

ユーザの行動予定とエリアの資源に基づくサービスの選定

毛利 有貴[†] 高田 秀志[‡] 島川 博光[‡]

[†]立命館大学大学院理工学研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

[‡]立命館大学情報理工学部 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: [†]yuuki@de.is.ritsume.ac.jp, [‡]{htakada, simakawa}@cs.ritsume.ac.jp

あらまし 計算機の小型化やネットワーク技術の進歩により、情報家電などのユビキタス環境が実現されつつある。しかし、現時点で実現されているユビキタス環境では、ユーザは自らが存在するエリアの資源やその利用方法、他のユーザとの間で競合が起きないか、利用上の制約がないかなどを常に意識していなければならない。多忙な状況では現在の行動はもちろん、予定している行動やその準備などの未来に対する意識も負担となってミス発生の要因となるなど、意識することが多くなると主目的である行動に専念できず、サービスを楽しむための行動がかえって支障となってしまうことさえある。そのため、本研究では、人間があるときは意識しているが常には意識していない行動や、全く意識していないがやるべき行動など、人間が意識していなくても適切なサポートを与えられる環境、無意識コンピューティングを提案する。

キーワード 優先度 スケジューリング 仲裁

Selection of Services Based on Users Action Schedule and Resources of Area

Yuki Mori[†] Hideyuki Takada[‡] and Hiromitsu Simakawa[‡]

[†] Science and Engineering, Ritsumeikan University 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu-city, Shiga, 525-0058 Japan

[‡] Information Science and Engineering, Ritsumeikan University 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu-city, Shiga, 525-0058 Japan

E-mail: [†]yuuki@de.is.ritsume.ac.jp, [‡]{htakada, simakawa}@cs.ritsume.ac.jp

Abstract The technological advances in the mobile computing and the networking has brought a promising vision for the realization of ubiquitous environments consisting of information servers and appliances. In existing ubiquitous environments, however, a user must always be conscious of not only the usage and the constraints of resources in his area, but also their conflicts with others. Because of these concerns, the user cannot devote himself to an action of his main purpose. This paper proposes the unconscious computing, a paradigm to prevent users from being conscious of a ubiquitous computing environment. It provides suitable services for innocent users according to their situations.

Keyword priority scheduling arbitration

1. はじめに

計算機の小型化やネットワーク技術の進歩により、情報家電などのユビキタス環境が実現されつつある。しかし、現時点で実現されているユビキタス環境では、ユーザは自らの行動を実現する上で必要な資源やその利用方法、他の人との間で競合が起きないか、利用上の制約がないかなどを常に意識していなければならない。多忙な状況では、現在の行動はもちろん、予定している行動やその準備などの未来に対する意識も負担となってミスが起こりやすくなる。このように意識することが多くなると主目的である行動に専念できず、サービスを楽しむための行動がかえって支障となってしまうことさえある。

これまでに提案されているユビキタス・サービスは、

商品購入や観光など、その時点で「ユーザが意識している」行動に対する直接的なサービスばかりである。しかし、人間の行動には、「あるときは意識はしているが、常に意識しているわけではない行動」や「全く意識していないがやるべき行動」もある。人間は「しなければいけないことを忘れていた時に気づかせてくれた」、「全く意識になかったが自分に必要な行動を代わりにやってくれた」など、人間が意識していない状態に適切なサービスを受けるとより強く有用性を感じるものである。

我々は、ユーザの過去・現在はもとより、未来の状況を精度良く認識し、ユーザの行動を実施するうえで必要なエリアにおける資源とその制約を計算機が把握することによって、ユーザが意識せずに資源を利用でき、意識していない行動に対しても適切なサポートが

できる環境の実現を目指している。必要な行動をユーザに気づかせることや、またユーザが意識していない行動を代わりに行うなど、ユーザが意識できていないときに適切にサポートを行うことが、ユビキタス・サービスの有用性を高める重要な鍵であり、気が利くユビキタス環境の実現において不可欠である。本研究では、人間が意識していない状態に適切なサービス提供ができる環境を提案する。

