

# モバイルコンピューティング環境における ユーザ情報の動的計量による能動型情報配信方式

森 薫<sup>†</sup> 倉林 修一<sup>††</sup> 石橋 直樹<sup>††</sup> 清木 康<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学 環境情報学部

<sup>††</sup> 慶應義塾大学 政策・メディア研究科

E-mail: †{t01944km,kurabaya,naoki,kiyoki}@sfc.keio.ac.jp

あらまし 本稿では、広域ネットワークに接続された異種データベース群を情報源として、モバイルコンピューティング環境上のユーザへ能動的に情報を配信するシステムの実現方式を提案する。本システムは、時間的、空間的に変化するユーザの状況および意図を獲得する機能を有し、それらと関連の強いデータ群をマルチデータベースから抽出し、発信する機能群を実現する。本稿では、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムをプラットフォームとして本方式を実現する実験システムの構成を示し、ユーザの状況・意図とデータ群との関連性を動的に計量し、モバイルコンピューティング環境のユーザに能動的に情報を配信する実験環境を示す。ここでは、応用例として鉄道利用シーンにおいて利用可能なデータベース群を対象とした実験結果を示し、本システムの実現可能性について検証を行なう。  
キーワード 異種 DB, アクティブ DB, ユビキタスコンピューティング, 情報統合, パーソナライゼーション

## An Active Information Delivery Method with Dynamic Computation of Users' Information in Mobile Computing Environments

Kaoru MORI<sup>†</sup>, Shuichi KURABAYASHI<sup>††</sup>, Naoki ISHIBASHI<sup>††</sup>, and Yasushi KIYOKI<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Environmental Information, Keio University

<sup>††</sup> Graduate School of Media and Governance, Keio University

E-mail: †{t01944km,kurabaya,naoki,kiyoki}@sfc.keio.ac.jp

**Abstract** In this paper, we present an active information delivery method with dynamic computation of users' information in mobile computing environments. This method realizes functions to retrieve information according to the situation and the intention that spatially and temporally changes, by computing correlations between the situation, the intention and local data sets. This paper shows implementation of an experimental system by introducing the meta-level active multidatabase system to the platform in a mobile computing environment. The experimental results are also shown to verify feasibility in an application of a railway scene.

**Key words** Heterogeneous DB, Active DB, Ubiquitous Computing, Information Integration, Personalization

### 1. はじめに

モバイル情報端末、無線系ネットワーク、デジタル衛星放送などの新しい情報機器、インフラストラクチャの普及、および、広域ネットワーク上における WWW を中心としたコンテンツの拡大は、我々の社会における情報供給・情報獲得の環境を劇的に変化させており、それらのコンテンツを共有・検索・統合するデータベース技術・知識ベース技術は、情報化社会を支える最も主要な情報システムの一つとして大変重要になっている。

しかしながら、広域ネットワーク上のデータベース群は、それぞれが独立に構築・管理・運営されており、ネットワークを介

した相互利用を前提としていないものがほとんどである。それら膨大な異種データベース間統合の実現が、重要な課題となっており [2]、異種データベース群を時空間的関連性を計量し統合する方式 [6] [7] [8] [9]、異種データベース群を対象とした能動的な情報配信方式 [10] [11] [12] 等が提案されている。

また、モバイルコンピューティング環境を対象とした能動的な情報配信として、単一データベース環境においてユーザの置かれている時間的・空間的状況と嗜好に応じた情報配信方式 [4]、数量的に有限性を有する情報 (SpaceTag) の時間的・空間的状況に応じた情報配信方式 [16]、鉄道利用シーンにおける改札の入退出に応じた情報配信方式 [14]、空間的に近隣に存在するユーザの有する携

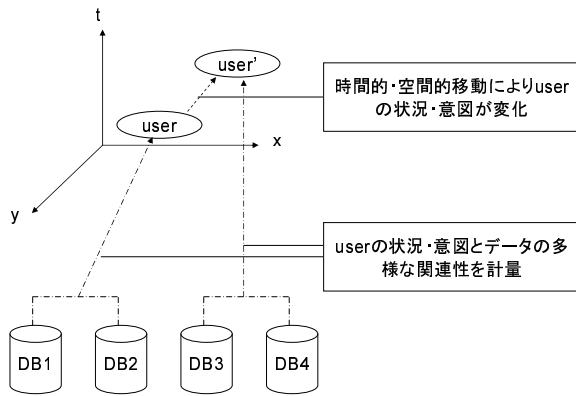


図1 ユーザの状況・意図の応じた情報配信

帯電話間のコンテンツ交換方式 [5] 等が提案されている。

ユーザが時空間的に移動するモバイルコンピューティング環境において、ユーザの状況や意図に応じた適切な情報の提供を目的とし、多数の異種データベース群の検索、連結、および、マルチデータベース環境における能動的情報配信を実現するためには、ユーザの状況や意図と、対象となるデータベース群のデータとの間の関連性計量群を実現し、状況・意図の変化に応じた適切な情報を提供する機構を実現することが本質的である [6] [7] [8] [9]。モバイルコンピューティング環境においては、ユーザの状況、および、意図（興味）が時空間的に変化するため、恒常的にユーザが有する静的な状況、興味に加えて、時空間的に変化する状況、興味に応じた異種データベース間連結、および、情報配信が期待される。

