38 VLBI 相関処理技術を利用した時空情報正当性検証に関する基礎研究

The developments of space-time information certification system using VLBI correlation processing

#高島和宏[1], 市川隆一[2], 高橋冨士信[3], 大坪俊通[4],
小山泰弘[2], 関戸衛[2], 瀧口博士[5], ホビガートーマス[2]
1: 国土地理院, 2: 情報通信研究機構, 3: 横浜国立大学, 4: 一橋大学, 5: オークランド工科大学
Kazuhiro Takashima [1], Ryuichi Ichikawa [2], Fujinobu Takahashi [3], Toshimichi Otsubo [4],
Yasuhiro Koyama [2], Mamoru Sekido [2], Hiroshi Takiguchi [5] and Thomas Hobiger [2]
1: Geospatial Information Authority of Japan, 2: National Institute of Information and Communications Technology, 3: Yokohama National University, 4: Hitotsubashi University, 5: Auckland University of Technology

研究開始当初の背景

研究開発を開始した当初、GPSに代表される衛星測位技術(GNSS:Global Navigation Satellite System)や携帯電話・スマートフォン等の通信端末による測位など、一般の市民が簡易な端末で3次元的な位置情報を入手するのが容易な時代となってきていた。また、屋内においても無線タグなどを利用した位置情報サービスが実現されていた。

一方で、得られた位置情報が果たして本当に信頼に足るものなのか？、また、一定の信頼があるとしても、どの程度の確からしさで決められた位置情報なのか？といったいわゆる認証を客観的に行う仕組みは必ずしもまだ充分とは当時言えなかった。さらに、多くの場合、位置情報は、その位置が決定された時刻とセットの4次元情報として利用され、双方を一体化した運用を前提とするのが不可欠であるが、その仕組も不十分であった。さらには、当時既にGPSそのものの脆弱性を指摘する報道もなされていた。

研究の目的

本課題では、「不特定多数のユーザが、いつでも、どこでも、その場所の正当性を客観的な手法で知るための技術」、言い換えれば、正確な位置情報と、それが取得された正確な時刻をセットにした時空情報の信頼性を担保する技術の開発を目的とした。また、将来的には国家標準にトレーサブルな時空情報を証明することを想定し、国家標準周波数と日本標準時を業務として決定・維持・配信する立場にある情報通信研究機構(以下、「NICT」という。)と、国家位置基準を定める立場にある国土地理院(以下、「GSI」という。)を中核として、横浜国立大学、及び一橋大学を加えた連携のもとで時空情報の正当性を評価するための研究開発を主眼とした。

なお、「位置情報の正当性評価」を端的に表現すれば「位置認証」ということになる。しかしながら、「位置認証」とは、公的な機関が業務として行うイメージが強いため、ここでは前者の語を用いることとした。

研究の方法

本研究では、ユーザが持つ端末の位置情報の正当性を評価するにあたり、「その場所でしか取れないデータをユーザに記録させる」ことを念頭に置いた。したがって、正当性を評価する側のシステムでは、

そのデータが偽装されたものか否かを見抜くことが必要とされる。ここでは、数1000km離れた2地点にある電波望遠鏡間の距離と方向をミリメートルの精度で決定可能な「VLBI技術(図1参照)」を応用し、GPSの脆弱性に起因する位置偽装も見逃すことのない技術の開発を考えた。

このVLBI技術を応用して、同一の電波源から送信される信号を時空情報評価センターとユーザ側の双方で受信し、双方の信号の相関処理をすることを考える。VLBI相関処理では、個々の電波望遠鏡の3次元位置の概略値(精度的には数m程度、すなわち通常のカーナビ程度の測位精度で良い)を用いて到達時刻差の予測値計算を必ず行う。この予測値が相関処理可能なデータ幅の範囲外となるほど間違っていれば相関フリンジの検出に失敗し、逆に範囲内であればフリンジ検出に成功する。つまり、なりすまし等何らかの作為により偽装された位置情報が提供された場合は、フリンジ検出に失敗するため、その位置情報の正当性を担保できないという判断が容易にできる。実際の信号源として、ここでは、全世界規模で受信可能な、GNSS信号を用いた。また、GNSS以外でも、地上デジタル放送やBS・CS衛星放送の電波を同時に複数箇所で受信して、それらの信号の相互相関処理によるフリンジ検出判定で同様にユーザから提供された位置情報評価ができる。

研究成果と課題

NICTとGSIが協力し、小金井－つくば基線(約120km)、及びつくば－沖縄基線(約1300km)でGNSS信号受信を実施した。取得したデータは、横浜国立大学が開発した「CUDA GPU並列セルFX相関法」により従来方法に比べて184倍の速度での相関処理がなされ、GPS、GLONASS、及び準天頂衛星「みちびき」の各衛星からの信号を各々識別しながらの相関処理に成功した(図2)。

さらに、測地技術解析ソフトウェア「c5++」を一橋大学が機能拡張して行った解析により、小金井－つくば基線から推定される遅延時間差と遅延時間率、及び国際GNSS事業から提供される精密軌道情報を用いて、位置の妥当性を評価する場所として想定したつくば局の位置を5秒毎に推定した。その結果、わずか1分以下のデータから、つくば局の位置が約2mの誤差で国家測量成果と整合することを確認した。また、東京タワーと東京スカイツリーの双方からの地デジ信号サイマル放送をGNU-RadioとUSRPにより受信した際のデータを横浜国大により相関処理した結果、双方の送信機間での地デジ変調の遅延時間差検出にも成功し、時空情報正当性評価に地デジ電波の応用が可能であることも確認した。今後の課題として、実用化を視野に入れ、成りすましや位置情報の漏洩等セキュリティ上の対策や国家標準へのトレーサビリティを取り込んだ研究が必要である。

（科研費　基盤A　21241043）

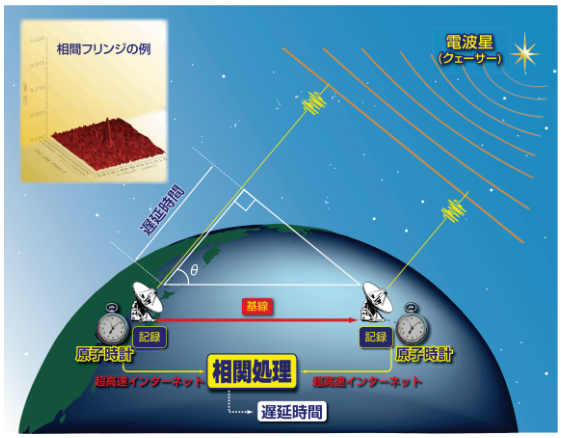

図 1: VLBI 技術の概念図

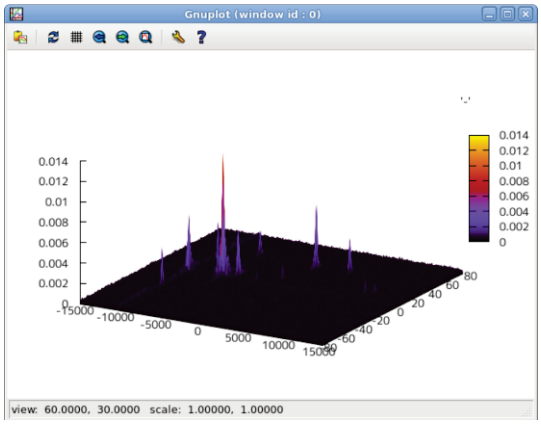

図 2 小金井-つくば GNSS 信号受信実験での相関処理結果