトタイプを構築し、場所に対して重要なユーザが抽出できるかどうかの実験を行った。その結果、情報交換が行われた5ヶ所のうち4ヶ所では、その場所と関連の高いユーザを抽出することができた。また、特定のユーザとの関連がない残りの1ヶ所では、関連の高いユーザは抽出されなかった。

キーワード 情報交換, ユーザの局所性, *tf-idf*, RFID

A Method of Information Exchange Considering User's Locality

Masahiro OHNISHI[†] and Hideyuki TAKADA^{††}

[†] Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

^{††} Department of Computer Science, Ritsumeikan University

Abstract This paper proposes a method that enables information exchange among people who visit the same place using RFID tags. Users can exchange information related to a place without intentional sending or searching of information by this method. In addition, importance of users to a place is calculated using a formula based on *tf-idf*, and users who are strongly related to a place are extracted. We have developed a prototype system using this method and conducted an experiment to verify that important users to a place are extracted by this method. As a result, users who are strongly related to a place were extracted in four places out of five places where information exchange had been done. In the other one place which no specific users are related to, users who are strongly related to a place were not extracted.

Key words Information Exchange, User's Locality, *tf-idf*, RFID

1. はじめに

近年、携帯電話やPDA、スマートフォンなどの携帯端末が普及し、多くの人が携帯端末を日常的に所持し、利用するようになってきた。個人が持つ携帯端末の中には、Webページのブックマーク、ユーザのメモ、ユーザのスケジュールなどが保存されている。これらの情報の中には、ユーザ本人だけでなく、ユーザ以外の人にとっても有益となりうる可能性を持っているものがある。しかし、セキュリティや個人情報保護の観点から、保存されている情報は個人のみ利用のみにとどめられており、ユーザが意図的に「発信する」という操作を行わない限り、情報が他の人に伝わることはない。したがって、人々は、お互いに有益な情報を持ち合わせているにもかかわらず、その情報を共有する機会を逃してしまっている。

本研究は、ユーザに強く意識させることなく、機器同士が能動的に有益な情報の交換を行う「街角メモリ [1]」と呼ばれる環境の構築を目的としている。街角メモリでは、人々の生活の場である街中に存在するさまざまな情報機器、たとえば、個人が所有する携帯端末やICカード、社会インフラとして存在する駅の改札口や商品などに埋め込まれたRFIDタグなどを、街中のいたるところにメモリが存在していると捉える。そして、これらのメモリに保存されている情報を積極的に流通させることで、人々の日常的なコミュニケーションを支援することを目指している。

しかし、情報の交換を無作為に行ってしまうと、ユーザは多種多様な情報を受け取ってしまい、有益な情報を探すのが困難になってしまう。そこで、本論文では、RFIDタグを用いて、同じ場所を利用する人同士での情報交換を実現する手法を提案

する。たとえば、大学の教室に講義を受けに来る学生同士であれば、その講義に関連のある情報を持ち合わせていることが期待でき、有益な情報交換が行える可能性が高まる。このように、同じ場所を利用するユーザ同士が情報交換を行うことで、ユーザが意図的な情報の発信や情報の検索などを意識することなく、その場所に関連のある情報を交換することが可能となる。また、ユーザのその場所に対する重要度を求め、重要度の高いユーザが持つ情報を優先的に交換することで、交換される情報の有益性を高めることが可能となる。

本手法の有効性を評価するため、システムのプロトタイプを構築し、大学の建物内での情報交換を想定した実験を行った。また、実験の結果をもとに、場所に対して重要度の高いユーザが求められているかどうかの評価を行う。

以下に、本論文の構成を示す。まず、2章で背景を述べ、3章で本論文が提案する情報交換の手法について説明する。次に4章でシステムのプロトタイプ構築についての説明を行う。5章では、本手法の有効性を評価するために行った実験についての説明と結果の考察を行う。6章で参考文献との比較を行い、最後に7章で結論を述べる。

