

放送・通信連携型移動体向けコンテンツ配信方式

佐藤潤一 多田浩之 谷口幸治 山口孝雄

携帯型受信端末向けに広域・多人数を対象とする放送で利用者の多様なニーズに応える ISDB(Integrated Service Digital Broadcast) サービスを実現するには、伝送すべき情報量が膨大になり、そのため伝送帯域や受信端末の蓄積装置の容量が課題となる。この課題に対し、場所に依りて必要なコンテンツを選択的に受信することによって情報量を削減できるしくみとして、放送と通信との連携による位置適応コンテンツ配信モデルを提案する。また、モデルを具現化するために、コンテンツを端末の現在位置や移動方向、速度に適応して先行取得、蓄積し、表示する移動速度・方向適応コンテンツ先行取得方式を提案する。

Broadcast-Communication Integrated Content Delivery Method for Mobile Terminals

Jun'ichi SATO Hiroyuki TADA Koji TANIGUCHI Takao YAMAGUCHI

To achieve the ISDB (Integrated Service Digital Broadcast) service for many types of mobile terminal users in wide area, transmission data size, transmission rate and the storage size of terminals become very large. We illustrate the broadcast-communication integrated location-dependent content delivery model, in which mobile terminals receive contents selected based on the location of terminals, so that mobile terminals can reduce the received data size. In addition, to achieve this model, we propose the motion speed and direction adapted content prefetching method, by which mobile terminals receive and store contents based on the location, moving speed and direction of terminals, in advance of displaying them.

1 はじめに

携帯型受信端末向けに広域・多人数を対象とする放送で利用者の多様なニーズに応える統合デジタル放送 (ISDB: Integrated Service Digital Broadcast) サービスの実現が望まれている[1]。地上デジタル放送などの広域放送は一般に、広域に均一な情報を配信す

松下電器産業株式会社 先端技術研究所
Advanced Technology Research Laboratories,
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

るのに適した伝送媒体である。このため、広域放送によって利用者の多様なニーズ、例えば地域に密着した情報の配信を実現するには、伝送すべき情報量が膨大となり、そのため伝送帯域や受信端末の蓄積装置の容量が課題となる。このため、場所に依りて必要なコンテンツを選択的に受信することで情報量を削減できるしくみが必要である。

筆者らは、情報量を削減できるしくみとして、インターネットなどの通信と、地上デジタル放送などの広域放送との連携による位置適応コンテンツ配信モデルを提案している[2]。

2 放送・通信連携型コンテンツ配信方式

2.1 位置適応コンテンツ配信の従来研究

広告や観光案内など場所にに応じたコンテンツ(位置依存コンテンツ)の配信には、通信による配信方式と放送による配信方式とがあり、Leeら[3]はそれぞれの方式におけるデータ配置方式について考察している。通信による位置依存コンテンツの配信方式に関しては、携帯電話に対して端末の位置に応じた地域情報を配信する位置適応コンテンツ配信方式の研究開発や実用化が進んでいる。例として坂田らの提案している位置情報の検索通知方式[4]がある。通信による位置依存コンテンツの配信方式の多くは、GPSから得られた端末の位置情報を端末からサーバに送信し、サーバが端末位置に関連するコンテンツを選択して配信を行う。このため、端末位置や端末利用者の嗜好情報など、プライバシー情報をサーバに送信しなければならない。また、サーバがコンテンツの選択、加工処理を行うため、サーバに負荷がかかる課題がある。

放送によるコンテンツ配信の場合、複数のコンテンツを繰り返し放送する周期配信方式が一般に用いられるため、必要なコンテンツが決定してから実際に取得して表示できるまでのコンテンツ取得応答時間を短縮することが課題となる。この課題に対し、川股らが追加・更新されたコンテンツを優先的に配信する方式[5]を提案している。しかし、着目している追加・更新コンテンツの応答時間は大幅に改善可能であるが平均の応答時間はほとんど改善されない。また、位置依存コンテンツの数や伝送量が大きい場合は、地上デジタル放送に代表される広域放送で全ての地域情報を配信するのは困難である。

