

サービスナビゲーションにおける タスク選択支援のためのユーザコンテキスト抽出

岡峰 正 磯田 佳徳 倉掛 正治

(株)NTTドコモ ネットワーク研究所

モバイル環境で利用可能なサービスの増加に伴い、サービスの利用経験や検索スキルを持たないユーザはサービスへ到達することが困難になってきている。これを解消するため、我々は、ユーザの行動(タスク)とサービスの関連性をサービス利用知識として構造化し、ユーザを効率的にサービスへ導くサービスナビゲーションについて取り組んでいる。ユーザの身の回りにあるセンサを利用して把握されるユーザコンテキストをサービスナビゲーションに適用することで、状況に応じたナビゲーションを行うことが期待される。本研究では環境ごとに異なるセンサ情報から、サービスナビゲーションに利用可能なユーザコンテキストを解釈する方式を提案し、シミュレーションによる評価を行う。

Interpretation of user context for assisting task selection in service navigation system

Tadashi OKAMINE, Yoshinori ISODA and Shoji KURAKAKE

Network Laboratories, NTT DoCoMo, Inc.

As the number of services in mobile environment is increased, those who don't have skills or experiences of finding services have difficulty to utilize them. In order to solve this problem, we are developing service navigation system utilizing a service knowledge base (Task Ontology) which contains knowledge about tasks and services. Applying user context which is obtained by sensors in an environment to the system, it is expected that the efficiency of service navigation can be improved. In this research, we propose an algorithm for interpreting user context from sensor information that is different in each environment and evaluate it by simulation.

1. はじめに

モバイルインターネット環境の普及に伴い、ユーザは場所や時間に関わらずネットワーク上の様々なサービスを利用することが可能となった。近年では、オンラインバンキングや情報検索といったサービスだけでなく、各種商品やチケットの購入など、ユーザの実生活での行動を支援する「生活ケータイ」として新たなサービスが生み出されている。多くのサービスが提供されることで、生活がより便利になる一方で、ユーザには、膨大な数のサービスの中からサービスを発見・利用するための経験やスキルが要求される。そのため、経験やスキルを持たないユーザはサービスを発見できず、何かをしたいと思ってもそれを解決するサービスを利用することができないと

いう問題がある。

我々は、ユーザが容易にサービスを利用可能とするサービスナビゲーションに取り組んでおり、ユーザが日常生活の中で行う行動(タスク)と、その行動を支援するサービスをサービス利用知識として構造化したタスクオントロジの構築を進めている[1]。ユーザはモバイル端末を利用して、ネットワーク上のタスクオントロジから自分が実行したいタスクを選択することによって、サービスを効率的に発見し、利用することが可能となる。

サービスナビゲーションにおいてユーザがタスクを選択する際、ユーザの状況(コンテキスト)を利用することによって、コンテキストに応じたタスクを提示し、サービス利用をより効率化できると考えられる。

