

# DTN と Message Ferry を用いた孤立サーバ間のデータ同期検討

五十嵐友輔<sup>†</sup> 宮崎敏明<sup>†</sup>

会津大学コンピュータ理工学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

災害により被災した地域で通信インフラが利用困難に陥った状況において、孤立した複数のデータサーバ間のデータ同期を取るのは困難である。本稿では、携帯端末(移動ノード)の Delay Tolerant Network (DTN) [1]通信と、データサーバ間を定期的に巡回する Message Ferry [2]を用いた時の、データ同期の速度変化を、シミュレーションを用いて検証したので報告する。

## 2. 通信モデル

### 2.1 DTN を用いた通信モデル

DTN は、いわゆる store-carry-forward(蓄積運搬)型の移動ノード間マルチホップ無線通信によるデータ伝搬とノード自身のモビリティによるデータ運搬を行う通信方式である。よって、DTN はネットワーク分断が発生する環境においてもデータ通信が可能となる。図1は、DTN のデータ通信例として、データサーバ A からデータサーバ B へデータを運んでいる様子を表している。まず、データサーバ A からデータを受け取った移動ノード a は自身のモビリティにより移動ノード b と接触し、その際にデータを交換する。次に移動ノード b は移動ノード c と接触した際にデータを交換する。このように自身のバッファにデータを蓄積し、すれ違った他移動ノードとデータ交換を繰り返していくことにより、データサーバ A からデータサーバ B へ複数の移動ノードを介してデータ転送を実現する。

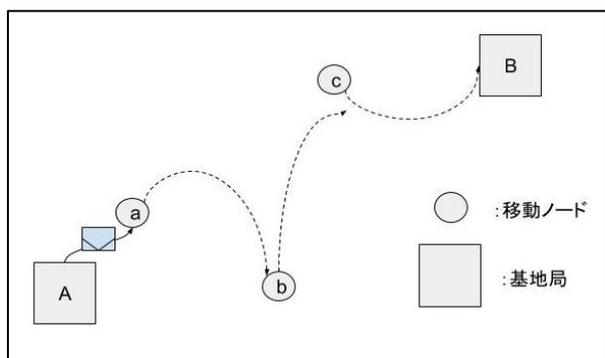


図1. DTN を用いたデータサーバ間通信の例

しかし、DTN のみによるデータサーバ間のデータ同期は、データがデータサーバへ到達する保証が

なく、到達しても遅延時間が大きくなるため、緊急性の高い情報あるいは重要度の高い情報の通信手段には不適である。

### 2.2 DTN と Message Ferry を用いた通信モデル

ここでは、前述した DTN の問題を解消する方法として、Message Ferry (MF) を用いた方法を提案する。MF は決まった巡回経路のみ移動する特別なノードである。これを用いることでデータサーバへのデータ転送を確実にし、データ転送遅延が短くなるため、効率の良いデータ同期が可能となる。図2は、DTN と MF を用いた孤立データサーバ間の通信例である。移動ノードは図1の例と同様に DTN を用いてデータ通信をおこなう。それに加えて、データサーバ A-B 間を巡回する MF を導入する。

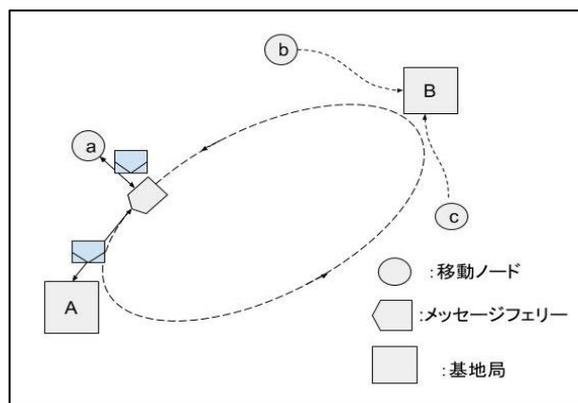


図2. DTN と Message Ferry を用いたデータサーバ間通信の例

## 3. 評価実験

### 3.1 実験環境

The ONE [3]を用いて、評価実験を行った。The ONE では、Well known Text (WKT) というベクタ形式幾何学オブジェクトを地図上に表現させるマークアップ言語を地図として用いることができる。これを利用することで、移動ノードの移動経路は不規則なランダムウォークではなく、実際の道路にそって移動させることができるため、実際に現実的なシミュレーションができる。本評価では、上記地図データとして会津若松市内地図の一部を OpenJUMP [4]により作成した。

表1に示したパラメータを用いて、提案した二つの通信モデルのデータサーバ間データ同期に差が出るか否かを評価した。評価は、7500mx7000m のマップ上に、2つのデータサーバを設置し、100個の移動ノードを導入して行った。投入したMFは1個である。