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[6]。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に、通信と放送をどのように使い分けたらよいかについては考察されていない。

2.2 放送及び通信を用いた位置適応コンテンツ配信方式の考察

放送及び通信を用いたさまざまな位置適応コンテンツ配信方式の性能について、受信端末がコンテ

ンツを選択してから、受信完了して再生できるまでの平均応答時間を検証することにより考察する。

放送は地上デジタル放送の1セグメント放送を想定し、伝送レートを384kbpsと仮定する[8]。また通信はW-CDMA方式の携帯電話を想定し、伝送レートを同じく384kbpsと仮定する。コンテンツとしては、位置依存コンテンツとしてコンビニエンスストア、スーパー、ファーストフード店、ファミリーレストランの広告を想定し、20社、5,000店舗分のコンテンツが配信できることを条件とする(2001年12月時点での東京都内の店舗数調査に基づく)。

コンテンツの内容を以下の通り想定する。

- 動画(広告映像など、再生レート384kbpsで15秒間の動画を想定、1コンテンツあたり720KB)
- 文書(地図など、動画の補助情報としての地域情報。320×240ピクセルのフルカラー静止画を20分の1に圧縮するとし、1コンテンツあたり12KB)
- コンテンツ関係記述(サーバ名やアドレス、地理的位置情報などの記述。1コンテンツあたり160バイト)

通信プロトコルはIPv6プロトコルを想定し、パケットごとにTCP/IPプロトコルのヘッダ($h_{TCP}=60$ バイト)が付加されるものとする。また放送でも同様にUDP/IPプロトコルのヘッダ($h_{UDP}=48$ バイト)が付加されるものとする。

5,000店舗の情報を全て動画で配信する場合の全コンテンツ量は3.6GBとなり、20社の動画広告に対して5,000店舗の情報を文書で配信する場合、20社分の動画は計14.4MB、5,000店舗分の文書は計60MB、合計74MBとなる。5,000件のコンテンツに関するコンテンツ関係記述の総量は800KBである。

2.2.1 放送の平均応答時間評価

コンテンツ配信に放送を用いる場合の平均応答時間の評価モデルとして、N個のコンテンツが順に繰り返し放送されるものとする。平均応答時間 T_B は次式で表される。

$$T_B = \frac{1}{2}NL + L = \left(\frac{1}{2}N + 1\right)L \\ = \left(\frac{1}{2}N + 1\right) \times \frac{8(mh_{UDP} + S_D)}{R_B}$$

ただし、 L は1コンテンツあたりの伝送所要時間[秒]、 m は1コンテンツあたりのパケット数、 S_D は1コンテンツの全サイズ[バイト]、 R_B は放送の伝送レート[bps]とする。

2.2.2 通信の平均応答時間評価

コンテンツ配信に通信を用いる場合の平均応答時間の評価モデルとして、サーバから無線基地局を経由してM台の端末に配信する無線環境であり、サーバから無線基地局までの伝送帯域は十分に大きく、無線基地局から端末までの伝送帯域 R_C の通信回線はM台の端末で均等に使用するものとする。コンテンツ関係記述は端末が最初から保持しているものと仮定する。伝送要求のデータサイズは $S_R=100$ バイト、パケットの再送間隔は $t_{Ret}=0.5$ 秒、パケットロスの確率を $l=1\%$ とする。データが m 個のパケットに分割されるとすると、平均応答時間 T_C は次式で表される。

$$T_C = (1-l) \times M t_C + (2t_{Ret} + M t_C) \times \frac{l}{(1-l)^2}$$

ただし t_C は以下の式で表される。

$$t_C = \frac{8\{(m+1)h_{TCP} + S_R + S_D\}}{R_C}$$

2.2.3 位置適応コンテンツ配信方式の評価結果

放送・通信を用いたコンテンツ配信方式における平均応答時間の計算結果を表1に示す。1パケットのサイズを300バイトとし、通信回線は10端末で共有し、またコンテンツ関係記述は端末が放送で受信済みであると仮定した。