2. 意識させないコンピューティング

2.1. 目的

本研究では、ユーザが本来実施すべき行動を代行したり、その行動が実施できる条件が整ったことをユーザに通知し、行動実行を促すことをサービスと考える。本研究の目的は、ユーザが「しなければいけないことを忘れていたときに気づかせてくれた」、「全く意識していなかったが自分に必要な行動を代わりにやってくれた」など、ユーザがそのサービスを意識していないときに適切なサービス提供をすることである。図1に示すように、ユーザが所有する携帯端末にユーザの予定表を入力しておく。携帯端末は、現在・過去はもとよりユーザが示した予定表から未来のユーザの状況を認識するとともに、ユーザが予定表に示した予定項目を実行に移すのに必要な行動を計算する。各エリアには計算機が組み込まれているものとする。この計算機はそのエリア内の資源、その資源についての制約を把握している。ユーザの携帯端末とエリア内の計算機が通信を行うことにより、エリア内の資源や制約、他のユーザとの競合、またユーザの状況を考慮されたサービスが提供できる。そのため、本手法によりユーザが意識していない行動に対してもユーザをサポートするサービスを提供することができる。

2.2. 関連研究

ユビキタス・サービスに対して、さまざまな研究が行われている。例えば、ユーザが商品購入や観光などを行っているときに、それに関連したものを勧めるサービス[6][7]がある。また、家庭内の情報家電機器の状態、ユーザの行動履歴や位置、店舗からの購買情報や広告情報からユーザの状況を判断してそれに応じたサ

ービスを行うパーソナルエージェント[1]やユーザの行いたいこととサービス提供者が位置に応じてできることを比較し、適合する情報サービスをユーザに通知するマッチングサービス[4]がある。その他にも、家庭やオフィス環境などにセンサを取り付け、それらのセンサ情報とユーザの行動履歴からユーザに対して最適なサービス提供を行う研究[2][3][5]がある。

本研究は、ユーザが意識していないときに適切なサービスを提供するもので、ユーザが意識している行動に対して直接的にサービスするものではない。また、本研究は、ユーザの個人情報やスケジュールとエリアとの通信を行っているため、ユーザの現状かつ未来の状況、また、エリアからの資源の制約も考慮したサービス提供ができる。そのため、本研究は既存研究のようにユーザの現状からサービスを提供するのではなく、未来も考慮した上でサービス提供を行っていることが大きな特徴である。

2.3. サービスの種類

本研究でユーザに対して行うサービスは以下の3つに整理・定義する。

- 想定サービス・・・ユーザが主たる目的として意識して行っている行動を支援するサービス
- 遭遇サービス・・・意識すべき機会でもユーザが意識していない行動を促すサービス
- 潜在サービス・・・ユーザが全く意識していないが、必要な情報を準備しておくサービス

想定サービスとは、京都で働くユーザが東京に出張するなどユーザが目的を持って行動している時に、新幹線の切符の購入することを ToDo リストに追加したり、切符購入できるエリアに来た場合にユーザに対して通知を行うサービスである。切符購入の行動は面倒ではあるが、ユーザの出張という主たる目的を達成するうえでは欠かせない。想定サービスは面倒な行動を代行したり、行動を実行できることをユーザに通知することによってユーザの目的を達成するため、ユーザの行動を支援するサービスである。遭遇サービスとは、電子マネーチャージや定期券の更新など、普段の生活の中でユーザの意識が薄い行動を代行したり、行動が実行できることをユーザに通知するサービスである。潜在サービスの例は、ユーザがホテルなどに宿泊するときに、そのホテルの避難経路を携帯端末内のソフトウェアが確認しておき、有事のさいには、携帯端末内ソフトウェアが避難経路をユーザに提示するというものである。潜在サービスは、ユーザ自身は全く意識していないが、火災や地震など身の危険が起こったときには必要な情報をサービスするものである。