図1は、モバイルコンピューティング環境上のユーザに対して、異種情報源を連結し、情報配信を行う過程を示す。モバイルコンピューティング環境上において、ユーザが時空間的に移動することで、ユーザの状況・意図が推移し、データベース連結/検索に対する要求が変化し、結合対象のデータベース群が変化する過程を示す。

本稿では、モバイルコンピューティング環境を対象とし、ユーザ情報の動的計量、および、ユーザ情報と情報源の間の関連性計量により、ユーザ状況依存の能動型情報配信を実現する方式を提案する。提案方式では、ユーザに関する情報、および、異種ローカルデータベース群の有するデータ集合を、メタレベルシステム [9] へ写像し、両者の関連性をメタレベルシステム内において計量することにより、モバイルコンピューティング環境におけるユーザ情報の動的計量による能動型情報配信を実現する。

本能動型情報配信方式の特徴は、すでに提案しているメタレベル・アクティブマルチデータベースシステム [12] をプラットフォームとし、受動的なデータベース群にあるコンテンツ群の情報発信を、メタレベルシステムに実現したアクティブデータベース機構によって実現する点にある。

本稿において提案するユーザの状況・意図に応じたデータベース間結合の実現を示す。

メタレベル・アクティブマルチデータベースシステム [12] の特徴は次の3要素である。第一に、既存の受動的データベー

スシステムをアクティブデータベースとして利用することを可能とし、ローカルデータベースシステムのアクティブ化を最適化する。第二に、データベース管理機構によって管理されていないデータ群を、既存ローカルデータベースシステムとして利用可能にする。これにより、XML, WWW 上のドキュメント, GPS レシーバ, モバイル端末上に格納されているデータ群が、ローカルデータベースシステムとして利用可能となる。第三に、ユーザからの問い合わせに応じて、接続するローカルデータベースを動的に選択することにより、ローカルデータベースシステム群を動的に連結する。

アクティブデータベース機構とデータベースの統合機能の両方をメタレベルシステム上で実現することで、ユーザの状況・意図と、異種データベース群からメタレベルシステムに写像されたデータ群との関連性を、動的に計量することが容易となる。

提案方式の実験環境として、モバイルコンピューティング環境のユーザに能動的に情報を配信する実験システムを示す。ここでは、応用例として鉄道利用シーンにおいて利用可能なデータベース群を対象とした実験結果を示し、本システムの実現可能性について検証を行なう。

本方式では、モバイルコンピューティング環境上のユーザに関する情報と、異種データベース群との間での時間的、空間的な関連性計量を行うことにより、異種情報源を対象とした能動型情報配信を実現する。

本方式の特徴は、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステム [12] をプラットフォームとして、ユーザの状況・意図を獲得する機能を有し、ユーザの状況・意図に応じたルール群を動的に選択・適用することにより、ユーザの状況・意図に応じた情報配信を実現する点である。

モバイルコンピューティング環境を対象としたアクティブデータベースシステムの実現方式として、すでに、文献 [13] [17] において、移動体を対象、データベースからの動的な情報配信を行う体系的な方法が提案されている。

本稿において示す能動型情報配信方式の特徴は、ローカルデータベースシステムがアクティブデータベース機構を有さない環境において、受動的データベース群をメタレベルシステムへ接続し、メタレベルシステム上に実現するアクティブデータベース機構を適用することにより、モバイルコンピューティング環境上のユーザを対象とした能動型情報配信を実現する点にある。

## 2. 提案方式

ユーザの状況・意図に応じた能動的データベース間結合、および、情報配信を実現するために、ユーザの有する 1) 動的に変化する状況, 2) 静的, かつ, 変化しない状況, 3) 動的に変化する意図, 4) 静的, かつ, 変化しない意図を、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムのメタデータ構造として定義し、また、これら4種のメタデータ構造を用いた能動型情報配信方式を実現する。

提案方式におけるデータベース間結合の過程を図2に示す。モバイルコンピューティング環境上のユーザに能動型情報配信

モバイルコンピューティング環境において時空間的に移動することで、ユーザの状況・意図が推移

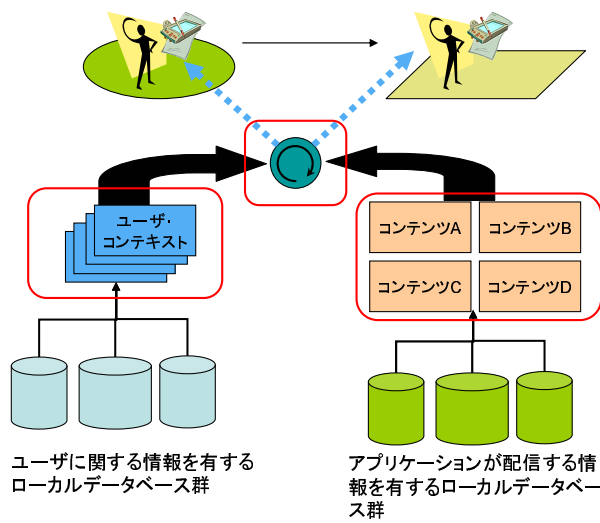


図2 提案方式

を実現するためには、対象となる情報源とユーザ情報の関連性を計量する機構が必要となる。異種データベースを情報源とした場合には、それぞれにデータ構造が異なるために、メタレベルシステムにおいて、関連性を計量可能な形式に変換する必要がある。