表1より、例えば5,000店舗分の動画広告を繰り返し放送する場合は平均応答時間が41,000秒かかる

表1 放送・通信連携配信方式と平均応答時間

	動画	文書	配信形態と平均応答時間	
	720KB	12KB		
(1)	放送 5,000件	—	個別の地域情報動画を放送。 41,000秒	
(1)	通信	—	コンテンツ関係記述に基づき、動画を通信により取得する。30秒	
(2)	放送 20件	放送 5,000件	代表動画 を放送。	動画の関連文書 を放送。657秒
(2)		通信	動画の関連文書 を通信で取得。	2.9秒
(3)	通信	放送 5,000件	代表動画 を通信で取得。	動画の関連文書 を通信で取得。2.9秒
(3)		通信	30秒	30秒

(1)、また20社分の動画広告を繰り返し放送し、関連する5,000店舗分の地域情報(文書)を通信で配信する場合は放送で180秒、通信で2.9秒の平均応答時間が必要となる(2')。

この結果から平均応答時間の短いコンテンツ配信方式は以下のとおりとなる。

方式A) 動画を通信により取得する。((1'), 30秒)

方式B) 広域放送されている動画に対し、地図などの関連文書を通信で取得する((2'), 180秒/3秒)

方式C) 代表動画と関連文書を通信で取得する((3'), 33秒)

なお、上記の方式B)は、ある位置周辺の地域情報を取得する場合の平均応答時間は183秒だが、広域向け放送を地域情報化する場合、動画放送の平均応答時間を無視でき、平均応答時間は3秒であると考えられる。以上より、コンテンツ関係記述及び動画を放送により配信し、位置依存コンテンツを通信により配信する連携配信方式が、平均応答時間の観点で有効であることがわかる。

2.3 移動体向け位置適応コンテンツ配信モデルの提案

放送と通信との連携によるコンテンツ配信としては、TV-Anytime Forum で検討が進められている。TV-Anytime Forum ではストレージとインターネットとを利用した放送と通信によるマルチメディアコンテンツ流通システムの実現を目指しており[9]、サービス機能モデルとして(a)放送のみ、(b)放送とインターネット、(c)インターネットのみをそれぞれ利用

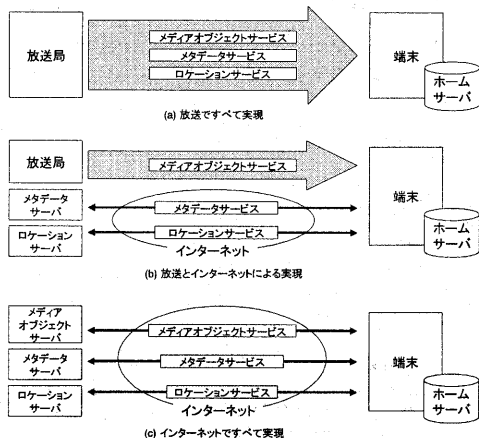


図1 TV-Anytime Forum のサービスモデル

してメディアオブジェクト(コンテンツ)、メタデータ(コンテンツの属性情報、またそれを利用した検索)、ロケーション(コンテンツの放送時間やサーバアドレスなどの配信情報)を配信するサービスモデルを考えている(図1)。しかしTV-Anytime Forumのモデルはホームネットワークやデジタルレコーダなど固定網を想定したモデルになっている。そのため、TV-Anytime Forumの枠組みを用いて広域・多数にわたる利用者の個別のニーズに応える位置適応コンテンツ配信を実現する場合、データ量の観点から放送帯域を有効に利用できない。したがって、放送を用いて位置適応コンテンツ配信を実現するには、TV-Anytime Forumのモデルを拡張し、放送帯域を有効利用できる方式を検討する必要がある。

筆者らは放送・通信連携型位置適応コンテンツ配信モデルを提案している[2]。本方式では図2に示す通り放送で、全てのコンテンツ内容ではなくコンテンツの所在を示すアドレスと位置に関する関係記述を放送する。受信端末は放送で関係記述を受信して記憶し、端末の現在位置に基づきコンテンツを検索して該当サーバから詳細内容を受信し表示する。この方式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を図ることができる。