2.4. 問題点

本研究の目的は、ユーザに意識させずに計算してお

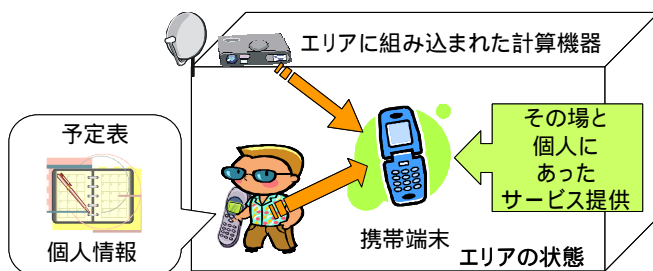


図1：意識させないコンピューティング

き適切なサービスを提供することである。しかし、これらを実現するためには、いくつかの問題点があげられる。

第一に、ユーザが予定表などに示した予定から、具体的にどのようなサービス提供ができるかを取得する必要がある。例えば、ユーザが予定表に「3月11日に東京に出張」と記載した場合、その情報からユーザに対して「切符購入支援」などのように具体的にどのようなサービス提供ができるかを取得する必要がある。人間は予定表に予定項目を記入するさい、抽象的な項目だけを記入する傾向がある。この抽象的項目を実現するためには複数の具体的な行動を実施する必要がある。抽象的項目のみが予定表に表記されているので、おうおうにして具体的な行動の実施が抜け落ちることがあり、ユーザに対してこれを防ぐためのサービスが必要となる。

第二に、ユーザの予定表に書かれた予定からユーザに対して有効なサービスが取得されたとしても、それらのサービスがユーザのスケジュールの中でどのタイミングで実行できるかを計算する必要がある。前述の「3月11日に東京に出張」の予定から「切符購入支援」というサービスが取得できたとする。ユーザが駅に着いたときに、切符の購入のサービスをユーザに勧めたとしても、ユーザのスケジュールから切符を購入する時間がなかった場合、このサービスはユーザにとっては不快なものになってしまう。そのため、サービス提供のタイミングは非常に重要なものになる。

第三に、ユーザがサービスを楽しむエリアで実際にサービスを受けようとした場合、その同一のエリアにユーザと同じサービスを求める別のユーザが複数存在することが考えられる。駅の切符販売機やチャージ機などの資源は限られているため、全てのユーザに対して同一のサービスを提供することは困難になってしまう。そのため、この資源が限られた状態の中で効率よくユーザに対してサービス提供する必要となる。

3. エリアと個人予定に基づくサービス

3.1. サービス提供の流れ

本研究では、ユーザが意識しなくてもエリアに存在する資源を利用でき、意識していない行動に対しても適切なサポートができる環境を目指している。

それを実現するために、本研究では、図2に示すようにToDoアクション生成機能と行動スケジューリング機能、行動仲裁機能の3つの機能を用いる。ToDoアクション生成機能では、ユーザが予定表に登録した抽象的項目を実現するうえでどのような具体的な行動を実施すべきかを計算する。行動スケジューリング機能は、エリアで受けられるサービスと個人のスケジュー

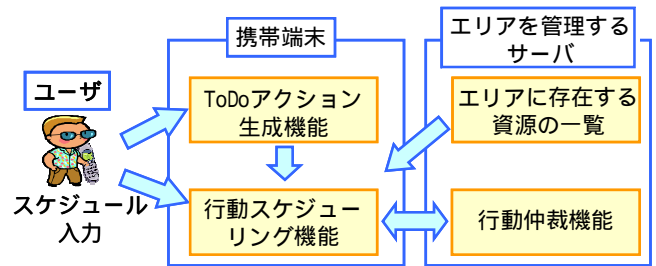


図2：機能モデル

ルとToDoアクション生成機能で計算された具体的な行動から、このエリアで実行できる行動の選定を行う。行動仲裁機能では、行動スケジューリング機能から選定された行動がそのエリアの資源や制約に競合が起きないかの判断を行い、制約や競合が起きないようにユーザに対してサービス提供を行う。

