

災害時におけるサーバ機能付き Wi-Fi AP を用いた 情報共有システムの評価

理学専攻・情報科学コース 高田 千暁

1 はじめに

インターネットは様々なアクセス網を包含し世界中を結ぶことのできる情報交換・共有システムとして社会・経済のインフラともいえる役割をはたしており、社会のネットワーク依存度はますます高まってきている。それに伴い、従来は想定されていなかったような劣悪な環境下での通信システムの要求がでてきた。中でも、地震などの災害によって本来の通信インフラの機能や性能が低下、停止した場合の緊急代替情報交換手段を事前に設計し準備しておくことは、地震大国である日本にとって防災や減災を考える上でも大変重要になってくる。

災害発生後は、家族や知人の安否情報や被害状況など、災害情報の需要が高まる。しかし、通信インフラが被害を受けると、通信が遮断されたり規制が行われたりして、必要な情報が得られないといったことが起こるため、災害時の通信システムに対する早急な対応が必要だと考えられる。現在においても、地震や災害に備えたアプリケーションやサービスが用意されているが、インターネットが機能しているという前提で考えられているため、通信環境が悪くなると使用できなくなる可能性がある。

そこで本研究では、地震などの災害によって地域的にインターネットが機能しないような劣悪な条件下でも部分的に稼働しているサーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントと Delay/Disruption Tolerant Network (DTN) 技術を利用した災害時でも利用可能な通信システムを検討し、そのシステムのシミュレーションとエミュレーションによる評価を目指した。

2 DTN

DTN とは、TCP/IP 技術を拡張させた「中継転送技術」である [1]。この手法には、「届きそうな」端末にデータを送信し、端末間でデータをホップさせていくものや、メッセージ転送を目的とした物理的に移動するノード（以下、フェリーノード [1] と呼ぶ）を用いて、端末とフェリーノード間で通信を行うことでデータ転送を可能とするメッセージフェリー方式というものがある。

3 災害時通信システム

現在でも災害時では、白板や紙媒体などアナログな情報を用いることが未だに多く、また、家屋や道路の損壊状況など文字では表しにくい情報も数多く存在する。そこで提案システムでは、画像データなども含む様々な情報を対象とした。

提案システムの概要は、図 1 のような、各避難所に設置されたサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントとフェリーノードを用いて、災害情報を同期させるシステムである。ここでは、役場や消防、警察等の車両が避難所などを循環する際に情報の蓄積や運搬もする事を想定し、そのノードをフェリーノードとしている。

- 1) 避難所に避難している人々は従来通り、白板や壁に安否情報を書いた紙を貼るなどして安否情報を表す。
- 2) 安否情報が記された白板等を撮影した写真や被災状況についての画像データは、避難所に設置されたサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントに保存される。このとき、接続しているアクセスポイント同士は、自動的に同期される。
- 3) 未接続なサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイント同士は、フェリーノードが情報を運ぶことにより同期される。

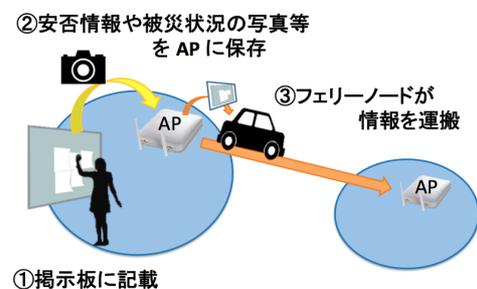


図 1: 災害時通信システム概要

4 シミュレーションによる評価

シミュレーションは全挙動を計算によって再現するため、大規模なシナリオを想定した検証を短いシミュレーション時間で行うことができる。

4.1 実地図を用いたシミュレーションシナリオの構築

シナリオには約 2km 四方の南紀白浜地域を想定し、21箇所の避難所に設置されたサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントに災害情報（バンドル）が集められているとする。

シミュレーションシナリオでは、バンドル 1 つあたりの大きさは 3MB であり、各避難所の生成バンドル数は収容人数によって異なるが、その総計は 517 個となっている。フェリーノードはバンドルの生成が完了してから動き始め、時速 28.8 ~ 46.8km で各避難所を巡回する。各避難所では、フェリーノードと AP の同期が完了してから次に移動するが、あらかじめ設定された滞在時間を越えた場合は完了していなくても次のノードへ移動するような動作を行うようにした。

4.2 シミュレーション結果

最大滞在時間を 10 分、20 分、制限なし、と設定し、フェリーノードが 1 ~ 2 台の場合における、各避難所に設置されたサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントの同期率の平均と分散の推移を、それぞれ図 2、図 3 で示す。ここでは、

各アクセスポイントの保有バンドル数が生成されたバンドルの総数である 517 個になった場合を、同期が完了し、同期率が 1 であるとしている。

図 2 から、フェリーノードの台数が多い方が同期率の平均は高いことがわかる。また、滞在時間の制限の有無に注目すると、制限がない場合は最終的には全てのアクセスポイントの同期が完了しているが、制限がある場合はまだ未同期のものがあるとわかる。

