2007－HCI－124 (9)
2007／7／7

モバイルサービスのタスク指向型メニュー搭載を目指して
－ユーザ行動モデル記述方式とその利用についての一考察－

笹島 宗彦[*1] 來村 徳信[*1] 長沼 武史[*2] 倉掛 正治[*2] 溝口 理一郎[*1]
{msasa | kita | miz}@ei.sanken.osaka-u.ac.jp,{naganuma | kurakake}@nttdocomo.ne.jp
*1 大阪大学産業科学研究所 *2 株式会社ＮＴＴドコモ

あらまし 携帯電話などのモバイルインターネットサービス利便性向上を目的として，タスク指向型メニューの実現に向けた取り組みについて報告する．タスク指向型メニューとは，ユーザが対峙している状況やしたいと考えている行動を主にメニュー選択することによって所望のサービスサイトへ到達することを支援する枠組みである．本報告では，ユーザの行動モデル記述方式とその実規模範囲への適用，モバイルサービス改善シナリオ等について報告する．

Toward Task-oriented Mobile Internet Service Navigation
-OOPS: Ontology-based Obstacle, Prevention and Solution Modeling Method -

Munehiko SASAJIMA*[1], Yoshinobu KITAMURA*[1],
Takefumi NAGANUMA*[2], Shoji KURAKAKE*[2] and Riichiro MIZOGUCHI*[1]

Abstract Present methods of service provision have proven insufficient to guide users efficiently to the mobile internet services they need. To solve this problem, the authors have been investigating a task-oriented menu which enables users to search for services by "what they want to do" instead of by "name of category". Construction of such a task-oriented menu is based on a task ontology modeling method which supports the description of user activity such as task execution and the solving of obstacles encountered during the task. We also discuss a modeling method which supports the description of users' activity and related knowledge.

1. はじめに

携帯電話を介して提供されるモバイルサービスの数が年々増加[1]し，携帯電話のユーザが複雑化してしまったメニュー構造を理解できず所望のサービスになかなか到達できないという問題が発生している．モバイルサービスに対するアクセスが，「着信メロディ」「ゲーム」などカテゴリー名とサービス内容が直感的に結びつく特定のサービスに偏っている現状はその問題の表れであると考えられる．現状のメニューシステムは，モバイルサービスが対象とする領域(ドメイン)に依存して分類されており，筆者らはドメイン指向型メニューと呼ぶ．

長沼ら[2]は現状のメニュー構造を改善すべく，モバイルユーザの状況を反映したメニューであるタスク指向型メニューを提唱した．タスク指向型メニューとはユーザが対峙している状況をキーにしてモバイルユーザを適切なサービスへと誘導し支援する仕組みである．ここでタスクとは，ユーザが実世界で行う問題解決行動のことである．タスク指向型メニューにおいて，ユーザは，自分のしたいことを最も良く表すメニューを選択することによって所望のサービスへと到達する．例えば「駅へ移動する」「切符を買うためにお金を下ろす」などである．プロトタイプによる実験ではメニュー構造を理解していない初心者ユーザであっても所望のサービスにより早く到達できることが示された．

長沼らのプロトタイプを拡張し，タスク指向型メニューを実現するためには，メニューの構成要素であるモバイルユーザの「状況」すなわち，ユーザが日常生活でモバイルサービスを必要とする場面を列挙する必要がある．筆者らは，OOPS (Ontology-based Obstacle, Prevention and Solution)モデル構築方式を提案した．提案方式はユーザの日常行動(タスク)をサブタスクに分割し，それらを実現する方式や発生が予想される問題点，その解決方法などのモデルをリンクすることでユーザの行動モデルを列挙する．場面を限定してのユーザモデル記述実験の結果から，提案方式はユーザモデル構築の支援能力があることが示された[3]．

本報告では，タスク指向型メニューの概要と，

その実現のための筆者らの取り組みについて紹介する．第2章では，タスク指向型メニューと，モバイルユーザのモデル記述方式である OOPS モデル記述方式について説明する．第3章は関連研究である．

2. タスク指向型メニュー

筆者らはタスク指向型メニューの搭載によるモバイルサービスの高度化を目指している．既に長沼ら[2]によって，タスク指向型メニューのプロトタイプは完成されている．図1に，スクリーンショットを示す．

