

## 利用ログに基づくコンテキスト生成システム

中津 寿秀<sup>†1</sup> 奥村 勝<sup>†2</sup>

我々は、様々なログ情報やコンテキスト情報を入力として ECA ルールに基づきユーザの状態やシステムの状況を推定するコンテキスト生成システムを開発している。本システムは、異なるシステムから得られる様々なログ情報やコンテキスト情報を相互に連携させる組み合わせ判定手法や外部化したルールに基づいてコンテキストを推定する。本稿では、コンテキスト生成処理に用いている組み合わせ判定手法や ECA ルールについて述べ、コンテキスト生成システムの概要を示す。さらに、学内の各種情報システムから得られる利用ログを用いた適用事例を紹介し、異なるシステムの利用ログ情報からコンテキストを生成する手法を示すことで本システムの有効性を示す。

### The context generation system based on user logs

TOSHIHIDE NAKATSU<sup>†1</sup> and MASARU OKUMURA<sup>†2</sup>

We are developing a context generation system based on ECA rules. We can input various logs and contexts to this system. In addition, the system estimate state of user and status of system. The system can estimate contexts based on the external defined rules and the combined determination technique with various logs and contexts. This paper describes the combined determination technique, ECA rules and outline of the context generation system. In addition, we introduce a case study by using user logs obtained from information system in Fukuoka University. Finally, we describe the context estimation method by using various user logs. As the result, we show availability of the context generation system.

<sup>†1</sup> 福岡大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Fukuoka University

<sup>†2</sup> 福岡大学総合情報処理センター

Information Technology Center, Fukuoka University

### 1. はじめに

近年、情報処理システムの発展に伴い、電子システムや情報サービスから様々なシステムのログが得られるようになってきた。電車やバスなどの IC カード、大学や職場での出席・出勤管理に利用される IC カードによる利用ログをはじめ、センサーによる加速度・照度・温度・GPS などのセンサー情報などである。今日では、高速無線通信やコンピュータの小型化によってユビキタス環境が整備されてきた背景もあり、コンテキストアウェアコンピューティングに対する注目が高まっている<sup>1)</sup>。コンテキスト (context) とは、人、場所、モノの状況を特定できる情報であり、Dey らは、「実体の状況を特徴付けるために用いられる情報である」と定義している<sup>2)</sup>。コンテキストアウェア・コンピューティングとは、環境や状況といったユーザを取り巻く情報をコンテキストとし、そのコンテキストに気づく (アウェアする) ことで、ユーザが目的としているタスクに最適な情報サービスを提供するための情報サービス概念のことである。

そのようなコンテキストアウェアを応用した代表的なサービスには、株式会社 NTT ドコモの i コンシェルサービスがある。i コンシェルとは、サービスを利用している人の住まいのエリアやオート GPS 機能により取得された位置情報などを基に、ユーザの今いる場所や時間に合わせて生活に役立つ情報を待ち受け画面上のキャラクターが知らせてくれるサービスである。しかし、このようなサービスでは GPS から取得した位置情報のみが考慮される場合が多く、ユーザの状況を詳細に高精度に推定することは難しい。

そこで本研究では、複数のログを横断的に収集・解析することで、個体の状態・状況の推定や集団の傾向を推定するコンテキストの生成に向けて検討を行ってきた。これまでの我々の取り組み<sup>3)</sup>では、XML 化された大学内の各種情報システムの利用ログからコンテキストを生成するために、生成処理関数やコンテキストを生成 (推定) するためのルール記述 (コンテキスト生成ルール) についての提案を行い、試作システムを用いて評価を行った。試作システムでは、ルール記述に基づいてコンテキストを生成できたが、ルールそのものがシステムに直接組み込まれた形態となっていた。そのため、複数のログ情報や生成されたコンテキスト情報を組み合わせてより抽象度の高いコンテキスト情報を生成することが難しく、汎用性が高いとは言えなかった。