ローカルデータベース群に断片的に格納され、散在したユーザの状況・意図を、メタレベルシステムに写像し、ユーザ情報・メタデータベースを構築する。同様に、異種データベース群のデータをメタレベルシステムに写像し、コンテンツ・メタデータベースを構築する。それら、ユーザ情報・メタデータベースとコンテンツ・メタデータベース間の関連性の計量を行うことにより、モバイルコンピューティング環境上のユーザに、能動型情報配信を実現する。

### 2.1 データ構造

メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムにおける情報の結合では、既存の情報資源群の有するデータ構造から独立した、メタレベルシステムにおけるデータ構造(メタ・スキーマ)が必要となる[12]。メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムでは、このメタ・スキーマ上に異種情報資源群が有するデータを写像し、メタレベルシステムが計量可能な形式に変換する。

提案方式では、モバイルコンピューティング環境上におけるユーザの状況・意図に応じた情報配信を実現するために、ユーザの状況・意図、および、配信対象のデータ構造をメタレベルシステム上にメタ・スキーマとして設計した。以下に、その2つのメタ・スキーマを示す。

- ユーザ情報のためのメタ・スキーマ
- 配信対象となる異種データベース群のためのメタ・スキーマ

ユーザ情報のためのメタ・スキーマとは、ローカルデータベース群に断片的に格納され、散在したユーザの状況・意図を、

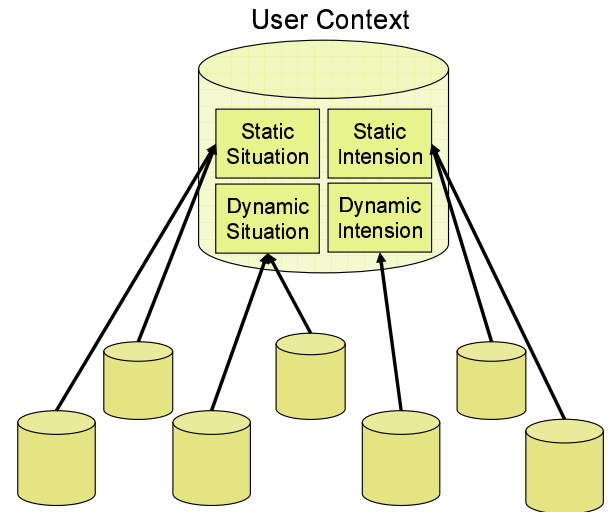


図3 メタレベルシステムへのデータ写像(ユーザコンテキスト)

	Static	Dynamic
Situation	$SS_1, \dots, SS_n$	$DS_1, \dots, DS_m$
Intention	$SI_1, \dots, SI_p$	$DI_1, \dots, DI_q$

図4 データ構造: User Context

	Static	Dynamic
Situation	年齢, 性別	時間情報, 位置情報
Intention	趣味, 好きな映画	ユーザの目的

図5 例: User Context

メタレベルシステムに写像するためのスキーマである(図3)。

本システムではユーザの状況・意図を Situation/Intension および Static/Dynamic の2種類の視点から4種類に分類、ユーザの状況・意図に応じた情報提供を実現する。

Situation とはユーザの社会的、自然的状況であり、Intention とはユーザの背後に存在する、目的を持った意図である。また、Static とは静的に決定されるものであり、Dynamic とは動的に変化するものである。これらのユーザの状況・意図を表す本方式のデータ構造 (User Context) の設計を図4に、例を図5に示す。

各配信アプリケーションごとに設計されたメタ・スキーマに基づいてデータの写像を行うことで、アプリケーションを変更することなく新たな情報資源の追加が可能となる(図6)。

異種ローカルデータベース群は、それぞれが多様なデータ構造を持っている。メタレベルシステムにおいて、メタ・スキーマのデータ構造に基づいて、データを変換・写像することで、ユーザ情報との関連性の計量が容易となる。

### 2.2 基本操作群

- 異種ローカルデータベース群から、メタレベルシステムへデータを写像する基本操作
- ローカルデータベース群から写像されたデータを、メタデータベースへ構築・検索する基本操作
- ユーザ情報とコンテンツデータベースの関連性を計量する基本操作

