

実現場データを用いたマルチホップポジショニングの検証

東京理科大学	学生員	○鈴木	拓也
東京理科大学	学生員	今村	俊毅
東京理科大学	正会員	佐伯	昌之

1. はじめに

著者等は、これまでに準静的な変位のモニタリングを目的として、GPS と無線センサネットワーク技術を結合したシステムの開発を進めてきた¹⁾。本システムは、安価な1周波GPS受信機と特定小電力無線、バッテリー、小型のパッチアンテナを搭載した複数のセンサノードと、それらを管理するサーバで構成されている。各々のセンサノードはサーバの指示によりGPSデータを取得し、データをサーバへ送信する。各センサノードの変位は、サーバにて解析される。

本システムでは、正しい相対位置が数cmの精度で既知である限り、変位をモニタリングすることが可能である。一方、正しい相対位置が未知の場合、変位をモニタリングすることが困難となる。これは、本システムではカーナビなどに使われる小型のパッチアンテナを使用しているため、マルチパスノイズの影響を強く受けてしまい、通常の静的測位解析をする際、正しい整数値バイアスを決定できないからである。この問題を解決するために、著者の一人は、相対位置の正解確率を向上させるMulti-hop Positioningという方法を開発した²⁾。見通しの良いビル屋上で、実際に53個のセンサノードを2m間隔で配置した実験では、相対位置の正解確率が向上することが確認されている。

そこで、本研究では、Multi-hop Positioningを実現場データに適用し、この手法の性能を検証することとした。

2. Multi-hop Positioning の 概要

(1)本手法の考え方

例として、 a を基準点、 b, c を未知点としてそれぞれの相対位置を推定する問題を考える。また、各ベクトルのレシオテストの値は図-1のように算出されたものとする。

$a \rightarrow c$ はレシオテストの値が1.1と小さいため、相対位置の解の信頼性が低いと言える。一方で、 $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$ はレシオテストの値が大きいので、 c の正しい相対位置ベクトルを得るには、信頼性がより高い $a \rightarrow b$, $b \rightarrow c$ の経路の和として相対位置を算出した方が良いということになる。

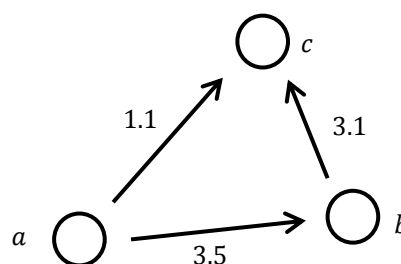


図-1 本手法の考え方

(2)整数値バイアスの正解確率とレシオテストの関係

図-1の例のように、レシオテストの値の差が大きい場合には、どちらの経路を選択するかは容易である。しかし、その差が小さい場合には、何かしらの指標が必要となる。そこで本手法では、実験的に求められた整数値バイアスの正解確率とレシオテストを関係づけることにする。

図-2に実験データから得られた整数値バイアスの正解確率とレシオテストの関係を示す。

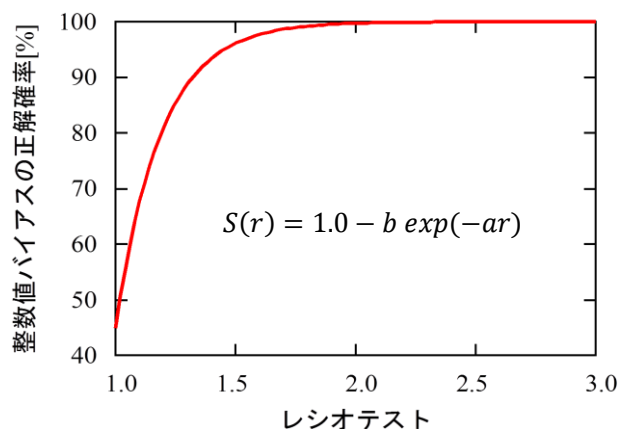


図-2 整数値バイアスの正解確率とレシオテストの関係

キーワード：GPS、無線センサネットワーク、準静的変位、モニタリング、精度

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科 TEL：04-7124-1501

(3) Dijkstra法による経路探索

ある参照点からの相対位置を求める問題は、同時正解確率最大となる最適経路探索問題に帰着される。本手法では、最短経路問題を解くためのアルゴリズムである、Dijkstra法を適用した。ただし、Dijkstra法が、最短経路を探索するのに対して、本手法では経路の正解確率の積が最大となるものを探索する。

4.実現場における検証

本研究では、先の論文において用いた採石の工事現場でのデータのうち、1ヶ月分を用いることとした¹⁾。このデータは、基準点を含めて8台のセンサノードが図-3のように設置され、サンプリングレート1Hzで240秒間観測された連続データが3ヶ月間取得されたものである。また他の変位モニタリングシステムにおいて計測された結果では、センサノードの設置位置において変位が発生していないことが確認されている。



図-3 解析に使用したデータの取得環境

ID2を基準点とし、それぞれの相対位置と、その正解確率を算出した。結果を表-1に示す。表中の静的干渉測位は、基準点ID2からの各々のセンサノードの相対位置を静的干渉測位によって直接的に求めたときの正解確率を示す。また、ここでの正解確率とは、30日分のデータから算出された30個の結果の内、最確値との誤差が $\pm 5\text{cm}$ 未満であるもの正解として、確率を算出したものである。

表-1より、Dijkstra法を適用した場合ID5、6において相対位置の正解確率の向上が見られた。一方で、ID7、8においては相対位置の正解確率が減少した。

表-1 正解確率

ID	静的干渉測位	Multi-hop Positioning
ID3	96.7	96.7
ID4	80.0	80.0
ID5	63.3	76.7
ID6	0	13.3
ID7	83.3	63.3
ID8	47.6	38.1
ID9	76.7	76.7

5.まとめ

Multi-hop Positioningを実現場データに適用した結果、実現場においても本手法が適用出来る可能性があることが分かった。しかし、センサノードによっては正解確率が減少してしまうこともあったため、改善が必要である。Multi-hop Positioningを適用して正解確率が減少してしまった理由としては、ノード間の相対位置が正しく決定できていないにも関わらず、レシオテストの値が大きな値を算出してしまうベクトルが存在したことが大きな要因である。実際、表-1を見るとID2-ID6間の相対位置は正しく決定できていない。ところが、算出された相対位置に50cm近い誤差があるにも関わらず、レシオテストが高い値を算出しているものがあつた。そのため、誤差の大きな経路をあたかも信頼性の高い経路とみなしてしまい、結果的に正解確率の低下につながったと考えられる。

今後の課題としては、今回正しく算出されなかったレシオテストの値の改善に取り組みたいと考えている。

参考文献

- 1) 佐伯昌之, 井上忠治, 澤田茉伊, 志波由紀夫 : GPS無線センサネットワークを用いた準静的変位モニタリングの精度に関する基礎的検討, 土木学会応用力学論文集, Vol. 12, p. 975-982, 2009.
- 2) Masayuki SAEKI, Kenji OGUNI : MULTI-HOP POSITIONING, Proc of PECCS 2012, p.361-368.