

## モバイル環境における地図情報提供サービスの一構成方式

長谷川靖 田辺弘実 池田哲夫 星隆司

NTTサイバースペース研究所

現状のモバイル環境における地図情報提供サービスでは、地図コンテンツはシステム毎に囲い込みされているため、共通的な利用はできていない。さらに地図コンテンツを操作する利用者インタフェースは固定であるため、利用者が常に定型の操作手順をとらなければならない。我々は将来的に地図コンテンツがネットワーク上に分散配置され、共通的に利用できる環境を想定して、モバイル環境にある利用者にとって使い勝手の良い地図情報提供サービスを目指して研究している。本稿では、LDAPディレクトリを用いてネットワーク上に分散した地図コンテンツを統一的に利用可能にする分散資源管理方式を提案する。また、この分散資源管理方式において、ディレクトリのビュー技術を用いて、利用目的毎に有効な地図コンテンツを簡易に提供する方式を示す。さらに、ディレクトリのビュー技術を用いて、モバイル環境にある利用者の位置に適應した使い勝手の良い利用者インタフェースを簡易に提供する方式を示す。

### Map-centric Content Services for Mobile Environment

Yasushi Hasegawa, Hiromitsu Tanabe, Tetsuo Ikeda, Takashi Hoshi  
NTT Cyber Space Laboratories

At present, we can't share the map-centric content in the map-centric content services, because the map-centric content are closed in one system. In addition, all users must operate fixed procedure at all times, because numbers of operation menus and menu items are fixed. We assume that the map-centric contents can be share and reside in multiple sites in the future. We study the map-centric content services that the users can be easily operated in mobile environment. In this paper we propose a distributed resource management mechanism that use an LDAP directory for share the map-centric content residing in multiple sites. In addition, the mechanism uses a view mechanism that provides effective subset of the map-centric content for each purpose. Furthermore, we propose the view mechanism that provides the map-centric content and some user interfaces suitable for mobile user's location.

#### 1. はじめに

近年、インターネット上のサービスの普及や、パーソナルコンピュータの高機能化・低価格化に伴い、エンドユーザによるパーソナルコンピュータにおける地図の利用が増加している。さらに、パームトップ型コンピュータの高機能化に伴い、パームトップ型コンピュータにおいて地図や地図にマッピングされたコンテンツ（以下、地図にマッピング

されたコンテンツを地図コンテンツと呼ぶ）を提供する観光案内サービスが始まっている。一方、観光案内を含めた多種多様なサービスにおいて、モバイル環境にある利用者に対し地図コンテンツを提供し、地図コンテンツを活用したいというニーズが増大している。

しかし、現状では地図コンテンツはシステム毎に囲い込みされているため、地図コンテ

ンツを共通的に利用することはできていない。さらに、地図コンテンツを操作する利用者インタフェースは固定であるため、利用者が常に定型の操作手順をとらなければならないといった問題がある。

ここで、我々は、将来的に地図コンテンツがネットワーク上に分散配置され、共通的に利用できる開放型の地図コンテンツ利用環境を想定する。

このとき、ネットワーク上に分散した地図コンテンツを共通的に利用可能にするために、分散した地図コンテンツを統一的に管理・提供する仕組みが必要である。また、これらの共通的に利用可能な地図コンテンツを活用するため、利用目的毎に有効な地図コンテンツを提供する仕組みが必要である。

さらに、地図コンテンツを操作する利用者インタフェースに関して、利用者の位置に応じて操作対象を絞り込んだり、拡張したりすることで、利用者の操作手順を短縮でき、これによりモバイル環境における利用者の使い勝手を向上する。そのため、モバイル環境にある利用者の位置に適応して、柔軟に操作対象を増減することで、利用者の操作手順を短縮する利用者インタフェースを簡易に提供する仕組みが必要である。

