

時空情報正当性検証における相関処理技術の開発

Development of the correlation processing technology in space-time information justification verification

梶原 透¹, 武藤 竜洋¹, 高橋 富士信^{1*}, 市川 隆一², 高島 和宏³, 大坪 俊通⁴, 小山 泰弘², 関戸 衛², 岳藤 一宏², ホビガート ーマス²

Toru Kajiwara¹, Tatsuhiro Muto¹, Fujinobu Takahashi^{1*}, Ryuichi Ichikawa², Kazuhiro Takashima³, Toshimichi Otsubo⁴, Yasuhiro Koyama², Mamoru Sekido², Kazuhiro Takefuji², Thomas Hobiger²

¹ 横浜国立大学, ² 情報通信研究機構, ³ 国土交通省国土地理院, ⁴ 一橋大学

¹Yokohama National University, ²National Institute of Information and Communications Technology, ³Geospatial Information Authority of Japan, ⁴Hitotsubashi University

近年、GPS 携帯電話やスマートフォンなどの情報端末の普及により、位置情報の活用が広がってきている。それに伴い、位置情報に一定の信頼性・正当性が求められるケースも増えてきている。そこで、位置情報とその位置情報を取得した時刻を合わせた四次元の「時空情報」の正当性を検証できるシステムの開発が現在行われている。また、時空情報正当性検証システムはデータ取得とデータ後処理の2グループに分かれて研究・開発が行われている。本研究は、後者のデータ後処理技術についての研究である。

時空情報正当性検証はGNSS、地上デジタル放送、準星等の電波を2地点で受信することによって行う。2地点とは、正当性検証を利用するユーザ局と、精密位置が分かっている基準局のことである。正当性検証には、最低4つの電波源が必要となる(四次元情報のため)。本研究では同一周波数帯に多数存在し、かつ地域に縛られず受信可能なGNSS衛星の電波の到達時間差を求め、遅延時間を距離に換算し、理論値と比較することにより、正当性検証を行うことができる。

本研究では、短基線と長基線それぞれに対応した処理手法の開発を行った。短基線には、遅延時間と変化率のサーチ範囲が小さいという特徴があるため、従来のVLBI型相関処理よりも効率のよい2D-FFTを利用した粗決定処理手法の開発を行った。本処理手法では、一度の処理で全衛星の相関ピークを観測可能となっている。ただし、本処理手法は基線長200Km以下程度の場合しか適用できない。長基線に関しては、短基線の粗決定処理をそのまま適用するとピーク幅が広がるといった問題が起こるため、その補正を行いつつ高速で結果を出す粗決定処理手法を別途開発した。本処理手法は短基線と異なり一度の処理で一衛星の相関ピークしか観測することはできないが、短基線の粗決定とほぼ同等の遅延時間精度を確保することができた。また、粗決定は遅延時間のサーチ単位がbitで制限される等の弱点を持つため、より精密な補正を行いつつ、細かい粒度で遅延時間をサーチでき、かつ長時間の積分も可能な精決定処理手法の開発も行った。精決定によって、粗決定から精度を大きく改善することができた。これらの処理には処理時間短縮のためにGPUの導入も行った。

短基線には、伝搬経路が酷似しているといった特徴がある。この場合、高精度な位相遅延を決定することができる。そこで、本研究では短基線における遅延時間決定精度を大幅に向上するため、位相遅延の決定法の開発も行った。さらに、位相遅延の精度を向上する手法の開発も行った。最終的に、位相遅延によって、低仰角の衛星であってもピコ秒、高仰角ならばサブピコ秒程度の遅延時間精度を実現することができた。

長基線では、伝搬経路が大きく異なるために位相遅延を決定することは難しい。そこで、本研究では周波数帯域を合成して精度を向上するバンド幅合成という技術に着目し、GNSS衛星がいくつかの周波数帯を持つことを利用して、長基線であっても高精度な遅延時間を実現できる処理手法の開発も行った。その結果より、位相遅延と同等とはいかないまでも、精決定からは大きく精度を改善することができた。

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。

キーワード: VLBI, GNSS, GPS, QZS, 時空情報, 認証

Keywords: VLBI, GNSS, GPS, QZS, Space-time information, Attestation