

人間行動に基づく実世界セマンティクスの構築

長沼 武史[†] 磯田佳徳[†] 倉掛正治[†]

携帯電話を中心とするモバイルインターネットサービスの発展は目覚しく、様々なサービスをいつでも手軽に利用できる環境が構築されてきた。これらのサービスを状況に合わせて適切に選択・利用することにより、実世界における様々な問題解決が可能となる。しかし、提供される多数のサービスの中から適切なサービスを選択・利用するためには、対象とする問題の構造とサービスが提供する機能との対応関係をあらかじめ把握しておかなければならない。本稿は、ネットワーク上のサービスに実世界の人間行動との関連性をメタデータとして付与することにより、問題解決に必要とされるサービスを容易に検索可能とするシステムを提案する。また、具体的なサービスと利用事例を基にしたオントロジーの構築方法について報告する。

Construction of Real World Semantics based on Human Activity

Takefumi NAGANUMA, Yoshinori ISODA, Shoji KURAKAKE

The development of mobile internet services is remarkable and an environment where various services can easily be used has been built. Various problems in the real world can be solved by using these services properly. However, the selection of a proper service from the many services offered in the network requires the understanding of the relation of the functions the service provides to the solutions for the problems. This paper proposes a system of retrieving proper services for problem solving by using service metadata expressing how the service supports what kind of human activities and the services, and also reports a method for developing ontology by analyzing actual services and use case.

1.はじめに

携帯電話に代表される Web アクセス可能な携帯端末の普及により、ネットワーク上の様々なサービスを時間や場所を問わずに利用できるようになってきた。将来的には、無線 LAN や Bluetooth, RFID などの近距離無線を用いたコピキタスサービスの実現が予想され、より多くのサービスが利用できるようになると思われる。ネットワーク上のサービスを適切に選択して利用することにより、利用者は、日常生

活で直面する多くの問題を効率的に解決することができるようになると思われる。このような状況の中、サービスを検索するための手段としては、依然として、ディレクトリ型の検索メニューやキーワード検索が主流となっている。利用者はこれらの検索手段を用いて候補となるサービスを表示し、表示された候補の中からインデックス記述などをヒントにサービスを選択して利用する。しかし、提供されるサービスが増加するにつれ、膨大なサービスの中から目的のサービスを選択することはより困難になると予想される。

[†] 株式会社 NTT ドコモ マルチメディア研究所
Multimedia Laboratories, NTT DoCoMo, Inc.

携帯端末からの Web アクセスの大きな特徴として、いつでも必要なときに必要なサービスを利用できる点が挙げられる。例えば、屋外を歩きながら電車の出発時刻を調べたり、移動先の施設内で店舗を探索したり、といった使い方が多く存在する。ネットワーク上で提供されるサービスは多種多様であり、これらを適切に利用することにより日常的に直面する問題を「その場」で解決することが出来るようになる。

ネットワーク上のサービスを問題解決に適用するには、どのような機能を提供するサービスが存在しているのかを把握し、対象とする問題に応じて取捨選択する必要がある。そのためには、一般的なカテゴリにより分類されているディレクトリ階層やキーワード検索を利用して得られる一覧から候補を抽出し、内容を判定する作業を、目的とする機能を備えたサービスが見つかるまで繰り返す必要がある。しかし、携帯端末には、ディスプレイの表示能力や狭い通信帯域、ダイヤルボタンによる文字入力、といった制約があり、サービスが提供する機能の検証作業は利用者にとって大きな負担となる。結果として、どのようなサービスが存在しているのかを事前に把握していない利用者が、問題解決に適用可能なサービスを発見することは困難であると考えられる。

本稿では、ネットワーク上のサービスに人間行動との関係性をメタデータとして付与することにより、問題解決に適用できるサービスを容易に獲得できる環境の構築について述べる。

2. 背景

2.1 前提条件

携帯端末からの利用を想定したサービスには様々な種類のもので存在している。これらはその内容により、(1)利用者の行動支援を目的とするもの、(2)端末のカスタマイズなど行動支援を目的としないもの、の大きく 2 つに分類できる。表 1 に上記観点による具体的なサービス例を示す。これらは排他的な関係ではなく、両方の特徴を備えたサービスも存在するが、す

