

DTN アーキテクチャを利用したデータ集配システムの 提案と評価 -有限ストレージを持つ高信頼な低速移動体による-

橋口 裕太[†]奥田 隆史[‡]井手口 哲夫[‡]田 学軍[‡]

愛知県立大学 情報科学部 地域情報科学科[†]
愛知県立大学 情報科学部 情報科学科[‡]

1 はじめに

我々の研究グループは、既存の通信設備が故障・損壊などにより利用できなくなった状況下でも、データを送受信することができる、DTN と低速移動体を用いたデータ集配システムの研究を行い、その有用性を示してきた [1, 2]。文献 [1] では、データの到着率に対する集配時間を明らかにし、文献 [2] では、データを集配する低速移動体に、保持可能なデータ容量の上限を設けた場合での集配時間を明らかにした。

本稿では、先行研究 [1, 2] をベースとしたシステムに、新たにデータに優先度を設ける。本稿では、優先度つきデータ集配システムの有用性と、最適な優先データの生成確率について明らかにする。

2 データ集配システム

本研究のデータ集配システムは、ユーザが持つデータを、有限ストレージを持つ低速移動体が DTN を利用して集配するものである。本節では、DTN と低速移動体について述べる。

2.1 DTN

DTN(Delay and Disruption Tolerant Networking) は、通信を行うノード間のリンクが断続的で接続性が低い状況や、伝送遅延が非常に大きい状況下(以下、劣環境と総称する)でも、確実にデータを送受信するための手法の一つである [3]。

DTN を利用した通信では、劣環境下でも確実に通信を可能にするために、TCP/IP のプロトコル階層に、新たにバンドル層 [4] を設け、バンドル層に送信データを一時蓄積するストレージを接続する。さらに、データ送信方式に Store and Forward 方式を採用する。これは、送受信ノード間で通信ができない間、送信予定のデータをストレージに保存し、送信が可能になった時点でストレージに保存していたデータを送信する方式である。本研究では、既存の通信設備が故障・損壊に

より利用できなくなった状況を劣環境と想定し、データの集配に DTN を利用するものとする。

2.2 低速移動体

本研究では、既存の通信設備は利用できないものとし、データの集配に自転車等の低速移動体(以下、データ集配エージェント)を利用する。データの集配に低速移動体を用いる理由は以下の4点である。(1) 免許が不要であり、(2) 自動車では通行できないような悪路でも通行でき、(3) 初期コスト・運用コストが自動車に比べて低く、(4) 修理・メンテナンスが容易である。集配媒体として、機動力の高い犬などの動物を利用する方法も考えられるが、感情的・直感的に行動する動物に対し、人間は理性的に行動できることから、自転車による集配が、より確実にデータを集配できると考え、人間が集配を行うものとする。自転車が、災害時に物資の運搬を行ったという事例もある [5]。

3 性能評価モデル

本研究のシステムモデルを図1に示す。

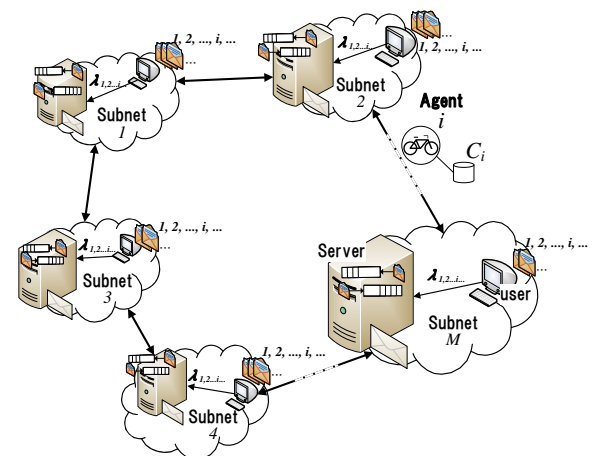


図1 想定利用環境

システムには相互通信ができない M [個] のサブネットワークが存在する。各サブネットワークは、データを生成する不特定多数のユーザ端末と、ユーザ端末とデータ集配エージェントから転送されるデータを一時蓄積する、1台のデータサーバから構成されている。ま

Performance Evaluation of Data Delivery System Based on Delay and Disruption Networking Using High Reliable Slower Vehicles with Limited Storages

[†]Yuta HASHIGUCHI, Takashi OKUDA, Tetsuo IDEGUCHI

[‡]Department of Applied Information Science and Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

[‡]Xuejun TIAN

[‡]Department of Information Systems, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

た、システム内にはサブネットワーク間でデータの集配を行う、データ集配エージェントが N [人] 存在する。

本研究のデータ集配システムの集配手順に、本稿で新たに提案する優先度つきデータの集配を考慮した手順を、次の1~4に示す。

1. ユーザ端末から各データサーバに、平均到着率 λ のある分布に従い、データが到着する。到着したデータに優先度が付与されていた場合、データサーバは優先度ありのデータを優先通信用キューに保存し、優先度なしのデータを通信用キューに保存する。データに優先度が付与されている確率は平均 P [%] の指数分布に従う。
2. システム内にはデータ集配エージェントが平均 v [km/h] で巡回している。データ集配エージェントは任意のデータサーバに到着後、まず、データサーバ内の優先通信用キューに保存されているデータを、自身が所持する容量 C_i [GB] のストレージに転送する。優先通信用キューが空になり、かつストレージに空きがある場合、データ集配エージェントは、通信用キューに保存されているデータをストレージに転送する。ストレージに空きがなくなった時点で、ストレージへの転送処理は終了する。
3. データサーバ内の通信用キューからデータ集配エージェントのストレージに転送されたデータは、データ集配エージェントのストレージ内の宛先サブネットワーク別キューに蓄積される。また、データ集配エージェントが保持するサブネットワーク宛のデータを、データサーバの受信キューに転送する。
4. 双方の処理が完了したら、データ集配エージェントはデータサーバから退去し、別のデータサーバへ移動する。

