

## Web サービスの Mashup による情報アクセス共有支援環境の試作

陳 泓 池内 希 金 群  
早稲田大学人間科学学術院

### 概要

本研究では、情報をアクセス・集約する個人ポータルとしてユビキタス・パーソナル・スタディ UPS (Ubiquitous Personal Study, ユビキタス個人書齋) を提案し、情報の一括管理・組織化・共有化を図る。個々の UPS はクロス SNS (XSNS) を通じて相互連結により友人関係を確立し、情報共有、情報推薦、友人推薦などの機能の基盤となる。システムと各モジュールは OSS をベースに構成され、必要に応じてカスタマイズする。本研究では、Web サービスを利用して省力化のみならず相互運用可能な Mashup 技術による実装を試みる。

### Implementation of Information Accessing and Sharing Support Environments Using Mashup of Web Services

Hong Chen, Nozomi Ikeuchi, Qun Jin  
Department of Human Informatics and Cognitive Sciences, Waseda University, Japan

### Abstract

We propose Ubiquitous Personal Study (UPS), a framework of personal information portal to support accessing, managing, organizing, sharing and recommending information. In this paper, we focus on discussing the issues on how to implement it with Web services mashup technology and Open Source Software.

#### 1. はじめに

近年 Web サービスの登場により、従来のコンテンツ提供者のみならず、利用者も Web 上で簡単に情報を発信できるようになった。この結果、Web 上には更に多くの情報が蓄積されるようになり、利用者は適切な情報を取得することがますます困難になってきている。

従来コンテンツ・マネジメント・システム (CMS) などで情報を管理し、利用者の利用履歴から嗜好を分析して適切な情報を推薦し、サイト上の友人関係を利用して情報を共有する手法が研究されている。利用者によっては、幾つかのサイトを平行して利用する場合、利用履歴は複数の環境に分散して保存され、利用者の全ての活動に基づいた情報の推薦、共有が困難になる。さらに利用者の活動などプライバシーに関して、個人情報プライバシー保護の懸念から自分で収集・管理の方が望ましい。

本研究では、個人のために情報を一括管理・組織化する方法と情報のアクセス共有活用を支援する環境を提案し、個人化されたデジタル仮想書齋 UPS (Ubiquitous Personal Study, ユビキタス個人書齋) [1]を情報アクセス・集約する個人ポータルとして、情報のアクセス・一括管理・組織化・共有化を図る。個々に分散した UPS はクロス SNS (XSNS) [2]を通じて相互連結により友人関係を確立し、情報共有、情報推薦、友人推薦などの機能の基盤となる。本論文では、UPS の実装について、Web サービスを Mashup し、さらに OSS を活用する実装方法について議論する。

OSS は Web サービスを含めた新しい技術にすばやく対応でき、開発工数を大幅に削減することが可能になる。Web サービスの Mashup に関して、Patchwork という手法を用いて開発するという研究が行われた[3]。また、企業で情報の記録と協同作業の強化に PCT(Personal

Chronicling Tools)を利用する研究が行われている[4]。さらに、情報の属性について、Delicious Dynamics という Tagging システムで共同作業の解析が行われ、Tagging という情報の属性の付け方が有効であると明らかにされている [5]。

本研究で実装する UPS は、これらの研究を踏まえた上、システムコアと各モジュールは OSS をベースに、Web サービスを Mashup して利用する手法を取り入れる。WordPress を UPS コアとして採用し、Amazon、Google、Twitter などの Web サービスを Mashup して実装の省力化を図るとともに、RFID による実世界との繋がりを持たせる拡張を施し、相互運用可能な UPS システム構成を工夫する。UPS 内の情報は Tagging 手法をベースに、情報整理、情報推薦に適したシステムを構成する。

#### 2. Web2.0 技術によるシステム実装

UPS は、図 1 に示すように、コアと複数のモジュールの組み合わせで構成される。OSS の利点と最新 Web2.0 技術を取り入れやすい環境を作るため、主に OSS をベースに Web2.0 技術を利用して Mashup による実装を行う。UPS 内部では Tagging 技術を利用してすべてのコンテンツに属性をつけ、情報の分類や整理、推薦に利用される。さらに RFID により実世界と UPS 間の融合も試みる。

