

携帯電話基地局のカバレッジ外に存在する端末を対象とした同報配信システム

六平 豊† 中村 嘉隆† 稲村 浩†

公立はこだて未来大学 システム情報科学部†

1. はじめに

2011年の東日本大震災では約2万9000局（東北・関東地域地方の基地局数は約13万7500局）の携帯電話基地局（eNB）が機能停止した [1]。これによって携帯移動端末（UE）が孤立してしまい、通話・メール・緊急速報などのモバイルサービスは利用不可能となった。この災害を機に、eNB が機能停止した際の対策方法として、eNB の機能を持たせた車両を配備させる方法 [2]や、Wi-Fi Direct による MANET（Mobile Ad-hoc NETWORK）や DTN（Delay Tolerant Networking）を形成し、情報を共有する方法 [3] などの提案が行われてきた。しかし、車両配備コストや、Wi-Fi Direct の利用環境の制約など、実際に利用するためには未だ課題が大きいのが現状である。また、車両の配備に時間を要することや、DTN を用いているため、緊急速報などの迅速性を要求する場面では適していない。

本研究は災害時における情報収集手段の強化を目的とし、D2D（Device to Device）と呼ばれる端末間直接通信と同報配信システムを組み合わせ、eNB が機能停止した環境下で eNB カバレッジ外（収容範囲外）に存在する UE を対象とした同報配信システムを提案する。

2. 関連技術

2.1 Proximity Services

3GPP（3rd Generation Partnership Project）では LTE のアプリケーション周波数帯域を用いて eNB を介さない D2D を可能とする ProSe（Proximity Services）の仕様化を行った [4]。ProSe は近接端末とのデータ通信や音声通話などが可能となる Direct communication および周辺の端末発見やサービス検出が可能となる Device discovery の2つ機能から構成されている。また、ProSe での近接端末間通信や近接端末発見での通信距離は 500m 前後である。

ProSe の Direct communication における eNB と UE 間や UE 同士の同期方法について図 1 に示す。eNB カバレッジ内では、eNB が送信する同期信号の PSS/SSS（Primary/Secondary Synchronization Signal）に同期して D2D の送受信を行う。eNB カバレッジ外では、カバレッジ内外の UE が 40ms 周期で送信する PSSS/SSSS（Primary/Secondary Sidelink Synchronization Signal）に同期して D2D の送受信を行う。図 1 に示すようにカバレッジ内の UE が eNB の同期タイミングに基づき PSSS/SSSS を送信することで、カバレッジ外の UE も eNB の同期タイミングで Direct communication を行うことができる。Direct communication では、PSSS/SSSS とともに PSBCH（Physical Sidelink Broadcast Control Channel）により D2D 用フレーム番号やシステム帯域幅、TDD（Time Division Duplex）UL/DL サブフレーム構成などを通知する [5]。

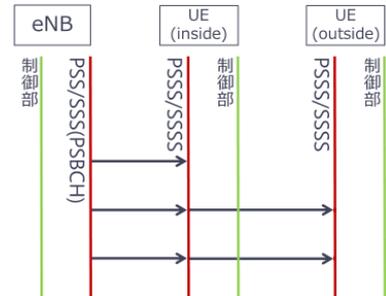


図 1 Direct Communication の同期方法

2.2 Earthquake and Tsunami Warning System

LTE ネットワークで利用可能な同報配信システムである ETWS（Earthquake and Tsunami Warning System）[6]は地震や津波などの種類（Primary Notification）と地震や津波などの範囲や強度などの詳細な情報（Secondary Notification）に分けて送信する技術である。これらの情報は報知情報である SIB（System Information Block）によって送信する。Primary Notification は SIB10、Secondary Notification は SIB11 のブロックに含まれる。

