

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

伊藤 雅 仁[†] 松井 祐 子[†] 近藤 友 宏[†]
重野 寛[†] 松下 温[†]

近年、携帯電話などをインフラとして用いて受信機の周辺の情報を配信するシステムが複数登場している。位置に依存することが多い情報提供サービスでは、1対1の通信では効率的ではなく、通信コストや端末などの価格が高いこと、端末の利用用途が限られることが問題となる。一方で、放送のデジタル化により、大規模な情報配信が可能なデータ放送が実現され、従来よりも低コストな情報提供サービスが可能であると期待される。本論文では、地上波デジタル放送を用いて歩行者や車の区別なく統一的な情報提供サービスを行うことを想定する。デジタル放送は単方向の送信形式であるため、受信すべき情報は端末側で決定する必要があり、特に携帯端末などでは受信後の情報の効率的な表示、蓄積管理が不可欠となる。本論文では、歩行者向けの資源の少ない携帯受信機上でもデータ放送を用いた情報提供サービスを実現することを目的とし、情報の選択的な受信、蓄積、表示を制御するために、情報提供サービスで扱われる情報の性質、地理的な位置關係に着目し、この位置關係に基づいて記述された制御情報であるメタデータを情報とともに多重化して送信することを提案する。また、受信側では位置情報や利用端末の種別などと、メタデータを比較することで選択受信を行い、受信後はメタデータを用いて効率的に表示や蓄積の管理を行う手法を提案する。

A Broadcasting Information Providing Method Using Metadata Based on Geographical Relation

MASAHITO ITO,[†] YUKO MATSUI,[†] TOMOHIRO KONDO,[†]
HIROSHI SHIGENO[†] and YUTAKA MATUSHITA[†]

Some of information providing systems using a cellular phone network as a communication method has been proposed recently. It is inefficient to use a one-to-one communication method for a location-dependent information service. On one hand, digital broadcasting that enables information transmission in wide-scale will be implemented. In this paper, we propose a service that provides location-dependent information using data broadcasting of the terrestrial digital broadcasting system. However, digital broadcasting is one-way transmission, so a receiver should determine whether data are needed or not. Moreover, especially with a resource limited receiver, efficient displaying and storage control of data are important after data have been received. Thus, we focused on a characteristics and geographical relations of information. We propose that data are broadcasted with metadata, those are control data described based upon geographical relations of information. We propose the scheme for selective data receiving and effective displaying and storage control by comparing metadata with receiver's location and type.

1. はじめに

近年、いくつかの歩行者向け情報提供サービスや通信カーナビゲーションサービスなどが登場している。歩行者向け情報提供サービスとして代表的なものは、i-Point ネットワークやどこ Navi などがある。通信カーナビゲーションサービスとしては、交通情報サービスの ATIS などがあり、自動車会社が提供するもの

もいくつか開始されている。また、端末の位置による情報を用いたアプリケーション¹⁾も提案されている。

従来のサービスでは、多くは携帯電話などを通信メディアとして用いており、端末ごとに1対1で通信を行っている。そのため、通信ごとにコストが発生する、イベント会場周辺や人口密集地など多くの端末が集まる状況では呼が集中しサービス不能に陥るといった問題がある。さらに、これらの各サービス間には互換性はないためにそれぞれ専用の端末を必要とすることや、通信料が利用者負担であり利用には契約が必要であることなどが、普及の妨げとなっている。

[†] 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

表1 放送型インフラの種類

Table 1 Descriptions of broadcast infrastructures.

インフラ	移動受信	地域送信	送信レート
BS デジタル	×	×	最大 52 Mbps
低軌道周回衛星		×	最大 413 kbps
FM 多重			16 kbps
地上デジタル			約 4~7 Mbps

利用者にとって、近辺の交通情報や店舗情報など、地域情報は到達距離や時間の点から現地周辺のものを必要とすることが多く、従来の情報提供サービスでも、端末周囲の地図や地域情報などを中心に提供している。また、商店、公共施設や観光地などに関する地域情報は、広告の一種であり、情報提供者側には、施設周辺など地域ごとに情報をチラシのように配信するニーズが存在する。以上の理由により、地域情報は位置に依存し、ある一定の時刻、一定の地理的範囲内の多数の利用者が同じ情報を必要とする機会、そして多数の利用者に同じ情報を送信する需要も多いものと考えられる。さらに、歩行者と車も最終的に情報を受け取るのは人であり、同じ情報を共有できることは多い。このような複数の端末によって利用できる情報であれば、放送型のインフラを用いて送信したほうが送信コストが低く、情報の取得ごとにコストが発生することもなく、輻輳も起こらない。

このような情報提供サービスで用いるインフラには、移動体で受信できること、ある地理範囲内での位置依存情報の共有を前提とするため地域ごとに情報を送信できること、多くの情報を送信するために送信レートが高いことの3点が求められる。代表的な放送型のインフラには、BS デジタル放送、低軌道周回衛星、FM 多重、地上波デジタル放送などがある。それぞれの特徴を表1に示す。この中で条件をすべて満たすのは地上波デジタル放送のみである。また、地上波デジタル放送のインフラ、受信機をほとんど変更なく利用できるシステムとすれば、携帯端末、カーナビなど種別を問わず汎用的に利用でき、地上波デジタル放送の付加サービスとして普及が期待できる。現在、地上波放送の多くは広告収入によって成り立っており、特に地方局では地元企業などからの提供が多い。また地域情報は一種の広告といえ、利用者ではなく受益者である情報提供者が配信コストを負担するのが妥当である。この点についても地元企業、団体の情報配信や提供による運営が期待でき、利用者が通信コストを負担する矛盾も解決する。

