

A3: オントロジーの共有による ユーザ適応実現のためのフレーム ワークの提案

A3 : Framework for User Adaptation by
sharing User Ontologies

官上 大輔¹
田中 克己³

河合 由起子²

Daisuke KANJO
Katsumi TANAKA

Yukiko KAWAI

本稿では、ユーザ適応に必要な機能をウェブサイトやウェブアプリケーションに提供するためのフレームワークである Adaptation Anywhere & Anytime(A3)について述べる。A3では、ユーザがウェブから得た知識を体系化したものを、オントロジーによって表現し、それをユーザプロフィールとして用いる。この各ユーザに固有のオントロジーをユーザオントロジーと呼び、ユーザとシステムとのインタラクションに基づいて動的に構築することで、ユーザのプロファイル構築の負担を軽減している。また、ユーザオントロジーをシステム間で共有することで、システムごとに異なる可能性のある適応精度の差異を軽減している。A3では、ユーザオントロジーへの直接的な操作をフレームワークによって行うことで、ユーザオントロジーの一貫性やユーザのプライバシーを保証している。

We propose a system called "A3(Adaptation Anywhere & Anytime)", which is a framework for a user adaptation. This framework builds an user ontology automatically, and uses it as an user's profile. User ontology is defined as a classified tree consisting of a resource and its category, which represents a user's knowledge. The systems which are built on A3 construct automatically and share a user ontology. Because the system can achieve a user adaptation using a user ontology built by other systems, the difference of adaptive accuracy between systems is reduced. To keep and maintain the consistency of ontology and user privacy, all direct action on user ontology is performed by the component of A3(called UOM), not by web systems.

1. はじめに

ウェブの発展は、ユーザが大量の情報を得ることを容易にした。しかし、その情報の多くは冗長であり、適切な表現が用いられていない。また、キーワードによる検索などで得られる情報は、意味的に妥当でないものも多く発見され、その

¹ 正会員 情報通信研究機構 kanjo@nict.go.jp

² 正会員 情報通信研究機構 yukiko@nict.go.jp

³ 正会員 京都大学情報学研究科

tanaka@dl.kuis.kyoto-u.ac.jp

中から適切なものを特定するのは非常に手間のかかる作業となっている。このような背景のもと、ユーザにとって適切な情報を発見し、提示するための技術の一つとして、ユーザ適応技術が注目される。

本研究では、ユーザ適応の実現に必要な機能を提供するためのフレームワークである“Adaptation Anywhere & Anytime (A3)”を提案する。A3の上にはウェブサイトやウェブアプリケーションなどの様々なウェブシステムが構築され、A3によって提供される機能を用いてユーザ適応を実現する。このフレームワークの特徴は、ユーザオントロジーの動的構築と共有にある。ユーザオントロジーは、ユーザがウェブから獲得した情報を分類した各ユーザに固有の分類木であり、それぞれのユーザの知識体系を想定したものとして定義される。ユーザオントロジーの動的構築と共有は、従来の適応システムが持っていたアンケートなどの前処理によるユーザに対する負荷の高さや、プロフィールの違いによるシステム間の適応精度の差異といった問題を解消する。

2. A3 フレームワーク概要

図1にA3フレームワークの概要を示す。ユーザは任意の端末から、A3の上に構築されたウェブシステムを利用する。各ウェブシステムは、ユーザオントロジーを互いに共有しながら、当該ユーザのプロファイルとして利用して、ユーザに適応的にサービスを提供する。User Ontology Server (UOS)はユーザの利用に応じてユーザオントロジーの配信・回収を行い、User Ontology Manager (UOM)はユーザオントロジーの構築などのオントロジーに対する操作をウェブシステムからの指示に基づいて実施する。

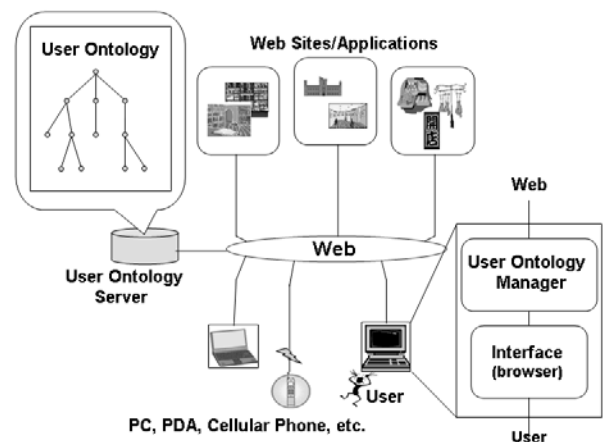


図1 A3 フレームワーク

Fig.1 A3 Framework

2.1 ユーザオントロジー

図2に、ユーザオントロジーの例を示す。ユーザオントロジーは、リソースとカテゴリよりなる分類木であり、ユーザとシステムのインタラクションに基づいて、リソースを追加していくことで動的に構築される。ここでリソースとは、ウェブから得られる情報が表している対象であり、例えば、販売サイトにおける商品や、ニュースサイトにおけるニュース記事などが該当する。リソースの追加に伴い、カテゴリの構築や移動が行われる。ユーザオントロジーに、あるリソースが存在しているという事実は、そのリソースに関する知識を