まず、ユーザが携帯端末にスケジュールの入力を行う。ToDoアクション生成機能は、ユーザが入力した予定表上の行動を実現するうえで必要な具体的な行動を抽出する。抽出された行動はToDoアクション・リストに追加される。具体的な行動には、行動を実行するまでの締切り、行動を行うための必要な資源、また行動に対しての優先度などを設定しておく。行動スケジューリング機能はユーザの過去・現在、未来の行動の開始時刻、終了時刻を示したスケジュールを管理している。そして、ユーザがサービスを受けられるエリアに入るとき、行動スケジューリング機能はエリアに組み込まれている計算機から、そのエリア内で利用できる資源のリストを取得する。行動スケジューリング機能は、エリアから取得した資源リストとToDoアクション生成機能から抽出された行動からこのエリアで実行できる行動の候補群を選定する。これら選定された候補は、エリアに組み込まれている計算機にある行動仲裁機能に送られる。行動仲裁機能では、エリア内の資源の制約やエリア内にいる他のユーザが実行したい行動も管理している。行動仲裁機能は、行動スケジューリング機能から受け取った行動の候補群から、現在の資源の制約や他のユーザとの競合を考慮したうえで、行動を選定し、ユーザに対してその行動を代行したり、行動が実行できることをユーザに知らせることによりサービス提供を行う。

3.2. ToDoアクション生成機能

ToDoアクション生成機能は、抽象的項目を具体的な行動に展開するものである。抽象的項目とは、「東京に出張」や「学科会議」など、人間が予定表に書く抽象的な表現であり、具体的な行動は抽象的項目を実現するために必要な行動である。例えば、図3に示すように「東京に出張」の場合、その予定を実行するための必要な行動として、「東京までの切符の購入」や「ホテルの予

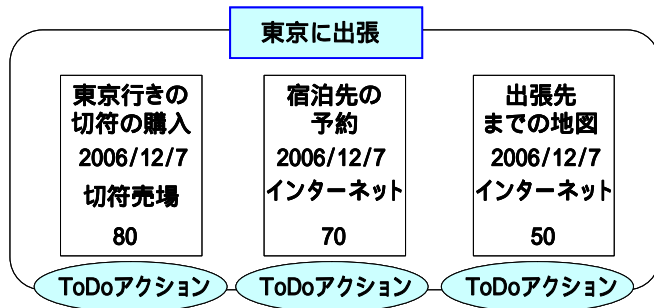


図 3：抽象的項目と具体的行動

約」または「出張先までの地図の準備」などの具体的行動が取得できる。これらは、ToDo アクション・リストに追加される。ToDo アクション・リスト内の行動は、以下の情報により表現される。

- 最早実行開始時刻
- 締切り
- 実行に必要な資源
- 優先度

本研究では、具体的行動にこれらの情報を付加したものを ToDo アクションと呼ぶ。

3.3. 優先度

ToDo アクションには、それぞれ優先度が設定されている。この優先度は、ToDo アクションを行う重要性を示しており、優先度が高いほどその人にとって重要なToDo アクションである。優先度 p は

$$p = p_0 + \left(\frac{k}{d}\right)^2$$

で求められるものとする。 p_0 は、優先度の初期値を示す。

k は、その ToDo アクションの重要性を示しており、 k の値が高いほど、その ToDo アクションの重要性が高くなる。 d は、締切りまでの期間長を示しており、締切りが近づくにつれ、 d の値は小さくなっていくのでその ToDo アクションの重要性が高くなっていく。そのため、行動の締切りが近づくにつれ、ToDo アクションの重要性が高くなる。また、行動の締切りが同じ ToDo アクションでも、 k の値によりその ToDo アクションの重要性が高くなる。

他のユーザとの優先度を平等に扱うために、各ユーザとも 100 の入札権しかもっておらず、上記の式から求められた、 p の値からそれぞれの ToDo アクションの入札権を割り当て優先する行動を決定する。例えば、ToDo アクションである「東京行きの切符の購入」の p の値が 150、「ホテルの予約」の p の値が 120、「出張先までの地図」の p の値が 30 とした場合、「東京行きの切符の購入」に対する入札権は $100 \times 150 /$

$(150+120+30) = 50$ に、「ホテルの予約」に対する入札権は $100 \times 120 / (150+120+30)=40$ に、「出張先までの地図の準備」に対する入札権は $100 \times 150 / (150+120+30)=10$ となる。各ユーザとも、 p の値から 100 しか持っていない点数を割り振り、入札権を決定しているため、どのユーザを優先するかを平等に判断することができる。

