

アドホックネットワークにおける発信者探索の一検討

A Method for Approaching the Sender on Ad-hoc Networks

佐藤 直†
Naoshi Sato石井 和行†
Kazuyuki Ishii

1. まえがき

アドホックネットワークは、通信インフラを必要としない、通信端末のみによるコミュニケーション手段として多方面での活用が期待される。特に大規模災害発生時の救助活動に有効と考えられる。筆者らは、災害発生時、GPS等の既存の位置情報システムが利用できない状況を想定し、アドホックネットワークを利用して被災者(発信者)のもとに駆けつける技術を検討している[1]。本稿ではこの検討の一環として、受信電界強度の変化をもとに、受信者が最寄の中継端末へ移動する手法を検討したので報告する。

2. 検討条件

(1) 検討対象

一般に、アドホックネットワークでは、マルチホップで通信する。本稿では、発信者や中継端末からの位置情報が得られないという仮定をおき、受信者はマルチホップの中継経路をたどって、最終的に発信者のもとに駆けつけることを想定する。この場合、受信者は最寄の中継端末位置へ移動する動作を順次繰り返す。そこで、本検討では、この移動動作の基本となる最寄中継端末の探索法を対象(範囲)とする。

(2) アンテナ・電波伝搬

アドホックネットワークでは、任意方向にある端末と通信できるように、無指向性アンテナを用いるのが一般的である。そこで、本稿でも無指向性アンテナを用いて検討する。また、基本的な電波伝搬特性モデル[2]として理論的検討に良く用いられる自由空間モデルおよび2波モデルを使用して考察する。

(3) 送受信者および中継端末の動作

受信者は一人とし、妨害物のない平面を自由に移動しながら受信電界強度が測定でき、移動方向(角度)を制御できるものとする。発信者および中継端末は静止していると仮定する。

(4) 探索終了のためのしきい距離

受信者は最寄中継端末に近づくと、目視等により同端末が確認できるものとし、受信者が最寄中継端末に所定しきい値以内の距離に達した場合、探索を終了する。

3. 移動探索アルゴリズム

3.1 方針

従来、無線通信における位置特定法として、三辺測量等を用いて、基地局やアクセスポイント等対象物の位置を推定する手法が多く報告されている。このような既存の位置特定法では、複数の位置での受信電界強度から対象物までの距離および方向を算出することが多い。本検討でも同様の方法を用いることが考えられるが、受信者も自身の位置

を知る手段を持たないことを仮定し、受信電界強度の変化から、進むべき方向を逐次制御して移動探索する。

3.2 受信電界強度の変化を利用したアルゴリズム

移動探索アルゴリズムを検討するためのモデルを図1に示す。同図において、自由空間モデルを仮定すると、発信アンテナからの距離が大きくなるほど受信電界強度は小さくなり、等電界強度は円を描く。

従って、受信者が図中のaからcの方へ直線移動する場合、途中のbまでは受信電界強度が大きくなるが、bからは逆に小さくなる。そこで、最急降下法[3]の考え方を適用する。すなわち、受信電界強度の測定値(以下RSSIと記す。単位dBm)の変化が正または0ならば方向を変えずに進むが、負の場合は法線方向に向きを変えて進むことにする。なお、RSSIの変化のみでは左右いずれに進むのが望ましいか分からないため、向きを変える場合は時計/反時計周りいずれかの固定とする。図1の場合は、bからはdまたはd'に進むことになる。

なお、実環境では受信電界強度に関する種々の変動要因があることから、単一の測定結果では受信電界強度変化の検出精度が低い。そこでRSSIが正から負に変化したことに対する確認のための保護時間を設ける。すなわち、リセット計数器を用い、同一直線上で移動しながら測定したRSSIがn(≥ 1 , 1は保護なし)回連続して減少した場合に移動方向を変更するものとする。このような保護を設けた場合、図1において、bではなく、これまでの移動方向にやや進んだb'で移動方向を変える。

さらに、自由空間モデルを想定してb'での移動方向制御量 θ を考察する。各測定点における受信電界強度が変動しない場合は、発信アンテナからの距離の大小によらず、 θ は $\pi/2$ にするのが望ましい。しかし、変動する場合は、RSSIの正から負への変化を誤検出することがある。

この誤検出の確率は、発信アンテナからの距離が大き

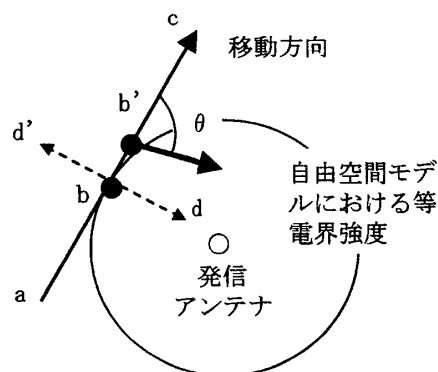


図1 検討モデル

† 情報セキュリティ大学院大学

い程大きくなり、とるべき θ の範囲は0(誤検出した場合)から $\pi/2$ の間となる。そこで、最寄中継端末からの距離が十分大きい場合、 θ を0と $\pi/2$ の中間値である $\pi/4$ とする。以上から θ の範囲を $\pi/4 \sim \pi/2$ とする。また、 θ の大きさはRSSIに比例させることとし、RSSIの測定限界値(最小値)で $\pi/4$ 、探索終了しきい距離におけるRSSI(自由電界モデルで想定)で $\pi/2$ となるよう制御する。

