

## ユーザ要求の多様性を加味した位置適応型移動体向け放送方式

武井一朗 佐藤潤一 多田浩之 谷口幸治 渡辺成光 山口孝雄

本論文では、地域情報の要約とコンテンツの実体の所在を記したメタデータを放送(Push型)で配信し、地域情報の実体は受信端末において通信(Pull型)により、ユーザがコンテンツ(番組)の実体を手動、もしくは端末自身が端末の移動速度や方向を加味して自動的に選択、取得(番組の自動選択機能)できる位置適応型移動体向け放送方式を提案する。特に、番組の自動選択機能に関しては、シミュレーションにより有効性を示す。本方式の実現により、国内の放送番組を地域ごとに様々な位置の表現粒度で選択できるだけでなく、海外の放送番組も手軽に受信できる携帯端末を実現することが可能となる。

### A Position-Adaptive Broadcasting System for Moving Terminals that Accommodates Different User Requirements

Ichiro Takei, Jun'ichi Sato, Hiroyuki Tada,  
Koji Taniguchi, Shigemitsu Watanabe, Takao Yamaguchi

In this article, we propose a position-adaptive broadcasting system for moving terminals where metadata that provide summaries of local information and the location of actual content are distributed by broadcasting (Push type), while the entity of content is selected and acquired by the receiving terminal via manual or automatic communication (Pull type) depending on the terminal's velocity and direction of travel. We demonstrate the effectiveness of the automatic selection function of programs using simulations. With this system, it is possible to realize a portable terminal which enables not only the selection of broadcasting programs at various granularities but also allows overseas programs to be received easily.

#### 1 はじめに

日本国内の衛星放送では、郵便番号に基づいて天気予報などの提供情報をカスタマイズする位置適応型放送サービスが既の実現されている。

しかし、位置の表現粒度は予めシステムで決められており、ユーザ要求に応じた様々な表現粒度には設定できない。また、放送網のみを用いて多様なユーザ要求(位置の表現粒度の変更)に応えるには、放送帯域や受信端末の蓄積装置の容量は膨大に必要となり、ユーザが必要とする情報を取得するまでの待ち時間も長くなる。

---

松下電器産業株式会社 ネットワーク開発本部  
Corporate Network Development Division,  
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

本論文では、地域情報の要約とコンテンツの実体の所在を記したメタデータを放送(Push型)で配信し、地域情報の実体は受信端末において通信(Pull型)により、ユーザがコンテンツ(番組)の実体を、手動、もしくは端末自身が端末の移動速度や方向を加味して自動的に選択、取得(番組の自動選択機能)できる位置適応型移動体向け放送方式を提案する。特に、番組の自動選択機能に関しては、シミュレーションにより有効性を示す。本方式の実現により、国内の放送番組を地域ごとに様々な位置の表現粒度で選択できるだけでなく、海外の放送番組も手軽に受信できる携帯端末を実現することが可能となる。

## 2 位置適応型移動体向け放送方式

### 2.1 ユーザの多様性を加味した位置適応型移動体向け放送サービス

従来のTV放送において、位置適応型放送サービスは、郵便番号という固定の位置表現形式による粒度でしか、提供情報をカスタマイズすることができなかった[1]。今後、ユーザの多様なニーズに応えるためには位置の表現粒度を自由に設定できる必要がある。例えば、荒い粒度では、国単位の指定、細かな粒度であれば、緯度・経度といった指定である。提供情報としては、国単位の指定を行えば、海外のローカルなニュースを、緯度・経度の指定を行えば、近隣のお店や観光地の紹介情報といった地域限定の情報をユーザに提供する。従来のTV放送が、公共性が強く幅広い数多くのユーザ層を対象とした放送内容を前提としていたのに対して、本論文では、様々な粒度で位置の表現粒度の指定ができ、個々のユーザの多様なニーズに応えることができる放送サービスの実現方式について述べる。

端末は、携帯端末での利用を前提とする。放送番組の選択方式としては、ユーザが手動で、位置の表現粒度を選択できる手動選択方式(例えば、国、都道府県、郵便番号、緯度・経度の

粒度での選択)と、端末の移動状態に応じて、携帯端末の周囲の緯度・経度で対応付けられたコンテンツ(放送番組)を自動的に選択、取得して表示できる自動選択方式の2方式を実現できる位置適応型移動体向け放送方式を提案する。