べてのサービスはいずれか、または、両方の特性を備えるものと考えられる。本研究は、実世界における行動支援を対象としているため、(1)に分類されるサービスを対象として取り扱う。

表 1 サービス分類

分類	サービス例
(1)行動支援を目的とするもの	<ul style="list-style-type: none"> ●Shop(real world) information ●Transportation guidance ●Train schedule information ●Ticket Reservation ●Maps and local information ●Weather Information
(2)行動支援を目的としないもの	<ul style="list-style-type: none"> ●Character download ●Ringing tones download ●Game ●Fortune telling ●Sports News

2.2 アプローチ

本研究では、人間が実世界で直面する問題を解決するための具体的手段としてネットワーク上のサービスを位置付ける。したがって、対象とする問題はネットワーク上のサービスを用いることによって解決可能な問題に限定される。問題の具体例としては、「週末にテーマパークへ遊びに行こうと思っている。そのためにはどのようなサービスが利用できるだろうか？」といった実世界に即した問題を想定している。一般に、このような抽象度の高い問題は問題分割を行い、問題の置き換えやいくつかの部分問題に分割していくことにより解が与えられる。例えば、先に示した問題に問題分割を適用すると、以下のような構造が得られると考えられる。

テーマパークへ行く計画を立てる

日程を決定する

移動手段を決定する

移動経路を決定する

上記は、上位問題を解くためには下位の 3 つの部分

問題を解けばよいことを示している。問題分割は順次階層的に分割されていくことによって、より小さな問題へと置き換えられていき、最終的に分割不可能な素問題へと行き着く。このように上位の問題をより小さな問題へ分割していく知識を、本稿ではタスク知識と呼ぶ。また上位の問題やこれを分割することにより得られる下位の問題の各々をタスク概念と呼ぶ。

ネットワーク上のサービスを問題解決に適用するには、サービスとしてどのような機能が提供されているかを把握するとともに、その機能がどのような問題に適用できるのかを知っている必要がある。一般にこのような知識は、サービスの利用に関するノウハウと見なされるもので、この種の知識を多く保持するユーザは様々な問題に対して適切なサービスを適用することができる。ネットワーク上のサービスが提供する機能は、問題解決のための具体的手段であり、これらは、問題分割により得られる階層の末端に位置するタスク概念に対応する。すなわち、ネットワーク上のサービスを用いた問題解決とは、様々な実世界問題を構成するタスク知識とサービスとの関連付けにより実現されるものであると考えられる。

本研究では、様々な実世界問題に対するタスク知識を構造化し、ネットワーク上のサービスにメタデータとして付与することにより、問題解決に必要とされるサービスの識別を実現する。

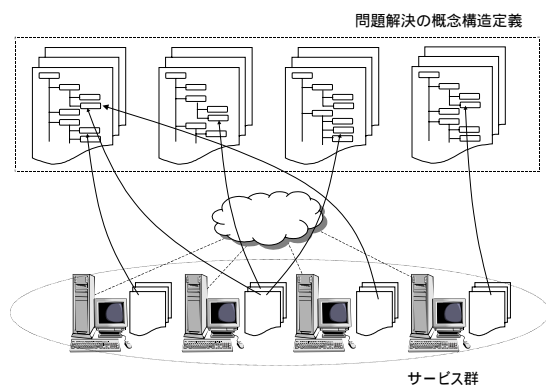


図 1 タスク概念とサービスの関連

図 1 に、タスク概念とサービスとの関連を示す。

サービスはタスク概念と関連付けられることにより、適用可能な問題の範囲を明示化する。

2.3 関連研究

近年、Web 上のサービス増加による検索コストの増大に対する一つの解決策として、W3C を中心とした SemanticWeb に関する取り組みが活発化している。SemanticWeb は、Web 上の情報やサービスに対して様々なメタデータを付与し、それらメタデータ間の関係をオントロジーとして定式化することにより、Web 上のリソースを意味的に処理可能とする試みである。これらが実現されることにより、テキストマッチではなく、意味に基づく精度の高い検索やソフトウェアエージェントによる自動処理が実現されると考えられている。メタデータ/オントロジーに関する取り組みとしては、ドキュメントに対するアノテーション付与支援¹⁾や、ドキュメントからのオントロジー自動構築²⁾、等の取り組みがある。

