

情報の抽象度変換による状況ごとのサービス提供

Converting Abstract Levels of Information to Provide Situation Conscious Services

渡辺 裕†
Yutaka Watanabe

島川 博光†
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

近年、ユビキタス社会の実現を目指して、環境基盤が急速に整備されている。ユビキタス社会では、コンピュータを意識することなくユーザや環境に合わせたサービスが提供されることが望ましい。このことから、ユーザの行動や周りの状態を検知し、それに合ったサービスを自動で提供しようという試みがなされている。

しかし、ユーザにとって最適なサービスを決定するためには、ユーザのふるまいや周辺の物体の状態など、多くの情報が必要である。本研究ではユーザのふるまいと周辺の物体の状態を合わせて、状況と呼んでいる。センサなどによって得られたすべての情報からユーザが今どのような状況に置かれているか判断するために、システムは多くの情報を処理する必要があり、直接処理するには負荷が大きい。

そこで本研究では、階層構造を用いることにより、ユーザのふるまいや周辺の物体の状態を構成する情報の抽象度を変換する手法を提案する。最適なサービスを自動的に提供するために我々が開発している Tagged World システムにおいてこの手法を適用する方法を述べ、その中でどこでどのように負荷が減ったかを検証する。

2. 過大な情報

ユーザに適切なタイミングで適切なサービスを提供するためには多くの情報が必要となる。例えば、ユーザが外出するときにサービスを提供するには、ユーザの行動を見て外出を判断する必要があるが、単に外出といっても、そのふるまいは持ち物を持ちたり顔を洗ったりと多くの行動を含んでいる。また、外出時に窓が開いていたら閉めるというサービスを提供するには、ユーザ周りのすべての窓の開閉を確かめ、それぞれの窓について開閉の命令を出すといったように多くの情報を処理する必要がある。関連研究[1][2]のように、ユーザのふるまいとサービスに関連する情報を検査しながら適したサービスを提供する試みはなされている。しかし、実際にユーザのふるまいとサービスに関連するすべての情報を直接把握しつつ必要なサービスを選定することはシステムにとって大きな負荷となる。

3. 状況に応じたサービス提供

3.1 Tagged World の構成

Tagged World[3]は、ユーザのふるまいと、ユーザの周りに存在する物体の状態を認識して、ユーザ個人に合ったサービスを提供するシステムである。

このシステムは以下の3つの要素から構成される。

- ユーザのふるまいを認識するポケット・アシスタント

†立命館大学大学院 理工学研究科

ト

- エリアの情報を管理するエリア・コンシェルジュ
- ふるまいとエリアの情報から状況を同定する状況キャッシュ

Tagged Worldにおける状況は、ユーザの存在するエリア内の物体の状態とユーザのふるまいによって、次のように定義される。

$$(e, s(O_1), \dots, s(O_k), \sigma(H_m))$$

ここで e はある物理的なエリア、 $s(O_i)$ は e 内に存在する物体 O_i の状態、 $\sigma(H_m)$ は e 内に存在する人 H_m のふるまいを指す。

人のふるまいを認識するため、身の周りのあらゆる物体に RFID タグを貼り、ユーザは RFID リーダを付けた小型計算機を身につけ生活する。一方、ユーザの周りの家電製品やドアなどにはセンサが取り付けられており、テレビの電源やドアの開閉などの物体の状態が監視されている。Tagged Worldでは、RFID リーダやセンサからの情報から判断される状況を ECA ルールと照合することにより、最適なサービスが決定される。

3.3 ポケット・アシスタント

ポケット・アシスタントは、ユーザのふるまいを行動パターンに基づき認識する部分である[4]。この行動パターンは階層構造で記述されている。RFID リーダから得られた接触物の情報であるアクト、それを短期間における行動にまとめたアクション、それをさらにまとめて「外出する」のように長期間の、サービスを受ける対象になる行動にまで抽象度を上げたふるまいという層に分かれている。ふるまいのレベルで状況キャッシュに通知することで、より少ない重要な情報だけを扱うことができる。

3.4 エリア・コンシェルジュ

エリア・コンシェルジュは、エリアを管理する部分である。ユーザの周囲のセンサやアクチュエータを用い、センシングを行なってその結果を状況キャッシュに渡し、逆に状況キャッシュから渡されるサービスを実行する命令に従ってアクチュエータに指示を出す。エリア・コンシェルジュは、ユーザの周りのエリアの状態を階層構造によって管理する。

階層構造による情報管理を図1に示す。まず物体に設置されたセンサから、寝室の窓が閉まっているといった、エリア内の具体的な情報が複数得られる。それをここでは具体的状態(Concrete Condition, CC)と呼ぶ。CCを「すべての」「ある」といった記号でまとめて、「すべての窓が閉まっている」というような小さなグループに抽象化する。ここではGCC(Group of CC)と呼ぶ。GCCを論理積や論理和でまとめ、「すべての窓が閉まっている、かつすべての扉が閉まっている」というようにさらに抽象化したものがSGCC(Super Group of CC)である。SGCCは、

