

測地VLBI用ソフト相関器の現状

Current Status of the Software Correlator for Geodetic VLBI

近藤哲朗、小山泰弘、大崎裕生
通総研鹿島

Tetsuro Kondo, Yasuhiro Koyama, and Hiro Osaki
Communications Research Laboratory

1. はじめに

通信総合研究所ではPCベースのVLBI端末「K5システム」で取得したデータ用の「K5ソフトウェア相関器」の開発を行ってきた。現在のK5ソフトウェア相関器はK5フォーマット以外にMark-Vフォーマットの相関処理も可能となっており、JIVE (Joint Institute for Very Long Baseline Interferometry in Europe)においてもフリンジテスト時にK5ソフトウェア相関器の使用が予定されている。処理速度に関しては1ビット4MHzサンプリングデータ1chの32ラグ相関を観測時間と同じ時間で処理することが可能である(ただしCPUとしてPentium III 1GHzを使用した場合)。本報告ではこうしたK5ソフトウェア相関器の現状および将来計画について述べる。

2. K5ソフトウェア相関器の現状

K5ソフトウェア相関器は、まずKSP相関器と同じXF方式(時間領域相関処理)(図1)で開発を行いフリンジ検出の実証を行うと共に、処理時間の見積もりを行った。開発当初、1ビット4MHzサンプリングデータ1chの32ラグ相関関数1秒積分に要する時間は、Pentium II 300MHzのCPUを使用して約10秒であった。その後、ソフトウェアの改良および高速のCPU(Pentium III 1GHz)を使用することにより、処理時間を約2秒までに短縮した。XF方式相関処理のアルゴリズムの検証と処理時間についての見通しを得た後、宇宙探査体の相対VLBI観測にK5を使用するため、ラグ数の拡大が容易つまり周波数分解能の向上が容易でテレメトリーキャリア信号のような狭帯域信号処理の相関処理に適したFX方式(周波数領域での相関処理)

