

1P-2 間欠的通信プロトコルを用いた放送型サービス*

東京電機大学 理工学部 情報システム工学科†

原田 さやか 永野 健治 桧垣 博章‡ §

1 背景と目的

現在、クライアントサーバ型の通信を基礎としたサービス形態が情報サービスの中核をなしている。これと対の関係にあるサービス形態のひとつが放送型のサービスである。ここでは、情報の送信元であるサーバコンピュータがあらかじめ登録された(あるいは不特定多数の)クライアントコンピュータに対して情報を送信する形態がとられる。この情報の送信は、一般的にクライアントコンピュータからの要求とは独立のタイミングで行なわれる。放送型のサービスにおいては、サーバコンピュータから送信される情報がすべてのクライアントコンピュータに対して常に有用な情報であるとは限らない。また、ある情報があるクライアントコンピュータに対して、ある時刻では有用な情報であっても、別の時刻では有用ではない場合も考えられる。クライアントコンピュータが有用でない情報をサーバコンピュータから受信した場合、この情報を配送するためのネットワークトラフィックとこの情報による演算のためのコンピューティングはオーバーヘッドとなる。

一方、コンピュータの小型軽量化と無線通信技術の発達、普及によりモバイルネットワークの使用が広がっている。ここでは、2つのモバイルコンピュータ間(あるいはモバイルコンピュータと基地局間)の通信コストは、有線ネットワークに比べて大きい。また、モバイルコンピュータと基地局間の通信が成立するのは、モバイルコンピュータが基地局からの信号の到達範囲内にあるときのみである。設置された基地局からの信号の到達範囲がモバイルコンピュータの移動空間の全体を被覆することは稀であり、移動空間の一部に信号の到達範囲がある場合の方が一般的である。したがって、モバイルコンピュータと基地局間の通信は、間欠的な通信となる。このため、基地局とモバイルコンピュータ間での有用でない情報の交換をできるだけ少なくすることが望ましい。

本論文では、間欠的にのみ通信可能なモバイルコンピュータに対して、未来に存在する位置において有用となると予想される情報のみが配送される配送情報の選択手法、および、この情報を間欠的無線通信プロトコルCB-WSCP [1] を用いて配送する手法を提案し、放送型サービスのサーバコンピュータと基地局間のトラフィック、基地局とモバイルコンピュータ間のトラフィックを削減することを目的とする。

2 関連研究

ある情報 I をクライアントコンピュータ C に配送することによって得られる価値を $value(I, C)$ とするとき、 $value(I, C)$ がある閾値 V_{th} よりも大きい場合に配送をスケジュールし、 V_{th} 以下であるならば配送を行なわない。 $value(I, C)$ は、 I と C の持つ特性によって決定されるが、一般に、この特性を表すパラメータは多数であり、評価が容易でないものも含まれる。そこで、

簡易に評価が可能であり、かつ、 $value(I, C)$ の評価値への寄与の大きなパラメータを選択することが求められる。

ここで、位置情報サービスという一群の情報サービスを考える。ここでは、クライアントコンピュータの位置を GPS やビーコン等によって取得し、その位置において有用な情報を提供することが目的とされている。情報の提供は、ネットワークを介してサーバコンピュータからなされる場合や、クライアントコンピュータの二次記憶からなされる場合がある。例えば、クライアントコンピュータの位置情報に基づいてその周辺情報を提供するシステムや携帯電話の画面に仮想空間を提供するシステム [4] が提案されている。これらのシステムでは、情報の価値 $value(I, C)$ がクライアントコンピュータの位置 $location(C)$ と情報の位置 $location(I)$ (I は $location(I)$ に関する情報) のみによって定まり、 $value(location(I), location(C))$ が、あらかじめ定められた閾値を越えるものだけがクライアントコンピュータに配送され、演算される。また、論文 [3] では、モバイルコンピュータの移動速度 $velocity(C)$ を考慮している。現在のモバイルコンピュータの移動速度の方向を直径とし、移動速度の大きさに対して単調増加する直径の長さを持つ楕円内に $location(I)$ が含まれる情報のみが V_{th} を越える価値を持つ ($value(location(I), location(C), velocity(C)) > V_{th}$)。これらはすべて C が I に常時アクセス可能であることを前提としている。