例えばユーザが，デパートで新しい洋服を買いたい場合を考える．タスク指向型メニューのトップページには，モバイルサービスで支援可能なユーザの行動(タスク)の一覧が表示されている(図1 左画面)．洋服を買いたいユーザが，自分の状況に合った項目を選択すると，そのタスクをサブタスクに分割したものや，タスクを達成可能な複数の方式などが表示される．例えば「デパートに行く」を選択すると，図1中央画面のようにサブタスクである「デパートを決める」「移動方式を決める」や，「タクシーで移動する方式」「バスで移動する方式」などが次に表示される．これらから「したいこと」を選択すると，最終的にはそのタスクや方式の実行を支援するモバイルサービスに到達する(図1右画面)．

タスク指向型メニューを一般のタスクまでに拡張するには，ユーザの「状況」を一般性のある範囲で数えあげてメニューの形にしなければならない．しかし「状況」の概念は個別的であり，事例を集めることは難しくないが一般化することは困難である．前述の洋服が欲しいという状況であっても，買う人，デザイン，目的など，捉えかたが非常に多岐にわたり，一般化は難しい．

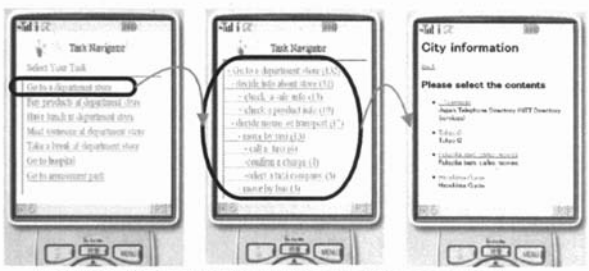
他方，タスクの概念は数えあげて一般化することがそれほど困難ではない．誰がどこでどんな洋服を購入するとしても，「買う」というタスクは共通である．筆者らはタスクオントロジーの研究を過去に行っており[7,8]，本研究ではその成果を応用してオントロジーを構築している．具体的には，ユーザの行動事例を後述する OOPS モデルを利用して記述し，その分析結果からタスク概念を抽出してオントロジーを構築している．

ただし，タスク概念のオントロジーは，ユーザがモバイルサービスを利用する状況の概念を直接反映していない．上述の通り，タスク指向型メニューの構成要素は「状況」であり，構築したタスクオントロジーに含まれる概念を状況の観点から再分類してメニューを構成する作業が必要である．

2.1. OOPS モデル概要

OOPS モデルはモバイルユーザの行動を，どのような妨害事象に出会う可能性があるかも含めて表現するもので記述手順は4ステップからなる．図2の記述例を用いて説明する．

(Step1)モバイルユーザの行動（タスク）をモデル化する．「余暇を楽しむ」といった大きな粒度の行動から記述し，適当な粒度まで行動を分解する．分解の際には，タスクと達成方式を交互に記述してゆく．例えば「余暇を楽しむ」タスクを達成する方式としては「旅行方式」「スポーツ参加方式」などいくつかある．さらに各方式をサブタスクに分解することが出来る．旅行方式の場合，「移動する」「宿泊する」「食事する」などより粒度の小さなサブタスクに分解できる．次に，分解されたサブタスクのそれぞれについて，それらを達成する方式を記述する．例えばサブタスク「宿泊す



(Left) Select from task lists (Center) Ways to achieve selected tasks
(Right) Services associated to the tasks

図1 タスク指向型メニュー(prototype)[2]

る」の達成方式として「ホテルで宿泊方式」「キャンプ方式」「友人の家宿泊方式」などを記述する．これら方式についても必要であれば，さらにサブタスクへ分解する．

(Step2)記述されたタスクのそれぞれに対して，考えられる「妨害事象」を記述する．例えば図 2 でホテル宿泊方式を達成するためのサブタスク「予約を取る」について，予約のための電話番号が分からない，ホテルが満室，などが妨害事象として考えられる．

(Step3)妨害事象のそれぞれに対して，あらかじめ発生を防止したり発生したときに対処したりするタスクのモデルを記述する．例えば「ホテルが満室」という妨害事象に対して，それを防止するタスクとして「事前に予約する」を，その発生に対処するタスクのモデルとして「ホテルを変える」を記述する．