ETWS の配信方式を図 2 に示す。eNB がコアネットワークから eNB に緊急情報配信の要求を行う信号である Write-Replace Warning Request を受信すると、PCH（ページングチャンネル）を用いて UE に ETWS が送信されることを通知するビットである ETWS indication を送信する。UE は ETWS indication を受信すると、BCCH（報知制御チャンネル）により、緊急速報の受信を開始する。このとき、SIB 全体のスケジューリング情報を載せた SIB1 を受信することで、SIB10 を受信することが可能となる。UE は SIB10 を確認し、Primary Notification として緊急速報をユーザに知らせる。コアネットワークは Primary Notification の送信を破棄した後、Secondary Notification の送信を Primary Notification と同様に送信する。[7]

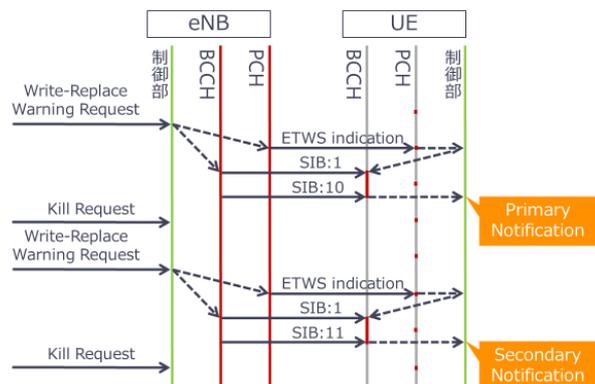


図 2 ETWS のシーケンス

3. 提案する同報配信システム

eNB 機能停止などの災害が進行する状況下では、緊急速報をより広い範囲に伝達することには価値がある。本研究では、ETWS によりカバレッジ内の UE に配信された

“A broadcast distribution system for outside user equipment of the eNB coverage area”

Yutaka Musaka†, Yoshitaka Nakamura†, Hiroshi Inamura†

† School of Systems Information Science, Future University Hakodate

緊急速報を ProSe の D2D を用いてカバレッジ外の UE へも中継可能な同報配信システムを提案する。

3.1 緊急速報を受信するまでのシーケンス

ETWS と ProSe を組み合わせた同報配信システムのシーケンスを図 3 に示す。すでにカバレッジ内の UE とカバレッジ外の UE がチャンネルを確立している場合は、カバレッジ内の UE が BCCH を用いて SIB を受信し、その SIB の内容を PSBCH でカバレッジ外の UE に送信する。

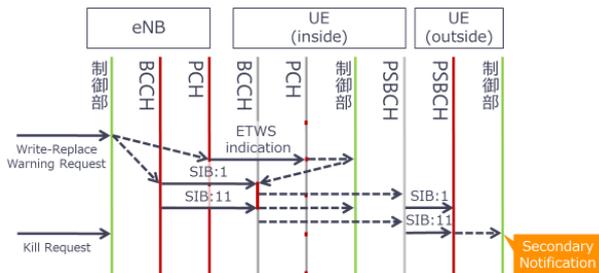


図 3 緊急速報を受信するまでのシーケンス

3.2 同報配信後に加わる端末が持つ課題

UE 間のチャンネルが確立できているときは、図 3 のようにカバレッジ外の UE も緊急速報を受信することができる。しかし、図 4 に示すように、同報配信が破棄されると、報知情報が書き換わってしまうため、同報配信が破棄された後に UE 間のチャンネルが確立すると、緊急速報を受信できない状況が生じる。

