

Android 端末への IEEE 802.21 の機能の実装と動作検証

大久保 陽平^{†1} 鈴木 秀和^{†1} 内藤 克浩^{†2} 渡邊 晃^{†1}
^{†1} 名城大学大学院理工学研究科 ^{†2} 愛知工業大学情報科学部

1 はじめに

Android 等のスマートフォンの普及により、Wi-Fi や LTE など端末の接続するネットワークを切り替える機会が増加している。しかし通信中にネットワークを切り替えると、IP アドレスの変化に伴う通信断絶や、移動先ネットワークへの接続処理に伴う通信断絶時間が発生してしまうことが課題となっている。

筆者らは、この課題を解決する手法として、IP アドレスが変化しても通信を継続できる移動透過性を実現する NTMobile(Network Traversal with Mobility)[1] を提案している。さらに NTMobile を異種無線ネットワーク間のハンドオーバの支援技術である IEEE 802.21[2] を連携させることにより、ネットワーク間のシームレスなハンドオーバを実現する手法を提案している [3]。本稿では、IEEE 802.21 のオープンソース実装である ODTONE(Open Dot Twenty One)[4] に不足する IEEE 802.21 の機能の実装について述べ、Android 端末上において動作検証を行った結果を報告する。

2 提案手法の概要

NTMobile は、Android 端末上で動作確認がされており、ネットワークから割り当てられた実 IP アドレスの他に、移動によって変化しない通信識別子である仮想 IP アドレスを導入する。これにより通信中にネットワークが変化しても通信を継続できる。しかし、NTMobile を導入するのみでは、もう 1 つの課題である通信断絶時間を削減できない。そこで筆者らは、NTMobile を異種無線ネットワーク間のハンドオーバの支援技術である IEEE 802.21 と連携させることにより、シームレスなハンドオーバを実現する手法を提案している。

提案手法の概要を図 1 に示す。従来の NTMobile は、NTMobile の機能を実行する NTM デモンが、端末のルーティングテーブルを監視することでハンドオーバを検知していた。そのため、事前にハンドオーバ処理を実行できず、通信断絶時間が発生していた。提案手法では、この処理を見直し、IEEE 802.21 の機能を利用して

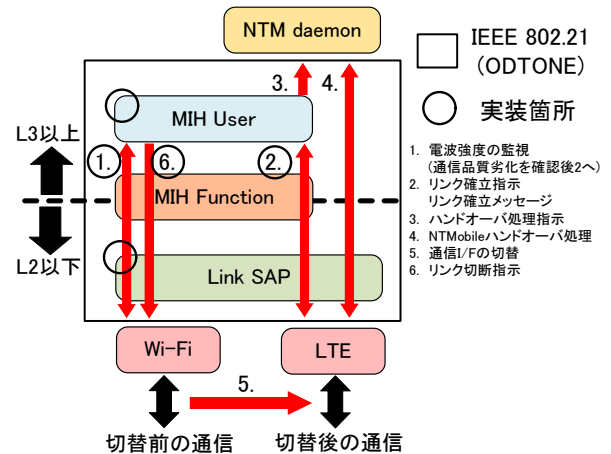


図 1 提案手法の概要および実装箇所

事前にハンドオーバ処理を実行することで通信断絶時間を削減する。IEEE 802.21 においてハンドオーバの管理機能を持つ MIH User が定期的にレイヤ 2 の通信状態を監視する。例えば Wi-Fi の電波強度が低下した場合は、Wi-Fi から切断される前に移動先の LTE のインタフェースへネットワークへの接続指示を送信する。LTE 側がネットワークへ接続したことを確認した MIH User は、NTM デモンへ NTMobile のハンドオーバ処理（通信相手端末との通信準備等）の実行を指示する。その後、移動先ネットワークである LTE 側で NTMobile 通信が可能となった段階で、Wi-Fi から LTE へ通信を切り替えることで、シームレスなハンドオーバを実現できる。

2.1 実装

IEEE 802.21 の実装として、Linux や Android で動作可能な IEEE 802.21 のオープンソース実装である ODTONE を利用した。ODTONE の MIH User と NTM デモンに改造を加え、NTMobile と IEEE 802.21 の連携機能である図 1 の 3. ハンドオーバ処理指示と 4. NTMobile ハンドオーバ処理指示機能を UNIX ドメインソケットを用いて実装した。さらに改造した ODTONE と NTMobile を Android 4.4.2 を搭載した Nexus 5 上に実装し、ネットワーク間をハンドオーバさせ、ODTONE の IEEE 802.21 の機能と NTMobile と ODTONE の連携機能の動作確認を行った。しかし ODTONE の MIH User およびインタフェースと通信する機能を持つ Link SAP は、図 1 の 1. 電波強度の監視、2. リンク確立指示、6. リンクの切断指示を行なう機能が不足しており、シームレスハンドオーバを実現できなかった。

Implementation and Validation of IEEE 802.21 Functions for Android Smartphone

Yohei Okubo^{†1}, Hidekazu Suzuki^{†1}, Katsuhiro Naito^{†2} and Akira Watanabe^{†1}