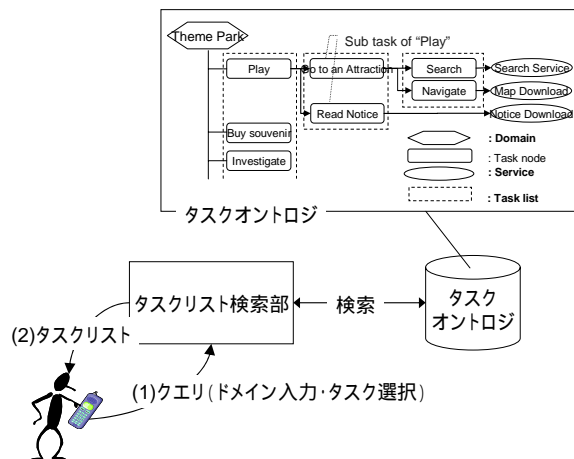


図 1 タスクオントロジに基づくサービスナビゲーションシステム

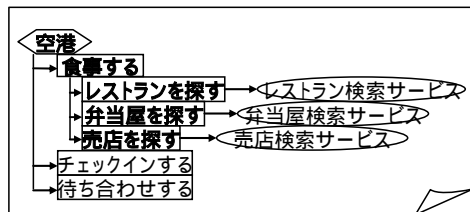


図 2 タスクオントロジに基づくサービスナビゲーションシステムによりユーザに提示されるタスクリスト

センサや入出力デバイス、各種計算機器が遍在するユビキタス環境では、各ローカル環境に設置されたセンサを利用し、ユーザコンテキストを把握することが可能になる。しかし、すべての環境に同じセンサが設置されているとは限らず、環境ごとに取得できるセンサ情報は異なる。そこで、ネットワーク上に定義されているグローバルなタスクオントロジと、環境ごと異なるローカルなセンサ情報を対応付けることのできるミドルウェアが必要である。ここでは特に、ローカルなセンサ情報をタスクオントロジと対応付けるための処理をコンテキスト解釈と呼ぶ。本報告では、サービスナビゲーションにコンテキストを利用する際に必要となるシステム構成、及びコンテキストの解釈アルゴリズムについて提案し、シミュレーションによる評価結果について述べる。

2. サービスナビゲーションシステム

2.1. タスクオントロジに基づくサービスナビゲーションシステム

図 1 にタスクオントロジに基づくサービスナビゲーションシステムの概要を示す。タスクオントロジはドメインと呼ばれる特定の意味を持つ場所 (例: 空港、映

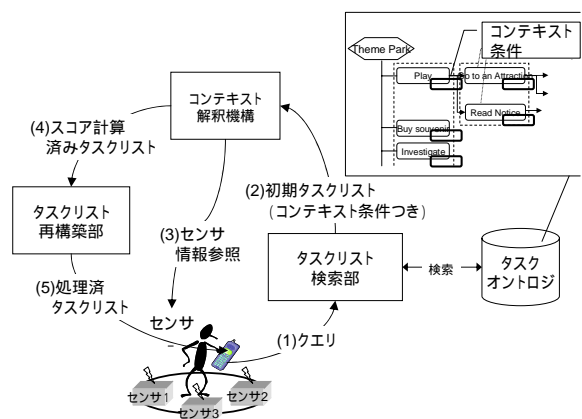


図 3 コンテキストを利用したサービスナビゲーションシステム

画館など)において行われる行動(食事する, チェックインする, 移動するなど)がタスクとして表現されている。各タスクには, タスクを実現するサービス, もしくはタスクを達成するために必要なタスク(サブタスク)が関連付けられており, タスクオントロジは図 1 のようにグラフ構造で表現されている。

サービスを利用したいユーザはモバイル端末を利用して, まずドメインをクエリとして入力し, ネットワーク上のタスクオントロジから, タスクリストを取得する。次に, タスクリストからタスクの選択を行いサブタスクのタスクリストを得る。ユーザはこのようなやり取りを繰り返すことでサービスに到達する。例えば, 空港で食事をしたいと考えているユーザはサービスナビゲーションシステムにドメインである「空港」をクエリとして入力し, タスクリストを得る。このタスクリストの中には図 2(a)に示すように, 空港に関する様々なタスクが含まれている。ユーザはタスクリストの中から「食事する」というタスクを選択し, さらにタスクリストを取得する。このときユーザには図 2(a)の太字で示されるタスクリストが提示される。ユーザはさらにこの中からタスク選択を行い, レストラン検索サービスや, 売店検索サービスなどを利用する。

2.2. ユーザコンテキストを用いたサービスナビゲーションシステム

ユーザコンテキストを用いたサービスナビゲーションシステムの概要を図 3 に示す。

クエリ入力は, 2.1 で述べたサービスナビゲーションシステムと同様であるが, タスクオントロジの各タスクには, そのタスクがユーザに提示される条件となるユーザコンテキストが記述されている。以降, この条件をコンテキスト条件と呼ぶ。また, 図 3 の(3)

