L-013

通信可能な範囲を限定した無線ネットワークの自動構築

The automatic setup of area-restricted adhoc wireless network

川村 晋太郎† 黒田 勝† 大平 浩貴† 王 洋†
Shintaro Kawamura Masaru Kuroda Kohki Ohhira Yoh Oh

1．背景と目的

近年ではノート PC，プロジェクタ，電子黒板等の ICT を活用した新しいスタイルの会議を行う環境が整いつつある．各機器がネットワークに接続し，写真やプレゼン資料等のデータを簡単に，素早く共有することで，アイデア創出や業務効率化を実現することが出来る．

しかし，IT 管理者による MAC アドレス登録等の手続きが事前に完了している端末以外，例えば組織外や社外の端末（ゲスト端末）からのネットワーク接続は基本的に不可であり，上記イノベーションの誘発や生産性向上を享受することは容易ではない．そのため，ゲスト端末によるネットワークアクセスを簡便にすることは重要な要件である．

一方，無線通信においては，認証を行うことで，利用者の識別や権利を確認し，セキュリティを担保している．つまり，ネットワークを介して機器や他のユーザと接続するためには，ID やパスワードによる認証もまた必要である．

本稿では，上記 2 点の相反するネットワーク要件に対し，ユーザによるパスワード入力等の設定を不要にする代わりに，通信範囲をユーザの目の届く範囲に限定（「場所」を限定）し，セキュリティレベルを担保することで，簡単にかつセキュアに接続することを可能にする無線ネットワークを紹介する．

2．基本概念

Wi-Fi（WLAN）の接続/セキュリティ設定を簡単に行う仕組みとして，WPS（Wi-Fi Protected Setup）[2]が知られている．代表的な方式である WPS-PBC（Push Button Configuration）では，機器のボタンを押すことで設定が完了出来る．つまり，「ボタンを押した行為及び時間」が認証に相当する．しかし，悪意のある第 3 者に接続される可能性があり，かつそれを識別し自動で切断する仕組みがないため，簡便ではあるがセキュリティが十分とは言えない．

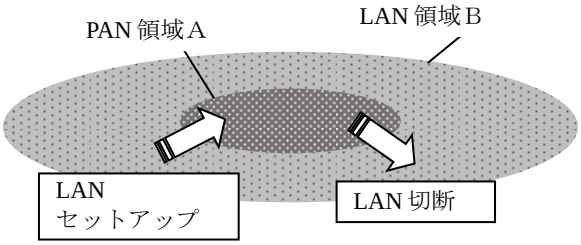

図 1　提案する無線ネットワーク形態

最も容易にネットワークに接続する方法は認証を実施しないことであるが，それはセキュリティを確保しないことを意味する．

本稿で紹介する無線ネットワークの形態は図 1 に示すような LAN(Local Area Network)通信範囲と PAN(Personal Area Network)通信範囲で構成され，PAN の通信範囲でのみ LAN を利用した通信が可能となる．

LAN のセットアップにおいて，ユーザに必要な動作は領域 A に入ることのみであり，煩雑なネットワーク設定を行う必要はない．

LAN は 100m 程度の通信距離を持つ Wi-Fi 等に代表されるネットワークであり，PAN は数 m～10m 程度の通信距離を持つ Bluetooth 等に代表されるネットワークを指す．

3．プロトタイプ評価

3.1　HW 構成

LAN として Wi-Fi，PAN として Bluetooth Low Energy（以下 BLE）を使用したプロトタイプを作成し，実機による動作検証を行った．

プロトタイプの HW/SW 構成及び機器間でやり取りする情報を図 2 に，各仕様を表 1 に記載した．

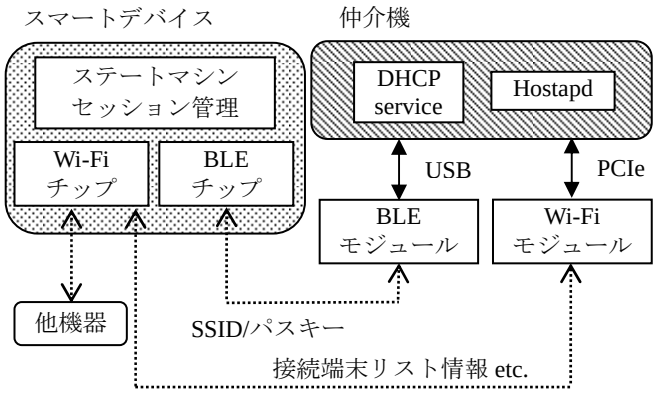

図 2　プロトタイプの HW/SW 構成

表 1　使用した HW/SW

HW	仲介機	Intel NUC-PC DC32171YE
	スマートデバイス	SONY Xperia Z3 Tablet
	BLE モジュール	Nordic nRF51822
SW	仲介機	OS:Ubuntu 14.04-LTS
		DHCP:Ver 4.2.7
		Hostapd:Ver 2.2
	スマートデバイス	OS:Android 4.4