ユーザが有していることを示す。各カテゴリは制約を持ち、そこにカテゴリライズされるリソースが持つべき属性を示している。ユーザオントロジーは RDF [2, 3] と OWL [6] で記述され (図 2, 右側), ユーザの持つ知識や嗜好を表したものと定義される。例えば, 多くのリソースがカテゴリライズされているカテゴリは, ユーザが興味を持ちやすいリソースを示すものであり, そのようなカテゴリにカテゴリライズされるリソースを選べば, ユーザに適したリソースの選択が可能となり, ユーザの嗜好を反映できる。

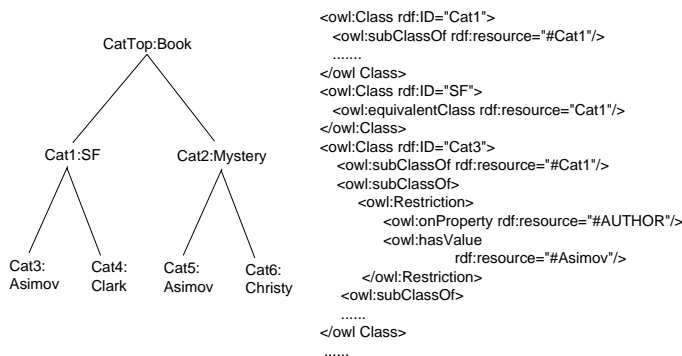


図 2 ユーザオントロジー

Fig.2 Example of user ontology

2.2 ユーザ適応過程

ユーザ適応が行われる際の, A3 およびウェブシステムの処理過程を以下に示す。

1. ユーザが任意の端末からウェブシステムの利用を始めると, UOM はユーザのユーザ ID を UOS へ送る。
2. UOS はユーザ ID からユーザを特定し, そのユーザのユーザオントロジーを UOM に転送する。
3. 利用対象となったウェブシステムは, ユーザの要求を満たすリソースのリストを作成し, UOM に転送する。
4. UOM はユーザオントロジーを利用して UOS から転送されたリソースの順序付けを行い, 結果をウェブシステムに転送する。
5. ウェブシステムは, UOM から送られた結果に従い, 上位となっているリソースから順に任意の数のリソースを選択し, ユーザへと提示する。
6. ユーザがそのリソースに関する知識を獲得したと判断できるような場合, ウェブシステムはそのリソースをユーザオントロジーに追加し, ユーザオントロジーを構築するように UOM に指示を送る。
7. UOM はウェブシステムからの指示に従い, 指定されたリソースをユーザオントロジーに追加し, ユーザオントロジーを更新する。
8. ユーザから他の要求が継続的にある場合は上記の 3~7 の過程を繰り返す。
9. ユーザがウェブシステムの利用を終えると更新されたユーザオントロジーが UOM から UOS に転送され, 次に利用される時まで保管される。

上記のように UOS は, システムの利用に応じて, ユーザオントロジーの配信と回収を行う。これによりユーザに対するユーザオントロジーの一意性を確保している。また, ユーザオントロジーへのリソースの追加や, オントロジーに基づくリソースの順位付けといったユーザオントロジーに変化の

生じるような操作やオントロジーにどのようなリソースが存在しているかといったことが分かるような直接的な操作は全て UOM が行う。一方, ウェブシステムは, ユーザとのインタラクションに基づき, ユーザオントロジーに対してどのような操作を, どの時点で行うかのみを決定し, 実際の操作は行わない。ユーザオントロジーの構築などを複数のシステムが任意に行うと, ユーザオントロジーの一貫性やユーザのプライバシーが損なわれる可能性がある。そこで, ユーザオントロジーに対する操作の主体を UOM に一意に定めることで, それらの問題を解決している。