本方式による移動端末向け位置適応コンテンツ配信モデルを図3に示す。方式として、以下の2種類のモデルが考えられる。

- (a) 端末位置周辺の位置依存コンテンツを配信する。放送によってコンテンツ関係記述を取得し、位置に応じて必要なコンテンツを検索して通信で取得する。
- (b) 広域向け映像番組を地域ごとにカスタマイズする。例えば広域に放送される宣伝映像に対して、端末位置周辺の店舗地図を検索して通信で取得することにより、通信コンテンツを利用して放送を地域情報化する。

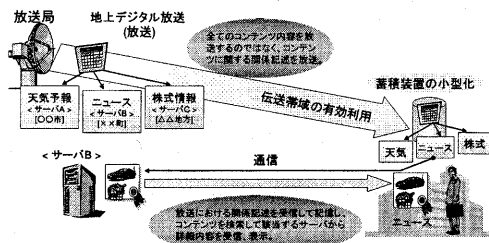
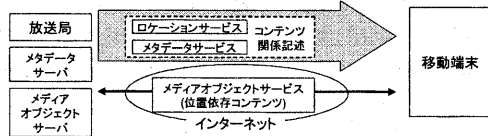
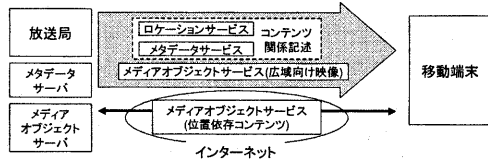


図2 放送・通信連携配信方式



(a) コンテンツ関係記述放送とインターネットとの連携による位置適応コンテンツ配信



(b) 放送とインターネットとの連携による位置適応コンテンツ配信

図3 移動端末向け位置適応配信モデル

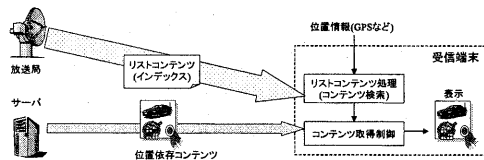


図4 移動体向けコンテンツ受信システムの構成

前節(2.2.3 節)の平均応答時間による評価結果のうち、方式 A)および方式 C)は図3の(a)に相当し、方式 B)は図3の(b)に相当する。

2.4 移動体向け位置適応コンテンツ受信システムの構成

図3で示した移動体向け位置適応コンテンツ配信モデルに基づき、本研究で構築する位置適応コンテンツ受信システムの構成を図4に示す。受信端末は、サーバに置かれた位置依存コンテンツを通信により取得する。位置依存コンテンツが置かれるサーバ名やアドレス、地理的位置情報などが記述されたコンテンツ関係記述はまとめてリストコンテンツとして放送により配信される。受信端末はGPSなどから取得した位置情報をもとに、放送で受信したリストコンテンツに基づき位置依存コンテンツの検索を行い、放送で受信する映像とともに表示を行う。リストコンテンツの記述方式およびその処理方法については[10]で述べている。本報告では位置依存コンテンツの取得制御方式について述べる。

3 速度・方向適応コンテンツ先行取得方式

3.1 先行取得の必要性

放送・通信連携型コンテンツ配信方式において、場所に依じたコンテンツ(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。本研究ではコンテンツ検索に用いるリストに、コンテンツのアドレス及びそのコンテンツが関連づけられた地理的位置情報(緯度、経度)を記述し、広域放送で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。この課題を解決するために、コンテンツを現在位置や移動方向、速度に適応して先行取得し、蓄積する必要がある。

3.2 先行取得方式に関する従来研究

位置依存コンテンツの先行取得方式の従来技術を表2に示す。通信による先行取得方式としては、坂田らが位置情報の検索通知方式[4]において、現在位置を中心とする円形領域内のコンテンツをキャッシュして先行取得する方式を提案している。この方式は端末の移動方向や速度に適応した領域を用いていない。また野田らは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移動速度に応じて通信を用いて先行取得する方式[7]を提案している。この方式では通過予定経路が決まっていない場合の先行取得方式については述べられていない。

放送による先行取得方式としては、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[11]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[12]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ない。また石川ら[1]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。