(Step4)妨害事象発生を防止あるいは解決するタスクのそれぞれに対して，その達成方式のモデルを記述する．例えば図 2 で，ホテルの電話番号が分からないので調べる，というタスクについて，「ネットで調べる方式」「電話番号案内で調べる方式」などを記述する．

タスクと達成方式を明示的に分離して記述することで，提案方式は状況依存性の強いタスク達成方式を一般化して分類することに貢献する．通常のタスク，妨害事象防止タスク，対処タスクとユーザの状況に応じて呼び名は変わるが，いずれの解決方式も共通であることが OOPS モデルから見て取れる．方式概念だけを独立に収集して分類することは難しいが，OOPS モデルを利用すれば共通のものは再利用できるため，提案方式はタスク達成方式概念の分類にも貢献する．

OOPS モデルの他の特徴としては，モバイルサービスのユーザがどのような行動をしてどのような問題に直面し，そしてどのような方法でそれらの問題を解決するかというモデルがオントロジー構築の専門家でなくとも直観的に見て取れるようになっている．よって，オントロジー設計者とサービスプロバイダは，このモデルを介してお互いの専門知識を補完することができる．さらに，前述したとおりモバイルサービスがもっとも役立つのは，ユーザがタスク実行中に問題に直面した場面であって，本研究の提案方式はそうした場面をモデル記述する能力を備えている．

2.2. OOPS モデルのサービスサイト構築への利用

OOPS モデルとオントロジーを用いたモバイルサービスサイトの設計支援について説明する．例として，モバイルサービス事業者が，町の情報を提供していたサイトを，ユーザがデパートで買い物することを支援するサイトへと修正する場合を考える．

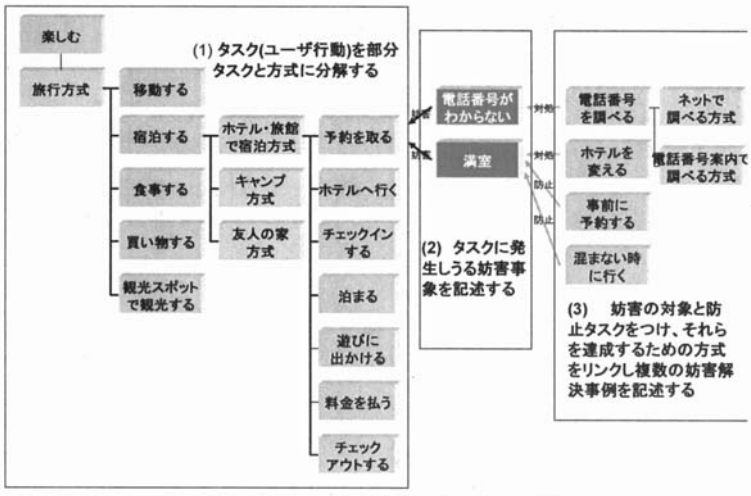


図 2　旅行をモチーフとした OOPS モデル(部分)

はじめに，事業者は，自分の言葉でモバイルサービスを受けるユーザのモデルを記述する(図 3，Step(1))．例えば「購入する商品の情報を仕入れる」「どのデパートに行くか決める」「デパートに行く」「買い物をする」「帰宅する」のように，自由な表現で記述する．そのうえで，どの行動の支援サービスを提供するかを決める．図 3 の事業者の場合，情報収集の場面ではなく，デパートに行って

から帰宅するまでの場面を支援することにしている．

次に事業者のモデルを，オントロジー定義を参照してマップし変換する(図 3, Step(2))．例えば，「デパートに行く」，という語彙は「デパートに移動する」のように動詞が変換される．同様の手順で，必要な概念を全て変換する．

ここまでで，事業者の記述したモデルがオントロジーで定義されている語彙とマップされたので，事業者は，オントロジーや OOPS モデルによるユーザ行動モデルを参照することが可能となる(図 3, Step(3))．例えば，「移動する」という概念のオントロジー定義を参照することで，自身が記述したユーザモデルの形式的な意味が理解できる．また，従来から指摘されてきたことであるが，タスクと達成方式を混同してモデルを記述してしまうデザイナーに対しても本質を捉えたタスクモデルを提供することができるようになる．一般にこうしたユーザモデルに対して我々は曖昧な部分を残したままにしがちであり，形式的なモデルを理解することはそうした曖昧さを減らす．