2.2.1 リソースの選択

2.2節の処理過程4で記したように, UOMではウェブシステムから送られたリソースの順位付けが行われる。順位付けは, リソースに与えられる重みの大きさに従って行われる。あるリソースがカテゴリ C_n にカテゴリライズされるとすると, そのリソースの重みは, 以下で与えられる。

$$\sum_{k=1}^n (1/2)^{k-1} * w_k * d_{mp} \quad (1)$$

w_k は C_n とルートカテゴリ (C_0) の間の各カテゴリの制約に与えられる重みで, $w_n = p/q$ で与えられる。 p はユーザオントロジーに存在するリソースのうち, w_n の値を持つ制約が示す属性を持つリソースの数, q はユーザオントロジーに存在するリソースのうち, 候補としてウェブシステムから与えられるリソースに共通する属性を持っているリソースの数である。 w_k は, ユーザがその制約で示される属性をどの程度, 重視するかを示す値として捉えられる。 d_{mp}

は, w_k の値を持つ制約を持つカテゴリ, もしくはそのカテゴリの下位カテゴリに最後にリソースがカテゴリライズされてからの期間に応じて徐々に減衰する0から1の間の数値で, ユーザの関心の持続を示すものである。また, 上位にあるカテゴリの制約ほど, 分類の際に本質的な差異を示す属性であると考え, 下位カテゴリの制約に対し1/2を乗じることで重みの影響を軽減し, 差別化を計っている。

このようにして各リソースの重みを計算し, その結果に従ってリソースを順序付けを行い, 上位となっているリソースから順に必要な数のリソースを選ぶことで, リソースの選択を実現する。

2.2.2 ユーザオントロジーの構築

2.2節の処理過程7で記したように, ユーザオントロジーの構築は, ユーザがあるリソースについての知識を得たと判断できる際に, そのリソースをユーザオントロジーに追加することで行われる。例えば, ある商品を購入した場合や, 書籍の評価を書いた場合など, ユーザはそれらの商品や書籍について知識を得たと判断できるので, ユーザが知識を持っていることを示すためにユーザオントロジーにそのリソースを追加する。

リソースの追加が行われると, 次の3つの操作に従ってリソースのカテゴリライズやカテゴリの構築などが行われる。

1. 既存カテゴリへのカテゴリライズ: 追加されるリソースが, 特定のカテゴリの制約を満たす場合, そこにカテゴリライズされる。複数のカテゴリにカテゴリライズできる場合, 最も末端のカテゴリにカテゴリ

イズする. 図3 (a) は, リソース r_1 がカテゴリ Cat_1 にカテゴリ化される様子を示している.

2. 下位カテゴリの新規作成:
1の操作によって, 同じカテゴリにカテゴリ化されたリソースの間に共通の属性が存在する場合, その属性を制約とする新規カテゴリを作成し, そこにカテゴリ化する. 図3 (b) は, Cat_3 にリソース $r_1 \sim r_3$ がカテゴリ化された時に, 新規カテゴリ Cat_{New} が作成され, そこに r_1, r_2 がカテゴリ化される様子を示している.
3. 上記の1と2の操作が行われた後, 次の式が最大になるようにカテゴリの移動などを行い, オントロジーを再構築する.

$$\sum_{k=1}^m (1/2)^x * w_{cat(k)} * n$$

ユーザオントロジーに存在するカテゴリを $Cat(k)$

($k=0,1,2,\dots,m$) とすると, $w_{cat(k)}$, n , x は以下で与えられる.

$w_{cat(k)}$: 各カテゴリ $Cat(k)$ にリソースがカテゴリ化された場合, そのリソースに与えられる重み.
(1)式で与えられる.

n : カテゴリ $Cat(k)$ にカテゴリ化されているリソースの数

x : ルートカテゴリからカテゴリ $Cat(k)$ の間にあるカテゴリの数.

図3 (c) は, Cat_2 の下位カテゴリであった Cat_3 が移動し, Cat_3 の下位カテゴリとなった状態を示している. この操作は, Cat_3 にカテゴリ化されるリソースが増えた場合などに生じる.

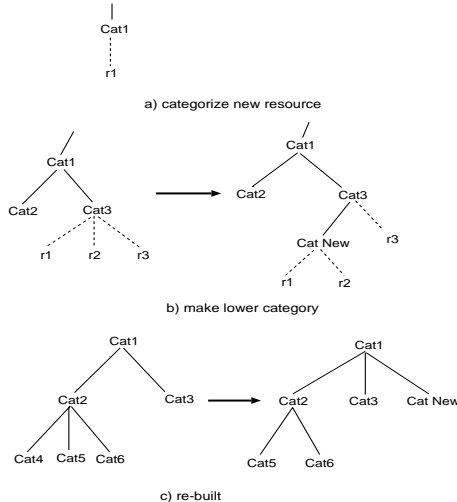


図3 ユーザオントロジーの操作

Fig.3 User ontology manipulation

3. Personal Digital Librarian

提案する A3 フレームワークの有効性を検証するために, Personal Digital Librarian(PDL)を A3 上に構築した. PDL は, 書籍の管理とリコメンデーションを行う適応システムである. PDL における書籍の管理とリコメンデーション, およびユーザオントロジーの構築とリソースの選択の関係を図4に示す.