本研究は、ネットワーク上のサービスに対するメタデータとして、ドキュメントの記述内容そのものに対する意味情報ではなく、サービスと人間行動との関連性を付与する点が特徴となっている。

3. タスク概念の抽出と構造化

タスク知識は、利用者が実世界で直面する抽象的な問題に対応するタスク概念をルートとし、これを繰り返し問題分割していくことにより得られる階層構造となる。ネットワーク上のサービスが提供する機能は、この階層構造に含まれるタスク概念のうち、直接解決可能なタスク概念に相当する。そこで、まずサービスが提供する機能により解決されるタスク概念の抽出を行うために、具体的なサービスを分析し、サービス機能の抽出と分類を行う。次に、ルートとなるタスク概念を抽出するために、ネットワーク上のサービス利用に至るまでの具体的なシナリオを用意し、サービスが提供するタスク概念と併せて構造化する。ここで、

ルートとなるタスク概念は、人間の様々な社会活動に基づくものであると考えられるため、そのすべてを包括的に抽出するのは困難であると考えられる。そこで本研究では、ルートとなるタスク概念を抽出する範囲を示すドメインモデルを定義し、ここで設定したドメインに対して、複数の具体的なシナリオを用意することにより、利用者が直面する問題とその問題解決の構造を定義することとする。

3.1 サービスの機能分類

ネットワーク上のサービスにより提供される機能を抽出・分類するために、現在、提供されているサービスの分析を行い、サービスが提供する機能の一般化を以下の手順により実施した。

(1) サービスのサンプリング

携帯電話向けに提供されている Web コンテンツを複数の情報源からランダムに抽出する。十分な数のコンテンツを抽出することにより、ネットワーク上のサービス全体で提供される機能を擬似的に定義する。このとき、表 1 における分類(2)に属するコンテンツはサンプリングの対象外とする。

(2) コンテンツの機能分析

抽出した各コンテンツに対して、提供される機能を一般化した機能分類属性(以降、アクションカテゴリと呼ぶ)を付与する。一般化は、コンテンツの利用により直接解決される問題が意味を失わない範囲で、抽象化したものである。また、一般に、コンテンツは小規模な複数の機能により構成されているため、1つのコンテンツに対して、複数のアクションカテゴリを付与できるようにする。

(3) 行動支援コンテンツの分類

定義したアクションカテゴリから、行動支援に利用できないカテゴリを削除し、同じ内容のアクションカテゴリを統合・整理する。ここで定義されたアクションカテゴリは、Web を一つのシステムと見立てた際

にシステムが提供する機能の最小単位に相当する。

上記手順に従い、実際に Web コンテンツの抽出と分析、機能分類を行った。サンプリングの対象として、1) i モード公式サイト、2) 携帯コンテンツの専門誌、3) インタネット上の携帯コンテンツ推薦サイト、の各々から、1)100 件、2)350 件、3)220 件、総計 670 件のコンテンツをランダムに抽出した。これら抽出したコンテンツに対して述べ 1515 件(約 2.2 件/コンテンツ)のアクションカテゴリを付与した。最後に、行動支援につながらないアクションカテゴリを削除した上で統合・整理を行い、最終的に 534 件のアクションカテゴリを得た。表 2 に定義されたアクションカテゴリの一部を示す。

表 2 アクションカテゴリ(一部)

