

F1-25

3D 都市モデルデータを用いた観測点からの衛星可視性と衛星測位精度の関係の検討

Study on the Relationship between Satellite Positioning Accuracy
and Satellite Visibility from the Observation site Using 3D City Model Data○秋元優太郎¹, 佐田達典², 江守央²*Yutaro Akimoto¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: It is necessary to detect the accurate position using high precision multi GNSS to develop the automatic driving system. The choice of the satellite becomes important to realize the accurate positioning because the number of the visible satellites increases including error signals due to multipath. In this study, satellite signals containing multipath caused by surrounding building were excluded, and the companion of the positioning accuracy with and without exclusion was performed. As a result, eliminating satellites signals affected by obstacles improved positioning accuracy at the locations surrounded by skyscraper.

1. はじめに

現在、交通安全、環境保護の観点から自動車の運転支援システムの開発が進められているが、その一つである自動運転において、日本では 2020 年の実用化を目指し実験が行われている。自動運転の実用化には、自車走行位置を正確に把握する必要があり、GNSS の活用による絶対位置の検出が必要となる。しかし、GNSS の精度は電波の受信状況に依存することから、構造物などの遮蔽物があるところでは、精度が低下することが欠点である。GNSS は、一般に米国の GPS が使われているが、他国の衛星も運用されているため、可視衛星数は増加しており、これらを組み合わせることによって精度を向上させることが期待されている。

本研究では、遮蔽物による衛星測位精度が低下する場所において、遮蔽物と精度の関係性を明らかにし、衛星選択の方法を構築することを目的とする。

2. 研究方法

本研究では、2016 年 7 月 16 日（土）の日本時間 18 時～20 時に新宿区内 Figure 1 を 4 周走行実験した際に受信した衛星測位データを解析に用いる。

また、株式会社ゼンリンの「3D 都市モデル」データを使用し、乗用車の走行位置から上空を見上げ、衛星電波が高層ビル等の構造物によって、マルチパスの影響を受けていないかを、地上から衛星の可視、不可視によって Figure 2 のように表し、判定する。Figure 2 は観測点から上空を見上げた図である。J01, R04 等は衛星の種類と番号を表している。円状の点線は等仰角ラインを示し、最も内側の円は 75°、以降 15° ずつ水平に近づく。

解析を行うエリアは、「3D 都市モデル」のエリアのうち、最もコースに関与している場所を選定するため Figure 1 の青矢印区間を選択した。

衛星測位データの解析に当たっては、基線解析ソフトウェア RTKLIB を使用して解析を行い、Fix 解の数、割合から測位精度の比較、評価を行う。

衛星の可視・不可視の判定は、走行ルートを幾つかのポイントに分け、天空図と上空を見上げた図を同じ位置で合成し、Figure 2 を作成する。衛星位置と建物の位置が重なっている場合、不可視衛星として解析から排除する。



Figure 1. Travel route and analysis area

出典：ゼンリン地図サイト いつも NAVI



Figure 2. Sky map and 3D data

3. 解析結果

衛星測位精度の比較は Fix 率で行い、GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou の全衛星を用いたときの結果と、遮蔽物による影響を受けていると見られる衛星を排除した時の結果を Fix 率で比較を行う。地点の位置を Figure 3 に示し、1 周目の 4 地点から 14 地点まで行った解析結果を Table 1 に示す。



Figure 3. Analysis point

出典：ゼンリン地図サイト いつも NAVI

Table 1. Analysis result and Fix solution comparison

地点番号	Fix率[%]		遮蔽物によって 解析から除いた衛星
	G+R+E+J+C	可視性 判断時	
3	45.0%	46.2%	G01 G03 G06 G09 G22 E11 C04
4	34.4%	33.3%	G01 G03 G09 G22 C04
6	7.1%	12.0%	G09 R04 C01 C04 C08
8	69.4%	79.5%	G06 G09 G23 E11 E22 C04
9	65.2%	67.3%	G01 G03 G06 G09 G28 R03 E22 C04
10	59.5%	61.9%	G01 G06 G09 G28 E11 E22 C04
11	59.4%	57.1%	G03 G06 G09 G22 G28 R17 C02
12	63.2%	49.0%	G03 G22 G28 R03 C02
14	62.7%	68.8%	G22 G23 G28 E09 C02 C03

使用衛星…G:GPS R:GLONASS E:Galileo J:QZSS
C:BeiDou

4. 考察

Table 1 のうち 6 地点や 8 地点のような高層ビルに挟まれる区間では、本来不可視の衛星を除くことによって、Fix 率を向上させることができた。6 地点はアンダーパス区間となるため下り坂となっている。高層ビルの高さや坂を下りた高さを合わせると、南側が 118m、北側が 148m の遮蔽物に囲まれる。同様に 8 地点に関しても西側に 145m、東側は 29m であるが、前後に 78m、

113m の遮蔽物のビルに囲まれている。以上の結果から、特に高い高層ビルに囲まれる場所では、天頂付近からの衛星電波を選択して受信することが望ましいと考える。

また、4 地点、11 地点、12 地点については、全ての衛星を使用した結果より良い結果を得ることができなかった。4 地点において考えられる原因は、他の地点と比べて四方に遮蔽物があるため、使用できる衛星が限られる。4 地点は交差点に囲まれ四方に遮蔽物が存在する。いずれの方向の衛星も遮蔽物によって劣化して受信機に到達するため、より複数衛星が必要であったと考えられる。

11、12 地点において、考えられる原因は、2016 年度、菊田らが行った研究^[2]において、同データで衛星の組み合わせ別に解析をした結果、11、12 地点は G+R+E+J+C、すなわち全ての衛星を使用することが最も良好な組み合わせの場所であった。そのため、衛星を除くことが不適な場所であったと考えられる。その他の地点は僅かであるが、Fix 率の向上が見られた。

解析したエリアの中には 10 地点等、広幅道路のため、遮蔽物の影響を大きく受けることがない場所も解析を行った。この条件では、Fix 率の向上も微増であることが解析結果から分かった。

5. おわりに

今回の解析から、可視性による衛星使用の判断は一部を除いて効果があるということがわかった。特に高層ビルなど都市部においては有効な手段として一つの手段にできると考える。

しかし、今回解析したデータは 1 周目の半分のデータであり、より結果の信頼性を出すためには、1 周目全てのデータ、2 周目、3 周目も同様に解析する必要がある。

今後は、衛星測位精度向上のために本研究で提案した手法を展開し、自動運転技術につなげていきたい。

参考文献

- [1]久保信明：マルチ GNSS 時代の高精度測位，システム制御情報学会誌，Vol.59，No.4，pp.120-125，2015.
- [2]菊田和雄・佐田達典・江守央：「自動運転に向けた衛星電波遮蔽環境下における高精度マルチ GNSS による走行位置精度検証」，平成 28 年度日本大学理工学部学術講演会講演集，pp.352-353，2016.