### 2.2 技術課題と提案方式

放送網を利用したコンテンツ配信では、ユーザ要求の多様性を実現するために様々な位置の表現粒度で表現されたコンテンツの実体を放送網のみで放送した場合、伝送すべき情報量が膨大となるため、放送帯域の制約により、ユーザが必要とする情報を取得するまでの待ち時間が非常に長くなることが技術課題となる。

本論文では、固定端末向けに標準化された放送網と通信網を併用してコンテンツを配信できるTV-Anytime Forum[2]のコンテンツ配信モデルを拡張し、コンテンツの実体ではなくコンテンツの要約と、所在を示すアドレスおよび、位置情報(例えば、緯度・経度)に関する記述が行われた関係記述を、メタデータとして放送網を用いて配信することで、ユーザの待ち時間の短い放送を実現する(図1)。通信と放送の双方を用いた配信方式については、箱守らが固定端末に対して、データへのアクセス頻度に応じてデータの配信に放送と通信とを使い分ける方式を提案している[3]。しかし、移動端末に対して位置依存コンテンツを配信する際の、通信と放送とを用いた配信方式については、従来研究では考察されていない。

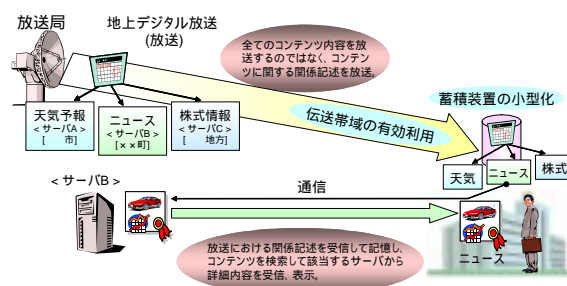


図1 位置適応型移動体向け放送方式

本論文では、受信端末は放送で関係記述のメタデータ（例えば、コンテンツの要約、コンテンツの所在を示す URL 等のアドレス、位置情報など）を受信して記憶し、ユーザが手動もしくは、端末の現在位置に基づきコンテンツを自動的に検索し、該当サーバからコンテンツの実体（例えば、動画、音声、テキストなどで表現される）を、通信網を介して選択受信し、表示する（図 2）。この方式の実現により放送の伝送帯域の有効利用および受信端末側の蓄積装置の小型化が期待できる。

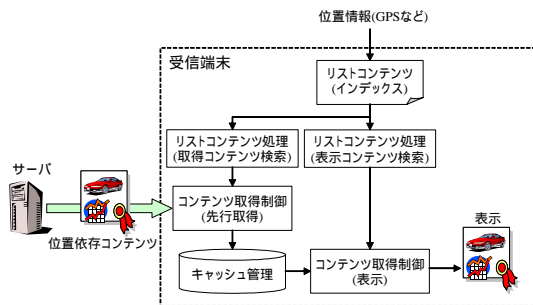


図 2 受信端末の構成

次に、本方式を実現する上での技術課題について、ユーザの使用シーンを想定し明確化する。まず、想定する伝送環境について述べる。放送波は地上波デジタル放送を想定し、通信路は、第 3 世代携帯電話、無線 LAN などの複数の無線リンクの使用を想定する（図 3）。

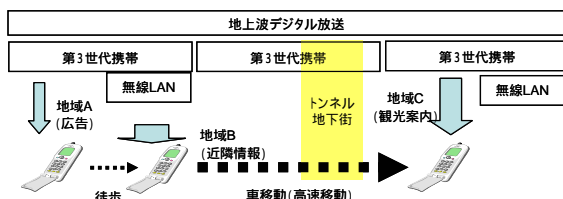


図 3 異種網を介したコンテンツの配信

図 4 に受信端末で関係記述のメタデータを受信してからコンテンツを取得し、表示が完了するまでの動作シーケンスを示す。ユーザの動作も含めた動作シーケンスとしては大まかに、以下の 4 つの処理に分類できる。