Data Synchronization among Isolated Servers Using DTN and Message Ferry

<sup>†</sup>Yusuke Igarashi, <sup>†</sup>Toshiaki Miyazaki

<sup>†</sup>School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

各移動ノードは図 3 の地図上の線(道路)上をランダムに移動する。また、各移動ノード及び MF が他移動ノードと接触した際、互いに保有するデータの内、相互に異なる全てのデータを交換する伝搬方法 Epidemic Routing を採用した。通信モジュールとして、移動ノードには通信速度 2Mbps、通信範囲半径 10m の通信ポート “X” を採用し、MF とデータサーバには通信ポート “X” に加え通信速度 80Mbps、通信範囲半径 100m の通信ポート “Y” の 2 つを採用した。これらの条件の下、移動ノードのランダム移動のシード値を変更しながら 6 回の試行を行い、データサーバ間のデータ同期の様子を観測した。

図 3 は、シミュレーションのスナップショットである。データサーバ A と B の間を MF と複数の移動ノードがデータを運んでいる様子を示している。

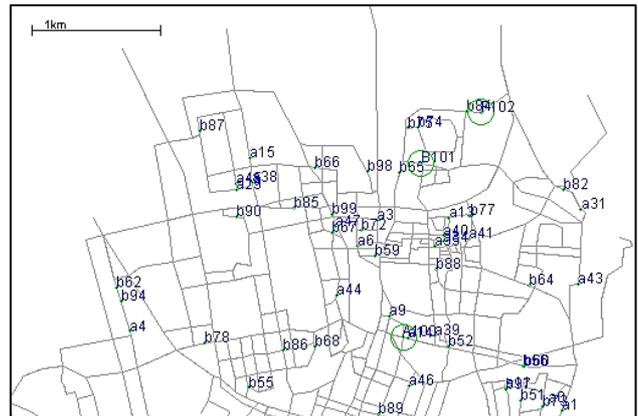


図 3. シミュレーション例

表 1. シミュレーションパラメータ

シミュレーション時間	43200 s(12 hour)
端末数(ノード、フェリー、データサーバ)	100, 1, 2
端末移動速度(ノード、フェリー)	0.5~1.5 m/s, 7~10 m/s
端末バッファサイズ(ノード、フェリー、データサーバ)	30MB, 100MB, 500MB
データ総数	500
データサイズ	500k~1Mk byte
通信モジュール ① 通信ポート “X” (通信速度、通信範囲) ② 通信ポート “Y” (通信速度、通信範囲)	① 250kBps(2Mbps), 10m ② 10MBps(80Mbps), 100m (MF, データサーバのみ)
ルーティング手法	Epidemic Routing
移動方法	地図上の道路に沿った移動
マップサイズ	7500m x 7000m

### 3.2 実験結果

図 4 に実験の結果を示す。グラフは 6 回のシミュレーションの平均値及び標準偏差を表している。グラフの縦軸は、データサーバが保持するデータ数、横軸は通信モデルの種類である。ServerA\_B とは、データサーバ A と B が共通して保持するデータ数を表している。図 4 の結果より DTN と MF(DTN&MF) を利用した方がシミュレーション時間内に同期したデータサーバのデータ数が多いことがわかる。また、データサーバ A-B 間のデータ数の差が少ないことよりデータ同期が安定して実行されていることもわかる。以上より、データサーバ A と B のデータ同期に MF を用いることは効果的であるといえる。

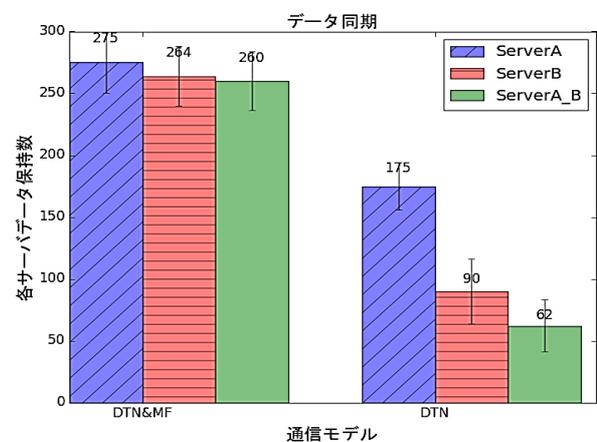


図 4. シミュレーション結果

## 4. おわりに

本稿では、被災により通信インフラが利用困難な状況下において、孤立したデータサーバ間のデータ同期を行う際、移動ノードによる DTN に加え、Message Ferry を導入することで、安定したデータ同期ができることをシミュレーションを用いて確認した。

**謝辞** 本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法認:JST)によって実施された。

## 参考文献

- [1] Burleigh, S.; Hooke, A.; Torgerson, L.; Fall, K.; Cerf, V.; Durst, B.; Scott, K.; Weiss, H., "Delay-tolerant networking: an approach to interplanetary Internet," in Communications Magazine, IEEE, vol.41, no.6, pp.128-136, June 2003
- [2] Wenrui Zhao; Ammar, M.H., "Message ferrying: proactive routing in highly-partitioned wireless ad hoc networks," in Distributed Computing Systems, 2003. FTDCS 2003. Proceedings. The Ninth IEEE Workshop on Future Trends of, vol., no., pp.308-314, 28-30 May 2003
- [3] Ari Keränen, T. Jörg Ott and Kärkkäinen, "The ONE Simulator for DTN Protocol Evaluation," in SIMUTools '09: Proceedings of the 2nd International Conference on Simulation Tools and Techniques, Rome, Italy, 2009.
- [4] <http://openjump.org>