

山間部におけるRSSIを用いた進行ルート推定システムの提案

中山 優^{†1} 小林 秀幸^{†2} 中井 一文^{†3} 江崎 修央^{†3} 山端 直人^{†4} 糺屋 斉^{†4} 杉浦 彰彦^{†1}静岡大学 情報学部情報科学科^{†1} 仙台高等専門学校 情報システム工学科^{†2}鳥羽商船高等専門学校^{†3} 三重県農業研究所^{†4}

1. はじめに

近年、山間部に生息する害獣による被害が問題視されている。害獣の行動範囲は広く、出現時に迅速な対応を取るのには難しい。そのため、害獣の位置を推定し、その進行ルートを推定するシステムが必要となる。位置推定の手法として、無線通信時に取得できる受信信号強度RSSIを利用する手法がある。しかし、山間部で位置推定を行う場合、木や斜面によるマルチパス等の影響を強く受け、推定精度が著しく低下する[1]。そのため、アクセスポイント(以下、AP)ごとにキャリブレーションを行う必要がある。

本研究では山間部の環境を考慮したRSSIの補正をAP間で行う。補正を行うことで、AP間で生じるRSSIから導出する距離の差を縮小できる。それにより、推定精度を向上させるだけでなく、APごとのキャリブレーションを簡略化した推定を実現する。さらに、補正の結果として得られるRSSIの補正係数を利用し、害獣の進行ルートを推定するシステムを提案する。

2. 原理

2.1 猿検知システム

我々が現在動作させている猿検知システムを使用して、RSSIの補正と害獣の位置推定を行う。このシステムは猿に取り付けた首輪から発せられる電波を、APが受信するというものである。電波を受信したAPは、RSSI等の受信情報をサーバに送信する。この送信された情報をもとにRSSIの補正と位置推定を行っていく。

2.2 RSSIの補正と位置推定

猿検知システムで取得したRSSIを用いて、RSSIの補正を行う。システムを設置した山間部では、RSSIを用いた推定を行う際、AP間でRSSIに対する重み付けを行わず一律に位置を推定する手法が使用されている。しかし、山間部では木や斜面によって電波が遮断される現象が多く発生し、APの受信可能範囲が狭まる。それにより、平地の場合に比べ、APはより近い位置で発せられた電波を受信し、強いRSSIを記録することになると考えられる。従って、山間部では、平地と比べより高いRSSIを比較して補正する必要があると考えられる。

この山間部特有の受信環境を考慮したRSSIの補正法を提案する。補正を行うにあたり、同じ時刻に発せられた電波を複数のAPが同時に受信する現象(同時受信)を利用する。まず、同時受信した2つのAPの全データの中で、最初に電波を受信した際のRSSIを集計し、RSSIの最高値と平均値を求める。次に、AP間における各値の比率から最高値と平均値の係数を導き、AP間のRSSIを求めた各係数で除算することで補正を実現する。さらに、補正後のRSSIを補正対象とは異なるAPのキャリブレーション結果に充て、距離を推定する。そして、推定した2つの距離とAP間の距離から、三辺測量により位置を推定する。

2.3 進行ルート推定システム

RSSIの補正值を利用し、害獣の進行ルートを推定するシステムを提案する。このシステムでは計測データから害獣の出現地点、進路、離脱地点、退路を推定しそれらを地図上に出力する。

図1に出現地点と進路の推定の概要図を示す。今回は2つの同時受信点の最長距離を用いた進行ルートの近似を行う。まず、同時受信された点を求めていき、最初に同時受信された点(以下、点A)と、点Aに対して最も距離の離れた位置で同時受信された点(以下、点B)との直線を求める。さらに、受信を開始したAPの方向に対し、APが単独で猿の電波を受信した際の距離を求める。

“The proposal of the advance route presumption system using RSSI in a mountain area”

†1Nakayama Suguru, Sugiura Akihiko
Shizuoka University, Faculty of Informatics
Department of Computer Science