ATMの場所を探す	ゲームソフトの買取価格を調べる
AV機器の商品情報を見る	ゲームソフトの販売価格を調べる
BS/CSの映画放映スケジュールを見る	ゲームソフトの新作を予約する
CD/DVDの商品情報を調べる	スキーのゲレンデを探す
CD/DVDランキングを見る	コーヒーショップのメニューを調べる
CDアルバムランキングを見る	コーヒーショップを探す
CDシングルランキングを見る	ゴルフ場の天気情報を調べる
CDの買取価格を調べる	ゴルフ場の場所を探す
CDの販売価格を調べる	コンサートの開催情報を調べる
DPEショップの場所を探す	コンビニ店舗の場所を探す
JAFの緊急先を調べる	テーマパークのアトラクションを調べる
旅行代理店の電話番号を調べる	テーマパークのキャラクターを調べる
PCの商品情報を調べる	テーマパークのチケットの商品情報を調べる
PC周辺機器の商品情報を調べる	テーマパークの施設を調べる
アウトレットモールの場所を探す	テーマパークの情報を調べる
料理のレシピを調べる	レジャー施設を検索する
花屋の場所を探す	レストランの場所を探す
お酒の商品情報を調べる	レストランを予約する
お酒の銘柄を調べる	レンタカーを予約する

3.2 ドメインモデルの定義

実世界で人間が直面する様々な問題を構造化するためには、適切にドメインを設定する必要がある。設定されたドメインは、システムが対象とする問題領域を明確化し、システム設計者および利用者の双方が範囲を明確に共有できる定義が望ましい。また、携帯端末による行動支援を目的とすることから、屋外で直面する問題を多く包含することが望ましい。そこで、本研究では、実世界の場所を軸とするドメインモデルを

定義した。図 2 にドメインモデルの概略図を示す。ドメインモデルは、実世界におけるある特定の場所を目的地として、(1)目的地に至るまでの準備行動、(2)目的地への移動行動、(3)目的地における行動、の 3 つの領域における行動を包含して定義するものとする。設定される場所としては、固有名詞で示される特定施設等ではなく、テーマパークや百貨店などといった一般名詞により表現される場所を想定する。これにより、システムが対象とする問題領域を明確化することができる。また、実世界の場所を軸とすることにより、準備行動を除き、屋外で生じる問題が定義されることとなり、携帯端末による支援の重要性が高いと考えられる。

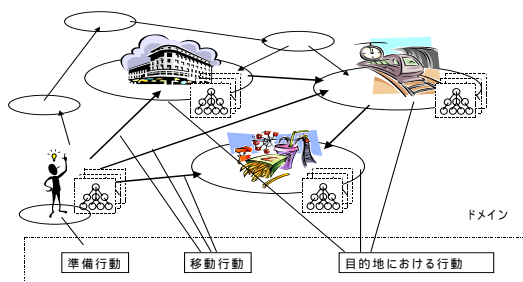


図 2 ドメインモデル

3.3 シナリオに基づく行動分析

上述したドメインモデルに従い、各々の行動をとる際に発生する具体的な問題とその構造を抽出するために、サービスの利用に至るまでの具体的なシナリオを用意し、これらを分析した。対象とするドメインには、(1)テーマパーク、(2)百貨店、(3)駅、の 3 つを用意し、各々のドメインに対するシナリオを用意した。シナリオには、各ドメインに属する行動の意図や解決したい問題を明確化するために具体的な利用シーンを想定したものを用意した。以下に、テーマパークをドメインとするシナリオの例を示す。

- この夏みんなで遊びに行こうという話になった。夏なので、花火もみたい。昼間はテーマパークで

遊んで夜は花火を開催するテーマパークに行くことを計画している。

- 東京に住んでいる家族が、今日から 2 日間の日程で八景島シーパラダイスへ遊びに来た。近辺に着いたので、入園前にお昼をすませようとしている。

今回、318 件のシナリオに対して行動分析を行い、構造化を行った。ここでは、ルートとなるタスク概念として、33 のタスク概念を抽出し、これに基づき順次問題分割を行った。各々のシナリオにより利用されるサービスとしては、先に定義したアクションカテゴリより選択することとした。一般に、サービスを利用する目的は階層構造となることから、各々のシナリオごとに、上位 2 階層までの目的を定義することとした。最後に、同一ドメインにおける各シナリオの概念構造を統合した。図 3 に構築した問題解決の概念構造の例を示す。