- コンテンツ取得スケジューリング
- 異種リンク切り替え、
- トンネル・地下街でのリンク切断
- 番組の高速切り替え(ザッピング)
- 表示制御

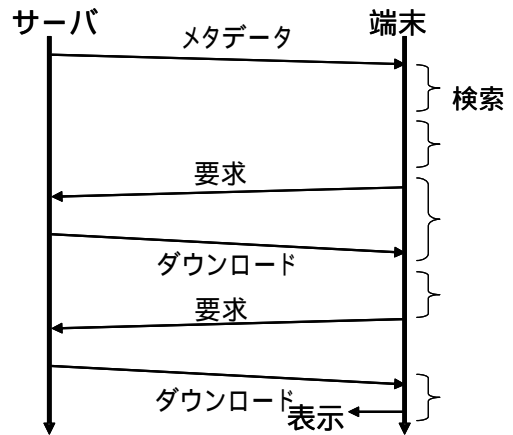


図 4 コンテンツ取得の動作シーケンス

まず、放送網を介して関係記述のメタデータを受信し、受信端末の現在位置に基づき、近隣のコンテンツを自動的に検索し、通信網を介して取得するコンテンツの取得候補、順序、タイミングを決定する（ ）。通信網を介した位置依存コンテンツの取得方法として、カルーセルを用いて繰り返しコンテンツを送出し、受信端末で選択受信するストリーミング方式[4]と、必要なコンテンツを受信端末で選択的に受信するダウンロード方式が考えられるが、本論文では我々が既に過去に考察した結果からコンテンツの取得遅延を抑えるためにダウンロード方式を採用した[5]。

なお、ダウンロード方式を採用することで端末の処理負荷は増大するが、通信コストに基づく異種リンクの切り替え（例えば、第 3 世代携帯電話から無線 LAN への切り替え）時のリンクの切断や、トンネル・地下街でのリンク切断時のコンテンツ取得の再開処理を容易に実現できる（ ）。具体的には、ダウンロードのプロトコルで標準的に用いられている HTTP ではコンテ

コンテンツの取得範囲を明示的に受信端末から送信端末へ示すことができるため、リンク再開時に、取得できていないコンテンツの取得再開処理を容易に実現することができる。しかし、従来研究ではストリーム伝送を対象に、サーバや中継ノードでのストリーム伝送の再開処理を実現しているため、特殊なサーバや中継ノードが必要となる[6]。

さらに、ユーザが、近隣の番組（コンテンツ）を高速に切り替えて閲覧する場合（番組の手動選択方式）には、閲覧したい新しい番組のコンテンツを通信網を介して取得するまでの取得遅延が問題となる（ ）。本論文では、受信端末でユーザがアクセスする可能性の高い近隣のコンテンツを先行的にダウンロードし、取得・蓄積しておくことで、複数の番組間の切り替えを高速に行うことが可能となる。

最後に、表示制御に関しては番組の高速切り替えと同様、コンテンツの取得スケジューリングの方式により、コンテンツの取得遅延が発生し、コンテンツの表示遅延に大きな影響を与える。

以上の点を踏まえて、次章でコンテンツの取得方式について詳細に述べる。

### 3 コンテンツ自動取得機能の実現

#### 3.1 先行取得の必要性

以下の章では、本論文の特徴的な機能である、携帯端末の周囲の緯度・経度で対応付けられたコンテンツ（放送番組）を自動的に選択、取得して表示できる番組の自動選択方式について述べる。特に、前章での考察結果に基づき、コンテンツの取得スケジューリングについて詳細に述べる。

場所に応じたコンテンツ(位置依存コンテンツ)を通信で取得するには、端末から最も地理的に近い位置に関連づけられたコンテンツを検索して取得すればよい。本論文では、関係記述が

複数記述され、複数の位置依存コンテンツの所在を表現したメタデータであるリストコンテンツを受信端末で、放送網を介して受信済みであると仮定する。しかし、移動端末、特に車載端末を例とする高速で移動する端末において、最も近い位置に関連づけられたコンテンツを検索して取得すると、検索時間及び取得時間の間に端末が移動し、コンテンツの取得が完了した時点でそのコンテンツが最も近い位置のコンテンツではなくなり、現在位置に関連するコンテンツとしては適当でなくなる可能性がある。ユーザが通過前にコンテンツを見て理解できるようにするために、移動端末が通過する一定時間前にコンテンツを表示できる機構が必要である。また、コンテンツの表示が遅れる要因としては、システム応答時間と表示コンテンツを再生開始してから終了するまでの時間（再生所要時間）の2つを考慮する必要がある。システム応答時間としては、端末でリストコンテンツから表示コンテンツを検索する所要時間（検索時間）と検索結果からネットワークを介して表示コンテンツを取得する所要時間（取得時間）とを考慮しなければならない。本論文では、システム応答時間のうち、コンテンツを現在位置や移動方向、速度に適應して先行取得することによって取得時間の短縮を図る。本論文では、先行取得方式の実現方法及び性能評価について報告する。なお、検索時間の高速化については別途考察している[7]。また、コンテンツとして静止画やテキストを想定し、再生所要時間をゼロと仮定する。

