

リアルタイム Linux を用いた
世界規模での同期サンプリングの検討内匠研究室 澤木 則宏
学籍番号 No. 12117928

1 はじめに

今まで電磁波の強度観測を行ってきたが、これに加えて位相データを取得するために、全国規模の同期サンプリングが可能なシステム構築を目的とする。既存ソフトウェアの可用性と応答の即時性の両立可能な RTLinux(リアルタイム Linux)を採用した。本研究では RTLinux による正確なサンプリングのために応答性能の評価と正確な時刻、時間取得の方式検討を行った。

2 RTLinux

RTLinux は Linux をリアルタイム化したものである。Linux 上の従来のプログラムとリアルタイムプログラムは、実行形態こそ違うが共存できる。すなわち、計測や制御のリアルタイムプログラムを動かしながら X ウィンドウやコンパイルを使用することができる。もちろん telnet や Web も使用できるため、リモート計測/制御などは特別なプログラムを組むことなく実現できる。

3 モジュール

Linux のカーネルは基本部分と、自由に組み込みと削除が可能なモジュール群で構成されており RTLinux のリアルタイムカーネルモジュールはモジュールとして組み込む。モジュールの組み込みは insmod、削除は rmmod を使用して、自由にカーネルの機能拡張や不要な機能の削除が出来るようになっている。図 1 はモジュールの組み込みの図となる。

4 RTFIFO

RTLinux は基本的にリアルタイムモジュールとユーザ空間の間には 2 方向の伝達手段が必要になる。最も単純な方法がリアルタイム FIFO である。リアルタイムモジュールはデータを FIFO に読み書きする。プロセスがこれを Linux 側で開き、read()/write() コールによってリアルタイムカーネルとデータを交換する。図 2 は FIFO の大まかな流れの図となる。

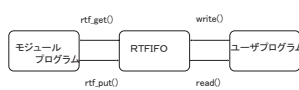
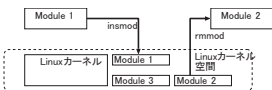


図 1: モジュールの図

図 2: RTFIFO の略図

5 時間の補正

GPS(GERMIN 製 GPS 15L) からシリアルポートに 1 秒間隔で情報が送信されてくる。その正確な 1 秒の間隔を用いて時間の補正を行うことにした。RTLinux でシリアルポートからのデータの読み込みを行い、シリアルポートからデータを得た瞬間の時間のタイムスタンプをいくつか取っていく。データを取得する方法は、本節で述べる 3 つの手法が考えられる。タイムスタンプより仮定的な 1 秒、本実験ではサンプル 1800 個のデータを取り、その二番目のサンプルを原点とし、1800 番目のサンプルの値を結んだ直線を仮定 1 秒直線とする。そして、タイムスタンプの 2 番目の要素から 1800 番目の要素まで足していったものとの間の誤差より、どれくらいの精度があり、どれほど誤差を押えられたかを検証することにする。

5.1 時間の補正 手法 1

シリアルポートから 1 秒ごとに情報が入ってくる。その情報は \$GPRMC..... のような \$ から始まる文字列の情報で、その情報は 1 秒間隔で送られてくる。頭文字の \$ が入ってきたタイミングをシリアルポートからの正確な時間の 1 秒とする。シリアルポートから情報が入力されたときに、まず頭文字の \$ を探し、\$ が入ってきた瞬間にまた新たなスレッドを設定する。それにより、\$ と \$ が入ってくる間隔の周期設定ができ、\$ を読み込んだ時の時間を出力させることで、シリアルポートからの正確な時間を得たことになると考

えられる。この手法を用いて検証を行なった結果が図 3 となる。誤差の範囲が数十 ms の値まで大きく出てしまっていることがわかる。この誤差では時間を正確に取り出したとは言えない。そこで、新たな時間の補正の手法を次に述べる。

5.2 時間の補正 手法 2

デバイスドライバの rt_com.c の中に定義されている rt_com_isr() は、シリアルインターフェースから割り込みがかかるとその割り込みのデータを取得する。rt_com_isr() は取得したデータをバッファに書き込む作業を行う関数。そして、rt_com_isr() の中にシリアルポートから入ってきたデータの中に \$ が入ってきたら、その時のタイムスタンプを新たに作成したバッファに書き込むようにする。そして、タイムスタンプが書き込まれたバッファのデータをモジュール側のプログラムで読み込める関数 rt_com_time() を rt_com.c の中に作成する。これによりシリアルインターフェースから割り込みが入ってきた時に \$ を取得しその時の時間を得ることができる。この手法を用いて検証を行なった結果が図 4 となる。手法 1 と同様に誤差の範囲が数十 ms の値まで大きく出てしまっていることがわかる。この結果も手法 1 と同様に時間を正確に取り出したとは言えない。そこで、改善策として GPS(GERMIN 製 GPS 15L) を精度の良い GPS(TrueTime 製 GPS TMS505) に変更する。その時の結果は図 5 となる。この方法では誤差が押えることができた。しかし、どのような GPS でも同じように誤差を押えることを目標としているので、もう一つの方法の異なる割り込みを用いた時間の補正の手法を 5.3 節に述べる。

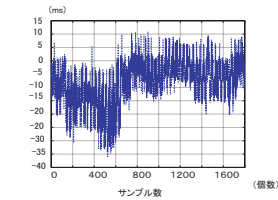
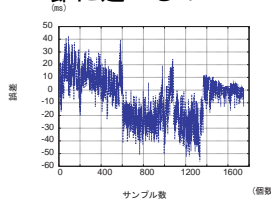


図 3: 手法 1 の検証結果

図 4: 手法 2 の検証結果

5.3 時間の補正 手法 3

手法 3 としてハードウェア割り込みを用いた。ハードウェア割り込みはシリアルポートから受信されるキャリアディテクトの信号を用いる。この信号が high から low になった時にタイムスタンプを取り、rt_com_time() を用いてバッファに書き込まれた時間を得る。この手法を用いての検証の結果は図 6 となる。図 6 からわかるように誤差の範囲が μs まで押えられている。誤差が μs まで押えられていることは本研究で用いた計算機の性能を考えると誤差を最小限に押えている。よって、この手法を用いることで時間の補正ができることとなる。

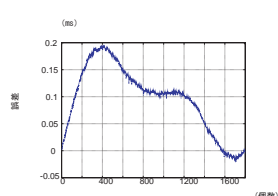
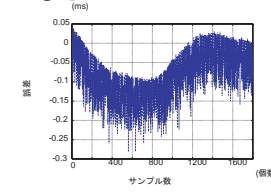


図 5: GPS(TMS) での

検証結果

図 6: 手法 3 の検証結果

6 まとめ

シリアルポートからのキャリアディテクトを利用したハードウェア割り込みを用いて誤差の少ない正確な時間を取り出すことができた。これにより全国どこにいても同期サンプリングを行えるようになるといえる。