本研究では、これらの課題を解決するためにコンテキストの生成ルールとして ECA ルールという概念を応用し、ルールを外部化したコンテキスト生成システムを開発した。それにより、さまざまなログ情報やコンテキスト情報を関連付けて新たなコンテキストを推定する

ことが可能となった<sup>4)</sup>。本システムでは、組み合わせ判定手法<sup>5)</sup>に着目し、その組み合わせのルール記述にECAルールを用いることで、複数のログ情報やコンテキスト情報を相互に連携させ、個体の状態・状況の推定を行なっている。さらに本手法を用いると、推定された個体のコンテキストの集合から集団的傾向や集団の特徴を推定することも可能になると考える。

本稿では、2章で本研究で用いている組み合わせ判定手法やそのルール記述に用いているECAルールについて示す。3.2節ではECAルールの具体的な記述方法を例を示すことで解説する。さらに、組み合わせ判定手法やECAルールを基に開発したコンテキスト生成システムについての概要を示す。3章では、2章で示した内容を基に学内の各種情報システムの利用ログを活用した適用事例を紹介し、異なるシステムのログ情報から個体の状態・状況を推定するコンテキストやそれらを集めた集合から集団的傾向を推定するコンテキストを生成する手法を示す。4章では、3章での適用事例を踏まえての考察を行い、本研究で開発したコンテキスト生成システムの応用可能性や有効性を示す。

## 2. 利用ログに基づくコンテキスト生成システム

本研究では、複数のログ情報やセンサー情報を基に生成されたコンテキスト情報を組み合わせることで、抽象度の高いコンテキストを推定することを目的としている。それを実現するための手法として、組み合わせ判定手法を活用し、組み合わせのためのルール記述にECAルールを適用している。以下、2.1、2.2節で詳しく述べる。さらに、それらを適用したコンテキスト生成システムの構成を2.3節に述べる。

### 2.1 組み合わせ判定手法

組み合わせ判定とは、単数あるいは複数の基本 X-Aware 情報の組み合わせによって X-Aware を判定するという手法である<sup>5)</sup>。つまり、コンテキスト AB というものが存在した場合、それはコンテキスト A とコンテキスト B の組み合わせから生成されたものであるという考え方に基づいている。組み合わせ判定のイメージ図は図1のようになる。

本手法を用いることで、ログ情報やセンサー情報などの抽象度の低い情報から個体の状態・状況などの抽象度の高い情報を推定することができる。本研究では、ログ情報やセンサー情報から生成された「ユーザが～にログインした」「加速度情報は～である」といった基本 X-Aware (1次コンテキスト) 情報を抽象度が低いと定義している。さらに、そのような抽象度の低いログ情報やコンテキスト情報における特徴などを抽出した複数の情報を組み合わせ、新たな意味を持たせる(状態・状況を推定する)ことを抽象度を上げると定義

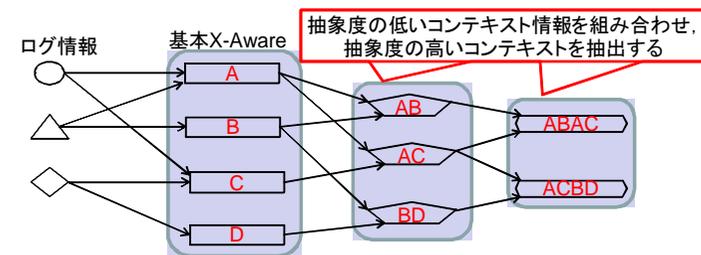


図1 組み合わせ判定手法

している。

本手法では異なるシステムのログ情報を用いることができるため、個体の状態・状況を複数のコンテキストを組み合わせることにより推定することができる。このような組み合わせ判定手法は状態遷移と考えることができるため、本手法によりコンテキストを生成するためには、ルールを設定する必要がある。本研究では、その組み合わせのルール表記にECAルールの概念を用いる。

