

アドホック測位ネットワークにおける接続端末分散手法の初期的評価

Initial Evaluation of Association Scattering for Ad-Hoc Wireless Positioning Network

高嶋 瑤子[†] 石田 繁巳[†] 和泉 晃[†] 田頭 茂明^{††} 荒川 豊^{†††} 福田 晃[†]
 Youko Takashima Shigemi Ishida Akira Izumi Shigeaki Tagashira Yutaka Arakawa Akira Fukuda

[†]九州大学工学部/システム情報科学研究院 FE/ISEE, Kyushu University^{††}関西大学総合情報学部 Faculty of Informatics, Kansai University^{†††}奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 Graduate School of Information Science, NAIST

1 はじめに

一時的に利用される位置情報サービスの実現に向け、筆者らはアドホック測位ネットワークを用いた Web ベースの位置情報サービスを開発している [1]。アドホック測位ネットワーク上で位置情報サービスを提供する場合、端末の物理的な集中によって通信が集中するという問題がある。本稿では、通信集中の改善に向けて、無線 LAN AP における接続応答制御によって端末接続を分散させる手法を示し、シミュレーションによって端末接続の分散を検証する。

2 アドホック測位ネットワークにおける位置情報サービス

図 1 にアドホック測位ネットワークにおける位置情報サービスの概要を示す。ユーザは端末を AP の 1 つに接続して Web サイトにアクセスする。端末の無線信号を検出した AP は、その受信電波強度 (RSSI) 情報を無線 LAN メッシュネットワークを通じて送信し、端末接続先 AP に集約させる。端末接続先 AP は測位計算を行い、端末位置に応じた Web コンテンツを配信する。

アドホック測位ネットワークでは端末接続先に RSSI 情報を集約させるため、複数端末の接続先が 1 つの AP に集中すると通信が集中し、応答速度が低下する。このような通信集中問題に対しては、これまでも通信中の ACK 応答制御 [2] や通信量に応じた電波強度の制御 [3] によって通信品質を改善する手法が報告されているものの、接続前の端末やパッシブスキャンモードの端末には適用することができない。

3 接続応答制御による接続端末の分散

ユーザ端末は AP の発するビーコンや Probe Response を一定時間収集し、周囲に存在する AP の情報を得る。そして、端末内の AP 選択アルゴリズムに従って AP の 1 つを選択し、Authentication によって認証を行った後、Association Request/Association Response によって接続を確立する。

端末の接続を分散させるため、AP からの Association Response において確率的に成功応答を行う。失敗応答を受信した端末は端末内の AP 選択アルゴリズムに従って再び AP の 1 つを選択して認証・接続を行う。AP の接続端末数の増加とともに成功応答の確率を低下させることで、接続端末数の少ない AP に端末が接続される確率を高めることができる。

成功応答の確率としては二次関数や指数関数を用いる。二次関数のような単調減少でない関数の場合、接続される端末数の範囲内で単調減少となるようにパラメータを設定する。接続端末数 n に対して成功応答の確率を $p(n) = an^2 + bn + c$ とすると、接続端末数増加による成功応答確率の比は $R(n) = p(n+1)/p(n) = 1 + (2an + a + b)/(an^2 + bn + c)$ となる。AP が通信・測位計算を処理可能な端末数には限界があるため、限界までの範囲で $0 \leq R(n) \leq 1$ となるようにパラメータ a, b, c を設定する。

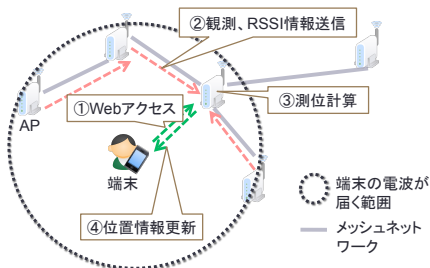
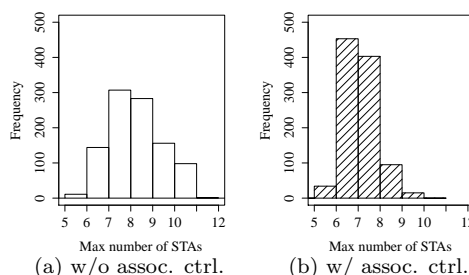


図 1 アドホック測位ネットワークにおける位置情報サービス

図 2 最大接続端末数の分布 ($N = 50$)

4 シミュレーション評価

接続応答制御によって端末接続が分散されることを検証するため、ネットワークシミュレータ ns3 を用いて評価した。150 m 四方の領域に 16 台の AP を 50 m 間隔のグリッド状に配置し、端末をランダムに配置して AP 毎の接続端末数の最大値を取得した。成功応答の確率 $p(n)$ は、 $n = 7$ で $p(n) < 0.5$ 、 $n = 10$ で $p(n) = 0$ となるように $p(n) = -0.005n^2 - 0.05n + 1$ とした。1000 回のシミュレーションを行い、接続応答制御を行わない従来方式と比較した。なお、従来方式においても接続台数上限を 10 台とし、10 台以上接続された場合には失敗応答を行った。

図 2 に 1000 回の試行における最大接続端末数の分布を示す。図は一例として端末数 $N = 50$ の場合を示している。同図 (a)、(b) を比べると、接続応答制御によって最大接続端末数が少なくなる方へ分布が移動していることが分かる。

図 2 に示したような分布の変化が端末数 N を変化した場合にも得られることを検証するため、端末数 N を 10 から 100 まで変化した場合の最大接続端末数を評価した。図 3 に、接続応答制御の有無の各場合における最大接続端末数を示す。1000 回の試行において最も大きい場合 (ワーストケース) と小さい場合 (ベストケース) を示している。 $N = 10 \sim 100$ の間において、ベストケースには大きな差が見られないものの、接続応答制御を用いてワーストケースにおける接続端末数を削減できることが分かる。

図 3 より、端末数 N が大きい場合には接続端末数は接続台数上限の 10 台を超えていることが確認できる。これは、接続応答と実際の接続確立に時間差があるためと考えられる。AP が接続応答を行うと、AP からの接続要求、端末からの接続応答によって接続が確立される。このため、接続応答のタイミングによっては接続端末数が接続台数上限を超える。

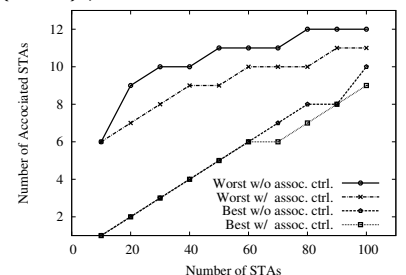
5 おわりに

本稿では、アドホック測位ネットワーク上の位置情報サービスの実現に向けて、接続端末を分散させる手法を示した。シミュレーション評価により、端末が 1 つの AP に集中しないことが確認された。

謝辞 本研究の一部は、科研費 (22300025, 25870928) 及び文部科学省「社会システム・サービス最適化のためのサイバーフィジカル IT 統合基盤の研究」の助成で行われた。

参考文献

- [1] 和泉ら, “アドホック測位ネットワークにおけるアプリケーションレス測位手法”, 信学技報 (MoNA), Jan. 2014.
- [2] 山下ら, “複数無線 LAN の合計スループットを最大化するための受信機会制御によるアクセスポイント選択方式”, 信学技報 (NS), July 2011.
- [3] 樋口ら “無線メッシュネットワークにおける通信品質向上の提案と評価”, 情報研究報告 (MBL), Jan. 2009.

図 3 端末数 N に対する最大接続端末数