

GPS を用いる AR コンテンツに与える位置精度の影響について

Study on an Influence by Positional Precision to AR Contents with Using GPS

関口敦仁

SEKIGUCHI Atsuhito,

Abstract モバイル端末からノート型 PC、一体型 PC まで、高性能の画像表示能力とカメラを備えるのが標準となりつつあり、GPS 内蔵や GPS との接続により野外などでの AR コンテンツの利用が現実化しつつある。この状況において、各種 GPS 測位法の異なる位置精度によって、これらコンテンツがどの程度の影響を受けるのであろうか。これらの適性について、精度の違いと AR コンテンツ体験の関係性から感覚的マッチングについて述べる。

Keyword GPS、AR コンテンツ、GPS 測位法、MBAS、MTSAT

1. はじめに

この 10 年あまり、野外での史跡表示環境システム構築のために、GPS を活用した位置情報システムと表示との関係づけから、インターフェイスがグラフィックの精度などの検討を行って来た。GPS の精度のみならず、ポリゴン表示に使用するグラフィック表示性能やコンテンツの性格から、表示すべきデータ精度の設定など複合的な条件によって、示すべきコンテンツの内部にも影響を与えている。そのような中で、人の位置と表示システムの関係から GPS の精度によるコンテンツとの関係について述べる。



図1 VRS-RTK による表示実験

2. AR システム

2.1 AR 表示システム

元来、AR システムは拡張現実感 (Augmented Reality) の事で、VR (ヴァーチャルリアリティ Virtual Reality) の延長上として、カメラシステムによって取り込まれた現実の画像上に仮想現実が現れるシステムを指している。この研究のターゲットは目の代わりとなるカメラ画像と現実の視点が一致している事が本来、最良の条件となる。しかしながら、近年、AR システムはシステムスペック上、視線との完全な同期環境を VR システムで実現するばかりでなく、カメラ画像からの位置情報の同期による現実感をサポートするシステムなどヴィジ

ョン技術による位置情報の取得と仮想現実との一致する環境に対しても使われるようになって来ている。

また、AR システムが規模の大きくなりがちな VR 技術環境から独立して、移動体環境との組合せによる提示が可能となる状況が出て来た事で、より身近な仕組みとして活用されるようになって来た。既にモバイル端末を初めとして、すでに加速度センサー、ジャイロ、方位センサーなどの姿勢センサー類が内蔵されている機種が一般的になりつつある状況がある。このような環境では利用される位置情報取得は野外において GPS システムが利用され、室内ではカメラシステムや電波の減衰情報による位置情報の取得などが使われる。

ここでは特に GPS システムによる位置情報の取得の際の精度について焦点を絞り、AR システムとのマッチングについて言及する。また、本文中での GPS 測位の比較ため、各 GPS を接続した表示システムには方位センサー、加速度センサー、ジャイロセンサーが全て接続され、これらのデータによっておこなう姿勢変化が同条件であることを想定する。

3. GPS の測位法

GPS は Global Positioning System の略称で米国が運用する衛星測位システムである。

昨年、日本で初めてとなる衛星測位システムを備えた準天頂衛星の「みちびき」が打ち上げられた。現在、米国が打ち上げた GPS 衛星は 24 個あり、これらのうち、上空に位置する 4 つ以上の GPS 衛星の電波を受信し、各衛星からの距離を算出する方法（単独測位）や、受信機間の相対的な位置関係を計測する方法があります。（相対測位）。より高精度な測位法について、研究が進められているが以下に現在一般的に運用されている測位を挙げる。

3.1 単独測位

誤差 10m 程度で民生用に多く使用されている。一般の携帯用、自動車のナビシステムなどに利用されている。

3.2 DGPS : Differential GPS

相対測位方式。位置が既に特定されている基地局を利用して、移動局と GPS 電波を受信して、位置の補正を行う。

日本の国内では、海上保安庁の中波ビーコンの使用が、補正情報の送信により、位置の補正を実時間で行えるようになっている。位置精度として、誤差が数 m と表現される。

機種や条件にもよるが 2-5m 程度として良いだろう。

3.3 SBAS: Satellite Based Augmentation System

静止衛星型衛星航法補強システムのこと。航空機での測位の安全性、信頼性、精度を高める為の方法。DGPS の補正信号を静止軌道の衛星から受信機送信する手段。

精度は数 m から 1m 以下

- ・ 日本 MSAS(MTSAT-based Satellite Augmentation System),
- ・ 北米 WAAS(Wide Area Augmentation System),
- ・ 欧州 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service)