### 2.2 ECAルール

ECAルールとは、アクティブデータベースにおいて自動的に実行する処理を定義するためのルール定義であり、ルールの実行のトリガとなるEvent、ルールが実行された際に確認される条件Condition、条件を満たした際に実行する処理Actionからなる。本研究では、コンテキスト生成にECAルールを以下の形式で応用する。

- Event  
ログの種類 OR コンテキストの種類
- Condition  
条件 (ルール)
- Action  
新たに生成されるコンテキスト

また、ECAルールは図2のようにEventを現状態、Conditionを入力、Actionを次状態として状態遷移表としての役割を果たすことができる。そのため、ECAルールの概念を利用すれば組み合わせ判定を実現することができる。考える。

ECAルールの例として、以下のように表現することができる。

- Event

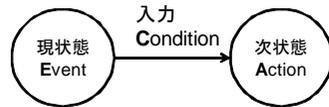


図2 状態遷移とコンテキスト生成ルールの関係

研究室に近づいた

- Condition  
研究室に誰もいない
- Action  
空調を自動的に ON にする

上記は、GPS とセンサーを活用したルールの例であるが、このように ECA ルールを用いることで、様々なログ情報を活用して環境監視を行なうこともできる。

以上のことから、コンテキスト生成システムにおけるコンテキスト生成ルールを ECA ルールとしてデータベース (DB) のテーブルで表現した。ECA ルールでは、コンテキストを識別するために ID を用いる。例として、大学内の PC システムから得られる利用ログを用いてコンテキストを生成する際の ECA ルールの記述例を表 1 に示す。

表 1 ECA ルールテーブルとその例

Event ID	Condition		Action					
	真偽値	条件	ID	ID	種類	ID	Target	State
XW	true	OR	XM		個体	XPC	場所	授業中です

Event の ID は、イベントのトリガとなるコンテキスト ID を表わす。Condition は、状態が存在するかを true や false で表わす真偽値と 2 つのコンテキスト ID が共に真なのかどちらかが真でいいのかなどを AND や OR で表わす条件、条件に用いられる 2 つのコンテキスト ID の計 4 つのカラムで表わす。Action は、新たに生成するコンテキストが個体コンテキストなのか集団コンテキストなのかを表わす Category, コンテキスト ID, コンテキストの主格を表わす Target, 状態を表わす State の計 4 つのカラムで表わす。

表 1 で示した ECA ルールは以下のように動作する。

- (1) XW(Windows にログインした) というイベントを検知
- (2) XM(10 分以内にある一定以上のユーザが Windows に

- ログインした) コンテキストが存在するか検索
- (3) 上記が true であれば、主格が場所 (PC 教室) で「授業中です」を意味する個体コンテキスト XPC を生成する

上記の結果より、例えば、主格となる場所が PC 教室 A であれば、「PC 教室 A は授業中です」といったコンテキストが生成 (推定) されることになる。

本稿では、具体的なルール処理方式に関しては説明を省略する。

### 2.3 コンテキスト生成システム

本研究では、2.1, 2.2 節で示した組み合わせ判定手法や ECA ルールに基づくコンテキスト生成システムを開発した。コンテキスト生成システムの構造を示した概要は、図 3 のようになる。

