

アドホックネットワークにおける位置依存情報複製配布 ～データ更新に関する検討～

3G-03

田森正紘[†] 石原進[‡] 渡辺尚^{*} 水野忠則^{*}[†]静岡大学大学院情報学研究科 [‡]静岡大学工学部 ^{*}静岡大学情報学部

1 はじめに

IEEE802.11 のような近距離無線ネットワークが開発が進み、無線アドホックネットワーク環境が整いつつある。筆者らはアドホックネットワークを構成する移動端末によって、災害時における被害地域の詳細な地域情報収集に応用することを検討してきた [1]。無線通信が可能な距離は有限なのでアドホックネットワークでは、移動端末の移動により相互接続できていた端末と接続できなくなる場合がある。このような場合、端末が保持していた情報を他の端末から参照することができなくなる。この問題を解決するためにはデータの複製を配布し複数端末でデータを保持すればよい。ただし、すべての端末に複製を保持させることは固定端末に比べて携帯端末の記憶容量が少ないので実用的でない。文献 [2] では、アクセス頻度が既知の場合にトポロジの変化に応じて複製を再配置する手法が提案されている。

筆者らはデータが取得された位置と各端末が自身の周辺で取得されたデータに対して高いアクセス頻度をもつ場合に対して、複製の冗長度を少なくした上でアクセス成功率を高めるデータ複製配布方式を提案してきた [1]。[1] ではデータ更新は検討されていなかったが、本稿ではデータが更新される場合の扱いについて検討する。

2 位置依存情報の複製配布

筆者らが提案する複製配布方式 SC(Skip Copy) 方式 [1] では以下の 2 つを基本方針としている。

- 移動端末からのデータアクセスは、近隣で取得されたデータに対してアクセス確率が高いとする。このため、位置依存データはその関連する位置周辺の端末が複製を保持する。
- 携帯端末の記憶容量を節約するために、隣接する携帯端末間でできるだけ同じ複製は保持しない。

A replica distribution method for information depending on location on wireless ad-hoc networks ~ issue of updating ~

Masahiro TAMORI[†], Susumu ISHIHARA[‡], Takashi WATANABE^{*} and Tadanori MIZUNO^{*}

[†]Graduate School of Information, Shizuoka University

[‡]Faculty of Engineering, Shizuoka University

^{*}Faculty of Information, Shizuoka University

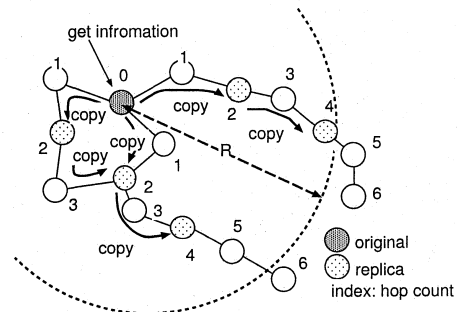


図 1: SC 方式での複製配布

これに従い SC 方式では、データを取得した位置の周辺の端末にまばらに配置する (図 1)。すなわち、ある端末がデータを取得すると、与えられたパラメータ s ホップ毎の周辺端末に複製が配置される。各端末は GPS 等によりそれぞれ自身の位置を知っており、複製はデータの取得された位置から与えられた複製配布半径 R 以内の端末によってのみコピーされる。データへのアクセス要求は要求メッセージを対象となるデータが取得された位置の端末にフラッディングすることで行う。対象となるデータを保持している端末は応答メッセージにデータを付加してアクセス要求と同様の方法で返送する。ただし応答の途中経路上の端末は複製配布の場合と同じルールでデータの複製をコピーする。これにより端末が移動しても複製を適切に配置する。なお、複製の総容量が許されたストレージの容量を上まわる時は、LRU 法および端末の現在位置とデータの取得された位置の距離の大きい複製を廃棄するルールに従い複製を破棄する。

3 複製の更新手法

3.1 更新を伴う位置依存データ

災害現場で取得される位置依存データは、更新を伴うデータと、常に新しいデータとして扱うべきデータに分類できる。前者は特定のカテゴリに属する定位置からの情報である。具体例としては、定位置から撮影した画像やセンサによる測定データなどである。後者は更新という概念を適用できない種類のデータである。具体的には、同じ情報に対して異なる位置から撮影された画像や、事故の発生を知らせる通知などである。

アドホックネットワーク上にデータの複製が配置され

た場合、データの更新時に各端末が持つすべての複製が更新されるようにすることは難しい。なぜならデータ更新を行った端末と通信できない端末が、そのデータの複製を保持している可能性があるためである。このため、ある端末でデータの更新がなされた場合にネットワーク上に更新されたデータと更新される前のデータが存在することになる。ネットワーク上に更新前データと更新後データが存在する場合、災害時のように状況が変化しやすい環境では、現在の状況を確認の必要性があり、常に最新の更新後データへのアクセス成功が求められる。