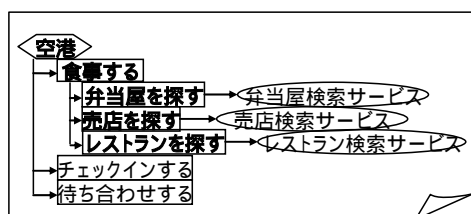


図 4 コンテキストを利用したサービスナビゲーションシステムによりユーザに提示されるタスクリスト

表 1 タスクに付与されたコンテキスト条件

タスク	コンテキスト条件
レストランを探す	食事に充てられる時間が長い
弁当屋を探す	食事に充てられる時間が短く深夜以外
売店を探す	食事に充てられる時間が短い

から(4)の処理において、タスクリストに含まれる各タスクのコンテキスト条件の成否をユーザの身の回りのセンサに対して問い合わせる。その結果、コンテキスト条件が成り立たないタスクをタスクリストから削除し、コンテキスト条件に適合しているタスクを上位に表示するタスクリストを作成し、ユーザに提示する。

2.1で述べた空港での例で考える。「食事する」を選択したときに得られるタスクリストに含まれる各タスクには表1のようなコンテキスト条件が与えられているものとする。

夕方、飛行機の出発時刻 30 分前に空港の出発ロビーに家族 5 人であるユーザが「食事をする」というタスクを選んだとする。環境中のセンサを利用して、ユーザの現在位置や人数などが把握され、出発時刻や現在地と搭乗口との距離の情報から、「食事に充てられる時間が短い」というコンテキスト条件が現在の状況と近いと判断される。その結果、ユーザには図 4 のようなタスクリストが表示される。また、深夜、最終便出発 30 分前に搭乗口に一人であるユーザが「食事をする」を選択したときは、現在の時刻により「弁当屋を探す」は実行不可能であると判断され、タスクリストから削除される。また、前述した状況と同じ出発 30 分前であるが、すでにユーザが搭乗口にいることから、「食事に充てられる時間が長い」と判断され、「レストランを探す」というタスクが上位に表示される。

このようなシステムを構築するための課題として 2 つあげられる。第 1 の課題は、環境によって異なるセンサ情報をタスクオントロジに関連付ける方法の

課題である。また、第 2 の課題として、コンテキスト条件記述の課題が挙げられる。コンテキスト条件を全て手動で記述するには付与者の負担が高い上に、条件の網羅性の問題があり、これらの課題を解決する必要がある。

本報告では、第 1 の課題であるコンテキスト解釈の問題について取り組む。次章からは従来のコンテキストを利用したサービス提供システムについて述べ、本研究とのコンテキスト解釈の違いを示す。

3. 従来のコンテキストを利用したサービス提供システム

これまでのユーザコンテキストを利用する研究では、特定のセンサ環境を想定し、その環境で利用可能なセンサ情報を用いてコンテキストウェアなアプリケーションを構築している。CONSORTS [2]は、美術館においてユーザと展示物の相対的な位置関係や絶対的な位置関係に基づいて、その展示物の情報を提供している。また、CybreMinder[3]は、特定のセンサ環境で、ユーザに対してリマインド情報を提示するときのコンテキスト条件をあらかじめ設定しておき、ユーザへの情報提供に利用している。

コンテキストウェアなアプリケーションの開発を支援する Context toolkit[4]は、Context widget によりセンサ情報を取り扱うためのインターフェースを提供し、Context interpreter によって解釈機構を、Context aggregator によって複数のセンサ情報の統合機能をそれぞれ提供しており、アプリケーションはコンテキストを容易に扱うことができる。

これらの研究では、コンテキストが成り立つときに自動的にアプリケーションを実行してユーザにサービスを提供するものであり、アプリケーションの動作に関わるコンテキストとセンサ情報が一意に対応付けられる環境を想定している。そのため、従来研究におけるコンテキスト解釈処理は、特定の環境でのコンテキストの成否判定を行っている。

コンテキストを利用するサービスナビゲーションシステムはモバイル端末を利用し、様々な場所で利用することを想定している。つまり、ユーザの移動と共に、身の回りにあるセンサの環境も変わる。そこで、ネットワーク上にグローバルに定義されているタスクオントロジと各環境で異なるセンサ情報の対応付けを行うことができるミドルウェアとして、センサ環境の違いに対応可能なコンテキスト解釈機能が必要であると考えられる。