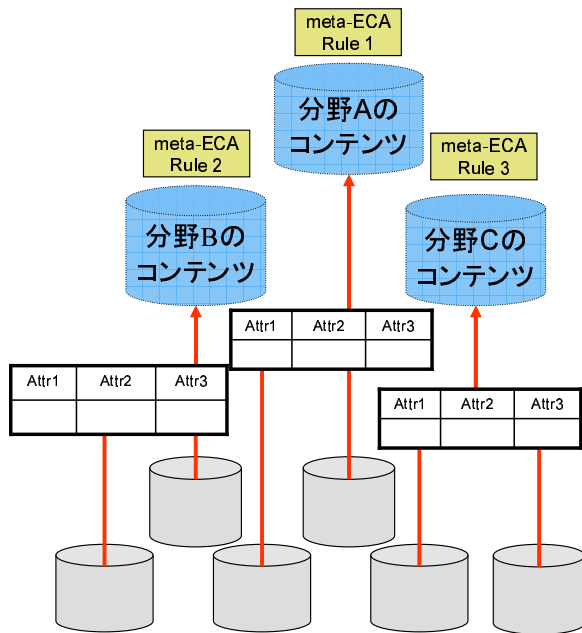


図6 メタレベルシステムへのデータ写像(コンテンツ)

異種ローカルデータベース群から、メタレベルシステムに写像するデータを抽出する基本操作は、異種ローカルデータベース群それぞれが持っている固有のデータ構造から、メタレベルシステムに写像するデータを抽出する操作である。

ローカルデータベース群から写像されたデータを、メタデータベースへ構築・検索する基本操作によって、異種ローカルデータベース群のデータを統合し、マルチデータベース問い合わせを実行することが可能となる。

ユーザ情報とコンテンツデータベースの関連性を計量する基本操作によって、ユーザの置かれている時間的、空間的状況やユーザの意図と、コンテンツの関連性を計量する。システムは関連性の高い情報を、配信する情報として選択することが可能となる。

本方式では、時空間的に推移するモバイルコンピューティング環境上のユーザを対象として、時空間的状況に応じた情報の配信を実現するために、以下の関連性計量機能群を、モバイル環境を対象として設計・実現した。これらのうち、空間的関連性計量機能、時間的関連性計量機能、同一性計量機能に関しては、その詳細が文献[7][8]において示されている。

嗜好の計量機能:

ユーザの嗜好に応じて情報を選択するため、Static Intention, Dynamic Intention の計量を行う嗜好の計量機能を、メタレベルシステムに設計・構築した。嗜好の計量機能は、本節で述べた User Context, および、コンテンツデータベースを対象としてパターン照合を行うことにより、ユーザの嗜好に応じた情報選択を実現する。

空間的関連性計量機能:

データベース間を空間的に結合するため、空間的関連性モデ

ル[3]を空間的関連性計量機能として設定し、メタレベルに実現した。空間的関連性計量機能は、contain, overlap などの位相関係、north, south などの方位関係、距離関係を計量する関連性計量機能群から構成される。

時間的関連性計量機能:

異種データベース間を時間的に結合するため、時間的関連性モデル[1]を時間的関連性計量機能として設定し、メタレベルに実現した。時間的関連性計量機能は、contain, overlap などの位相関係、before, after などの前後関係、距離関係を計量する関連性計量機能群から構成される。

### 2.3 アクティブ・ルール群

メタレベルにおけるアクティブルール (ECA ルール) を処理するために、Event, Condition, Action をそれぞれ Meta Event, Meta Condition, Meta Action として設定することによって、ユーザの状況に応じたマルチデータベース問い合わせ結果を能動的に提供する。

- Meta Event:  $ME_1, \dots, ME_{n_e}$
- Meta Condition:  $ME_1, \dots, ME_{n_c}$
- Meta Action:  $ME_1, \dots, ME_{n_a}$

Meta Event によって、情報資源の実装詳細に依存しないイベントモデルを、メタレベルで規定することが可能となっている。同時に、既存の RDB における更新操作なども同様のイベントモデル上で扱うことが可能である。これによって、常に進化し続けるセンシング技術に対応するために、イベント処理に柔軟性を持たせることができる。

Meta Condition によって、異種情報間の状況を記述し、コンディション判定を的確に行うことで、ユーザにノイズ情報を配信することを防ぐことができる。異種の情報資源を統合する状況判定は、新しい情報を生成し、なおかつ、ユーザの要求に対して的確な情報を配信することを可能にする。

### 2.4 実行手順

異種ローカルデータベース群に格納されているデータを、モバイルコンピューティング環境上のユーザの状況・意図に応じて提供する操作は、次の手順により実行される。

- (Step.1) ローカルデータベース群に散在するユーザ情報を、メタレベルシステムに写像し、ユーザコンテキスト・メタデータベースを構築する。
- (Step.2) 異種ローカルデータベース群から、メタ・スキーマに基づいた情報をメタレベルシステムに写像し、コンテンツ・メタデータベースを構築する。
- (Step.3) ユーザコンテキスト・メタデータベースと、コンテンツ・メタデータベースの関連性を計量する。
- (Step.4) 高い関連性が得られたデータ群を、ユーザへ能動的に配信する

## 3. 実装

第2節で述べた動的評価機構をメタレベル・アクティブマルチデータベースシステム上、およびモバイルコンピュータ上に実装した。メタレベルシステムの実装は RedHat Linux 9 上で行い、

