

サービスの調整を考慮した 関係指向型コンテキストウェアサービス

制野 孝幸[†], 佐藤 健太郎[†], 星野 真[‡], 池田 拓也[†], 程 子学[†]

[†]会津大学大学院 コンピュータ理工学研究科

[‡]会津大学 コンピュータ理工学部

RFID 技術の普及に伴い、個体の属性情報の単純な組み合わせに加えて、個体間の関係性を用いたコンテキストの表現が重要になってきた。さらに、関係性の度合いの変化を考慮することで、様々なユーザ支援のためのサービスが実現できる。また、コンテキストウェアサービスの普及を推し進めていくために、時間の経過に伴うユーザの嗜好の変化に対応することが課題となる。その解決策の1つとしてユーザの要求に応じてサービスの定義をシステム側で調整する手法がある。しかし、既存のコンテキストウェアサービスではこの点に関して十分に考慮されていない。そこで本稿では、個体間の関係性を用いたコンテキストウェアサービスを実現する関係指向型サービスの概念モデル、およびサービス定義の調整方法を提案し、それらを実現するシステムのフレームワーク DOLF(Dynamic Objects Linking Framework)を実装した。

Relation-oriented Context-aware Service with Consideration of Service Adjustment

Takayuki Seino[†], Kentaro Sato[†], Shin Hoshino[‡], Takuya Ikeda[†], Zixue Cheng[‡]

[†]Graduate School of Computer Science and Engineering, [‡]School of Computer Science and Engineering,
The University of Aizu

With the progress of ubiquitous technologies such as RFID and other sensors, it is important to describe context using relation between individuals, in addition to individual's attributes information. Furthermore, a great diversity of services can be made possible by considering degree of relations. Besides, for popularization of context-aware service, it is necessary to adapt to change of user's demand coming along with a long-term usage. One of the solutions to the problem is adjustment of service definitions by user's request. It is not considered enough in many existing studies. In this paper, we propose a relation-oriented conceptual model of context-aware service and a method for adjustment of service definition. Moreover, we develop a system called "DOLF(Dynamic Object Linking Framework)" employing the proposed model and method.

1. はじめに

今日、情報技術の進歩によって、多様なセンシング機能やネットワーク接続性を持った様々なデバイスの小型化や低価格化が進んでおり、ユビキタスコンピューティング環境が現実味を帯びてきた。それに伴い、システムがユーザの状況(コンテキスト)を自動的に認識(ウェア)し、その状況に応じてユーザに適切なサービスを提供する、いわゆるコンテキストウェアサービスの研究が行われている。特に、

RFID 技術を用いて個体の識別情報(ID)を取得し、その属性情報をもとにサービスを提供する取り組みが盛んである。

既存のコンテキストウェアサービスでは、検出した ID に対応づく属性情報 (ID タグ保持者の年齢や名前など) を利用して、個に応じたサービスを提供することができる。例えば、ストーブの周囲を読み取り範囲とする RFID リーダが、幼児の服に縫い付けられた RFID タグの ID を検出した場合には危険を警告する音を鳴らし、母親の RFID タグの ID を検出した

場合には部屋の換気を促す通知をするといったようなサービスが考えられる。

RFID 技術が今後さらに普及していくと、個体の識別情報に加えて、個体間の関係性に基づいたサービスが重要になる。[3]では、個体の識別情報の組み合わせから関係があるかないかを判断し、それに応じてサービスを提供するシステムが提案されている。例えば先ほどの例で、ストーブの前に幼児が近づいた場合、母親と一緒にいないときには母親にも危険を通知するといった、きめ細かなサービスが考えられる。このサービスを実現するためには、幼児と母親と一緒にの場所にいるかどうかという関係性をコンテキストの一部として記述する必要がある。