Web サービスと UPS の間は、各モジュールをオープンスタンダードの RSS/AJAX で連携させる。UPS 間を連携する XSNS モジュールを通して、Web2.0 スタイルのサービスを提供し、お互い Mashup して実装する。この方法により各モジュールのインターフェースの設計が簡略化され、機能の変更、拡張も容易に行える。多数の Web サービスに対応した OSS の Plugin も容易に利用できる。

## 2.1 OSS による UPS の Core の実装

UPS の基本ソフトウェアは、Web2.0 開発に適した OSS の AMP (Apache, MySQL, {Perl, PHP, Python}) ソフトウェア群を利用する。

OSS の CMS はフレームワークとして、様々なツールとサービスを統合することができる。AMP ベースの CMS プラットフォームは数多く開発されて [6]、その中から実装者の馴染みの CMS プラットフォームと必要な Plugin モジュールと組み合わせで実装することができる。公開された Web サービスの Plugin を通して CMS プラットフォームに連結して積極的に利用する方が開発の効率がよい。Web サービスの利用は開発の省力化に繋がり、その上他のサービスとの相互利用により、本研究で提案している UPS-XSNS アーキテクチャを拡張する効果もある。

UPS のベースとなる CMS ソフトウェアは、なじみのある幾つかの候補 (WordPress, XOOPS, Zope / Plone) から、Plugin の数および斬新性、拡張の容易さ、デザインの豊富さ、利用者の数、利用者によるカスタマイズ容易性などを考慮し、WordPress を選んだ。WordPress は様々なサービスを Plugin として入れることができるので、外観もユーザの好みで自由にデザインをカスタマイズすることができる。

WordPress のユーザ管理フレームワークを利用して、UPS 基本ユーザ情報の管理を行う。WordPress は様々な機能を Plugin により自由に追加・削除できるため、UPS では大部分の機能は複数の Plugin の組み合わせで作成する。なお不足な機能は独自の USP-XNS Plugin を開発して補う。