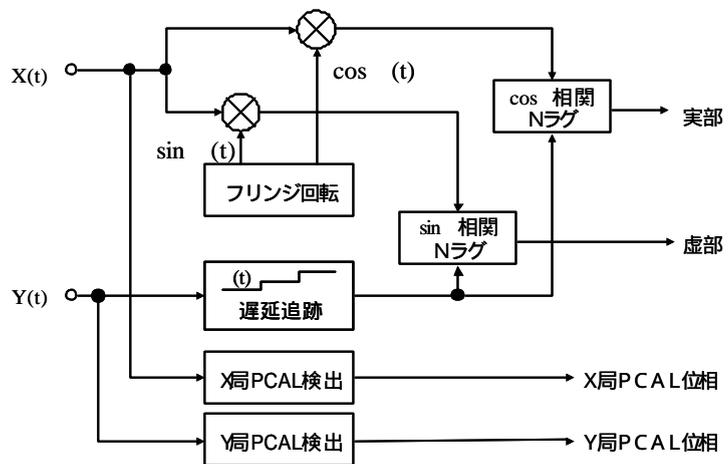


図1 ソフトウェア相関器 (XF方式) のブロック図

8MHz x 1ビットサンプリングデータ処理時間の比較
使用機: Pentium III 1GHz Windows2000

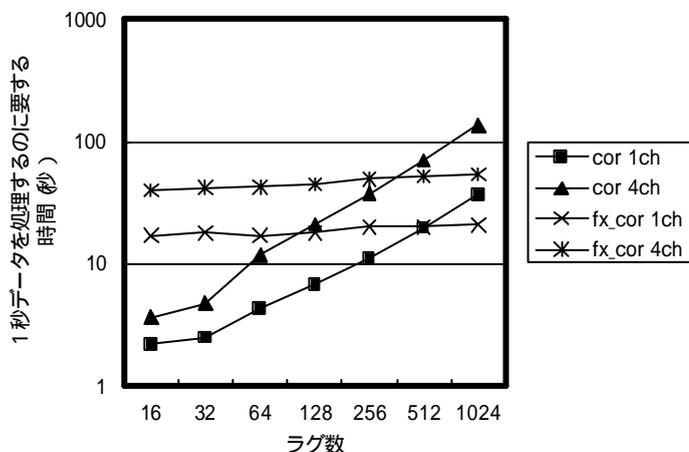


図2 FX方式(fx_cor)とXF方式(cor)の処理時間の比較

のソフトウェア相関器の開発に着手した。こうしてラグ数を任意に大きく設定できるソフトウェア相関器を開発し、2002年夏からの実観測に使用してきた。

FX方式ソフトウェア相関器はK5測地実験にも使用され、従来のハードウェア相関器と誤差範囲内で基線解析結果が一致することも確かめられた。ただし、処理の最適化は行われておらず、実時間VLBIを実現するには更に高速化を図る必要があった。そこで、再びXF方式に立ち戻り、かつデータを測地VLBI観測で最もよく用いられる1ビットサンプリングデータに限定して、ソフトウェア相関器の高速化に取り組んだ。その結果、現時点では1ビット4MHzサンプリングデータ1chの32ラグ相関関数1秒積分に要する時間(Pentium III 1GHz 使用)は約1秒とほぼ実時間処理が可能な速度となってきた。図2に1ビット8MHzサンプリングデータをFX方式(fx_cor)およびXF方式(cor)で処理した場合の1秒積分に要する時間をラグ数およびch数をパラメータとして示している(注: K5システムはPC1台あたり4chデータを取得する)。処理時間にはch間の位相差を校正するために注入されている位相校正信号(PCAL)位相の検出に要する時間も含まれている。FX方式はラグ数の違いによる大きな処理時間の変化は見られないが、XF方式はラグ数にほぼ比例して処理時間が変化し、512ラグ以下ではXF方式の方が高速となっている。なお測地VLBI相関器のラグ数は初期(K3-VLBIシステムの時代)においては8であったが、最近の測地VLBI処理では32ラグが標準的となっている。また宇宙探査体のVLBI実験時には1024ラグまたはそれ以上を用いている。

3. 分散処理の方針

測地VLBIデータの分散処理としてはデータの分割を周波数ch毎に行う方法、時分割する方法が考えられるが、ここでは分散処理技術の早期確立とSETI@homeのような発展系が考えられる時分割方式を考えている。図3にその概念を示すが、時分割されたセグメントデータは別々のPCで処理される。時分割分散処理を

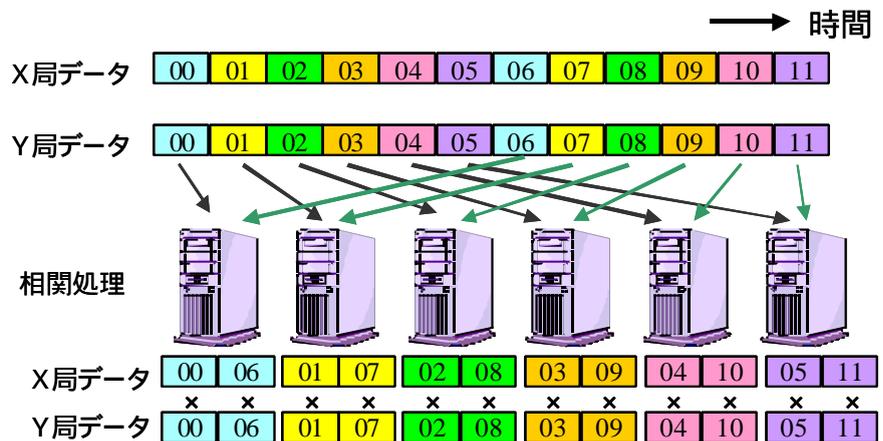


図3 時分割分散処理の原理。時分割された基線データをそれぞれ別のPCで処理を行う。

実現するために現在以下に述べるようなサーバー・クライアント方式の処理システムを考えている。サーバーはリモートPC(クライアント)の要求を受け、1基線データを時分割データに分割し、相関処理に必要な情報とともにクライアントに送り込む。クライアントはサーバーから送られてきた1基線のデータを、一緒に送られてくる相関処理情報を元に相関処理を行い、結果をサーバーに返し、再びサーバーから別の時分割データと相関処理情報を受け取り処理を行う。これを複数のクライアントとサーバー間で繰り返すことにより全観測データの相関処理を行う。

4. 終わりに

K5ソフトウェア相関器は専用のハードウェアは不要であり、多くのOS(FreeBSD/LINUX/Windows)上で動作するプログラム(C言語で開発)である。PCの性能向上と共に、処理速度の向上が期待されるが、実時間処理が可能な実用的な相関器を構成するためには、開発中の時分割相関処理やGRIDに代表されるネットワーク分散処理機能の開発が不可欠と考える。こうした開発を進め早期にソフトウェア相関器によるインターネット実時間VLBIシステムを実現したい。