3 放送対象情報の選択手法

2章で述べたように、これまでは現在のモバイルコンピュータの位置 ($location(C)$)、情報の位置 ($location(I)$)、という現在の位置情報のみか、モバイルコンピュータの移動速度 ($velocity(C)$) を考慮することによる近い将来の位置予測を加えたもののみを情報配送の価値 ($value(I, C)$) のパラメータとしている。しかし、放送型サービスで提供される情報の持つ価値は一般に時刻 t をパラメータとして持つものであると考えられる。本論文では、位置 $location(I)$ における時刻 t での情報の価値 $vlt(location(I), t)$ (vlt : value depending on location and time) を放送の可否を判断する際のパラメータとして用いることとする。モバイルコンピュータ C の時刻 t における位置 $location(C, t)$ について考える。ここで、現在時刻を t_0 とすると、将来の時刻 $t > t_0$ における移動速度については確率的であるが、時刻 t と位置 $location(C, t)$ によって定まると考えられる。すなわち、 $velocity(C, t, location(C, t))$ で与えられる。したがって、以下の式が成り立つ。

$$location(C, t) = location(C, t_0) + \int_{t_0}^t velocity(C, t', location(C, t')) dt'$$

これにより、時刻 t において C が I の位置に存在する確率 P 、すなわち $location(C, t) = location(I)$ とな

*Broadcast-based Information Services with Wireless Spodic Communication Protocol

†Tokyo Denki University

‡Sayaka Hadara, Kenji Nagano and Hiroaki Higaki

§{sayaka, kenji, hig}@higlab.k.dendai.ac.jp

る確率 P を導くことができる。

$$\begin{aligned} P(\text{location}(C, t) = \text{location}(I)) \\ = P(\text{location}(C, t_0) + \\ \int_{t_0}^t \text{velocity}(C, t', \text{location}(C, t')) dt' = \text{location}(I)) \end{aligned}$$

以上により、現在 (時刻 t_0) で $\text{location}(C, t_0)$ に存在するモバイルコンピュータ C に情報 I を放送することの価値 $\text{value}(I, C)$ は、以下のように与えることができる。ただし、有意であるのは $t' \geq t_0$ のときのみである。

$$\begin{aligned} \text{value}(I, C, t_0) \\ = \int_{t_0}^{\infty} P(\text{location}(C, t'') = \text{location}(I)) \cdot \\ \text{vlt}(\text{location}(I), t'') dt'' \end{aligned}$$

そこで、放送型サービスのサーバコンピュータは、 $\text{value}(I, C, t_0) \geq V_{th}$ であるならば、 I を C に放送するが、 $\text{value}(I, C, t_0) < V_{th}$ であるならば、 I は C に放送しないこととする。

4 間欠的通信プロトコルによる放送データ配送のスケジューリング

前章で時刻 t_0 において情報 I をモバイルコンピュータ C へ放送するための条件式が導かれた。しかし、モバイルコンピュータ C が基地局 B を通して情報を常時受信可能ではない環境においては、たとえ上式が成立したとしても、 C が I を受信することが可能であるとは限らない。ここで、有線ネットワークと無線ネットワークの伝達遅延を含めて考えると、放送型サービスのサーバコンピュータ S と基地局 B_i との間の伝達遅延 d_{SB_i} 、 B_i とモバイルコンピュータ C_j との間の伝達遅延を $d_{B_i C_j}$ とすると、モバイルコンピュータ C_j が B_i からの無線信号到達範囲内 $TR(B_i)$ に存在するときに C_j へ I を放送することによって得られる価値は、 $\text{value}(I, C_j, t_0 + d_{SB_i} + d_{B_i C_j})$ で与えられる。 $d_{B_i C_j}$ は $C_j \in TR(B_i)$ なるモバイルコンピュータにおいて、一定値とみなすことができるので、これを $d_{B_i C}$ に置き換えると I を B_i を通して放送することによって得られる価値は、以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{value}(I, B_i, t_0) \\ = \sum_{C_j \in TR(B_i)} \text{value}(I, C_j, t_0 + d_{SB_i} + d_{B_i C}) \end{aligned}$$