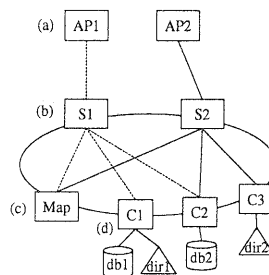
本稿では、分散した情報を統一的に管理・提供する仕組みとしてLDAPディレクトリ技術を適用し、ネットワーク上に分散した地図コンテンツを統一的に利用可能にする分散資源管理方式を提案する。また、ディレクトリのビュー技術<sup>[1]</sup>を用いて、利用目的毎に有効な地図コンテンツを簡易に提供する方式を示す。さらに、ディレクトリのビュー技術を用いて、モバイル環境にある利用者の位置に適応した使い勝手の良い利用者インタフェースを簡易に提供する方式を示す。

## 2. 地図情報提供サービス

### 2.1 地図情報提供サービスとは

本稿で検討対象とする地図情報提供サービス(図1)の特徴について述べる。

#### (1) 開放型の地図コンテンツ提供環境



凡例  
 AP1, AP2: 利用者アプリケーション  
 S1, S2: 情報提供サーバ  
 C1, C2: 地図コンテンツサーバ  
 Map: 地図サーバ  
 db1, db2: データベース  
 dir1, dir2: ディレクトリ

図1. 地図情報提供サービス

地図サーバ(図1(c))は、デスクトップGIS(Global Information System)で扱われる緯度・経度・縮尺によりアクセス可能なコンピュータ地図や、紙地図を電子化した画像ファイルとしてアクセス可能な地図を提供する。地図コンテンツサーバ(図1(d))は、地図にマッピングされた緯度・経度付きの地図コンテンツの属性情報をデータベースで管理し提供する。また、地図コンテンツサーバでは、データベースの属性を分類する分類情報をディレクトリで管理し、ディレクトリの構造からなる分類木を、データベースを探索操作するための利用者インタフェースとして、利用者に提供する。これらの地図サーバや地図コンテンツサーバが開放型の情報提供環境として存在し、情報提供サーバ(図1(b))は利用目的により各サーバにアクセスし、利用者に地図や地図コンテンツと共に利用者インタフェースを含めて提供する。

#### (2) 利用者環境

利用者は、利用者アプリケーション(図1(a))を搭載したパームトップ型コンピュータと、情報提供サーバと通信するための無線通信機器と、利用者の位置情報を取得するための位置情報機器を携帯している。

#### (3) 位置情報機器

位置情報機器として、GPS(Global Positioning System)、もしくは、PHS(Personal Handy-phone System)を用いる。

PHSでは通信事業者が提供する位置通知サービスを利用して位置情報を取得する。

#### (4) 提供するサービス

利用者がある利用目的の地図コンテンツを取得するため、パームトップ型コンピュータとともに無線通信機器を利用することで、無線通信で情報提供サーバにアクセスすると、情報提供サーバではその利用目的で必要となる情報を管理するネットワーク上に散在した地図サーバや地図コンテンツサーバにアクセスして、必要な地図とそれに対応した地図コンテンツと、利用者インタフェースを含めて検索し、利用者のパームトップ型コンピュータに提供する。ここで、実世界における利用者の空間的な位置に応じた情報を要求するとき、情報提供サーバにおいて、利用者の位置情報をキーとして、位置に応じた地図コンテンツを検索する。そして、検索された情報をパームトップ型コンピュータに格納し、利用者インタフェースを操作することで、いつでも容易に地図や地図コンテンツを操作できる。但し、通信帯域が狭い無線通信におけるデータ転送に適さないサイズが大きい情報は、情報提供サーバと高速な通信網で接続した街頭キヨスク端末において提供する。

具体的なサービス事例として、(例1)観光案内において、利用者が携帯するパームトップ型コンピュータの地図上に利用者の位置に応じた地域の施設情報や広告情報を提示するサービスや、(例2)電話故障修理において、依頼があった顧客の所在に向出するときや、顧客情報や設備情報を参照するとき、センタから簡易に情報を提供して作業を支援するサービスなどが考えられる。

## 2. 2 現状の技術的な課題

従来、モバイル環境において携帯型コンピュータへの情報提供を扱った研究がいくつかある。Cyberguide<sup>[2]</sup>では、モバイル環境にある利用者の文脈情報(つまり、個人情報)をもとにしたアプリケーションのプロトタイプ開発の事例研究を提案している。この提案

