

## 放送 / オンデマンド統合型システムにおける放送頻度の

1 S-7

## 最適化手法の検討

田辺 雅則 石川裕治 箱守聰 井上潮

NTT データ通信 (株) 情報科学研究所

## 1 はじめに

無線ネットワークには、以下の2つの問題がある [1]。そのため、データが頻繁にアクセスされている場合、クライアントはデータを早く取得できない。

- (1) 有線ネットワークに比べて帯域が狭い。
- (2) ネットワークに同時接続できる端末数が少ない。

我々は、上記の環境においても効率的なデータ提供を行うために、放送方式とオンデマンド方式を統合した放送 / オンデマンド統合型システム (*MobiCaster*) を提案している [3]。放送方式では、多くの利用者にデータを提供でき、オンデマンド方式では多くの種類のデータを提供できる。*MobiCaster* は、サーバと複数のクライアントで構成される。サーバは、利用者から頻繁にアクセスされるデータを周期的に放送し、あまりアクセスされないデータをオンデマンドで提供する。

本稿では、放送 / オンデマンド統合型システムにおいて、クライアントがデータを取得するまでの待ち時間と、放送データの個数及び放送頻度の関係について考察する。

## 2 情報提供方式

Imielinsky らは、放送データと同じ数の放送チャンネルと、オンデマンドデータを送信する1つのオンデマンドチャンネルが使えるシステムにおいて、放送データを決定する方式を提案している [2]。Imielinsky らの方式では、放送チャンネルにおいて、放送データが周期的に放送され、放送データの数が増えると放送チャンネル数も増える。しかし、通常の無線ネットワークでは多くのチャンネルを使うことは難しい。また、クライアントにはチャンネル選択が必要となり、処理が複雑になる。

我々は、サーバからのデータ提供方式として、1つのチャンネルで放送データとオンデマンドデータを送信する Single Down-link Broadcast (SDB) 方式を提案した [3]。SDB 方式によるサーバからの送信データ構成を図1に示す。SDB 方式は、一定の放送周期で放送データを放送する。 [3] では、SDB 方式において各放送データの

放送頻度を1回にしたときに、一周期中の放送データとオンデマンドデータの割合を最適にし、クライアントがデータを取得するまでの待ち時間を最短にする方式を述べた。

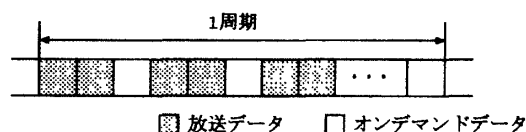


図1: Single Down-link Broadcast (SDB) 方式

## 3 放送頻度と待ち時間の関係

## 3.1 SDB 方式における放送頻度

放送型通信では、1周期あたりの放送データの放送頻度を増やすと、放送データを取得するまでの待ち時間が短くなる。ここで、クライアントがデータをアクセスする頻度を考慮すると、アクセスされる確率が高いデータの放送頻度を増やすことにより、データ取得の平均的な待ち時間の期待値を短くすることができる。

SDB 方式においてもアクセス確率が高い放送データの放送頻度をあげることが考えられる。この例を図2に示す。SDB 方式では放送データとオンデマンドデータが1つのチャンネルに混在しており、放送データは一定の周期で放送されている。このため、放送データの放送頻度を増やすと、1周期の間に送信されるオンデマンドデータの割合を減らさなければならず、オンデマンドデータを取得するまでの待ち時間が増えてしまう。つまり、放送データの待ち時間は短くなるが、オンデマンドデータの待ち時間が増えてしまうことになる。そこで、両データの最適な割合を決定するための放送頻度決定方式が必要である。

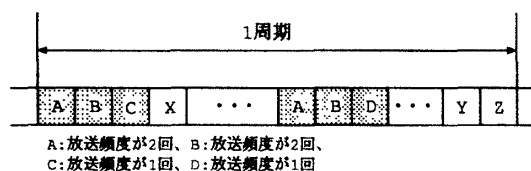


図2: SDB 方式において放送頻度を増やした場合の例

Decision method of the suitable broadcast frequency in an information system integrating broadcast and on-demand modes  
Masanori TANABE, Yuji ISHIKAWA, Satoshi HAKOMORI,  
and Ushio INOUE  
Laboratory for Information Technology, NTT Data Corporation  
Email:tanbe@lit.rtd.nttdata.co.jp

## 3.2 待ち時間の計算方法

待ち時間の期待値を計算するための前提条件を以下に述べる。

- (1) 提供されるデータのサイズは一定である。
- (2) クライアントの要求発生はポアソン分布にしたがう。サービス時間は、一定である。
- (3) 全体で  $N$  個のデータがあり、そのうちの  $k$  個が放送データで、残りがオンデマンドデータである。
- (4) 放送データは周期  $T$  (スロット) で周期的に放送される。放送データは、1 周期中に均等に配置される。