また，「買う」というタスクについての OOPS モデル事例を検索することで，他の事例やモバイルユーザに発生しそうな他の妨害事象のアイデアを得ることができる．例えば，「買う」というタスクをキーにして検索された図 3 の「デパートで買い物方式」の OOPS モデルを参照すると，デパートに行くユーザが道に迷う可能性や渋滞に巻き込まれる可能性にも気がつく．これらの解決を支援するようなサービスを提供することで，事業者のサイトはより便利なものになる．

設計者は OOPS モデルやオントロジーを参照して自分が選んだ場面のモバイルユーザの行動モデルを作成し，最終的には自身のモバイルサービスサイトを改良する(図 3 Step(4))．例えば，単なるデパート情報だけを提供していたサイトに，

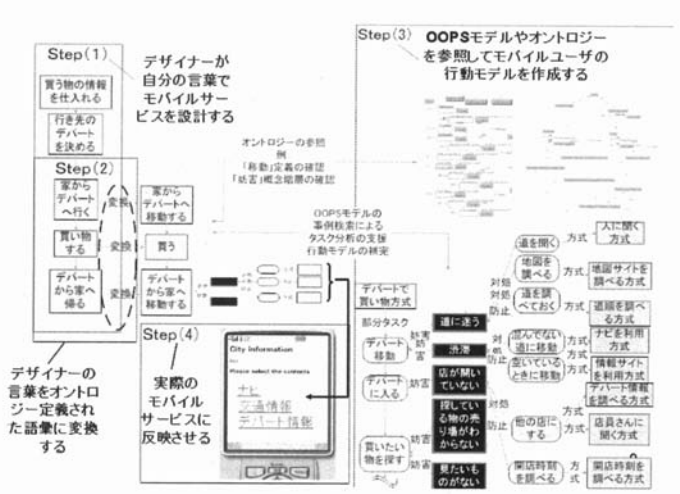


図 3 OOPS モデルとオントロジーによるサイト設計支援

デパートに行く途中で道に迷うユーザを支援するための「ナビ」というメニューを追加したり，車でデパートにいくユーザのための交通情報メニューを追加したりすることで，事業者のオリジナルのサイトはより役立つサイトに改良される．

2.3 旅行をモチーフとした OOPS モデル構築

筆者らは，タスク指向型メニュー実現への最初のステップとして，対象領域をテーマパークでのユーザ行動に限定したモデル記述とオントロジー構築を行っている[3]．

タスク指向型メニューの実現にはユーザモデル記述において分析対象範囲をより広くすることが必須である．また，対象範囲を広げるだけでなく，より一般的な行動のモデルを含めることが重要である．消費者の一形態であるモバイルユーザの行動の多くは「移動」と「消費活動」に還元できると筆者らは考えている．そこで，より一般的にユーザモデルを記述し次章で説明するオントロジーのカバーする範囲を広げるために，「観光」をモチーフとして OOPS モデルを構築した．「観光」は「移動」「消費活動」といった抽象度が高く一般的なタスクを含むため，その分析結果に基づくオントロジーもまたカバーする範囲の広いものとなることが期待できる．図 2 はその一部である．

まず，楽しむ，というタスクを達成する方式のひとつとして旅行を捉え，部分タスクと方式に分解した．旅行は，移動する，宿泊する，など 5 つの部分タスクによって達成される(図 2，左から 2 列)．それらのうち，宿泊する，という部分タスクは，ホテル・旅館で宿泊方式など，3 つの方式で達成可能である．さらに「ホテルで宿泊方式」を達成するサブタスクの系列は図 2 の 4 列目の通りである．

Task の分解によって，ユーザが観光にとる行動を一通り調べた後，次のステップではそれぞれの Task に発生しうる妨害事象を記述した．例えば「予約を取る」というサブタスクを妨害する事象としては，電話番号がわからない，ホテルが満室，などである．