では、市販のハードウェアに屋内と屋外の施設案内アプリケーションのプロトタイプを実装し、利用実験することでモバイルアプリケーション開発方式について考察している。Cyberguideの機能として、地図管理をするMapモジュール、データベース管理をするInformationモジュール、通信管理をするCommunicationモジュール、位置情報管理をするPositionモジュールがある。また、GUIDE project<sup>[3]</sup>では、広帯域の無線ネットワークを用いてタッチパネル型携帯計算機に対して動的な情報提供やインタラクティブなサービスを支援する研究が提案されている。この提案では、情報モデルの提案と、市内旅行者向けの案内システムのプロトタイプを開発している。

しかし、Cyberguideや、GUIDE projectでは、地図コンテンツが一つのシステムに閉じた環境での情報提供しか考慮していない。また、提供する利用者インタフェースは固定であり、利用者の位置に応じた使い勝手の向上については考慮していない。

## 3. システム構成方式への要求条件

### 3. 1 分散資源管理に関する要求条件

#### (1) 分散資源を管理・提供する仕組みの統一化

システム構築者の立場として、ネットワーク上に分散した地図コンテンツを共通的に利用する観点から、地図コンテンツを統一的にアクセス可能とすることが望まれる。それを実現するために、分散した地図コンテンツを統一的に管理・提供する仕組みが必要である。

#### (2) 利用目的に応じた分散資源の活用

分散した地図コンテンツを活用する観点から、ある情報提供部門で管理された地図コンテンツ群の中から利用目的毎に有効な部分を切り出して提供したり、複数の情報提供部門に分かれている地図コンテンツ群を一つに合わせた地図コンテンツとして提供することが望まれる。それを実現するために利用目的毎の地図コンテンツとして、一つの情

報から必要な情報を切り出したり、複数の情報を一つに合わせる仕組みが必要である。

### 3. 2 モバイル利用に関する要求条件

#### (1) 利用者の位置に応じた提供情報のカスタマイズ

利用者の立場として、地図コンテンツの使い勝手を向上する観点から、利用者の位置に応じて、利用者に提供する地図コンテンツとともに利用者インタフェースをカスタマイズして提供することが望まれる。

そのため、利用者の位置に応じて、地図コンテンツの分類木型の利用者インタフェースにおける分類項目や分類木の数を増減することで、利用者の操作可能な範囲を広げたり、不必要な操作をさせないという使い勝手の良い利用者インタフェースを簡易に提供する仕組みが必要である。

### 4. システム構成方式

本章では提案するシステム構成方式に関して説明する。4. 1 節では、分散した地図コンテンツを統一的に管理し、利用目的毎に地図コンテンツを活用する方式について述べ、4. 2 節では、位置に応じて提供する地図コンテンツと利用者インタフェースをカスタマイズする方式について述べる。

#### 4. 1 分散資源管理方式

##### (1) LDAPディレクトリによる分散資源管理

多くの利用者が分散した情報を統一的に利用可能にすることを目的とした、情報の管理・提供の技術としてディレクトリ技術がある。ディレクトリをインターネットのプロトコルでアクセスすることを前提としたLDAPディレクトリは、製品としてNetscape社やMicrosoft社から販売され広く利用されている。今回、ネットワーク上に分散した地図コンテンツの提供サービスに対して、LDAPディレクトリを適用する。

LDAPディレクトリサーバでは、エントリをノードとする階層構造で情報を管理す

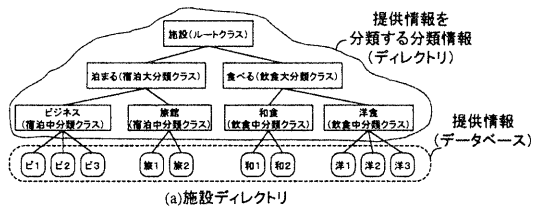
る。エントリはあるオブジェクトクラスに属し、オブジェクトクラスによりそのエントリが有する属性が規定される。エントリの属性として、ディレクトリサーバ上で一意に識別する識別名と、相対識別名と、属性型に適した属性値をもつ。ディレクトリの検索操作では、検索を開始するベースエントリと、検索範囲（ベース、ワンレベル、サブツリー）を指定し、ベースエントリをルートノードとした検索範囲からフィルタ条件に適合したエントリを検索する。

