

OpenFlow をベースとした災害時における, End-to-End 通信路の選択方法の実現
 Realization of The End-to-End Route Selection Method in The Disaster based on OpenFlow

熊谷友来[†] 関野雄人[‡] 内田法彦^{††} 柴田義孝[†]

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部[†]

岩手県立大学 ソフトウェア情報学部研究科[‡]

埼玉工業大学^{†††}

1. はじめに

災害時における情報通信インフラは住民の安否情報や救助活動, 被災状況の把握や広報活動に非常に重要であり, 通信状況の変化に柔軟に対応し, ネットワークサービスを提供する必要がある. 筆者らはこれまで複数の異なるリンクを有する通信ノードにより構成されるネットワークを導入し, そのリンクおよび経路の選択方法を提案し, スクリプト言語による実装を行ってきた^[1]が, リンクおよび経路の選択の処理時間がネックとなり, パケットロスが発生し, 統一したネットワーク制御が困難であった.

そこで本研究は, Software Defined Network である OpenFlow^[2] フレームワークを導入し, 災害時に強い情報ネットワークを開発する. そして通信状況の変化や利用者の要求の変化によって使用するリンクや経路を動的切り替え可能な情報ネットワークのプロトタイプを構築し, 統一的なネットワーク制御の機能および性能評価を行い, 有効性を検証する.

2. システム概要

2.1 システム概要

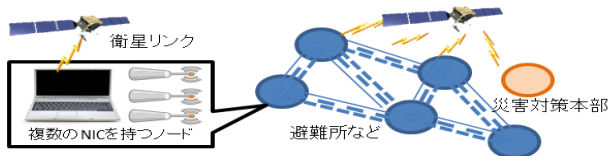


図1. システム概要図

図1にシステム概要図を示す.

各ノードは複数の無線 LAN インターフェースによって隣接ノードと接続されており, また, 各ノードは管理サーバと通信を行うために, 3G ネットワークなどよりも災害に強い衛星通信のリンクを持つ.

本システムでは, 隣接ノード間のリンクのネットワーク状態を常に測定し, 得られた結果によって現時点で最もアプリケーションに適するリンクを選択する. また, 本システムのネットワークはマルチホップのメッシュネットワークとして構成されるため, 通信経路の候補は複数存在する. 使用出来る経路の中からネットワークを測定した結果と, ユーザの要求に応じて最適なリンクを選択する. 例えば, VoIP のような音声通信を行う場合, 遅延時間が重要であり, 使用可能な経路の中から遅延時間が小さい経路を選択し, ユーザの要求に応じた QoS 制御を実現する.

Realization of The End-to-End Route Selection Method in The Disaster based on OpenFlow

[†] Yuki Kumagai, Yoshitaka Shibata, faculty of School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

[‡] Yuto Sekino, Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

^{†††} Noriki Uchida, Saitama Institute of Technology

2.2 OpenFlow

本研究ではリンクを切り替える手法として OpenFlow を利用する. OpenFlow はネットワークをプログラマブルに制御するためのアーキテクチャであり, 図2の様に管理者がパケットのヘッダ情報等を組み合わせて作成した制御ルールによって経路制御を行うことができる.

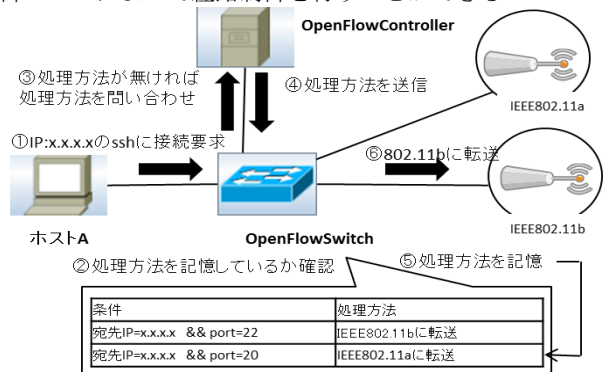


図2. OpenFlow 概要図

2.3 AHP

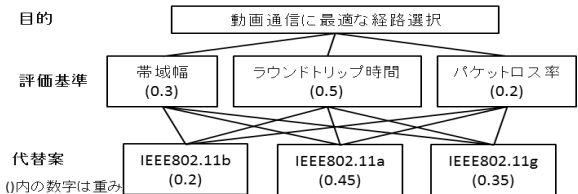


図3. AHP の階層図

AHP とは意思決定法の一つであり, 図3の様に1つの目的に対し, 複数の評価基準, 代替案に階層化され代替案の総合評価値が計算される. 計算手順は評価基準と各基準に対しての代替案の一对比較評価を行い, 各基準・代替案の重みを計算し, それらの重みを計算する事で各代替案の総合評価が計算される.

本研究では基準となるネットワーク状態が常に変化するため通常の AHP は適しておらず, そのため, AHP を拡張した eAHP を用いてリンクや経路決定を行う. eAHP は代替案の一对比較評価を行う際に, 実際に測定したネットワーク状態の値に使用する. このため, 常にネットワーク状態の変化に対応した経路決定が可能となる.

本研究では評価基準の重みをあらかじめユーザに登録してもらい, 代替案の重みはシステムで定期的にネットワークを測定し, そのデータを eAHP に使うことで, 各代替案の評価を行う.