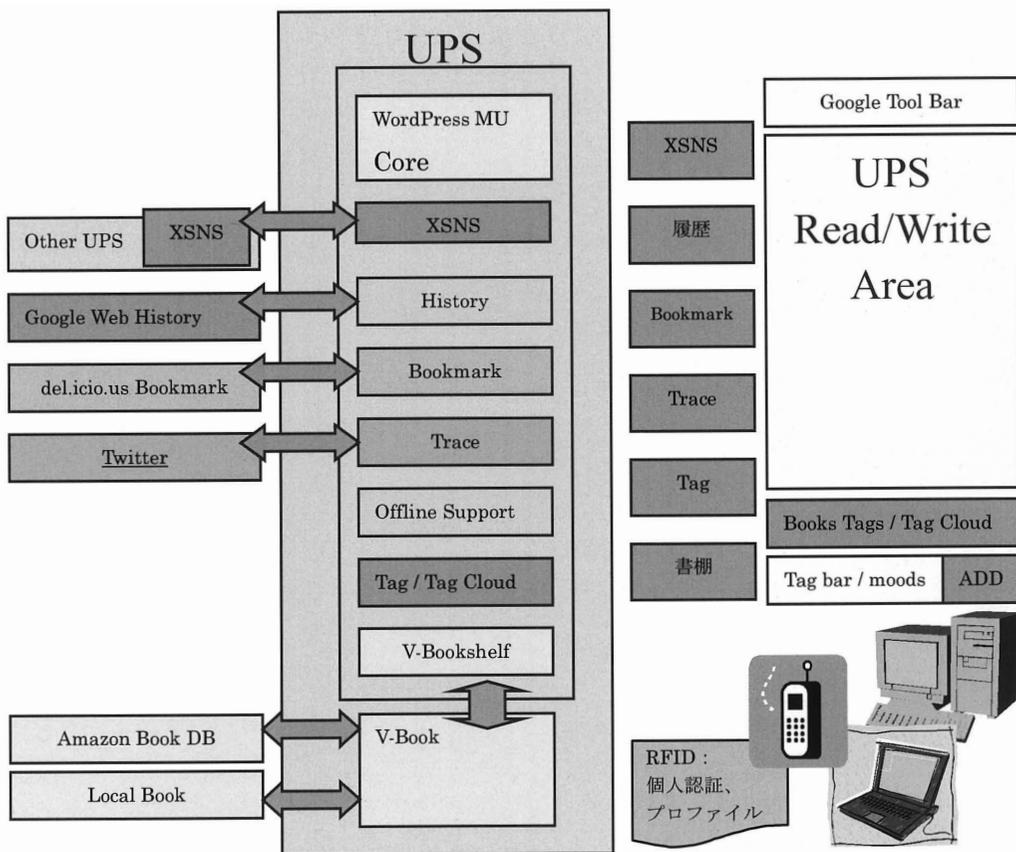


図1 UPS の Web2.0 モジュールとユーザインターフェイス

## 2.2 Mashup による外部 Web サービスの利用

Mashup とは、複数の Web サービスを公開されている API を用いて、あたかも一つの Web サービスであるように組み合わせて働かせることである。本研究で実装する UPS は、Amazon, Google, Twitter など公開されている Web

サービスを Mashup して UPS の実装に利用する。以下に本システムにおける Mashup 利用の場面を示す。

- 検索履歴 - これは Google Tool Bar と Google Web History, RSS 技術を利用して、日々の検索履歴を

UPS に格納する。

- 利用者の行動記録 - Twitter サービスをベースに、UPS に Mashup して利用する。さらに実世界との連携の試みとして RFID や GPS による位置情報を取得し、Twitter サービスにミックスする。
- Bookmark - 既存のブックマークサービスがすでに数多く公開されている。ここでは del.icio.us の Bookmark と Tag を融合した Social Bookmark Service を UPS のブックマークサービスとして利用する。
- SNS - UPS の XSNS は Web サービスとして API を公開する。そのため Mashup 手法を利用して必要な認証を通して友人の UPS から適切な情報を取得し、自分の UPS に友人関係の定義を元に適切な情報を表示する。

Mashup を利用した実装方法については、第 3 節 UPS の各機能モジュール実装でさらに詳しく説明する。

### 2.3 Tagging による情報属性の表現

UPS では Tagging 手法を用いて利用者属性と情報属性を付与する。情報を分類、または、推薦する場合にも Tag とその集合 (Tag Cloud) をベースとする属性を利用する。

従来、Keyword や Metadata で属性を表現する方法が主流で、Metadata をつける方法は主に以下のような場合である。

- 論文などに付ける
- セマンティック Web に記述される
- 文書の Keyword 抽出 (indexing)

しかし、数個の Keyword で客観的に情報属性の表現をすることは難しく、同じ情報でも情報の利用者と情報の発信者では違う捕らえ方がありえるので、利用者の立場で情報属性を付けることが望ましい。文書の Keyword 抽出に関しては、さまざまな方法が研究開発されているが、問題点も多く、文字が含まれない画像、ビデオには適さない。Keyword は作者が付けた当時の主観によるもので、情報自身が編集される可能性がある。そのため、時間とともに Keyword と実際の情報属性の乖離が発生する場合もある。

Tag は情報を利用する際、情報の属性に関連した、利用者が付けた文字で、気軽につけられる。複数の利用者から平均した重みを表現しており、より正確に情報の属性を反映すると考えられる。Golder ら[5]の Tagging Systems では、del.icio.us のブックマークデータを解析した結果から、一つの URL につけた Tag の分散は、100 回程度で収束することが明らかにされている。情報は人気度にも関わらず、100 人程度のユーザがその URL に Tag をつけたら、それらの Tag がほぼ情報の属性を反映されたと見てよい。つまり、Tag を利用した属性の表現は、より現実的な情報属性を表現方法である。

利用者属性も Tagging 手法を活用することが可能である。利用者のアクセス情報、利用履歴、Bookmark などから Tag を集計し、沢山の Tag から Tag Cloud を作成する。その際新しい情報ほど Tag の重みを増加させる。

情報に付けた Tag Cloud は、情報整理に利用し、情報推薦にも活用できる。例えば、Tag Cloud のマッチングで、

読んでいる文献と類似する情報や、個人の好みを考慮した文献の推薦、趣味が合う仲間の紹介などに活用することが可能である。詳しくは第 4 節で議論する。

### 2.4 自動 Tagging

情報利用者にとって毎回情報に Tag を付けることは、手間がかかる作業である。利用者に早く且つ正確な利用を支援するため、情報の自動 Tagging の機能を幾つか実装する。