2. 背景

2.1 個人間における情報交換の現状

携帯電話やPDAに代表される個人用の携帯端末の普及によって、人々は日常的に情報の収集を行うことが可能となった。また、これらの携帯端末は、少なくとも数メガバイト以上のメモリ領域を持ち、この領域には個人が収集した多くの有益な情報が格納されている。たとえば、携帯端末のユーザがWebブラウザを利用してWebページを閲覧した場合、有益だと思ったWebページをブックマークとして携帯端末に保存する。この情報は、携帯端末を所持しているユーザのみならず、このユーザ以外の人にとっても有益な情報となりうる。しかし、保存されている情報が他のユーザに伝わるためには、メールで送信する、ユーザのブログに記事を投稿するなど、ユーザが情報を発信することを意図した操作を行わなければならない。また、新聞やテレビなどの昔から利用されている情報伝達基盤、口コミなどに代表されるコミュニケーション手段と比較した場合、ユーザが思いがけない情報を偶然に他のユーザから取得する機会が減少していると考えられる。

2.2 「街角メモリ」

我々は、ユーザに強く意識させることなく、機器同士が能動的に有益な情報の交換を行う「街角メモリ」と呼ばれる環境の構築を目的とした研究を行っている。街角メモリは、次のような特徴をもっている。

- 日常生活で取得・発信した情報の活用
- 偶発的な情報発見

街角メモリでは、ユーザが閲覧したWebページ、ユーザが保存したメモやスケジュールなど、日常的な活動で生み出される情報を活用して情報交換を行う。また、RSSの購読や検索エンジンなどのユーザの意図的な操作による情報収集ではなく、携帯端末を持って通学する、ICカードをリーダにかざすといっ

た日常的な動作の中で情報収集を行い、偶発的な情報発見を提供する。

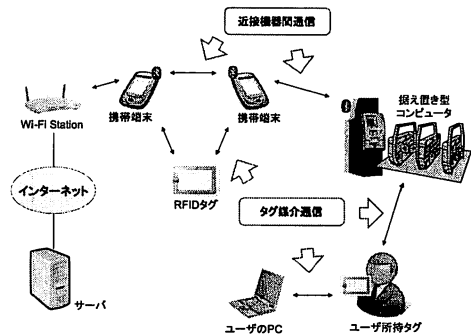


図1 街角メモリの構成

図1は、街角メモリで情報がどのように交換されるかを示している。街角メモリでの情報交換の手段は、時間・場所を共にする近接した機器間での無線通信と、場所を共にする(した)機器間でのRFIDタグを介した通信の2つに分けることができる。

近接した機器間での無線通信による情報交換では、時間・場所を共にしているユーザ同士での情報交換を行う。街角メモリでは、これらのユーザ同士が同じ状況下におかれていると捉える。同じ状況下にいるユーザ同士が情報の交換を行うことで有益な情報の交換が可能となる。

RFIDタグを介した情報交換では、同じ場所を利用する人同士での情報交換を行う。ある場所をよく利用するユーザは、その場所に関連のある情報を持ち合わせている可能性が高い。そこで、ある1つの場所を利用する複数のユーザが、RFIDタグを介してその場所で情報交換を行うことで、その場所に関連のある有益な情報を交換することが可能となる。

3. RFIDタグを用いた情報交換

3.1 同じ場所を利用する人同士での情報交換

無作為に他のユーザと情報交換を行った場合、ユーザは多種多様な情報を受信してしまい、ユーザが受信した情報の中から自分にとって有益な情報を探するのが困難になる。そこで、ユーザにとって有益な情報を交換するために、本手法では「ユーザが目的をもって利用する場所」に着目する。例として、大学の教室を想定する。大学の教室に講義を受けに来る学生は、自分が受講している講義の情報、たとえば、講義の内容と関連のあるWebページや、レポートに関する情報などを持っている可能性が高い。そして、これらの情報は、同じ教室に講義を受けに来る学生にとっても有益である。このように、同じ場所を利用する人同士で情報交換を行えば、自然とその場所に関連のある情報を交換することができると考えられる。

