

7G-6

網向きプロセス間通信プロセッサ

CUPIDの性能測定とその考察

和賀井 フミ子 田中 英彦 元岡 達

(東京大学 工学部)

1 はじめに

網向きプロセス間通信プロセッサ CUPID は、網向きOSの処理効率の向上を目的として開発した、プロセス間通信専用のサブシステムである。

CUPIDは、網向きOSの核機能のうちプロセス間通信機能を主計算機から分離して取り出したもので、ソフトウェアの一部の機能をハードウェアで実現した。

今回は、CUPIDを用いたプロセス間通信の性能測定を行なったので、その結果について報告する。

2 CUPIDの基本設計

CUPIDの背景には、以前研究室で開発を行なったTECNETと、その上の網向きOS—NOSI版がある。これらを踏まえて通信回線結合による計算機網を前提とした網向きOSを、核機能のレベルで分割することにおいて機能分散を行なうことを既に提案している。

即ち、網向きOSの核機能には、プロセス間通信、プロセスの同期、プロセスの生成消滅などの機能があるが、このうち、主計算機内のOSの負担の軽減やインタフェースの明確化を促すと考えられる機能—プロセス間通信機構を、サブシステムとして独立させた。

このプロセス間通信の特徴としては、

プロセスの存在場所を意識せず通信できること、原則として、両プロセスの合意に基づいて通信が成立すること、通信要求は、通信マクロを使用し、相手プロセスを示す引教にはその論理名を用いること、などがある。

通信マクロの処理機構は、階層構成を成している。このうち下位の2層を主計算機から取り出した。それらは、通信管理を行なうCCPと、回線制御を行なうLCPとで、共にCUPIDの中核を成している。

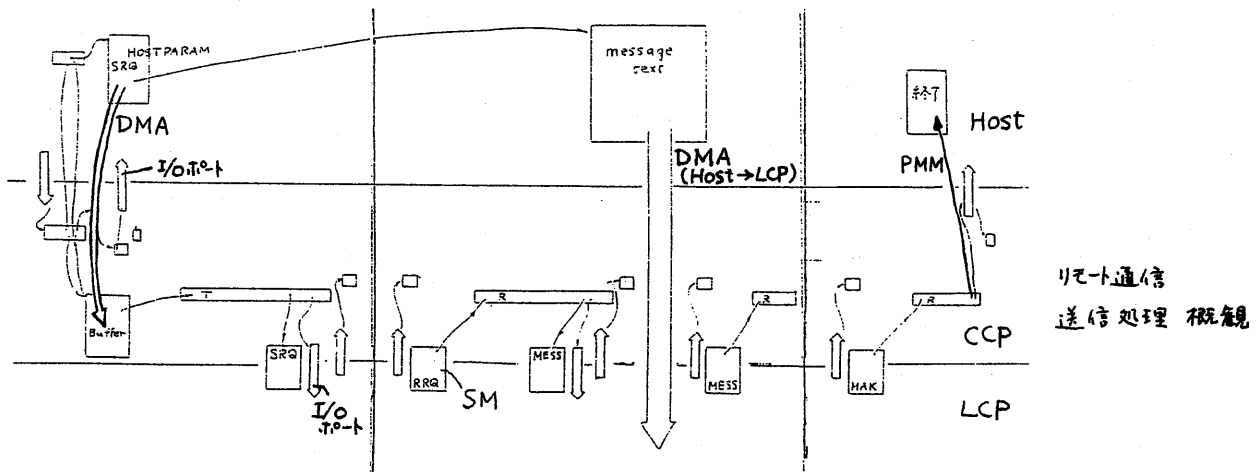
プロトコルは、プロセス間での通信マクロ、CCP間での網通信コマンド、LCP間での伝送制御手順などがある。

インタフェース用のハードウェアとしては、制御用にI/OポートLSI、転送用には、DMA、主計算機とCCPの間に擬似メモリ(PMM)、CCPとLCP間には共有メモリ(SM)を実装した。

メッセージ転送は、同一計算機内では、主計算機→CCP→主計算機とし、他計算機間での転送には、転送効率向上の為、主計算機とLCPを直接結ぶ経路を採った。これらの機能に対応して反射機構(RM)と主計算機LCP間のDMAを設けた。

3 実装

現在、CUPIDは2組制作されている。各々の主計算機は、OKITAC 4300CとFACOM U-300であり、異なる建物にある。



リモート通信  
送信処理概観

CUPIDは、2台とも全く同じ構造であり、制御プログラムも全く同じものが載っている。主計算機とは、各々に適した固有インタフェスを用いて接続し、違いを吸収している。