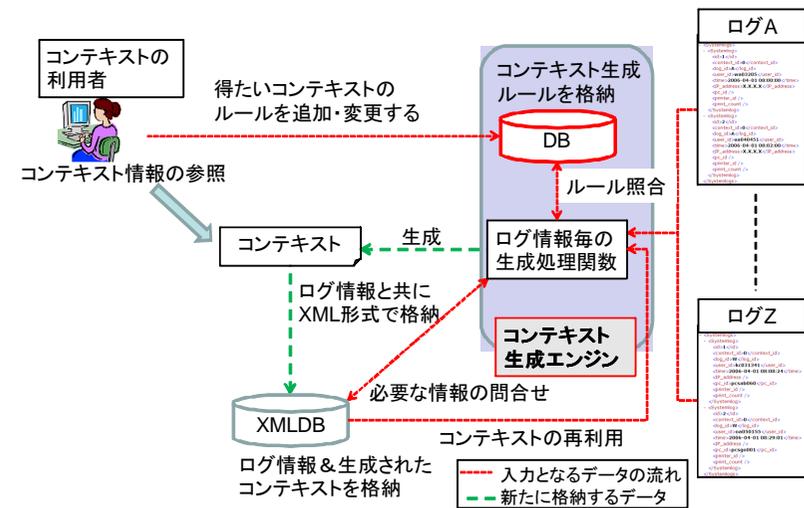


図3 コンテキスト生成システムの概要

XML 化されたログが定期的にコンテキスト生成エンジンに入力される。コンテキスト生成エンジンは、コンテキストの利用者によりあらかじめ登録されている ECA ルール (コンテキスト生成ルール) に基づきコンテキスト生成処理を行う。生成されたコンテキストは

XML 化されて、XML データベース (XMLDB) へ登録されると共に、再利用されて次のコンテキスト生成のための入力となる。このように、生成されたコンテキスト情報を再利用することでより抽象度の高いコンテキストを推定できるような仕組みとした。また、コンテキストの利用者は、得たいコンテキストのコンテキスト生成ルールをアプリケーションにより追加・変更することができると共に、生成されたコンテキスト情報を参照することもできる。

### 3. 利用ログの適用事例

本研究で開発したコンテキスト生成システムの機能を検証するために、適用事例として学内の各種情報システムの利用ログを用いた。本章で適用した利用ログは、Windows, Linux, 大学ポータル, Web メールログインログ, プリンタの利用ログであり、設定したルールに基づいて正しくコンテキストを推定できを確認した。3.1 節では、利用ログから個体の状態や状況を推定できることを確認し、3.2 節では、3.1 節で推定した個体のコンテキストを集めた集合から集団的傾向を推定するための手法を述べる。

#### 3.1 個体の状態・状況の推定

この節では、個体の状態・状況の推定に焦点をあてる。実際に用いた利用ログは、図 4, 5 に示すような CSV 形式となっており、ログの種類によって形式が異なる。また、ログに用いている学籍番号の ID は、個人情報の関係で変換したものを用いている。ここでは、それらの利用ログを XML 化したものをコンテキスト生成システムへの入力とし、適用した ECA ルールに基づいて正しくコンテキストが生成されることを確認した。

取得したセンサログに対し ECA ルールを適用し組み合わせ判定によるコンテキスト生成を行うため、生成される各コンテキストに対し、ID を割り当てた。その一覧は、表 2 のようになる。また、コンテキストの遷移と組み合わせ判定のイメージは図 6 のようになる。