UPS 内で利用者が使用した Tag を常時記録し、利用頻度で順位付けを行う。常用 Tag の順位アップや拡大表示をし、Tag Cloud 風に表示させる。利用者 Tagging の際に再利用しやすい環境を実現する。

Web 上情報を Tagging する際、del.icio.us のサービスを Mashup して、他のユーザは同じ情報につけた Tag を参照できるようにする。

さらに、(^\_^); (^o^); (\*\_\*); (T\_T) など、利用者が直感的に付けられる Moods Tag を Tagging システムに取り入れる。

そのほかに、RFID により自動 Tagging も導入する (2.5 節参照)。たとえば、RFID 持ちのユーザが UPS 対応した RFID リーダーを設置した科学博物館に現れた場合、UPS に“museum, science”の Tag を付けた行動履歴が自動的に追加される。

### 2.5 RFID による UPS と実世界での行動の融合

UPS は図 2 に示すように、Twitter のサービスを Mashup して利用すると共に、RFID を利用して Twitter.com のサービスを拡張し、実世界との連携を試みる。

利用者を持たせる RFID を個人認証に用いる。RFID には利用者属性 Tag、常用 Tag が保存されている。

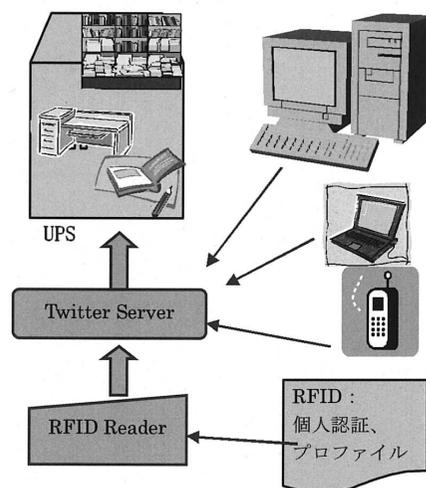


図 2 RFID 実装により実世界と UPS 間の融合

RFID Reader は RFID からユーザが実空間における行動情報を受け取り、利用者の位置情報、趣味情報が取得され、その場の最適情報を案内することが可能になると共に、その設置場所の位置情報をミックスし、Twitter と RFID を同

期させることで、情報が Twitter にも渡る。さらに UPS には Twitter のサービスを Mashup するので、ユーザの行動履歴は UPS にも記録される。そうすると Web ブラウザで PC だけではなく、PDA や携帯端末からもこれらの情報を確認することができる。その場所の情報と関連 Tag は UPS にも記録されるため、人手を介さずに利用者が RFID を携帯するだけで Tagging を自動的に行える。

RFID Reader を図書館、食堂、教室などに設置しておく、いつ、どこに、誰が入室したかが分かる。例えば、ユーザが図書館に入ると、入り口の RFID Reader が RFID を読み取り、個人の RFID 情報を Twitter Server へ送る。そうすると、Twitter での Friend は誰が、いつ図書館に入ったかが分かる。そして、Friend 同士は居場所を考慮し、場所に関連したメッセージを送ることができる。RFID を用いることで、図書館では貸し出し本、食堂では食事メニュー、教室では出席などの情報も記録できる。また、RFID の個人プロフィール情報には趣味、嗜好属性を記述しておけば、Twitter では Friend、Follower でなくても、似たような属性のユーザから見つけやすいというメリットがある。

「昼食に何を食べたか?」、「どのような本を読んだか?」、「研究室で何時間勉強していたか」など実空間における行動情報は膨大にあり、これらの情報は USP に統合して、Web 検索や SNS における友人探索などで役立つ情報となる。

Twitter のコミュニティからも沢山のユーザの行動情報収集方法が提案され (Web 以外に、たとえば携帯電話、Blog などからも更新可能である)、UPS もこれらのツールを利用してアクセスができる。

