

# 実空間と Web 空間のシームレスな統合を実現する コンテンツ記述スキーマの提案

中南 和宏<sup>†</sup>, 柴田 史久<sup>††</sup>, 八木 康史<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大阪大学 産業科学研究所    <sup>††</sup> 立命館大学 理工学部情報学科

近年注目を集めつつある位置情報を利用したサービスでは、実世界の情報を如何にして表現するかがサービスの質を決定する上で重要なポイントとなる。我々が存在する実世界においては、自分を含む周辺の状況が絶えず変化し続けており、このような環境の中で、時間とともに変化する実世界の状況を反映した情報を獲得することは非常に困難である。本稿では、実世界の情報を、時間的、位置的、質的な軸があると考え、各軸の特徴を踏まえた形で実世界の情報を記述するためのコンテンツ記述スキーマ RWML (Real World Markup Language) を提案する。1990年代の半ばよりインターネットでは、Web サイトが急速に広まりつつあるが、Web サイトのコンテンツは前述の 3 つの軸のうちの質的な軸のみを考慮した情報と捉えることができる。このコンテンツを RWML で内包することで、実空間と Web 空間の対応付けが成され、その結果、ユーザにとって実空間と Web 空間の情報がシームレスに結合されたかのような情報環境が実現可能となる。本研究では、RWML の具体的な応用対象として遊園地を取り上げ、園内を案内するガイドシステムを試作した。

## Proposal of Contents Description Schema for Seamless Integration of Real World and Web Space

Kazuhiro Nakaminami<sup>†</sup>, Fumihisa Shibata<sup>††</sup>, and Yasushi Yagi<sup>†</sup>

<sup>†</sup> The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

<sup>††</sup> Department of Computer Science, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University

Mobile services using positional information have been in the limelight over the last few years. How the information on the real world is expressed influences the quality of the services. We suppose that the information in the real world has three axes, which are the temporal axis, the positional axis, and the qualitative axis. Based on the features of those three axes, we propose the contents description schema "RWML(Real World Markup Language)" which describes the information in the real world. From the middle of 1990s, Web sites have spread rapidly in the internet. By including the contents of Web sites into RWML, it is possible to materialize the environment where the real world and the Web space are integrated seamlessly. In this research, we choose an amusement park as the application of RWML. We made a prototype system which guided users in the amusement park.

### 1 はじめに

近年、モバイル端末の高性能化および小型化により、それらを利用して我々の生活を支援する多種多様なサービスが提案されている。その種のサービスの中でも位置情報を利用したシステムはその利便性などからとりわけ注目と期待を集めている。位置情報を利用したシステムは、大きくユーザの位置情報に基づいて周辺の情報を提示するガイドシステムと、ユーザを目的地まで誘導するナビゲーションシステムに分けることができる。前者のシステムとしては、知的モバイルエージェントがユーザの好みに合わせて観光情報などを表示するシステム<sup>1)</sup>やガイドエージェントがユーザの展示物関

覧を支援するシステム<sup>2)</sup>などが挙げられる。これらのシステムは、ユーザの興味などを考慮した上で、現在位置に関連する情報をガイドとして提示するシステムである。一方、後者のシステムとしては、カーナビゲーションシステムや AU の"EZ ナビウォーク"<sup>3)</sup>、東芝の"みるくるナビ"<sup>4)</sup>などが挙げられる。こちらのシステムは、一般に個人向けに屋外を対象として、目的地までの案内や、周辺情報などをユーザに提示する。

この種の位置情報を利用したサービスでは、実世界の情報を如何にして表現するかがサービスの質を決定する上で重要なポイントとなる。例えば、先に述べたナビゲーションシステムなどでは実世

界を空間的な情報とそれ自身の性質を表す情報の組として表現している。しかし、我々が存在する実世界においては、自分を含む周辺の状況が絶えず変化し続けており、このような時間とともに常に状況が変化する環境の中で、時間的な変化を反映した情報を獲得することは非常に困難である。したがって、位置情報を利用したサービスの一層の品質向上を目指すには、情報の時間的な変化に追従可能なコンテンツ記述の枠組が必要不可欠である。

そこで本研究では、実世界の情報には、時間的、位置的、質的 という3つの軸が存在するという立場で、各軸の特徴を踏まえた形で実世界の情報を記述するためのコンテンツ記述スキーマ RWML (Real World Markup Language) を提案する。