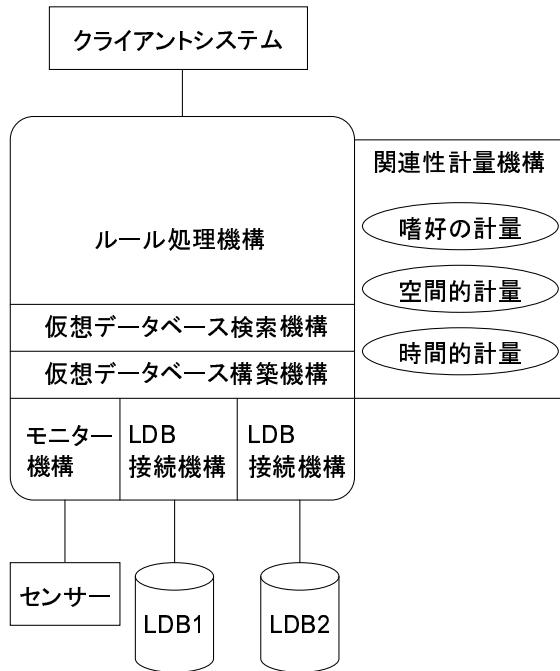


図7 システムアーキテクチャ

ローカルデータベース群の構築には PostgreSQL 7.2 を用いた。モバイルコンピュータには携帯電話 (NTT DoCoMo, SO505i) を用い、携帯電話上のアプリケーションは、Doja3.0 [18] の仕様に基づいた Java プログラムによって構築した。

本方式の実現システムとして、次の4システムにより構成されるシステムを構築した (図7)。

- メタレベル・アクティブマルチデータベースシステム
- ローカルデータベースシステム群
- クライアントシステム
- センサー

それぞれの詳細を以下に示す。

### 3.1 メタレベル・アクティブマルチデータベースシステム

メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムは、次の4モジュールにより構成される。

#### [ローカルデータベース接続機構]

ローカルデータベース接続機構は、ローカルデータベースのデータを、メタレベルシステムのメタデータ集合へ写像する。また、メタレベルの問い合わせを、ローカルデータベースシステムの問い合わせへ変換し、ローカルデータベースにおけるデータ表現を、メタレベルのデータ表現へ変換する機能を有する。

#### [モニター機構]

多様なイベントを発行する情報資源を、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステム上におけるイベントの発生源として接続する。それらセンサーデバイスを利用することによ

category	item	price	duration	sid	bikou

図9 異種データベース群のメタ・スキーマ (アイテム・メタデータベース)

sid	name	location	open_time	close_time

図10 異種データベース群のメタ・スキーマ (時空間・メタデータベース)

て獲得した情報を、メタレベルシステムにおいて計量することにより、モバイルコンピューティング環境上のユーザに対して、ユーザの状況・意図に応じた適切な情報配信を実現する。

応用例とした設定した鉄道利用シーンにおいて、改札に見立てたセンサー非接触 IC カードリーダー/ライター・PaSoRi [19]、および、それらを制御する実装環境として SDK for Felica [19] を使用した。

#### [メタデータベース構築機構]

メタ・スキーマによって定義されたデータ構造に基づいて写像されたデータを、メタデータベースとして構築するシステムである。ローカルデータベース接続機構の有する諸機能を用いて記述されたローカルデータベース接続の命令セットを、メタレベルにおいて記述・保存・再利用する機能を有する。

本実装では、鉄道利用シーンを対象として、ユーザに周辺店舗情報を配信する応用を想定し、以下のメタ・スキーマを設計し、適用した。

#### a) アイテム・メタデータベースのためのメタ・スキーマ

アイテムデータベースは、カテゴリー、商品名、ユーザが消費するのに想定される時間、ID、備考が格納されている。備考には、コンテンツが有する特性を、任意の形式によって格納される。アイテム・メタデータベースの設計を図9に示す。

#### b) 時空間・メタデータベースのためのメタ・スキーマ

時空間データベースは、コンテンツの時間的・空間的情報が格納されているデータベースである。このデータベースにはID、店舗名、座標、提供開始時間、提供終了時間が格納されている。このメタ・スキーマによって定義される時間的・空間的情報によって、ユーザとコンテンツ群の時空間的な関連性を計量することが可能となる。時空間・メタデータベースの設計を図10に示す。

#### [メタデータベース検索機構]

メタデータベース機構の有する諸機能を用いて、構築されたメタデータベースを対象として、検索を実行をする機能である。メタデータベースに対する検索を行うことによって、異種データベース群に対するマルチデータベース検索を実行することを可能とする。