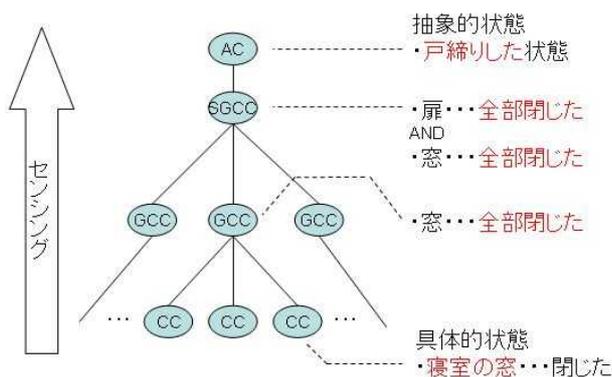


図1：物体状態の抽象化

「戸締りがされている」といった最も抽象的な状態である AC(Abstract Condition)と1対1で対応する。

この方法で情報を管理することで、センサなどから得られる大量の具体的情報をすべて扱わなくても、正しいユーザの状況を ECA ルールを用いて判断するのに十分な小さな情報を状況キャッシュに渡すことができる。

センシングの方法について説明を行なったが、同様の方法を用い、階層構造を逆に抽象度を下げる方向にたどることでサービスの実行も行なう。センシングのときと同様に、CS(Concrete Service), GCS(Group of CS), SGCS(Super Group of CS), AS(Abstract Service)を用い、戸締りをするという AS から寝室の窓を閉める、などの複数の CS に変換しアクチュエータに命令する。

3.5 抽象化された情報の XML 表現

エリア・コンシェルジュは、センサから状態を得るとき、CC, GCC, SGCC, AC の階層を抽象度の低いものから高いものへとたどり、アクチュエータに状態を設定させるときには、AS, SGCS, GCS, CS の順に抽象度を高いものから低いものへとたどる。エリア・コンシェルジュはこの 4 つの抽象度レベルの関係を、XML によって表現する。

3.6 状況キャッシュ

状況キャッシュは、ポケット・アシスタントとエリア・コンシェルジュの間の協調を取る部分であり、その二者から情報を受け取り、状況を判断し、提供するサービスを決定する部分である。

ポケット・アシスタントからはユーザのふるまいの情報、エリア・コンシェルジュからはエリア内の物体の状態が状況キャッシュに送られてくる。状況キャッシュは内部に状況・サービス対応表を持っており、あるふるまいを検知したときにエリア内の物体がどういった状態である必要があるかという対応情報を持っている。必要とされる抽象化されたデータがキャッシュに存在するかをデータ有効性管理機能が検査し、無い場合は状況検査機能がセンサに CC を問い合わせ AC を計算する。

状況キャッシュは、ふるまいを検知された時点での最新のエリアの状態を把握しておく必要があるため、内部にリング・キャッシュを保持し、ふるまいの情報を得たときやエリア内の物体の状態の情報を得たときに、それを記録する。

4. 評価

4.1 調べるべき状態の数

ユーザのふるまいとして外出と就寝を想定する。例えばユーザが外出するときは、「照明が消えている」「玄関以外の戸締りがされている」「火の元が消えている」「家電の電源が消えている」の 4 つの抽象的状态を調べる。いずれかが満たされていない状況のときは、それを満たすようにサービスを提供するものとする。

この環境の中で、調べるべき CC (具体的状態) の数は表 1 のように 31 であるが、抽象的状态は 4 で、状況を判断する状況キャッシュにかかる負荷は 7.75 分の 1 となる。

表1：調べるべき CC の数

	照明	戸締り	火の元	家電	合計
外出	3	5	10	13	31
就寝	2	6	10	13	31

4.3 状況判断にかかる時間

データ有効性管理に用いる時間と状況検査時間を比較することで、具体的状態を処理する時間と抽象的状态を処理する時間を比較することができる。ここでは、6 人の被験者に対し上記のシナリオにそって実験を行なってもらい、データ有効性管理機能と状況検査機能の使用時間を計測したところ平均で前者は 0.231 秒、後者は 1.083 秒であった。

抽象的状态を扱うのに比べ、具体的状態を扱うのに要する時間はおよそ 5 倍かかる。

5. おわりに

本論文では、階層構造を用いて情報の抽象レベルを変換する手法を提案した。Tagged World システムを用いた本手法の検証実験において、具体的な情報を処理する場合に対して、抽象的状态を処理する場合は、調べるべき状態の数が 13% に減り、状況判断にかかる時間はおよそ 5 分の 1 に短縮できることが確かめられた。

今後、提案手法で表現しきれない抽象的状态や抽象的サービスの表現方法を検討する。

参考文献

- [1] 森川大輔, 本庄勝, 山口明, 大橋正良, ユーザ状況活用型サービス提供方式に関する一検討, 2003 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-7-39, p.220
- [2] 森川大輔, 本庄勝, 山口明, 大橋正良, ユーザ状況に基づいた情報体系化とその利用に関する一検討, 情報処理学会研究報告, 2003-MBL-26, pp.69-74
- [3] Hiroyuki Yamahara, Hideyuki Takada, Hiromitsu Shimakawa, An Individual Behavioral Pattern to Provide Ubiquitous Service in Intelligent Space, WSEAS Transactions on Systems, issue 3, Vol.6, pp.562-569, March, 2007
- [4] 楓仁志, 山原裕之, 野口豊司, 島田幸廣, 島川博光, 接触物体から個人の行動を認識するための確率的手法, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, pp.1479-1490, 2007