

GPS 衛星の誤差傾向と端末間の相対距離について

松原 元希[†] 三好 力[†]龍谷大学理工学部[‡]

1. はじめに

日本は地震大国であることに加え、津波や火山の噴火など、全国各地自然災害が頻繁に起こっている。1995年の阪神淡路大震災や2004年の新潟中越大地震、そして2011年の東日本大震災といった大規模自然災害では多くの犠牲者をだしている。地震が発生し建物の倒壊などが起きた場合、早期に人を発見する必要がある、72時間以内に発見することができなければ脱水症状や低体温症などが原因で生存率が極端に下がってしまう。近年では携帯の保有率はほぼ100%となり基本的には常に身に着けているという状態である。すなわち、携帯を探すということは人を探すということと同意義であると言える。近年日本では多種多様な機能やアプリケーションによる機能の拡張が可能な、スマートフォンの普及がすすんでいる。その多くの機能の中でも本研究では、スマートフォンから取得可能なGPS衛星の情報、特にNMEA形式で取得可能なデータに着目し、他の端末からNMEA形式のデータを取得することができるとして、実際にAndroid端末のスマートフォン端末を用いて他の端末を探す検証を行う。

GPSはナビゲーションシステムなどで主に使用されている。ナビゲーションシステムは車などで使用されていることが多く、目的地を登録すると、正確に目的地まで案内してくれる。しかし、車ではなく、徒歩での移動の際など、自分の、本当に正確な位置を測定しようとする、その現在位置には数10m前後の誤差が生じてしまう。その原因としては、GPSは使用する端末や環境、情報取得可能な衛星数などによってその精度に変化が生じるからである。高層ビルなどの多い場所より、開けた場所では、単純に取得可能な衛星が増えることから、その精度は大きく向上する。しかし、周囲に電波を遮断する建物が少ない場所で観測を行ったとしても、衛星から送信される電波が空気中などで屈折することなどで起こるマルチパスなどにより、GPS情報に誤差が生じてしまう。

そこで本研究では探したい目的としている端末の相対位置を正確に探索するために、使用衛星と情報を取得する時間を統一するという手法を提案する。この手法を用いることにより、現在位置の正確な特定はできないが、取得した現在位置と実際の位置との誤差の大きさは、目的

はないかと考えた。これを検証するため実験を行い、検討する。

2. 既存技術

2.1 GPSの仕組みについて

GPSとはGlobal Positioning Systemの略で、全世界で使用可能な位置測定システムであるGPS衛星は高度約2万kmのところを30個以上飛行おり、その中で最低でも4機以上GPS衛星が観測可能であれば、それぞれのGPS衛星から、GPS衛星の軌道情報、時間のデータを取得でき受信機で現在位置の測位が可能となる。以下に単独測位の場合の原理を説明する。

まず、GPS衛星から電波を発信した時刻を含むデータを送信する。そのデータを受信機で受信した時刻で引くことにより求められた、電波が衛星と受信機を移動するのにかかった時間と、光の速さにより、GPS衛星から受信機間の距離を測定する。3つの衛星の情報を取得できれば、連立方程式を用いて位置を特定できる。しかし、受信機の時計はGPS衛星に搭載されている時計に比べ、精度が劣る。実際には水晶時計がスマートフォンには搭載されており、GPS衛星にはルビジウム、又は、セシウム原子時計が搭載されており地上からの信号により修正も行われている。よって、電波を送信する衛星側の時刻には誤差は少ないが、受信器側の時計に誤差があり、それらの誤差を4つ目の衛星の情報を連立方程式に追加し時間の誤差の修正を行っている。衛星は遮るものがない場合、基本的に4機は頭上を飛行しているように衛星を配置されており、4つを1センテンスとし、各センテンスごとに位置探索を行う。

3 提案手法

タブレット端末のGPSで取得する推測された位置情報は実際の位置とは数10m前後の誤差が存在する事が多い。GPSを用いて位置推測を行った場合の、誤差の要因については、その多くは衛星側に依存している。そのことから、位置探索を行う際に「同時刻に同じ衛星から送信される信号」を取得することができれば、その誤差の傾向は一定になると推測した。