上記前提条件のもとで、待ち時間の期待値を計算する方法について説明する。

#### (1) データ取得までの待ち時間の期待値

全体の待ち時間の期待値は、放送データ、オンデマンドデータの待ち時間に各データのアクセス確率をかけることで求められる。

$$W = \sum_{i=1}^k P_i B_i + \sum_{i=k+1}^N P_i W_o \quad (1)$$

$W$ : 待ち時間の期待値  
 $P_i$ : データ  $i$  (放送データ、オンデマンドデータ) のアクセス確率  
 $B_i$ : 放送データ  $i$  の待ち時間  
 $W_o$ : オンデマンドデータの待ち時間

#### (2) 放送頻度を増やした場合の待ち時間の期待値

放送データは、1 周期に均等に配置されるので、待ち時間の期待値は半周期を放送頻度で割ることで求まる。

$$B_i = \frac{T}{2} \times \frac{1}{F_i} \times \frac{1}{S} \quad (2)$$

$T$ : 放送周期  
 $F_i$ : 放送データ  $i$  の放送頻度  
 $S$ : 単位時間当たりのスロット数

#### (3) オンデマンドデータの待ち時間の期待値

期待値を待ち行列モデルにもとづいて計算する。オンデマンドデータの送信スロットは、1 周期のスロットから放送データのスロットを除いたスロットである。

$$W_o = \frac{1}{2} \times \frac{\rho}{1-\rho} \times \frac{1}{S-S_b} \quad (3)$$

$$\rho = Q \times \left\{ \sum_{i=k+1}^N \lambda_i \right\} \times \frac{1}{S-S_b}$$

$\rho$ : オンデマンド用のスロットの使用率  
 $\lambda_i$ : データ  $i$  がアクセスされる確率  
 $Q$ : 単位時間に発生する要求数  
 $S_b$ : 単位時間あたりの放送データのスロット数

## 4 評価

### 4.1 評価環境

放送頻度を複数回にすることにより、どの程度情報取得までの待ち時間を短くさせることができるかを机上評価した。机上評価の条件を以下に示す。

- (1) データ数  $N$  は 100 個で、1 周期  $T$  は 50 スロット

- (2) 50 スロットを伝送するのに 1 秒かかる。
- (3) 情報取得要求は、1 秒間に 500 個発生する。
- (4) データへのアクセス確率を表 1 に示す。

表 1: アクセス確率

データ番号	A	B	C	D	E
アクセス確率	0.650	0.250	0.050	0.019	0.011
	F	G	H	I	残り
	0.010	0.001	0.001	0.001	0.007

## 4.2 結果

図 3 に机上評価の結果を示す。放送データの放送頻度と個数より、データ取得までの待ち時間の期待値を計算した。計算を簡単にするために、放送データの放送頻度は同じとした。その結果、各データを 8 回の放送頻度にして、放送データを 4 個にしたときに、待ち時間が 0.0603 秒となり、最小値になった。この値は、[3] において提案した放送頻度を 1 回とした場合の最小値 (放送データを 3 個にしたとき) と比較して、約 1/8 になっている。

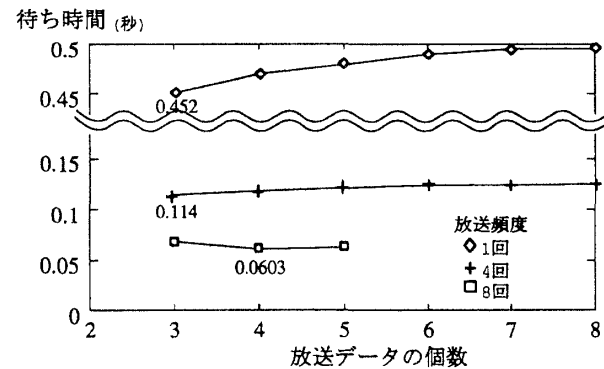


図 3: 机上評価の結果

## 5 まとめ

本稿では、放送データの個数及び放送頻度の関係について考察した。ある仮定したアクセス確率のもとで、複数個の放送がどの程度有効であるかを机上評価した。評価の結果、放送データの個数と放送頻度を調整することで、待ち時間を短くできることが確認できた。

## 参考文献

- [1] 箱守 他: “放送型通信/オンデマンド型通信を統合した情報提供システム”, マルチメディア、分散、協調とモバイルワークショップ (DiCoMo), 情処, 1997.7.
- [2] Imielinski 他: “Adaptive Wireless Information System for a Mobile Wireless Computing Environments,” Proc. of SIGDBS conference, Tokyo, Japan, Oct. 1994.
- [3] 田辺他: “モバイル環境における放送とオンデマンドを組み合わせた情報提供方式”, MBL3-2, 情処, 1996.11.