2V-02

フェリーノードを用いた災害時通信システムのエミュレーション評価

髙田 千暁 † 前野 誉 ‡ 大和田 泰伯 § 髙井 峰生 ¶ 小口 正人 †
† お茶の水女子大学 ‡ 株式会社スペースタイムエンジニアリング
§ 情報通信研究機構 ¶UCLA

1. はじめに

今や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，社会はネットワークに依存したものとなっている．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アプリケーションの要求がでてきた．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大変重要である．しかし，現在用意されている災害に備えたサービスの多くは，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．

そこで本研究では，地震など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動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通信システムを検討し，災害時のシステムとして有効であるかを検証することを目指した．災害時を想定したシステムは実環境では評価しにくく，また，シミュレーション評価ではプロトコルやアプリケーションのモデル化が必要となり大きな労力がかかってしまうため，本研究では評価環境としてエミュレーションを用いた．

2. DTN

DTN は遅延耐性ネットワークとも呼ばれ，物理的なリンクの切断やデータの送受信遅延に対応していない TCP/IP 技術を拡張させた「中継転送技術」である．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移動端末（以下，フェリーノードと呼ぶ）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．こうした手法により，中断や切断が多発したり，極端に長い通信遅延が生じたりするような劣悪な通信環境下でもデータ転送を実現することができる．

3. 災害時の想定環境

災害時のネットワーク環境として，サーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントを用いた無線メッシュ/ DTN システム（図 1）を想定している．このシステムは，災害によって使えなくなった経路が発生した場合，サーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントが他のアクセスポイントと無線でやり取りをすることで，継続的に接続，再構成を繰り返し，送信先に達するまでノードからノードへデータの転送を可能とする．また，無線では補えないアクセスポイント間に対しては，フェリーノードを用いることにより，大規模災害などによって地域的にネットワーク接続が切れている場合でも通信が可能となる．本研究ではこのような環境を想定して検討していく．

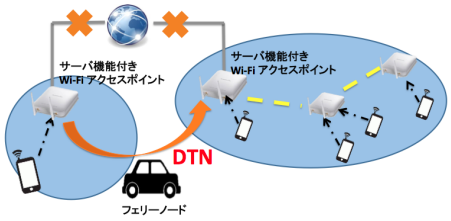

図 1: サーバ機能付 Wi-Fi アクセスポイントを用いた無線メッシュ/DTN システム

4. 災害時通信システム

4.1 災害時通信システム概要

現在でも災害時においては，紙媒体や白板などを用いて安否確認や必要物資等の情報をまとめることが少なくない．また，家屋や道路の損壊状況など，文字だけでは表しにくい情報も数多く存在する．よって，災害時では，こうしたアナログな情報や画像データなど，様々な情報をうまくまとめることが必要となってくる．

そこで，本研究では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，このような情報を同期させるシステムを考えた．アクセスポイントには，被災者が撮影し保存した，白板等に記された安否情報や被災状況などの写真が保存されている．また，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．

以下にその概要を示す (図 2)．

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．

Emulation Evaluation of Communication System Using Ferrynodes in the Case of a Disaster
† Chiaki Takada, Masato Oguchi, ‡ Taka Maeno, § Yasunori Owada, ¶ Mineo Takai
Ochanomizu University (†), STE (‡), NICT (§), UCLA (¶)

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

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．

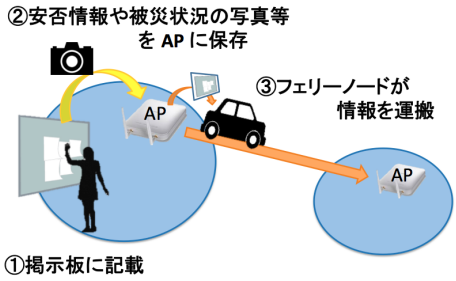

図 2: 災害時通信システム概要

5. エミュレーションシナリオの構築

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仮装技術を用いて，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 3 のような環境を作成した．また，全ての仮想端末上では，通信したノード同士のデータベースの差分を補い合う，分散データベースアプリケーションが稼働している．これにより，ノード間の同期を行うことができる．

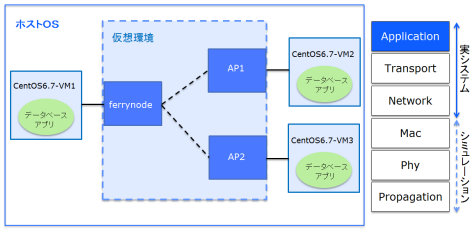

図 3: エミュレーション環境

5.2 実地図を用いたシナリオの構築

シナリオは図 4 のような約 2km 四方の南紀白浜地域を想定し，地震が発生してから少し時間が経ち，人々は避難所に避難し終わっているものとする．各避難所にはサーバ機能付き Wi-Fi アクセスポイントが設置され，そこに被災者から投稿された災害情報が保存されている．

今回はアクセスポイント数を 4 台とし，100KB のデータが 20 個ずつ生成されているものとした．フェリーノードはデータの生成が完了してから動き始め，時速 43.2 ～ 54.0km で各避難所を巡回する．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．

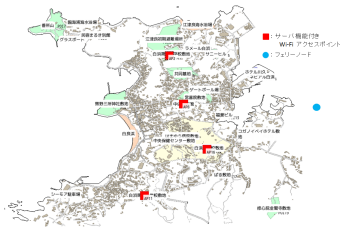

図 4: 実地図を用いたシナリオ

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 5，6 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．

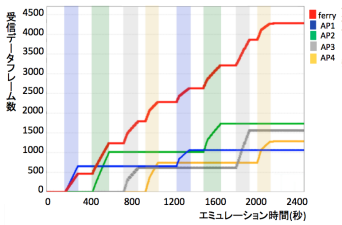

図 5: Mac 層での受信データフレーム数の推移

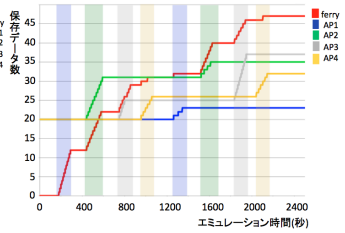

図 6: 実アプリケーションによる保存データ数の推移

6. まとめと今後の課題

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．

評価環境には，エミュレーション環境を用いた．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考える．

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．

謝辞

本研究の一部はお茶の水女子大学と情報通信研究機構との共同研究契約に基づくものである．

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.