

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

Fundamental research about the space-time information certification using VLBI correlation technique



○高島和宏(1)、市川隆一(2)、高橋富士信(3)、大坪俊通(4)、
小山泰弘(2)、関戸衛(2)、瀧口博士(2)、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

Kazuhiro Takashima* 1), Ryuichi Ichikawa 2), Fujinobu Takahashi 3), Toshimichi Otsubo 4),
Yasuhiro Koyama 2), Mamoru Sekido 2), Hiroshi Takiguchi 2) and Thomas Hobiger 2)

1) Geographical Survey Institute (GSI), 2) National Institute of Information and Communications Technology (NICT), 3) Yokohama National University, 4) Hitotsubashi University

近年、地理空間情報利用が拡大してきており、「いつでも、どこでも、誰でも」位置情報を活用できるユビキタス社会が実現しつつある。このような社会情勢の中、利用する位置情報の信頼性確保が必要不可欠となってきている。また、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るため、位置および時刻を合わせた時空情報としてその正当性を証明することが有効である(高橋他2007)。そこで、本研究では、国家位置基準を定めている国土地理院(GSI)と日本標準時を定めている情報通信研究機構(NICT)が中核となり、国家標準にトレーサブルな時空情報であるかどうかの正当性を検証する手法を開発することを目的としている。

VLBI 技術の時空情報検証への応用

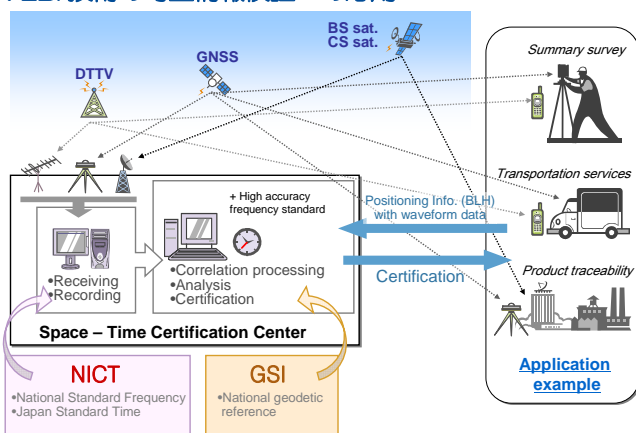


Fig.1 時空情報正当性検証システムの概念図

開発コード「STAMP」Space-Time Authentication by Multi correlation Processing

VLBIでは、銀河系外の電波源(Quasar)からの信号を複数の電波望遠鏡で受信し、双方の信号を相関処理して得られる望遠鏡間の電波の到達時刻差を用いて、双方の望遠鏡間の距離と方向をミリメートルの精度で決定できる。VLBI相関処理過程では、個々の電波望遠鏡の3次元位置の概略値を用いて到達時刻差の予測値計算を事前に行う。この予測値(初期値)が相関処理可能なデータ幅から大きく外れるほど間違っていると見られ、相関フリンジの検出に失敗する。この処理原理を応用し、検証を必要とする時空情報を初期値として与え、その場所を受信した何らかの電波源(地上波デジタルTV放送等)からの信号を相関処理することで、その正当性を評価することができる。

Radio Signal	accuracy →		
	Low	High	High
	Certification Level A (m)	Certification Level B (cm)	Certification Level C (mm)
Quasar	○	○	◎
GNSS	○	○	◎
CS,BS	○	△	—
DTTV	○	—	—

Table 1. 検証レベルと利用可能な電波信号の種類

種別 緯度 経度 高度 緯度 経度 高度 緯度 経度 高度 緯度 経度 高度
 ① 50°N 140°E 1000m ② 35°N 140°E 1000m ③ 35°N 140°E 1000m ④ 35°N 140°E 1000m
 ⑤ 35°N 140°E 1000m ⑥ 35°N 140°E 1000m ⑦ 35°N 140°E 1000m ⑧ 35°N 140°E 1000m
 ⑨ 35°N 140°E 1000m ⑩ 35°N 140°E 1000m ⑪ 35°N 140°E 1000m ⑫ 35°N 140°E 1000m
 ⑬ 35°N 140°E 1000m ⑭ 35°N 140°E 1000m ⑮ 35°N 140°E 1000m ⑯ 35°N 140°E 1000m
 ⑰ 35°N 140°E 1000m ⑱ 35°N 140°E 1000m ⑲ 35°N 140°E 1000m ⑳ 35°N 140°E 1000m
 ㉑ 35°N 140°E 1000m ㉒ 35°N 140°E 1000m ㉓ 35°N 140°E 1000m ㉔ 35°N 140°E 1000m
 ㉕ 35°N 140°E 1000m ㉖ 35°N 140°E 1000m ㉗ 35°N 140°E 1000m ㉘ 35°N 140°E 1000m
 ㉙ 35°N 140°E 1000m ㉚ 35°N 140°E 1000m ㉛ 35°N 140°E 1000m ㉜ 35°N 140°E 1000m
 ㉝ 35°N 140°E 1000m ㉞ 35°N 140°E 1000m ㉟ 35°N 140°E 1000m ㊱ 35°N 140°E 1000m
 ㊲ 35°N 140°E 1000m ㊳ 35°N 140°E 1000m ㊴ 35°N 140°E 1000m ㊵ 35°N 140°E 1000m
 ㊶ 35°N 140°E 1000m ㊷ 35°N 140°E 1000m ㊸ 35°N 140°E 1000m ㊹ 35°N 140°E 1000m
 ㊺ 35°N 140°E 1000m ㊻ 35°N 140°E 1000m ㊼ 35°N 140°E 1000m ㊽ 35°N 140°E 1000m
 ㊾ 35°N 140°E 1000m ㊿ 35°N 140°E 1000m

