



ナビゲーション学会に参加して^{*1}

Report of World Conference on Navigation Technology

醍醐 英治^{*2}

Hideharu DAIGO



1. はじめに

2007年9月25日から28日にかけて、アメリカのテキサス州にあるFort Worth Convention CenterでION (Institute of Navigation) GNSS^{注1)} 2007が開催された。IONはナビゲーションの発展に資するための非営利団体であり、航空、宇宙、海洋、地上のナビゲーションや位置標定に興味をもつ人のコミュニティとして、世界各国の会員から構成されている。このコンファレンスは年に1度開催され、ナビゲーションや位置標定に関する新しい知見の発表や議論をとおして、技術的な情報交換の場となっている。



会場のFort Worth Convention Center

現在、当研究所ITSセンターでは移動体ロケーションベースの情報交換に関する調査研究を実施しており、ナビゲーションと位置標定に関する最新動向を調査するためにこのコンファレンスに参加する機会を得たのでその概要を紹介する。

* 1 原稿受理 2008年2月6日

* 2 (財)日本自動車研究所 ITSセンター



コンファレンスの受付

2. コンファレンスの概要

今年の参加者は約1,200人で、そのほとんどが欧米からの参加者であった。コンファレンスはプレナリーセッションと、GNSSの各分野ごとのセッションで構成されており、全体で38のセッション、約300のプレゼンテーションがあった。

分野ごとのセッションでは、

- ①衛星システム：GPS近代化やGalileo
 - ②アプリケーション：軍事、海洋、宇宙、地上、屋内などが利用場面ごとのアプリケーション
 - ③衛星測位技術：搬送波測位技術
 - ④INS^{注2)}技術：低コストINSや衛星測位技術とINS技術との融合技術
 - ⑤大気の影響：電離層や大気圏の影響
- などで構成され、6つの部屋に分かれて行われた。また、Convention CenterのExhibit Hallで約80社による展示があった。

注 1 GNSS (Global Navigation Satellite System) : 全地球ナビゲーション衛星システム

注 2 INS (Inertial Navigation System) : 加速度計, ジャイロ, コンピュータ等からなる慣性航法システム

これらのなかで、プレナリーセッションと、主にマルチセンサーナビゲーション関係、アプリケーション関係、衛星測位技術関係のセッションを中心にいくつかのプレゼンテーションを聴講したので報告する。

3. プレナリーセッション

プレナリーセッションでは最初にConference Highlightの紹介があり、つづいて基調講演、最後にパネルディスカッションがあった。

Conference Highlightでは、ION GNSS 2007は、GNSSに焦点をあてた国際イベントとしては最も古くそして最も大きいもので、今年20周年にあたることが紹介された。IONの衛星部門が1987年に最初のION GPS会議を開催し、しだいにGPSだけではなく、GPS以外のGNSSの話題も増加していく中で、2003年にはイベントの名称をION GPSからION GPS/GNSSに変更し、そして翌年には、ION GNSSに変更したとの説明があった。その中で国際化がすすみ、今年度は、論文の筆頭著者にはアメリカ以外の人も多く、アメリカが34%、ヨーロッパが35%、カナダが9%、アジア/オーストラリアが20%、その他が2%であることが紹介された。



セッションプログラム

つづいて、Stanford UniversityのDr. Sebastian Thrun氏から“Cars That Drive Themselves with GPS Guidance”という演題で基調講演があった。Dr. Sebastian Thrun氏のチームは2005年に行われた130マイルの砂漠を走行する無人自動車のレースであるDARPA^{注3)} Grand Challengeに優勝している。講演では、GPS、慣性センサー、レーザ、カメラな

注3 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) : 軍事使用のための最新技術の開発を推進しているアメリカ国防総省の機関

どのレースで必要とされる先端技術を中心に、そのなかでも、特に、障害物を避けるために、レーザやカメラで撮影された画像の処理技術活用について説明があった。2007年11月3日には都市環境を走行することが求められるUrban ChallengeがCalifornia, Victorvilleの元George空軍基地で行われたが、Californiaの交通規則に従い、交通流に合流し障害物を避け、人間の介在なしに完全に自律で走行することが要求されるが、そのUrbanChallengeに向けて必要となる技術についても説明があった。

