

衛星ネットワークシステムと無線 LAN を用いた Never Die Network の構築と再構成手法に関する研究

関野 雄人[†] 柴田 義孝[†] 内田 法彦[‡] 湯瀬 裕昭[§]

岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科[†] 埼玉工業大学[‡] 静岡県立大学[§]

1.はじめに

2011 年 3 月に発生した東日本大震災では、電気・水道などのライフラインの他、携帯電話基地局や、固定インターネット回線などの通信インフラも大きな被害を受けた。固定インターネット回線は物理的な通信網の断絶が発生し、携帯電話基地局は停電による機能停止によって通信インフラの接続性が大きく低下してしまった。

災害発生直後の通信インフラは、救助活動や安否確認、被害情報の把握など、非常に重要であると考えられる。災害発生直後には、高いスループットや低遅延といった高品質なネットワークではなくとも、最低限の接続性を持つネットワークが使用可能なことで、救助活動や安否確認、被害情報などを円滑に行うことができる。

本研究では、有線ネットワークに比較して、災害に強い無線 LAN(802.11)及び衛星通信を使用するコグニティブ無線ノードを想定し、災害発生直後でも自立供給電源を使用してネットワークの再構成を行い、どんなときでも最低限の接続性を持ったネットワーク Never Die Network(NDN)[1]を構築することを目的として、その再構成アルゴリズムの検討を行う。

2.Never Die Network

既存の研究により、災害時にどのような情報が必要であるかは、表 1 のようになることがわかっている[2][3]。

対象	要求項目\時期	t1	t2	tx	t3	t4	t5	t6
被災者	防災情報	△	○					
	避難情報		○					
	安否情報				◎	◎	○	△
	被災状況				◎	◎		
	交通情報				○	◎	◎	
	救援物資供給情報					◎	◎	
	サービス情報					○	◎	
	ライフライン状況					○	◎	
支援者・親族	行政情報					◎	◎	
	安否情報				◎	◎	○	
	被災状況				◎	○	△	
	救援物資供給情報					○	◎	

記号	状況	期	期間長
t1	通常時	通常期	
t2	災害予測時	予兆期	発災数週間前～発災時
tx	災害発生時	発災期	発災時
t3	災害発生直後	避難救援期	発災時～2日
t4	災害沈静化	沈静化期	3日～2週間
t5	災害復旧	復旧期	3週間以降～数カ月
t6	復興	復興期	

表 1 災害発生前後に必要とされる情報

先行研究によると、災害発生直後(t3)では避難情報、安否情報、被災状況が求められ、行政情報などは比較的要求度が低いことがわかる。避難情報や安否情報は基本的にテキストデータで表されることが多く、スループットや遅延などのネットワーク状況が悪い状況でも、比較的問題になることは少ない。災害直後ではむしろ接続性が重視され、時間の経過と共にスループットや遅延など、高いサービス品質が求められるようになる。また図 1 で示すように、災害発生直後は有線ネットワークや通常の無線ネットワークが一時的に使用不可能になり、時間経過に従って徐々に復旧していくが、NDN は災害発生直後でも最低限の接続性を維持し、その他のネットワークより早く復旧することができる。

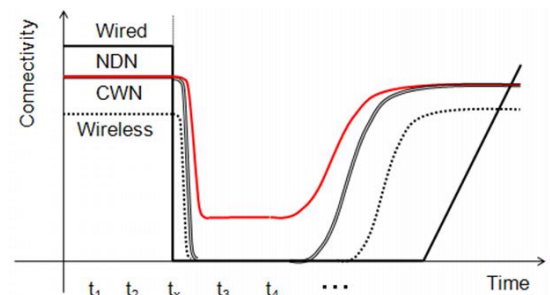


図 1 時間経過に伴うシステム復旧

2.1.ネットワーク構成

ネットワークは以下の図 2 のような複数の無線 LAN リンクと、衛星リンクを持つ無線ノードから構成される。

衛星リンクは低スループットであり遅延も大きいですが、接続性が高いため、ネットワーク制御情報を送受信するほか、衛星リンク以外の無線リンクが使用不能になった場合に最終的なリンクとして使用される。

これら複数の異なる特徴を持つ通信方式を、状態パラメータである電界強度やスループット、遅延、パケットロス率などを常に監視しながら、メディア伝送に適したリンクやノードを選択し、状況に合わせて切り替えて使用する。

Never Die Network Infrastructure for Disaster Areas, Study on Reconfiguration Techniques

[†]Yuuto Sekino, Yoshitaka Shibata Faculty of Software and Information science Iwate Prefectural University.

[‡]Noriki Uchida, Saitama Institute of Technology.

[§]Hiroaki Yuze, University of Shizuoka.