†2Kobayashi Hideyuki
Sendai National College of Technology

†3Nakai Kazufumi, Ezaki Nobuo
Toba National College of Maritime Technology

†4Yamabata Naoto, Kojiya Hitoshi
Mie Prefecture Agricultural Research Institute

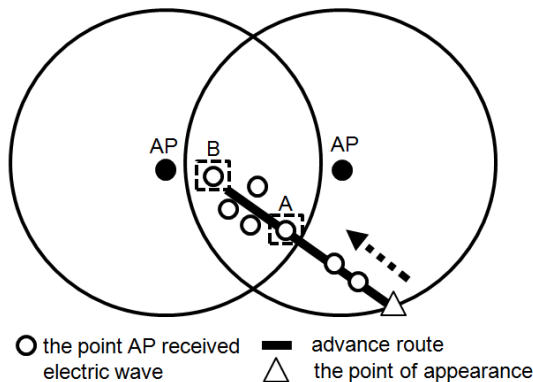


図1 出現地点と進路の推定の概要図

その距離を半径として描くことができる円と、求めた直線との交点を同時受信された点とともに地図上に出力していく。出力した点の中で、受信を開始した点が出現地点となる。また、出現地点から点Bまでの直線が進路となり、害獣は図中の矢印の向きに進行したと推定できる。

続いて、離脱地点、退路を求める。出現地点、進路と同様に同時受信された点を求めていき、最後に同時受信された点(以下、点C)と、点Cに対し最も遠い位置で同時受信された点(以下、点D)との直線を求め、進路と同様に点を出力する。それにより、受信を終えた点が離脱地点となり、離脱地点から点Dまでの直線が退路となる。

3. 実験

最高値、平均値による両係数のうち、どちらが推定精度の向上に最も有効かを明らかにするために、推定精度の比較実験を行った。

実験手順を以下に述べる。まず、猿の首輪と同じものを持ち、定められた経路を歩く。次に、各APにおける受信時のRSSIを各係数で補正し、三辺測量により位置を推定する。

精度の比較には、推定できる割合、平均誤差、平均誤差率の3つの指標を用いる。推定できる割合とは、同時受信した総数に対して、三辺測量による推定が可能となった同時受信数の割合である。また、同時受信した時刻において、経路上の位置と推定位置との距離の誤差を求める。この誤差を経路上の全ての同時受信した時刻で求め、その平均値を平均誤差とする。さらに、推定位置との誤差を、同時受信した位置からAPまでの距離で除算する。除算値の平均を同様に求め、平均誤差率と定める。

2.2で述べた既存手法による位置推定も、補正前の推定という位置付けで比較実験を行う。最適な状態の設定として、AP毎にRSSIと距離の分

表1 推定精度の比較

	推定できる割合	平均誤差	平均誤差率
補正前	29.00%	735.6m	223.50%
平均値	53.20%	377.4m	117.50%
最高値	55.40%	277.9m	78.30%
AP毎のキャリブレーション	69.40%	200.1m	63.10%

布からRSSIに対する距離の近似曲線を求め、各APから位置推定を行う手法(AP毎のキャリブレーション)と、最高値、平均値の手法を比較する。

4. 結果・考察

実験結果を表1に示す。表1の推定できる割合を見ると、先行研究による手法は推定が行えない場合が多いことが分かる。さらに、平均誤差が最も大きく平均誤差率も最も高い。これは2.2で述べた山間部特有の現象が起因したためと考えられる。一方、最高値と平均値に着目すると、最高値の方が推定できる割合が2.2[%]高い。また、平均誤差も約100[m]小さく、加えて平均誤差率も37.2[%]高いため、全ての指標で理想値に最も近い。これは斜面による電波の遮断を考慮することで、AP間で生じるRSSIから導出した距離の差の縮小に最も成功したためと考えられる。

5. まとめ

山間部における位置推定精度の向上と、APごとのキャリブレーションの簡略化を行うために、AP間でRSSIを補正した。また、RSSIの補正值を利用し、推定対象の出現地点、進路、離脱地点、退路を推定する進行ルート推定システムを提案した。RSSIの補正実験では、山間部における受信環境を考慮した最高値による補正係数が、最も推定精度向上の効果が高いことが分かった。また、AP間でRSSIを補正し合うことにより、APごとのキャリブレーションを簡略化した推定を実現した。

今後は、進行ルート推定システムで用いた進行ルートの近似法を高度化させ、害獣の進行のパターン化を目指す。

Reference

[1]山田真太郎, 高山潤也, 大山真司. 非計量多次元尺度法による受信電波強度の大小関係に着目した無線端末の位置計測. 信学論(B), Vol. J90-B, No. 12, pp. 1314-1325, 2007.