

エピデミック伝送の基礎研究と災害時通信への応用に関する研究

中野 敬介

1. はじめに

近年の大規模災害の経験から防災・減災・復興のための電子情報通信技術の重要性が認識され、様々な取組みが行われている^{1)~3)}。代表的な移動通信方式であるセルラ方式の基地局の崩壊や機能不全等による大規模なネットワーク障害が実際に発生しており、大規模災害時のライフラインとしての通信手段を迅速に提供することは重要な課題となっている。そのための新しい移動通信方式として様々な研究がなされている。エンドノード間に移動ノードの中継によるマルチホップ無線経路を作ってから伝送するマルチホップ無線ネットワークの有効性が認識されているが、マルチホップ伝送よりも更に柔軟な情報伝送としてエピデミック伝送⁴⁾が注目されている。エピデミック伝送では、エンドノード間の連結な経路を必要とせず、情報を隣接ノードに送り、情報を受け取ったノードが移動しながら他のノードに送り、これを繰り返すことで最終的な目的地に情報を伝送する。エピデミック伝送は、遅延時間の長さを許容した上で情報のやり取りを行うことを目的とした遅延耐性ネットワーク (Delay Tolerant Network: DTN)⁵⁾を実現するための重要な技術であり、災害時の情報交換などに有効であると考えられている。

昨年度から引き続き、災害時における孤立した避難所間の情報交換のために、避難所間を移動する物資運搬車両によるエピデミック伝送手法を考え、物資輸送時間と情報伝達時間の関係を明らかにした。また、エピデミック伝送の性能向上のため、無駄な情報伝送を抑えながら効率的な情報伝達を可能にするための手法を開発した。

2. 物資運搬車両によるエピデミック伝送

大規模災害地において多くの避難所に分散して避難する必要があるとき、固定インフラが使用できなくなることもあり、避難所間の情報共有が難しくなることが予想される。このような状況に対応するための臨時ネットワークとして、マルチホップ無線ネットワークを利用することがしばしば議論される。しかし、このような避難所間をつなぐネットワークのためにマルチホップ伝送を用いる場合、避難所の間を行き交う移動体（即ち中継を行うノード）は非常に少なくなる可能性があり、移動ノードだけでは連結なマルチホップ経路を作れないことが想定される。このような場合には、エピデミック伝送の方が早く情報を届けることができる場合がある。

本研究では、孤立領域間を移動する移動体をエピデミック伝送のために利用することを考え、極稀にしかノードの行き来がないような孤立領域間の情報共有を向上させることを考えている。エピデミック伝送を行う移動ノードとして避難所間を行き来する人間や車両を考えるが、特に災害直後から避難所間を移動する緊急物資運搬車両をエピデミック伝送の効率を高めるためのノードとして利用することを考える。物資運搬のために避難所間を行き来する運搬車両が、物資を運搬しながら搭載した通信機器により避難所で情報を受け取り他に伝えるというエピデミック伝送を考え、いくつかの手法を比較評価した。

また、代表的な物資運搬アルゴリズムを用いた場合の情報伝達時間の理論解析を行った。

3. 統計情報を利用したエピデミック伝送の効率化

エピデミック伝送の基本的な仕組みは、ノード同士の情報交換による情報拡散によって、情報を目的地に到達させるというものである。よって、目的地とは関係ない領域にも情報が拡散され、ノードは無駄な情報交換を行ってしまうという問題がある。これにより、ネットワーク内のトラヒックの増加、中継のための消費電力の増加がある。この問題点を改善するため、エピデミック伝送の通信履歴の統計情報による中継制限をかけることを考え、無駄な中継回数を削減しつつ効率的に情報伝達を行えることを示した。

参考文献

- 1) 小特集 非常災害に向けた高度情報通信ネットワークの構成と制御, 信学誌, Vol. 89, No. 9, Sept. 2006.
- 2) 特別小特集 自然災害からの復興の取組みと課題, 信学誌, Vol. 91, No. 10, Oct. 2008.
- 3) 小特集 防災・減災を支える情報通信技術, 信学誌, Vol. 92, No. 3, March 2009.
- 4) A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic routing for partially-connected ad hoc networks," Technical Report CS-2000-06, Duke University, 2000.
- 5) K. Fall, "A delay-tolerant network architecture for challenged internets," Intel Research Technical Report, IRB-TR-03-003, Feb. 2003.