#### 4 測定と結果

前章までに述べたプロセス間通信機構の処理時間を、1) 2つのプロセスが同一計算機内にあるローカル通信と、2) 異計算機にあるリモート通信について、測定した。

測定には、CCP内蔵のタイマをカウンタとして使用し、CCPのプログラムの要所にその値を読み出すルーチンを埋め込む方法をとった。

この様にして、一回の通信にかかる時間を測定した結果は、次の様になった。

(平均値, 40μs刻み)

OKITAC上でのローカル通信の場合、メッセージを 256 w (1w = 2B) 転送すると、全通信処理時間は、35.30 ms かった。

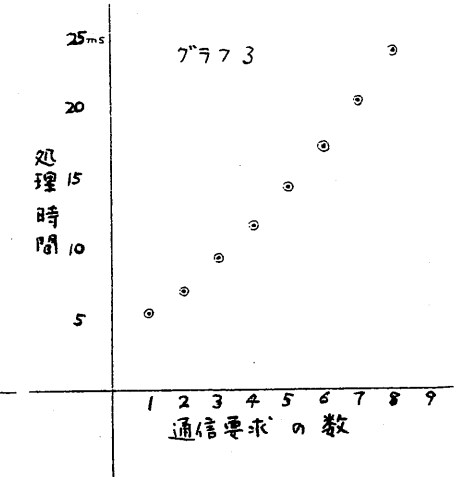
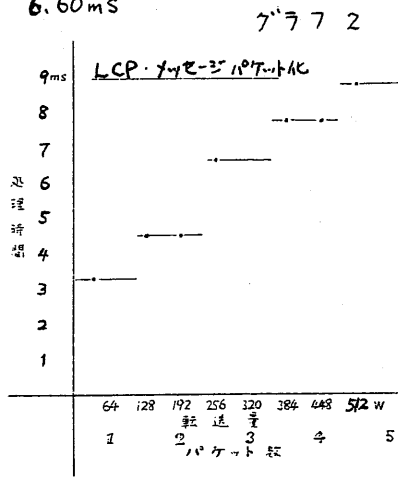
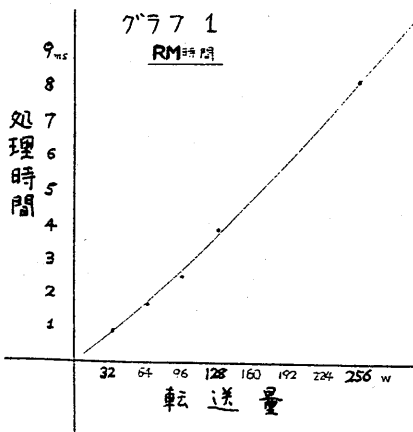
この内訳を見ると、

通信制御プログラムに	20.98 ms
256 w 転送のRM時間	8.08 ms
インタフェス用割込処理	5.32 ms
主計算機からの引数転送 (56 B, DMA使用)	0.92 ms

転送メッセージ長を変えてみると、RMの処理時間は、ほぼ 15μs x (Byte長) となり転送量に比例している。(グラフ1)

リモート通信の場合は

送信処理は	22.30 ms
受信処理は	20.94 ms
インタフェス用割込処理	2.98 ms
主計算機からの引数(28B, DMA)	0.46 ms
LCPでのメッセージ処理(256w)	6.60 ms



上記の測定は、いずれも通信要求が同時に一つの場合であるが、通信要求が複数発生している場合のCCP制御プログラムの処理時間をグラフ3に示す。処理時間が要求の数に比例していることが解る。

#### 5 考察

ハードウェアで機能を分割すると、この為のインタフェス処理が問題となることが多い。この点について調べる。CCPの通信管理処理時間に対するインタフェス処理時間の比は

$$\begin{aligned} \text{ローカル通信の場合} & \frac{6.24}{20.98+6.24} = 0.229 \\ \text{リモート通信 送信では} & \frac{3.44}{22.30+3.44} = 0.133 \\ \text{受信では} & \frac{3.44}{20.94+3.44} = 0.141 \end{aligned}$$

この様にインタフェス比は、ローカル通信で23%、リモート通信で14%程度になった。

ローカル通信は、同一主計算機内の2つのプロセスの各々とのやりとりが必要なので、インタフェス比は、ローカル通信は、リモート通信の約2倍になる、と考えられる。

次にメッセージ転送、特にローカル通信におけるRM機構について考える。

メッセージ転送を主計算機内で行なう場合例えばOKITACの場合は1w当り12.6μsかかる。RMを用いると1w当り30μsかかり遅くなるが、主計算機内においては、この分だけ転送の負荷が軽減されるという効果はある。

リモート通信におけるメッセージ処理はLCPで行なわれるが、処理時間はパケット個数が増える毎に増している。(グラフ2)