しかし、放送を利用した場合、受信機は送られてくる情報をすべていったん蓄積して利用するか、必要な

ものを選択して受信する動作を必要とする。すべて蓄積した場合には記憶容量が問題となる。また、受信された情報を用いて表示の更新を行うとき、蓄積された情報を確認し、表示の実行や停止を行い、必要なくなった情報は削除する必要がある。この際に、すべての情報について以上の処理を行うことは、計算量を増大させる。特に携帯端末を用いた際など、以上の点が電源やメモリ容量などの制限から大きな問題となるため、端末側の負担を小さくする必要がある。

従来、放送型のデータ配信の効率化の手法がいくつか報告されている。代表的なものとして、Broadcast Disks や、石川ら、佐藤らの提案するもの^{2)~5)}がある。これらの手法は、主としてデータの周期送信の受信待ち時間短縮のための、放送データのスケジューリングやキャッシュ法に関するものである。なかでも佐藤らは、位置に応じた選択受信を前提とし、移動計画に基づく位置依存情報のキャッシュ方法⁵⁾を提案している。しかし、キャッシュ後のデータを効率的に提示処理する方法や、位置による選択受信そのものの手法に関しては述べられていない。

また、DATAMAN や、寺西らの携帯端末などを対象とした位置依存情報提供システム^{6),7)}が提案されている。双方とも位置依存情報を提供し、端末側の負担を小さくするモデルとなっているが、サーバ側に一部の機能を持たせる形となっている。従来の情報提供サービスなどと同様に双方向通信環境で用いる必要があるため、そのまま放送で利用できるものではない。

本論文では、情報の選択受信と受信後の情報の表示や蓄積管理を効率的に行うことで、地上波デジタル放送による地域情報提供サービスを実現する手法であるIMIPSを提案する。IMIPSでは、まず地域情報提供サービスで提供される情報にメタデータを付加して送信する。このメタデータには、情報が有効となる範囲や、送信対象などが記述されている。また、メタデータは地理的に広い範囲で利用されるものを親とし、親の情報が利用される範囲に含まれる情報を子とする木構造を構成するものとする。ここでいう地域情報提供サービスでは、情報は位置に応じたものであり、選択受信も位置に基づくのが適当である。IMIPSでは、メタデータに記述された有効範囲と受信機の位置情報を用いて選択的な受信処理を行う。また、メタデータの木構造を表示や蓄積の処理に用いることで、無駄な処理を削減し、情報の効率的な処理を行う。

2. 提案手法

本論文では、位置依存情報提供サービスを行うため

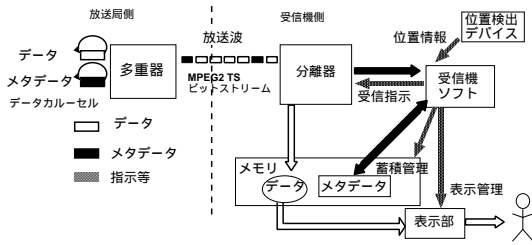


図1 放送システムの概要
Fig. 1 Overview of broadcasting system.

の、受信機側で選択受信や表示と蓄積の管理の際に使用するメタデータの構造、記述方法と送信方法を定義し、このメタデータを用いた受信機側での選択受信、表示と蓄積の管理手法を提案する。様々な受信機での利用を考慮し、放送の伝送符号化や多重化の方式は地上波デジタル放送で用いられるものに準ずる。

以下、まず本システムの概要、本情報提供システムで提供を想定する情報の性質について述べる。続いて、本論文の提案手法である IMIPS におけるメタデータと受信機の動作について説明する。

2.1 システム概要

放送局から受信機へ情報を放送するシステムの概要を、図1に示す。放送局側は、地域情報を構成するデータとメタデータを多重器により MPEG2-TS に多重化し、放送波へと変調して送信する。地上波放送は、半径数 km から数十 km 程度のカバー範囲を持つ多数の地方放送局から構成されている。各局がそのカバー範囲内の地域情報を放送する。

受信機は、放送波からメタデータやデータの含まれる MPEG2-TS ストリームを復調し、分離器によってメタデータとデータを分離する。受信機ソフトウェアは、分離されたメタデータと位置検出デバイスからの位置情報を照合し、必要と判断されたデータをメタデータとともにメモリなどに蓄積するように制御を行う。蓄積後はメタデータに基づき、データの表示や蓄積の管理が行われる。

情報伝送技術、多重化技術などについては、本研究では、ISDB 符号化方式^{(8)~(10)}に準拠する。データ、メタデータは、DSM-CC (Digital Storage Media - Command and Control)⁽¹¹⁾の DownloadMessage 型の Private Section を用い、受信開始のために必要な情報である DII (DownloadInfoIndication) と、実際のデータである DDB (DownloadDataBlock) の2種類のメッセージが MPEG2-TS パケットのペイロードに分割され、データカーセル方式により周期的に送信される。このデータ送受信方法は、通常のデータ放送と同様である。

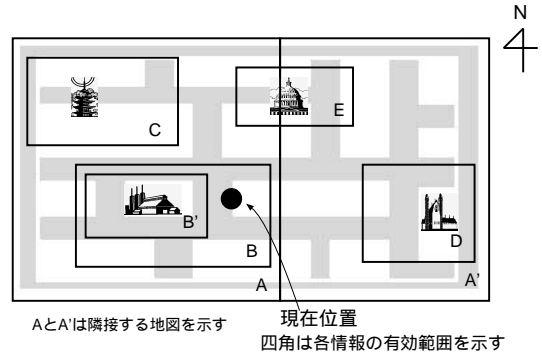


図2 情報の地理的有効範囲
Fig. 2 Effective area of information.