表2 先行取得方式の比較

	予定経路	速度適応	方向適応
坂田[4]	不要	×	×
野田[7]	必要	×	×
佐藤[11]	必要	×	×
伊藤[12]	不要	○	×
石川[1]	不要	×	○
本提案	不要	○	○

3.3 速度・方向適応コンテンツ先行取得方式の提案

本報告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するための速度・方向適応コンテンツ先行取得方式を提案する。

仮定する端末とコンテンツ配置とを図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。

提案する速度・方向適応コンテンツ先行取得方式では、コンテンツの取得時間による表示遅延を排除

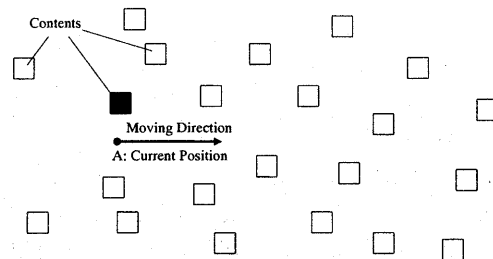


図5 端末とコンテンツ配置との関係

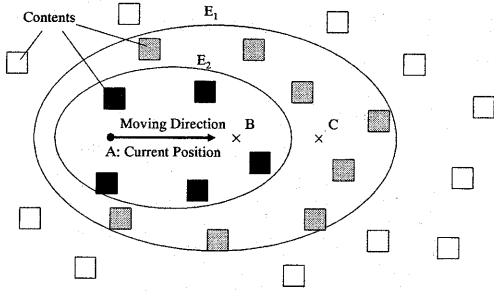


図6 速度・方向適応先行取得方式の概要

するため、表示するコンテンツを予測して先行取得し、端末内部に蓄積する。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いるため、取得による遅延が生じない。

方式の概要を図6に示す。端末は現在位置Aよりも進行方向前方にある位置依存コンテンツを表示コンテンツとして予測し、先行取得して端末内部に蓄積する。進行方向の変更にも対処するため、ここでは、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 をコンテンツ予測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。

また、コンテンツ表示についても、ユーザがコンテンツを参照してから進路変更などの判断を行う時間を加味して先行表示する必要があるため、コンテンツ予測と同様、図6の端末の現在位置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 をコンテンツ表示領域とした。この方式により、コンテンツ予測エリア 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、コンテンツ表示エリア E_2 内のコンテンツ(黒色の四角形)を選択して表示することができ、表示の直前にコンテンツを取得することによる表示遅延を防ぐことができる。

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、コンテンツ予測領域、コンテンツ表示領域の大きさを変化させることができる。図7では(a)よりも(b)の方が端末の移動速度が大きいと仮定している。このとき、ユーザが同じ時間コンテンツを参照しているとする、次の表示コンテンツとしては(b)の方がより遠方のコンテンツを予測する必要がある。そのため、移動速度に応じてコンテンツ予測領域 E_1 及びコンテン

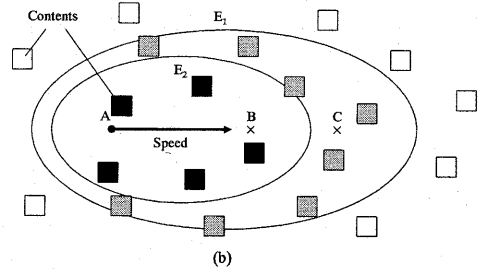
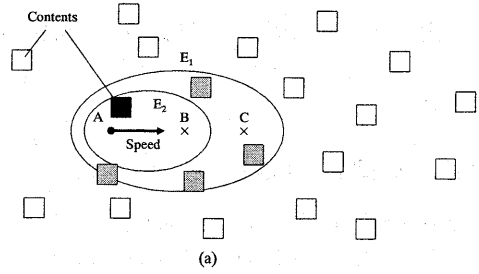