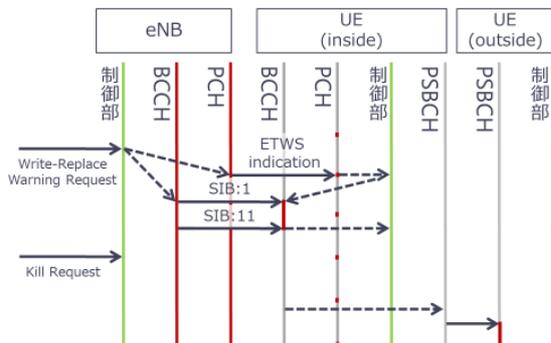


図 4 問題が生じるシーケンス

3.3 途中参加の端末に緊急速報を中継する手法

3.2 で述べた課題を解決する手法を示す。配信する緊急速報に、有効期限を示すタイムアウト値と識別番号に使う ID を設ける。有効期限内であれば、UE が緊急速報の情報を保持する。ProSe で接続された UE に対して保持している情報の ID を照合し、接続された UE が受信していなければ緊急速報の情報を送信する。この手法を UE の機能に加えることで、途中からネットワークに参加してきた UE に対して緊急速報を送信することが可能となる。

4. 評価実験

提案手法の優位性を示すため、ネットワークシミュレータ ns-3 を用いて評価をする。実験のシナリオを図 5 に示す。実験のシナリオは初期状態として、7 つの eNB

(eNB1~eNB7) を設置する。各 eNB には 2 台の UE (UE1~UE14) を接続させる。eNB をランダムに 3 台機能停止させる。eNB の機能停止後に ProSe による D2D のチャンネルを確立させる。このとき、チャンネルを確立できなかったカバレッジ外の UE は中継可能なカバレッジ内の UE を見つけられるまで移動し続ける。そして、ETWS で内容が異なる緊急速報をランダムで配信する。提案手法を加えない場合と提案手法を加えた場合の 2 通りに対して、各 UE が受信する緊急速報の到着率を評価する。

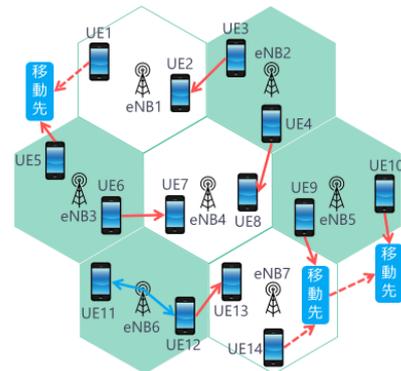


図 5 実験シナリオの例

5. おわりに

本研究では、同報配信システムである ETWS に D2D を可能とする ProSe を組み合わせて、カバレッジ外の UE を対象とした同報配信システムの検討を行った。評価実験において、提案手法を加えると緊急速報の到着率が増加すると予想される。今後は中継 UE のホップ数を増やすことや、メッシュネットワークなどを考え、ProSe の通信距離を最大限に活用する手法を考える。

6. 参考文献

- [1] 総務省, “携帯電話サービスの災害対策の現状,” http://www.soumu.go.jp/soutsu/chugoku/data/kentou2012_data/kentou2012-04.pdf
- [2] 入江恵, “大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会(ネットワークインフラ WG),” http://www.soumu.go.jp/main_content/000117676.pdf
- [3] Hiroki Nishiyama, Masaya Ito, and Nei Kato, “Relay-by-Smartphone: Realizing Multi-Hop Device-to-Device Communications”, IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 4, pp. 56-65, Apr. 2014.
- [4] 3GPP, TR 22.803 (V12.1.0), “Feasibility study for Proximity Services (ProSe) (Release 12),” Mar. 2013.
- [5] 安川真平, 原田浩樹, 永田聡, ジャオチュン, “LTE-Advanced Release 12 における D2D 通信の実現,” NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル vol. 23, no.2, pp.54-62, Jul. 2015.
- [6] 3GPP, TS 22.168 (V9.0.0), “Earthquake and Tsunami Warning System (ETWS) requirements; Stage 1 (Release 9),” Jun. 2008.
- [7] 田中威津馬, 青柳健一郎, ウメシユアニール, ウリ A. ハブサリ, “次世代移動通信ネットワークにおける緊急情報の同報配信高度化,” NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル vol. 17, no. 3, pp.22-26, Oct. 2009.