現在、実世界の情報を記述する手法として最も普及していると考えられるものとして、1990年代半ばより世界的規模で急速に広まった HTML<sup>5)</sup> がある。今日では、非常に多くの企業や組織が Web サイトを開設しているが、ここで提供されている HTML で記述されたコンテンツは、前述の3つの軸においては、時間的、位置的の2つの軸を考慮しておらず、質的な軸のみのコンテンツだと捉えることができる。本研究ではこのような Web サイトのコンテンツの存在に着目し、実世界の情報を記述する際に、このコンテンツを内包可能な記述スキーマを提案することで、実空間と Web 空間の情報がシームレスに結合されたかのような情報環境の実現を目指す。

我々が提案する RWML を用いることで例えば、ユーザの現在位置に関する情報を自動的に提示した上で、Web サイトの参照が随時可能なサービスなど様々なユーザ支援が実現できるであろう。さらに、時間的な情報も Web サイトに反映することができるため、現状では得るのが困難な待ち時間や混み具合といった情報も容易に得ることが可能となる。

関連研究について概観する。

我々は以前、NWCDL (Navigation and Web Contents Description Language)<sup>6)</sup> というコンテンツ記述言語を提案した。これは歩行者ナビゲーションシステム<sup>7, 8)</sup> と Web との統合を目指したものであり、本稿で提案する RWML の下地となった考え方である。両者の違いとしては、本研究において、時間的な軸を導入したこと、そして、一般的な位置情報サービスへの利用を想定した枠組へと発展させたことである。

次世代の Web としての目標が掲げられている Semantic Web<sup>9)</sup> の検討も進められている。これは、WWW 上に散在する様々な情報にマシンリーダブルかつ構造化されたメタデータを付与することにより、Web に意味をもたせ、コンピュータが Web 上の情報を理解した上で自動処理を果たすことを狙っている。しかし現状では、検討の段階を

脱さず、我々が提案するスキーマと異なり、時間によって変化する情報は考慮していない。

既に存在する Web 上の情報を空間的な情報へと結びつける研究としては、HTML 中のテーブルからオントロジーを抽出し、あらかじめ用意した地図のオントロジーと対応付ける手法<sup>10)</sup> や、WWW 文書中の住所などの位置関連情報を抽出し、WWW 文書を位置指向に検索しようとする手法<sup>11)</sup> などが提案されている。これらは、位置的な軸と質的な軸で実世界を記述しようとする試みと捉えることができる。

一方、実世界をリアルタイムでガイドするという観点から見ると、GPS とウェアラブル機器を用いて高精度な位置合わせによりユーザに現在地の注釈を提示するシステム<sup>12)</sup> や、主に屋内を対象に画像による位置合わせによりユーザに現在地や人の情報を提示するシステム<sup>13)</sup> が提案されている。以上の手法においては、刻々と変化する周辺状況や時間的な変化に追従するのは困難である。

以下、2章では、実世界の情報を記述する上で考慮すべき3つの軸について議論した上で、我々の提案するコンテンツ記述スキーマ RWML について概要を述べる。3章で、提案する RWML の記述形式について詳細に説明した後、4章で RWML を用いて実空間と Web 空間を統合するためのシステム構成、および、具体的な実験対象として遊園地を取り上げた試作システムについて述べる。最後に、5章においてまとめと今後の課題について述べる。

## 2 コンテンツ記述スキーマ RWML

### 2.1 実世界の情報

我々が存在する実世界の情報には、以下の3つの軸が存在すると考えられる。

- 時間的な軸 (temporal axis)  
実世界においては、周辺状況やある対象の状態が刻々と変化する。従ってそのように変化する情報について考えた場合、時間による情報の変化の度合を一つの軸として捉えることができる。変化の度合としては、リアルタイムな変化や定期的な変化など、情報に応じてそれぞれ異なる。この種の時間により変化する情報が記述可能な枠組を準備することで、実世界の変化に追従可能な地理情報システムが実現できる。
- 位置的な軸 (positional axis)  
実世界を地理的に見ると、同じ概念の情報においても、場所が異なると情報が異なることが多々ある。従って、場所による情報の変化の度合も一つの軸としてみなすことができる。言い換えると、場所が変われば情報が大きく