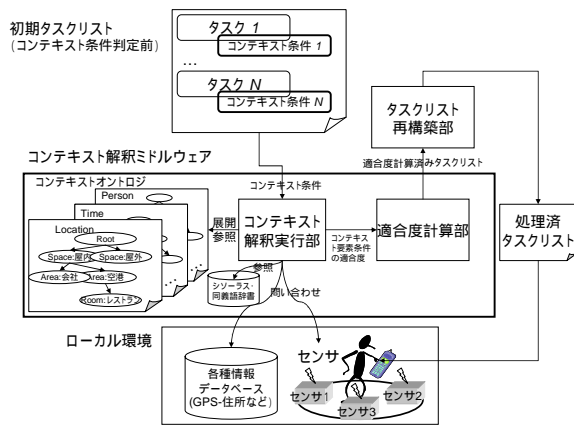


図5 ユーザコンテキスト解釈ミドルウェア

4. モバイル環境におけるユーザコンテキスト解釈ミドルウェア

4.1. タスク選択支援のためのコンテキスト解釈

様々な環境で利用されるサービスナビゲーションシステムでは、環境によってはタスクに付与されたコンテキスト条件の成否が判定できないことも考えられる。このとき、判定できないことをコンテキスト条件が成り立たないとしてタスクを削除すると、コンテキスト条件が成立する可能性があるタスクも選択不可能になる。そこで、本研究ではコンテキスト条件の成否に加え、成否がセンサ情報から判定不可能な環境であれば、そのコンテキスト条件が成り立つ可能性があるかを判定し、その適合度を計算する。成り立つ可能性があれば、そのタスクはリストに残し、ユーザに提示する。つまり、本研究におけるコンテキスト解釈の処理では、コンテキストの成否と可能性判定を行う。

また、2.2.の表1のように、特定のセンサ情報に依存せずに記述されているコンテキスト条件と各環境固有のセンサ情報の対応付けを容易にするために、コンテキスト条件を場所や時間などのコンテキスト条件を構成する複数の要素に展開する。これらをコンテキスト要素条件と呼ぶ。コンテキスト条件をコンテキスト要素条件へと展開するために、コンテキスト条件の要素を記述したコンテキストオントロジを利用する。コンテキストオントロジは、コンテキスト要素の属性と属性値を保持し、各ノード間の関係は is-a 関係もしくは has-a 関係で記述されたグローバルな知識である。コンテキストオントロジは表現するコンテキストの種類ごとに構築されており、例えば、場所オントロジ(Location)であれば、Area や Room が属性であり、会社や空港、レストランが属性値となる。コンテキストオントロジにはその他に人オント

ロジ(Person)、機器オントロジ(Devices)、時間オントロジ(Time)などがある。コンテキスト条件の展開は、コンテキスト条件とコンテキスト要素条件との対応関係を記述した展開ルールをあらかじめ用意しておき、これを適用することで行われる。

4.2. コンテキスト解釈ミドルウェア

本研究で提案するコンテキスト解釈ミドルウェアの概要を図5に示す。

コンテキスト解釈実行部は、ユーザが入力したクエリによって取得されるタスクリストの各タスクに記述されているコンテキスト条件を取得し、コンテキストオントロジを用いて、コンテキスト要素条件へと展開する。次に、展開された各コンテキスト要素条件が成り立つか、成り立つ可能性があるか、成り立たないかをコンテキスト解釈実行部がトップダウンに環境のセンサや各種情報データベースに問い合わせ、それらの情報を利用して判定する。各ローカル環境で定義されたセンサ情報の値は常にコンテキストオントロジの語彙と一致するとは限らない。そのため、シソーラスなどの同義語辞書を利用することで、語の違いを吸収する。コンテキスト解釈実行部はコンテキスト要素条件が成り立つときは1、成り立たないときは0を、コンテキスト要素条件の適合度として与え、成り立つ可能性があるコンテキストには、可能性に応じた適合度が与えられる。判定アルゴリズムおよびコンテキスト要素条件の適合度の計算方法については次節で説明する。