3.4. 行動スケジューリング機能

行動スケジューリング機能では ToDo アクション生成機能で生成された ToDo アクションのリストを保持しておき、ユーザのスケジュールから、行動が実行できる場所に、ToDo アクションを設定しておく。例えば、図 4 に示す例では、ユーザが在来線から京都駅で新幹線に乗り換えて打合せ先に出向くものとする。現在時点で、在来線の車両内の計算機器からの情報で在来線で京都駅に着いたことが認識され、駅構内に組み込まれた計算機器から電子マネーチャージ機が利用可能であることが取得できる。また、新幹線の席に着いたとき、もしくは、席を予約したとき、インターネットと電源が利用可能であると通知される。行動スケジューリング機能は、現在時点スケジューリング期間の原点として、一定長の期間をスケジューリング期間とみなし、エリアで利用可能な資源を調べ、ToDo アクション・リストに登録された行動からスケジュール表にはめ込めるものを探す。図 4 で示す例では、電子マネーのカードにチャージする行動は必要な資源として電子マネーチャージ機をもち、資料を作成する行動は必要な資源としては電源とインターネットをもち、新幹線による移動と打合せの行動はすでにスケジュールされている。行動スケジューリング機能は、京都駅に電子マネーチャージ機という資源があり、ユーザの持つ ToDo アクション「電子マネーのチャージ」の必要資源が電子マネーチャージ機であるということから、ToDo アクションをユーザのスケジュールに設定する候補とする。同様に、インターネットと電源という資源がエリア「新幹

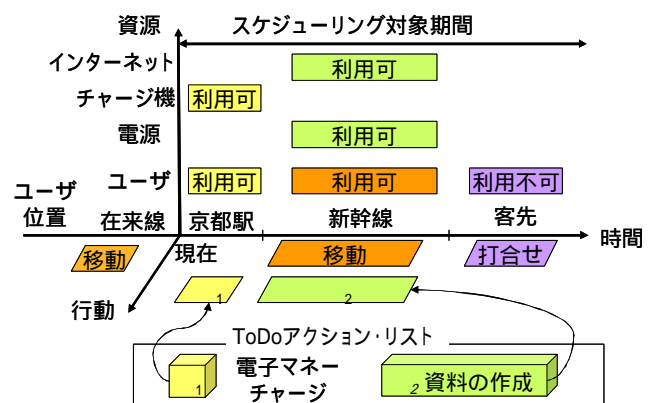


図 4：行動スケジューリング機能

線」にある場合、その資源から提供できる資料作りをユーザのスケジュールの「新幹線での移動」の部分に設定する候補とする。

3.5. 行動仲裁機能

複数のユーザが同一のエリアに存在するときに、資源や制約の競合が発生することが考えられる。行動仲裁機能はこれらを仲裁する機能である。行動仲裁機能では、そのエリアの資源を把握しているとともにその資源の時間ごとの利用状況を管理している。また、同一のサービスを楽しみたいと考えているユーザが複数存在した場合、行動仲裁機能では、その時間による資源の利用状況と各ユーザの状況から、ユーザごとに適切なサービスの提供を行う。

図5に示すように、あるエリアでサービスを楽しみたいと考えているユーザは、行動スケジューリング機能で設定された行動の候補のリストを、行動仲裁機能に以下の情報を付加して入札する。

- ユーザ ID
- 実行したい行動
- そのエリア内における空き時間
- それぞれの行動に対する入札権の情報

各ユーザからデータを受け取った行動仲裁機能は、その時間による利用状況を調べ、時間当たりの資源数およびそれぞれの資源の最悪実行時間の取得を行う。行動仲裁機能は、それぞれの資源の最悪実行時間から、ユーザの空き時間に沿うサービスの選定を行う。その後、行動仲裁機能は、高い値で入札しているユーザから、また空き時間の短いユーザからサービスを受ける資源を与える。図5の場合、行動仲裁機能はユーザAからは入札権80の切符購入と入札権10の電子マネーチャージで空き時間5分という入札を受け取り、同様に、ユーザBとユーザCからも入札を受け取る。入札を受け取った行動仲裁機能は、その時間による利用状況を調べ、最悪実行時間が2分の切符販売機が1つ空いている情報と最悪実行時間が2分のチャージ機が1つ空いている情報を取得する。各ユーザからの入札権とエリア内の資源の利用状況から、ユーザAとユーザ