##### 3.1.1 適用する ECA ルール

図 6 のコンテキスト生成を実現するために、表 3 のように ECA ルールを設定した。

EventID の「A」は Web メールログインログ、「F」は大学ポータルのログインログ、「L」は Linux のログインログ、「P」はプリンタの利用ログ、「W」は Windows のログインログであることを表わしている。Action 部分に記述のないルールは、あらかじめ組み込まれた関数により、Condition の条件 ID に記述した ID に対応するコンテキストが生成されることを示す。あらかじめ組み込まれた関数により、Condition の条件 ID に記述した ID に対応するコンテキストが生成されることを示す。その他の場合は Event のコンテキスト ID をトリガにして、条件を満たせば Action に対応するコンテキストを生成する。

```
-----Windows-----
2006-04-27,10:32:05,pcslc003,za040277
2006-04-27,10:34:05,pcslf047,za060338
2006-04-27,10:34:47,pcs1p086,ua050199
2006-04-27,10:34:49,pcsa054,zb042204
2006-04-27,10:34:53,pcs1p059,ua050502
2006-04-27,10:34:59,pcs1p018,ua050004
2006-04-27,10:35:04,pcslc013,wc062069
2006-04-27,10:35:10,pcslc060,wc062070
2006-04-27,10:35:10,pcslf027,za060154
2006-04-27,10:35:15,pcs1p043,ua050220
2006-04-27,10:35:17,pcsa033,zb042054
2006-04-27,10:35:18,pcs1p063,ua052249
2006-04-27,10:35:19,pcs1p019,ua050001
2006-04-27,10:35:19,pcsp035,ya060072
2006-04-27,10:35:22,pcsab044,wb061109
2006-04-27,10:35:38,pcs1p061,ua052030
2006-04-27,10:35:53,pcslf015,za060169
2006-04-27,10:36:18,pcsa060,ua050492
2006-04-27,10:36:21,pcs1p082,ua050048
2006-04-27,10:36:25,pcs1p069,ua050467
-----Webメール-----
2006-04-27,10:35:22,220.111.181.65,yd050024
2006-04-27,10:35:54,133.100.250.72,zb032076
2006-04-27,10:36:27,192.168.200.1,za060338
-----大学ポータル-----
2006-04-27,10:34:44,ua030449,192.168.200.1
2006-04-27,10:36:16,wc062069,192.168.200.1
2006-04-27,10:36:19,zb042209,192.168.200.1
-----Linux-----
kc051296,2006-04-27,10:34:47,pcs1p048
kc051353,2006-04-27,10:35:39,pcstp073
-----Printer-----
za040277,prtlc003,2006-04-27,10:33,2
ka000094,prtt001,2006-04-27,10:34,24
```

図 5 利用ログ (2)

図 4 利用ログ (1)

表 2 生成されるコンテキスト ID 一覧表

Context_ID	コンテキストの内容
XA	Web メールにログインした (学内 or 学外)
XF	大学ポータルにログインした (学内 or 学外)
XL	学内 PC の Linux にログインした
XW	学内 PC の Windows にログインした
XP	プリンタを利用した
XSA	学内 PC から Web メールを利用している
XSF	学内 PC から大学ポータルを利用している
XSP	学内 PC にログインしプリンタを利用している
XOP	プリンタのみを利用している
XPC	授業中である
XDW or XDL	過去のある一定期間内に Windows or Linux ログインした
XM	同一教室で過去のある一定期間内に～人以上がログインした

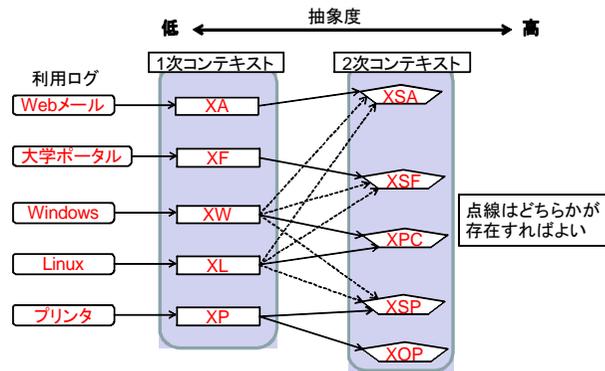


図 6 コンテキストの組み合わせイメージ

表 3 設定した ECA ルール

Event ID	Condition		Action					
	真偽値	条件	ID	ID	種類	ID	Target	State
A	true	OR	XA					
F	true	OR	XF					
L	true	OR	XL					
P	true	OR	XP					
W	true	OR	XW					
XA	true	OR	XDW	XDL	個体	XSA	ユーザ	Web メールを利用している
XF	true	OR	XDW	XDL	個体	XSF	ユーザ	大学ポータルを利用している
XL	true	OR	XM		個体	XPC	場所	授業中である
XP	true	OR	XDW	XDL	個体	XSP	ユーザ	PC にログインしプリンタを利用している
XP	false	AND	XDW	XDL	個体	XOP	ユーザ	プリンタのみを利用している
XW	true	OR	XM		個体	XPC	場所	授業中である