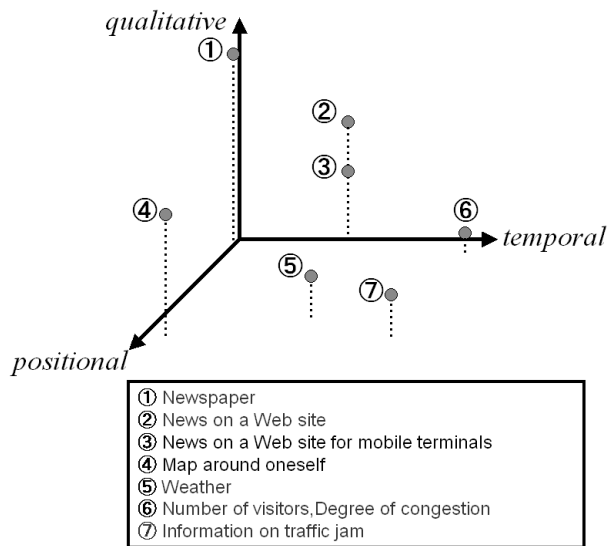


図 1: Three axes in the real world

変化するのか、また、地球上のどこでも情報は同じかということを表す軸である。

- 質的な軸 (qualitative axis)  
ある対象に関する情報を記述する際に、概念的に同じ情報であっても、その記述の詳細度は情報の利用目的などに応じて変化させる。これは情報の質と呼ぶべきものであり、これを実世界の情報を表す 1 つの軸だと考える。

例として、我々が日常生活で目にするいくつかの情報を上述の 3 つの軸から構成される空間へとマッピングする (図 1 参照)。例えば、日々のニュースについて考えてみると、新聞記事は非常に詳細な内容が記述されている一方、時間的・空間的な変化はない。同様な内容が掲載される Web サイトのニュースでは、記事の内容の詳細度が下がる一方で、更新頻度が向上する。さらに、携帯電話向けのサイトの場合は、さらに記事の詳細度が下がったものと捉えることができる。位置的な軸の変化が大きな例としては、例えば、カーナビゲーションによって提示される自車位置周辺の地図などがある。また、位置によって変化はするが程度の範囲で共用できる情報としては、地域の天気などがあげられるであろう。時間的な軸の変化が大きな事例は、例えば、ある施設の入場者数や混雑度などがある。比較的ゆるやかな時間で変化する情報としては、高速道路などの渋滞状況や、上でも例としてあげた地域の天気などが考えられるであろう。このように、我々の身の回りの情報を記述する上では、前述の 3 つの軸を考慮した上で、これらの変化に対応可能な情報記述の枠組みが必要となる。

## 2.2 RWML の設計方針

上記では、実世界の情報には 3 つの軸が存在することを述べたが、こういった軸をもつ情報が利用可能な地理情報システムを実現するためには、3 つの軸を考慮して情報を記述するための枠組を準備する必要がある。そのために本研究ではコンテンツ記述スキーマ RWML (Real World Markup Language) を提案する。コンテンツの記述には、以下の利点をもつ XML (eXtensive Markup Language)<sup>14)</sup> を用いる。

- タグによる意味付けが可能  
XML 文書を記述する人が自由にタグを定義でき、文書中の文字列に意味付けができる言語構造である。
- システムに依存しない汎用性や柔軟性  
XML 文書はテキストであり、タグにより意味付けされた階層構造で表現されているため、プログラムで自在に XML データを処理することができる。

加えて、記述形式の定義には、以下の特徴を有する XML Schema<sup>15)</sup> を用いる。

- 詳細なデータ型の定義  
記述形式の制限を強めることにより、誤ったデータを軽減することができる。
- 全体の情報のモジュール化  
コンテンツ全体を構成する各部品に名前空間を与えることにより、部品の集合体として記述可能である。その結果、データ作成および保守が容易となる。

次に、3 つの軸の情報を記述するための設計方針について述べる。コンテンツの記述に XML を用いることを上で述べたが、XML 文書は、情報を木構造として表現する。このとき、前述の 3 つの軸を考慮して情報を記述するためには、いずれかの軸に従って対象とする情報を切り分ける必要がある。ある対象とする情報の大半は、既存の Web サイトのコンテンツからも分かるように、時間的、空間的な変化を伴わない対象そのものを説明した情報である。従って、RWML の設計においても、質的な軸を切り口として、施設を説明するための情報を、その詳細さに応じて階層構造化することとする。その上で、時間的、空間的な軸を考慮して、必要と考えられる情報をその構造の中に織り交ぜるという方針で記述形式を設計する。

以上のような設計方針で実空間の情報を記述することを考えた場合、まず質的な軸を考慮して対象を切り分けるが、それらの情報の大部分は、現在の Web サイトに存在すると考えられる。すなわち、現在の Web サイトは、質的な軸のみを考慮し、