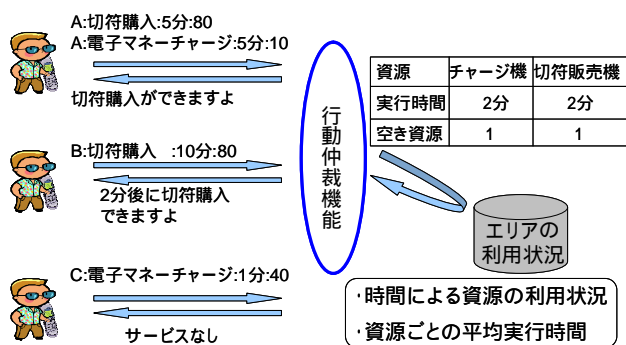


図5：行動仲裁機能

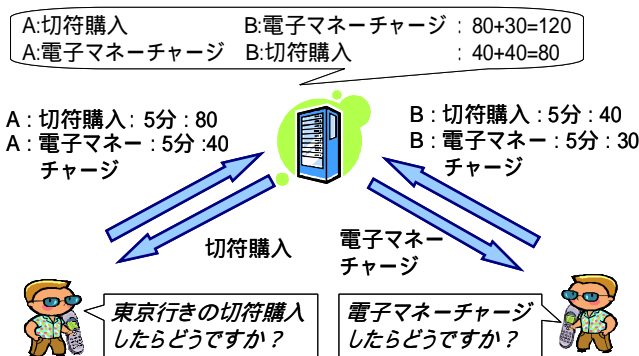


図6：優先度の組合せによるサービスの選定

Bが同じ重みで切符購入ができることになり、競合が発生する。このような場合、空き時間の短いユーザAに切符購入を促す。次に空き時間の短いユーザBには、後からサービスを実行できることを知らせる。ユーザCに関しては、ユーザCの空き時間はエリア内の使用できる資源の最悪実行時間より短い。よって、ユーザCに関してはサービス提供を行わないようにする。

3.6. 優先度の組合せ

行動仲裁機能は、実行したい行動が競合するユーザに対しては、それぞれの入札権の組合せが最大となるサービスの選定を行う。図6に示すように、ユーザAとユーザBが同じエリアで同じ空き時間の状態で同じサービスを楽しみたいと考えているとする。まず、それぞれのユーザから、行動スケジューリング機能で設定された行動の候補リストを行動仲裁機能に送る。先ほどと同様に、行動の候補には、ユーザIDとサービス名、そのエリア内の空き時間と入札権が設定されている。それぞれのユーザから行動の候補のデータを受け取った行動仲裁機能は、それらの行動の候補から一番、入札権が高くなる組み合わせを計算する。図6の場合、ユーザAからは入札権80の切符購入と入札権40の電子マネーチャージを受け取り、ユーザBからは、入札権40の切符購入と入札権30の電子マネーチャージを受け取ったとする。ユーザAの切符購入とユーザBの電子マネーチャージの組み合わせは、 $80+30=120$ となり、ユーザAの電子マネーチャージとユーザBの切符購入の組み合わせは $40+40=80$ となる。この場合、ユーザAの切符購入、ユーザBの電子マネーチャージの組み合わせのほうが入札権が高いため、ユーザAに切符購入のサービスを勧め、ユーザBには電子マネーチャージのサービスを勧める。

3.7. 本手法の有用性

本手法の最大の有用性は、想定サービス、遭遇サービス、潜在サービスの3種のサービスを実施するうえで必要となる行動を抽出し、その行動が実行できるかどうか予めスケジューリングし、他のユーザと仲裁し

てからユーザに提示することにある。しかも、上記の計算はユーザに意識させずに実施する。

本研究では、ユーザが予定表に明示した抽象的な表現で示されている予定項目から、具体的に必要な行動の抽出を行っている。また、ユーザが明示した予定表を用いているため、そのユーザの未来の状況を考慮することができ、現在の状況によるサービス提供でなく、未来の状況を考慮したサービスを提供できる。公共の場でのサービス提供においても、その場の資源の制約や他のユーザとの競合を検知し仲裁を行っている。単に待ち行列を構成して調整するのではなく、それぞれのユーザのサービスの入札権の総和を考慮して最適なサービスを行う。そのため、ユーザは予定表に予定項目を入力するだけでユビキタス基盤からサービスが享受でき、公共の場においてもその場の資源の制約、他のユーザとの競合をユーザは意識せずサービスを楽しむことができる。