2.2 提供される情報とその性質

放送局が送信する情報は、歩行者用 PDA、カーナビゲーションシステムなど受信機の形態によって様々なものが考えられる。本論文では、放送局が提供する情報を以下のように想定し分類する。

- 地図情報：携帯テレビや携帯端末などあらかじめ地図を持たない受信機は、別途地図を必要とするため、放送局はその放送のカバー範囲の地図を放送する。
- 地域情報：
 - － 主として歩行者が必要とする情報：公共交通機関の時刻表など
 - － 車が必要とする情報：駐車場案内や渋滞情報など
 - － 歩行者も車も必要とする情報：小売店や飲食店などの広告、地域案内、観光案内、天気予報、緊急情報、娯楽情報など

以上にあげた情報は通常の情報提供システムなどでは、受信機近辺の地図が表示された後、その地図の範囲に含まれる施設や状況などの地域情報がオーバーレイなどで表示されるものが多い。本システムにおいても、同様の提示を行い、特に受信機に対して利用者が指示をしない場合、受信機近傍の地図と地域情報が表示される。また、地域情報のジャンルが変わっても地図を共用することとする。

本論文ではまず第1に、図2に示すような情報の有効範囲を定める。ここで、有効範囲とは、有効範囲内に端末がある場合、情報の提示が行われる範囲である。地図や交通情報であれば、情報に含まれる範囲と一致するが、各種地域情報であれば、情報提供者が情報の配信を希望する範囲となる。特に、公共施設、小売店など施設の情報では、受信者が情報を有効に利用可能となる施設周辺を有効範囲とするのが望ましいが、施

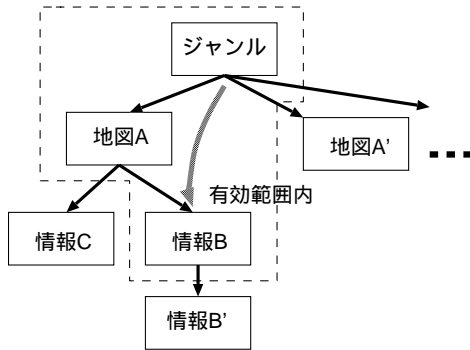


図3 有効範囲に基づく木構造

Fig. 3 Tree structure based on effective area.

設規模や同業施設とのかねあい、商圈や利用者の利便性などから調整が必要である。本論文ではその範囲の決定方法について限定しない。

図2では、地図Aの有効範囲に情報B, B', C, Eの有効範囲が含まれている。端末が移動する状況を考えて、地図Aの有効範囲に入らない限り、情報B, B', C, Eいずれかの有効範囲に入ることはいえない。逆に、端末が情報Bの有効範囲にあるとした場合、情報Bの有効範囲内から出なければ、地図Aの有効範囲からも出ることはなく、隣接する地図A'や情報C, D, Eの有効範囲にも入らない。そのため、移動にともなう処理は、端末が表示されている情報の有効範囲の内にある情報の有効範囲内に移動したか、現在表示されている情報の有効範囲外に移動したか確認するだけでよい。

そこで、IMIPSでは、この有効範囲に基づき、図3のように有効範囲の広い情報が狭い情報を子として持つ木構造を定義する。このとき、地図Aと地図A'をまたぐ情報Eのように、複数の上位の情報の有効範囲にわたる有効範囲を持つ情報が存在することがある。この場合は、情報Eの有効範囲は地図Aの範囲に含まれる部分と、地図A'の範囲に含まれる部分に分割し、それぞれの子に含めることとする。この木構造で情報を扱うことで、表示や蓄積の計算量を削減する。木は情報のジャンルごとにまとめられる。

ここで、先述の情報Eのように、分割されて木の複数箇所に含まれるものがある。また、系列店のように、同じ情報を複数の場所で共有できるものもある。さらに、人と車で情報が共有可能ではあるが、受信機の種類などは異なるため、同じデータを受信するのみでは有効な情報の有効な提示は行えない場合がある。たとえば、小売店の情報を表示させた場合、歩行者であれば駐車場は不要であるが、車であれば駐車でき

表2 メタデータの要素

Table 2 Elements of metadata.

