

帯域保証型ネットワーク通信方式

4 P-9

長島 勝

三菱電機（株） 情報技術総合研究所

1. はじめに

近年では、伝送帯域などのネットワーク・リソースの保証を要求するアプリケーションが年々増加しており、イーサネットを主流とする LAN の世界でも、QoS (Quality Of Service) の実現は必須となってきた。

また、ギガビット・イーサネットの登場で伝送路の高速化は進んでいるが、端末におけるネットワーク処理負荷が、通信性能のボトルネックの一要因になっている。例えば、既存の NIC (Network Interface Card) では、1 フレーム送受信する度に発生する割込みが負荷を高くしている。そのため、伝送路をギガビット級の高速ネットワークで構築しても、その伝送帯域を活かしきれない可能性が高い。

この解決手段として、ここでは、帯域保証型ネットワーク通信方式について述べる。

2. 帯域保証型ネットワーク通信方式

2.1. 特徴

本方式は、宛先が同一であるデータ部 (イーサネット・フレームの MAC ヘッダを除いた部分) を複数個パッケージ化した独自のフレーム形式 (図 1) を用いることで、割込み発生頻度を低減する。

また、各端末に所定の順番でフレームを転送したり、各経路を通るデータを所定の割合でパッケージ化したりすることで、伝送帯域を保証する。

2.2. 構成

本方式について、図 2 のシステム構成を例として説明する。通信装置と交換装置間は Point-to-Point の全二重接続であり、各伝送路上を図 1 形式のフレームで通信する。

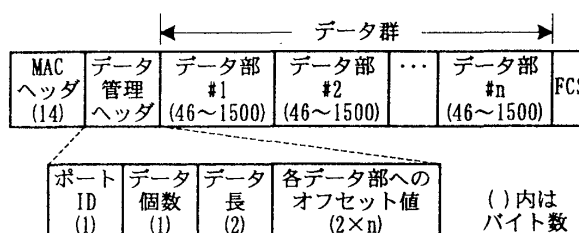


図1 本通信方式のフレーム形式

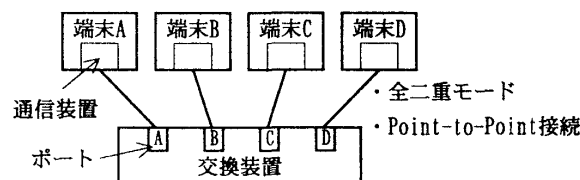


図2. 構成図

2.3. フレーム形式

本方式では、従来のイーサネット製品との互換性を保つため、データ部は、従来のイーサネット・フレーム形式におけるデータ部をそのまま使用する。

また、下記の 2 点に従い、複数個のデータ部をパッケージ化して 1 フレームを生成する。

- ①宛先が同一であれば、発行元は異なっても、パッケージ化可能とする。
- ②データ部の加工 (分割/結合) をしない。

2.4. 通信装置

通信装置は、図 3 のように、自身が接続される交換装置のポート毎 (但し、自身の接続先である Port A は除く) にキューを用意する。

アプリケーションから転送要求があると、従来のフレーム形式に準拠したデータ部が生成され、その情報 (保存位置を指すポインタなど) が、宛先に応じて該当するキューに一時保管される。なお、ARP (Address Resolution Protocol) パケットの交換などにより宛先の端末が交換装置のどのポートに接続されているか認識する前や、ブロードキャスト・フレームに関しては、Unknown キューを使用する。

通信装置は、これらのキューから、「Port B→Port C

→Port D→Unknown」のサイクルで、順番にフレームを生成し、伝送路上に送り出す。

このように、転送データが存在する端末に対して、必ず、上記サイクル内に最低1フレームを転送する。

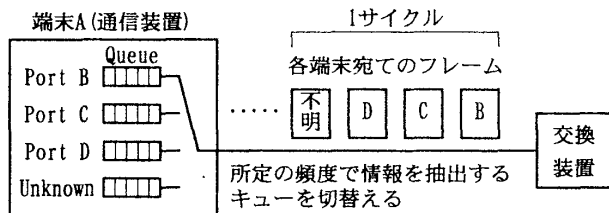


図3. 通信装置からのフレーム転送

2.5. 交換装置

交換装置は、各ポート間を結ぶ経路毎にキューを用意する。これらのキューには、受信したフレーム内のヘッダ部(図1のMACヘッダ+データ管理ヘッダ)を一時格納する。なお、データ部は交換装置の共有メモリに保管することで、装置内部でのデータ転送を低減させる。

交換装置は、1フレーム生成する毎に、各経路の状況を判断し、転送するデータがあるキュー(経路)から所定の割合で抽出し、1フレームを生成する。例えば、図4のように、宛先が同一である3種類の経路BA、CA、DAを通るデータ部で構成されたフレームを転送する。

このように、データが存在する場合は、その経路を通るデータ部を最低1つ含むフレームを転送する。

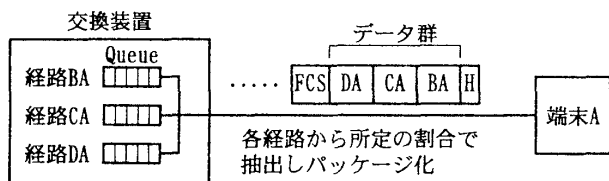


図4. 交換装置からのフレーム転送

また、交換装置は、初めて通信する際に、接続先が従来型のイーサネット製品であると認識すると、以降は従来のイーサネット形式による通信に自動的に切替える。

3. 効果

(1) 伝送帯域の保証

前述したように、通信装置において1サイクル内に各端末に最低1フレームずつ転送したり、交換装

置において各経路のデータ部を最低1個ずつ含むフレームを転送したりすることで、最低限の伝送帯域Bminを必ず確保できる。

また、転送データがない場合には、他の経路のために伝送帯域を開放することで、伝送帯域を有効活用できるようにしている。そのため、使用できる伝送帯域は、図5のように、1フレーム転送に要する時間(Ta~Te)毎に変化する。但し、Ta~Teは固定ではなく、フレームのサイズにより変動する。

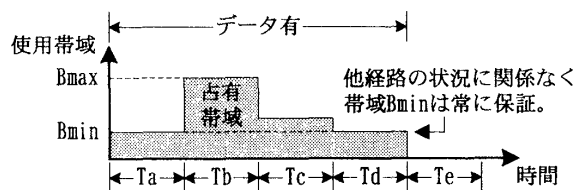


図5. 経路BAの占有帯域の変化

(2) CPU 負荷の低減

これらの装置では、従来ではデータ部毎に発生していた送信完了や受信通知などによる割込みが、データ群毎に通知される。そのため、従来の形式に比べて割込み回数を減らすことができ、CPUの負荷低減に繋がる。

(3) 既存製品との互換性

交換装置は、従来の形式も取り扱えるため、既存のシステム・リソースをそのまま流用可能である。

また、図6のように従来のNICを実装した端末間においても、交換装置間は高速通信が可能である。

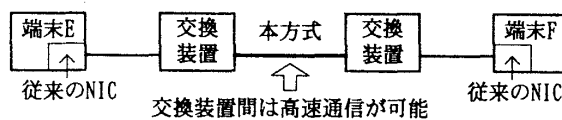


図6. 既存製品への適用

4. 検討課題

二重系やメッシュ構成のような複数の経路を取り得るシステムに本方式を適用するためには、特定の経路に偏らないように、経路の負荷分散についても考慮する必要がある。

5. 今後の予定

今後は、実験システムでの試作検証により、本通信方式の効果について確認する予定である。