4. 既存研究との比較

本研究と既存研究[1]で使われている手法の比較結果を表1に示す。

既存研究での手法は、家庭内の情報家電機器などからの在庫情報や購買メモ、ユーザの行動履歴や位置、店舗からの購買情報や広告情報からユーザの状況の認識を行い、サービス提供を行っている。しかし、この手法では、ユーザのスケジュールを考慮していないため、ユーザの位置などの情報からサービスのタイミングが合ったとしても、ユーザがそのサービスを楽しむことができるかどうかは考慮されていない。ユーザが忙しい状態のとき、ユーザにとってはサービスを受けることが困難になってしまう。実際、ユーザがサービスを楽しむようにしても、そのサービスが資源の制約により、他のユーザとの競合が起こる可能性もある。既存研究の手法では資源の競合に関しても考慮されていない。

本研究では、ユーザが予定表に予定を入力するだけでサービスを楽しむため、ユーザに対して負担は少なく済む。しかし、本研究では、ユーザの予定表の予定からユーザの行動を取得し、それらの行動にあ

ったものだけをサービス提供を行うこと目的にしているため、店舗からの広告情報などのサービス情報の提供に関しては考慮されていない。

5. おわりに

本論文では、ユーザが「しなければいけないことを忘れていた時に気づかせてくれた」、「全く意識していなかったが自分に必要な行動を代わりにやってくれた」など、ユーザがそのサービスを意識していないときに適切なサービス提供をする環境を提案した。ToDoアクション生成機能、行動スケジューリング機能、行動仲裁機能を用いることにより、想定サービス、遭遇サービス、潜在サービスの3種のサービスを実施するうえで必要となる行動を抽出し、その行動が実行できるかどうか予めスケジューリングし、他のユーザと仲裁してからユーザに提示することができる。それらの計算はユーザに意識させずに実施され、ユーザがサービスを受けるさいは、エリアの資源の制約や他のユーザとの競合を意識しなくサービスを楽しむことができる。

今後は、本提案手法を実装するとともに、ユーザに対して意識していない行動に対して適切なサポートできているかを評価する。その上で本手法の有用性を評価する。

文 献

- [1] 服部正典, 長健太, 大須賀昭彦, 一色正男, 本位田真一, "ユビキタス環境における Context-Aware なパーソナルエージェントの構築とその実証実験", 電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol. J86-D-I, No.8, pp.543-552, 2003
- [2] 川原圭博, 司化, 猪鹿倉知広, 登内敏夫, 森川博之, 青山友紀, "行動履歴と制約条件を考慮した情報家電制御機構", 情報処学会研究報告, UBI-10(6), 2006
- [3] 川原圭博, 司化, 猪鹿倉知広, 登内敏夫, 森川博之, 青山友紀, "行動履歴と制約条件を考慮したサービス推薦を行うコンテキストウェアシステムの設計", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-19-24, 2005
- [4] 村松翔, 長家正和, 島川博光, "サービスと要求のマッチングによる位置に応じたサービス提供方式", 第48回自動制御連合講演会, H1-32, 2005
- [5] 森川博之, 南正輝, "実空間指向ユビキタスネットワーク", 電子情報通信学会論文誌, vol. J88-B, no. 11, pp. 2137-2146, 2005
- [6] Paul Resnick, Neophytos Iacovou, Mitesh Suchak, Peter Bergstrom, and John Riedl. GroupLens "An open architecture for collaborative Filtering of netnews" In In Proceedings of the 1994 Computer Supported Cooperative Work Conference, pp. 175-186, New York, 1994. ACM.
- [7] U. Shardanand and P. Maes, "Social Information Filtering: Algorithms for Automating "Word of Mouth"", Proc. ACM CHI'95, pp.210 1995

表1：既存研究との比較結果

	本研究	既存研究
ユーザの位置を考慮		
ユーザのスケジュールを考慮		×
ユーザの負担の軽さ		
他のユーザとの競合を考慮		×
購買情報や広告情報の考慮	×	