



高速ネットワークを使った迅速な VLBIデータ伝送・処理システム(eVLBI)の開発と実用化

所属: 時空標準研究室、 主任研究員、 研究員

氏名 関戸 衛、Hobiger Thomas

アブストラクト: 高速ネットワークにより世界各地の大型電波望遠鏡をつなぎ、大容量のVLBIデータを観測と同時に相関処理局に転送し、相関処理・データ解析などの一連の処理を自動化するための(eVLBI)技術開発が米国、欧州で進められている。時空標準研究室ではeVLBI技術の標準化タスクフォースのメンバーに参加し標準化の議論を進める一方、2009年に標準フォーマットとして合意されたVDIF仕様に基づいて、実時間伝送ソフトウェアを開発し、ドイツWettzell局と国土地理院に配備して、地球姿勢パラメータのUT1-UTCを定常的に計測するINT2国際観測で活用されている。このデータ伝送ソフトウェアに加えて、NICTの新しいVLBI自動解析ソフトウェアC5++により自動解析が実現し、国土地理院の解析センターにおいて観測後4分以内に結果が得られるなど、迅速なUT1計測に貢献している。

1. はじめに

VLBI観測は携帯電話などで使用されている電波の16桁以上も微弱な天体の信号を受信し、十分なSN比を得るため1時間に100~200GByteもの大量のデータを取得する。この大容量のデータを高速ネットワークを使ってリアルタイムに伝送するeVLBI技術の開発が日本、米国、欧州、中国などで競って進められている。汎用計算機とネットワークの高速・大容量化により、従来VLBIの記録・処理に必須であった専用ハードウェアでなくてもVLBIデータを実用的な時間で取り扱うことが可能となり、VLBI観測データの標準化が進められている。

慣性空間の中での地球自転軸・回転速度の揺らぎを表す地球姿勢パラメータは、遠方のクエーサを基準に計測を行うVLBIだけが唯一安定的に観測可能な量であり、衛星測位などで利用されるほか、特に深宇宙探査機の軌道決定には迅速な地球回転パラメータの計測が必要とされている。

時空標準研究室はIVS(国際VLBI事業)の技術開発センターとしてVLBIの高速サンプラー、データ記録・相関処理システム等を開発してきた。2009年の国際会議において各国のVLBIの開発機関の間でデータ標準フォーマット(VDIF)仕様が合意され、NICTはVDIFフォーマットのデータパケットをリアルタイム伝送するソフトウェアを開発し、また独自のデータ解析ソフトウェアC5++を開発した。

2. VLBI 標準データフォーマット:VDIF

新しいVLBIの標準フォーマットとして、VDIF(VLBI Data Interchange Format)が2009年のマドリッドで開催されたeVLBI-WSで合意された。そのフォーマットの詳細は省略するが、ヘッダとデータから成るフレーム形式を定め、フレームサイズや周波数チャンネル数、データレートなどを自由に設定できる柔軟性を持たせながら、各国機関のVLBIデータの互換性を高める仕様となっている。その主な使い方を図1に示している。

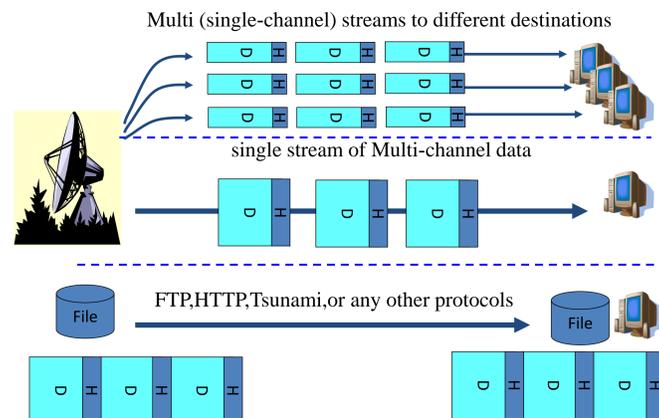


図1. VDIF使用例。データの生成場所から目的地までのデータ伝送に使用され、複数チャンネルを単一又は複数のストリームでリアルタイムに伝送したり、ファイルに形式でオフライン伝送することも想定される。

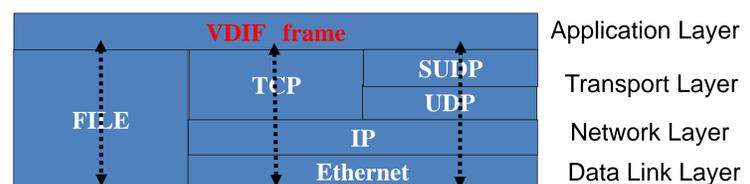


図2. VDIFはネットワークレイヤーのアプリケーション層に位置づけられ、下位の層と独立性を持つことで様々な伝送形式に対応できる。File形式やTCP/IPによる損失のない伝送や、パケットロス許容するUDP/IPによる伝送も可能である。

