

ソフトウェア VLBI における XF 相関処理への bitset の応用

Utilization of Bitset Technologies for XF Correlation Processing in Software VLBI

梁島 一輝 [1]; 高橋 富士信 [2]; 近藤 哲朗 [3]; 吉田 勇児 [1]

Kazuki Yanashima[1]; Fujinobu Takahashi[2]; Tetsuro Kondo[3]; Yuji Yoshida[1]

[1] なし; [2] 横国大・工・電情; [3] 情報通信研究機構鹿島

[1] none; [2] Physics, Electrical and Computer Eng, Yokohama National Univ; [3] KSRC,NICT

K5 ソフトウェア相関器は、情報通信研究機構が開発をおこなっている、ソフトウェアによる相関処理システムである。横浜国立大学では、ソフトウェア VLBI 研究の一環として、現在この K5 ソフトウェア相関器の XF 方式相関処理プログラムについて、コードの簡略化、処理の高速化を狙ったアルゴリズムの改良を試みている。

XF ソフトウェア相関器では観測したデータに対し、フリンジストッピングや遅延追跡などのデータ補正を加えながら積分することにより相関を求めることになる。

オリジナルの XF 相関ソフトウェア相関器 cor に対して現在までにおこなっている改修は、大別して以下の 3 つである。

(1) コードの C++ 化および Boost C++ Libraries の dynamic_bitset を用いた相関処理

(2) フリンジの 2 レベル近似

(3) MPI による分散処理への対応

cor では相関をとる際、データを 1 バイトごとに切り出し、そのビットパターンのテーブル参照により積分値を求めている。この部分について、今回試作したアルゴリズムでは、Boost C++ Libraries の dynamic_bitset を用いて 2 局のデータを数千~数十万ビット単位で直接に論理演算を行うことで相関を算出することを試みた。dynamic_bitset は bool 型のビット集合を格納するコンテナであり、これを用いることでビット集合の論理演算を容易に高速におこなうことができる。

フリンジストッピングについては、オリジナルの cor ではフリンジにおける sin,cos の位相を -1,0,1 の 3 レベルで近似している。これを -1,1 の 2 レベルで近似することを試みた。テーブル参照によるアルゴリズムではフリンジ位相 0 の部分は相関をとらない、すなわちテーブル参照をおこなわないことになるので、そのぶん計算量を落とすことができるが、bitset を用いる場合は逆にフリンジ位相 0 の部分の相関をとらないという作業が原理的に困難であり、その補正に余分な演算を要してしまう。よって、bitset を用いたアルゴリズムにおいてはフリンジ位相の 2 レベル近似にも対応させた。これにより 3 レベル近似時に比べて処理の高速化を実現している。ただし、位相を 3 レベル近似から 2 近似に落とすことは、多少のコヒーレントのロスを伴うことになる。

また、PC クラスタを用いた分散相関処理にも取り組んでいる。分散処理はデータの時分割法を用いた。データは 1PP ごとに分割され、それぞれの PC は割り当てられたデータを相関処理し結果を返すことを繰り返す。並列計算ライブラリには Linux で最も一般的に用いられている MPI(mpich) を使用した。

今回作成したソフトウェア相関器では単一プロセスでもオリジナルの cor の数倍の速度で動作する。また、分散処理によりさらに CPU 数倍の高速化が達成できることを確認した。

今後はさらなる相関処理速度の向上に向けたアルゴリズムの検討をすると共に、リアルタイム相関処理などへの対応化についても検討してゆく予定である。