時間的、位置的な情報は考慮していないと言える。従って、実空間の情報の多くが Web サイトのコンテンツと共通し、XML と HTML の言語間の親和性が強いことから、本研究で提案する RWML を用いて情報を記述すれば、従来の Web サイトの更新とほぼ同様のコストで Web サイトおよび、実空間に関する情報の両者を整合性を保った形で更新可能となる。これはすなわち、両者を独立した形で更新するよりも更新のコストが大幅に抑えられ、データの運用や保守の利便性が向上できることを意味する。その結果、実空間に関する詳細かつ最新のコンテンツが準備できる。

### 3 RWML の記述形式

デパートや遊園地、大型複合商業施設などの大規模施設では、とりわけ地理情報を利用したサービスに対する期待が高い。本章では、この種の大規模施設を具体的な対象として取り上げ、RWML の記述形式について詳細に説明する。

#### 3.1 RWML の構造

前章で述べた RWML の設計方針にしたがって大規模施設の情報を記述することを考えた場合、大まかに、施設自身に関する情報、施設の構造に関する情報に分けられる。この種の大規模施設は、施設の種類の応じた複雑な内部構造を有しているが、基本的には店舗やアトラクション、トイレなどの空間的要素の集合体と見なすことができる。これらの空間的要素は、その役割ごとに分類が可能であるため、この分類に沿って情報を記述することを考える。

XML を用いて施設自身に関する情報を記述するための最上位要素を <facility\_info> と定義する。続いて、施設の構造に関する情報を記述するための各要素を以下のように定義する。施設内に含まれる空間的要素である店舗、トイレなどの設置物、イベント、アトラクションを記述するための最上位要素として <shop\_info>、<equipped\_info>、<event\_info>、<attraction\_info> と定義する。また、施設内の地図を表現するための最上位要素として <map> を定義する。

以上のようにして、施設自身に関する情報、施設の構造に関する情報を記述するための最上位要素を順に定義した。今回、構造化の過程で管理や保守が容易になるよう、各部品をモジュール化して定義していくが、それらの部品間で登場するタグの名前の衝突を回避する必要がある。そのために XML Namespaces<sup>16)</sup> を利用する。これは、XML 文書の中でエレメント型やアトリビュート名として使われる名前の集合体で、URI 参照によって特定される。以上の流れに沿って施設を記述するためのタグセットを表 1 に示す。

XML のタグ名	コンテンツの説明
<f_info:facility_info>	施設自身に関する情報。
<(施設の種類):shop_info>	店舗情報。
<(施設の種類):equipped_info>	トイレなどの設置物情報。
<(施設の種類):event_info>	イベント情報
<(施設の種類):attraction_info>	アトラクション情報。
<map:map>	地図情報。

表 1: Tags required to information on facilities

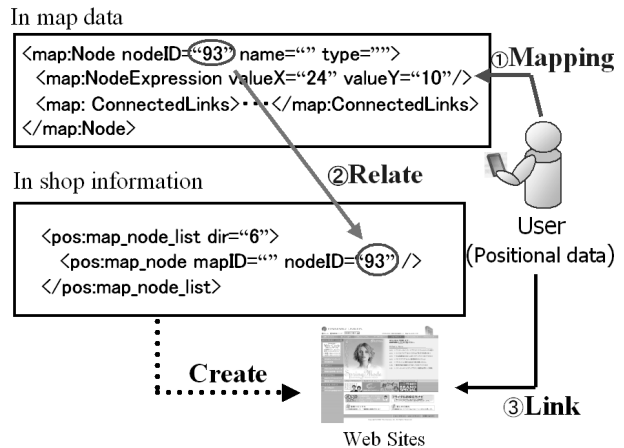


図 2: Mapping of positional information

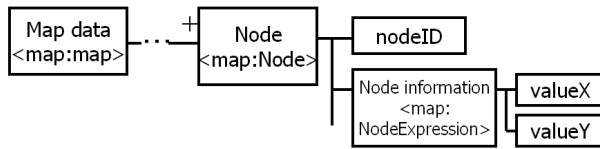
#### 3.2 位置情報の記述形式

本節では、位置的な軸に関連する情報の中でも、場所が変わればその情報が常に変化する位置情報への記述形式について考える。

先にも述べたが、施設は、その中に含まれる店やアトラクションといった空間的要素の集合体と見なすことができる。施設内では、店やトイレ、交差点といった各地点 (以下ノードと呼ぶ) 間に道が存在する。これにより施設の地図が表現される。施設内の各ノードの役割ごとに、表 1 のどのタグを用いて記述するかが決定されるため、店舗、アトラクション、トイレなどの設置物、イベントの 4 つの要素に関して位置情報を含めることにする。