時空情報正当性検証手法

本検証システムの構成をFig.1及びFig.2に示す。ユーザは時空情報の正当性を確認したい場所・日時において、時刻および位置情報をGPS等の独自手法により取得・記録する。それと同時に、時空認証センターとユーザ側で同じアンテナから送信される地上波デジタル放送信号やCS・BS放送信号を受信記録する。ユーザから提示された時空情報を初期値として、双方で同時刻に受信した信号をVLBI相関処理方式で処理した場合、その時空情報が正しければ信号の相関値が高くなり、正当性があるとみなせる。時空情報が正しくない場合、放送信号波形はずれを生じてしまうため、その相関値は非常に低くなり、その位置情報または時刻情報は正しくないとみなせる。本手法の利点として、時系列的に常に波形が変化する常時放送型の電波であれば、その信号の有無や変調方式に関係なく利用できる点が上げられる。特にテレビ放送信号に関しては、再送信(リピーター)でない限り、時々刻々異なる電波波形が送信されるため、任意性を排除することが容易である。また、時刻認証も同時に行うことで、再送信電波を用いた偽装を見抜くことができる。

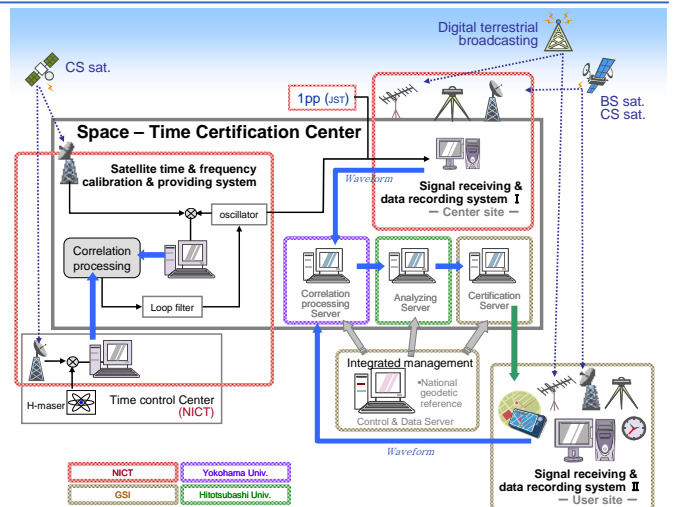


Fig.2 システム詳細構成と開発分担

研究計画と分担

Developer	FY 2009	FY 2010	FY 2011	FY 2012
NICT with private company	time & frequency standard calibration & providing system development	system integration test	demonstration experiment	product summarizing
GSI	control system certification system development	installing		
Yokohama University	correlator system development	installing		
Hitotsubashi University	analyzing system development	installing	Product & report	

Table2. 研究計画と分担

本研究は、平成24年度までの4年を予定している。研究開発計画と実施体制をTable 2に記す。
 平成21(2009)年度：時空認証システムの要となる、衛星信号利用した遠隔地への高安定周波数標準信号補正技術と時空認証センターでの地上波デジタル放送信号などをデータ受信・記録するシステム初号機の開発(NICT)を行う。これらの技術開発は、民間の通信機メーカー技術者を研究協力者として本課題に参加を仰ぎ、共同で実施する。また、位置認証システム(GSI)、相関処理システム(NICT&横国大)、測位解析システム(一橋大)の各技術の試作開発、そしてこれらのシステムを統合制御するシステムの試作開発(GSI)を進める。
 平成22(2010)年度：前年度の技術開発を受けて、衛星信号利用の高安定周波数標準信号を遠隔地へ供給する技術開発を実施する(NICT)。また、前年度の初号機開発を受けて、ユーザ側の地上波デジタル放送等の信号受信の他に空間位置情報取得を同時に行う機能を付加したデータ受信・記録システム二号機を開発する(GSI)。また、位置認証サーバ(GSI)、相関処理サーバ(NICT&横国大)、及び測位解析サーバ(一橋大)の構築と、これらを統合制御、及びデータベースを備えるサーバ(GSI)の構築を実施する。その後、各機関で協力して、各システム、及びサーバの組み合わせ試験、及び4次元時空認証試作システムへの統合を行う。
 平成23(2011)年度：4次元時空認証試作システムによる実証試験を実施
 平成24(2012)年度：実証実験、及び成果の取りまとめ

参考文献

高橋幸雄, 辻井重男(2007): 位置認証と情報セキュリティに関する考察. 電子情報通信学会技術研究報告ISEC, 107(140), pp.1-6

本研究は、科研費基盤研究A(課題番号21241043)の助成を受けて実施している。