以下に、地図コンテンツがデータベースに管理され、ネットワーク上に分散している環境において、ディレクトリによる分散資源管理方式を説明する。

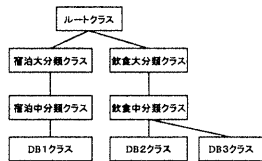
本方式では、LDAPディレクトリにおいて、データベースの分類情報を管理する(図2(a))。また、LDAPディレクトリでは、地図やデータベースやデータベースの分類情報を管理する情報として、ディレクトリを構成するエントリのクラス<sup>注1)</sup>階層であるクラスツリー(図2(b))と、ディレクトリの操作に連携してデータベースを検索するための検索パターン(図2(d))と、ネットワーク上のデータベースへの接続情報(図2(e))を管理する。上記、クラスツリーと研作パターンを管理する理由は、後述する。

本方式では、ディレクトリの構造を分類木型の利用者インタフェースとして提供し、分類木をたどり分類項目を指定する操作に対応して、ディレクトリのエントリを指定し、そのエントリに対応するデータベースの検索条件を自動生成し、データベースを検索する。これにより、利用者は複雑なデータベース問い合わせ文を作成することなく、分類木である利用者インタフェースをたどる簡易な操作に連携させてデータベースを検索できる。また、地図もデータベースと同様に分類木型の利用者インタフェースをたどる操作により検索できる。

注1) このクラスは、データベースの分類情報からなる分類木を管理するためのもので、前記、オブジェクトクラスとは異なる概念である。



(a)施設ディレクトリ



(b)クラスツリー

クラス名	属性
宿泊大分類クラス	分類キー
宿泊中分類クラス	分類キー
飲食大分類クラス	分類キー
飲食中分類クラス	分類キー
DB1クラス	施設名 施設ID 住所 開店時間
DB2クラス	施設名 施設ID 住所 電話番号
DB3クラス	施設名 施設ID 住所

(c)ディレクトリ、データベースの属性情報

クラス名	検索パターン名	検索条件式
宿泊大分類クラス	パターン1	分類キー=分類ID
宿泊中分類クラス	パターン1	分類キー=分類ID
DB1クラス	パターン1	分類ID=\$\$

(d)検索パターン

サーバ名	DB名	アカウント	パスワード
sv1.provider.co.jp	DB1	user1	passwd1
sv2.provider.co.jp	DB2	user2	passwd2
sv3.provider.co.jp	DB3	user3	passwd3

(e)データベース接続情報

図2. LDAPディレクトリによる分散資源管理

今回、分散した地図コンテンツの管理にLDAPディレクトリを適用することにより以下の利点が得られる。

- ・ネットワーク上に分散した地図コンテンツの分類情報をディレクトリで管理し、分類情報の分類項目名と、地図コンテンツの名称から、地図コンテンツを識別する名称を構成し、これにより分散した地図コンテンツを一意に識別できる。このような概念的に統一した名前空間において、ディレクトリの検索開始ノードとそのノードをルートとする検索範囲とフィルタ条件を指定する検索操作のような、名前による情報の高度な操作が可能である。
- ・ネットワーク上にある同じクラスの地図

コンテンツがもつ属性に関して、例えばある情報提供部門では、施設情報に関する地図コンテンツの属性が、施設名称、住所、開店時間であり、他の情報提供部門の施設情報に関する地図コンテンツの属性が施設名称、電話番号である等の異種性があっても、統一的に柔軟な管理と操作が可能である。

上記、二つの利点における機能は、リレーショナルデータベースや、オブジェクト指向データベースでは、直接サポートされていないため、LDAPディレクトリを適用することが有効である。

