

空間積分法によるDGPS測位精度向上方式

武田知夫 吉川明夫 高橋成文

NTTデータ通信株式会社

1Z-1

1.はじめに

現在、普及型GPS受信機を使用した位置検出システムの適用領域の拡大のため、位置検出精度を向上する技術を開発している。本稿では、現在開発中である空間積分法により短時間での位置検出精度向上を実現したので、その理論と方法を述べる。

2.従来の技術

普及型GPS受信機を用いて位置検出精度を向上する方法としては、DGPS^{註1}の誤差補正法が知られている。これは、SA^{註2}や伝播遅延等の外的要因による誤差を補正するものであるが、

- a: 観測地点固有の誤差(マルチパスなど)
- b: 測位計算における逐次近似の残留誤差
- c: 受信機による擬似距離測定 of 誤差

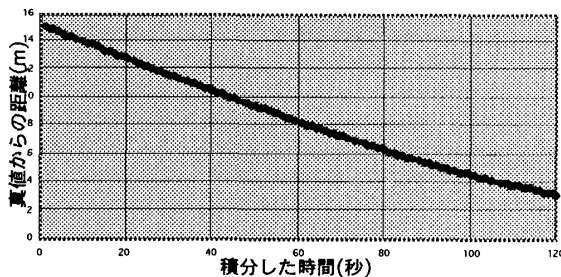
による誤差は残存する。(文献1による)

この内、上記a,bは、観測者の注意により減少可能であるが、cは受信機内部で発生するため、観測時に減少させるのは難しい。また、この誤差は一地点で固定した受信機の観測結果から、真値を中心としたある範囲内を刻々と変化して移動している。

3.空間積分法による精度向上

このような誤差を減少させる方法として従来より、同一地点で長時間観測した結果を積分することにより、求められる平均 μ が、観測点の位置の真値近づくことが知られている。これを時間積分法と呼ぶ。

表1 時間積分法による精度向上



この表は、1秒ずつ得られた観測値を、1秒ずつ重ね合わせをして得られた結果である。

^{註1} Differential GPS トランスロケーションとも呼ばれる

^{註2} Selective Availability GPS衛星システム管理者によって付加されている誤差

これに対し、今回提案する空間積分法は、同一時刻に同一地点で、複数受信機により観測されたデータを積分することにより、時間積分法と同じ効果を短時間で得ようとするものである。ここで空間積分法の理論を説明すると、同一地点に設置した複数のGPS受信機で同一時間に求められる各GPS受信機毎の平均値 x_n とその標準偏差 S_n とを求め、更にそれらの平均と分散を求めると平均 X_n 標準偏差 S_n の関係は次式で表される。

$X_n = \mu, S_n = 1/\sqrt{n} \times \sigma$ (分散の加法定理による)
これは、標準偏差が $1/\sqrt{n}$ に減少したものになる。これが空間積分法による精度向上の原理である。すなわち、ばらつきの減少率、つまり精度向上の改善率は、基準局で n 個、測位局で m 個の空間積分を行った場合、

$$\sqrt{(1/\sqrt{m} + 1/\sqrt{n})/\sqrt{2}}$$

で求められることになる。

4.観測と結果

この方法により観測を行った結果を述べる。システムの装置構成を図1に示す。

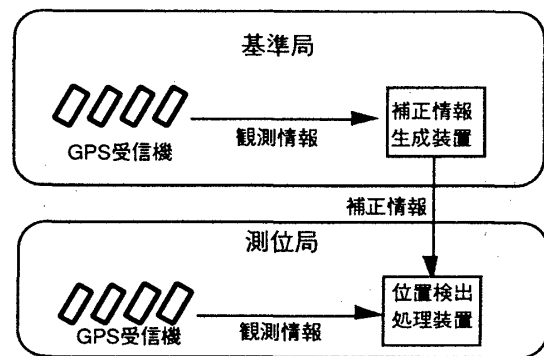


図1 システム構成

GPS受信機はSPA社製IPS-1000D、DOP^{註3}が6以下の環境で、最大30m^{註4}の誤差精度の普及機である。

^{註3} Dillution of Precision 情報を受けるGPS衛星の配置によって計算される測位精度の指標。少ないほど精度は良い。

^{註4} 外的誤差要因が全くない環境での最大誤差値

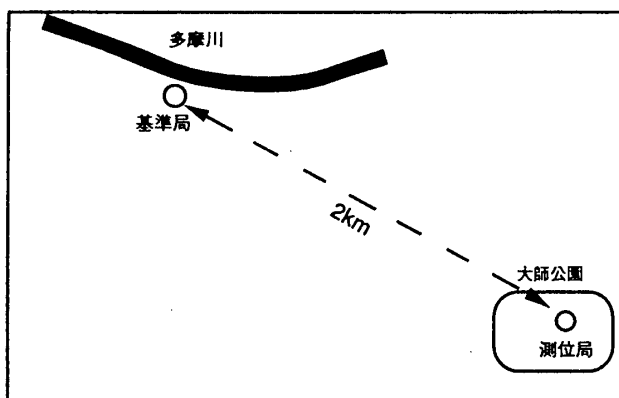


図2 システム配置

基準局は多摩川の河原(北緯35度32分17.0秒、東経139度41分57.9秒)に置き、測位局はそこから2km程離れた大師公園内の4カ所で行った。(図2)

測位局の位置

- ポイントA:北緯35度31分55.3秒
東経139度43分57.5秒
- ポイントB:北緯35度31分57.5秒
東経139度43分57.5秒
- ポイントC:北緯35度31分57.4秒
東経139度43分52.8秒
- ポイントD:北緯35度31分55.9秒
東経139度43分52.9秒

なお、これらの位置は、トリンプル4000DS受信機(精度はDOP<4のとき最大1m。実測で

10cm RMS)の観測平均値である。

空間積分を行う受信機の台数は、基準局で3台、測位局で2台であった。

観測は各ポイント毎に120秒間連続的に行い、空間積分処理をして、観測結果を得た。

精度結果を表2に示す。理論上ばらつきは、

$$\sqrt{((1/\sqrt{3})+(1/\sqrt{2}))/\sqrt{2}} \approx 0.8$$

により、約20%減少するはずだが、この結果全てのポイントにおいて、理論値以上に観測精度が向上している。

表2・観測結果

		観測誤差(m RMS)		改善率
観測地点	方向	空間積分前	空間積分後	(%)
ポイントA	緯度	9.94	5.86	58.94
	経度	5.28	3.77	71.38
ポイントB	緯度	11.57	7.22	62.40
	経度	10.02	6.29	62.81
ポイントC	緯度	7.82	5.54	70.79
	経度	7.60	5.39	70.91
ポイントD	緯度	9.14	5.47	59.83
	経度	9.30	6.80	73.12

5. おわりに

観測結果から、空間積分法は時間積分法と同程度の効果が短時間で得られることが解った。しかし、空間積分法はまだ完成された技術ではなく、いくつかの課題を残しており、今回の結果をふまえ、今後更に考察を深めて行きたい、

参考文献

- (1)土屋淳、辻宏道:"GPS測定の基礎", 日本測量協会,1995
- (2)森口繁一、日科技連数値表委員会:"新編日科技連数値表",日科技連出版社,1990