

Ethernet 上における仮想双方向リングによるメモリ共有方式の提案*

3U-05

柘宜 知孝 楠 和浩 伊藤 均†
 三菱電機 (株) 情報技術総合研究所‡

1.はじめに

近年 IT 技術の発展により, 様々な機器をネットワークに接続することが可能となってきた. さらにネットワークに接続されている機器間での協調動作が求められるようになってきている.

本稿では, 協調システム環境下において共有メモリを実装するために用いられる定周期送信(サイクリック送信)を, Ethernet 上で実現する方法を提案する. 本稿で提案する方法は, Switching HUB によってスター型に接続された各機器間で仮想リングを構築し, 共有メモリデータを双方向に伝達するものである.

本稿では, 2 章でこれまでに行われてきた Ethernet 上で協調システムを構築する試みについて述べ, その問題点を挙げる. そして 3 章で提案する方法を述べ, 4 章で定性的評価を行う. 最後に 5 章で今後の課題と結論を述べる.

2.背景関連研究

これまでも Ethernet 上で定周期送信を行うことによる協調システムの構築に関する研究がおこなわれている[1][2]. これらは, 工場における制御機器間ネットワーク(コントローラ間ネットワーク)に Ethernet を適用する事を主な目的としている. 制御機器間用ネットワークは, 実時間性, 高信頼性が求められるが, Ethernet は実時間性や高信頼性を保証しない. そこでこれまでの研究では, Ethernet 上で実時間性や高信頼性を保証するために, データの衝突(コリジョン)を回避する方法が検討されてきた. 具体的には機器間でデータ送信権(トークン)を巡回させ, トークンを保有している機器だけが送信を行う送信制御である. この送信制御は, リピータ HUB

を介して機器が接続され, コリジョンが頻発するような環境下で, 実時間性と高信頼性を保証する場合には有用な方法である.

しかし, 近年普及している Switching HUB では, 機器と HUB 間で全二重通信が可能となり, データ回線上でのデータ衝突が発生することがない. したがって, Switching HUB を用いる環境では, トークンを用いた送信制御が性能上のオーバーヘッドとなる.

そこで本稿では, トークンを用いた送信制御を行わない定周期送信方法を提案する.

3.仮想双方向リング**3.1.システム構成**

始めに想定するシステム構成を述べる. 機器と Switching HUB とをツイストペアケーブルやファイバーケーブルで接続し, スター型のネットワークを構築する. そして, 機器と Switching HUB 間で Ethernet プロトコル 100BASE-TX や 100BASE-FX を使い, 100Mbps の全二重通信を行う. これにより, 各機器は Switching HUB を介して片方向 100Mbps の双方向通信をコリジョンを起こすことなく行うことが可能となる. (図 1 参照)

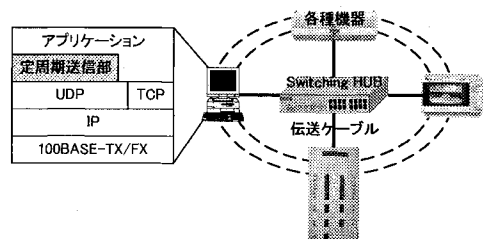


図 1. システム構成図

3.2.定周期送信方式

次に定周期送信方式について述べる. 定周期送信では, Switching HUB を中心としたスター型に接続された機器間で仮想的な双方向リングを構築し(図 1), UDP/IP を用いて通信を行う. そして, 各

*The virtual bidirectional ring on Ethernet for the shared memory communication system

†Tomonori Negi, Kazuhiro Kusunoki, and Hitoshi Ito

‡MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

機器は、仮想双方向リング上で以下の手順に従い定周期送信を行う。

- (1). 各機器は一定周期毎にデータを双方向リングの前局と次局に送出する。
- (2). 隣局からデータを受信した場合には、Ack を返す。
- (3). 隣局より受信したデータが新規のものである場合には、データを格納し、隣局に転送する。受信したデータが既に一度受信したデータである場合や、古いデータである場合にはデータを破棄する。