アドホックネットワーク上で完全にすべてのデータを更新することは不可能なので、本稿では取得したデータが更新前データであることや取得したデータが現在の最新であることを認識できる方法を検討した。

3.2 更新方法

各端末は既知のデータのIDとタイムスタンプのリストを保持する。新しいデータの取得やデータの更新、ならびにデータアクセス時の複製の配布が行われる時、データの複製とともに各端末が知っているデータに対する最近のタイムスタンプリストを交換する。これにより各端末は複製そのものを保持せずに複製の最新バージョンの存在を知ることができる。

想定する環境では端末の位置情報取得にGPSを用いるとし、端末の時刻同期がなされているものとする。ある端末がデータを更新するとそのデータの複製を前述のSC方式に従い配布する。データにはIDとタイムスタンプが付加される。更新データのデータIDは更新前と同一でタイムスタンプは更新時刻になる。

各端末は更新されたタイムスタンプによって自身が保持している複製が既に古いことを知ると、その古い複製を破棄する。これにより各端末の限られたストレージに、多くのより新しいデータの複製を保持することが可能となり、システム全体として新しいデータへの高いアクセス成功率が得られることが期待できる。ただしノード間の接続が常に保証されていない以上タイムスタンプリストが最新である保証はないので、必ずしも常に各端末が最新の複製を受信できるわけではない。

3.3 タイムスタンプリストを用いない場合の特性

タイムスタンプリストの必要性を検証するため、これを利用しない場合において、最新バージョン以外も含む複製へのアクセス成功率 A_s と、最新データに対するアクセス成功率 A_u をシミュレーションにより求めた。冗長度はデータ1つあたりの複製の数である。

シミュレーションでは、50m×50mの矩形内に625個のオリジナルデータが等間隔に配置されているものとした。端末の総数は25、各端末の通信可能範囲は半径8m、複製配布範囲 R は16mとした。距離8m以内の端末は相互通信可能とした。複製は端末に定められた最大個数 k までしか保持されない。初期状態ではすべての端末はオリジナルデータ及び複製データを保持しないとした。

各端末の初期位置はランダムに決定され、単位時間ごとに最大移動速度2m/sの2次元ランダムウォーク

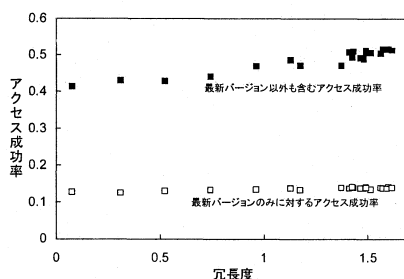


図 2: 冗長度とアクセス成功率の相関図

モデルに従い移動するものとした。端末が領域を越えて動く場合は、境界で反射して領域内に留まる。

端末が移動し、オリジナルデータの位置の半径0.5m以内に停止するとそのデータを取得し、複製を開始する。複製配布時のパラメータは $s=2$ とした。またデータが一度取得された位置に再び端末が停止すると、確率 P_{ref} でデータ更新が起り、SC方式で更新データを配布する。 $P_{ref}=1/4$ とした。

各端末ごとに単位時間ごとに1/2の割合でデータアクセスを発生させた。端末の現在位置に近いデータに対してアクセスが行われる確率を高くするように設定した。

以上の条件で単位時間0.5[sec]、シミュレーション時間1000[sec]とし k を1から100まで変化させたシミュレーションをそれぞれ5回行い、シミュレーション時間内の複製冗長度、アクセス成功率 A_s 、 A_u の平均を得た。冗長度と A_s 、 A_u の相関図を図2に示す。シミュレーション結果から A_u は A_s に比べて約1/3に留まった。 A_s は冗長度が増加するにつれてアクセス成功率は増加する。しかしながら、最新データの複製が増加していないので A_u は冗長度が増加してもアクセス成功率は増加しない。タイムスタンプリストを用いなければ多くの最新ではない複製に対して、それが本当に新しいかどうかをデータ要求者が判定することができない。故にタイムスタンプにより最新のデータが存在することを認識し古いデータの複製を破棄した上で最新のデータを保持することが必要である。

4 まとめ

SC方式におけるデータ更新方法について述べた。今後はタイムスタンプリストを利用する場合の評価ならびに、更新に伴うトラフィックのオーバーヘッドに関する検討を行う予定である。

謝辞

本研究は、通信放送機構地域提案型研究プロジェクト「画像処理と無線アドホックネットワークを統合した災害時ライフライン情報通信・復旧支援システムに関する研究開発」の研究助成によるものである。

参考文献

- [1] 田森, 石原, 水野, “アドホックネットワークにおける端末の位置を考慮した複製配布方式の評価,” 情処研報, 2001-MBL-18-9, Vol. 2001, No. 83, pp. 135-142 (2001-9)
- [2] 原, “アドホックネットワークにおける周期的なデータ更新を考慮した複製配置方式,” 信学論, Vol. J84-B, No. 7 pp. 1391-1395 (2001-7)