要素名	内容
Area	情報の有効範囲を示す
Pointer	木構造を構成する
URI	データを指す
Application	情報の対象を示す
Expiration	情報の有効期限を示す

る場所の情報がないければ意味を持たない。そのため、データは同一のものを利用した場合でも、提示すべきものを変える必要がある。

以上の点から、同じデータを異なる木に含めることや、1つの木の複数の場所に含めることを可能とする必要がある。

2.3 メタデータ

前節で述べた点をふまえ、IMIPSでは、情報の有効範囲、対象、そして構造などを記述したものをメタデータとして、データとともに送信し、受信機側で情報を受信すべきかの判断、ならびに情報の提示の制御に用いることを提案する¹²⁾。メタデータはデータに対して複数付けることができ、送信対象が異なる場合などに同じデータでも処理を変えることができる。なお、メタデータの記述にはXMLを用いた。メタデータには表2に示される要素が含まれる。

以下、それぞれの要素の定義と利用法について詳細に述べる。

2.3.1 Area 要素

Area要素は、情報の有効範囲を示すために用いる。本研究では、経度と緯度で範囲で指定する。

2.3.2 Pointer 要素

Pointer要素は、情報の木構造を示すために用いられ、蓄積管理と表示制御を行うために用いられる。多方向木構造になるように、親の情報のメタデータのPointer要素は子の情報のメタデータを指し示し、情報のジャンルごとにメタデータをまとめるルートノードが用意される。本研究での木構造は情報を地理的に細分化してゆく構造であり、親の有効範囲は子の有効範囲を必ず内包していなければならない。

この木構造を用いることにより、以下の処理上の利点がある。

- 図2に示すように、情報が地理的に内包する関係を持つため、Pointer要素で子を指し示しておくことで、地図Aの処理後は、表示更新の際地図Aを根とする部分木のみを確認を行えばよい。ここでは、地図A'に関する処理をしないため、計算量が削減できる。

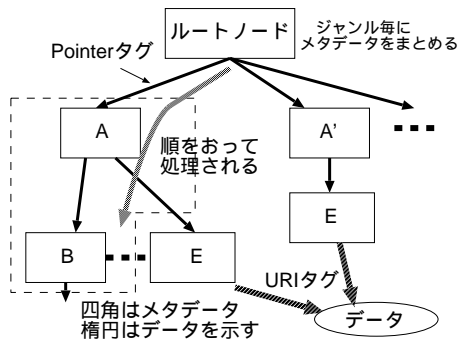


図 4 Pointer 要素を用いた木構造
Fig. 4 Tree structure using Pointer Element.

- 表示順序が制御可能である．このモデルでは必ず木の親の表示後に子が表示される．表示のリフレッシュなどが必要な際にも親からたどるだけで順序は決定される．
- 蓄積された情報を削除するなど、情報の操作を行うとき、当該情報の有効範囲に含まれる情報を Pointer 要素をたどることでまとめて操作することが可能となる．

2.3.3 Application 要素

Application 要素は、歩行者や車などメタデータが指し示す情報の対象を記述する．

2.3.4 URI 要素

URI 要素は、情報本体のデータの URI を示し、ストリーム内のカーセルに含まれるデータを直接指定する．本論文では、ARIB STD-B24 第 2 編¹³⁾に示される名前空間に準拠し、データを指定する．

また、図 4 のメタデータ E のように、1 つのデータを複数のメタデータから指定することが可能である．これにより、上位の情報の有効範囲をまたぐ情報や、系列店の情報など、多くの位置で利用されるデータは共有でき、帯域や蓄積容量が節約できる．歩行者と車など対象が異なる場合に、異なる木から同じデータを指すことが可能である．図 2 の情報 E の場合は、地図 A と地図 A' の子となる、2 つのメタデータは同じデータを URI 要素で示す．

単に木構造を構成するノードとしてメタデータを用いる場合は、データを持たないため指定しない．先述のルートノードなどがこれに該当する．

2.3.5 Expiration 要素

受信機が移動しない、もしくは操作されない場合の情報の残留を防ぐために用いられる．また、一定期間だけ有効な情報の有効期限を示すことで、無効な情報の表示やメモリへの残留を避けるためにも用いられる．

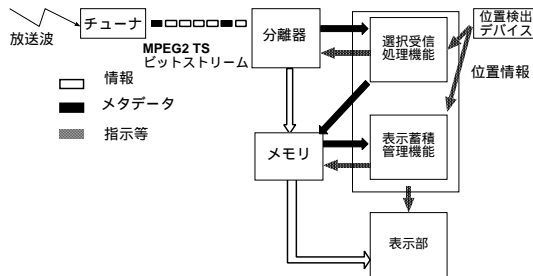


図 5 受信機の構成
Fig. 5 Configuration of receiver.

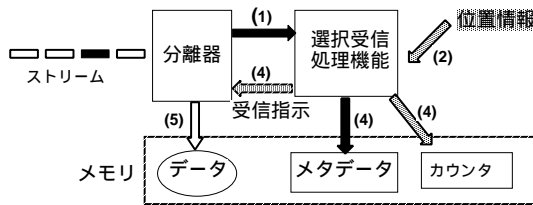


図 6 メタデータによる受信機構
Fig. 6 Receiving mechanism with metadata.

2.4 データとメタデータを分離した送信

メタデータは、ヘッダのように、メタデータに相当する情報をデータに付属させて送信することも考えられるが、1 つのデータに対してメタデータを複数付けるため、別々のデータカーセルを用いて独立した送信を行うこととする．データとメタデータを、分離器の段階から別々に取り出すため、TS パケットの ID (PID) は、それぞれ異なるものを使用することが望ましい．

2.5 送受信処理

2.5.1 受信機の構成

図 5 に受信機の構成を示す．

受信機は、地上波デジタル放送受信用のチューナ、分離器、メモリ、表示部など一般的な地上波受信機に加え、ソフトウェアで実装された選択受信処理機能、蓄積表示管理機能を追加する．受信機がソフトウェアの配信を受けられる場合¹⁴⁾などは、本システム用のソフトウェアを放送してもよい．位置検出デバイスとして GPS などを装備していることが望ましいが、デバイスがない場合は手動入力などで現在位置を指定して情報を受け取る方法も考えられる．