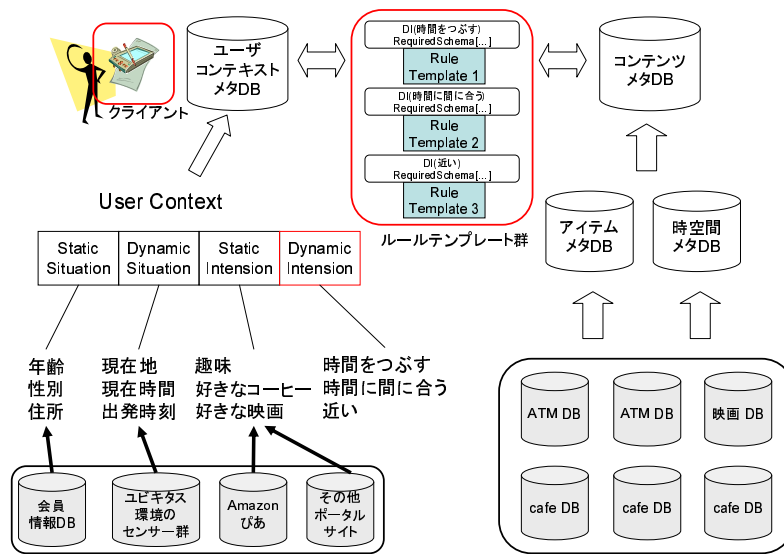


図 8 実験システム

### [ルール処理機構]

ルール処理機構は、イベントが検出された際に、異種ローカルデータベース群から取得したデータに対して、嗜好の計量機能、時間的、および、空間的関連性の計量機能を用いて記述されたユーザ毎のルールを適用することにより、マルチデータベース環境の状況判定を行う。

モバイルコンピューティング環境上におけるユーザの状況・意図に応じたルールを動的に生成するために、ルールテンプレートを用いた。アプリケーションごとに設計されたルールテンプレートに、ユーザの状況・意図をパラメータとして与えることにより、ユーザの状況・意図に応じたアクティブルールを動的に生成し、適用する。

### [関連性計量機構]

関連性計量機構は、メタデータベースより得られたユーザ情報とコンテンツ情報の、両者の関連性を計量するシステムであり、メタデータベース構築機構、および、仮想データベース検索機構がそれぞれの機能を実行する際に用いる。関連性計量機構は、以下の3つの機能を有する。

#### 1) ユーザの嗜好の計量機構

これは、ユーザの持つ嗜好と、コンテンツの情報を計量する機能で、本稿で示す応用においては、ローカルデータベース群の有するデータに記述されている特性と、パターンマッチングによって計量する機能を実現した。具体的には、メタスキーマの有する category、および、備考と、ユーザの Static Intention/Dynamic Intention を、パターンマッチングにより計量する。

#### 2) 空間的関連性の計量機構

ユーザとコンテンツの存在する座標情報を計量する空間的関連性計量機能として、文献 [7][8] において示されている空間的関連性計量機構を、メタレベルシステムに実現した。

#### 3) 時間的関連性の計量機構

ユーザの置かれている時間と、コンテンツが持つ時間的な状況を計量する時間的関連性計量機能に対応し、文献 [7][8] において示されている時間的関連性計量機構を、メタレベルシステムに実現した。

#### 3.2 ローカルデータベースシステム群

ローカルデータベースシステムは、多種多様なデータモデル、それぞれが固有のデータ操作機能を持つ異種データベースから構成される。

#### 3.3 クライアントシステム

クライアントシステムは、センサーが感知可能な IC チップを搭載し、メタレベルシステムが、能動的に配信する情報を、受信する機能を有する。

#### 3.4 センサー

クライアントの挙動を把握するものであり、次の2モジュールから構成される。

##### 1) センサー API

これは、クライアントを認識するセンサーを制御する機能であり、SDK for Felica [19] を用いた。本 API はカード識別機能、および、ユーザ情報の部分的な格納機能を有する。このカード識別機能により、本実装においてユーザが、改札を通過するイベントが取得可能となる。

##### 2) メタレベルサーバ通知機能

センサーによって感知されたユーザの挙動を、メタレベルシ



表 1 実験結果 1(User Context 1)

category	item	price	duration	sid	bikou	name	location	open_time	close_time
銀行	ATM	0	3	S04		UFJ	(80, 120)	0:00	23:59
銀行	ATM	0	3	S03		みずほ	(100, 100)	8:00	17:00
銀行	ATM	0	3	S02		東京三菱	(30, 150)	8:00	17:00

表 2 実験結果 2(User Context 2)

category	item	price	duration	sid	bikou	name	location	open_time	close_time
銀行	ATM	0	3	S04		UFJ	(80, 120)	0:00	23:59

表 3 実験結果 3(User Context 3)

category	item	price	duration	sid	bikou	name	location	open_time	close_time
カフェ	アメリカンコーヒー	350	20	S07		starbucks	(30, 180)	7:00	23:00
カフェ	アメリカンコーヒー	330	20	S08		dotour	(200, 230)	8:00	22:00

表 4 実験結果 4(User Context 4)

category	item	price	duration	sid	bikou	name	location	open_time	close_time
映画	ラストサムライ	1800	120	S09	type=アクション	ワーナー	(100, 140)	10:00	23:00
映画	踊る大捜査線	1800	120	S11	type=アクション	ビカデリー	(80, 210)	10:00	23:00