つづいて、Plenary Panelとして、4名のパネリストによる説明とパネルディスカッションがあった。パネラーは、Commander, USAF Joint Operations CenterのGeneral William Shelton氏、Executive Director, European GNSS Supervisory Authority, BelgiumのPedro Pedreira氏、University FAF Munich, GermanyのProf. Günter Hein氏、NavastroのGaylord Green氏の4名であった。

はじめに民間や軍事での宇宙の利用が進む中で、GPSの果たす役割について説明があり、Galileoプログラムの新しい計画についての概要説明があった。また、EGNOS^{注4)}の計画と進捗状況の説明があった。

民間ではエレクトロニクス技術やIT技術が未発達ころに設計されたL1^{注5)}周波数にのっているGPSC/Aコード^{注6)}を長年利用してきたが、今後、Galileoなどの新しい衛星の打ち上げが進むと、その近代化信号により、新しいコード、新しい波形、新しいナビゲーションメッセージを利用できるようになる。また、こうして数多くの衛星が打ち上げられると、広大な宇宙もGNSS衛星によって混雑してくる。このような状況に対処するため、各国間での協議がなされている。

GPS/Galileoについてアメリカ/欧州の協議、Galileo/QZSS^{注7)}について欧州/日本の協議、Galileo/Compass^{注8)}について欧州/中国の協議、

注4 EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) : 欧州が計画推進している衛星による補正システム

注5 L1 : GPS衛星から発信されている1575.42MHzの測位用の電波

注6 GPSC/Aコード : GPS衛星から発信されている測位用電波に乗っている民生用信号

注7 QZSS (Quasi Zenith Satellite System) : 日本が計画推進している準天頂衛星システム

注8 Galileo/Compass : 中国が計画推進しているGNSS

GPS/QZSSについてアメリカ/日本の協議などがなされている。そして、このような状況の中で周波数の利用についての技術的なチャレンジ、GNSSのシステム相互運用性についてのチャレンジなどGNSSの専門家に直面する課題についての説明があった。

4. 個別セッション

4.1 マルチセンサーナビゲーションに関して

自動車のナビゲーションはGPSなどを利用した衛星測位だけでは不十分であり、特に都市部においては、衛星からの電波の遮断やマルチパスの影響で自動車のナビゲーションは難しい。そこでナビゲーションできる範囲を広げ、精度を向上させるための技術として、マルチセンサーナビゲーション技術が注目されている。特にGNSSとINSとの融合技術などは有効な方法として以前から検討されているが、現在の精度はまだ不十分であり、さらなる精度の向上が期待されている。

最近、機械要素部品、センサー、アクチュエータ、電子回路を一つのシリコン基板上に集積化したデバイスである低コストなMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) が開発されて利用されているがまだ精度がよくない。そこで、他の測定値を利用して精度をあげることが検討されている。そのなかで、車の速度の測定値の有効活用が検討されている。特にドップラー効果を利用した速度センサーを使用したシステムが試験され、有効性が確認されたとの報告がAlcatel Alenia Spaceからあった。

また、測位のための衛星が十分には利用できないような都市環境では、レーザレーダ (LADAR) 技術が自動車の位置情報を得るための技術として注目されている。自動車の位置を効率よく把握するためにレーザレーダ (LADAR) 技術を使用したアルゴリズムがOhio State Universityから紹介された。



セッション会場

4.2 衛星測位技術に関して

衛星測位のなかで高精度な測位が可能なRTK (Real Time Kinematic) が注目されている。RTKは測定点と参照局とで搬送波を測位し、それぞれから衛星までの距離の差を搬送波の位相を使って求めてリアルタイムに測定点の位置を決定する方法であり、測定点が固定点の場合にはcmレベルの精度の測定ができる方法である。この方法は測定点と参照局の距離が大きくなると、測定点と参照局とで電離層の影響による衛星からの電波の遅延の大きさが異なってくるために、電波遅延による誤差を相殺できなくなる。そのために、測定点と参照局の距離が大きくなると、電離層の影響をモデル化して、RTKの計算に組み込む必要がある。これに関していくつかの方法が開発され、実験により有効性が確認されたとの報告がUniversity of Warmia and Mazuryからあった。