2.5.2 選択受信動作

メタデータに基づきデータを選択受信する機構の概要を図 6 に示す．

メモリにメタデータ、データが受信時に記憶されるほか、各データの参照される数を数えるためのカウン

タを用意する。カウンタは、後述の蓄積管理時にデータが複数のメタデータにより指定されている場合に、今後表示される可能性のあるデータを削除しないように用いられ、複数のメタデータが1つのデータを指し示している場合に、そのデータの項目がもうけられ、参照数を数える。

以下に受信手順を示す。

- (1) 受信動作を開始すると、選択受信処理機能は、メタデータの送信されているPIDのパケットのみを分離器から受け取る。
- (2) 分離器はメタデータを取り出し、選択受信処理機能が解釈する。位置情報を用いて、受信機の種類、位置などに適合するか判断する。
- (3) メタデータが適合していない場合、メタデータを破棄して次のメタデータを処理する。
- (4) メタデータが適合していた場合、メタデータをメモリへ蓄積する。メモリにメタデータのURI要素に記述されたデータがなければ、データを受信する指示を分離器に出す。メモリ上にすでに受信したデータが存在する場合、カウンタを参照する。カウンタにデータ名がない場合は追加し参照数を1にする。カウンタにデータ名がある場合は参照数を1加算する。
- (5) 分離器は指示されたデータを取り出す。データはメモリに蓄積される。
- (6) 受信機に対する大きなイベントの発生(利用者の操作、現在受信中のデータの実行範囲外への受信機の移動など)を認めた場合、受信動作をやりなおし、メタデータを再検討する。メタデータがメモリに蓄積されており、バージョンが同じであれば、それを利用する。
- (7) (2) から繰り返す。

(2) による判断に受信機の位置を用いる場合、Area要素で示される表示範囲に入る前に、情報の受信が完了されなくてはならない。そのため、移動体の移動速度に応じて先行受信をする必要がある。歩行者の場合、移動速度は時速5km程度であり、携帯端末も常時位置情報の確認や受信をしているわけではないと考えられるため、一定の先行受信を行えばよいと考えられるが、車などの場合は、たとえば佐藤らの方式⁵⁾のような計画や速度などに応じた、より効率的な先行受信を組み合わせることが望ましい。

2.6 情報の表示と蓄積管理

表示などの処理と、情報やメタデータの蓄積の管理は、表示蓄積処理機能が行う。この機能は図5に示すように、メモリからメタデータを取り出し、受信機

の現在の位置情報と比較して、表示や蓄積の判断を行う。メタデータを用いて、以下に処理が行われる手順を示す。

- (1) 蓄積されているメタデータから、サービスの根にあたるルートノードを取り出し、処理を開始する。このメタデータは「表示中」として扱う。
- (2) (1)のPointer要素の示す子のメタデータは、「表示待ち」として扱う。
- (3) 「表示中」「表示待ち」扱いのメタデータを調べる。
- (4) 状況から「表示待ち」データが実行される場合「表示中」にして、Pointerの示す先のメタデータの内容を「表示待ち」にする。
- (5) 状況から「表示中」扱いメタデータの情報の処理がされなくなる場合、Pointerの示すメタデータの「表示待ち」を解除し、「表示中」メタデータは「表示待ち」になる。
- (6) 状況から「表示待ち」の情報が不要と判断されるとき、メタデータを削除する。次にカウンタを参照する。カウンタにデータ名がある場合はデータは削除せず、参照数が2以上であれば1減算し、1であればカウンタからデータ名を削除する。カウンタにデータ名がない場合は、データを削除する。
- (7) 「表示中」メタデータがなくなった場合は終了する。
- (8) (3)~(6)を繰り返す。

以上をまとめると、最後に表示されたメタデータを根とする部分木を調べる。根に関しては表示を停止するか判断し、子に関しては表示するか検討する。たとえば図4において、受信機が情報Aの範囲内にあるとした場合、Aを根とする部分木の処理のみを行う。このように、蓄積されたメタデータの数が増えても、部分木の根と子だけを検討すればよく、計算量は削減される。

3. 実 装

以上で提案したIMIPSを、イーサネットを介して接続された2台のパーソナル・コンピュータを用いて、放送局側と受信機側を模擬し、実装を行った。放送局側は、メタデータとデータを周期的に送信する。受信機側では、まずメタデータを受信して解釈し、データの受信の必要性を判定し、必要であればデータから該当するものを受信してハードディスクに蓄積する。

情報コンテンツとして、各地の地図情報を静止画像で、地域情報としては店舗情報を一例に静止画像やテ

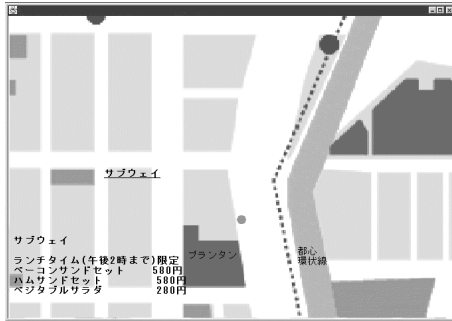


図 7 実行画面例 (飲食店情報)

Fig. 7 Example of implementation.