図2はRFIDタグを介した情報交換の様子を示している。本手法では、社会インフラの1つとしてRFIDタグが教室の入

り口などに設置されており、また、ユーザは RFID タグのリーダを装備した携帯端末を日常的に保持しているとする。ユーザは、その場所を利用する際、携帯端末を RFID タグにかざして情報交換を行う。その場所を利用する他のユーザがこれを同様に繰り返すことで、その場所でのユーザ同士の情報交換が実現される。

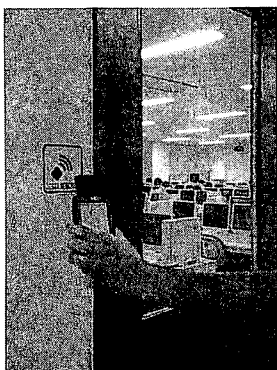


図 2 RFID タグを用いた情報交換の様子

RFID タグの記憶容量は非常に小さいため、タグ上に多くの情報を記録しておくことはできない。そこで、RFID タグ上にはユーザを一意に識別するための ID のみを記録する。ユーザの ID のみを記録する方法であれば、RFID タグの記憶容量でも数十人の情報を保持しておくことができる。

RFID タグを介した情報交換は、次のような手順で行われる。まず、ユーザが携帯端末を RFID タグにかざすと、携帯端末は、RFID タグ自身が持つタグを一意に識別するための ID と、このユーザより前にこの場所で RFID タグから情報を取得した複数のユーザの ID を RFID タグから読み取る。次に、携帯端末は、この端末を所持しているユーザの ID を RFID タグに追記する。図 3 は、携帯端末と RFID タグの間でどのような情報がやり取りされるかを示している。

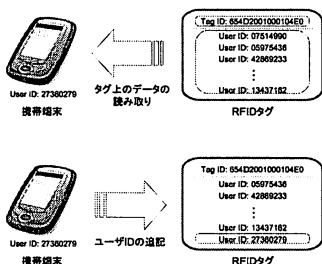


図 3 携帯端末と RFID タグ間でやり取りされる情報

RFID タグから取得した情報は、いったん携帯端末上に保存され、ユーザがインターネットが利用可能な環境に移動した際に、RFID タグから取得した ID をもとに、他のユーザが持つ情報を Web サーバから取得してくる。

3.2 場所に対するユーザの重要度

情報交換の際には、ユーザと場所の関連の強さを考慮する。たとえば、ある場所をよく利用するユーザや、特定の数箇所のみを利用するユーザなどは、その場所に関連が強く、また、その場所に関する情報を多く持っている可能性が高いと考えられる。そこで、本手法では、場所とユーザの関連の強さを「場所に対するユーザの重要度」と呼び、以下のように定義する。

- ある場所に対して、その場所を利用した回数の多いユーザほど重要度は高くなる
- 多くの場所を利用しているユーザほど、それぞれの場所に対しての重要度は低くなる

1つ目の定義により、ある場所に対するユーザの重要度を、2つ目の定義により、全体でのユーザの重要度を、それぞれあらわしている。場所に対するユーザの重要度が高いことは、すなわち、ユーザが、その場所に対して特徴的であり、かつ全体で見た場合でも特徴的であることを意味している。

文書検索などの分野では、 $tf \cdot idf$ [2] という指標が広く利用されている。文書の特徴付ける単語として、その文書内に頻繁に出現する単語は重要である。また、その文書には出現するが、他の文書にはあまり出現しない単語も、同様に文書の特徴付ける単語である。 $tf \cdot idf$ は、この2つの要素を考慮して単語の重みを定義するものである。本手法では、この $tf \cdot idf$ を応用し、場所に対するユーザの重要度の計算を行う。タグ t におけるユーザ i の局所的な重要度を tf_{it} 、ユーザ i の全体での重要度を idf_i とすると、

$$tf_{it} = \frac{t \text{ への } i \text{ の書き込み回数}}{t \text{ へのすべてのユーザの全書き込み回数}}$$

