

移動通信システムにおける分散情報配信法

Distributed Information Delivery Method for Mobile Communications

久保 茂 靖 生 越 重 章

S. Kubo S. Ogose

(香川大学)

1. まえがき

通信・放送融合システムにおける情報配信法が提案されている^[1]。しかしながら、この方法では、大容量コンテンツの入手にはマルチキャストを利用するため、リアルタイム性の低い通信となる。リアルタイム性を追及するとユニキャストが有効となるが、大容量データコンテンツ配信においては、ダウンロード時間が問題となる。

本稿では、この問題を解決するため、各受信端末の余剰メモリを活用し、アドホックネットワークを用いて希望コンテンツを分散配信する方法を提案する。

2. 分散情報配信法

図1に分散情報配信法概念を示す。コンテンツ配信手順は以下のとおりである。なお、ユーザは主にマルチキャストを用いてデータコンテンツが配信されているものとする。(データコンテンツは複数ブロックから構成されている)

【第1ステップ】

- (1) M_1 は、近傍のアシストユーザとアドホックネットワークを形成する。
- (2) M_1 はデータコンテンツを分割し、アドホックネットワークを介してアシストユーザに配信し、アシストユーザはそのデータを余剰メモリに記憶する。

【第2ステップ】

- (1) M_2 が、 M_1 と同じデータコンテンツの配信要求を发出する。
- (2) M_2 の近傍に、第1ステップにおける分割データを保有するアシストユーザの有無を確認し、もしあれば、アドホックネットワークを介して当該データを入手する。
- (3) M_2 は、データコンテンツの不足分の配信要求を通信基地局に対して送出し、ユニキャストで入手する。

3. ダウンロード時間の評価

【第1ステップ】

M_1 がアシストユーザに、データ容量 C を分割数 d で分割したデータコンテンツを、アドホックネットワーク(伝送速度 R_{ad})で配信に要する時間は次式で与えられる。

$$T_1 = \frac{Ci}{dR_{ad}}$$

ここで、 i ($i = 1, 2, \dots, d$)はダウンロードできる情報数である。アシストユーザ数 n が d 以上の場合、 $i = d$ となる。

【第2ステップ】

M_2 が n から i_{ad} 個($i_{ad} = 0, 1, \dots, d$)の分割情報をダウンロードできる確率 $P_{ad}(n, i_{ad}, d)$ は次式で与えられる。

$$P_{ad}(n, i_{ad}, d) = p_a(n, i_{ad}, d) \cdot n C_r (p_m)^r (1 - p_m)^{n-r}$$

ここで、 p_m は第1ステップのアシストユーザが他セルへ移動する確率である。また、 $p_a(n, i_{ad}, d)$ は、 M_2 と同じセルにいるアシストユーザ数 r から、 i_{ad} 個の分割情報をダウンロードできる確率である。 M_2 が不足分のデータコンテンツ数 i_u ($i_u = d - i_{ad}$)をユニキャストリンク(伝送速度 R_u)でダウンロードする確率は次式で与えられる。

$$P_u(n, i_u, d) = 1 - P_{ad}(n, i_{ad}, d)$$

また、ダウンロード時間 $T_{ad}(n, i_{ad}, d)$ と $T_u(n, i_u, d)$ は次式で表される。

$$T_{ad}(n, i_{ad}, d) = P_{ad}(n, i_{ad}, d) \left(\frac{i_{ad} C}{d R_{ad}} \right)$$

$$T_u(n, i_u, d) = P_u(n, i_u, d) \left(\frac{i_u C}{d R_u} \right)$$

ただし、

$$T_{ad}(n, 0, d) = \{1 - P_{ad}(n, 0, d)\} \left(\frac{dC}{dR_{ad}} \right)$$

$$T_u(n, 0, d) = \{1 - P_u(n, 0, d)\} \left(\frac{dC}{dR_u} \right)$$

よって、合計ダウンロード時間は次式で与えられる。

$$T_2(n, i, d) = \frac{\sum_{i_{ad}=0}^d T_{ad}(n, i_{ad}, d) + \sum_{i_u=0}^d T_u(n, d-i_u, d)}{d+1}$$

3x3の正方形セル、 $R_{ad}/R_u = 10$ における第1, 2ステップにおけるダウンロード時間の合計を求めた。計算結果を図2に示す。ダウンロード時間は R_u で規格化している。 $n=0$ の場合はすべての情報をユニキャストでダウンロードした値である。 n と d を同時に増加させた場合と、 d を固定し n を増加させた場合の特性を示す。 d を増加させると、1ユーザあたりのメモリ容量の負担を軽減させることができ、ダウンロード時間も短縮できる。 n および d を大きくしたときの規格化ダウンロード時間はおよそ0.6に収束し、移動通信システムにおけるユニキャスト方式と比較して40%改善される。コンテンツのファイルサイズが大きいくときには効果が高い。

4. あとがき

大容量デジタルコンテンツを効率的にダウンロードするための分散情報配信法について述べた。今後は、ユーザの移動や通信・放送融合システムにおけるマルチキャストの利用を考慮に入れた検討を行なう。

参考文献

- [1] M. Nishi et al, *ICMU2004*, pp.204-209, Jan. 2004.

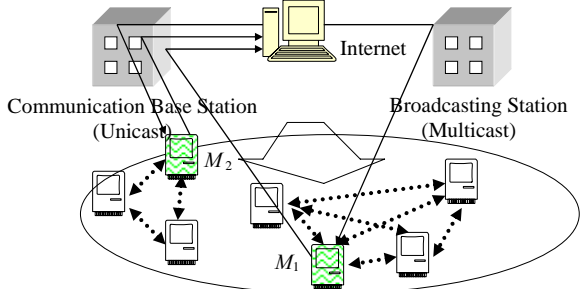


図1 分散情報配信法概念

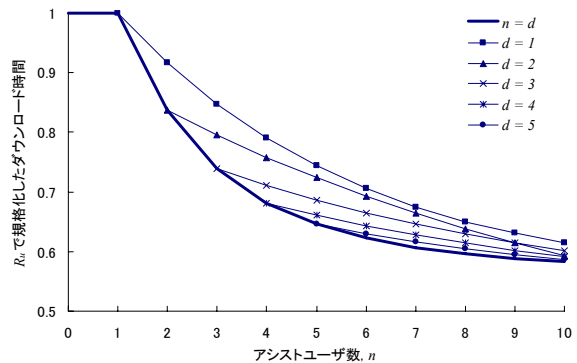


図2 アシストユーザ数とダウンロード時間の関係