#### 3.2 先行取得方式に関する従来研究

放送による先行取得方式の従来研究としては、佐藤らが車載端末において通過予定経路周辺地域のコンテンツを先行取得する方式[8]を提案しているが、カーナビゲーションを行わない、すなわち通過予定経路がわからない場合の方式については言及されていない。伊藤ら[9]は移動速

度で決まる半径を持つ、現在位置を中心とする円形領域で放送コンテンツの選択を行う。この方式は移動方向を考慮していない。また、石川ら[10]は、現在位置と移動方向前方の目標位置とを2つの焦点とする楕円形領域で放送コンテンツの選択を行うが、移動速度と楕円形領域との関連については述べられていない。また、従来研究は、いずれも、放送のみを用いて位置依存コンテンツを配信し、受信端末で放送周期を加味した位置依存コンテンツの取得スケジューリングと蓄積管理を行う方式について検討を行っている。従って、従来研究では、本論文で対象としている受信端末からの即時のコンテンツ取得要求が可能な通信網を利用したコンテンツの先行取得方式に関しては検討が行われていない。

### 3.3 速度・方向適応コンテンツ先行取得方式

本論文では移動予定経路が設定されなくても、移動端末の移動速度や方向によらず、位置依存コンテンツを選択、取得してユーザに遅滞なく表示できる速度・方向適応コンテンツ先行取得方式を提案する。

端末とコンテンツ配置との関係を図5に示す。図5は、端末が現在位置Aにあり、図の右方向に移動中であることを示す。端末Aの周囲には、それぞれの位置依存コンテンツを四角形で表している。端末Aにおいてこれらのコンテンツのうち最も距離の近いコンテンツ(黒の四角形)を表示しようとしても、コンテンツの取得時間によって表示に遅延が生じる間に端末Aが移動す

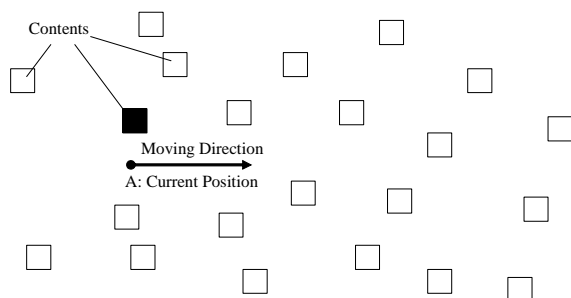


図5 端末とコンテンツ配置との関係

るため、取得が完了してコンテンツを表示可能になる時点でコンテンツの関連位置は端末位置よりも後方に存在することになり、端末位置に関連するコンテンツとしての価値が低下する。

方式の概要を図6に示す。提案する速度・方向適応コンテンツ先行取得方式では、端末が対象となるコンテンツを通過する前に表示できるようにするために、端末の進行方向前方に広い領域内にあるコンテンツを表示対象とする。ここでは、端末の現在位置Aと端末の進行方向前方の点Bとを2つの焦点とする楕円 $E_2$ をコンテンツ表示対象領域とした。

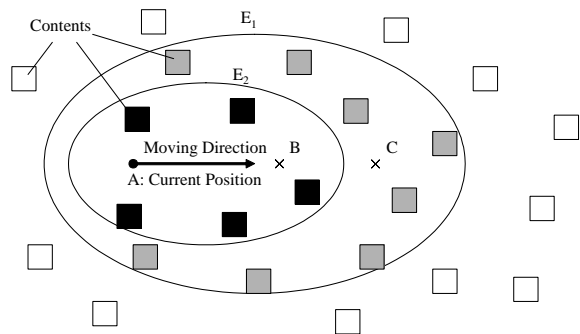


図6 速度・方向適応先行取得方式の概要

また、表示の際のコンテンツの取得時間による表示遅延を排除するため、 $E_2$ より広い領域内にあるコンテンツを取得対象として先行取得し、端末内部に蓄積する。具体的には、進行方向の変更にも対処するため、端末の現在位置Aと端末の進行方向前方の点Cとを2つの焦点とする楕円 $E_1$ をコンテンツ取得対象領域とすることで端末の進行方向側方や後方のコンテンツも先行取得対象とした。