[2]では、ユーザ間の社会的関係と情報資源の利用状況に応じて情報資源へのアクセスを制御する手法が提案されている。この手法で扱っている社会的関係は、他のユーザによる情報資源の利用状況に応じて、関係があるかないかが動的に変化することが特徴である。このような変化に加えて、さらに関係の度合いの変化まで考慮に入れることで、よりきめ細かなサービスが実現できる。例えば、会員の RFID タグが検出されるとロックが解除され、入室回数を自由に参照できるジムがあるとす。このジムに頻繁に通う習慣をつけたいと考える会員に対して、1週間の入室の頻度が低い場合に警告を出すというサービスがほしい場合、「1週間の入室の頻度」で評価される会員とジムの関係性の度合いをコンテキストとして記述することで実現できる。

コンテキストに応じてサービスを提供するためには、コンテキストにサービスを対応付ける記述（サービス定義）が必要である。[4]では、ECA ルールを応用した記述形式で、サービス定義を記述している。ECA ルールは、アクティブデータベースの分野で用いられているルール記述方式で、Event, Condition, Action の 3 つ組で構成される。Event は発生する事象、Condition はその事象が発生した際の制約条件、Action は、その制約条件が成り立った場合に実行する動作を表す。[4]では、センサから受信した情報(センサ情報)を制約

条件とした定義を扱っている。関係性の度合いに基づいたサービスを実現するためには、このようなセンサ情報に加えて、関係性の度合いを制約条件とした定義が必要となる。

また、サービスの長期的な利用に対応するためには、柔軟にサービス定義を調整できることが重要である。[1]では、過去のセンサ履歴からサービス定義を自動的に提案するシステムが考案されており、想定する環境下では、ユーザがサービスを調整する必要はない。しかし、それ以外の環境では、システムが自動的にサービスを提案することは難しいため、ユーザの明示的な要求に応じて、システムがサービス定義を調整できることは重要である。

本稿では、ユビキタスコンピューティング環境において、一意に識別可能な個体間の関係を表現する手法を提案する。特に、動的に変化する関係、およびその度合いの表現することを考える。さらに、関係を用いて表現されるコンテキストに対して、サービスを対応づけるための表現手法を提案する。特に、サービスの対応づけを後から調整できるようにする。そして、これらの提案手法を実現するシステムを実装し、関係で表現されるコンテキストに応じてサービスを提供する、関係指向型コンテキストウェアサービスの実現可能性について考察する。

2. 関係指向型コンテキストウェアサービス

2.1. 関係指向型サービスモデル

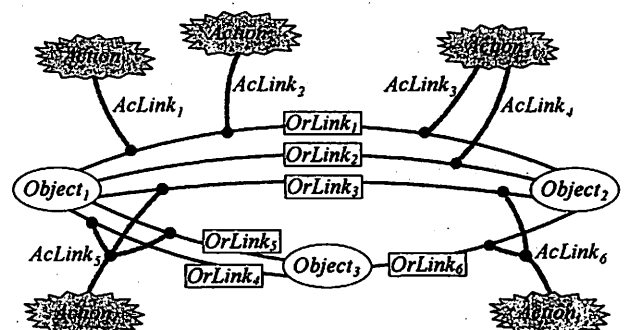


図1 関係指向型サービスモデル

個体の属性情報を組み合わせて個体間の関係性を扱うために、関係指向型コンテキストウェアサービスの概念モデルを提案し、図1にこれを示す。Object は現実空間に存在する

個体 (インスタンス), あるいはその集まりを示す。Action はユーザに提供する支援 (アクション) を示している。2 つの Object の間には, 任意の評価基準で評価される関係性を定義することができ, これを OrLink(Object Relation Link)と呼ぶ。本稿では, 関係指向型コンテキストウェアサービスの第 1 歩として, 関係の対象となる Object が 2 つのケースにフォーカスして議論するが, 3 つ以上の Object を対象とする関係にも拡張が可能である。