上記の手順を、仮想双方向リングによる4機器間の定周期送信を例に説明する(図2)。図2では、時計回りを正方向、反時計回りを逆方向として考え、正方向に向かって隣局を次局とし、逆方向に向かって隣局を前局とする。図2は、機器①から送出されたデータが他機器に伝播する際の流れである。

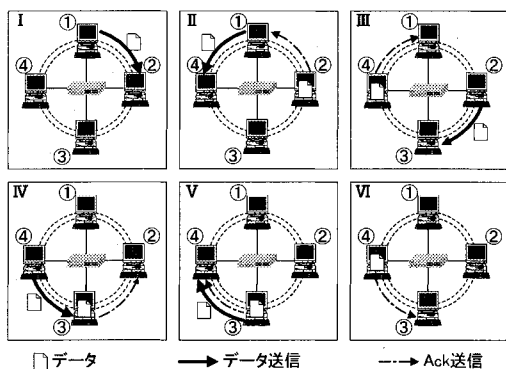


図2. 定周期送信方式図

- I. 機器①は、次局(機器②)にデータを送信する。
- II. 機器②は、機器①のデータを受信し、機器①にAckを返す。そして機器②は、受信した機器①のデータを保存する。同時に、機器①は前局(機器④)にデータを送信する。
- III. 機器④は、機器①のデータを次局(機器③)に送信する。同時に、機器④は、機器①にAckを返す。そして機器④は、受信した機器①のデータを保存する。
- IV. 機器③は、機器①のデータを受信し、機器②にAckを返す。そして機器③は、受信した機器①のデータを保存する。同時に、機器④は機器①のデータを前局(機器②)に送信する。
- V. 機器②は、機器①のデータを次局(機器④)に送信する。同時に、機器②は機器①のデータを受信し、機器④にAckを返す。そして機器②は、受信した機器①のデータと同一データを既に受信しているため、受信した機器①のデータを

破棄する。

- VI. 機器④は、機器①のデータを受信し、機器③にAckを返す。そして機器④は、受信した機器①のデータと同一データを既に受信しているため、受信した機器①のデータを破棄する。

また、数回連続して送信したデータに対するAckが隣局より返信されてこない場合には、その隣局に障害が発生したと判断し、障害が発生している局のさらに隣局に対してデータを送信するように経路を変更する。

4. 評価

本稿で提案した定周期送信方式では、接続機器数が n 台の場合、各機器において $(n+1)$ 回のデータ送受信と、 $(n+1)$ 回のAck送受信が行われる。従って、機器内における内部処理時間、データの送受信処理時間、Ackの送受信処理時間の合計を t [msec] とすると、全機器分の定周期送信が完了するのに要する時間 $f(n, t)$ [msec] は式(1)で表される。

$$f(n, t) = (n+1)t \quad \dots \text{式(1)}$$

以上より、本稿で提案した定周期送信方式では $f(n, t)$ [msec] 周期間隔で共有メモリデータを更新することが可能である。しかも、本稿で提案した定周期送信方式は、複雑なトークンの巡回制御を必要としない。

5. おわりに

本稿では、Switching HUB を用いた環境下に適した定周期送信方法を提案し、定性的評価を示した。今後は、双方向リングの構築方法や障害からの復帰方法を検討すると共に、評価用システムを構築し定量的評価を行う予定である。

参考文献

- [1]. (財)製造科学技術センターFA オープン推進協議会 FA コントロールネットワーク専門委員会. FL-net プロトコル仕様書 第一版(1999).
- [2]. Chitra Venkatramani and Tzi-cker Chiueh. "Design, Implementation, and Evaluation of a Software-based Real-Time Ethernet Protocol". ACM SIGCOMM '95 : 27-37, 1995.