キストを用意し、送信を行った。実行画面例を、図 7 に示す。

受信機が移動すると、必要な地図や地域情報が蓄積される。実行時にはルートノードからたどり、地図や情報の有効範囲に入るとそれぞれ木構造の順に表示され、有効範囲から出ると表示が停止される。また、他の情報の有効範囲に入ったときにはその情報が表示される。情報は繰り返し送信されているため、受信機は周囲の規定の範囲にあるデータを先行受信し、有効範囲に入った時点で表示する。受信機が有効範囲からでると表示が停止され、さらに受信範囲から出た場合には、ハードディスクから削除される。

4. 評価

本章では、提案した手法 IMIPS の評価について述べる。

4.1 評価条件

情報の放送範囲を、東西南北 30 km の領域とし、1 つの木は 2 km ごとの地図 (200 KB)、1 km ごとに区切られた情報 (40 KB) と 500 m ごとに区切られた情報 (20 KB) を含む。放送範囲中央 6 km 四方には、観光情報などを想定し、情報を別に用意した木をもうける。先行受信範囲は、移動速度とカラーセル周期の積を半径とする円とする、端末は南端中央から北進し、移動速度は歩行者や車などを想定したものとした。地上波デジタル放送による移動体向け放送を想定し、送信レートは 6 Mbps とすると、データのカラーセル周期は約 3.5 分となる。以上の条件で、カラーセル送信待ちの影響、メモリ使用量の遷移、位置検出ごとのメタデータの処理数に関して評価を行う。

4.2 カラーセル周期の影響の評価

本システムにおけるカラーセル周期と待ち時間の影響を評価する。キャッシュを用いる手法などでも、動作開始時の受信待ちは不可避であるが、IMIPS では、

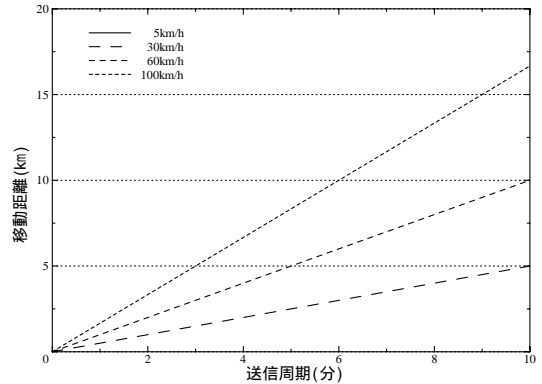


図 8 送信周期と移動距離

Fig. 8 Moving distance within a period of carousel.

メタデータとデータが無関係に配置されているとき最大待ち時間は双方のカラーセル周期が加算されたものとなる。メタデータとデータの周期を T_1 および T_2 (分) とし、移動速度を v (km/h) とした場合、1 周期分のデータを受信し終えるまでの端末の移動距離 l は、次式で表される。

$$l = v(T_1 + T_2)/60(\text{km}) \quad (1)$$

図 8 に、情報の受信完了までの最大時間とその間の移動距離を示す。

この待ち時間の間に通過した部分を有効範囲とする情報は一部表示されない。仮にメタデータとデータを同じ周期で送ると、時速 100 km/h で走行中の通過部分は約 12 km となる。高速で一定方向に移動し続けた場合や、放送範囲が狭い場合、放送範囲からすぐ出てしまう経路を取る場合などで影響が大きい。この問題は高速移動用のデータを集めた木を用意しておき、高速移動中にも用いるデータは一般のデータより短い周期で送ることで、ある程度解決できると考えられる。また、メタデータはデータに対してきわめて小さいため、メタデータのみ送信周期を短くしてもほとんど問題はない。1/5 の周期とすれば 7 km 程度となる。この場合、待ち時間が短くなるとともに、アプリケーションがすぐにメタデータを解釈でき、実行可能になる。データが受信されるまで表示は行われませんが、ウェブブラウザなどのように受信されたものから表示を更新していく動作を実装することで、起動自体は早めることができる。

なお、従来の通信型インフラの例として 64 kbps の PHS をあげると、本評価と同一条件のデータを現在位置の地図上におけるもののみ受信した場合で最低 85 秒の受信待ちが必要である。さらに 2 km 進むごとに更新し続けなくてはならないため、経路予測を行い、

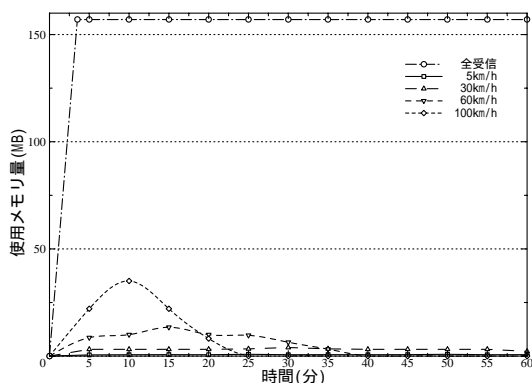


図 9 使用メモリ量の遷移
Fig. 9 Transition of consumed memory.

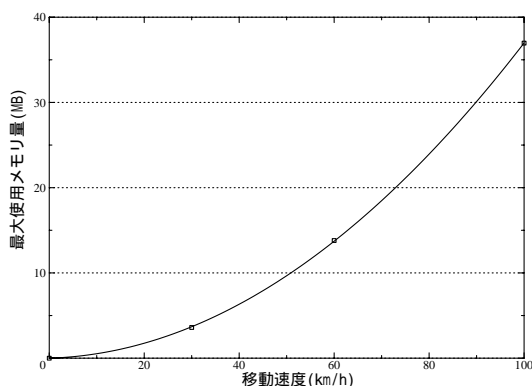


図 10 最大使用メモリ量と移動速度
Fig. 10 Maximum using memory based on moving distance.