図 2 中の仲介機は無線アクセスポイントの機能を持ち，かつ接続する機器のリストを管理している．また，SSID/

† 株式会社リコー リコーICT 研究所
システム研究センター S&S 開発室 AC 開発グループ

パスキーは，BLE 経由で仲介機からスマートデバイスに供給される．スマートデバイスは仲介機にアクセスし，リスト表示等の描画用として，接続端末リスト情報を受け取ることも出来る．

3.2　処理フロー

本プロトタイプの基本的な Wi-Fi セットアップフロー（WLAN 接続処理）は図 3 となる．

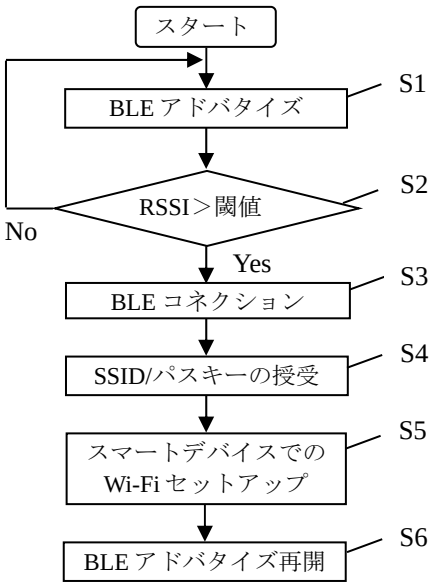

図 3　本プロトタイプの Wi-Fi セットアップフロー

【S1】

BLE のネットワークトポロジでは，LL（リンクレイヤ）層においてマスターとスレーブが存在し，一般的にスマートデバイス側がマスターになる．そのため，仲介機に接続されている BLE モジュールはスレーブとなる． スレーブとなる BLE モジュール（ペリフェラルと呼ばれる）からは，非接続のブロードキャストデータ（アドバタイズデータと呼ばれる）が送信されている．

【S2】

スマートデバイスにて，アドバタイズデータのスキャン（検索）が行われる．アドバタイズデータが捕捉されると，Android アプリを使用して，アドバタイズデータから受信電波強度（RSSI）を取得する．RSSI 値は距離に応じて減衰する傾向にあるため，発信地点（仲介機）からの距離を推定することが出来る．RSSI 値取得後，事前に設定された閾値に基づいて通信範囲（図 1 の PAN 領域 A）内か否かを判定する．

【S3】

通信範囲内と判定されれば，スマートデバイスがトリガとなり，BLE のコネクションを行う（マスター-スレーブ間の 1 対 1 通信の確立）．コネクション確立後にアドバタイズは停止する．

【S4】

BLE コネクション確立後，スマートデバイスは仲介機から BLE 通信経由で SSID/パスキーを取得する．

【S5】

取得した SSID/パスキーを使用して，Wi-Fi セットアップを実施する．接続処理が完了すると，仲介機が所有する接続端末リスト情報（ノード名/機器種別/MAC アドレス/IP アドレス etc.）が更新される．更新後，接続端末リスト情報が各スマートデバイスへ送信される．

【S6】

次のスマートデバイス接続のため，BLE のコネクションを切断し，アドバタイズデータの送信が再開される．

尚，セットアップ時と同様に，RSSI 値から通信範囲外にあると判定されると自動で Wi-Fi が切断される．切断処理の際は，再接続を防止するため，プロファイルの削除が行われる．

以上のような自動接続/自動切断処理を行うことで，セキュリティレベルを下げることなく，容易にネットワークの接続を行うことが出来る．

3.3　ステップ数比較

SSID 及びパスキーを手動で入力する場合と，本プロトタイプを使用した場合との Wi-Fi セットアップ処理に掛かるステップ数を比較したものが表 2 である．

通常の Wi-Fi セットアップと比較して，SSID 及びパスキーの入力が不要な分だけステップは少なくなる．

また，セキュリティレベルを向上させる目的で，パスキーの文字数を増やした場合（最大 63 文字）には，接続完了までの所要時間の差がより顕著になる．

表 2　Wi-Fi セットアップステップ数比較

手動セットアップ	WPS-PBC	本稿 セットアップ
設定画面起動	設定画面起動	アプリ起動
Wi-Fi 設定画面起動	Wi-Fi 設定画面起動	－
SSID 選択	SSID 選択	－
パスキー入力	ボタン押下	－
計 4	計 4	計 1

4. 今後の展開

BLE 受信電波を使用した通信範囲の制御は，屈折，干渉，マルチパス，BLE モジュールの特性ばらつき等で正確にかつ安定的に距離推定を行うのは困難であった．

また，処理時間の短縮も大きな課題である．本プロトタイプによる Wi-Fi セットアップでは，通常の Wi-Fi セットアップと比べて要する時間は基本的に少ない．しかし，干渉や BLE アドバタイズ/スキャン間隔等の影響で RSSI 値の取得そのものに時間が掛かる場合がある．

上記 2 点の課題については，ユースケースや使用する環境を限定して，それに適した範囲判定手段を探索中である．

参考文献

[1]鄭 立, “Bluetooth LE 入門”, 秀和システム, 223p (2014).
[2]http://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-protected-setup