位置情報を利用したサービスを実現する場合、ユーザの位置を取得する方法としては、GPS<sup>12)</sup>、赤外線センサ<sup>17)</sup>、RFID タグ<sup>18)</sup> など様々なセンサを利用した方法がある。ここでは何らかの方法によってユーザの位置が取得できるものとし、ここにおける位置情報は、例えば GPS であれば緯度、経度データなど、センサの種類に応じた形式で記述することとする。その上で、地図情報内に記述された各ノードの位置が、店などの空間的要素へ対応付け可能となるような記述が不可欠である。この対応付けを図 2 に示す。また、位置情報の記述形式を図 3 に示す。

In Map Data



In Shop information ,etc

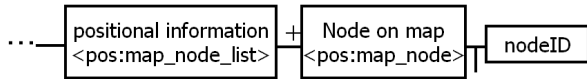


図 3: Description format of information on positional axis

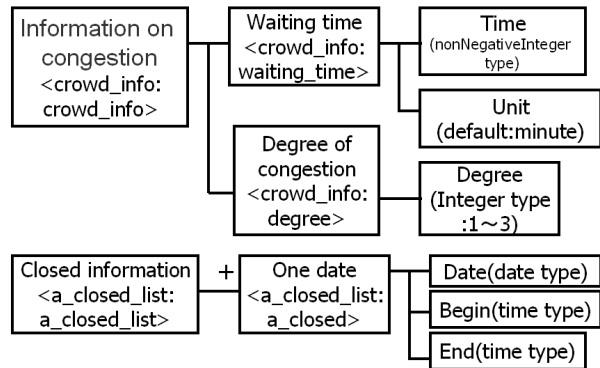


図 4: Description format of information on temporal axis

### 3.3 時間とともに変化する情報の記述形式

施設内の店やアトラクションでは、それらの状況が時間とともに変化する。この種の情報の中には、リアルタイムに変化するものもあるが、全ての情報がある短い時間ごとに離散的に変化するといった仮定をおく。また、混み具合といった程度を表す情報は、ある一定範囲内の整数値で表現する。

以上の方針に基づいて、待ち時間、混み具合、トイレなどの使用不可情報の記述形式を定義した。まず、待ち時間は、時間の単位と値をもつ。次に、混み具合に関しては、3段階評価とし、そのいずれかの値をもつ。さらに、利用不可情報は、日時と開始時刻と終了時刻を子要素としてもつ。日時、時間に関するデータ型には、XML Schema のデータ型をそのまま用いる。以上の記述形式を図 4 に示す。

### 3.4 遊戯施設の記述形式

以上の方針に従って、具体的な対象として遊戯施設を取り上げ、記述形式を定義した。これを図 5 に示す。以上のような RWML の記述形式に従って生成されたコンテンツには、Web サイトとなる

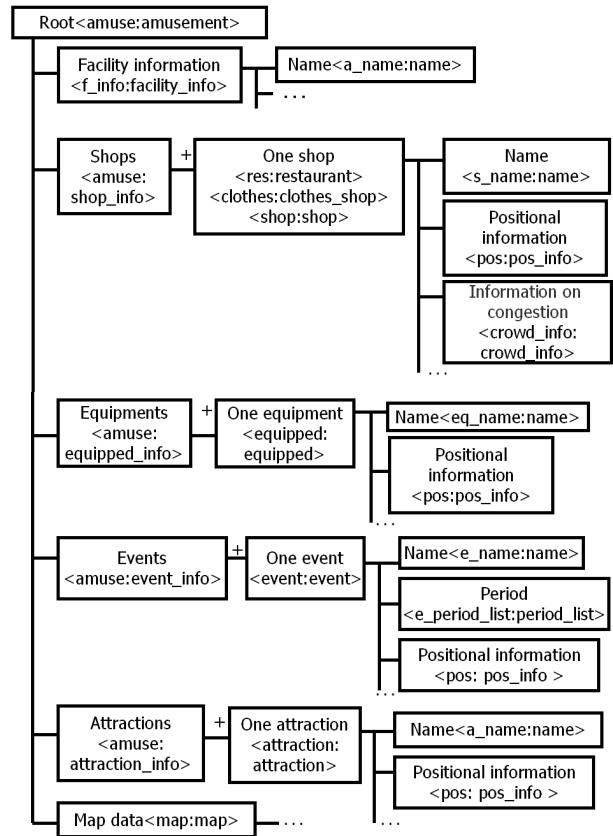


図 5: Description format of amusement parks

コンテンツが多数含まれていることを 2 章で述べたが、XML で記述されたコンテンツを XSLT スタイルシートを用いて HTML に変換し、Web サイトを生成することを想定している。従って、本研究で着目した位置的、時間的な軸に関連する情報が Web サイトにも反映されることから、結果的に、実空間で刻々と変化する情報と Web サイトとの統合が実現されたことを意味する。