エラーなく通信できたと仮定しても、速さが 84 km/h を超えると 85 秒間で 2 km 以上動くため、更新不能となる。

4.3 メモリ使用量の評価

IMIPS の選択受信、蓄積管理機能を動作させずにデータ放送を受信した場合（全受信）と、動作させて受信した場合の、メモリ使用量の時間遷移を図 9 に示す。移動速度は、歩行者や車などを想定し、時速 5 km/h、30 km/h、60 km/h、100 km/h とする。

エリア内に移動して受信が開始されるとともに、全受信の場合ではすべてのデータの蓄積を開始し、カールセル 1 周期分のデータを受信すると、それ以上の受信を行わないため、一定値をとる。一方、本手法では、受信開始とともにデータを位置に応じて選択受信処理機能が先行受信する。距離が離れて不要になったデータは表示蓄積管理機能により削除される。グラフには、観光情報を設定した場所を通過したとき、放送範囲から出たときに、その動作が表れている。

選択受信をしない場合に 157 MB のメモリを消費し

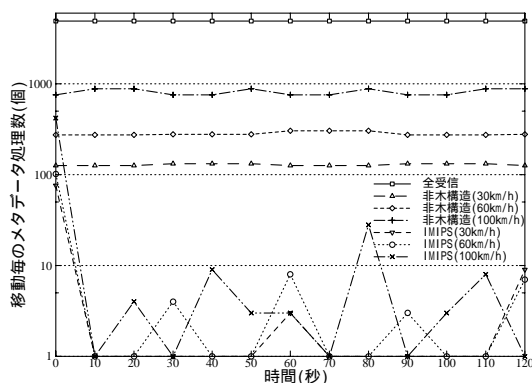


図 11 メタデータ処理数の比較
Fig. 11 Comparison of number of processed metadata.

ているのに対し、本手法では速さに応じた先行受信を行うため、移動が低速の場合は非常に少ないメモリ使用量となっている。一方で高速時は先行受信範囲が広がるため、多くのメモリを必要とする。受信範囲を半径を速度とカールセル周期の積の円状としたため、ほぼ速さの自乗に比例する最大メモリ使用量となっている。この関係を図 10 に示す。移動履歴や移動計画に基づく処理とした場合、速さの自乗ではなく速さに比例し⁵⁾、特に高速時のメモリ使用量の増加を大幅に抑えられる。仮に完全な予測が可能であれば、同条件で時速 100 km/h でも 1.34 MB しか使用しない。特に車載機などには、このような手法を組み合わせることが望ましい。

4.4 メタデータ処理数の評価

位置検出ごとに表示管理用に処理するメタデータ数に関し、すべてのデータとメタデータを受信して蓄積し木構造に基づく処理を行わない場合（全受信）、データとメタデータを地理範囲に基づき選択的に受信するが木構造に基づく処理を行わない場合（非木構造：キャッシングのみに相当）、そして本論文で提案する方式（IMIPS）の 3 種を比較する。比較開始時点において、カールセル 1 周期分の先行受信動作が完了しているものとする。メタデータの範囲と位置情報との比較処理数を図 11 に示す。

全受信では、放送中のすべてのメタデータについて確認を行っており、非木構造の場合、蓄積したメタデータすべての確認を行っている。一方、IMIPS では動作開始時にはルートノードを探す動作を行っており、その後の確認は、現在表示されている情報のメタデータと、その子のメタデータに対してのみである。端末の位置が最後に処理された情報の有効範囲を超える場合は、そのメタデータの親から子をたどって表示の確認を行う。最後に表示された情報の有効範囲内から出な

い場合は、その情報1つの確認でよいと、他の方式と比べて処理数が非常に少なくなっている。速さが増すと有効範囲をまたぐことが多くなるので、親から子をたどる確認処理の頻度が増えるが、確認するものは木構造で限定されるため、1回の確認数はほとんど増えることがない。

5. ま と め

本論文では、移動体向け情報提供サービスを、地上波デジタル放送の応用として実現するための手法であるIMIPSを提案した。IMIPSは、歩行者と車の両方で情報提供サービスを実現できるように、使用メモリ量と処理量を削減することを目的とし、情報の地理関係に基づいて定義した木構造を持つメタデータを送信することでこれを実現した。また、制御に用いるメタデータとデータを完全に分離して扱うことで、人と車で同じ情報を受信可能とするとともに、複数の場所において同一のデータを利用することができ、データの共有による帯域の有効利用につながる手法となった。今後は他のインフラの通信コストも低下することが考えられるが、イベント会場などの人口密集状態や渋滞時などに回線数が不足しないほどにインフラを整備するのはむずかしく、放送型の手法を用いるのが適しているといえる。FMで行われているコミュニティ放送のような小出力放送を用いることで、よりいっそう地域に密着した情報提供サービスや、微弱電波を用いた施設内での情報提供サービスなども応用として考えられる。

本手法では地域情報を効率的に放送する方法を実現しているが、このままでは利用者の要求に応じた情報提供や双方向サービスなどはできない。他の通信型インフラと連携させることで、遠隔地の情報取得による移動計画などへの対応や、配信された情報に基づく購買や予約サービスの実現など、利用者の意志を反映したインタラクティブなサービスを実現可能にすることが課題である。

参 考 文 献

- 1) Tarumi, H., Morishita, K., Nakao, M. and Kambayashi, Y.: SpaceTag: An Overlaid Virtual System and its Application, *Proc. International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS'99)*, Vol.1, pp.207-212 (1999).
- 2) Acharya, S., Alonso, R., Franklin, M. and Zdonik, S.: Balancing Push and Pull for Data Broadcast, *Proc. ACM SIGMOD*, Vol.26, No.2,

pp.183-94 (1997).