RFID データの収集は、直接に UPS に書き込むのではなく、Twitter サーバを経由して UPS にまとめる方法を取る。これにより Twitter の API を利用して、RFID データの収集プログラムがより簡単に作成できる。また、Twitter の API は公開されているため、第三者でも簡単にデータの収集プログラムを作成でき、そのプログラムは UPS に新たな行動情報収集方法として利用できるから、Twitter サーバを経由して UPS にまとめる方法は、システムの相互運用性の向上に繋がる。たとえば、第三者は Twitter に GPS で行動情報追跡のプログラムを作成すれば、UPS にも利用可能である。

RFID データが Twitter サーバに格納されることによって、Twitter サービスも強力な自動入力用ツールとして利用でき、Twitter サービスにも多様性を持たせ、カバーする範囲を広げ、サービスの質の向上にも繋がる。つまり Mashup は単に実装の省力化だけではなく、それぞれのサービスの利点を活用し、他のサービスとの連携、ユーザインターフェイスの相互利用による相乗効果も狙える。

### 3. UPS 各機能モジュールの実装

UPS の個人書斎機能は主に V-Book、V-Bookshelf、V-Desktop と User Profile、Personal Chronicing などのモジュールから構成される。各モジュールは主に OSS の WordPress Plugin をベースに、第 2 節に述べた技術の組み合わせで実装される。

#### 3.1 仮想図書 V-book

V-Book はデジタルコンテンツを仮想の書籍として扱うものである。V-Book にはデジタルコンテンツ及びそのコンテンツの属性を表現する Tag データが格納されている。

本試作システムでは、主に Amazon Web Service を Mashup して実験を行い、Amazon の Web-API 情報を利用して、洋書、和書の表紙、レビュー情報を取得する。その他には、ローカルファイルシステムに格納したファイル、URL で示される WEB 上にあるコンテンツも V-Book と考える。

大学図書館の貸し出し情報を Mashup した場合、ライセンス管理、図書館の貸し出し情報、貸し出し期間なども Mashup され、それらも利用者の一括情報管理に利用することができる。

#### 3.2 仮想書棚 V-Bookshelf

V-Bookshelf は個人が持っている V-Book をカテゴリに整理分類して、書棚の形でビジュアル的に表現するものである。仮想書棚には、仮想図書を置くことができ、利用者は好きな数だけの仮想書棚を作れる。

仮想図書にカテゴリを設定すると、仮想図書はそのカテゴリ (書棚) に置くことになる。書棚に含まれた図書の属性とした Tag の集合 (Tag Cloud) が、書棚の属性になる。

個々の書棚の属性は、利用者の持つ多くの嗜好の一カテゴリと考えられるので、情報推薦の際、書棚単位での Tag Cloud を利用すれば、より正確にユーザが欲しい情報を推薦することができる。

#### 3.3 仮想デスクトップ V-Desktop

V-Desktop には、自分がこれから読むつもりの本 (Planned)、現在読んでいる本 (Current)、最近読んだ本 (Recent) に分類される。Planned, Current, Recent の本を並べ、また個人常用の Tag を手元に置いてすぐ利用できる。

V-Desktop にあるコンテンツの属性の集合 Tag Cloud は、仮想デスクトップの属性になる。仮想デスクトップの属性は直近の趣味が反映されているため、最近の趣味に合う情報の推薦が可能となる。

#### 3.4 ユーザプロフィール User Profile

UPS の User Profile には、ユーザの各種属性と友人関係が蓄積されている。

My Favorite - 個人の趣味を示す注目 Tag、Tag Cloud でビジュアルに表現できる。Tag は、利用者 V-Desktop、V-Bookshelf、Bookmark の Tag を重み付けて、ミックスしたものである。利用者が意識的に Tag の重みを調節することもできる。

Friends' Favorite - 個人の友人関係が記述され、連携、情報共有に利用される。友人関係は XFN[7] に準拠した記述で表現され、さらに友人の属性も Tag で表現する。

User Profile は、UPS 内に情報推薦に利用されるほか、オーナーの許可で外部の情報提供サイトに情報推薦に利用されることも可能である。

### 3.5 パーソナル・クロニクリング Personal Chronicling

Personal Chronicle は、UPS 利用履歴、情報アクセス履歴、Bookmark など、個人のすべての活動を時系列で記録するモジュールである。実世界行動の一部も RFID を利用して記録する。記録されたデータは、参照、検索、情報推薦に利用される。

