

通信路の品質変化に対応できる通信制御手順の設計と評価

4 V-7

野口裕介 谷口秀夫
九州大学大学院システム情報科学研究科

1 はじめに

従来の計算機ネットワークは、通信路の品質が高く、安定した有線通信を利用して構築されてきた。従って、計算機ネットワークにおいて、基盤となるデータリンク層での通信手順は通信路の品質の変化を想定していない。一方、計算機ネットワークの拡大や利用形態の変化、衛星通信設備の小型化や低価格化により、衛星通信を利用した計算機ネットワークの構築が可能となっている。しかし、衛星通信においては、飛行機などの障害物や降雨などの天候の変化により、通信路の品質が大きく変化する。このため、衛星通信を含む計算機ネットワークにおいて、従来の通信手順をそのまま利用するのでは、効率の良いデータ送受信が期待できない。

本稿では、通信路の品質の変化に対応できる通信制御手順を提案する。具体的には、通信路の品質に対応するために、通信制御手順の中で通信路の品質を意識する項目を通信パス設定中に変更する機能、および通信パス設定中にデータの送信・受信を停止・再開する機能を有する通信制御手順について述べる。また、提案する通信制御手順の予備評価について述べる。

2 既存の通信制御手順

通信制御手順において、通信路の品質を意識する項目（以降、通信条件と呼ぶ）には以下に挙げる項目がある。

- (1) 最大パケット長 (P)
- (2) ウィンドウサイズ (W)
- (3) タイムアウト時間 (T)

通信路の品質が高い場合、最大パケット長およびウィンドウサイズを大きくし、タイムアウト時間を長くすることで、データ送受信効率を上げることができる。また、通信路の品質が低い場合には、これらを逆に設定することで、データ送受信効率の低下を防ぐことができる。

通信路の品質変化を想定していない有線通信においては、通信条件がシステム毎のシステム生成設定項目とされ、通信条件は初期値に固定される。通信制御手順は通信途中に通信条件を変更することができないため、通信路の品質が低下した場合は、タイムアウトとして検出され、パケットの再送、あるいは通信パスの開放と設定に

よる回復が行なわれる。その結果、データ送受信効率は著しく低下する。逆に、通信路の品質が向上したとしても、それを生かした通信ができない。

3 FCC 通信制御手順

3.1 基本設計

我々は、通信路の品質の変化に対応するための通信制御手順（以降、FCC 通信制御手順と呼ぶ）を設計した。FCC 通信制御手順は、以下の機能を提供する。

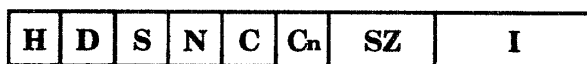
- (1) 通信パス設定中に通信条件を変更する機能
- (2) 通信パス設定中にデータの送信・受信を停止・再開する機能

ここで、通信パス設定中に通信条件を変更できる機能を、通信条件変更機能 (FCC : Function of communication Condition Change) と呼ぶ。

この機能により、通信路の品質が変化する環境において、データ送受信効率の劣化を少なくすることができる。そのため、降雨などにより通信路の品質が変化する衛星通信を通信路として含む場合には、FCC 通信制御手順が有効である。

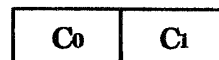
3.2 仕様

3.2.1 パケット形式



- H** (1バイト) : ヘッダ (0x7e 固定)
- D** (1バイト) : 送信先アドレス
- S** (1バイト) : 送信元アドレス
- N** (1バイト) : シーケンス番号
- C** (1バイト) : 制御部
- Cn** (1バイト) : 受信シーケンス番号
- SZ** (2バイト) : 情報部長
- I** : 情報部

(A) 全体の構成



- Co** (4ビット) : コマンド種別
- Ci** (4ビット) : モード種別 (デフォルト値は 0)

(B) 制御部の構成

図 1 パケット構成

パケット構成を図 1 に示す。

パケットは、制御情報を格納する部分と情報部からなる。各部について説明する。

- (1) 制御情報を格納する部分は、7つの部分から構成される。

The Design and Evaluation of a Communication Protocol for Supporting the Quality Change of Communication.

Yusuke NOGUCHI and Hideo TANIGUCHI
Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University.