前記、クラスツリーは、データベースの分類情報を管理するディレクトリにおけるノードである個々のエントリが属するクラスを木構造でとらえたものである。このクラスツリーを管理する理由は、例えば、あるエントリの下位として不適切なオブジェクトクラスをもつエントリを生成することを防ぐため、つまり、ディレクトリで管理するエントリやエントリとデータベースの対応関係に関する整合性を保証するためである。クラスツリーと同様の概念は、X.500のディレクトリスキーマとして提案されているが、一つのクラスに対して、複数のクラスとの階層構造の関係づけについての規定が明確ではなかったため、本方式では、一つのクラスに対して、複数のクラスとの階層構造の規定を明確にした。

また、前記、データベースの検索パターンを管理する理由は以下の知見による。本方式では、分類木型の利用者インタフェースを操作してディレクトリに対応したデータベースを検索する。このデータベースとディレクトリを様々な利用目的に活用するため、データベースはディレクトリにくくりつけにせず、それぞれ独立に管理する。そのため、データベースの検索条件は、ディレクトリのエントリが属するクラスの属性からなるデータベースへの検索条件式として管理し、あるエントリを指定した際に、そのエントリが属するクラスに対応する検索条件式に、エントリの属性値を入力して、データベースへの検

索条件を生成する。このため、クラスに対するデータベースの検索条件式を検索パターンとして管理する。

以下に本方式における分散情報の検索手順を示す。

(手順1) 利用者は、コンテンツの分類木型の利用者インタフェースをたどり、その結果ディレクトリのエントリを指定する。

(手順2) 指定されたエントリに対応するクラスツリー (図2 (b)) を参照し、データベースへの検索パターン (図2 (d)) を取得し、利用者が指定したエントリの属性値を検索パターンに埋め込み、データベースへの検索条件を生成する。そして、データベースへの接続情報 (図2 (e)) を元に、データベースへ検索要求を出し、検索結果を取得する。

(手順3) 利用者は、ディレクトリをたどったデータベースの検索結果を参照できる。

## (2) 利用目的に応じた分散資源の活用

ネットワーク上に分散した地図コンテンツをディレクトリにより統一的に管理する際に、利用目的に応じて、一つのコンテンツから有効なコンテンツを切り出したり、複数のコンテンツを一つに合わせたりするために、ディレクトリのビュー技術<sup>[1]</sup>を適用する。

ディレクトリのビュー技術を適用する理由は、データベースのビューの概念と同様に、ビュー定義とビュー操作により、実体の情報を利用目的毎に扱い易いかたちで提供するためである。

ディレクトリのビュー技術は、ディレクトリで管理する情報に対して、集合演算を元にした演算を施して、ディレクトリの構造を柔軟にカスタマイズしたビューディレクトリを提供する。このとき、ディレクトリに対する演算内容をビュー定義として管理し、この定義をもとに、利用者にビューディレクトリの構造を分類木型の利用者インタフェースとして提供する。図3にディレクトリのビューの演算の例として、選択 (図3 (a)) と射影 (図3 (b)) の例を示す。

以下に、利用目的に応じたビューディレク

トリを提供し、ビューディレクトリに対する検索手順を示す。

(手順1) 事前準備では、分散するデータベースを管理するディレクトリに対して、ある利用目的に提供するコンテンツをディレクトリのビュー演算を用いて、ビュー定義として定義する。

(手順2) 実行時では、ビュー定義により、ビューディレクトリを分類木型の利用者インタフェースとして提供する。

(手順3) 利用者が分類木型の利用者インタフェースをたどる操作に対応して、ビューディレクトリに対する操作を要求する。そして、ビューディレクトリに対する操作要求から、ビュー定義をもとに、ディレクトリに対する操作要求に変換する。

(手順4) 実体のディレクトリへの操作要求によりディレクトリを操作し、利用者は操作結果を参照できる。

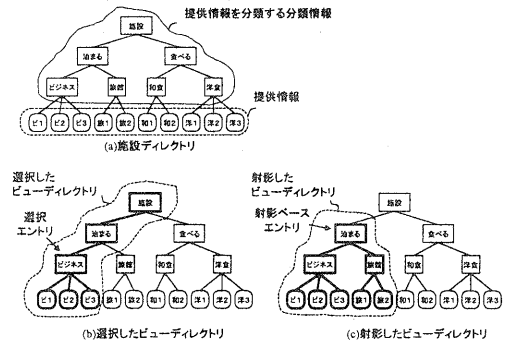


図3. ディレクトリのビューの演算の例

これにより、ネットワーク上に分散した地図コンテンツを共通的に利用する際に、各情報提供部門が提供した情報をそのままのかたちで利用するのではなく、利用目的毎に適したかたち、例えば、不要な情報を制限することで、機密性を向上したり、分かれている情報を一つに合わせることで、比較し易くしたりするという地図コンテンツの活用が可能となる。