OrLink は, 1 組の Object 間に 2 つ以上の OrLink を定義することができる。OrLink の評価値, すなわち, 度合いに応じて, ある 1 つの Action をコントロールする規則をサービス定義とする。これを AcLink(Action Control Link)と呼ぶ。1 つの OrLink を対象とする複数の AcLink が同時に存在できる。同様に, 1 つの Action をコントロールする複数の AcLink が同時に存在できる。さらに, 1 つの AcLink が複数の OrLink を対象とすることも可能である。

本稿では, サービスに対してユーザから明示的に与えられるフィードバックに応じて, AcLink (サービス定義) を調整する手法を提案する。

2.2. ケーススタディ

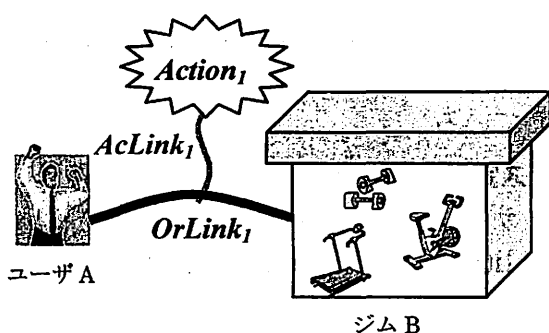


図 2 ジムに通う習慣づけを支援するサービス

関係指向型コンテキストウェアサービスの例を示す。図 2 は, スポーツジムに通う習慣づけを支援するサービスを表している。OrLink₁ は, ユーザ A が直近 1 週間にジム B を利用した回数を 7 で割ることで評価される関係性である。ユーザ A がジム B に頻繁に通

うほど, OrLink₁ の度合いは高い値となる。Action₁ は, 「ジムに行きましょう。」というメッセージをユーザ A に通知する支援である。AcLink₁ は, OrLink₁ を用いて表現されるコンテキスト「OrLink₁の度合いが 0.5 よりも低い状態」に対して, Action₁ を対応づける規則である。

例えば, ユーザ A が繁忙期にさしかかり, ジム B に通う頻度が低くならざるを得ない状況が続くことになったとする。それに伴い, メッセージが頻繁に通知されるようになり, ユーザ A がうるさいと感じるようになったとする。その場合, コンテキスト「OrLink₁の度合いが 0.5 よりも低い状態」の中の閾値 0.5 をより低い値, 例えば 0.2 に修正することで, メッセージ通知を抑止することができる。本稿では, ユーザからの明示的なフィードバックに基づいて, このようなサービス定義の調整を行うことを考える。

2.3. 問題定義

本稿では, 関係で表現されるコンテキストに応じてサービスを提供する, 関係指向型コンテキストウェアサービスのフレームワーク, DOLF(Dynamic Object Link Framework)を提案する。そのための課題は以下の通りである。

関係の記述

関係をいかに記述するか。関係の評価方法やタイミングも記述する必要がある。

関係の度合い表現

関係があるという表現に加えて, 関係の度合いまで表現する必要がある。

サービス定義の記述

関係で表現されるコンテキストに対してサービスを対応づける記述が必要である。

サービス定義の調整

ユーザのフィードバックに応じてサービス定義を調整する仕組みが必要である。

3. DOLF の設計

本節では、課題の解決法の基本的な考え方（アプローチ）と、それを実現するための DOLF の設計について述べる。

3.1. 基本的な考え方

関係表現の構成

本稿では、OrLink を用いて関係性と関係の度合いを表現する。関係性は動的に変化する情報であり、システムがその変化に追従するためには、あるタイミングで関係を再評価し、関係の度合いの表現を更新し続ける必要がある。そこで、OrLink を以下のように Targets, Description, Criterion, EvalTiming, Degree の 5 つ組で定義する。

```
OrLink =  
<Targets, Description, Criterion, EvalTiming, Degree>
```