最後に，妨害の対象と防止 Task を付け，それらを達成するための方式をリンクし，複数の妨害解決事例を記述する．電話番号が分からない妨害事象は「電話番号を調べる」タスクで対処でき，その達成方式にはネットで調べる方式，等がある．

この OOPS モデル手法で，観光方式を構成する 5 種類の行動場面から合計で 391 タスク概念，346 方式概念と 112 妨害概念を得た．

2.4 ユーザ行動分析のオントロジーへの反映

筆者らは[3]にて，場面を「テーマパークでのモバイルユーザの行動」に限定したオントロジーを構築済みである．本稿で述べた，旅行をモチーフとした OOPS モデルの分析に基づき，モデルの基礎となるオントロジーに多くの概念定義を

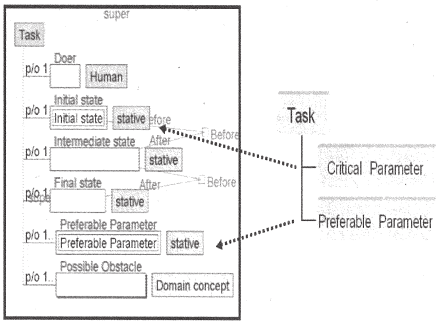


図 4 タスクの必須パラメータと選好パラメータの定義

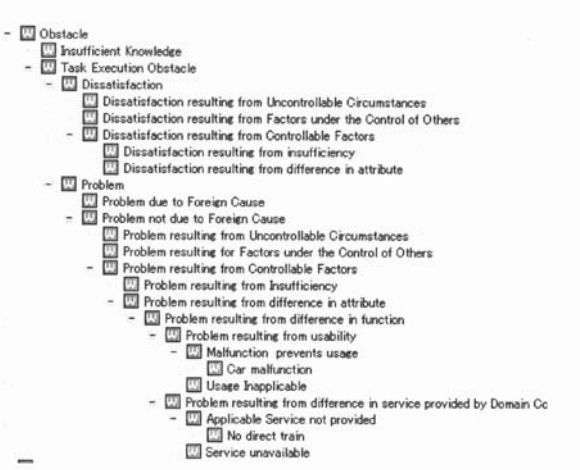


図 5 妨害概念のオントロジー(部分)

追加した．概念定義の数は約 240 から約 700 に増えた．オントロジーの種類についてはタスク，ドメイン，方式の 3 つに妨害事象，問題解決タスク，問題解決方式のオントロジーが加わり，6 種類となった．

オントロジーの構築には，法造[4-6]を用いている．法造は，筆者らの研究室で開発されているオントロジー構築のためのエディタであり，記述したオントロジーを OWL, RDF, XML, などの形式で出力することも可能である．また，基本的な事物の概念だけでなく，概念間の関係や特定の事物が状況に応じて担う役割(ロール)概念[19]に関する筆者らの研究成果を反映した概念記述を支援する．タスクオントロジーに関する理論[7,8]と，工学ドメインにおけるオントロジー構築の経験[9-11] に基づき，OOPS ユーザモデルを構成する各概念の定義と体系化を進めている．その過程においてはタスクオントロジーとドメインオントロジーを分離することでタスク概念の再利用性を高めている．例えば「移動する」というタスク概念は旅行ドメインだけでなく工業，運輸など，他のドメインでも再利用可能である．

新規に構築したオントロジーの例として，妨害事象の概念について説明する．妨害事象はユーザの状況に対して個別的だが，初めに妨害の概念をいくつかの軸から一般的に考察した．

OOPS モデルの事例分析を通じて，我々が妨害と呼ぶものには大きく分けて 3 種類あることが

分かった．1つ目は，どのタスクを実行すれば現状が解決できるかという知識が足りなくてタスクの選択を失敗するものである．2つ目は，タスクを実行するための必須の条件が満たされないためにタスク実行が出来なくなるようなもの，3つ目は，必須の条件は満たされるもの付帯的な条件が満たされずにタスク実行結果に対してユーザが不満を抱くというものである．このうち，1つ目の「問題とそれを解決するタスクの関係を知らない」という妨害事象についてはタスク指向型メニュー全体でユーザを支援することによって解決を目指している妨害事象であるため，これ以上の考察や分類は行わない．