- (A) H は 01111110(=0x7e) の固定値。
- (B) D および S は各通信ノードのアドレス。
- (C) N はパケットに付与される通番。
- (D) C は C_0 (4bit) と C_1 (4bit) を格納する。
 - (a) C_0 はコマンドの種別を示す番号。
 - (b) C_1 はモードの種別を示す番号。
- (E) C_n は受信を確認できたパケットの通番。
- (F) SZ は情報部の大きさ(バイト単位)。

(2) I はデータやモードの内容(情報部)である。

モードとは、通信条件(最大パケット長(P)、ウィンドウサイズ(W)、タイムアウト時間(T))からなる組合せのことである。この組合せに番号をつけ、モード種別とする。(モード種別)=0とは、デフォルトのモードであることを意味し、その値はそれぞれ、 $P=256$ バイト、 $W=3$ 、 $T=1$ 秒である。

3.2.2 コマンド

コマンドは、13種類ある。

- (1) パス設定 (CPC:Communication Path Create)
- (2) パス開放 (CPD:Communication Path Delete)
- (3) パス設定・開放 OK(CPO:Communication Path Okay)
- (4) データ送信 (I:Information)
- (5) パケット受信 OK(PRO:Packet Receive Okay)
- (6) パケット受信 NG(PRN:Packet Receive No-good)
- (7) 送信停止通知 (SSD:Send SuspenD)
- (8) 送信再開通知 (SRM:Send ResuMe)
- (9) 受信停止通知 (RSD:Receive SuspenD)
- (10) 受信再開通知 (RRM:Receive ResuMe)
- (11) モード変更要求 (MCR:Mode Change Request)
- (12) モード変更 OK(MCO:Mode Change Okay)
- (13) モード変更 NG(MCN:Mode Change No-good)

3.2.3 状態遷移

状態の遷移を、コマンド受信、上位からの要求、および下位からの通知、に分類する。

コマンドの受信による状態遷移は、13種類のコマンドに対応した処理である。

上位からの要求には、“通信開始”、“通信終了”、“データ送信”、“送信停止”、“送信再開”、“受信停止”、“受信再開”、“モード変更”の9つがあり、対応したコマンド送信などの処理を行なう。

下位からの通知としては、“バッファ不足”、“パケット異常”の2つがある。

4 評価

予備評価として、FCC通信制御手順をユーザプロセスとして実現し、通信時間を測定した。

測定に用いた計算機は、送信側には Intel 486DX2 66MHz プロセッサ、受信側には Intel Pentium 133MHz プロセッサが実装されており、10Mbps のイーサネット型通信路で結ばれている。OS は、送信側・受信側共に BSD/OS Version 2.1 であり、メッセージの送受信にはデータグラム型ソケットを利用した。

最大パケット長やウィンドウサイズを大きくすることにより、データ送受信効率は向上した。

また、“通信パスの解放と設定”、“最大パケット長の変更”、“ウィンドウサイズの変更”、のモード変更要求を出した場合について、要求回数と通信時間の関係を図2に示す。通信時間は、“ウィンドウサイズの変更”の要求を5回発行した場合の通信時間を基準として正規化している。図2より、通信パスの再設定と比べて、通信モードの変更の機能を用いることで、通信時間の増加を抑えることができることがわかる。これは主に、通信パスの再設定が要求が発行される度に記憶領域の初期化等の初期化処理が必要であるのに対し、通信モードの変更ではその必要がないためであると考えられる。

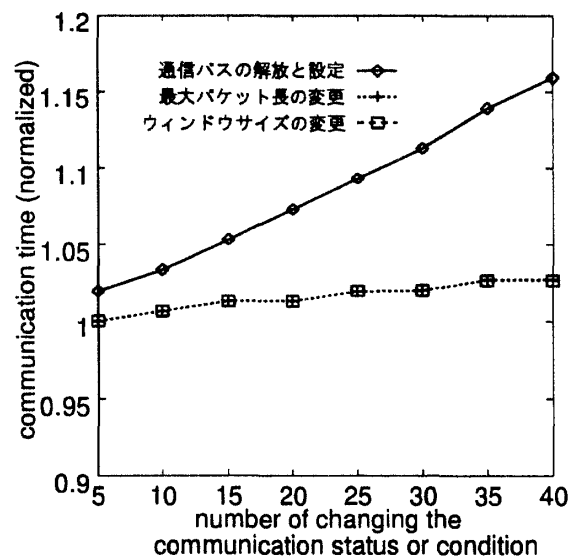


図2 測定結果

5 おわりに

通信路の品質の変化に対応できる通信制御手順として、FCC通信制御手順について述べた。本手順は、通信パス設定中に、最大パケット長、ウィンドウサイズ、タイムアウト時間、を変更できる機能を有する。また、通信パス設定中に、データの送信・受信を停止・再開する機能を有する。予備評価により、本手順の特徴を確認した。

今後は、状態遷移の詳細化による改版と、衛星通信を利用した有効性の確認を行なう予定である。