Targets は関係の対象、Description は関係の意味、Criterion は関係の度合いの評価方法、EvalTiming は評価のタイミング、Degree は現在の関係の度合いである。OrLink の具体例として、2.2 節で取り上げた OrLink₁ を XML 形式で以下に示す。

```
<OrLink id="orlink:100101">  
<Targets>  
<Target objId="10010" />  
<Target objId="10020" />  
</Targets>  
<Description>ユーザ A とジム B の関係 C</Description>  
<Criterion>  
<Operator>Devide</Operator>  
<Operand>  
<ObjAtt objId="10020" attId="10020:001"/>  
</Operand>  
<Operand><Immediate>7</Immediate></Operand>  
</Criterion>  
<EvalTiming>  
<TimerEvent>  
<Duration>1.00:00:00</Duration>  
<Time>7:00:00</Time>  
</TimerEvent>  
</EvalTiming>  
<Degree>0.42857</Degree>  
</OrLink>
```

この例において、“10010”はユーザ A を、“10020”はジム B を表す Object の識別子である。Operator 要素の内容、“Devide”は、1 つ目の Operand 要素の内容を 2 つ目の Operand 要素の内容で割る演算を意味する。1 つ目の Operand 要素は、ジム B の属性情報「直近 1 週間のユーザ A のジム B の利用回数」であり、現在の値を 3 とした。2 つ目の

Operand 要素の内容 7 は一週間の日数である。EvalTiming 要素は、「毎日 7:00」という周期を表している。Degree 要素の“0.42857”は、ジム B の利用回数 3 を 7 で割った数である。

サービス定義の構成

関係で表現されるコンテキストに対するサービスの対応づけ（サービス定義）を AcLink で表現する。そのために、AcLink を以下のように、サービス条件を表す Conditions と、サービス条件が成り立つ場合に提供するサービス内容を表す Action のペアで定義する。

AcLink = <Conditions, Action>

AcLink の具体例として、2.2 節で取り上げた AcLink₁ を XML 形式で以下に示す。

```
<AcLink id="aclink:50001">  
<Conditions>  
<Condition>  
<COperator type="Lt" />  
<COperand copId="1">  
<OrRef orId="orlink:100101" />  
</COperand>  
<COperand copId="2">  
<Immediate>0.5</Immediate>  
</COperand>  
</Condition>  
</Conditions>  
<Action>  
<Command>ShowMessage</Command>  
<Assign asId="msg">ジムに行きましょう</Assign>  
</Action>  
</AcLink>
```

Conditions 要素は、コンテキスト「OrLink₁の度合いが 0.5 よりも低い状態」を表している。Action 要素はユーザ A に対して、「ジムに行きましょう。」というメッセージを通知する支援を表している。

サービス定義の調整

ユーザのフィードバックに応じて AcLink の Condition 要素と Assign 要素の内容を変更することで、サービス定義を調整する。フィードバックと調整内容に対応付けるルールをサービス調整ポリシー(Policy)と呼び、以下のように FCondition と Modification のペアで定義する。

Policy = <FCondition, Modification>

FCondition 要素は、調整を適用するフィードバックの条件である。Modification 要素は、調整箇所、および調整内容を表す。

Policy の具体例として、2.2 節で取り上げたサービス調整の例に対応する調整ポリシーを XML 形式で以下に示す。

```
<Policy>
  <FCondition>
    <FTarget acId="aclink:50001" />
    <FContent>うるさい</FContent>
  </FCondition>
  <Modification>
    <Part copId="2" />
    <MContent type="replace">0.2</MContent>
  </Modification>
</Policy>
```

FCondition 要素は、この調整ポリシーが、AcLink₁ に対するフィードバック「うるさい」に対して適用されることを表している。Modification 要素は、コンテキスト「OrLink₁ の度合いが 0.5 よりも低い状態」の閾値を 0.2 で置き換えるという調整を表している。ここで、Part 要素の copId 属性は、前述した AcLink₁ の XML 表現における、2 つ目の COperand 要素を示している。