$$idf_i = \log \frac{\text{設置されているすべてのタグの枚数}}{i \text{ が利用したことのあるタグの枚数}} + 1$$

となる。また、ユーザ i のタグ t における重要度 w_{it} は、

$$w_{it} = tf_{it} \cdot idf_i$$

となる。ユーザが受信した情報を表示する際に、各情報の送信者の重要度 w_{it} を求め、 w_{it} が高い送信者が持つ情報から順に表示する。

4. プロトタイプの構築

本手法の有効性を検証する実験を行うため、システムのプロトタイプの構築を行った。以下、構築したプロトタイプシステムについての説明を述べる。

4.1 想定シナリオ

本システムでは、情報交換の環境として、大学のキャンパス内での情報交換を想定する。情報の交換は、講義が行われる教室、研究室など、ある一定の目的がある設備と、エレベータホールの前など、多くの人が利用する場所で行われる。RFID タグは、これらの設備の入口のドア付近などに設置されている。本システムを利用するユーザは、RFID タグリーダを装備した PDA を日常的に所持し、ユーザが利用している教室や研究室などに関連のある情報を収集している。そして、施設を利用する際に、PDA を RFID タグにかざし、情報交換を行う。

ユーザ同士が交換する情報には、ユーザが持つブックマークを利用する。ユーザが持つブックマークには、ユーザが利用している場所に関連のある情報や、ユーザが興味を持っている Web サイトなどが含まれている。ユーザが持つスケジュールやメモなどの情報は、他のユーザに公開されるべきではない個人情報が多く含まれている可能性が高く、有益な情報のみを抽出するためには解決すべき課題が残されているため、本システムでは利用しない。

4.2 システムの概要

システムは、施設に設置されている RFID タグ、ユーザが所持している PDA、情報を保管しておくためのサーバで構成されている。

RFID タグには、3.1 節で述べたように、ユーザを識別するための ID を記録する。本システムでは、ユーザを識別するための ID として、4 バイトの整数値を用いている。今回使用する RFID タグは、利用可能な記憶領域を 112 バイト持っているため、ユーザの ID を最大で 28 人分記録しておくことが可能である。記録されている ID の数が 28 を超えた場合、最も古い ID の情報が上書きされる。

ユーザが持つ PDA には、RFID タグと情報の交換を行うツールがインストールされている。このツールには、RFID タグに情報の読み書きを行う機能と、取得したユーザ ID の情報をサーバにアップロードする機能が搭載されている。

ユーザのブックマークは、オンラインブックマークとしてサーバ上に保存される。ユーザは、Web ブラウザを通してブックマークの保存や閲覧を行う。また、ブックマークの交換時には、3.2 節で述べたユーザの重要度をもとに、サーバがブックマークのランキングを行い、ユーザに提示する。図 4 は、交換によって他のユーザから取得したブックマークを表示している画面である。

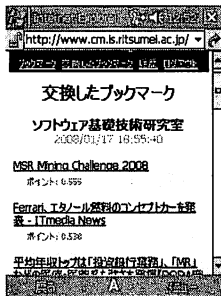


図 4 交換したブックマークの表示

4.3 情報交換の手順

本システムで行われる情報交換は、次の 3 つの手順で行われる。

- (1) RFID タグからの情報の取得
- (2) 取得した情報の送信
- (3) 交換したブックマークの表示

RFID タグからの情報の取得では、ユーザが PDA を RFID タグにかざすと、まず、RFID タグから、タグを識別するため

の ID と、タグ上に保存されている他のユーザの ID を取得する。次に、ユーザの ID を RFID タグに追記する。このとき、RFID タグから取得した情報は、交換のログとしていったん PDA に保存される。

PDA 上に保存されたログは、ユーザがインターネットを利用可能な環境に移動した際に、PDA にインストールされたツールによってサーバにアップロードされる。

その後、ユーザが Web ブラウザでサーバにアクセスすると、サーバはアップロードされたログをもとに、サーバ上に保管されている他のユーザのブックマークを抽出し、交換した情報としてユーザに提示する。