## 4 遊園地ガイドシステム

本研究で提案した RWML の有効性を検証するために、対象施設として遊戯施設を選択した上で、ユーザをガイドするシステムを構築した。このシステムは、ユーザのいる場所の周辺情報をガイドとして携帯端末に表示し、提示された情報の中には、店などへのリンクが施されている。これにより、ガイドシステムと Web の連携が実現している。本システムの利用イメージを図 6 に示す。

### 4.1 システム構成

ガイドシステムの構成を図 7 に示す。本システムは、施設ごとに設置されたサーバと、クライアントとなるユーザの所持する携帯端末から構成される。ユーザの位置情報は GPS 衛星から受信し

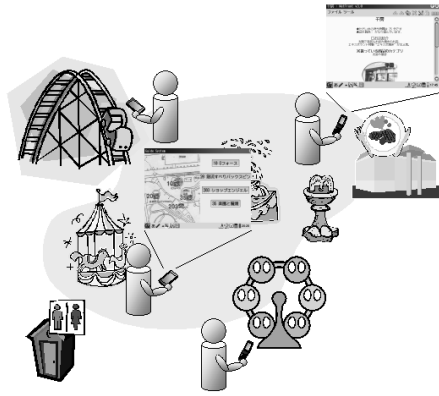


図 6: Image of the guide system

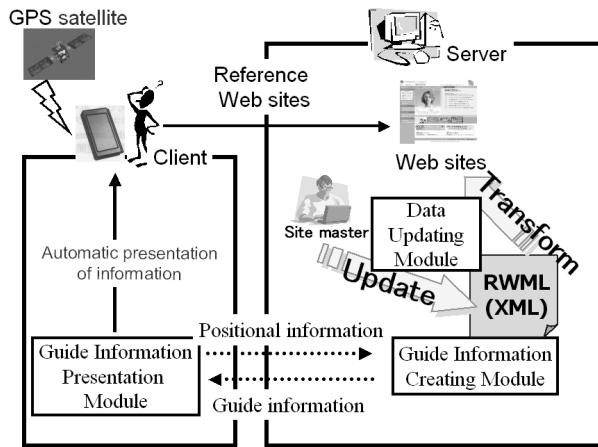


図 7: System configuration

た緯度，経度のデータを用いる．クライアント側では，位置情報の送信および，ガイド情報の受信と提示を受け持つガイド情報提示モジュールが随時稼動している．サーバ内では，実空間の情報を常に最新の状態で保持している．その情報を利用して生成される Web サイトも最新の状態で保持するためのデータ更新モジュールと，ユーザの位置情報からガイド情報を生成するガイド情報作成モジュールが稼動している．

ガイドシステムにおいては，ユーザ周辺の情報を提示することを狙っているため，ユーザの大まかな位置を判別できればよい．今回の実験では，GPS を用いて位置情報を取得しているが，GPS のデータは緯度・経度の詳細な値である．また，誤差の吸収も考慮に入れるため，ユーザが取得した GPS の緯度・経度の値を概算化した上で，施設内を升目で表現した座標系へとマッピングする．それにより，施設情報の中に存在するノードとの対応付けが可能となっている．