3.2. システムの全体構成

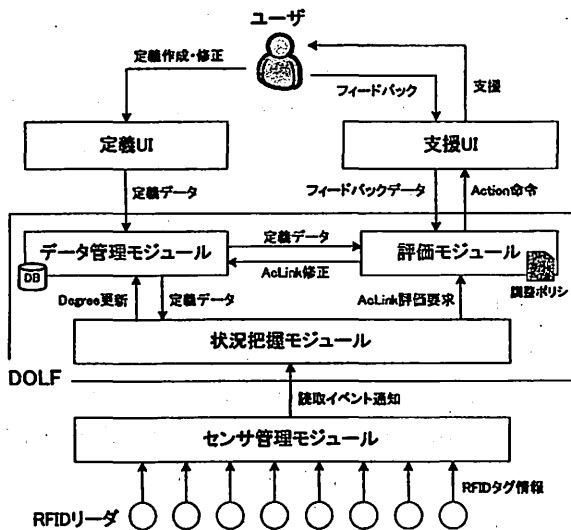


図 3 システムの全体構成

DOLF は、ユーザによって定義される OrLink や AcLink の定義データを保持し、定義に基づいて関係を把握する。そしてサービスを提供するべきかどうかを判断し、サービスを提供する。さらに、ユーザからフィードバックを取得し、それに応じてサービスを調整する。図 3 は DOLF を用いた関係指向型コンテキストウェアサービスシステムの全体構成を表している。

システムは定義 UI、支援 UI、センサ管理モジュール、および DOLF からなる。DOLF は、データ管理モジュール、評価モジュール、状況把握モジュールの 3 つのモジュールからなる。アプリケーション開発者は、具体的なサービスの種類ごとに DOLF に基づいたユーザインタフェース(UI)とセンサ管理モジュール、およびサービス調整ポリシーを用意することで、関係指向型コンテキストウェアサービスを提供できる。

定義 UI は Object, OrLink, Action, AcLink の定義を行うための UI をユーザに提供する。そして、ユーザの入力から、基本的な考え方で述べたアプローチに基づく定義データを生成し、データ管理モジュールに送る。

データ管理モジュールは、定義 UI から受け取った定義データをデータベースに格納し、他のモジュールの要求に応じてデータの提供と修正を行う。

状況把握モジュールは、センサ管理モジュールからのイベント通知や、時間の経過に応じて OrLink の状態を管理する。すなわち、OrLink の EvalTiming (関係の評価タイミング) で指定されるタイミングで Criterion (関係の評価方法) を評価し、Degree の値を更新する。そして、対応する AcLink の評価を、評価モジュールに要求する。評価モジュールは、状況把握モジュールの要求を受けて、AcLink のサービス条件(Condition)を評価する。そして、条件が成り立つ場合に、支援 UI に Action の提供を命令する。

支援 UI は、ユーザに支援を提供すると同時に、ユーザがフィードバックを返すためのインタフェースを提供する。例えば、PC や携帯端末上で情報を提示するような支援の場合、情報を提示するウィンドウ内にいくつかのボタンを用意して、ユーザによるボタンのクリックイベントをフィードバックとして扱うことができる。また、ユーザに電子メールを送信するような支援の場合、ユーザからの返信の内容をフィードバックとして扱うこともできる。ユーザから得られたフィードバックは評価モジュールで解析され、サービスの調整が行われる。

4. 実装

4.1. 実装環境

本稿では、以下に示す構成のPC1台とRFID Readerを用いてDOLFのプロトタイプを実装した.RFID ReaderとPCの接続にはRS232Cケーブルを用いた.

PC : Dell DIMENSION 8400

Microsoft Windows XP Professional SP2

Microsoft .NET Framework Version 2.0

タカヤ株式会社 TR3-SDK-NET2005-COM

RFID Reader : タカヤ株式会社 TR3-D002A

4.2. 実装結果

図4の右側のウィンドウはデータ管理モジュールの実装にあたる.左上は状況把握モジュール,左下はセンサ管理モジュールにあたる.