- 3) 石川祐治, 田辺雅則, 箱守 聡, 井上 潮: HTML 文書間のデータ共有を考慮した放送型情報提供方式, *情報処理学会論文誌*, Vol.40, No.7, pp.3051-3061 (1999).
- 4) 矢島悦子, 原 隆浩, 塚本昌彦, 西尾章治郎: データ間の相関性を考慮した放送データのスケジューリング法およびキャッシング法, *情報処理学会論文誌*, Vol.40, No.9, pp.3577-3585 (1999).
- 5) 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 (2000).
- 6) Acharya, A., Badrinath, B.R., Imielinski, T. and Navas, C.J.: A WWW-based Location-Dependent Information Service for Mobile Clients, *4th International WWW Conference*, Vol.8, No.1 (1994).
- 7) 寺西裕一, 種茂文之, 梅本佳宏, 寺内勝美: 移動体計算機環境における位置情報提供システムの設計と実現, *情報処理学会論文誌*, Vol.39, No.4, pp.1077-1087 (1998).
- 8) 清水 勉: デジタル放送における情報符合化方式—映像符合化方式, *映像情報メディア学会誌*, Vol.52, No.11, pp.1546-1548 (1998).
- 9) 渡辺 馨, 及川芳明: デジタル放送における情報符合化方式—音声符合化方式, *映像情報メディア学会誌*, Vol.52, No.11, pp.1549-1550 (1998).
- 10) 加井謙二郎, 磯部 忠: デジタル放送における情報符合化方式—データ符合化方式, *映像情報メディア学会誌*, Vol.52, No.11, pp.1551-1553 (1998).
- 11) ISO/IEC 13818-6: *Information Technology- Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio — Part 6: Extension for DSM-CC*, International Standard (1998).
- 12) 伊藤雅仁, 松井祐子, 近藤友宏, 重野 寛, 松下 温: 地上波データ放送を用いた情報提供サービス, *情報処理学会高度交通システム研究会*, Vol.1, No.4, pp.19-23 (2000).
- 13) 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標準規格 STD-B24, 電波産業会 (1999).
- 14) 伊藤雅仁, 村野井亮治, 松井祐子, 重野 寛, 松下 温: 次世代デジタル放送における視聴機能と進化機能, 第 59 回情報処理学会全国大会特別セッション 1, pp.97-103 (1999).

(平成 12 年 12 月 15 日受付)

(平成 13 年 5 月 10 日採録)



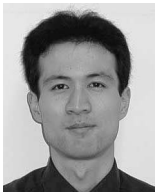
伊藤 雅仁(学生会員)

1998年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。2000年同大学院理工学研究科修士課程修了。現在、同大学理工学研究科後期博士課程在学。デジタル放送, モバイル・コンピューティング, 高度交通システム, 情報家電に興味を持つ。2000年情報処理学会高度交通システム研究会優秀研究報告賞受賞。



松井 祐子(学生会員)

1999年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。2001年同大学院理工学研究科修士課程修了。現在、東京ガス株式会社に在職。デジタル放送, ホームネットワークに興味を持つ。



近藤 友宏(学生会員)

2000年慶應義塾大学理工学部情報工学科卒業。現在、同大学院理工学研究科修士課程在学中。デジタル放送, ホームネットワークに興味を持つ。



重野 寛(正会員)

1990年慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業。1997年同大学院理工学研究科博士課程修了。1998年同大学理工学部情報工学科助手(有期)。現在、同大学理工学部情報工学科専任講師, 工学博士。無線LANの構成法と媒体アクセス制御方式, 計算機ネットワークにおけるステーション移動サポート, モバイル・コンピューティング, マルチエージェントシステム, 遠隔教育システム等の研究に従事。著書「～ネットワーク・ユーザのための～無線LAN技術講座」(ソフト・リサーチ・センター), 「コンピュータネットワーク」(オーム社)など。電子情報通信学会, IEEE, ACM各会員。



松下 温(正会員)

1963年慶應義塾大学工学部電気工学科卒業。1968年イリノイ大学院コンピュータサイエンス専攻修了。現在、慶應義塾大学情報工学科教授。博士(工学)。マルチメディア通信, コンピュータネットワーク, グループウェアなどの研究に従事。情報処理学会理事, 副会長, DPS研究会委員長, GW研究会委員長, 電子情報通信学会IN研究会委員長など歴任。現在, 情報処理学会ITS研究会委員長。“201x年の世界”(共立出版)など著書多数。情報処理学会より1993年ベストオーサ賞, 1995年および2000年論文賞, 2000年40周年記念90年代学会誌論文賞, 2001年功績賞など受賞。電子情報通信学会, 人工知能学会, ファジイ学会, IEEE, ACM各会員。