適合度計算部は個々のコンテキスト要素条件の判定結果の適合度を統合し、コンテキスト条件の適合度を計算する。コンテキスト条件の中に成り立たないコンテキスト要素条件が含まれていれば、そのタスクを提示する状況でないといえる。また、全てのコンテキスト要素条件が成り立つ、もしくは成り立つ可能性があるタスクは、コンテキスト要素条件の成り立つ数が多いほど、コンテキスト条件に適合していると看做す。コンテキスト条件に与えられる適合度 S は以下のように計算する。

$$S = \sum_{i=1}^N V(C_i) \quad (\forall V(C_i) \neq 0 (i:1 \sim N))$$

$$S = 0 \quad (\exists V(C_i) = 0 (i:1 \sim N))$$

C_i : コンテキスト要素条件

$V(C_i)$: コンテキスト要素条件 C_i の判定結果の値 ($0 \leq V(C_i) \leq 1$)

N : コンテキスト要素条件の数

タスクリスト再構築部はコンテキスト条件の適合度に基づきタスクリストを再構築する。このとき、適

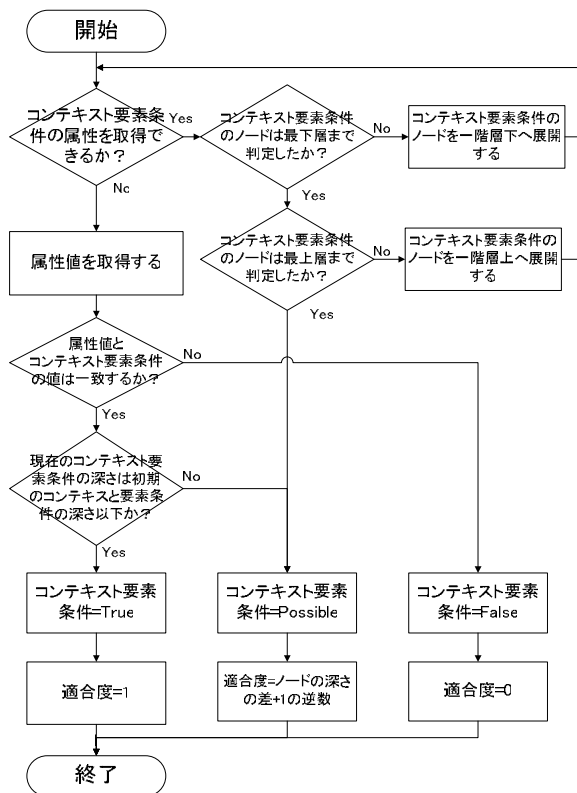


図6 コンテキスト成否・可能性判定アルゴリズム

合度が 0 のタスクを削除し、適合度の降順でタスクリストのソートし、再構築されたタスクリストがユーザに提示される。

4.3. コンテキスト成否・可能性判定アルゴリズム

図6に判定アルゴリズムのフローチャートを示す。コンテキスト要求条件の成否の判定は、従来研究と同じように、環境中のセンサやデータベースを利用して行う。判定が不可能な環境であったときは、与えられたコンテキスト要素条件をコンテキストオントロジに基づいて1階層下位へ展開し、そのノードをコンテキスト要素条件として成否の判定を行う。成否判定が可能であれば、ここでの成否判定結果を、タスクに記述されたコンテキスト条件の成否の結果とする。なぜならば、コンテキストオントロジは is-a/has-a 関係で記述されているため、下位のコンテキスト要素条件が成り立つとき、上位のコンテキスト要素条件は常に成り立つためである。

最下位のノードまで展開しても判定できない場合は、コンテキストの成否判定は不可能である。このとき、コンテキスト解釈実行部は、コンテキスト要素条件の成否判定から、コンテキスト要素条件が成り立つ可能性があるか判定する処理に移行する。コ