クライアント側でガイド情報を提示するモジュール，および，サーバ内でデータ更新機能，ガイド情報作成機能を果たす各モジュールについて以下で説明する．

- **ガイド情報提示モジュール**  
ユーザの所持する携帯端末は GPS データを常に受信する．この受信した緯度・経度の値は，升目で表現される座標系へと変換され，変換された座標が変化した時点でユーザの位置が変化したと見なし，位置情報をサーバへ送信する．そして，生成されたガイド情報をサーバ側から受け取り，端末に表示する．
- **データ更新モジュール**  
施設内の情報は，時間とともに刻々と変化するが，いずれかの情報が更新された場合，本モジュールは XML Schema で定義された記述形式に合致するかを検証する．もし，全ての情報がスキーマに合致していれば，XSLT スタイルシートを適用することにより，もとの情報を利用して Web サイトを生成する．以上の処理の結果，実空間の情報に変化した時点で，最新の Web サイトが生成される．
- **ガイド情報作成モジュール**  
ガイド情報提示モジュールから送信された施設内座標をもとに，地図情報内のノードを検索し，そのノードに対応する店やアトラクションなどを特定する．サーバ内には詳細な情報が存在するが，携帯端末上に表示させる情報と，Web サイトを特定する ID をクライアントへ送信する．この ID は Web サイトをもつ空間的要素全てに一意に割り振られており，Web サイトのファイル名に含まれる．これらの情報は，ガイド情報および Web サイトへのリンクに利用される．

#### 4.2 システムの動作例

多様な店舗やアトラクションを有するエキスポランドにおいて，システムの動作実験を実施した．ユーザの所持する携帯端末として Zaurus，サーバとしてノート PC を用いた．両者は USB ケーブルによってネットワーク接続している．以上のようなシステム利用の様子を図 8 に示す．

Zaurus に実装されたガイドシステムのインタフェースを図 9 に示す．ディスプレイの左半分周辺地図を表示し，右半分に店やアトラクションなどの名前がボタンとして提示される．

右半分に提示されている店のボタンを押せば，押された店の Web サイトがユーザに提示される．図 9 の画面において，”楽園と魔境”というアトラクションのボタンを押して Web サイトを参照した場合，図 10 のようなサイトが提示される．



図 8: A person using the guide system

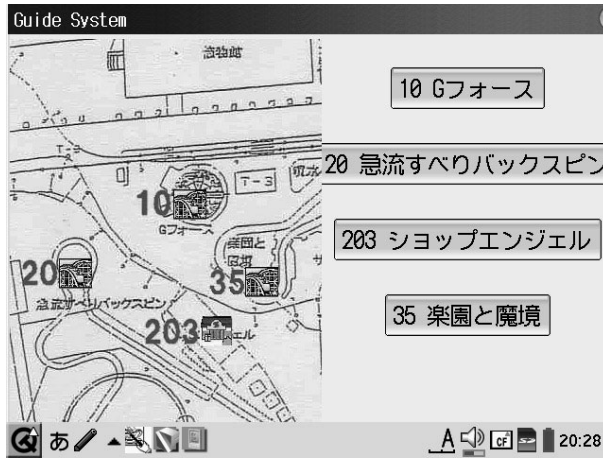


図 9: Interface of the guide system

### 4.3 考察

本研究で提案する RWML の記述形式に従って情報を記述し、その情報を用いてガイドシステムを実装した。ユーザのいる位置に適した情報がおおむね提示され、提示された店などの Web サイトの参照が随時可能であったことから、ユーザのいる実空間から、ユーザのいる位置に対応する Web 空間への移動が特に隔たりなく可能となったことを意味する。つまり、実空間と Web 空間のシームレスな統合が実現されたと考えられる。

混み具合や待ち時間といった時間的変化に関連する情報は、施設情報に記述した上で、Web サイトに反映されることは確認したが(図 10 参照)、今回の試作システムにおいては、時間的に変化する情報の実際の更新、利用に関して検証はしていない。今後は、これらの情報も記述した上で、有効性を評価する必要がある。

ユーザの位置情報が GPS データに基づいたものであることから、GPS の誤差が発生したり、取得そのものできない場合があり、常にユーザの実



図 10: Sample of the Web site

空間の状況を反映した情報の提供はできなかった。これを補うためには、RFID など、設置にコストはかかるが位置情報の取得に精度が高いデバイスの利用などが考えられる。

### 5 まとめ

本研究では、実空間と Web 空間をシームレスに統合するための記述スキーマ RWML を提案した。

我々の存在する実空間においては、現在位置や周辺状況が刻々と変化する。そういった環境の中で、実世界の情報には時間的、位置的、質的の 3 つの軸が存在することに注目し、それらの軸に関連する情報を記述する枠組が必要であることを論じた。本研究では、位置的な情報として位置情報、時間的な情報として待ち時間や混み具合といった情報を取り上げ、それらの記述形式を定義した。

その上で、記述形式に則って作成した情報を利用したガイドシステムを試作し、RWML の有効性について考察した。そして、本記述スキーマを用いて実空間と Web 空間がシームレスに統合されることを確認した。