この方式では、端末の進行方向前方に広い領域内にあるコンテンツを表示対象としているため、端末が対象となるコンテンツを通過する前に表示できる。また、コンテンツ取得対象領域 $E_1$ にある先行取得済みのコンテンツ(灰色及び黒色の四角形)の中から、コンテンツ表示対象領域 $E_2$ 内のコンテンツ(黒色の四角形)を選択して表示するため、コンテンツを表示する時点には

すでにコンテンツが端末内部に蓄積されており、取得による遅延が生じない。

また、現在位置 A に対して、移動速度に応じて焦点 B 及び C の位置を変更することにより、コンテンツ取得対象領域、コンテンツ表示対象領域の大きさを変化させることができる。さらに、移動速度に応じてコンテンツ取得対象領域  $E_1$  及びコンテンツ表示対象領域  $E_2$  の大きさを変化させて対象となるコンテンツを変化させることで、移動速度の変化への追従が可能となり、ユーザに遅滞の少ないコンテンツの提示を行うことが可能になると期待できる。

### 3.4 先行取得方式の評価と考察

実験に用いるシステムの表示例を図 7 に示す。実験システムは Windows XP Professional 上に構築したシミュレータである。左画面中央の現在位置から画面下方向に移動している端末に対し、大きな楕円形で示されるコンテンツ取得対象領域に基づき、リストコンテンツから位置依存コンテンツを検索し、先行取得を行ってキャッシュに蓄積する。また、コンテンツ表示についても同様に、小さな楕円形で示されるコンテンツ表示対象領域に基づき位置依存コンテンツを選択することにより、移動中に前方位置に関連するコンテンツを前もって端末利用者に対して右画面に提示することができる。



図 7 実験システムの表示例

現在、本先行取得方式による取得時間短縮の性能評価実験として、移動体が直進で進むケースと曲がるケースの性能評価を行っている。本論文では移動体が直進するケースの実験結果を示す。表示に必要なコンテンツのうちキャッシュに先行取得されていたコンテンツ数の割合を示すヒット率、平均取得所要時間、キャッシュに先行取得されたコンテンツで表示に用いられたコンテンツ数の割合を示すキャッシュ利用率が性能評価の基準となる。変化させるパラメータは、コンテンツの平均サイズ、端末の移動速度、先行取得の取得領域  $E_1$  の形状と形状パラメータ（円の場合は半径、楕円の場合は長径と短径）である。評価実験のパラメータとして、表 1 に示したケースで評価実験結果を示す。ただし、コンテンツ密度は、1 平方 km あたりに分布しているコンテンツ数と定義する。また、先行取得の取得領域  $E_1$  の指定方法を 3 通り（受信端末の移動速度で領域サイズが変化する楕円と円、固定サイズ領域の円）用意した。楕円に関しては、実験では現在位置から前方に 180 秒、左右方向に 60 秒移動するまでの範囲のコンテンツを先行取得し、また、前方に 60 秒、左右方向に 30 秒移動するまでの範囲のコンテンツを表示するように設定した。受信端末の移動速度で領域サイズが変化する円に関しては、コンテンツ取得領域が楕円と同面積になるように半径を設定した。固定領域サイズの円に関しては、端末の移動速度を時速 30km で固定した場合の円の半径と同じになるように設定した。

表 1 実験環境

|                  |          |
|------------------|----------|
| 伝送レート(bps)       | 38400    |
| コンテンツ密度(/平方km)   | 25       |
| コンテンツ数           | 500      |
| コンテンツの平均サイズ(バイト) | 120K     |
| 端末移動速度(直線,km/h)  | 30 ~ 100 |

実験結果に示したように、移動速度に応じて取得領域を動的に変化させることにより、特に、移動速度が時速 30km、時速 50km の両ケースとも、ヒット率、平均取得所要時間、キャッシュ利用効率のいずれも大幅に性能が改善された。取得領域の指定方法を楕円にすることにより、移動速度が時速 30km のときは受信端末の移動速度で領域サイズが変化する円よりも幾分改善されたが、筆者らが想定していたよりも大幅な改善が見られなかった。この原因を含め、今後、様々な条件で評価実験を行う。