ンテキストオントロジにおけるコンテキスト要素条件のノードを1階層上位へ展開して、その成否を判定する。このとき上位のコンテキスト要素条件が成り立たない場合は、コンテキスト要素条件も成り立たない。一方、上位のコンテキスト要素条件が成り立つ場合には、その下位のコンテキスト要素条件のどれかが成り立つということのみがわかるため、成り立つ可能性があるとして判定される。このとき、そのコンテキスト要素条件の適合度には「成否が判定されたコンテキスト要素条件」と「タスクに記述されたコンテキスト要素条件」のノードの深さの差 + 1 の逆数の値を与える。

4.4. シミュレーション

本研究で提案するコンテキスト解釈ミドルウェア、およびコンテキスト成否・可能性判定アルゴリズムの動作を確認するため、設置されているセンサが異なる環境でのコンテキスト解釈とタスク表示結果のシミュレーションを行った。

4.4.1. シミュレーションの環境

シミュレーション環境を以下のように設定した。

・解釈ミドルウェアに与えられるタスクリスト

2章で述べた空港ドメインの「食事する」を選択したときにタスクオントロジから取得されるタスクリスト(図2(a))を解釈ミドルウェアに与えるタスクリストとする。

・コンテキスト条件とコンテキスト要素条件

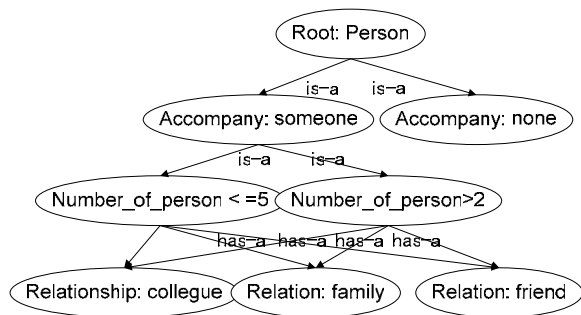
今回のシミュレーションでは、表1に示されるコンテキスト条件が、時間(Time)と場所(Location)と一緒にいる人(Person)に展開されるものとする。また、コンテキスト条件は複数のコンテキスト要素条件のセットへと展開されることもあるが、ここでは1組のコンテキスト要素条件のセットのみに展開されるものとする。コンテキスト条件をコンテキスト要素条件に展開したものを表2に示す。

・コンテキストオントロジ

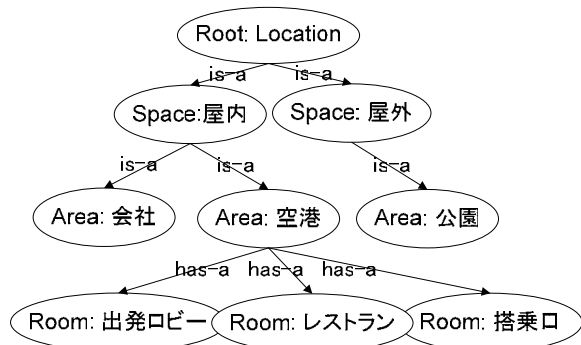
時間のコンテキストはいずれの場所でも取得可能であるとし、Timeのコンテキスト要素条件の成否は常に判定できるものとする。従って、ここではLocationとPersonのコンテキスト解釈のみに注目する。LocationとPersonのコンテキストオントロジを図6に示す。

・利用可能なセンサ

今回のシミュレーションでは2つのセンサ環境を想定した。ユーザの状況は共に同じであるが、環境ごとに設置されたセンサの違いにより獲得される情



(a) 人のコンテキストオントロジ



(b) 場所のコンテキストオントロジ

図6 コンテキストオントロジ

表4 環境1でのコンテキスト要素条件判定結果

コンテキスト条件	コンテキスト要素条件判定結果		
	Time	Location	Person
食事に充てる時間が長い	True(1)	True(1)	True(1)
食事に充てる時間が短い	True(1)	True(1)	True(1)

表5 環境2でのコンテキスト要素条件判定結果

コンテキスト条件	コンテキスト要素条件判定結果		
	Time	Location	Person
食事に充てる時間が短い	True(1)	Possible(1/2)	Possible (1/2)
食事に充てる時間が長い	True(1)	Possible(1/3)	Possible (1/2)