2.4 リンク選択アルゴリズム

本システムによって構築されるネットワークの経路選択

には、リンク選択とルート選択の2つのフェーズが存在する。リンク選択はすべての隣接ノード間において実行される。また、ルート選択は送信元ホストから宛先ホスト、もしくはデフォルトゲートまでのエンド間の通信において実行される。

ルート選択に先立ち、リンク選択を行う必要がある。ルータ PC は収容されているすべてのリンクについて現在の隣接ノード間の遅延やスループット、パケットロス率等の測定を定期的に行う。測定の結果得られたパラメータ値を OpenFlowController(以下、「OFC」という)へ送信し、それらのパラメータに基づきリンクの優先度を算出することで、実際に使用するリンクを決定する。

ノード PC は定期的に隣接ノード間のスループット、遅延時間、電界強度やパケットロス率などを測定し、それらの評価基準やユーザの要求に基づいて最適なリンクを決定する。

2.5 経路選択アルゴリズム

提案手法において、ある一つノードで隣接する全てのリンクにおいて接続を確立できない場合は、ネットワークの経路変更を行う。経路変更においても、ネットワーク性能に基づいて最適な経路を決定するため、従来のアドホックネットワークルーティングプロトコルの一つである AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector) に eAHP を用いたを取り入れた、eAODV を導入する。これにより、周囲の通信環境の変化に柔軟に対応しつつ、ユーザ要求を考慮した QoS 制御可能なネットワークの構築を実現する。eAODV における経路選択は、候補経路間に存在するノード間における前節で述べた eAHP 計算結果を全て調査し、最終的に経路間のボトルネックスコアの最も高かった経路を実際に利用する。

3. システムアーキテクチャ

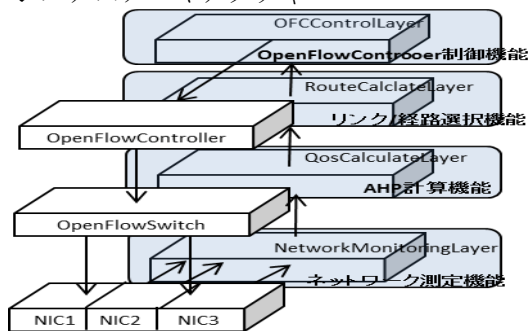


図4. システムアーキテクチャ

本システムのアーキテクチャを図4に示す。

NetworkMonitoringLayer は OpenFlowSwitch(以下、「OFS」という)が接続される無線 LAN デバイスから近隣の無線 LAN ノードまでのエンド間のネットワークを測定する。測定するパラメータはスループット、パケットロス率、ラウンドトリップ時間である。スループットの測定には iperf を使用し、パケットロス率・ラウンドトリップ時間の測定には ping を使用する。測定された結果は QoSCalculateLayer に渡される。

QoSCalculateLayer は NetworkMonitoringLayer で測定したネットワーク状態とユーザがあらかじめ設定したアプリケーション毎のネットワークに対する要求から、近隣の無線 LAN ノードまでの各経路の総合評価値を eAHP を用いて計算する。

RouteCalculateLayer は QoSCalculateLayer で計算した各経路の総合評価値を用いて、アプリケーション毎に最適

な経路を計算し、リンク制御のための命令を OFCControlLayer に送る。これは図1のアクセス制御 PC 内の OFC 制御機能をさす。

OFCControlLayer は RouteCalculateLayer から送られた命令を読み取り、OFC にリンク制御のための命令を送る。OFC と OFS ではパケットの Ethernet/IP/TCP ヘッダを見る事で OFCControlLayer でのコマンドに合わせてアプリケーション毎に通るリンクを切り替える。

4. プロトタイプシステム

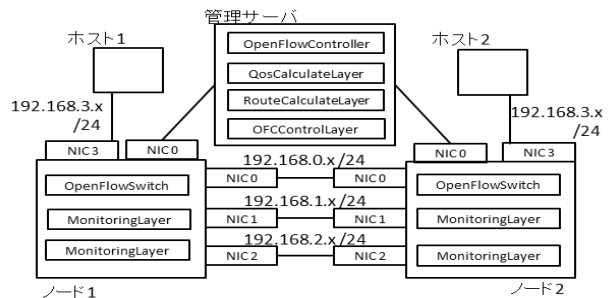


図5. プロトタイプ構成

本研究では図5のように、3つのリンクによって接続された2台のノートPC(ネットワークノード)と、それらのPCにコントロール用のリンクによって接続された1台のデスクトップPC(管理サーバ)によってノード間のリンク切替機能をテストするためのプロトタイプを構築した。

プロトタイプシステムは屋内で構築し、リンク切り替えを意図的に発生させるため、全リンクのネットワーク性能を tc コマンドにより制御している。また、ネットワーク測定項目はスループットとラウンドトリップ時間、パケットロス率である

以下にプロトタイプに使用した PC/ネットワーク機器のスペックを記す。

物理 NIC 拡張デバイス: PLANEX GU-1000T

NODE1/2: DELL PRECISION M70 CPU pentium4, MEM:2G, OS:Ubuntu linux 12.04

OpenFlowController: CPU:core2Duo, MEM:2G, OS:Ubuntu 12.04

5. まとめ

本研究ではネットワークの測定結果と事前にユーザに設定されたアプリケーション毎の評価基準の重みを用い、eAHP を使うことで最適な経路を計算して割り当てる事でユーザの要求を満たす通信切り替えをするシステムの提案を行った。

このシステムによりユーザは複数のリンクからアプリケーション毎にユーザ要求に適したリンクを自動的に選択することが可能となる。また、常時ネットワークを測定しているため、回線の切断や輻輳の様なネットワークの変化に柔軟に対応することが可能となる。

今後はユーザの Qos 制御をより精確に行うため、アプリケーションに対するユーザのネットワーク要求の詳細化やネットワーク測定の最適化等が必要となる。

参考文献

[1] Goshi Sato, Yoshitaka Shibata, PC Router Based Dynamic Network Configuration Method for Cognitive Radio LANs, 2010 13th International Conference on Network-Based Information Systems, Takayama, Gifu Japan September 14-September 16
 [2] OPEN NETWORKING FOUNDATION: "OpenFlow Switch Specification"