

GPSおよびIMUの利用による写真測量の効率化に関する調査研究

実施期間 平成13年度～平成14年度
測図部写真測量技術開発室 南雲 吉久 中南 清晃

1. はじめに

人工衛星の軌道情報を利用して全地球上で3次元位置を計測できるGPSシステムは、1990年代初めに基準点測量をはじめとする測量分野への適用が急速に進んだ。国土地理院による電子基準点の整備により、GPSの利用はますます活発になっている。近年、空間データ取得の手段として、レーザスキャナシステムやスリーラインスキャナシステム等の新技術が開発され実用化されつつあるが、それらには、GPSとIMU（慣性姿勢計測装置）を統合させた空間位置計測技術が利用されている。今回この空間位置計測技術について調査を行ったので報告する。

2. 研究実施内容

GPSとIMUの統合技術による空間位置計測技術の仕組みと、その技術を利用した事例収集を行った。

3. 得られた成果

(1) GPS / IMU統合技術

GPS (Global Positioning System : 汎地球測位システム)

航空機搭載型の計測機器を用いる場合、絶対位置精度を向上させるために、座標値が明らかな地上点にGPS基地局を設置し、^{あと}後処理で航空機に搭載したGPSの観測値と基線解析を行うキネマティックGPS方式（2周波）を用いている。

GPSのデータは、データ取得のサンプリング周波数が数Hz程度の間欠的なデータである。その精度は、時間に依存することはないが、電離層等の電波環境や衛星の配置・組み合わせによりばらつきが大きく、測位不能となる場合もある。

IMU (Inertial Measurement Unit : 慣性姿勢計測装置)

IMUは直交する3軸（X、Y、Z）に各々1個設置された3つの加速度計と3つのジャイロスコープから構成されている。加速度計は移動体の3方向の加速度を検知し、ジャイロスコープはIMU中心を原点とする3軸まわりの角速度を検知する（図1）。

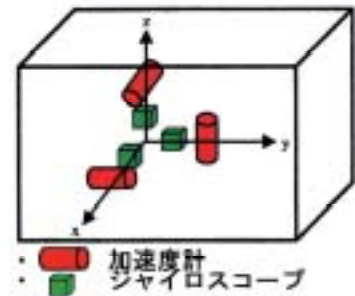


図1 IMUの概念図
出典: Kremer(2001) (一部改変)



図2 移動距離の算出



図3 姿勢方位角の算出

IMUは、50～200Hzのサンプリング周波数でデータを出力し、短時間においては極めて高精度な相対位置と姿勢方位角を検出できるが、ジャイロのドリフトによりその姿勢方位角の誤差が時間の経過とともに急激に累積（増大）するという欠点がある。

GPS / IMU統合技術

GPS / IMU統合技術は、GPSとIMUのそれぞれの欠点を相互に補う技術であり、連続的に高精度な測位が可能となる。

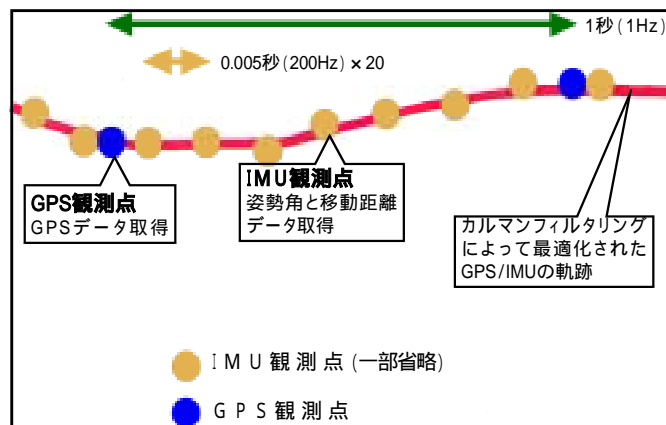


図4 GPS / IMUのデータ計測と補間(例)

出典: 笹川・橋(2002)(一部改変)

航空機搭載型のGPS / IMUを活用したデータ計測と補間の例を図4に示す。この例の場合、航空機に搭載されたGPSでは1秒毎(1Hz)に、IMUでは0.005秒毎(200Hz)に、各々データが計測・記録される。同時に地上のGPS基準局で1秒毎(1Hz)のデータを記録する。そして、航空機と地上基準局で同時に取得されたGPSデータを用いて、後処理で^{あと}キネマティック解が求められる。また、GPSを補間する形で、IMUによって移動距離と姿勢方位角が求められるので、これら

をもとに、カルマンフィルターによりエラーの推定と調整を行い、飛行中の軌跡及び姿勢を決定する。この結果、レーザスキャナシステムやスリーラインスキャナシステム等の計測瞬間時の3次元位置及び必要な外部標定要素の計算が可能となる。また、この技術は、空中写真測量にも導入され、地上基準点を減少させる等効率化に資するものと期待されている。

(2) 航空機搭載型のGPS / IMU統合技術の活用例

- レーザスキャナシステム
- スリーラインスキャナシステム
- GPS / IMU支援空中写真撮影

4. 今後の課題

近年GPS / IMU統合技術を活用した計測機器を測量会社が導入し、測量での実用化を図る動きが見受けられる。製品仕様等では膨大な労力を必要とする地上基準点を全く使用しない高精度測量が可能である旨の表記がされている場合もあるが、特許等の関係もあるためか、ブラックボックスになっていることが多く、導入した会社でさえ精度検証等の点で十分な知識を有しているとは限らない。GPS / IMUの統合技術の持つ有効性を早急に把握する必要がある。

出典

- ・Kremer, J.(2001): CCNS and AERO control: The Demonstration Project Tatebayashi/Japan. IGImbH(Germany). [2001年5月12日国土地理院内講演資料]
- ・笹川正・橋菊生(2002): 空中直接定位システム(GPS / IMU)の現状と課題. (財)日本測量調査技術協会