2つ目と3つ目の妨害事象を説明するために，例えばユーザが空腹を感じてレストランに行った場合を考える．必須の条件が満たされないで発生する妨害事象の例としてはレストランが閉店していて「食べる」タスクが実行できないこと，が挙げられる．他方，付帯的な条件で発生する妨害事象の例としては，そのレストランが開店していたものの，食事の味が悪くて不満を感じること，が挙げられる．前者はタスク実行に必須のパラメータ(Critical Parameter)が満たされない妨害，後者は選好パラメータ(Preferable Parameter)が満たされない妨害に対応する．

これら解決方法が異なる2種類の妨害を区別して表現するために，従来のタスク概念の定義に変更を加えた．図4に示すとおり，タスク概念はタスク実行の初期状態，中間状態，終了状態から成るが，必須パラメータに相当するものはInitial state スロットである．上述の食事の例で言えば，初期状態でレストランは開店していて，食事が提供される状態でなければ「食べる」タスクは実行不可能であり，これらパラメータはInitial stateに記述される．それに対して新しく追加したスロットであるPreferable parameter には，料理の味や店の雰囲気といった，食事タスクに本質的ではないが満たされなければ不満が発生しうるパラメータを用意する．

この変更に合わせて，従来のタスク概念定義にも変更を加えた．例えば，物を買うタスクにおいては，購入者が支払い手段を持ち，サービスが購入可能な状態であることが必須であるため，これらのパラメータについてはInitial state スロットに記述した．他方，購入するものは一般的には安いほうが好ましいため，この選好パラメータはPreferable parameter スロットに記述した．

様々な妨害事象の分析に基づいて，最終的に妨害事象のオントロジーを図5のように構築した．妨害事象の概念は，現状を解決するためのタスクを選択する知識が無いために起きる”Insufficient knowledge”と，タスクの実行時もしくはタスク実行結果にユーザが不満を抱くような”Task Execution Obstacle”に大きく分類される．”Task Execution Obstacle”は，実行のための必須条件が整わないために発生する”Problem”と，タスク実行はできるものの結果になんらかの不満をユーザが持つ結果となる”Dissatisfaction”に分けられる．さらにそれぞれの概念は，妨害事象が発生した原因や，ユーザがその原因を解決可能か否かの観点から分類されている．例えば車で移動中に発生する妨害事象で「渋滞」は，ユーザが制御できないので，Problem resulting from Uncontrollable Circumstancesに分類される．他方，車で移動中にガソリンが切れて走れなくなるという妨害事象はユーザがガソリンの量を制御できるのでProblem resulting from Controllable Factorsに分類される．

2.5. OOPS ユーザモデルがカバーするモバイルサービスの範囲について

旅行全般をモチーフにしたOOPSモデルには，モバイルユーザの移動，食事，消費活動(買う，借りる，など)，娯楽，など，様々な”状況”が現れた．これらの”状況”が，モバイルサービスが想定している”状況”を，どの程度カバーしているかを検証した．

NTT DoCoMoが提供するi-modeサービスは，2004年度，約5,000の公式サイトから成っていた．これら公式サイトから，ゲーム，着信メロディダウンロード，といった「エンターテインメント」のサイトを除き，2,732の公式サイトを検証の対象とした．検証対象サイトはそれぞれがさらにいくつかのサービスから成っており，総和は

9,162 であった.

各サービスを対象に, サービスの名称から想定されている状況を推測し, その状況が OOPS ユーザモデルに含まれているかどうかを判定した. 例えば「周辺のホテルを探す」というサービスは, 「モバイルユーザが泊まるホテルを探す」という状況を想定したものと推測した. OOPS モデル中には「ホテル・旅館で宿泊方式」(図 2 中央部)というユーザの状況モデル記述があるので, 筆者らの OOPS モデルはこのサービスの想定する状況を含んでいる, と判断した.

また, 状況の推測において, ドメインレベルの違いについては無視した. 例えば, 著名人の情報を提供するサービスには「Aさんの最新情報を調べる」「Bさんの情報を知る」というように, 情報提供する著名人ごとに分けられているものがある. これらについては区別をせず, サービスが想定している状況として「ユーザが話題のための知識を得る」を推測し, 判断した.

