

K-30 Field Augmented Reality 実現のための絶対位置・方位測定方法の検討

Study of measuring the absolute position and orientation for achieving a Field Augmented Reality.

坂本 敦也† 小池 公二† 大谷 淳†
 Atsuya Sakamoto Koji Koike Jun Ohya

1. まえがき

近年、現実空間と仮想空間を融合した環境「複合現実感」(MR: Mixed Reality)に関する研究が盛んに行われている。その中でも、現実空間に仮想空間の物体を重畳することで現実の感覚を増強する AR(Augmented Reality) [1]~[4]は、注目されている。

筆者らは、AR を屋外の遺跡の展示に適用することにより、Field Museum の実現を目指している。Field Museum とは、遺跡の現場における展示の実現が目的であり、例えば、過去に建築物等が存在していたものの、現在ではほぼ何も残されていないような遺跡の現場における有効な展示法の実現を目指すものである。このような遺跡において、巨額を投じて過去の建造物を復元する試みも行われているが、考古学的学説の変化への対応が困難であるのに対して、AR 技術に基づく Field Museum の場合、柔軟な対応が可能という大きな特徴がある。

本稿では、Field Museum で用いられる AR 技術実現のために重要な技術である、人物(Field Museum への入場者)の遺跡における絶対位置および方位測定方法について述べるとともに、考察を加える。

2. Field Museum

2.1 Field Museum の基本的な考え方

筆者らが提案し、検討を進めている Field Museum の目的は、遺跡の現場において、見学者の様々なニーズに対応可能な展示を提供することである。過去には歴史的な建造物が存在していたものの、現在では全部あるいは部分的に消失してしまった遺跡は数多い。このような遺跡の現場において見学者は、過去にどのような建造物がどこに、どのように存在していたのかを知りたいと考えることが多いとされる。そこで、筆者らは、遺跡の環境中に遍在型分散データベースを設置し、見学者が携帯する AR 型端末に、無線により効率的に情報を提供することを基本方針とした。即ち、遺跡の各場所に、近距離無線 IC チップを配置し、見学者がその IC チップに近づくと、適宜情報を AR 型端末に呈示する。この時、提供される最も重要な情報の一つは、過去の建造物の見え方なので、CG 技術により 3 次元モデリングされた過去の建造物を、実景に重畳表示する。以下に、Field Museum をより詳細に検討する。

2.2 Field Museum の遍在型分散データベースの検討

Field Museum に設置される遍在型分散データベースは、無線通信機能付き IC チップ/タグ(RFID: radio frequency identification)を、遺跡・遺構等に直接埋め込むことにより実現される。各 IC チップに記憶された情報を適宜見学者の AR 端末に無線により送信する。

IC チップから発信される無線には、指向性のあるものと、無指向性の無線とがある。指向性のある無線は大量の情報を送受信することが可能であるが、発信源から無線が送信される場所はかなり精度高く受信機をもっていかないと受信できない、等の弱点がある。一方、無指向性無線の場合、フィールドに配置された隣り合う IC チップからの無線の到達範囲が重ならないようにすれば、無線到達範囲に携帯 AR 端末が入れば、混信を避けつつ受信可能である。ただし、

指向性がないので、発信源の高精度の位置検出は不可能である。

2.3 情報取得のための AR ベースの端末

Field Museum における見学者が使用する携帯 AR 端末として、屋外でも楽に目視が可能な液晶ボード状の端末機を使う。あるいは、既存の頭部装着型の AR ゴーグルも有効と考えられる。

見学者がフィールドの中を歩き、興味のある対象物に近づくと、無線通信機能付きの IC チップ/タグ(RFID: radio frequency identification)からの電波を、携帯 AR 端末はリアルタイムに受信し、文化財等の情報のある対象物の場所やその場所に過去存在していた建造物の CG 像が視覚的に端末の画面上に表示される。

しかし、AR は、現実空間と仮想空間をずれなく融合することで実現される為、問題点(以下に記述)が多く実用までにいたらないのが現状である。

- ・空間的ずれ・・・観測者の視点が静止している状況での静的位置合わせ
- ・時間的ずれ・・・視点の移動時に生じるずれ(情報の遅れ)
- ・画質的ずれ・・・解像度や陰影など 2 つの空間の画質でのずれ