#### 仮想ブックマーク V-Bookmark

Bookmark について、すでにたくさん Web2.0 のサービスが提供されているため、あえて独自のものを作るより、利用したほうが簡単である。

Del.icio.us は人気の Social Bookmark サービスであり、API も公開しているので、本システムは、WordPress の Del.icio.us 対応 Plugin をベースに、カスタマイズして利用する。

#### 検索履歴 Web Access History

Web Access History は、特に利用者が手を加えることなく得られるため、そのデータは利用者の嗜好分析に有効である。

本システムは、Google Web History を利用する。ブラウザに Google Tools Bar さえインストールすれば、検索や Web 閲覧履歴が Google Web History に蓄積される。Google Web History は、RSS で取得できるため、UPS は定期的に RSS を利用して Google Web History から履歴情報を取得し、時系列で UPS のデータベースに蓄積される。個々の履歴に関して、利用者が自由に Tag を付けて属性として記録する。その際、Del.icio.us のサービスを Mashup して、Del.icio.us の同じ URL に対する Tag が存在するなら、お勧め Tag の一部として利用者に提示する。

#### 実世界での行動追跡 Active Trace

Active Trace は、2.5 節で述べたように、Twitter サービスを利用する。実世界での行動の一部も RFID により追跡が可能となる。

### 4. UPS 活用シナリオ

複数の人が集まったグループが形成されると、知識・情報共有やコミュニケーションが必要となる。また、実世界でコミュニケーションが取れないこともよくあるので、インターネットを介したコミュニケーションは重要となる。従来のシステムが提供される情報共有、コミュニケーション支援といったサービスはすべてシステム内部に限られていて、新たな機能追加も容易には行えなかった。UPS では、個人履歴、趣味を反映する Tag 情報などはすべてローカルに保存しているため、自由に加工できる。嗜好分析、情報推薦など、多くの利用シナリオが考えられる。

#### 4.1 グループ作業の支援

試作システムでは WordPress を基盤として、グループで必要な機能が適切な Plugin の追加で拡張する。RFID を活用した Twitter との Mashup によってメンバー間のコミュニケーションを促進する効果もある。例えば、RFID により研究メンバーが教室にいるか、研究室にいるか、教授室

にいるかなどの行動情報を共有できる。

UPS ではオフライン時でも主な機能を部分的に使用できる環境を整えている。大学構内の無線ネットワークを利用して携帯端末や PDA にオフラインでも利用できるように設定しておく、帰宅途中の駅での待ち時間にはネットワークにつながっていても携帯端末や PDA で蓄積されている情報を利用することが可能である。

UPS では Del.icio.us などを通じてそれぞれのグループでメンバーが登録しているサイトを共有できる。メンバーが研究に関連する Web サイトを登録することで、知識・情報の共有化を図り、お互いの研究をフォローすることができる。メンバーで共有する Web 検索履歴は過去に自分がどういった情報を調べていたかを保存する。研究の調べものを履歴として残しておくことで、後に振り返ることができ、また、情報アクセス履歴としても有効に活用できる。

#### 4.2 UPS を利用した情報推薦

情報推薦については、利用者の利用履歴から嗜好の分析とそれに合わせていた適切な情報を推薦する手法や、友人関係を通しての情報共有による推薦手法が研究されている [7-9]。UPS では Tag で情報の属性を付けるので、パーソナライズ検索では、ユーザの Tag Cloud と推薦対象の Tag Cloud を比較し、類似度の高いものから推薦する仕組みが実装されている。推薦の際、ユーザの好みはユーザ属性と V-Bookshelf 属性など長期的なもの、V-Desktop のような直近的なものに分けられる。

協調フィルタリング (Collaborative Filtering) [10] とは利用者が情報に対する評価を利用して自動推薦する手法である。あるアイテムに良い評価を与えているユーザ同士がいるとして、片方のユーザがほかのアイテムに良い評価を与えると、コンピュータがもう一方のユーザもそのアイテムを好むのではないかと類推して、もう一方のユーザにもそのアイテムを推薦する。UPS では利用者の Web Access History とその情報に対して評価するという意味の Tagging 情報があるので、協調フィルタリングが可能である。