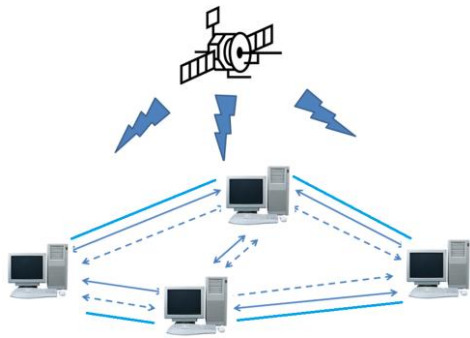


図 2 ネットワーク構成

2.2. 無線ノードの構成・アーキテクチャ

各無線ノードは図3のように、太陽光・風力発電・バッテリーの組み合わせによる自立供給電源、異種無線 LAN・衛星通信の組み合わせによるコグニティブ無線を持ち、災害発生直後など、商用電源が使用できない状況でも、自立動作させることが可能である。

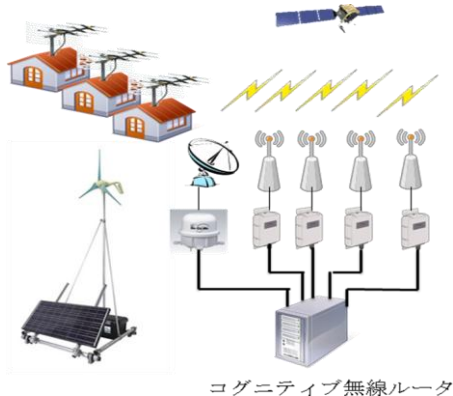


図 3 無線ノード構成

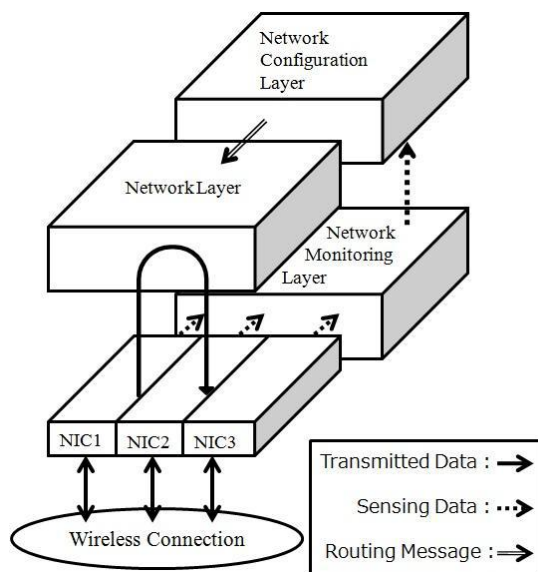


図 4 無線ノードのアーキテクチャ

各無線ノードは、リンクの状態にあわせて最適なリンクを選択する機能を持つ。無線ノードにおけるリンクの

切り替えは、先行研究である COBRA System を用いて行われる。[4]

Network Monitoring Layer は、ネットワークの監視・ネットワーク性能値の取得を行う。Network Configuration Layer は取得した性能値から、どのリンクを選択すべきか算出する。Network Layer は、Network Configuration Layer で算出したリンクへ実際に切り替える機能を持つ。Network Monitoring Layer がネットワークを監視し、それらの情報を用いて Network Configuration Layer が拡張 AHP・拡張 AODV によるリンクの選択を行い、Network Layer が OSPF コスト値の書き換えを行うことでリンクが切り替わる。

2.3. ネットワーク再構成フロー

被害情報の収集やルーティング情報の配布は、最も信頼性が高い衛星ネットワークを経由して送受信される。災害発生直後、衛星リンク経由で各ノードへ被害状況確認メッセージを送信する。

各ノードは被害状況確認メッセージを受信後、使用可能なリンクのチェックや電源の状態など、被害状況のチェックを行い、衛星リンクで送り返す。更に、近隣のノードが衛星リンクから被害状況確認メッセージを受け取っていない場合を考慮し、使用可能な無線 LAN リンクを使用して、近隣ノードへ被害状況確認メッセージを転送する。近隣ノードも使用可能なリンクなどをチェックして転送元のノードへ応答を返し、転送元ノードは衛星リンクを用いて同じように送り返す。

3. まとめと今後の課題

本稿では、災害直後にも最低限の接続性を持ったネットワークである Never Die Network と、その再構成フローについて提案した。

今後の予定として、ネットワークシミュレーターである NS2 を用いて、提案したネットワーク再構成フローについて検証を行なっていく予定である。

本稿ではネットワーク再構成フローについて提案したが、今後は障害の切り分け、シミュレーションのためのシナリオの作成、状況に応じたリンクの切り替えなど、今後検討していく。

参考文献

- [1] Noriki Uchida, Kazuo Takahata, Yoshitaka Shibata, Norio Shiratori “Never Die Network Extended with Cognitive Wireless Network for Disaster Information System”, CISIS2011, June 30th
- [2] 渡部和雄, 大石貴弘, 橋本民雄, 大石新市, 渡辺信一郎, 三本松広: 被災者・行政支援情報システムの研究開発, 日本災害情報通信学会第2回研究発表大会予稿集, pp163-172 (2000).
- [3] 中村大輔, 内田法彦, 柴田義孝, 他: 防災・災害情報の提供を支援するための資源管理システムの考察, 情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告 2002(32), 55-60, 2002-03-28
- [4] 佐藤剛至, 柴田義孝: 災害情報システムのための動的ネットワーク再構成手法に基づいたコグニティブ無線の研究, 情報処理学会研究報告. CSEC, [コンピュータセキュリティ] 2011-CSEC-52(40), 1-7, 2011-03-03