本稿においては、空間的ずれを解消することを重視し、検討を行う。即ち、見学者が携帯する端末の、ワールド座表系における絶対的位置と 3 座標軸回りの回転を精度高く計測することが、空間的ずれを解消し、高精度に実景と CG 画像を重畳表示することに貢献する。以下に、絶対位置測定法と回転(姿勢)測定法を検討する。

3. 位置測定

3.1 GPS

GPS(Global Positioning System) [6], [7]は、人工衛星からの電波を用いた位置測定システムである。

高度約 20,000km 上空を飛ぶ人工衛星からの 1 GHz 帯のマイクロ波を利用して、空が見渡せる場所であれば、地球上のどこでも利用する事ができる。

「図 1 GPS の原理」

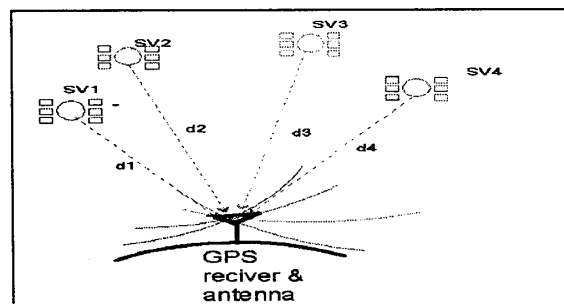


図1 GPSの原理

衛星の位置(SV1, SV2, SV3, SV4)が既知のとき、各衛星とGPS レシーバとの距離(d1, d2, d3, d4)が求まれば、球の方程式の解として、GPS レシーバの位置(X, Y, Z)が求まる。GPS 衛星との距離は、電波の伝搬遅延時間をスペクトラム拡散による測距技術により求める。この測距技術による測定精度は1m以下(時刻差にして10⁻⁸のマイナス8乗程度)である。衛星の時計には、原子時計が使われていて、標

† 早稲田大学 大学院国際情報通信研究科GITS

準時刻系(UTC)に正確に同期している。GPS 測位では、受信点の位置が求まると同時に、伝搬時間差から逆算することで受信機時計と標準時刻との補正量も求まる。

3.2 DGPS

基地局で GPS によって測定された緯度経度を正確な緯度経度と比較して、その差分を補正情報として発信しておりこの補正情報を処理する。

方法として3つある。

- ① 複数の地点で、単独測位を行ってそれぞれの位置情報を差し引いて相対位置を求める方法。
- ② 三角点等の位置が正確に分かっている基準となる地点で、単独測位を行って正しい位置との差を求めてそれを他の地点の補正量とする。船舶等で利用されている方法は、基地局から衛星通信や携帯電話を利用して、この補正量を伝送している。
- ③ 複数の観測点で4衛星以上のC/AコードやPコードから求めた擬似距離から基線解析処理を行い相対関係を求める場合により、無線機を装備しリアルタイムで位置を求めることが可能。この方法だと1~5 mの精度で相対位置を求めることができる。

DGPS(Differential GPS)では、様々な補正情報を利用することで飛躍的に精度を上昇させたものである。

(a) 中波ビーコン網によるDGPS補正データ放送

日本列島沿岸は、航行する船舶の航行支援のために古くから中波ビーコン網が整備されている。これらは300[kHz]の中波電波を断続的に発射しており、船舶はこの電波の方向から自船のおおまかな位置を知ることができるようにになっている。現在では、平成11年4月に新たに開局したビーコン局を含む27局で、南西諸島を含む日本列島沿岸全域をサービスエリアとするDGPSサービス網が完成している。

(b) FM多重によるDGPS補正データ放送

FM放送の音声周波数領域には、ステレオ放送の主・副音声の他に76[kHz]を副搬送波とするデータ送信用のチャンネルが用意されている。この方式はNHKにより開発されたもので、DARC(Data Radio Channel)方式と名付けられている。このデータの一部にDGPS補正情報が挿入されており、全国7個所の基準局から主にカーナビゲーション用のGPSを対象として、約5秒毎の周期でデータが送信されている。

4. 姿勢測定

4.1 ジャイロ

ジャイロセンサには、回転するコマの性質を利用したものと、振動する梁にかかるコリオリ力を利用したものとがある。前者は原理上、剛性が高く、重量も大きい(1自由度500g程度)が、後者は、ビデオカメラの手ぶれ防止に利用されている。