さらに、Amazon などでも実用化されている Item-to-Item 協調フィルタリング [11] は、ある利用者が一定時間内にアクセスした情報は相関性が高いと仮定し、複数利用者のアクセス履歴のなかからそのような情報の相関性を探し出し、ある情報にアクセスした利用者に対して、相関性の高い情報を推薦する手法である。UPS では利用履歴はすべて取得できるが、個人の個々の UPS に保存され、通常他人の UPS にアクセスして、関連データの取得は難しい。しかし、履歴が公開された友人がいる場合、情報の相関性を利用した情報推薦も可能となる。

Weak Ties によって伝達される情報や知識は、受け手にとって価値が高いことが多いと言われている [12]。UPS は個人属性の相関性を利用して、このような Weak Ties によるマッチングが可能である。UPS では個人の属性を表す Tag Cloud が、他の利用者の Tag Cloud と比較し、類似度が高い個人を友人候補として、リストアップする。個々の UPS は分散されており、個人の属性も通常見えないが、UPS は XFN 記述を通して、友人の友人から趣味の合う友人候補を見つけることができる。

## 5. おわりに

本研究では、個人のもつ情報を一括管理し、組織化・共有化をはかり、支援するため、ユビキタス・パーソナル・スタディUPSという情報アクセス共有支援環境を提案し、Web サービスを Mashup するとともに OSS を活用することによって試作システムの実装を試みた。個々に分散したUPSはクロス SNS (XSNS) を通じて相互連結により友人関係を確立し、情報共有、情報推薦、友人推薦などの機能の基盤を提供する。

一部の実装はまた進行中だが、本論文で議論したように、従来の方法より、Web サービスの Mashup と OSS を活用するアプローチは多くの利点がある。本研究では、UPSの実装において、Web サービスの Mashup や OSS の活用によって実装の省力化のみならず、他の多くの Web サービスと相互運用可能なシステムを構築できることを明らかにした。

今後の課題として、本研究で検討した UPS の設計をさらに改良し、機能を充実したシステムを実装する。また、時間をかけて代表的な利用シナリオを中心に、システムの性能や利用者の満足度などを評価する実験を行っていく予定である。

## 参考文献

- [1] H. Chen and Q. Jin, "Ubiquitous Personal Study: Learning and Information Access Support through Cross Social Network Services," Proc. ICCE2006 MULE Workshop, Beijing, China, 2006.
- [2] 陳 泓,竹井 菜奈子,張 国珍,金 群, " Cross SNS を活用した情報アクセス共有支援環境の提案" , GNWS2006.
- [3] I. R. Floyd, M. Cameron Jones, D. Rathi, M. B. Twidale, "Web Mash-ups and Patchwork Prototyping: User-driven Technological Innovation with Web 2.0 and Open Source

Software," Proc. 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07), pp. 86-86., 2007.

- [4] P. Kim, M. Podlaseck, G. Pingali, "Personal Chronicing Tools for Enhancing Information Archival and Collaboration in Enterprises", Proc. 1st ACM Workshop on Continuous Archival and Retrieval of Personal Experience, pp. 56 - 65, 2004.
- [5] S. Golder, B. A. Huberman, "The Structure of Collaborative Tagging Systems," <http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0508/0508082.pdf>
- [6] CMS Matrix, <http://www.cmsmatrix.org/matrix/cms-matrix>
- [7] <http://gmpg.org/xfn>
- [8] 石川 雅之, 森田 武史, 和泉 憲明, 山口 高平, " 共有コンテンツのアクセス履歴分析に基づく情報推薦エンジン", JSAI2007.
- [9] 寺田道生, 小原恭介, 山田剛一, 絹川博之, 中川裕志, " Blogger の嗜好を利用した協調フィルタリングによる Web 情報推薦システム" , FIT2006.
- [10] 土井 俊介, 吉田 由紀, 東野 豪, " RUI-Filtering:利用履歴のアイテムの類似関係を反映した協調フィルタリング方式" , DEWS2004.
- [11] G. Linden, B. Smith, J. York , "Amazon.com Recommendations: Item-to-Item Collaborative Filtering," IEEE Internet Computing, Vol.7, No. 1, pp.76 - 80, 2003.
- [12] M. Granovetter, "The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited," Sociological Theory, Vol. 1, pp. 201-233, 1983.