データの到着率は指数分布、超指数分布、一様分布に従うものとする。各データサーバに到着するデータのサイズは、平均 S [MB] の指数分布に従うものとする。各転送処理は平均処理時間 μ^{-1} の指数分布に従うものとし、処理規律はFIFOとする。シミュレータにはC言語と、離散事象シミュレーションパッケージ Csim20[6] を利用し、1週間相当のシミュレーションを5回行い、その平均値を結果とする。

4 数値例

$M = 32$ [個], $N = 1$ [人], $\lambda^{-1} = 1 \sim 10$ [sec], $v = 15$ [km/h], $C_i = 1 \sim 1000$ [GB], $\mu^{-1} = 0.01$ [sec], $S = 1$ [MB], $P = 0 \sim 50$ [%] とする。本システムの想定利用環境には、本学の存在する愛知県長久手市を想定する。よって、サブネットワーク数は、長久手市で実際に避難所となりうる公共施設の合計と同数とし、サブネットワーク同士の位置関係は現実のものと同じとする[7]。なお、サブネットワーク間の巡回経路は、巡回セールスマン問題の近似解をもとに最短経路を採用するものとする。図2に、各到着分布での、各ストレージ容量に対するデータ保持時間を示す。なお、この時 $\lambda^{-1} = 2.0$ [sec] とする。図3に、データに優先度を付与

した場合のデータ保持時間を示す。この時 $C_i = 256$ [GB], $\lambda^{-1} = 2.0$ [sec] とする。

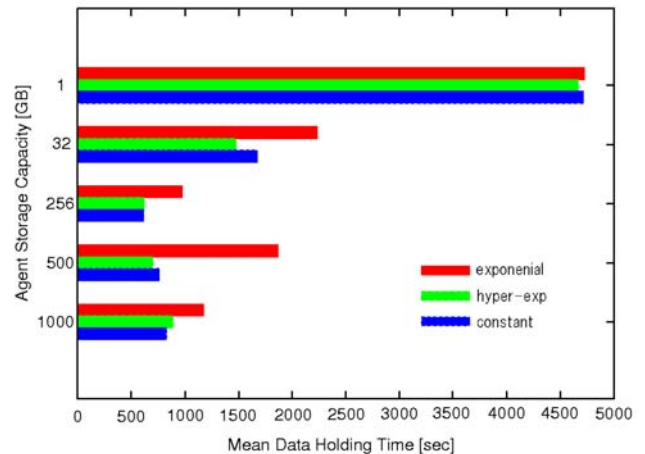


図2 ストレージ容量別データ保持時間

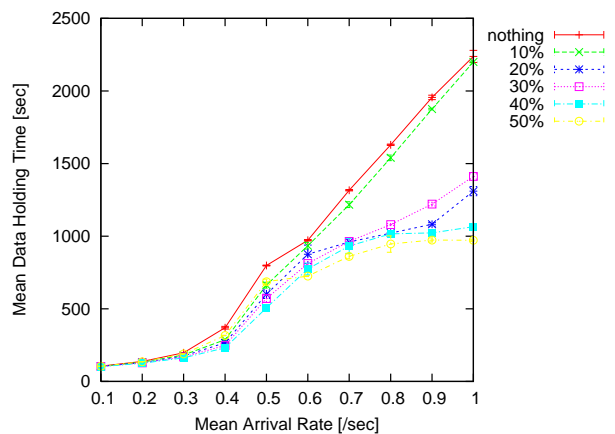


図3 優先度を付与した場合でのデータ保持時間

5 終わりに

本稿では、有限ストレージを用いたデータ集配システムを提案し、集配されるデータの到着率・分布に対する、最適なストレージ容量を検討し、優先度を付与した場合のデータ保持時間の変化を観察した。今後の課題として、到着率、到着分布、ストレージ容量をより細かく組合せ、最もデータ保持時間が短くなる条件を明らかにすること等が挙げられる。

参考文献

[1] 恩田他, “低速移動体を用いた蓄積型データ配送手法の検討”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, IN2011-114, vol.110, no.341, pp.99-104, 2010. [2] 橋口他, “有限ストレージ型低速移動体を用いたデータ集配システムの提案と評価”, 電気関係学会東海支部連合大会, vol.2011, pp B4-8, 2011. [3] S. Farrell and V. Cahill, Delay- and Disruption-Tolerant Networking, Artech House, 2006. [4] Keith Scott, Scott Burleigh, Bundle Protocol Specification, IETF RFC 5050, <http://www.ietf.org/rfc/rfc5050.txt>, 2007. [5] (株) ジャイアント, “東日本大震災復興支援に MTB1000 台を提供”, <http://www.giant.co.jp/information/2011/04/post-18.php>. [6] Mesquite Software, <http://www.mesquite.com>. [7] 長久手町, 『平成 23 年度 ながくての統計』, <http://www.town.nagakute.aichi.jp/chosei/tokeidetata/kikaku/ntoukei22.html>, 2010.