システムに通知する機能である。

本稿で示す応用においては、鉄道利用シーンを前提として、携帯電話など移動体情報端末に IC チップが搭載される状況を想定し、ユーザが改札を通過することにより、改札に搭載されたセンサーが、ユーザの状況を検知する状況を想定している。実験の利便性を図るため、携帯電話と IC チップ間の通信は、携帯電話上で動作する Java プログラムと、ネットワーク通信による仮想的なシステムによって実現した。

#### 4. 実験

ここでは本システムの実現可能性を示すための、評価実験について述べる。

##### 4.1 実験環境

本実験では、多種多様なローカルデータベースの内容を動的に計量する本方式の、モバイルコンピューティング環境における実現可能性を示す。実験環境として、以下のローカルデータベース群を構築した。

- ATM データベース群 (データベース数 3, タプル数 15)
- カフェデータベース群 (データベース数 2, タプル数 6)
- 映画データベース群 (データベース数 2, タプル数 10)
- ユーザ情報データベース群 (データベース数 4, タプル数 10)

それぞれのローカルデータベースは、広域ネットワーク上にある異種情報源を想定して構築し、メタレベルシステム上に設計したメタ・スキーマのデータ構造に基づいて、データを変換・写像する。

##### 4.2 実験方法

ここでは、鉄道利用シーンを対象とした、評価実験の方法について述べる。本方式のモバイルコンピューティング環境における実現可能性を示すために、次の 4 つの User Context を設定した。

**User Context 1:** ATM を利用したいという Dynamic Intention

を持つユーザが、午後 3 時に改札を出た。

**User Context 2:** ATM を利用したいという Dynamic Intention を持つユーザが、午後 11 時に改札を出た。

**User Context 3:** 次のスケジュールまでの時間的な余裕がなく、近くて安い情報を求める Dynamic Intention を持つユーザが改札を出た。

**User Context 4:** 次のスケジュールまでの時間的な余裕があり、何か有効に時間をすごせるものを求める Dynamic Intention を持つユーザが改札を出た。

上記の User Context に応じた実験を行い、メタレベル・アクティブルールが発火し、ユーザに通知した情報を示す。

##### 4.3 結果と考察

第 1 に、同一のユーザの状況が変化する (すなわち Dynamic Situation が変化すること) で、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムが、ユーザの状況の変化に対応した情報を配信可能であることが確認された。User Context 1 の結果を表 1, User Context 2 の結果を表 2 に示す。User Context 1 においては、ユーザが改札を出たというイベントに対して、改札からアクセス可能な範囲の距離にある ATM の情報を配信している。一方、User Context 2 においても同一のルールに応じて処理を行っているが、ユーザと取引の銀行の ATM のうち、イベントが感知された時刻でも営業している ATM のみ、情報を配信していることが確認された。

第 2 に、ユーザの意図が異なる (すなわち、Dynamic Intention が異なる) ことで、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムが、異なるユーザの意図に対応した情報を配信可能であることが確認された。User Context 3 の結果を表 3, User Context 4 の結果を表 4 に示す。User Context 3 においては、ユーザの消費可能な時間は 30 分となっており、近くて安い情報が欲しいという Dynamic Intention を持っている。ユーザが改札を出ると、消費可能な時間から対象情報源を選択し、ユーザの嗜好との関連性が計量した結果、アメリカンコーヒーの情報が

配信される。User Context 4 においては、ユーザの消費可能な時間は 150 分となっており、その時間を有効に使いたいという Dynamic Intention を持っている。ユーザが改札を出ると、消費可能な時間から情報源を選択し、ユーザの嗜好との関連性を計量した結果、アクション映画の情報が配信される。ユーザの意図が異なる想定において、メタレベル・アクティブマルチデータベースシステムが、それぞれの意図に対応する情報を配信していることが確認された。

上記の結果により、ユーザの置かれている状況によって、ユーザへ配信される情報が異なることが確認された。また、ユーザの時間的状況によって、ユーザにとって価値の低い情報は配信されないことが確認された。以上により、モバイルコンピューティング環境における実現可能性を示すことができた。

## 5. 結 論

本稿では、モバイルコンピューティング環境上のユーザを対象として、ユーザ情報を動的に計量することによる、ユーザの状況・意図に応じた、異種データベース間結合、および、能動的情報配信方式を実現した。

ユーザが時空間的に移動するモバイルコンピューティング環境において、ユーザの状況や意図に応じた適切な情報の提供を目的とし、多数の異種データベース群の検索、連結、および、マルチデータベース環境における能動的情報配信を実現するためには、ユーザの状況や意図と、対象となるデータベース群のデータとの間の関連性計量群を実現し、状況・意図の変化に応じた適切な情報を提供する機構を実現することが本質的である。

本方式の特徴は、恒常的にユーザが有する静的な状況・意図(興味)に加えて、時空間的に変化する状況・意図に応じた、異種データベース間連結、および、情報配信を実現している点にある。また、実験を通じ、提案方式の実現可能性を示した。