### 3.1.2 適用結果

処理結果の一部は図 7 のようになった。

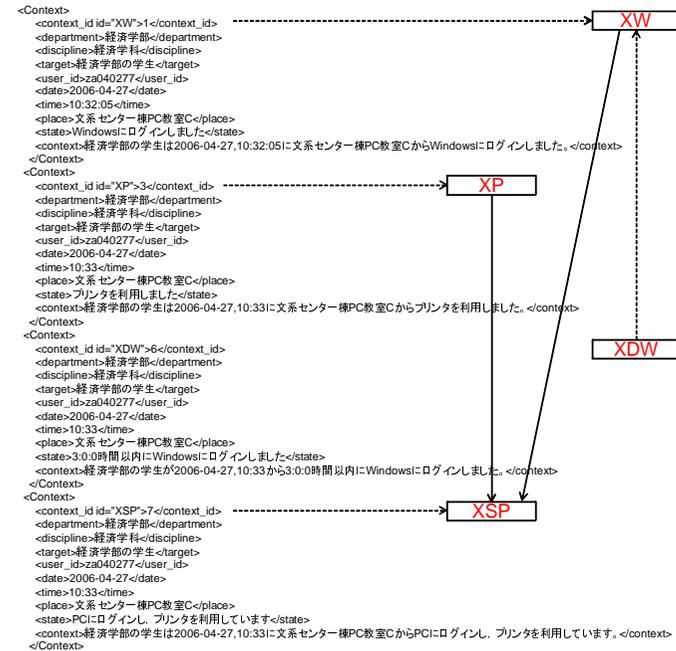


図 7 生成されたコンテキストの一部

プリンタの利用ログを処理した際に、「プリンタを利用しました (XP)」コンテキストが生成される。このとき、表 3 の ECA ルールが適用され、同じユーザが過去 3 時間以内に Windows または Linux にログインしているかどうかを検索する。ここでは、過去 3 時間以内に「Windows を利用しました (XW)」コンテキストが生成されていることが確認されるため、「3 時間以内に Windows にログインしました (XDW)」コンテキストが生成され、「XW」と「XP」の組み合わせから「PC にログインしプリンタを利用しています (XSP)」といった個体コンテキストが生成されていることが確認できる。他のコンテキストも同様に ECA ルールに基づき生成されることを確認することができた。

### 3.2 集団的傾向の推定

3.1 節で推定した個体の状態・状況を集めた集合から集団的傾向を推定するための手法について述べる。ここでは、3.1 節の ECA ルールから推定された「学内 PC から Web メールを利用している (XSA)」を集めた集合を考える。その集合におけるユーザの属性情報から割合の高い学部を求め、「～学部は学内 PC から Web メールをよく利用する傾向にある (XTRSA)」といった集団的傾向を推定する。コンテキストの組み合わせイメージは、図 8 のようになる。

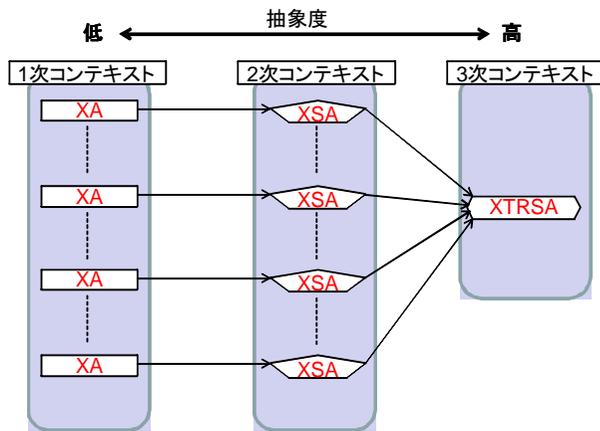


図 8 集団的傾向の組み合わせイメージ

ある一定期間の「XSA」コンテキストから集合を構成し、その集合から集団的傾向を求めることで「XTRSA」コンテキストを推定する。

図 8 のような組み合わせを行なうために、表 4 のように ECA ルールを設定した。

表 4 設定した ECA ルール

Event	Condition			Action					
	ID	真偽値	条件	ID	ID	種類	ID	Target	State
XSA	true	OR	XTSA		集団	XTRSA	その他	Web メールをよく利用する傾向にある	