よって、複数端末間で、NMEAデータを受信するようなアプリを搭載しておくことにより、そのNMEAデータを受信した他の端末が、自身が取得するNMEAデータの条件、すなわち「位置情報と各センテンスにおける衛星番号と時刻」を条件とし、これを同一にすることにより、各端末で推測した絶対位置よりも誤差の少ない相対距離と相対位置を算出するシステムを提案する。

Title: 「For error tendency of GPS satellites and the relative distance between the terminal」

[†]MATSUBARA Genki, [†]MIYOSHI Tsutomu

[‡]Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

の端末でも、探す側の端末でも同様になるので

4 実験

4.1 実験目的

提案システムの実用性を調べるため、提案手法で求めた相対位置が各端末で推測した絶対位置に比べて、どれくらい正確かを調べる事を目的とする。

4.2 実験概要

ランダムに数10m離れたほぼ同条件の位置に端末を1台ずつ配置した。配置した両端末に位置情報、使用衛星数、使用衛星番号のデータが格納されたNMEA情報を100回取得するようにプログラミングを行い、取得された両端末のNMEA情報の中から条件が一致するものを選択し、その位置情報から相対距離の算出を行う。

評価については2点間の距離の誤差について、相対距離と絶対距離の差を誤差とし、その「両端末の各センテンスにおける衛星番号と時刻が同一」である場合と「全データ」の場合で、その誤差について平均と分散を算出し、比較を行った。

4.3 実験結果

表1-1は条件を満たしている場合と全データの場合について、2端末間の距離にどれだけ誤差があるかについて平均と分散を算出し、比較を行った。

表1-1 各地点における2端末間の距離誤差の平均

	平均(m)	分散(m)
条件あり	10.467	5.343
全データ	11.656	6.720

表1-2は、条件ありに比べ全データについては誤差がどれだけ軽減されているのかを算出した表である。

表1-2 誤差の軽減率について

	平均(%)	分散(%)
誤差の軽減率	10.199	20.487

今回タブレット端末で位置情報を取得した際に、出力された位置情報はそれ以前に計測された位置情報に依存して変動している。このことから使用衛星が連続して一様である場合、どれだけ誤差が軽減されているかを求めるため、両端末の各センテンスにおける衛星番号と時刻が一致し、なおかつその条件でデータが連続する場合、その連続したデータの「最初と最後の相対距離と絶対距離の差」を平均して算出した。結果として0.392m減っていることが確認された。

4.4 考察

以上の実験結果から考察する。表1-2より誤差が平均では約10%軽減され、分散では約20%軽減されているという結果となった。さらに、

両端末の各センテンスにおける衛星番号と時刻が一致し、なおかつその条件でデータが連続する場合、その連続したデータの「最初と最後の相対距離と絶対距離の差」が約0.4m改善されたことから使用衛星が一様であれば誤差は軽減されるということがいえる。

5 まとめ

本論文では、2端末の各センテンスにおける衛星番号と時刻が同一である場合、端末間の相対位置が各端末で推測した絶対位置に比べて、どれくらい正確になるのかということを検証するため、スマートフォンのAndroid端末を用いてプログラミングを行い、実際に野外で検証実験を行った結果、誤差は軽減され、目的の端末をより正確に探索できるようになった。

出力された位置情報はそれ以前に計測された位置情報に依存して変動していることから、位置測定を行っている各センテンスごとの位置情報を用いて検証した場合は、誤差を小さく計測できる可能性はあると推測される。同様に、マルチパスなどの要素をある程度限定するために、受信する衛星数を減らすなど、受信環境を変えるなど、より正確な位置情報を求める手法の検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] 溝口 早苗, トランジスタ技術編集部 GPSのしくみと応用技術 2009年 CQ出版社
- [2] Android Developers <http://developer.android.com/intl/ja/reference/android/location/LocationManager.html>
- [3] GPSのNMEAフォーマット http://www.hiramine.com/physicalcomputing/general/gps_nmeaformat.html
- [4] 中西 葵, 中村 祐之, 高橋良司 Android SDK 逆引きハンドブック 2012年 C&R 研究所