今後の課題として、データマイニング機構によるユーザの嗜好情報の抽出、Dynamic Intention の入力・抽出方式の拡充が挙げられる。また、ローカルデータベース群のデータ集合と User Context の多様な視点に応じた相関量の計量方式、モバイル端末上にメタレベルシステムを構築することによるスケラビリティの検証、膨大なユーザの要求に応えるため、ユーザの要求に優先度を付与したプロセス管理方式、ユーザのプライバシーを管理するための専用機構などを実現する予定である。

## 謝 辞

本研究に当たって貴重なご助言を頂いた東日本旅客鉄道株式会社フロンティアサービス研究所の中川剛志氏、中谷恭輔氏、角田史記氏、および、慶應義塾大学の吉田尚史氏に感謝の意を表します。

## 文 献

- [1] Allen, J.F.: "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals", *Communications of the ACM*, No. 26, pp. 832-843 (1983).
- [2] Bright, M.W., Hurson, A.R and Pakzad, S.: "A Taxonomy and Current Issues in Multidatabase Systems", *Computer*, Vol.25, No.3, pp.50-60 (1992).
- [3] Egenhofer, M. and Franzosa, R.: "Point-Set Topological Spatial Relations," *International Journal of Geographical Information Systems*,

- Vol.5, No.2, pp.161-174. (1991)
- [4] 福島 俊一: "モバイルユーザ向け情報選別配信技術", 情報処理学会研究報告: 高度交通システム 2002-ITS-9-6, pp.39-43 (2002).
- [5] 平松 治彦, 角谷 和俊, 上原 邦昭: "携帯端末を用いた Web コンテンツの情報収集と再構成", 情報処理学会研究報告: 2001-DBS-125-44, pp.335-342 (2001).
- [6] 細川 宜秀, 石橋 直樹, 八代 夕紀子, 清木 康: "マルチデータベース環境における時間的・空間的関連性評価によるデータ結合方式", 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.40, No.SIG 8(TOD4), pp.95-111 (1999).
- [7] Ishibashi, N., Hosokawa, Y. and Kiyoki, Y.: "A Spatial and Temporal Data Integration Method for Heterogeneous Database Environments", IASTED International Conference on APPLIED INFORMATICS (AI 2001), pp.323-330. (2001)
- [8] 石橋 直樹, 細川 宜秀, 清木 康: "時空間的文脈に応じた動的関連性計量機構を有する異種データベース間結合方式", 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.43, No.SIG2(TOD13), pp.128-145. (2002)
- [9] Kiyoki, Y., Hosokawa, Y. and Ishibashi, N.: "A Metadatabase System Architecture for Integrating Heterogeneous Databases with Temporal and Spatial Operations", *Advanced Database Research and Development Series Vol. 10, Advances in Multimedia and Databases for the New Century, A Swiss/Japanese Perspective*, pp.158-165, World Scientific Publishing. (2000)
- [10] Kurabayashi, S., Ishibashi, N. and Kiyoki, Y.: "A Multidatabase System Architecture for Integrating Heterogeneous Databases with Meta-Level Active Rule Primitives", *Proceedings of the 20th IASTED International Conference on APPLIED INFORMATICS (AI2002)*, Feb. 2002.
- [11] 倉林 修一, 石橋 直樹, 清木 康: "モバイル・コンピューティング環境におけるアクティブ型マルチデータベースの実現方式," 情報処理学会研究報告, 2000-DBS-122, pp.463-470, 2000.
- [12] Kurabayashi, S. and Kiyoki, Y.: "A Meta-Level Active Multidatabase System Architecture for Heterogeneous Information Resources," *Information Modelling and Knowledge Bases (IOS Press)*, Vol. 15, June 2003.
- [13] Murase, T., Tsukamoto, M., and Nishio, S.: *Active Database System for Mobile Computing Environment*, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol.E81-D, No.5, pp.427-433 (1998)
- [14] 中尾 寿郎, 荒尾 真樹, 藤本 幸一, 細野 正彦, 谷口 正宏, 石川 達也: "モバイル端末を利用した鉄道デジタルチケットシステムの開発", 情報処理学会研究報告: 2001-MBL-18-3, pp.15-22. (2001)
- [15] 柴田 史久, 上甲 貴広, 馬場口 登, 北橋 忠宏: "屋内向け歩行者ナビゲーションシステムにおけるユーザの状況を考慮した目的地推論手法", 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.43, No.12, pp.3809-3817. (2002)
- [16] 垂水 浩幸, 土屋 岳紀, 一井 公雄, 生沢 義則, 糸瀬 敬太: "高度戦略的地域別情報配信を行うモバイル情報システム", 情報処理学会研究報告: 2003-GN-47-4, pp.19-4. (2003)
- [17] 寺田 努, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎: "アクティブデータベースを用いた地理情報システム", 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.11, pp.3103-3113 (2000)
- [18] NTT DoCoMo, Inc.: *i アプリコンテンツ開発ガイド for DoJa3.0*, available via WWW, [http://www.nttdocomo.co.jp/p\\_s/imode/java/](http://www.nttdocomo.co.jp/p_s/imode/java/).
- [19] SONY, Inc.: *Felica 製品情報*, available via WWW, <http://www.sony.co.jp/Products/felica/index.html>.