図7 速度変化による予測・表示領域の変化

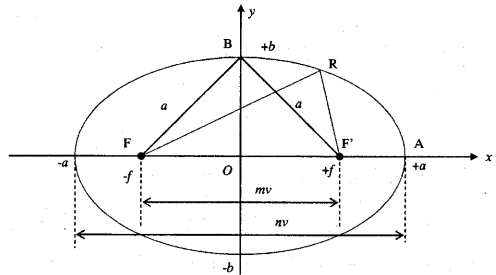


図8 楕円のパラメータ

ツ表示領域 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。

3.4 提案方式の実験による検証

コンテンツ予測領域及びコンテンツ表示領域のそれぞれの内部に存在するコンテンツを検出するため、領域を決めるパラメータを楕円のパラメータを以下の3つとする(図8)。

1. 現在位置である焦点F
2. 移動方向前方に定める焦点F'
3. 円周上の点Rから各焦点 F, F' までの距離の和 $l=RF+RF' (=2AO)$

また、楕円の形状を決めるための端末のパラメータは速度ベクトル(現在位置、移動方向、及び移動速度)である。

端末パラメータから楕円パラメータを以下の方

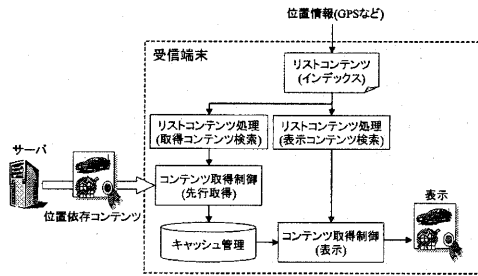


図9 先行取得による位置適応コンテンツ受信システムの構成

法で求める。端末の移動速度を v とする。

1. 現在位置を焦点 F とする。
2. 移動方向前方に、焦点 F から mv の距離にある点を定め、焦点 F' とする。 m は定数とする。
3. $l = mv$ とする。 n は定数とする。

あるコンテンツが位置 C に関連づけられているとすると、楕円パラメータで決まる楕円の内部にあるかどうかを判定するには、位置 C から2つの焦点 F, F' までの距離の和が l 未満か否かを判定すればよい。

定数 m, n の決定方法について以下に考察する。現在位置 F から速度 v で前方に t_1 秒移動するまでの範囲の位置に関連づけられたコンテンツ、及び右左折しても速度 v で t_2 秒移動するまでの範囲に関連づけられたコンテンツが先行取得されるように定数 m, n を決定するとする。すなわち、図8において $AF = t_1 v$ 、 $OB = t_2 v$ である。これより

$$m = \frac{t_1^2 - t_2^2}{t_1}, n = \frac{t_1^2 + t_2^2}{t_1}$$

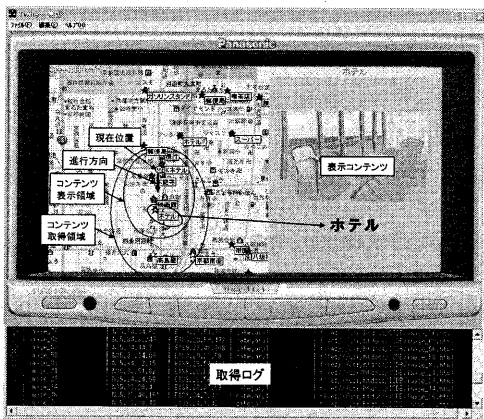


図10 実験システムの表示例

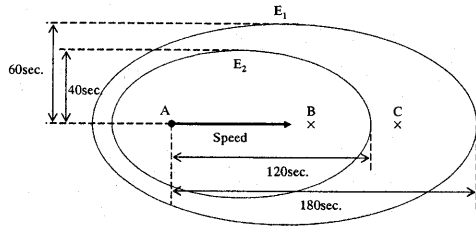


図11 コンテンツ取得領域の設定

となる。例えば $t_1=180[\text{sec}]$ 、 $t_2=90[\text{sec}]$ とすると、 $m=135$ 、 $n=225$ となる。

