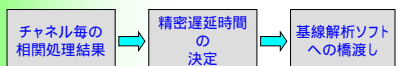


チャンネル毎にクロックオフセットが異なるVLBIデータのバンド幅合成処理

情報通信研究機構 近藤哲朗

バンド幅合成処理は、測地VLBIの観測量である遅延時間を精密に決定するため、複数のチャンネルの狭帯域相関データを合成することにより広帯域データと同等の遅延時間分解能を得るための処理である。情報通信研究機構で開発したバンド幅合成処理ソフトウェア(KOMB)はすべてのチャンネルでのサンプリングパルス(クロック)が同期していることを前提としており、チャンネル毎にクロックがずれていた場合の処理は考慮していなかった。K5/VSSP VLBIシステムでは4チャンネル毎に別のユニットでデータ収集を行うことから、ユニット毎のクロックにオフセットが生じる可能性が否定できなかったが、実際に一つのユニットのクロックのみ、他のユニットと大きくずれた状態で観測が行われてしまう事態が発生した。そこで、この観測データを救済するために、チャンネル毎にクロックオフセットが異なる場合でもバンド幅合成処理が行えるようにKOMBを改修した。

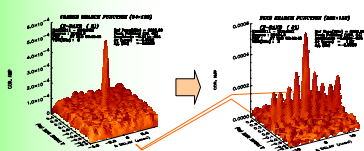
バンド幅合成処理ソフトの役割



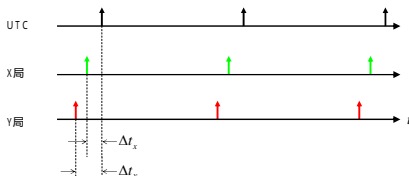
バンド幅合成の原理

$$\text{遅延時間の分解能} \sim \frac{1}{\text{周波数帯域幅}}$$

狭い帯域 / ch \Rightarrow 複数ch合成 \Rightarrow 等価的に広帯域を実現



クロックオフセットの定義



それぞれの局のクロックがUTCに対して進んでいる場合を正に定義

クロススペクトルの補正

(1) クロックオフセットが無い場合

$$R_{xy}(f) = S(f)S^*(f) \exp\{i2\pi f(\tau_x - \tau_y(t))\}$$

(2) クロックオフセットが有る場合

$$R_{xy}(f) = S(f)S^*(f) \exp\{i2\pi f(\tau_x - \tau_y(t) + \dot{\tau}_x(t)\Delta t_x + \Delta t_x - \Delta t_y)\}$$

したがって

$$R_{xy}(f) = R'_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\Delta t_x - \Delta t_y - \dot{\tau}_x(t)\Delta t_x)\}$$

$\dot{\tau}_x(t)$ の最大値は地球上では $3 \times 10^{-6} \text{ s/s}$
 今、受信周波数を8GHz、 t_x を1 μs とすると、 $2\pi f(t_x)\Delta t_x$ は0.157ラジアン
 この項を無視すると

$$R_{xy}(f) = R'_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\Delta t_x - \Delta t_y)\}$$

(3) 予測値計算に使ったクロックオフセットと実際のクロックオフセットが異なった場合

$$R_{xy}(f) = R'_{xy}(f) \exp\{i2\pi f(\delta t_x - \delta t_y)\}$$

ここで $\delta t_x, \delta t_y$ は真のクロックオフセットと相関処理に使用したクロックオフセットの差

PCAL位相の補正

検出されたX局、Y局のPCAL位相にそれぞれ

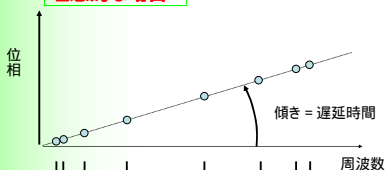
$$2\pi f_{PCAL}\Delta t_x \quad 2\pi f_{PCAL}\Delta t_y$$

を加える ここで f_{PCAL} はPCAL周波数

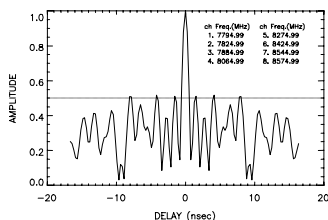
全chでクロックオフセットが同じ場合はこの補正は不要(すべてのchに同じバイアス位相が加わるだけなので)

周波数と位相差

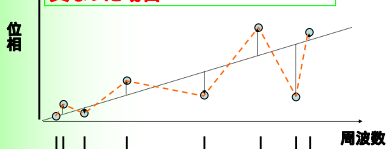
理想的な場合



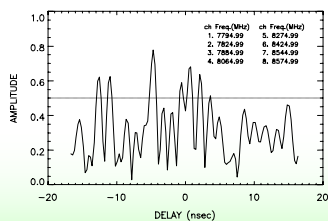
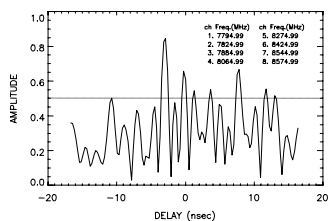
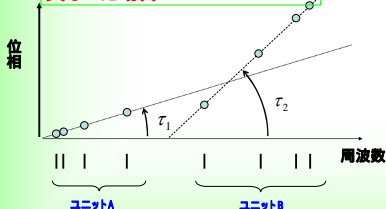
バンド幅合成関数(X-Band)



チャンネル毎にクロックオフセットが異なった場合



ユニット毎にクロックオフセットが異なった場合



具体的なクロススペクトルの補正

$$R_c(j, k, n) = R_c(j, k, n) \exp\{i2\pi(f_0^n + f_j^n)(\delta t_x - \delta t_y - \dot{\tau}_{PRF}\Delta t_x)\}$$



$$R_c(j, k, n) = R_c(j, k, n) \exp\{i2\pi(f_0^n + f_j^n)(\delta t_x - \delta t_y)\}$$

実際の処理例