3.4 RTK-GPS : Real Time Kinematic GPS

相対測位のうちの干渉測位。国土地理院が管理する電子基準点から電波を受信し、その位

相差から測位計算を行う。基地局を設定し、複数の移動局と通信を行いながら測位を行う。初めのキャリブレーションに 15 分程度掛かるが、測位を開始すれば、誤差は 1-3 cm 程度で移動測量が可能である。

3.5 VRS-RTK-GPS : Virtual Reference Station RTK- GPS

干渉測位。仮想の基準点を設定し、補正データを通信するセンターと携帯電話などでやりとりし、RTK 測位を実現する。一つの移動受信機で精度の高い測位が可能。

3.6 静止測量

静的干渉測位ともいう。複数の受信機で 4 つ以上の衛星を長時間観測し、一時間以上掛けて、衛星の一変化を観測し測位を行う、精度の高い計測方法。

3.7 A-GPS : Assisted GPS

携帯電話やスマートフォンなどで利用される測位技術。

単独測位に加え、数キロから数十キロの範囲で設置された携帯電話の通信基地局を利用して、測位と位置情報を高速に特定する技術。通常の GPS では遮蔽物の無い野外での測位のみであるが精度の変化はあるものの野外から室内へとシームレスな相違を実現している。野外では 5-10m 程度建物内では 20m 程度の精度が得られる。

3.8 位置精度の比較

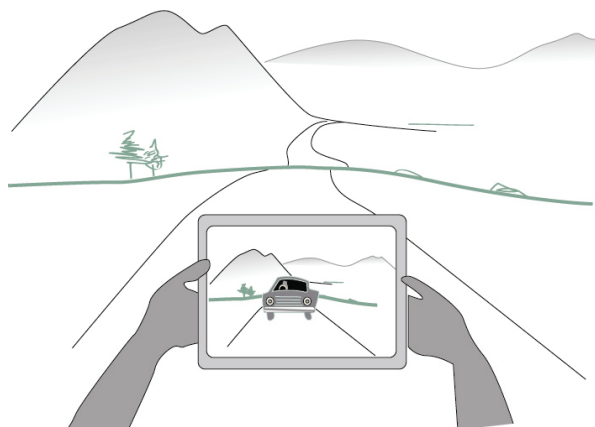
以上の各測位方法から、それぞれの特徴と位置精度を表にした。また、アンテナの携帯性と精度の関係を見る為にアンテナサイズについても記載した。表 1 の比較で見る通り、精度違いによって、受信アンテナの大きさも相対的に変化している。アンテナのサイズについては、基本的には大きければ大きいほど、受信率が上がるが、携帯タイプのものには、フィルム化や収納性を考えて開発がされつつあるが、今後とも極端なダウンサイズが行われるとは思われない。今後、準天頂衛星システムが利用できるようになった場合、SBAS と同用の補正データでの利用が想定されているが、今後より高感度の内蔵型のアンテナが開発されて来るか、またより小さいアンテナで補正データを取得できる信号を送れるのかなどによって、高精度を生かした一般利用での利便性は大きく変わって来るなど課題は多く残っている。

表 1 GPS 測位比較表

測位名	位置精度	特長	アンテナサイズ直径
A-GPS	5-15m, 室内 20m	室内でも測位	1cm 程度 (収納性のためフィルム化変形アンテナもあり。)
単独	5-15m	簡易	2cm -5cm 程度
D-GPS	2-10m	補正情報が必要(中波ビーコン)	3cm-10cm
SBAS	0.8-2m	補正情報が必要 (MTSAT 利用)	5cm-10cm
VRS-RTK	1-3cm	VRS データセンターと通信	20cm
RTK	1-3cm	複数受信機の使用可能	20cm 移動局 40cm 基準局
静止	1cm 以下	測位に時間が掛かる。静止のみ。	20cm-40cm

4. 人の知覚

4.1 視覚的認知



AR コンテンツを利用するプラットフォームは現実世界に現れる仮想の窓である。表示画面内の空間全体が現実との接点であるかのような表示を行う事で、人の認知能力を利用して、視覚的に現実空間と仮想空間に提示される情報の質的一致を導き出す。

図 2 AR 表示システムでの表示イメージ

4.2 人の移動

人が AR コンテンツを利用する際に、そのプラットフォームとなる PC やモバイル機器を所持し、画面を観察しながら移動する。その移動手段の基本は徒歩となる。一般的に歩幅の計算は歩幅＝身長-100cm である。身長が 170cm であれば、その歩幅は 70cm となる。また、一分間の歩数を歩調というが、一般青年で 110-120 の歩調である。AR コンテンツ利用時には、目的地に向かおうとする通常の歩行行為とは異なり、より歩幅が短い場合が考えられる。その場合は一般的な歩幅を 60cm とした場合、一秒間に 60cm を 2 歩以下程度の移動を行うこととなる。