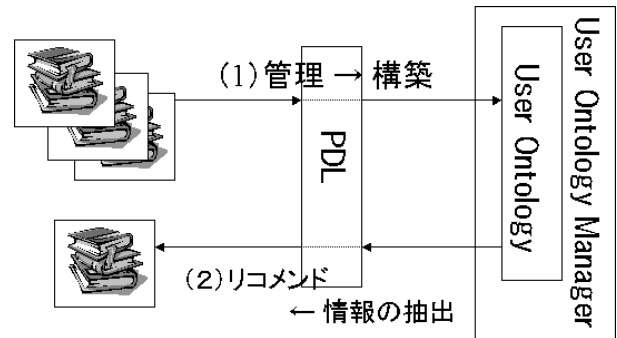


図4 書籍の管理・リコメンドとユーザオントロジー

Fig.4 Relations between Book Management/Recommendation and User Ontology

3.1 書籍の管理

PDL はユーザの所有する書籍を管理し, 検索やソートなどの機能を提供する. 管理のために書籍に関する情報が必要なので, ユーザには書籍を入手した際などにタイトルや作者などの情報を入力することが要求される.

書籍データの inputs は, ユーザがその書籍の情報を獲得したことを意味すると考えられるので, ユーザから書籍データの inputs があると PDL はその書籍をリソースとしてユーザオントロジーに追加することを決定する. この決定は UOM に送られ, 当該の書籍の追加が行われ, ユーザオントロジーが構築される (図4(1)).

3.2 書籍のリコメンド

3.1 節で述べたように, 書籍を管理することでそのユーザのユーザオントロジーが構築される. PDL は, 構築されたオントロジーを用いてユーザが関心を持つような書籍のリコメンデーションを行う (図4(2)).

2章のユーザ適応の処理過程の4, 5で記したように, リソース(書籍)を選択するために, 選択の対象となる候補のリストを作成する必要がある. PDLでは, 新刊書籍の中にユーザが関心を持つような書籍が含まれる場合に, その書籍をリコメンデーションすることを考え, 一日に一度, その日に発刊された書籍を対象としたリコメンデーションを行う. 当日発刊される書籍の情報は, 例えば, Yahoo!Booksの「本日発売の新刊」(http://books.yahoo.co.jp/bin/list¥_sale?pd=yyyyymmdd. yyyyymmddには日付が入る) などから入手できるので, それを PDL が自動的に収集し, それらを候補とするリストを作成する. 作成したリストは UOM で順位付けが行われ, 上位となった書籍がユーザへとリコメンデーションされる.

用意するリコメンデーションの対象となる書籍のリストを変更することで, 異なった目的に利用することが可能となる. たとえば, ユーザの位置が検知できるのであれば, ユーザが実際に書店に入店した際に, その前に書店を訪れた後に発刊された書籍の中からリコメンデーションするなどが考えられる. また, 書店の在庫にある書籍データが獲得できるの

であれば、書籍のリストを在庫にある書籍の中から作成することで、その在庫に応じてユーザに書籍を推薦する、といったことも考えられる。さらに書店の側がシステムを構築し、自らユーザに書籍を推薦することも考えられる。A3ではオントロロジーの共有がなされるので、その際には、PDLで作成されたユーザオントロロジーを利用することもできるし、また、書店の側で構築されたユーザオントロロジーをPDLで利用する、といったことも可能となる。

4. 関連研究

前処理によるユーザプロファイルの獲得を行い、ユーザ適応を行うウェブサイトには、My Yahoo! (<http://my.yahoo.co.jp/>) などがある。My Yahoo!では、あらかじめ興味のあるトピックやレイアウトを指定すると、それに応じた記事などを提示してくれる。しかし、予めトピックの指定やページの編集を行うのは、ユーザにとって負荷の高い作業である。一方、プロファイルを動的に獲得するシステムには、OBIFAN[4]やWebMate[5]、SmartPush[11]などがある。これらのシステムは、入力キーワードや、ユーザが見たウェブページで用いられる語彙の頻度などに基き、ユーザにとって適当なウェブページなどを選択してくれる。しかし、獲得したプロファイルの共有などは考えておらず、適応精度がシステムごとに異なるといった問題が生じる得る。