先行取得方式の導入による放送・通信連携型位置適応コンテンツ受信システムの構成を図9に示す。受信端末では現在位置情報及びリストコンテンツに対し、取得パラメータ m, n で決まる楕円形のコンテンツ取得領域(図6の E_1)でコンテンツ検索を行い、先行取得を行ってキャッシュに蓄積する。実際にコンテンツを表示する際は先行取得とは異なるパラメータ m, n で決まる、コンテンツ取得領域よりも狭い楕円形のコンテンツ表示領域内(図6の E_2)のコンテンツをキャッシュから取り出して表示する。

実験に用いるシステムの表示例を図10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、先行取得を行う。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。

実験における検証方針について説明する。実験では現在位置 A (図11参照)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120秒、左右方向に40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するものとする。本方式との比較対象を、コンテンツ取得領域を楕円と同面積の円形とする。データの伝送レートを38400bps程度に設定し、コンテンツは1平方キロメートルあたり25件程度(200m四方に1件)分布していると想定して200個程度のコンテンツをランダムに配置する。表示に用いるコンテンツとしては、平均12キロバイトの静止画及び平均180バイトのHTMLファイルとし、端末は時速30km〜

100km 程度で移動すると想定する。以上の実験環境のパラメータを表3に示す。

実験の評価基準としては以下の2つの項目が考えられる。

・ヒット率

表示に用いられるコンテンツのうち、キャッシュに先行取得済みのコンテンツの数の割合。

・キャッシュ利用効率

キャッシュに先行取得済みのコンテンツのうち、実際に表示に用いられるコンテンツの数の割合。

上記の評価基準により、移動速度・方向適応コンテンツ先行取得方式と、移動方向に適応しないコンテンツ先行取得方式との比較評価を進めている。また、コンテンツ表示領域の決め方とコンテンツ先行取得方式との関係についても今後考察を進める。

表3 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	200
コンテンツの平均サイズ(バイト)	12K
端末移動速度(直線,km/h)	30~100

4 まとめ

位置に応じて必要なコンテンツを選択的に受信することによって伝送量を削減できるしくみとして、放送・通信連携型位置適応コンテンツ配信モデルを提案し、平均応答時間の理論評価を行った。本モデルは、リストコンテンツや広域向け映像など公共性の高いコンテンツを放送で配信し、地域性の高い位置依存コンテンツを通信で配信するモデルとなっている。また、通信によるコンテンツ取得遅延を解決する方法として、速度・方向適応コンテンツ先行取得方式を提案した。本方式は移動端末側でコンテンツの選択・取得制御を行うため、サーバに負荷をかけず、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。今後は実際の利用形態を想定して、提案方式の実証実験を進めていく。

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] 石川浩一, 松村欣司, 白井和也, 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.

[2] 佐藤潤一, 多田浩之, 谷口幸治, 山口孝雄, “移動端末向け放送・通信連携配信システム (その2)~位置に適応できるコンテンツ配信方式の提案~”, 情報科学技術フォーラム 2002, M-78, pp.189-190, Sep. 2002.

[3] D. L. Lee, Jianliang Xu, Baihua Zheng, Wang-Chien Lee, “Data Management in Location-Dependent Information Services,” Pervasives Computing, Vol.1, Issue 3, pp.65-72, JUL.-Sep. 2002.

[4] 坂田一拓, 倉島顕尚, 市村重博, “通知型の位置関連情報提供サービスの提案と、その実現方式の検討,” 情報処理学会研究報告, Vol.2000, No.112(MBL-15, ITS-3), pp.73-80, Dec. 2000.

[5] 川股幸博, 山足公也, 石田隆張, 友部修, “地上デジタル放送による移動体向け地点情報配信システムの検討,” 信学技報, ITS2001-40, pp.43-48, Jan. 2002.

[6] 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.

[7] 野田哲史, 村中正次, 五十嵐亮治, 長尾朗, “メッシュ方式による情報配信システムの開発,” 信学技報, ITS2001-82, pp. 185-190, Jan. 2002.

[8] “地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式,” ARIB STD-B31 1.2 版, pp.10-14, (社)電波産業会, Jan. 2002.

[9] 栗岡辰弥, “TV Anytime の標準化動向,” NHK 技研 R&D, No.59, pp.10-17, Jan. 2000.

[10] 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-25-8, Jul. 2003.

[11] 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.

[12] 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.