ブックマークを提示する際に行われるブックマークのランキングでは、以下の 2 つの要素が考慮される。

- ブックマークを持っているユーザの重要度
- ブックマークの新しさ

まず、3.2 節で述べた手法を用いて、ログに記録されている各 ID のユーザの、ログを取得したタグに対する重要度の計算が行われる。次に、各ユーザが持つブックマークに対して、登録されてからの日付が経過するにしたがって減少する、新しさのポイントが計算される。この 2 つの要素の積をブックマークが持つポイントとし、ポイントが高い順にブックマークをソートし、ユーザに提示する。

5. 実験と評価

本システムの有効性を評価するために、大学内での情報交換を想定した実験を実施した。本節では、実験の概要と実験結果を示し、実験の評価を行う。

5.1 実験の概要

実験では、大学の建物内での学生同士の情報交換を想定した。学生同士の情報交換は、1 つの建物内で行われる。RFID タグは、建物内の研究室や会議室の入口、エレベータホールの前など、学生が利用する機会のある場所に設置されている。学生は日常的に PDA を所持しており、PDA を用いてブックマークの収集と交換を行うものとする。

今回の実験は、実験環境のある建物内の研究室に所属している 3 つの研究室の学生からそれぞれ 3 名、合計 9 名の学生を被験者として行われた。図 5 に、各研究室の配置と、タグの設置場所の見取り図を示す。研究室 A と研究室 B は、ゼミを合同で行ったり、お互いの研究室を行き来したりと、ある程度の関わりがあるが、研究室 A、B と研究室 C との日常的な関わりは少ない。RFID タグは、各研究室の入口、エレベータホールの前、3 つの研究室のうち研究室 A と研究室 B がゼミで使用する会議室の、5ヶ所に設置した。被験者には実験期間中、日常的に PDA を所持してもらい、ブックマークの収集を行ってもらった。また、研究室の入退出時や研究室の前を通りかかったとき、エレベータを利用したときなどのタイミングで情報の交換を行ってもらった。実験は、4 日間にわたって実施された。

5.2 評価の概要

今回の実験では、本手法によって、場所に特徴的なユーザが抽出できているかどうかの評価を行う。被験者が情報交換を

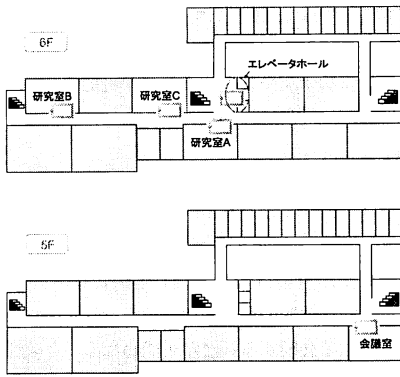


図 5 タグの設置場所

行った際の RFID タグの情報をログとして収集し、各被験者の場所に対する重要度の値を調べる。そして、実験の結果に対して、

- 重要な被験者とそれ以外の被験者が数値差として表れているか
- 重要とされた被験者は本当にその場所と関連があるかの 2つの観点から評価を行う。

5.3 実験結果

4日間の実験期間で、172個のブックマークがサーバに保存され、5つのタグから合計で120個のログが得られた。

図6は、研究室Aで行われた情報交換によって、各被験者の研究室Aに対する重要度が変化していく様子をグラフで示したものである。グラフに示されているユーザのうち、ユーザ1からユーザ3までは研究室Aの学生、ユーザ4からユーザ6までは研究室Bの学生、ユーザ7からユーザ9までは研究室Cの学生である。