## 4.2 利用者の位置に応じた提供情報のカスタマイズ方式

本節では、モバイル環境にある利用者の実世界における位置に応じて、地図コンテンツの使い勝手を向上するため、位置に応じて、提供情報とともに分類木型の利用者インタフェースをカスタマイズする方式を示す。この分類木をカスタマイズする方式として、ディレクトリのビュー技術を適用する。

ここで、提供情報と利用者インタフェースのカスタマイズとは、利用者の位置に応じた分類木型の利用者インタフェースの分類項目や分類木の数を増減することで、その分類項目や分類木に対応した提供情報を指す。

また、4.1節(2)で示した、利用目的に応じたビューディレクトリでは、利用目的毎に静的に定義するビューであるが、位置に応じたビューディレクトリでは、利用目的毎のビューディレクトリにおいて提供される地図コンテンツの中から、利用者の位置に応じて有効な地図コンテンツのみを提供するため、動的にビューを定義する。

以下に、位置に応じたディレクトリのビューを提供する手順を示す。

(手順1) 実行時に、利用者の現在位置を位置情報機器から取得する。

(手順2) 取得した現在位置(緯度経度)を中心とする領域に含まれる地図コンテンツを検索する。

(手順3) 検索結果のコンテンツのみを分類する分類項目をもつ分類木を、選択演算と射影演算を組み合わせたビュー定義により、ビューディレクトリとして定義する。

(手順4) 定義したビューディレクトリの分類木型の利用者インタフェースを利用者に提供し、分類木をたどる操作に対応して情報提供する。

位置に応じた利用者インタフェースのイメージを図4に示す。まず最初に、利用者には住所分類木と施設種別分類木を提供する

(図4(a))。次に、利用者が地点Aに移動して、その位置での情報を要求した場合、地点Aを中心とした領域に含まれる施設種別のみを含む分類木をビューディレクトリとして生成し、提供する(図4(b))。さらに、

地点Bに移動したとき、地点Bを中心とした領域にフロア情報を提供する施設が含まれると、追加の利用者インタフェースとして、フロア情報分類木を提供する(図4(c))。

このように、分類木型の利用者インタフェースは、利用者の位置に存在する地図コンテンツに対する分類項目のみを含むものとなり、利用者の位置に存在しない地図コンテンツの分類項目を見せないことで、不要な操作を抑止することと、地図コンテンツの詳細情報を検索する利用者インタフェースを追加することで、利用者が検索可能な対象を明らかにして、利用者に対して探索操作を分かりやすく誘導することが可能になる。