全体として, 9,162 のサービスのうち, 筆者らの OOPS モデルに現れていない状況を想定したものは 199(2.17%)だけであった. 筆者らは旅行をモチーフにしてモデルを構築したが, 現状のモバイルサービスが想定している状況をほぼ全て含むものが構築できたと考えている. モデルに現れていなかった状況としては, 冠婚葬祭(例 : 葬式のマナーを調べる), 政治活動(例 : 政党に献金する), 税金の支払い(例 : 相続について調べる), 避妊(例 : 避妊の方法を知る)などがあった.

モバイルユーザの行動や状況については非常に多岐にわたり, 完全に記述することは難しいが, 本節で述べた状況のカバレージの検証結果から, OOPS モデル記述方式はモバイルユーザが直面する妨害事象やその解決タスク, タスクの達成方式などを同定しモデル化することを支援できるのではないかと考えている. こうして数えあげたユーザの状況を再編成することによって, タスク指向型のモバイルサービスメニューが実現できると筆者らは考えている.

3. 関連研究

OOPS モデルの記述において, ユーザのタスクを階層的にサブタスク分解してモデル化する方式は, プランニングの研究分野における階層的プランニングモデル[12]と似ている. OOPS モデルはモバイルサービスの設計支援を目的としており, いくつかの点で異なる. 例えば, モバイルサービスはユーザが外出先で問題に対峙したときにとっさに対処するための解を提供するものとし, 複数階層のモデルで表現される計画的な問題解決については本研究の対象外としている.

モバイルユーザの状況に適したサービスへの誘導という観点から, 本研究はセマンティックウェブ研究と目指すところが似ている. いくつかの流れがあり, 多くの研究がウェブサービスの記述形式に重点を置いている. 例えば OWL-S [13], SWSO/FLOWS [14], WSMO [15] などではウェブサービスのモデルを最初に記述し, モデル記述に必要な要素としてオントロジーを構築している. 最終的に, オントロジーを参照して, サービスのモデルを実行可能な形式に変換している. 本研究はウェブサービスの内容を分析してよりアクセスしやすい形にサービス全体を再編成することを目指しており, 興味の主な対象がサービスの記述形式ではなく内容である点が異なる.

ウェブサービス研究の多くは, 既存のウェブサービスをいかに上手に組み合わせるかという点に重きを置いている. ウェブサービスのそれぞれが組み合わせに適していれば問題ないが, 実際にはそれぞれが前提とするユーザの状況や, サービスの粒度など, 細かい点が違ったものになるために, 単純に組み合わせることができない. 筆者らは複数の概念体系の違いを明示的にして, その体系に基づいて構築された知識やモデルの相互運用性を高めるための研究にも取組んでいる[16].

益岡はタスクコンピューティングの枠組みを提案[17]し, 100 以上のウェブサービスを提供するユビキタス空間を構築した. 各サービスは OWL-S で記述されており, ユビキタス空間でクライアントやサービスが突然出現・消滅するなど動的に変化する点がユニークである.

ウェブサービスのモデルとビジネスプロセスのモデルには共通点があり, 特にモバイルサービスを実現する個々のウェブサービスは, ユーザに

対する商品の提示から代金の支払いまで，ビジネスプロセスそのものである．MIT のプロセスハンドブックプロジェクト[18]は，そうしたビジネスプロセスに関する知識の体系化を目指したものであり，基本的なビジネス活動を表現するためのタクソノミーを構築済みである．しかしビジネスプロセスをモデル化する方式は暗黙的であり，例えばビジネス活動におけるタスクの概念とタスクゴールを達成する方式の概念を混在させてしまった例も含まれている．「店頭で買う」というビジネス活動は，「買う」というタスク概念と，「店で買う」という達成方式を混同させてしまっている一例である．本研究のオントロジーではそれらを明示的に区別し，タスク概念の再利用性を高めている．筆者らの「方式」概念は，モデル分析に基づく知識構築と運用の方法論 CommonKADS [20]の"method"に類似している．