^{†1} Graduate School of Science and Technology, Meijo University

^{†2} Department of Information Science, Aichi Institute of Technology

ODTONE は、IEEE 802.21 の機能が不足していることが判明したため、ODTONE の MIH User と Link SAP に対し、不足している IEEE 802.21 の機能を実装した。図 1 において○を付けた箇所が新たに機能を追加した箇所である。MIH User に対し、電波強度の監視を行なう Link Get Parameters メッセージと、リンク確立指示および切断指示を行なう Link Action メッセージを実装した。Link Get Parameters メッセージでは、MIH User が一定間隔ごとに Link SAP へ Wi-Fi AP(アクセスポイント)の電波強度の測定指示を送信し、Link SAP が取得した電波強度を MIH User 側で確認できるように実装した。また Link Action メッセージでは、リンクの接続機能として、Link SAP から一定間隔ごとに送信される周囲の AP リストと、Link Get Parameters メッセージにより取得した電波強度から接続先のネットワークを決定し、Link SAP 側へネットワークへの接続指示を送信するよう実装した。またリンクの切断機能として、ネットワークが切り替わった際に、Link SAP へ移動前のネットワークからの切断指示を送信するよう実装した。

Link SAP には、ODTONE の Link SAP と異なり、Link Action メッセージや Link Get Parameters メッセージを処理できる sap_80211_linux を使用した。ただし sap_80211_linux は、Wi-Fi のインタフェースのみ認識可能であり、LTE のインタフェースを認識できない。そのため、LTE から Wi-Fi へハンドオーバーするときのみ動作可能となっており、これを Wi-Fi から LTE へハンドオーバーした際にも動作できるように改造する必要がある。

2.2 動作検証

現状では、Link Get Parameters メッセージの動作検証が十分ではないため、本稿では、Link Action メッセージのみの動作検証結果について述べる。改造した ODTONE を Android 6.0.1 を搭載した Nexus 6 に導入した。なお今回は IEEE 802.21 の機能の検証であるため、NTMobile は動作させていない。動作検証では、図 2 に示すように、Android 端末を Wi-Fi 電波到達範囲外から電波到達範囲内へ移動させた。この時、Link SAP 側から送信される AP リストから、MIH User 側は移動先のネットワークを決定し、MIH User から Link SAP へ送信される Link Action メッセージにより移動先の Wi-Fi ネットワークへ接続されるか検証した。

動作検証時の Android 端末上の ODTONE のログを図 3 に示す。ここでウィンドウ 1 で MIH User、ウィンドウ 2 で MIH Function、ウィンドウ 3 で Link SAP が動作している。Link SAP が定期的に AP のスキャン処理を実行し、MIH Function を経由し、MIH User が AP リストを受信したことが、①から③の Link SAP の Scan started, MIH User の Link Detected というログから確認できた。MIH User は、AP リスト受信をトリガに Link SAP 側へ

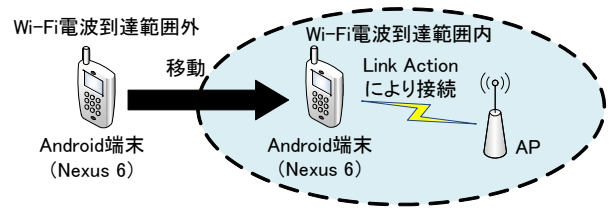


図 2 動作検証環境

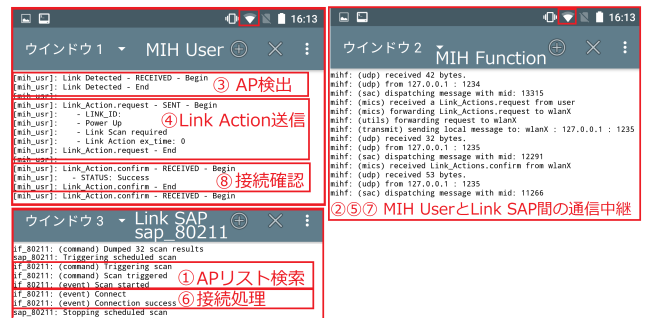


図 3 動作検証時の Android 端末上のログ

Link Action を送信し、Link Action メッセージにより、Link SAP が Wi-Fi ネットワークへの接続処理を行ったことが、④から⑥の MIH User の Link Action.request, Link SAP の Connect, Connection success というログから確認できた。さらに Link Action メッセージにより Wi-Fi ネットワークへ接続できたことが、⑧の MIH User 側の Link Action.confirm STATUS : Success というログと、Android のステータスバーの Wi-Fi アイコンより確認でき、Link Action メッセージが正常に動作し、MIH User 側からの指示によりネットワークへの接続処理が行えることが確認できた。

3 まとめ

本稿では、ODTONE に不足する IEEE 802.21 の機能について述べた。さらに ODTONE に改造を加え、Link Action メッセージについて Android 端末上で動作検証を行い、その結果について報告した。今後は Link Get Parameters 処理の動作検証を進め、電波強度をトリガに Link Action メッセージを送信できるようにする予定である。また LTE 側へのハンドオーバー時でも動作できるよう sap_80211_linux の実装を進め、動作検証を行なう予定である。

参考文献

- [1] 上醉尾. 他: 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 10, pp. 2288–2299 (2013).
- [2] IEEE 802.21 Std, IEEE Computer Society (2009).
- [3] 大久保. 他: 情報処理学会研究報告 (MBL). Vol.2015, No.4, pp. 1–8 (2015).
- [4] Corujo, D. et al: *IEEE Communications Magazine*, Vol. 49, No. 9, pp. 114–123 (2011).