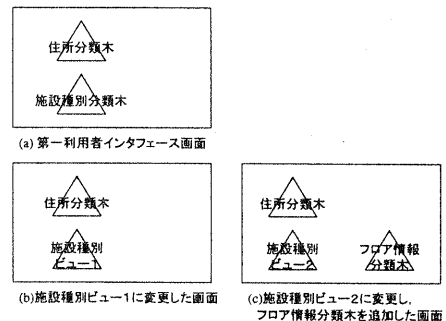


図4. 位置に応じた利用者インタフェースの利用イメージ

## 5. 試作

我々は、4.1節で提案した方式を試作した。4.2節で示した位置に応じた情報提供のカスタマイズ方式は現在、試作中である。図5に本システムのアーキテクチャを示す。

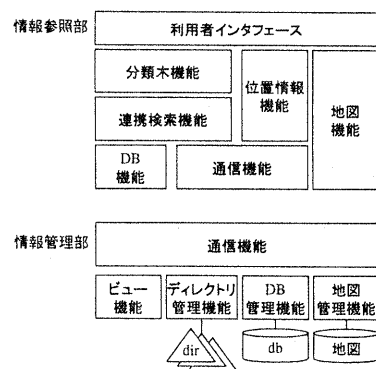
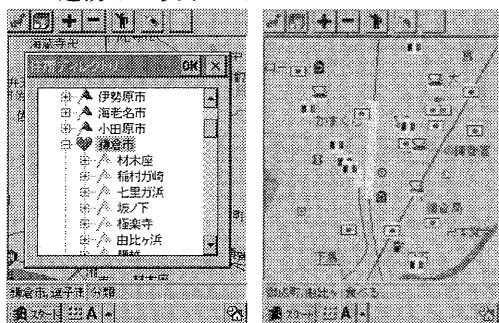


図5. 試作システムのアーキテクチャ

本システムは、大きく情報管理部と情報参照部からなる。デスクトップ型コンピュータ上に構築した情報管理部では、地図の分類木や地図コンテンツを管理するディレクトリとディレクトリを管理する情報をディレクトリに格納し管理する。一方、パームトップ型コンピュータ上に実装した情報参照部では、情報管理部に無線通信で接続し、ディレクトリの分類木を利用者インタフェースとして取得し、地図や複数の地図コンテンツを操作可能である。このとき、利用目的毎に操作する対象の地図や地図コンテンツをディレクトリのビュー定義として事前に定義する。

情報参照部に必要となる機能として、2.2節で述べた従来の提案機能以外に、新たに、分類木型の利用者インタフェースを提供する分類木機能と、地図、分類木、データベース、位置情報を連携操作する連携検索機能を作成した。

情報参照部のアプリケーション画面例を図6に示す。住所分類木を操作して(図6(a))、地図と地図コンテンツを連携して検索し、地図上に施設種別に対応したアイコンとして、地図コンテンツを表示する(図6(b))。また、位置表示機能と連携し、利用者の現在位置に応じた地図と地図コンテンツを連携して表示できる。



(a)住所分類木画面 (b)地図コンテンツ表示画面  
図6. 試作アプリケーションの画面例

## 6. おわりに

地図コンテンツの利用が急速に進み、将来的に地図コンテンツがネットワーク上に分

散配置され、共通的に利用できる環境を想定し、利用目的毎に分散した地図コンテンツを統一的に管理し、モバイル環境にある利用者の位置に応じて提供する情報と利用者インタフェースをカスタマイズすることを目的とした。

そこで、本稿では、LDAPディレクトリ技術を適用して、地図コンテンツを管理・提供する方式と、ディレクトリのビュー技術を適用して、静的なビュー定義により、利用目的毎に有効な地図コンテンツを簡易に提供する方式と、動的なビュー定義により、モバイル環境にある利用者の位置に応じて提供情報とともに利用者インタフェースをカスタマイズする方式を提案し、提案したシステム構成方式を試作した。

今後、観光案内サービスへ適用する利用実験を行い、提案した方式の有効性を確認する予定である。

## 参考文献

- [1]長谷川靖, 田辺弘実, 岸本義一, 武田英昭: 集合演算によるディレクトリツリーのビュー定義, 情処研報 Vol.99, No.6 (1999)
- [2]Sue Long, Rob Kooper, Gregory D. Abowd, and Christopher G. Atkeson "Rapid Prototyping of Mobile Context-Aware Applications: The Cyberguide Case Study" Proc. 2nd ACM International Conference on Mobile Computing (MOBICOM), Rye, New York, U.S., Pages97-108 (1996)
- [3]Nigel Davies, Keith Cheverst, Keith Mitchell and Adrian Friday "Caches in the Air": Disseminating Tourist Information in the Guide System" Proc. WMCSA '99. Second IEEE Workshop on 1999, Pages11-19 (1999)
- [4]ISO/IEC 9594-1 - 9594-9 ITU-T X.500 (1995)
- [5]Howes, T. and Smith, M. LDAP "Programming Directory-Enabled Applications with Lightweight Directory Access Protocol" Macmillan Technical Publishing (1997)