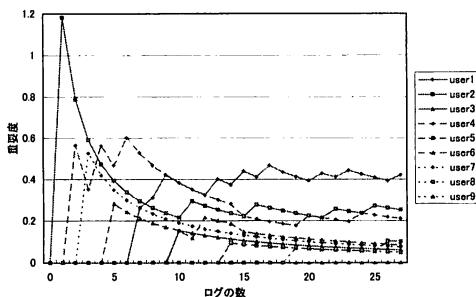


図 6 研究室 A での被験者の重要度の変化

ログの数が10に満たないうちは、ログの数が少ないために正しく計算が行われず、重要度の値が急激に変化している。しかし、ログの数が10を超えると各被験者の重要度の値の変化はおだやかになり、ほぼ一定の値に収束している。また、重要度の低い被験者は、重要度の値が0.1以下に減少していくのに対し、重要度の高い3人の被験者は0.2程度、最も重要度が高くなった被験者は0.4程度の値を維持していた。また、研究室Aに対する重要度の値が最終的に最も高かった被験者と2番目

に高かった被験者は、研究室Aに所属している学生であり、3番目に高かった被験者は研究室Bの学生であった。

研究室B、研究室C、会議室でも、研究室Aの場合と同様に、その場所と関連の強い被験者の重要度の値が相対的に高くなる結果となった。図7は、研究室Cでの各被験者の重要度の変化を示したものである。研究室Cでは、各被験者の重要度の差が最も顕著に表れていた。研究室Cに所属している被験者は、研究室A、Bの学生と比べると、実験期間中の情報交換の回数はほぼ同じであるが、他の研究室や会議室を利用する機会が少なく、研究室Cでの情報交換が特に多くなったためである。

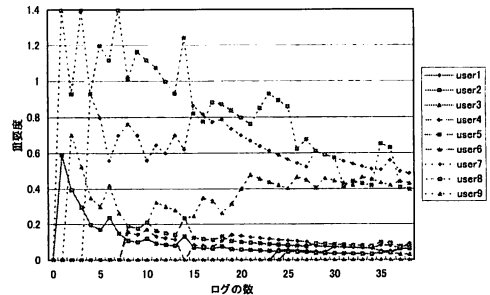


図 7 研究室 C での被験者の重要度の変化

これらの結果から、研究室A、研究室B、研究室C、会議室の4ヶ所では、本手法により、ユーザの場所に対する重要度が数値の相対差によって表現できることが示された。また、本手法で高い重要度の値を示したユーザは、実際にその場所と関連が深いユーザであることが確認できた。

図8は、エレベータホール前における各被験者の重要度の変化を示している。エレベータは、どの研究室の学生もほぼ同様の頻度で利用するため、被験者ごとの重要度の値はあまり分散しないと予期していたが、実際には、0から0.4程度の値に分散してしまった。これは、各学生が所属している研究室ではどの被験者もこまめに情報交換を行っていたが、エレベータホールでは情報交換を忘れてしまうこと利用者が多かったためと考えられる。エレベータホールでは、9人の被験者のうち3人が情報交換を行った回数が0であった。また、エレベータホールは研究室Aと近いため、被験者が研究室Aで情報交換を行ったついでにエレベータホールで情報交換を行うことが多く、重要度の変化や重要度の最終的な値が、研究室Aと似通った結果となってしまった。

6. 関連研究

ユーザが利用する場所に着目し、特定の場所で情報配信や情報交換を行う手法は、さまざまなものが提案されている。本節では、本手法と関連した手法として、PiTaPa グープス^(注1)とDroPicks [3]を紹介し、本手法との比較を行う。

(注1) : <http://www.goopas.jp/pg/>

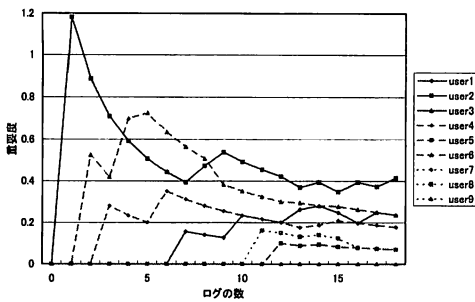


図 8 エレベータホール前での各ユーザの重要度の変化

6.1 PiTaPa グーパス

PiTaPa グーパスは、鉄道の自動改札機を通過する際に、PiTaPa カードを改札に接触させることで、事前に登録した携帯電話のメールアドレスへ、駅周辺の情報や指定したコンテンツの情報をメールとして送信するサービスである。