ユーザモデルの構築などに関する研究として文献[7, 8, 10]などがある。これらの研究は、モデルの構築をどのようにして行うか、あるいはモデル構築のためのツールの作成といった点が論じられている。しかし、複数のウェブシステムで、それらを実際にどのように利用するか、といった観点からの議論はなされていない。

また、ユーザに関する情報、すなわちプロファイルを複数のシステムに配信するサーバの役割を担うシステムにPersonis[9]がある。このシステムでは、プロファイルが共有されるため、上記のような問題は解消される。しかし、ユーザ情報の一貫性や、ユーザのプライバシーについて考慮しておらず、ウェブシステムの作成者の側で考慮する必要がある。

5. おわりに

本稿では、ユーザ適応を実現するためのフレームワークであるA3 (Adaptation Anywhere & Anytime) について述べた。このフレームワークの特徴は、ユーザオントロロジーの動的構築と共有である。これにより従来の適応システムが持つアンケートなどの前処理の持つユーザへの負荷高さや、システムごとに適応精度が異なるといった問題を解決している。

しかし、本稿では、適応を行うための枠組の実現に主眼が置かれ、適応精度の向上や、あるいはより適切なユーザモデルの構築といった点について言及していない。適応システムにおいてこれらは重要な要素なので、そのために必要なオントロロジーの構築・操作などについて今後、検討していく必要がある。また、ユーザ適応を行う過程を、ユーザにとって適切なリソースを発見する過程と、それを分かりやすく提示する過程に大別して考えると、現在のフレームワークは、前者の過程について主に考慮したものになっている。今後、後者のリソース提示の過程について検討する必要がある。

さらに、A3上へのシステム構築の作業が繁雑であると、実際にシステムが構築されない可能性が大きくなる。ユーザオントロロジーの構築や、オントロロジーを利用したリソースの選

択、さらには選択したリソースの提示などを容易にウェブシステムに実装できるような手段について考案し、提供していく必要があると考えている。

[文献]

- [1] Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassile, O., The Semantic Web, Scientific American (2001)
- [2] Beckett, D., RDF/SML Syntax Specification, <http://www.w3c.org/TR/rdf-syntax-grammar/>
- [3] Brickley, D., Guha, R. V., RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema, <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
- [4] Chafee, J., Gauch, S., Personal Ontologies for Web Navigation, In Proc. of CIKM'00(2000)
- [5] Chen, L., Sycara, K., A personal agent for browsing and searching, In Proc. 2nd Intl. Conf. Autonomous Agents (1998)
- [6] Dean, M., Connolly, D., Harmelen, F., Hendler, J., Horrocks, I., McGuinness, D., Schneider, P., Stein, L., OWL Web Ontology Language 1.0 Reference, <http://w3.org/TR/owl-ref/>
- [7] Henze, N., Nejd, W., Knowledge Modeling for Open Adaptive Hypermedia, In proc. of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based System AH2002(2002)
- [8] Kay, J., The um toolkit for cooperative user modeling, User Modeling and User Adapted Interaction 4, pp149-196 (1995)
- [9] Kay, J., Kummerfeld, B., Lauder, P., Personis: A Server for User Models, In Proc. of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based System AH2002, pp203-212(2002)
- [10] Kobsa, A., Generic User Modeling Systems, User Modeling and User-Adapted Interaction 11, pp49-63(2001)
- [11] Kurki, T., Jokela, S., Sulonen, R., Turpeinen, M., Agents in delivering personalized content based on semantic metadata, In Proc. 1999 AAAI Spring Symposium Workshop on Intelligent Agents in Cyberspace, pp84-93(1999)

官上 大輔 Daisuke Kanjo

独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員。博士(工学)。1998 立命館大学理工学研究科博士課程後期過程単位取得退学。インタラクション、ユーザ適応などの研究に従事。人工知能学会、日本データベース学会会員。

河合 由起子 Yukiko Kawai

独立行政法人情報通信研究機構専攻研究員。2001年奈良先端科学技術大学院大学博士後期課程修了、博士(工学)。個人適応化・セマンティックWebに関する研究・開発に従事。情報処理学会、日本データベース学会など正会員。

田中 克己 Katsumi Tanaka

京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻教授、および、独立行政法人情報通信研究機構グループリーダー(専攻研究員)。1976年京都大学大学院博士前期課程修了、京大・工博。主にデータベース、マルチメディアコンテンツ処理の研究に従事。IEEE Computer Society, ACM, 情報処理学会、日本データベース学会など正会員。