報が異なる。各環境のセンサと取得できる属性および属性値を表3に示す。属性と属性値にはコンテキストオントロジに記述されている語を用いる。

4.4.2. シミュレーション結果

それぞれの環境においてコンテキスト解釈を行った結果を表4, 表5に示す。

環境1では、コンテキスト要素条件が求める属性と環境が出力する情報の属性が一致、もしくは、それより下位の属性を出力しているため、コンテキスト要素条件の成否の判定行うことができている。一方、

表2 各コンテキスト条件のコンテキスト要素条件

コンテキスト条件	コンテキスト要素条件		
	Time	Location	Person
食事に充てる時間が長い	Duration: >=30min	Room: 搭乗ゲート	Number_of_person: <=5
食事に充てる時間が短い	Duration: <60min	Area: 空港	Number_of_person: >2

表3 各環境でのセンサ環境と得られる属性値

	環境1	環境2
センサの種類	RFIDタグ, 床センサ	GPS
取得可能なコンテキストの属性	Room, Number_of_person	Space, Accompany
今回のシナリオにおける属性値	Room = 搭乗ゲート Number_of_person = 5	Space = 屋内 Accompany = someone

環境2では、Location, Person とともにコンテキスト要素条件が要求する属性を出力するセンサが存在せず、その属性より下位の属性を出力するセンサも設置されていない。そのため、コンテキストオントロジの上位の属性で比較を行い、その結果成り立つ可能性があることが判定されている。表5の適合度は図6に示されたコンテキストオントロジにおいて展開されたコンテキスト要素条件のノードと、判定された属性のノードの階層の差に基づいて与えられていることがわかる。

以上の判定結果により4.2で述べた適合度計算を行うと、環境1では「レストランを探す」というタスクが上位に表示され、環境2では「売店を探す」「コンビニを探す」というタスクが上位に表示されるタスクリストが構築される。

4.4.3. 考察

環境1や環境2のように設置されているセンサの種類やセンサが出力可能な属性が異なる場合でも、本解釈ミドルウェアは、コンテキストの成否・可能性判定を行い、その結果に基づいてタスクリストを作成している。環境1と環境2では提示されるタスクリストが異なる。これは、センサから大まかな情報のみしか得られない環境2では、環境1ほど詳細にコンテキスト要素条件の成否判定を行うことができないが、環境2において可能な解釈を行い、その結果から環境2で生成できるタスクリストをユーザに提示しているためである。

5. おわりに

本研究では、より効率的なサービスへの到達を支援するコンテキストを利用したサービスナビゲーションを実現するため、コンテキスト解釈ミドルウェアを提案した。本コンテキスト解釈ミドルウェアは、グローバルに定義されたタスクオントロジと、環境ごとに

異なるセンサ情報の対応付けを行うことが可能であり、さまざまな環境でコンテキストを利用したサービスナビゲーションを行うことが期待できる。

今後は、実際のセンサ環境において本解釈ミドルウェアの動作確認実験を行い、アルゴリズムの有効性を確認するとともに、センサが出力する情報の表記の違いの処理についての詳細な検討、環境側にあるデータベースの構造を利用した判定方法や、第二の課題であるコンテキスト条件付与方法について検討を行っていく。

参考文献

- [1] 長沼武史, 菊地悠, 稲村浩, 倉掛正治, “タスク知識に基づくモバイルユーザ支援システム,” 情報処理学会知能と複雑系研究会 SIGICS-135. (2004)
- [2] 車谷浩一, “ユビキタスエージェントのためのアーキテクチャ CONSORTS - 群ユーザ支援に向けて,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 102, No. 603, pp.13-17, KBSE2002-36 (2003).
- [3] Anind K. Dey and Gregory D. Abowd , “CybreMinder: A Context-Aware System for Supporting Reminders,” Proceedings of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing,(2000)
- [4] Anind K. Dey, Daniel Salber and Gregory D. Abowd , “A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications,” Anchor article of a special issue on context-aware computing in the Volume 16 (2-4), 2001, pp. 97-166.