4.3 人の移動と測位精度との関係

人の歩幅を AR コンテンツが表示される装置を所持した場合に 60cm として想定し、0.8hz の歩行速度で歩いた場合と測位精度の関係を比較してみた（表 2）。このとき GPS の測位データは 1HZ で送信され AR システム内の表示空間の位置の移動も見かけ上は 1HZ で更新される。

4.3.1 A-GPS の場合

A-GPS の測位精度は野外では 5-10m の位置精度を持つため、静止していても常に 5-10m の位置的ずれを持つ AR 空間の中に居る。見ている対象が広範囲になれば、その誤差に対する違和感は自然と無くなってくるであろう。しかしながら、自分から半径 1m 以内の空間を AR 空間として把握したい場合には、5-10m の誤差によって、完全に異なる地点が表示されてしまう。



図 3 MBAS(SOKIA-GR1600)と AR 表示システム

4.3.2 D-GPS の場合

D-GPS の測位精度は 2m-10m 程度である。中はビーコンを前提とした場合、通常は小型船舶などで利用など、低いスピードによる利用が多い、そのばあい単独測位などによるものよ

り、規模的にも適切な利用である。より速度の遅い歩行時での使用においては、野外の比較的広いエリアでの AR コンテンツでの利用について、可能であろうと考えられる。

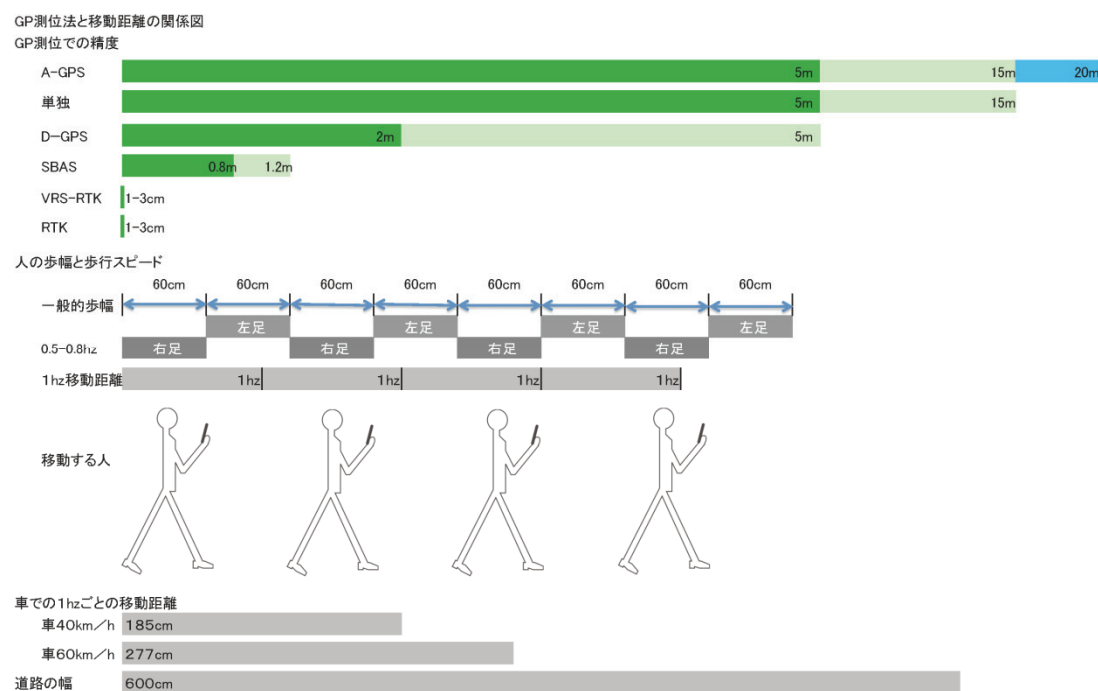
4.3.3 SBAS の場合

SBAS での測位精度は 0.8-2m 以内であり、通常の利用においても 1m 以下の精度を保つ。1Hz あたり 1m の位置精度であり、人の移動と同じタイミングで同じ移動距離を AR コンテンツで表示可能である。