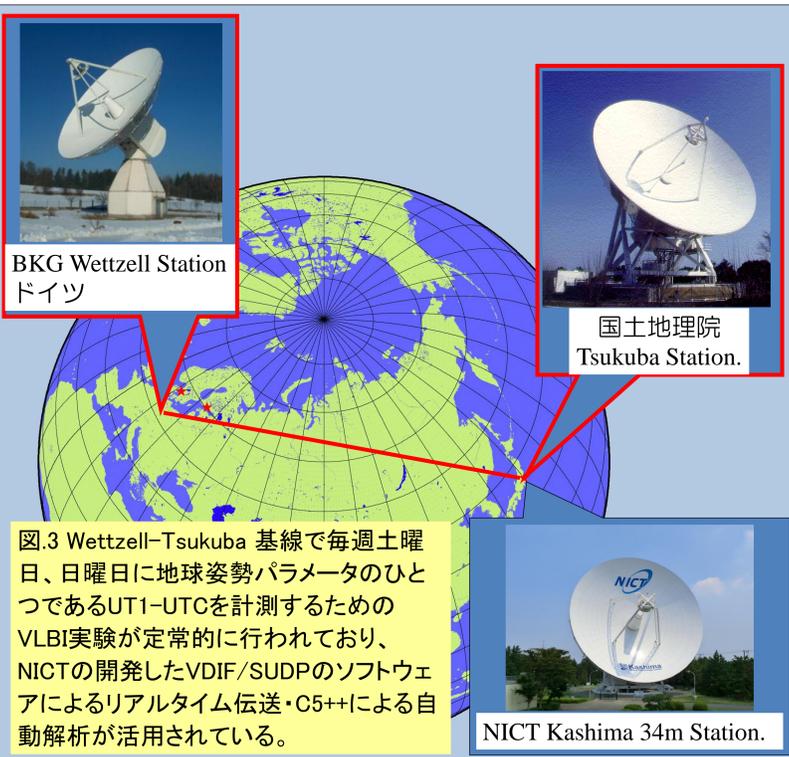


図3. Wettzell-Tsukuba 基線で毎週土曜日、日曜日に地球姿勢パラメータのひとつであるUT1-UTCを計測するためのVLBI実験が定常的に行われており、NICTの開発したVDIF/SUDPのソフトウェアによるリアルタイム伝送・C5++による自動解析が活用されている。

3. 自動解析ソフトウェア:C5++

SLR, GPSのデータを使った測位、軌道決定の解析で実績のあるCONCERTO04(Otsubo, Goto, 2002)をベースに、VLBIモジュールを加えてC++でコーディングした新しいVLBI解析ソフトウェアC5++を開発した。これまで人手を必要としていたVLBI解析手順の完全自動化を実現し、現在国土地理院のINT2観測(図3)で活用されている。この技術により、観測後4分以内に地球姿勢パラメータのUT1-UTCが得られている(Kokee-Wettzell基線では8時間程度かかる)。C5++のデータ解析の流れを図5に示す。

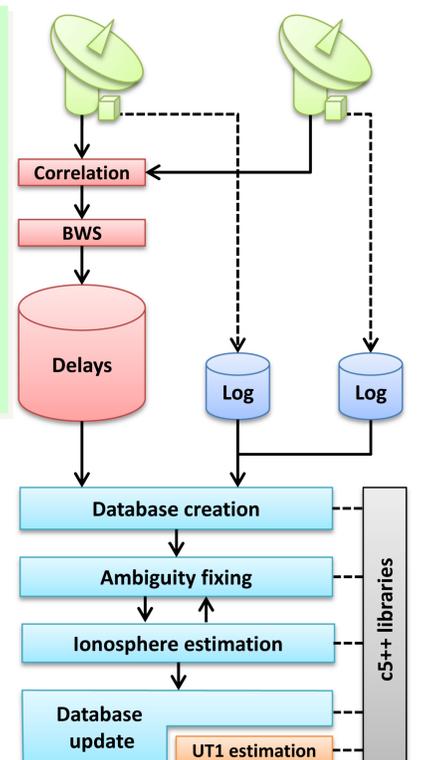


図5. 新しい解析ソフトウェアC5++の解析の流れ

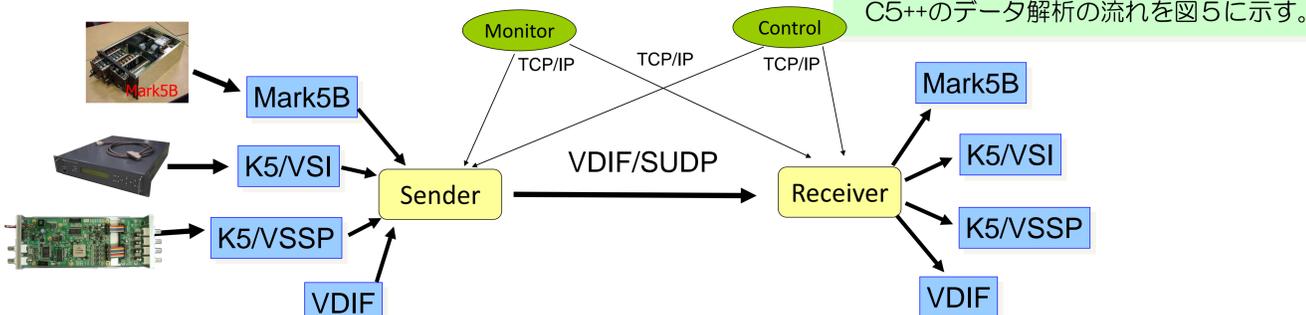


図4. NICTのVDIF/SUDPデータ伝送ソフトウェアパッケージの全体図。eVLBIのデータフォーマットの標準化は各国のVLBIデータ取得装置を統合する動きもある。それぞれ異なった装置・フォーマットで記録していたVLBIデータを、ネットワーク伝送を介して相互に変換することが容易になり、国際的な共同観測を加速させている。