表 2 実験結果

| 速度  |                   | 楕円   | 円    | 固定   |
|-----|-------------------|------|------|------|
| 30  | ヒット率[%]           | 96.0 | 87.6 | 28.5 |
|     | 平均取得所要時間<br>[sec] | 0.4  | 0.5  | 14.2 |
|     | キャッシュ利用効率[%]      | 56.7 | 51.7 | 16.3 |
| 50  | ヒット率[%]           | 65.1 | 81.4 | 14.1 |
|     | 平均取得所要時間<br>[sec] | 5.5  | 2.9  | 15.1 |
|     | キャッシュ利用効率[%]      | 38.5 | 67.2 | 6.8  |
| 100 | ヒット率[%]           | 11.1 | 24.4 | 9.3  |
|     | 平均取得所要時間<br>[sec] | 13.4 | 11.4 | 15.1 |
|     | キャッシュ利用効率[%]      | 6.4  | 11.0 | 4.0  |

本論文では、コンテンツの表示が遅れる要因について考察し、コンテンツの取得時間を短縮するためにコンテンツ取得対象領域  $E_1$  の設定により、コンテンツの先行取得機能を実現し、性能評価についても述べた。しかし、対象コンテンツをユーザが通過する一定時間前に表示するコンテンツ表示対象領域  $E_2$  の設定方法と表示制御アルゴリズムの具体的な実現方法については考察できていない。今後は、検索時間及びコンテンツの再生所要時間を含めた  $E_2$  の具体的な設定方法及び表示制御アルゴリズムの実現と評価が課題である。これらの実現により、ユーザが

通過する一定時間前にコンテンツを表示できるようになり、本論文の目標であるコンテンツ(放送番組)を自動的に選択、取得して表示できる自動選択方式の実現が達成されたことになる。

#### 4 まとめ

本論文では、多様なユーザ要求(位置の表現粒度の変更)に応えることができる位置適応型移動体向け放送方式を提案した。本方式は、移動端末側でコンテンツの選択・先行取得制御を行うため、無線網の伝送誤りなどの伝送品質の劣化の影響を受けにくい。また、サーバに検索機能などの特殊な機能を必要とせず、端末位置などのプライバシー情報をサーバに送信する必要もない。今後は、検索時間及びコンテンツの再生所要時間を含めたコンテンツ表示対象領域  $E_2$  の具体的な設定方法及び表示制御アルゴリズムの実現と評価が課題である。課題の実現により、本論文の目標であるコンテンツ(放送番組)を自動的に選択、取得して表示できる自動選択方式が実現できる。なお、本研究は通信・放送機構の委託研究「ISDB 技術に関する研究開発」に基づき実施された。

#### 参考文献

- [1] 社団法人 電波産業会, “デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式”, ARIB STD-B24.
- [2] TV-Anytime フォーラムホームページ, <http://www.tv-anytime.org>
- [3] 箱守聰, 田辺雅則, 石川裕治, 井上潮, “放送型通信とオンデマンド型通信を統合した情報提供システム”, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.10, pp.3772-3781, Oct. 1999.
- [4] 吉村健, 米本佳史, 大矢智之, 栄藤 稔, “移動通信に適した放送型ストリーミングフォーマットの提案”, 電子情報通信学会研究報告, IN2002-239, pp.37-42, 2003-03.

- [5] 佐藤潤一, 多田 浩之, 谷口 幸治, 山口 孝雄, “放送・通信連携型移動体向けコンテンツ配信方式”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2003, MBL-25-8, Jul. 2003.
- [6] 尾上 裕子, 萩野 浩明, 渥美 幸雄, 高橋 修, 駒木 寛隆, 串田 高幸, 山内 長承, “マルチメディアストリーミング配信サーバにおけるネットワーク情報活用型レート制御方式”, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.3, pp.625-pp.636, Mar.2003.
- [7] 谷口幸治, 多田浩之, 佐藤潤一, 山口孝雄, “位置適応コンテンツ配信のための位置情報記述方式とその処理方法,” 情報処理学会研究報告, Vol. 2003, MBL-25-9, Jul. 2003.
- [8] 佐藤健哉, 最所圭三, 福田晃, “放送により配信される位置依存情報のキャッシュ方式,” 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.9, pp. 2434-2444, Sep. 2000.
- [9] 伊藤雅仁, 松井祐子, 近藤友宏, 重野寛, 松下温, “情報の地理的關係に基づくメタデータを用いた放送型情報提供手法,” 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.7, pp.1866-1875, Jul. 2001.
- [10] 石川浩一, 松村欣司, 臼井和也, 木村武史, “地上デジタル放送におけるデータサービス,” 2001年映像情報メディア学会年次大会, 11-7, pp.150-151, Jul. 2001.