4. まとめ

ドメイン指向型メニューで提供されているモバイルサービスの問題点を解決するために，タスク指向型メニューの実現を目指す筆者らの取り組みについて述べた．限定された範囲では有効性が確認されたタスク指向型メニューであるが，それをモバイルサービス全般に拡大するためにはモバイルユーザが日常生活で遭遇する「状況」全般を分析する必要があり，オントロジー工学に基づくモデル記述方式として OOPS モデル記述方式を提案した．提案方式を旅行一般におけるユーザ行動モデルの記述に適用し，記述された状況と現状のモバイルサービスが想定する状況を比較した結果，構築した OOPS モデルが主要な状況をカバーできていることが確認された．

今後は，モバイルサービスとユーザ行動モデルとの対応付けについても検討し，タスク指向型メニューの試作を行う予定である．現状のモバイルサービスの粒度と OOPS モデルに現れた状況やタスクの粒度には互いに一致していないものも多くタスク指向型メニューとサービスとのマッピングには更なる検討が必要である．

＜参考文献＞

[1]NTT DoCoMo web site http://www.nttdocomo.com

[2]T.Naganuma and S. Kurakake. Task Knowledge Based Retrieval for Services Relevant to Mobile User's Activity. In Proceedings of the ISWC2005, 2005, pp.959-973.

[3]Sasajima, M., et al, "Task Ontology-Based Modeling Framework for Navigation of Mobile Internet Services", in Proc. of EuroIMSA2007, 2007, pp.47-55

[4]Kozaki, K., et al., "Development of an Environment for Building Ontologies which is based on a Fundamental Consideration of "Relationship" and "Role"", In Proc. of the PKAW2000, 2000, pp.205-221.

[5]Kozaki, K.,et al., "Hozo : An Environment for Building / Using Ontologies Based on a Fundamental Consideration of "Role" and "Relationship"", In Proc.of EKAW2002, 2002, pp.213-218.

[6]Hozo web site http://www.hozo.jp/

[7]Mizoguchi, R., et al. Task Ontology for Reuse of Problem Solving Knowledge. In Proc. of KB&KS '95, The Netherlands, 1995, pp.46-59.

[8]Mizoguchi, R., et al. Ontology for Modeling the World from Problem Solving Perspectives, Proc. of IJCAI-95 WS on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, pp. 1-12, 1995.

[9]Kitamura, Y. and Mizoguchi, R., "Ontology-based Functional Knowledge Modeling Methodology and its Deployment", In Proc. of the EKAW 2004, October 2004, pp.99-115.

[10]Kitamura, Y. and Mizoguchi, R. "Ontology-based description of functional design knowledge and its use in a functional way server", Expert Systems with Application, 24(2); pp.153-166, 2003.

[11]Kitamura, Y., et al., Deployment of an Ontological Framework of Functional Design Knowledge, Advanced Engineering Informatics, 2004:18(2):115-127., 2004.

[12]Subbarao, K. Refinement Planning as a Unifying Framework for Plan Synthesis, AI MAGAZINE, summer 1997, pp.67-97

[13]OWL-S: DAML Services (DAML-S/OWL-S) http://www.daml.org/services/owl-s

[14]Semantic Web Services Ontology (SWSO) http://www.daml.org/services/swsf/1.0/swso

[15]Brujin de J. et al., Web Service Model Ontology (WSMO),http://www.w3.org/Submission/WSMO

[16]Kitamura, Y., et al. "Towards a Reference Ontology of Functionality for Interoperable Annotation for Engineering Documents", In Proc. of Posters and Demos of ESWC 2006, pp. 75-76, 2006

[17]Masuoka, R., et al., Task Computing - The Semantic Web Meets Pervasive Computing, ISWC2003, Springer, LNCS, No.2870, 866-881, Sanibel Island, FL, USA, 2003.

[18]Thomas W. M., et al., Organizing Business Knowledge - The MIT Process Hand Book, MIT Press, 2003.

[19]Sunagawa, E., et al., "A Framework for Organizing Role Concepts in Ontology Development Tool: Hozo", In Technical Report FS-05-08, Papers from the AAAI Fall Symposium, "Roles, an Interdisciplinary Perspective", AAAI Press, 2005, pp.136-143.

[20]Schreiber, G., et al., Knowledge Engineering and Management- The Common-KADS Methodology, the MIT Press, 2000.