4.2 その他の3次元位置センサー

(a) 画像処理による点追跡

画像処理による点追跡は、ビデオカメラから取り込んだ動画像について、その画面内の特徴点(例えばLEDマーカーなど)の3次元位置をリアルタイムで計測するものである。カメラを2台用意すれば立体計測が可能となるので、装着型のセンサを全く必要としないという利点がある。しかしながら、カメラに特徴点が映っていないと立体計測ができないため、カメラと特徴点の間に障害物を置いてはいけないという制約がつく。ARシステムへの適用例としては、白い板に黒い枠を描いておき、その枠の見え方の変化から、板の位置と向きを推定するシステムの開発例がある[5]。

画像処理については、何も無い場所では使いにくいですが、昔の建物がある程度残っている遺跡では使うことができる。

(b) 超音波による空間位置センサ

超音波による空間位置センサは、磁気よりも安価に構成できる空間位置センサである。3次元位置を計測する原理は、以下のようにになっている。まず、1つの超音波発振器に対して3つの受信器を置く。次に、各々に超音波が到達

するまでの時間遅れを計測する。すると、三角測量の原理により、受信器と発振器の位置関係を定めることができる。これ原理であれば、さらに複数の受信器を用意することにより、姿勢角(オイラー角)の測定も可能である。製品には、Logitech社の3次元マウスやStereo Graphics社のPrivate Eye VRなどがある。このセンサの欠点は、・空気中の音速変化がそのまま誤差となる・測量範囲はあまり広くない(磁気センサと大差はない)、などがある。

(c) 磁気による空間位置センサ

磁気による空間センサは、磁束の変化によって、コイルに起電力が生ずるという原理を利用している。この原理をセンサに製品化した例がいくつかある。1例目は、ポルヘマス(Polhemus)社の3SPACE FASTRAKおよびISOTRAKIIである。これは、磁束変化に交流磁界を使用したものである。2例目は、Accension社のBirdである。これは、磁束変化を直流磁界のステップ状の立上りによって与える方式である。これら磁気による空間位置センサは、・高価である・測量範囲が大コイルを中心としたたかだか数メートルの程度と狭い・付近に磁性体があるとそれがただちに誤差に結びつく・などの多くの欠点がある。しかしながら、理想的な環境上では比較的高い精度で3次元位置を計測することが可能である。

5. まとめ

過去の建造物のほとんどが既に消失しているような遺跡における新たな展示方法としてField Museumを提案し、予備的な検討を行った。Field Museumでは、遺跡中に無線ICチップを利用した遍在型分散データベースを配置し、見学者が携帯するAR端末に対して効率的に無線により、見学者がいる場所の過去の建造物の情報等を提供可能とすることを旨とする。このようなシステムを実現するために重要な技術の一つとして、見学者の携帯するAR端末の絶対的位置と方向の計測がある。本稿では、絶対的位置計測についてはGPSを比較検討した。姿勢測定についてはジャイロ等の方式の比較検討を行った。今後は実際にシステムを構築し、性能評価等を行う予定である。

謝辞

本研究は、凸版印刷(株)の支援を受けて行われたものであり、心より感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 広瀬通孝、廣戸健一郎、“屋外領域展示空間における画像と対象物の重ね合わせ” 日本VR学会第5回大会論文集(2000.9)
- [2] 佐々木博史、黒田知宏、眞鍋佳嗣、千原国宏、“ウェアラブルコンピュータとデバイスデバイスレスインターフォースに関する一考察” 日本VR学会第6回大会論文集(2001.9)
- [3] 穴吹まほろ、佐藤清秀、山本裕之、田村秀行、“屋外装着型複合現実感システムの開発と応用” 日本VR学会第6回大会論文集(2001.9)
- [4] 横小路泰義、菅原嘉彦、吉川恒夫、“画像と加速度計を用いたシースルーHMD上での正確な画像の重ね合わせ” 日本VR学会第4回大会論文集(1999.9)
- [5] 加藤博一、Mark Billinghamurst、浅野浩一、橘啓八郎、“マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション” 日本VR学会論文集 Vol.4 No.4
- [6] 飯村友三郎、中根勝見、箱岩英一、“TS・GPSによる基準点測量” 東洋出版
- [7] <http://doujinya.free-city.net/character/tkcg.html>