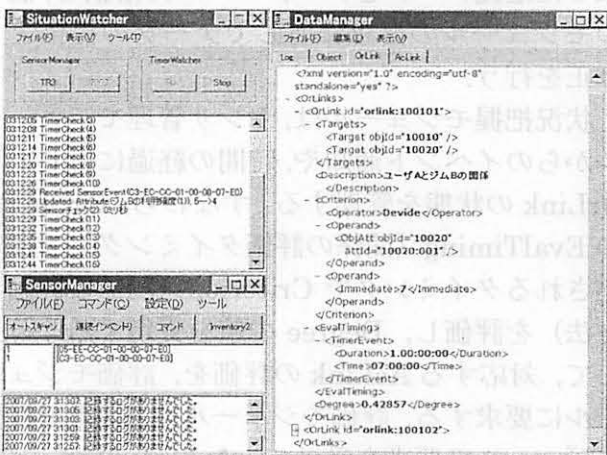


図4 実装結果(1)

図5は定義UIである.ここでは,2.2節で取り上げた OrLink₁と AcLink₁の定義を入力している状態である.

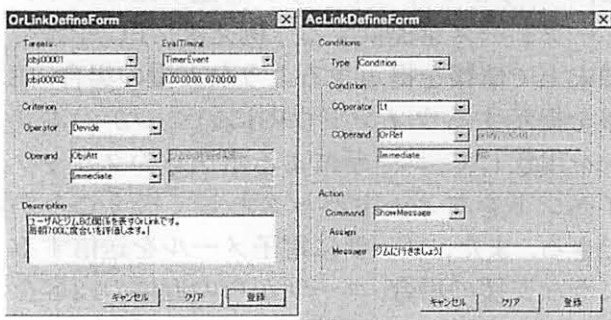


図5 実装結果(2)

図6はメッセージを提示するための支援UIである.ウィンドウの下部にフィードバックを

システムに返すためのボタンを用意した.

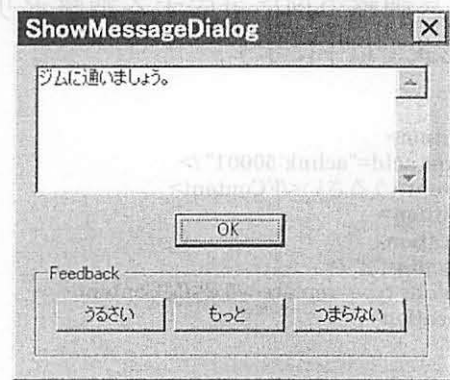


図6 実装結果(3)

5. まとめと今後の課題

本稿では,個体の関係性の度合いに基づいた,関係指向型のコンテキストウェアサービスを提案した.また,サービスの調整が可能な関係指向型コンテキストウェアサービスのフレームワークDOLFを実装した.今後は,同じような性質を持つオブジェクトに対して,ひとまとめに関係を定義できるように,クラスを対象とする関係についても考慮する予定である.さらに,関係の対象となるObjectが3つ以上のケースを扱うための拡張についても考察する予定である.また,ユーザの認証や個体の属性情報の開示制御についても合わせて検討する.

参考文献

- [1] 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,” 情報処理学会研究報告 MBL, Vol.2006, No.14, pp. 55-60, 2006.
- [2] 小川悟史, 北形元, 武田敦志, 白鳥則郎: “社会的関係を活用した第三者に対する柔軟かつ安全なアクセス制御,” 情報処理学会研究報告 DPS, Vol.2007, No.58 pp. 19-24, 2007
- [3] 舟窪恵一, 齋藤規央, 制野孝幸, 程子学: “タグ属性情報の関連性を定義する情報基盤の提案,” 情報処理学会東北支部研究会, 2007.
- [4] 何書勉, 河合由起子, 木俣豊, 田中克己: “アクティブコンテキストを用いたコンテンツ生成,” 電子情報通信学会 第17回データ工学ワークショップ論文集, 5C-i10, 2006