PiTaPa グーパスは、カードを改札にかざす動作をトリガとして情報配信を行うが、これは、設備を利用する際に RFID タグに携帯端末をかざすという動作をトリガとしている本手法と同様である。

しかし、PiTaPa グーパスで配信される情報は、ユーザが事前に登録したコンテンツの情報のみであり、コンテンツの配信を行うのはサービスの提供者のみである。本手法では、ユーザ同士が情報を持ち寄ることで、多種多様な情報の提供、偶発的な情報の発見が可能となっている。また、PiTaPa グーパスで提供されるコンテンツの大部分は、取得した場所とは関連のない、個人の興味のみを反映した情報であり、特定の場所を利用したときに受信する意味を何ら持ち合わせていない。場所に関連のある情報の場合でも、「その駅の周辺の情報」では、周辺の特定の場所にしぼった情報を得るのは難しい。本手法では、コンテンツとして、その場所を利用するユーザが持っている情報を利用するため、特定の場所で情報交換を行うことが重要な意味を持っている。さらに、本手法では、情報交換の範囲として、ある建物、建物の中の 1 つの部屋といった、より限定された範囲での情報交換が可能である。

6.2 DroPicks

DroPicks は、家具などの人工物に RFID タグを取り付け、その人工物を利用するユーザ同士で情報の共有を行う。同じ場所を利用するユーザ同士が、携帯端末を RFID タグにかざす動作をトリガとして情報の交換を行う手法は、本手法と同じである。

本手法では、RFID タグを読み込んだ時点では、他のユーザの ID を取得しただけであり、情報本体を取得するには、インターネットが利用できる環境下でサーバから情報を取得する必要がある。一方、DroPicks では、人工物がストレージと Bluetooth を装備しており、常にその場で情報を取得することが可能である。DroPicks は、この点が本手法と比べて優れている。

しかし、DroPicks は、1 つの場所に保存された複数の情報をランキングする手法を持ち合わせていない。そのため、保

存された情報が増えるほど、ユーザは有益な情報を発見するのが難しくなる。一方、本手法は、ユーザの場所に対する重要度を用いて情報をランキングすることが可能であり、この点が DroPicks に比べて優れている。

7. おわりに

本論文では、RFID タグを用いて、同じ場所を利用する人同士での情報交換を実現する手法を提案した。同じ場所を利用するユーザ同士が RFID タグを介して情報交換を行うことで、ユーザが意図的な情報の発信や検索を意識せずに、その場所に関連のある情報を交換することが可能となることを述べた。また、ユーザの場所に対する重要度を求め、重要度の高いユーザが持つ情報を優先的に交換することで、交換される情報の有益性を高めることが可能であることを述べた。

大学の建物内での情報交換を想定した実験では、情報交換が行われた 5ヶ所のうち 4ヶ所で、本手法で場所に対して重要なユーザが抽出されることが確認できた。また、特定のユーザとの関連がない残りの 1ヶ所では、関連の高いユーザは抽出されなかった。

今後は、本手法によって得られたユーザの重要度のランキングを利用することで、情報の有益性がどの程度高まるかの検証と、今回の実験より規模の大きい環境下でも本手法が有効であるかどうかの検証を行う予定である。

文 献

- [1] 伊東寛修, 大西雅宏, 玉井祐輔, 津田侑, 野口尚吾, 高田秀志, 街角メモリ: 日常生活における協調的情報共有環境, インタラクション 2008.
- [2] Gerard Salton and Christopher Buckley, Term-weighting approaches in automatic text retrieval, Inf. Process. Manage., Vol. 24, No. 5, pp. 513-523, 1988.
- [3] Simo Hosio, Fahim Kawsar, Jukka Riekkii, and Tatsuo Nakajima, Dropicks - a tool for collaborative content sharing exploiting everyday artefacts, UCS 2007, Vol. 4836 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 258-265, 2007.