図 3 から、滞在時間に制限がある場合は分散が小さく、制限がない場合は同期率の差が激しいことがわかる。よって、制限時間がない場合は、同期完了が早い分、同期できているアクセスポイントとできていないアクセスポイントの差が大きいということが確認できた。

災害時での安否情報は重要なため、同期率は 1 であるべきだと考える。よってこの場合のフェリーノードの動作は、送受信が完了してから次に移動する、といった挙動が適切だと推測できた。ただし、滞在時間に制限がない場合は最大で 3800 秒近く 1 箇所に留まってしまったり、同期率にばらつきが生じてしまった。そのため、情報を速く伝達することを優先させたい場合や均等に同期率を上げたい場合、バンドルが時間経過によって増え続け完全に同期を完了してから移動するのが難しい場合など、状況に応じて最適な送信方法が変わる可能性も考えられる。

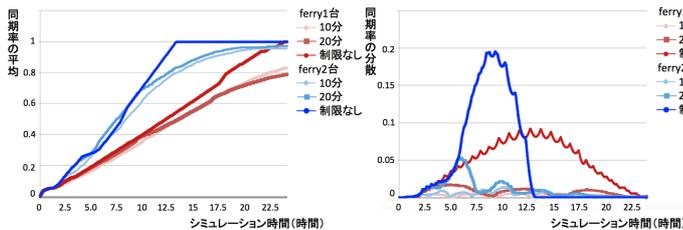


図 2: 各 AP の平均同期率 図 3: 各 AP の同期率の分散

5 エミュレーションによる評価

シミュレーションでは、通信プロトコルやアプリケーションのモデル化が必要であり大きな労力がかかる。そこで、仮想化技術により実アプリケーションをそのまま用いて評価することができる、エミュレーション環境を構築した。

5.1 エミュレーション環境

エミュレーションでは、上位層では実機と同一の動作をさせつつ、下位層の通信システムのみをシミュレーションを介して通信を行うような環境を構築することができる。これにより、実際にあるアプリケーションをそのまま動かして評価することができる。今回は図 4 のような環境を作成した。

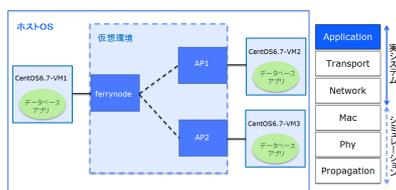


図 4: エミュレーション環境

5.2 実地図を用いたエミュレーションシナリオの構築

エミュレーションシナリオでも南紀白浜地域を想定するが、シミュレーションシナリオでの想定よりも地震発生から時間が経過した場合を考え、アクセスポイント数を減らして 4 台とした。この 4 台では、100KB のデータが 20 個ずつ生成されている。一方、フェリーノードの台数は 1 台とし、データの生成が終わってから避難所を巡回する。このとき、各アクセスポイントでの滞在時間は 120 秒とした。

5.3 エミュレーション結果

各ノードの Mac 層、つまりシミュレーション環境下での受信データフレーム数を図 5 で、実アプリケーションによる仮想端末の保存データ数の推移を図 6 で示す。

図 5、図 6 を比較すると、シミュレーション環境下で通信が行われたタイミングと、実アプリケーションによって保存データ数が増加しているタイミングが一致していることがわかる。よって、正しくエミュレーション環境が構築できており、実アプリケーションを用いてデータのやり取りが行われたことが確認できた。

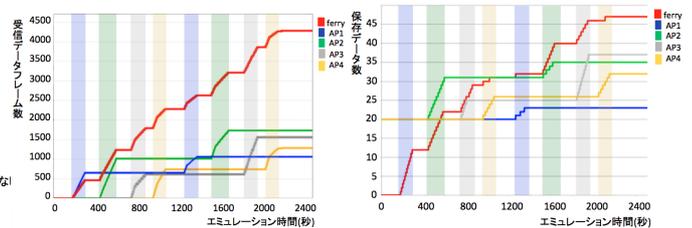


図 5: Mac 層での受信データ フレーム数の推移 図 6: 実アプリケーションによる保存データ数の推移

6 おわりに

大規模災害によって地域的にインターネットが機能しないなど、劣悪な条件下でも、部分的に稼動しているサーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントと DTN 技術を利用した災害時通信システムを検討し、その評価を行うことができる環境を構築した。

評価環境として、まずはじめにシミュレーションを用いた。これにより、大規模なシナリオを想定して通信性能を評価することができた。しかし、実アプリケーションをシミュレーションに組み込むのは困難である。そこで次に、エミュレーション環境の構築を行った。これにより、実アプリケーションをそのまま用いて評価することができ、かつ、より現実的な動作確認ができると思われる。

今後はフェリーノードの動作修正などを行い、より詳細な評価を行っていく。

参考文献

- [1] 鶴正人, 内田真人, 滝根哲哉, 永田晃, 松田崇弘, 巳波弘佳, 山村新也 ”DTN 技術の現状と展望” 通信ソサイエティマガジン, No.16[春号], pp.57-68, 2011.
- [2] Zhao, W., and Ammar, M.H. ” Message Ferrying: Proactive Routing in Highly-partitioned Wireless Ad Hoc Networks ”, Proc. of the 9th IEEE Int’l Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems (FTDCS 2003), pp.308 - 314, 2003.