

時間制約の厳しいアプリケーションのためのリアルタイム通信機構の研究

80022100 佐藤秀雄 指導教員 青山藤詞郎 矢向高弘

1. 緒論

時間制約の厳しいアプリケーションが分散して存在する場合には、それらのアプリケーションが時間制約を満足しながら機能する通信機構が要求される。本研究では、この要求を満足する通信機構として RT-Messenger を提案し、RT-Messenger を RT-Linux 上に実装した。更に、分散フィードバック制御へ RT-Messenger を応用し、その有用性を示した。

2. RT-Messenger

リアルタイムアプリケーションは、実行時の振る舞いが時間制約を満たさなければならない。そこで、RT-Messenger はリアルタイムタスクから通信を行う際のオーバーヘッドを最小にすることで、短いタイムアウト時間を設定しても高い確率でパケットの送受信が可能となる通信機構として設計した。本研究では RT-Messenger を RT-Linux 上に実装し、通信媒体にイーサネットを用いた。RT-Messenger 処理の流れは、図 1 に示す通りである。

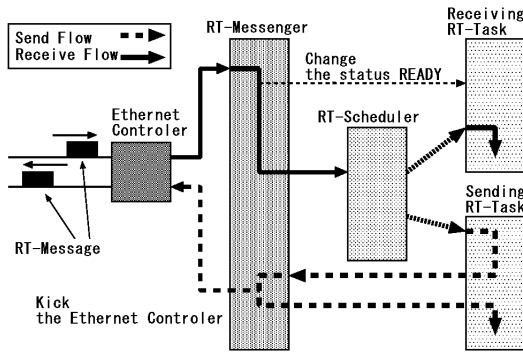


図 1 RT-Messenger の処理の流れ

3. RT-Messenger の評価

RT-Messenger の評価を次の方法で行った。2 台のコンピュータを 10BaseT のイーサネットで接続し、一方のコンピュータのリアルタイムタスクから 1msec 毎に 10sec の間、10,000 パケットを送信し、他方のコンピュータのリアルタイムタスクでそれらを受信した。この測定を 10 回行った。

測定の結果、送信を実行する関数が呼ばれてからイーサネットデバイスに送信命令を送るまでの時間である RT-Messenger の送信遅延は、最大で 5 μ sec であった。

又、パケットの受信によるイーサネットデバイスからの割り込みによる処理が開始されてからパケットを受信するリアルタイムタスクが起動するまでの時間である RT-Messenger の受信遅延は、最大で 35 μ sec であった。

4. 分散フィードバック制御への応用

RT-Linux による制御と RT-Messenger による通信を用いることによって、1msec 周期で制御情報を交す分散フィードバック制御を試みた。2 台のマニピュレータを 1msec のサンプリング周期で制御する。ここで、制御を行うそれぞれのコンピュータで 1msec を刻みつけると、数分毎に 1 周期程度の頻度で位相差が生じる問題が発生する。そこで、本実装で

は時間管理をマスター側で行い、スレーブ側はパケットの受信をトリガとして制御を行う手法をとった。図 2 にコントローラのタイミングチャートを示す。

又、この方法だけではパケットの欠損がスレーブ側の周期停止を引き起こす。そこで制御周期の 10% を周期の揺れ幅を目標値と設定し、0.1msec にタイムアウトを設定することにより制御の安定継続性を確保した。

この制御方法において、スレーブ側の起動間隔を測定した。測定結果を図 3 に示す。最長の間隔は 1.015msec、最短では 0.985msec の間隔となっており、制御の揺れ幅は 1.5% 以内に収まっている。この揺れ幅は設定したタイムアウトよりも十分に短いため、パケットの欠損は発生せず、結果として安定した制御を継続することができた。

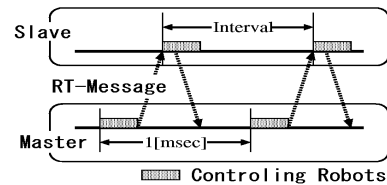


図 2 コントローラのタイミングチャート

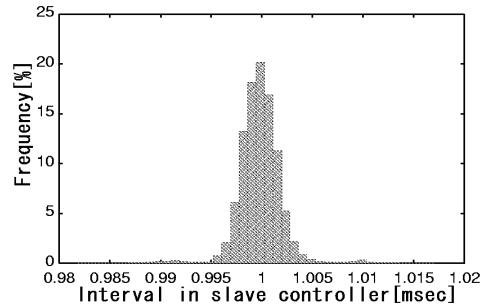


図 3 スレーブ側の起動間隔

5. 結言

本研究では、厳しい時間制約を満足する通信機構として RT-Messenger を提案し実装した。提案する機構の有用性を確認するために、サンプリング周期毎に通信を行う分散制御システムを実装し、性能評価を行った。その結果、低速な 10BaseT のイーサネットを用いても 1msec 周期で制御を行うことが可能であることが示され、しかも制御周期の揺れ幅が 1.5% 程度に収まること分かった。この揺れ幅は制御系の安定限界から求めた目標値である 10% に比べて十分に小さな値であり、ネットワークを介して安定した分散制御を実現することができた。

発表論文

Hideo Sato and Takahiro Yakoh: "A Real-Time Communication Mechanism for RTLinux", Proc. of IEEE International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation (IECON-2000), pp.2437-2442, (2000).

佐藤 秀雄, 矢向 高弘: "時間制約の厳しいマルチメディアのためのリアルタイム通信機構", 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.2, pp.189-196, (2001)