今後の課題を以下に挙げる。今回の検証では、自身による検証・考察によるため、他の被験者によ

る客観的な評価を得る必要がある。また、位置的变化に関連する情報のみを取り上げたため、時間的变化に関連する情報の有効性を検証する実験を実施する必要がある。それにより、3つの軸に関連する情報すべてが実空間を記述するために必要だと言えるであろう。さらに、今回のシステムにおいては、取得したユーザの位置情報をログとして保存している。その中に含まれるユーザの行動履歴からユーザのプロファイルを作成<sup>19)</sup>することによって、ユーザの個人的嗜好を反映したガイド情報の提示や、趣味・嗜好に基づく目的地推論機構<sup>20)</sup>を取り入れたナビゲーションシステムへと発展させていくということが考えられる。

## 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（若手研究（B）, No.14780278）の補助を受けています。また、実験におけるデータ収集などに多大な御協力を賜った株式会社エキスポランドに深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 加瀬 直樹, 池谷 直紀, 大須賀 昭彦, 柴田 康弘: “ゆがしまん (1) ~ ヒューマンナビゲーションをエージェントで実現できるか”, 情報処理学会第 61 回 (平成 12 年後期) 全国大会講演論文集, Vol.3, pp.379-380, 2000
- 2) 角 康之, 江谷 為之, Sidney Fels, Nicolas Simonet, 小林 薫, 間瀬 健二: “C-MAP: Context-aware な展示ガイドシステムの試作”, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2866-2878, 1998
- 3) AU: “EZ ナビウォーク”, [http://www.au.kddi.com/ezweb/au\\_dakara/ez\\_naviwalk/](http://www.au.kddi.com/ezweb/au_dakara/ez_naviwalk/)
- 4) 東芝: “みるくるナビ”, <http://www.ivc.toshiba.co.jp/ivc/milk/>
- 5) W3C: HyperText Markup Language (HTML), <http://www.w3.org/XML/>
- 6) Kazuhiro Nakaminami, Fumihisa Shibata, Noboru Babaguchi, “Contents Description Language “NWCDL” for Integrating Web Contents with Navigation”, In Proceedings of the 6th SANKEN(ISIR), 2003
- 7) 吉田 武史, 上甲 貴広, 柴田 史久, 馬場口 登, 北橋 忠宏: “複数種類の携帯情報端末に対応した三次元構造物内ナビゲーションシステム”, 情報処理学会研究報告 2001-HI-92, pp.87-94, 2001
- 8) 柴田 史久, 吉田 武史, 馬場口 登, 北橋 忠宏: “多種類のモバイル端末に対応した屋内ナビゲーションシステムにおける案内情報生成手法”, 電気学会電子・情報・システム部門大会, 2001
- 9) W3C: Semantic Web, <http://www.w3.org/2001/sw/>
- 10) 伊藤史明, 大谷紀子, 上田隆也, 池田裕治: “属性オントロジーの抽出と統合を用いた実空間と情報空間のナビゲーションシステム”, 人工知能学会論文誌, Vol.14, No.6, pp.1001-1009, 1999
- 11) 横路誠司, 高橋克巳, 三浦信幸, 島健一: “位置指向の情報の収集, 構造化および検索手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.7, pp.1987-1997, 2000
- 12) 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和: “拡張現実感技術を用いた屋外型ウェアラブル注釈提示システム”, 画像電子学会誌, Vol.32, No.6, pp.832-840, 2003
- 13) 蔵田武志, 大隈隆史, 興梠正克, 加藤文和, 坂上勝彦: “VizWear: コンピュータビジョンとウェアラブルディスプレイによる人間中心インタラクション”, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.12, pp.3809-3817, 2002
- 14) Extensible Markup Language (XML), <http://www.w3.org/XML/>
- 15) XML Schema, <http://www.w3.org/XML/Schema>
- 16) Namespaces in XML, <http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/>
- 17) 天目 隆平, 神原 誠之, 横矢 直和: “赤外線ビーコンと歩数計測を用いたウェアラブル型注釈提示システム”, 電子情報通信学会 技術研究報告, 2002
- 18) Michitaka Hirose, Tomohiro Amemiya, “Wearable Finger-Braille Interface for Navigation of Deaf-Blind in Ubiquitous Barrier-Free Space”, Proceedings of 10th International Conference on Human-Computer Interaction, Vol.4, pp.1417-1421, 2003.
- 19) 中里 祐介, 柴田 史久, 馬場口 登: “歩行者ナビゲーションにおけるユーザの行動履歴からのプロファイル生成手法”, 情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集, pp.407-408, 2003
- 20) 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, Vol.43, No.12, pp.3809-3817, 2002