

モバイル PAN におけるアドレス割り当て方法の検討

四條雅博[†] 田中希世子[‡] 鈴木偉元[‡] 石川憲洋[‡] 石原進[†]

[†] 静岡大学工学部 [‡] (株) NTT DoCoMo ネットワークマネジメント開発部

1 はじめに

ユビキタス時代へ向けた新たな PAN 利用形態として、筆者らは mobile Personal Area Network (mPAN) を提案している。mPAN では移動した先々で、携帯端末を中心として周りに存在する周辺デバイスと PAN を構築し、一つ以上の周辺デバイスが機能共有かつ連携して作業することで、携帯端末にサービスを提供する [1]。本稿では、mPAN における携帯端末と周辺デバイスのアドレス割り当て方法について検討を行う。

2 mPAN

mPAN とは、携帯電話等の携帯端末 (Control Point:CP) がユーザの周辺に存在する周辺デバイス (Peripheral Device:PD) と接続して PAN を構築し、ユーザが移動した先々でもサービスを起動したり、起動したサービスを継続することができるサービスモビリティを実現するためのコントロールポイントとなるネットワークサービスである。例えば、図 1 (a) のように周辺に存在する家電製品を CP を用いて操作したり、図 1 (b) のように昼時の混雑したレストランで、CP から席を予約し、時間がきたらレストランからの通知を受けるなどの使い方が考えられる。

mPAN の想定環境として、CP の通信可能範囲は数メートルから十メートル程度とし、CP と PD 間の通信は 1 ホップ通信に制限する。通信は CP と PD の間のみで行われ、PD 間での通信は行われないものとする。また、CP を介した PAN 外との通信の拡張を考慮し IPv6 を利用する。

mPAN では、1 つの CP と PD のセッションだけ見ると、図 2 (a) に示すように複数の CP 対一つの PD、1 つの CP に対して複数のセッションが同時に利用できることを目指している。したがって、CP はそれぞれの CP が管理する PAN 内において CP、PD のアドレス衝突を回避しなければならない。

3 mPAN における PAN 内アドレス割り当て方法

3.1 アドレス割り当ての基本方法

mPAN では、CP が移動する環境において周辺に存在する PD とネットワークを構築する。MANET における

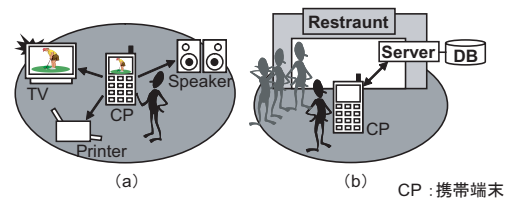


図 1: mPAN の利用イメージ

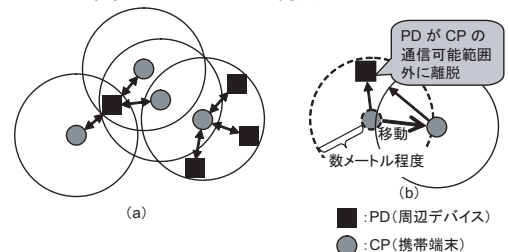


図 2: mPAN のアドレス割り当てに関する説明図

ノードのアドレス割り当て方法を考えた MANETconf [2] では、既に MANET に参加しているノードをサーバノード、新たに MANET に参加するノードを新規ノードとしてサーバノードが新規ノードに対し動的なアドレス割り当てを可能とする。この手法では MANET の併合や分離に対応し、アドレスの重複を防いでいる。しかし mPAN では、PAN の通信可能範囲が狭いため、アドレスの衝突の発生確率は低いと考えられる。そこで mPAN では、IPv6 リンクローカルアドレスのようにハードウェアアドレスを一部活用した IP アドレスを利用してアドレスの割り当てを行う。

3.2 アドレス衝突検出の基本方法

IPv6 ステートレスアドレス自動設定では、リンクローカルアドレスの生成後に重複アドレス検出 (DAD) が行われる。DAD ではまず、アドレスを生成したノードが生成したリンクローカルアドレス宛に近隣要請 (NS) メッセージを送信する。もし、既にそのアドレスを使用しているノードが存在した場合、そのノードにより近隣通知 (NA) メッセージがブロードキャストされ、アドレスの重複が検出できる。しかし mPAN では、図 3 (a) のように PD1 と CP の位置的なずれによりそれぞれの通信可能範囲にも違いが生じる。これにより DAD をそのまま利用すると、図 3 (a) 中の PD4 は CP の通信範囲内に存在し、DAD が行われるべきであるにもかかわらず、PD1 の通信範囲外に存在するため NS メッセージが届かず DAD が行われない。そこで mPAN における PAN 内アドレス衝突検出では、PD の生成したリンクローカルアドレスを CP に通知し、CP においてアドレス衝突検出を行う CP 主導型のアドレス衝突検出方法を用いる (図 3 (b))。

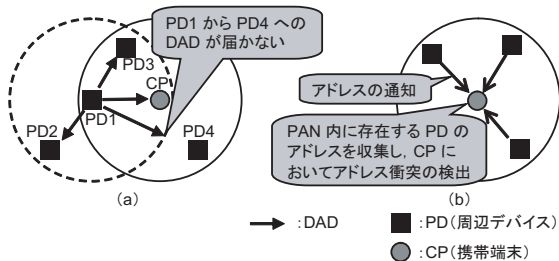


図 3: アドレス衝突検出に関する説明図

3.3 PAN 構築の手順

以下, mPAN における PAN 構築手順を述べる. PAN 内では IP 通信を用いるが, PAN 内の正確なアドレス衝突検出を行う目的で, CP と PD の固有 ID を用いている.