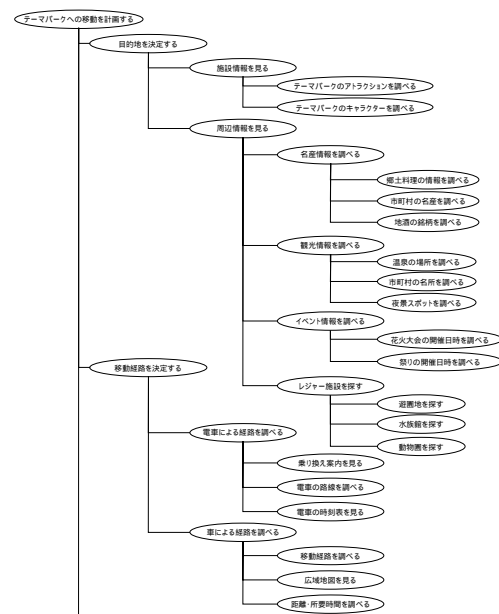


図 3 構築されたタスク概念木

3.4 オントロジー記述言語による記述例

3.3 にて構築したタスク概念木を、現在、W3C にて標準化が進められているオントロジー記述言語

OWL³⁾を用いて記述した例を図4に示す。ここでは、各タスク概念をクラスとして定義するとともに、クラス間の上位 - 下位の関係を unionOf 要素を用いて記述している。なお、厳密には URI の日本語表記は許可されないが、便宜上日本語表記の例を示す。

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <owl:Class rdf:ID="テーマパークへの移動を計画する">
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#目的地を決定する">
        <owl:Class rdf:about="#移動経路を決定する">
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="目的地を決定する">
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#施設情報を見る">
        <owl:Class rdf:about="#周辺情報を見る">
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="移動経路を決定する">
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#電車による経路を調べる">
        <owl:Class rdf:about="#車による経路を調べる">
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:Class>
</rdf:RDF>
```

図4 OWLによる記述例

3.5 サービスとのバインディング

ネットワーク上のサービスとタスク概念との関連付けを RDF を用いて行った記述例を図5に示す。RDF はリソース記述のために規定された汎用的な XML 言語である。ここで、問題解決の構造を示すタスク概念と実際のサービスとの関連付けは、時間情報と空間情報を併せて記述する。これにより、利用者からの要求として時空間情報による制限を指定することができるようになる。各々のコンテンツは、関連付けられる対象のタスク概念に対して、(1)該当するタスクを実行する時間制約、(2)該当するタスクを実行する空間制約、を付与する。時間情報、空間情報は、DublinCore⁴⁾にて規定される Coverage エlement を利用する。Coverage エlement は、リソースの範囲や対象を記述するための要素タイプであり、修飾子と

して spatial と temporal の2つを備える。

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:p="http://dublincore.org/documents/2000/07/28/dcmi-period/"
  xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/">
  <rdf:Description rdf:about="http://xxxx.com/pageA">
    <rdf:type rdf:resource="ns:電車の時刻表を見る"/>
    <dcterms:temporal>
      <p:period>
        <p:start>2003-7-31<p:start>
        <p:end>2003-8-20<p:end>
      </p:period>
    </dcterms:temporal>
    <dcterms:spatial>
      <dcterms:TNG>
        <rdf:value>7004836</rdf:value>
        <rdf:label>Yokohama</rdf:label>
      </dcterms:TNG>
    </dcterms:spatial>
  </rdf:Description>
```

図5 RDFによる記述例

4.まとめと今後の予定

本稿では、ネットワーク上のサービスと実世界での人間行動との関連性について分析を行うことにより、特定領域における問題解決構造を構築し、ネットワーク上のサービスとの関連性を明示化する方法について述べた。タスク知識を構造化する際の課題として、タスクを記述する用語・語彙のばらつきが挙げられる。今後は、タスクの記述に用いる語彙間の関係を明示化するオントロジーの構築を行う。また、提案システムの有効性を検証するためのシステム構築を行い、複数の被験者によるユーザ評価を行う。

参考文献

- 1) Ontomat-Annotizer, <http://annotation.semanticweb.org/tools/ontomat>
- 2) Chung Hee Hwang: Incompletely and Imprecisely Speaking: Using Dynamic Ontologies for Representing and Retrieving Information, Proc. KRDB'99, pp. 14-20, (1999)
- 3) OWL Web Ontology Language Reference, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>
- 4) Expressing Qualified Dublin Core in RDF/XML, <http://dublincore.org/documents/dcq-rdf-xml/>