ここで「XTSA」は、過去の 1 日の期間における「XSA」の集合を構成し、その集合におけるユーザの属性情報から割合が高い学部情報を求める。さらに、1 度処理を行なうと 1 日経過するまでは処理を行なわない。すなわち、処理した結果「false」を返すように設定することで、一日間隔で定期的に傾向を求めるようにしている。

表 4 の ECA ルールは以下のように動作する。

- (1) XSA(学内 PC から Web メールを利用した) というイベントを検知
- (2) XTSA(過去の 1 日における割合が高い学部情報) を求める
- (3) 上記の結果を基に、「～学部は Web メールをよく利用する傾向にある」を意味する集団コンテキスト XTRSA を生成する

上記の結果より、割合が高い学部情報が理学部であれば、「理学部の学生は学内 PC から Web メールをよく利用する傾向にある」といったコンテキストが推定されることになる。

### 4. おわりに

本稿では、2 章で本研究で用いている組み合わせ判定手法や ECA ルールについて示し、3 章で学内の各種情報システムの利用ログを活用した適用事例を紹介した。適用事例では、様々なログ情報やコンテキスト情報を横断的に解析して個体の状態・状況の推定を行なうことができることを確認すると共に、それらを集めた集合から集団的傾向を推定するための手法について示した。

本稿で示したコンテキスト生成システムでは、様々なログ情報を組み合わせることにより個体の状態・状況を推定するコンテキストを生成することが可能であることを確認している<sup>4)6)</sup>。本システムの応用可能性として、GPS による位置情報やセンサーデバイスを活用することで、部屋から離れているときに部屋のドアが開閉したことを検知するとアラートを出すような防犯システムなどが考えられる。また、本稿の 3.2 節で示したように、ECA ルールによる組み合わせ判定を利用することで集団的傾向を推定することが可能であると考える。

以上のように、本研究で開発したコンテキスト生成システムでは、様々なログ情報やコンテキスト情報から個体の状態・状況を推定できると共にそれらを集めた集合から集団的傾向や特徴を推定できる点において有効性が高いといえる。

### 参 考 文 献

- 1) 中村竜也, 山田大輔, 中尾太郎, ” コンテキストウェアコンピューティングとコンテキストの定式化 ”, 人工知能学会研究会, 第7回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A402-03, 2004
- 2) Dey, A. K. and Abowd, G. D., ” Toward a Better Understanding of Context and Context-Awareness ”, Proc. of the CHI2000 Workshop on The What, Who, Where, and How of Context-Awareness, vol.4, pp.304-307, 2000.
- 3) 中津寿秀, 奥村勝, ” 利用ログに基づくコンテキスト生成に関する検討 ”, Proc.of DICOMO2010, pp. 533-539, 2010
- 4) 中津寿秀, 奥村勝, ” ECA ルールに基づくコンテキスト生成システムの提案 ”, Proc.of DEIM2011, B9-5, 2011
- 5) 篠原昌子, 松倉隆一, 角田潤, 矢野愛, ” 様々なコンテキストを統一的に利用できるコンテキスト管理プラットフォームの開発 ”, Proc.of DICOMO2010, 8F-3, 2010
- 6) 中津寿秀, 奥村勝, ” センサデバイスを活用した状態推定手法に関する提案 ”, Proc.of 火の国情報シンポジウム 2011, 2011