- (i) CP は PAN 構築要求 (PAN Req) メッセージをブロードキャストする. このとき PAN Req メッセージに CP を一意に識別するための固有 ID (CPid) を付加する.
- (ii) PAN Req メッセージを受信した PD は CP に PAN 構築応答 (DAD Req) メッセージを返信する. このとき DAD Req メッセージに PD を一意に識別するための固有 ID (PDid) を付加する.
- (iii) CP は PD からの DAD Req メッセージを受信後, PAN 内のノードにおけるアドレス衝突を検出する. アドレス衝突検出は, PAN 内に存在する PD のリンクローカルアドレスとなる DAD Req メッセージの送信元アドレスとノードの固有 ID を用いて CP が行う. CP が受信した複数の DAD Req メッセージにおいて, 送信元アドレスが同じでかつ PDid が異なっていた場合, それら PDid を持つ PD 間でアドレス衝突が起きていると判断する. また, CP 自身の持つリンクローカルアドレスと同じ送信元アドレスからの DAD Req メッセージを受信した場合, CP 自身と PD 間においてアドレス衝突が起きていると判断する.
- (iv) 手順 (iii) においてアドレス衝突が起きていない場合, PAN 内の PD に PAN 構築完了 (PAN Ack) メッセージをユニキャストする. 以降の手順はアドレス衝突が発生している場合のみ行う.
- (iv') 手順 (iii) においてアドレス衝突が起きていた場合, 手順 (iv) の代わりにアドレス衝突を起こした PD にアドレス再割り当て (Addr Reconf) メッセージをユニキャストする. Addr Reconf メッセージを受信した PD はアドレスの再割り当てを行い, 手順 (ii) に戻る.

3.4 アドレス再割り当て方法

3.3 に述べた PAN 構築手順においてアドレス衝突を起こした場合, CP はアドレス衝突を起こした PD に対して一時的に利用するアドレス (一時アドレス) として新たなリンクローカルアドレスを与える. この一時アドレス生成方法として AutoIP[3] と同様な機構を利用する. すなわち, CP はアドレス衝突を起こした PD に Addr Reconf メッセージを送信しアドレスの再

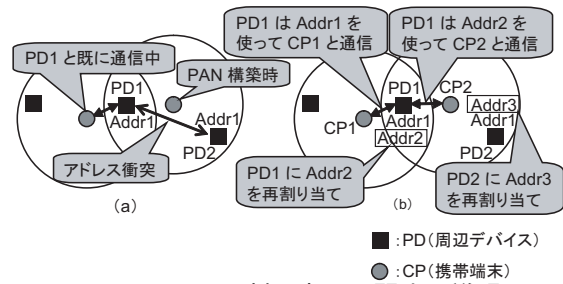


図 4: アドレス再割り当てに関する説明図

割り当てを行わせる. Addr Reconf メッセージを受信した PD は, 一時アドレスをアドレス衝突の起きたアドレス以外の IPv6 リンクローカルアドレスからランダムに選択する. 選択したアドレスは CP により再びアドレス衝突検出が行われ, アドレス衝突が起きていなければ一時アドレスとして PD のリンクローカルアドレスとして利用する.

3.5 アドレス再割り当て後のノードの動作

PAN 構築時, アドレス衝突が生じた場合にアドレスの再割り当てを行うが, アドレス衝突を起こしたノードが既に別の CP と通信を行っている状況もありうる (図 4 (a)). このノードに対して, 既に使用しているアドレスとは別のアドレスを再割り当てすると, 既存の通信が継続できない. そこで, ノードに複数の IP アドレスを保持させ, 既に使用していたアドレスと再割り当てによる一時アドレスの両方を使用可能とする. PD における複数のアドレスの管理は通信相手となる CP の CPid と通信に用いる PD のアドレスの関連付けにより行う. これにより図 4 (b) では, アドレスの再割り当てが行われた PD1 は CP1 と CP2 に対して送受信とも行うことができる.

4 まとめ

本論文では, mPAN における PAN 内のアドレス割り当て方法として, IPv6 のリンクローカルアドレス生成手法を利用した PD による静的なアドレス割り当て方法を述べた. また, PAN 内のアドレス衝突検出においては CP 主導による仕組みを利用し, アドレス再割り当て方法として IPv6 リンクローカルアドレスをランダムに選択する機構を利用する.

今後は, mPAN における PAN 内アドレス割り当てプロトコルの詳細設計と, アドレス割り当てプロトコルの実装を行う予定である.

参考文献

- [1] 田中他: “モバイルパーソナルエリアネットワークの提案,” 情報学ワークショップ 2004, (Sep 2004).
- [2] Sanket Nesargi, Ravi Prakash: “MANETconf: Configuration of Hosts in a Mobile Ad Hoc Network,” IEEE INFOCOM 2002, (2002).
- [3] Erik Guttman: “Dynamic Configuration of IPv4 Link-Local Addresses,” INTERNET DRAFT (2004).