以上により、 I を B_i を通して放送するためには、以下の条件が満たされることが求められる。

$$\begin{aligned} \tilde{V}_{th} < \text{value}(I, B_i, t_0) \\ = \sum_{C_j \in TR(B_i)} \text{value}(I, C_j, t_0 + d_{SB_i} + d_{B_i C}) \end{aligned}$$

ここで、モバイルコンピュータの移動特性について考える。論文 [1] で述べられているように、モバイルコンピュータの移動は、自律移動型と群移動型に分類することができる。また、一群のモバイルコンピュータが協調してアプリケーションを実行するチームコンピューティングやグループコンピューティング環境においては、各モバイルコンピュータの移動特性は他のモバイルコンピュータの移動特性と同一であることが論文 [2] で示されている。論文 [1] では、モバイルコンピュータ群 CG_k が以下のように定義されている。

- (1) $\forall C_1, C_2 \in CG_k$ なる 2 つのモバイルコンピュータ C_1, C_2 間でマルチホップによるメッセージ配送が可能である。
- (2) $\forall C_1, C_2 \in CG_k$ なる 2 つのモバイルコンピ

ュータ C_1, C_2 において、その相対速度の大きさ $|\text{velocity}(C_1) - \text{velocity}(C_2)|$ の値が十分に小さい。

上記の (2) より $\forall C_1, C_2 \in CG_k \cap TR(B_i)$ について、 $|\text{velocity}(C_1) - \text{velocity}(C_2)| < \delta$ であることから、 $\text{value}(I, C_1, t_0 + d_{SB_i} + d_{B_i C}) = \text{value}(I, C_2, t_0 + d_{SB_i} + d_{B_i C})$ が成り立つ。また、上記 (1) より、CB-WSCP [1] を使うことによって、 $C' \in CG_k - TR(B_i)$ なるモバイルコンピュータ C' に対しても情報 I を配送することが可能である。以上により、基地局 B_i を通して情報 I を放送する条件は、次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \sum_{C_j \in CG_k \cap TR(B_i)} \text{value}(I, C_j, t_0 + d_{SB_i} + d_{B_i C}) \cdot |CG_k| \\ > \tilde{V}_{th} \end{aligned}$$

このような CG_k が多数存在すれば、 I の放送によって得られる価値は大きくなるが、放送に要するコストも大きくなる。したがって、基地局 B_i を通した放送を行なうか否かは、このコストとのトレードオフとなる。図 1 に CB-WSCP と提案した配送スケジューリングを用いた放送型サービスのイメージを示す。ここでは、値下げ情報を基地局 A と C から放送しているが、 B からは放送していない。

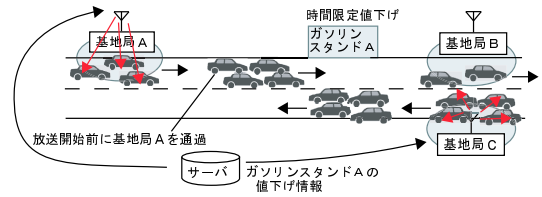


図 1: 放送型サービス例

5 まとめと今後の課題

本論文では、放送型サービスをモバイルコンピュータに対して提供するときに、できるだけ情報を受け取る価値が大きなモバイルコンピュータに対して放送するための配送価値の推測に、モバイルコンピュータの位置と移動速度、情報の位置と情報の価値の時間変化というパラメータを用いる方法を提案し、モバイルコンピュータへの情報の伝達が間欠的にのみ実行可能な環境における配送戦略と配送プロトコルの概略を示した。今後は、プロトコルを設計しシミュレーションによる評価を行なう。

参考文献

- [1] Harada, S., Kato, C. and Higaki, H., “Wireless Sporadic Communication Protocol for Clustered Mobile Networks,” Proceedings of the IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Networking, CD-ROM (2003).
- [2] Xiaoyan, H., Mario, G., Guangyu, P. and Ching-Chuan, C., “A group mobility model for ad hoc wireless networks,” Proceedings of the 2nd ACM international workshop on Modeling analysis and simulation of wireless and mobile systems, pp. 53-60 (1999).
- [3] 佐藤, 多田, 谷口, 山口, “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, Vol. 2003, No. 67, pp. 47-54 (2003).
- [4] 中尾, 小川, 塚本, 西尾, “携帯空間: モバイル計算環境での共有 3 次元仮想空間システム,” 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 2, pp. 276-284 (2003).