4. 計算機シミュレーション

上述のアルゴリズムを用いて、移動探索特性の計算機シミュレーションを行った。用いた諸量を表1に示す。計算機シミュレーションでは、電波伝搬モデルとして2波モデルを用いた。なお、探索開始時の移動方向は0から 2π の間で一様とした。

図2は探索開始距離に対する移動距離の特性例である。受信電界強度の変動がない場合には比較的短距離で探索できるが、変動が大きくなると移動距離が大幅に増加することが分かる。図3は移動軌跡の例である。移動方向は時計周りに制御している。同図から弧を描きながら探索することが分かる。図4は保護段数(リセットカウンタ段数n)に対する移動距離の違いを示している。同図より、保護は移動距離の短縮に有効であることが分かる。また、保護段数nには最適値が存在することが分かる。

表1 計算機シミュレーション諸量

波長	1m
発信電力	10mW
アンテナの高さ	発信機1.5m, 受信機1.2m
アンテナ利得	送受とも1.0
電波伝搬モデル	2波モデル
受信電界強度の変動err	変動なし、もしくは平均2/5dB(片側)で正規分布
探索終了しきい距離	3m
RSSI測定間隔	0.5m
RSSI変化検出保護のためのリセットカウンタ段数n	1~4 (1は保護無し)
RSSI測定範囲	-100dBm以上

[2] 三輪進: 電波の基礎と応用, 第5章, 東京電機大学出版局 (2000.9)

[3] 矢部博, 八巻直一: 非線形計画法, 第2章, 朝倉書店 (1999.6)

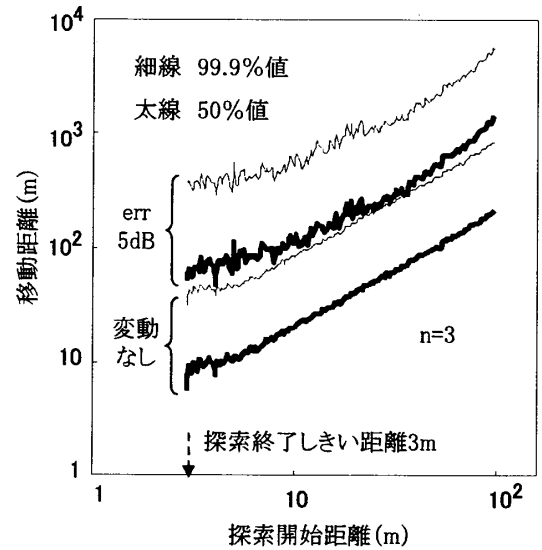


図2 移動距離特性

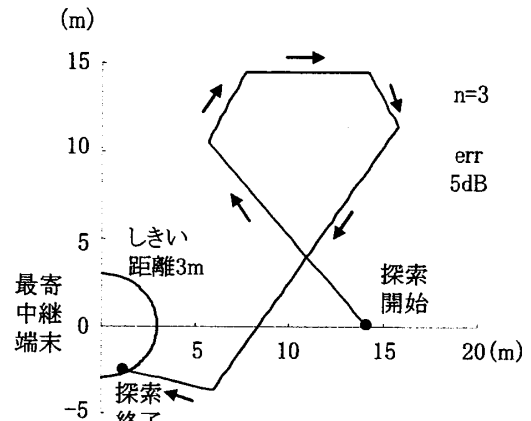


図3 移動軌跡

5. むすび

アドホックネットワークにおける最寄中継端末への移動探索アルゴリズムを提案し、計算機シミュレーションを行った。提案アルゴリズムでは、受信電界強度の減少を検出して移動方向を制御しながら漸近し、所定のしきい距離に到達すると探索を終了する。計算機シミュレーションの結果、受信電界強度の変動が大きいと移動距離も大幅に増加することが確認された。今後、移動探索アルゴリズムの改良を検討し、設計法の確立を図る。

文献

[1] 石井和行, 佐藤直: 無線アドホックネットワークにおける発信者位置への駆けつけ方式の一検討, SCIS2008, 4A2-4(2008.1)

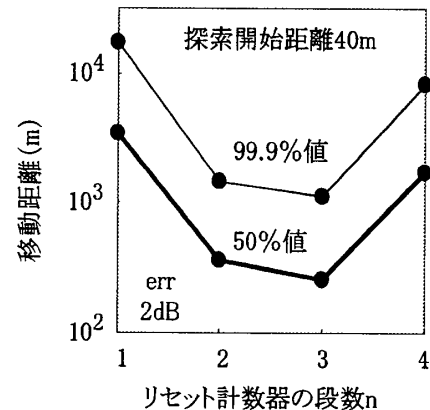


図4 保護特性