4.3 Land Applicationに関して

位置情報を利用したいくつかのLand Applicationの紹介があった。その中で、DSRCを利用したV2V (Vehicle to Vehicle) やV2I (Vehicle to Infrastructure) のActive Safety Driver Assistance Systems (ASDAS) の紹介があった。ASDASは自動車の安全性を高める技術として注目されているが、アプリケーションによって異なる位置精度のレベルが必要とされる。たとえばV2Vのレーンチェンジ支援アプリケーションではレーンレベルの精度が要求される。そのような要求される精度に応じた柔軟なV2VやV2IのGNSSメッセージスキームが紹介された。そのメッセージスキームは車両IDのメッセージヘッダー、自動車の位置、方向、速度情報のデータセットとRTKによる位置情報を想定したGNSSの生データからなっている。このメッセージフォーマットを使ったテストを実施し、評価しているとの報告がGeneral Motors Research and Developmentからあった。

4.4 GNSSの完全性 (integrity) に関して

衛星測位に基づくナビゲーションを利用するアプリケーションでは、ナビゲーション誤差が許容できるかどうか重要な問題である。衛星測位の誤差がアプリケーションにとって許容できない状況を生み出しているかどうかという状況を検出す

るためには、GNSSシステムが所定の精度を確保できなくなり、使用できないようになったときにはタイムリーに警告を出せる完全性 (integrity) を監視することが重要である。そのために受信機が自律的にリアルタイムで完全性を評価できることが必要であり、受信機内で一連の多くの測定値同士の一貫性を検査することがよく行われる。そして、許容できない誤差を含んだ測定値が検出されれば取り除かれる。

今後、いろいろなGNSSシステムが利用可能となり、利用できる衛星の数も飛躍的に増大することが予想される中で、完全性を向上させ、適切に監視された衛星測位が期待される。完全性 (integrity) の向上のためには異なったGNSSを最適に組み合わせることが考えられる。このような状況の中で、GalileoとEGNOSの完全性 (integrity) の概念を組み合わせた新しいアルゴリズムがDEIMOS Space S.L., Spainから紹介された。

5. 展示

アンテナ、受信機、およびそれらの統合システムなどのGNSSの最新の製品や技術について、NovAtel, Spirent, Topcon, Lockheed Martin, JAVAD, NavtechGPS, Trimble等の各社によるパネルを中心とした展示があった。



NovAtelの展示コーナー (GNSS関連製品)



Spirentの展示コーナー (GNSS関連製品)



Topcon Positioning Systemsの展示コーナー (Mobile向け関連製品)

6. おわりに

本コンファレンスは技術的な発表が多かった。アプリケーション関係では自動車のアプリケーションが少しずつではあるが発表が増えてきたように感じた。マルチセンサーナビゲーション等、今後、自動車への利用が期待できるものも多かった。GPS近代化衛星の打ち上げが始まり、Galileoの試験衛星が打ち上げられ、多システムによるGNSSの利用が現実のものとなり、自動車への応用もこれから大きく発展する可能性が感じられた。

また、展示会場や展示会場に併設されたConference Loungeがコンファレンス参加者のミーティングの場所となっており、休憩時にはコーヒーなどの飲み物が展示会場に置かれ、コーヒーを飲みながら、リラックスした雰囲気の中かで、情報交換や議論に花が咲いていた。ある意味では、プレゼンテーションを聴講するよりも、参加者同士での議論のためにコンファレンスに参加している人も多かったと思われる。2日目と3日目の昼食時にはコンファレンス主催のLunch PartyがConference Loungeで行われ、食事をとりながら、参加者同士の白熱した議論が展開されていた。



Conference Lounge