4.3.4 VRS-RTK ならびに RTK の場合

これらの測位法は土木の測量や土木機器での自動測量での利用に主に使われて来た。制度の要求される実作業用に活用可能な測位法である。AR コンテンツでの実験では、高精度であるが、人が所持して、10Hz で 1cm の精度は完全にオーバースペックであった。しかしながら、垂直の位置精度も 3cm であり、AR コンテンツ内で見られる近くにある空間モデルを垂直に追って行くような動きによって、コンテンツ鑑賞する際には、きわめてスムーズな表示を得ることができた。

表 2 GPS 測位精度と人の移動距離との比較



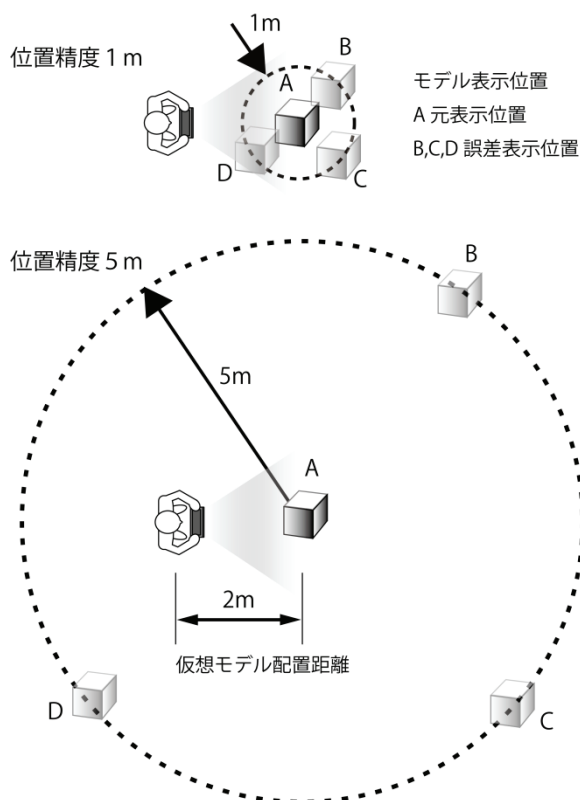
5. AR コンテンツでの GPS 利用の適切性

人の移動と表示内空間位置の同調性がより適切であり、かつ、各機器の携帯性を考えた場合、SBAS が現時点で最良の表示環境をもたらすと考えられる。これは、人の移動と位置精度がほぼ同程度で移行する為、見る対象となる空間が誤差から実空間と異なる風景位置を表示しない点があげられる。この点は図2のイラストのように見ている視界に対して、同様の風景を提供する事で、表示装置内に現れる風景を同じ現実空間として認知する事を可能とす

るからである。

5.1 表示モデルと位置誤差の関係

図 4 は測位精度 1m と測位精度 5m の環境において、AR コンテンツ内の設定位置表示モデル A が鑑賞者から 2m の位置にある時に誤差表示位置されたモデル B、C、D の位置にあるときの鑑賞者と表示画面との関係について比較したものである。鑑賞者から見て前方 2m の位置に仮想表示されるべきモデル A は位置精度 5m においては既に表示画角イメージ内から



外れてしまっているが、1Hz 入力において、時に表示される事はあるが、人の認知能力内の現実空間との同期にはすでに限度を超えている。一方、測位精度 1m においては対象モデルの誤差表示も含めてすべての表示が表示画角イメージ内に入り、人の認知能力における現実空間との同期も可能な状態である。

図 4、測位精度と表示モデルの関係

6. まとめ

GPS の測位精度と AR コンテンツ表示との関係はそのコンテンツを体験すれば一目瞭然ではあるが、想定する対象物との距離や詳細度によって、想定される設定は変化する。今後、実用化する準天頂衛星システム (QZSS: Quasi-Zenith Satellite System)によって、MBAS より位置精度の高いサービスが提供されれば、GPS を利用する AR コンテンツ開発も増加し、新しい AR コンテンツも期待できるだろう。

参考文献

1. 関口敦仁, 小林孝浩, 平林真実, 井口誠: RTK-GPS を利用した史跡アーカイブ表示システムの研究, 日本バーチャリアリティ学会第 8 回大会論文集, pp191-194(2003)
2. “Examination of Mixed Reality System Devoted for Outdoor Contents as Artistic Presentation”, Takahiro Kobayashi, Hiroyuki Ishihara, Akitsugu Maebayashi, Masami Hirabayashi, and Atsuhito Sekiguchi, Proceedings of the 13th International Conference on Virtual Systems and Multimedia(VSMM'07), 2007