

論 文

근접한 프로세서간 통신 방식에 관한 연구

準會員 黃 大 煥* 正會員 朴 永 德** 正會員 金 宣 衡***
正會員 曹 圭 燮**** 正會員 朴 炳 哲*****

A Study on the Communication Method between the Adjacent Processors

Dae Hwan HWANG*, Yung Duck PARK**, Sun Hyong KIM***,
Kyu Seob CHO****, Byung Chul PARK***** *Regular Members*

要 約 앞으로의 전자기기 특히 통신기기에서는 고도의 지능화가 요구되어지고 있다. 따라서 단일시스템 내에서도 이러한 지능화를 위해 다수의 프로세서가 요구되어질 것이며 이의 대표적인 예가 교환기라 하겠다. 본 논문에서는 이와 같은 환경 즉, 제한된 공간내 다수의 프로세서가 근접되어 있는 시스템에 적용할 수 있는 IPC (Inter Processor Communication) 방식으로 "통신예약버스"를 제안하였으며 이에 대한 성능을 분석하였다.

ABSTRACT Giving a high degree of intelligence to the electronic equipments such as communication system is the general trend of nowadays. Therefore the multi-processor will be required in a single system and the switch gives an example of it. In this paper, "Reserved Bus" is proposed as the interprocessor communication method applicable to such system which has multi-processor in the limited space. The performance of proposed method is also analyzed.

I. 서 론

앞으로의 전자기기 특히 통신기기의 경우에는

*. **. ***** 성공대학교 공과대학 電子工學科
Dept. of Electronic Engineering
Sung Kyun Kwan University. Suwon, 170 Korea.
*** 仁德工業專門大學 電子科
Dept. of Electronic Induk Institute of Design
Seoul, 132 Korea.
**** 韓國電子通信研究所
Electronics and Telecommunications Research
Institute
論文番號 : 87 - 58 (接受 1987. 8. 22)

자체에 주어진 고유 기능의 처리는 물론 자기진단등의 유지 보수기능의 강화, 통신망 차원에서의 자원 (resources) 분배 및 재할당 등으로 인해 (예 : 트래픽 변화에 따른 전송 route의 재배치) 점점 더 고도의 지능을 갖는 것이 일반적인 동향이다.

이러한 지능화는 마이크로 프로세서의 발달에 힘입어 소규모 기기에 까지도 가능케 되었으며 전자 교환기와 같은 대형 시스템에 있어서 프로세서의 적용은 이제 일반화된 개념이라 하겠다. 특히 앞으로의 종합 정보 통신망 (ISDN : Integra-

ted Services Digital Network) 과 같은 통신망 하에서의 교환기는 LAPD(Link Access Procedure on D channel) 에 근거한 가입자 신호 방식, No. 7에 근거한 구간 공통선 신호 방식, CCITT 권고안에 따른 3층 처리 방식(Layer 3) 등이 적용될 것이며 이를 위해 방대한 양의 데이터 처리가 필요하므로 우수한 데이터 처리 능력과 더욱 많은 프로세서의 사용이 요구되어질 것이다^{(1) - (5)}

교환기의 제어방식은 크게 종래의 교환기에서 사용되어진 중앙 집중 제어 방식과 그 대안으로 제시되고 있는 분산 제어 방식으로 대별된다. 중앙 집중 제어 방식은 고가의 단일 중앙 프로세서가 교환기내의 모든 제어기능 및 부수적인 유지 보수, 관리 기능을 함께 처리하는 방식으로 제어 구조가 단순하다는 장점은 있으나 경제성, 용량 제한, 확장성, 시스템 전체의 신뢰성 등과 같은 데서 많은 문제점을 지니게 된다. 반면에 분산 제어 방식은 제어 기능을 각 교환기의 특성에 따라 여러 모듈에 적절히 분산하여 처리하는 방식으로 제어 구조가 다소 복잡하기는 하나 중앙 집중 제어 방식에서 발생하는 여러가지 문제점들을 효과적으로 극복할 수 있는 동시에 ISDN과 같은 환경하에서 각 가입자별로 분산된 방대한 양의 데이터 처리를 위해 더욱 유용하게 사용되리라 예상된다. 따라서 최근 세계 각국의 ISDN교환 제어 구조에 대한 기본 방향은 향후 ISDN에 효과적으로 대처할 수 있는 분산 제어 방식이 바람직 하다는데 의견이 집약되고 있다^{(1) - (3)}.

그러나 분산 제어 방식의 도입은 교환기 내부의 여러 프로세서간의 효율적인 통신을 필수적으로 요구하고 있으므로 프로세서간에 실질적인 메시징 교환을 담당하는 효과적인 IPC(Inter Processor Communication)통신망에 대한 연구가 절실히 요청되고 있는 실정이다.

본 논문은 이와 같은 환경 즉, 제한된 지역내에 여러개의 프로세서가 존재하며 이들간에 많은 메시징 교환이 요구될 경우에 적용될 수 있는 IPC 방식에 관한 두편의 논문중 제 1부로서 기존의 다중접속 전송방식을 면밀히 분석한 후, 효율적인 IPC 방식으로써 "통신 예약 버스"를 새

로운 IPC 방식으로 제안하고 이에 대한 성능을 비교 분석하였다. 서론에 이어 2장에서는 교환기내부에서의 기존 IPC 방식 및 새로이 제안한 통신 예약 버스 방식에 대해 서술하였으며 3장에서는 이에 따른 성능 분석을 한 후 본 논문의 전체 결론을 내렸다.

II. 통신 예약 버스

IPC 통신망에 적용할 수 있는 통신망 형태로는 메시지 교환의 기능을 수행하는 중앙의 한 프로세서를 중심으로 각 제어 프로세서들을 점대점(point-to-point)으로 연결한 스타(star) 형태와 단일 전송로를 공유하면서 다중 접속(multiple access) 전송을 하는 버스(bus)나 링(ring) 형태를 고려할 수 있다. 통신망 형태를 고려하기 앞서 먼저 교환기 내부의 IPC를 위해 요구되어지는 일반적인 사항을 고려하여 보면 다음과 같다.

- 모든 제어 프로세서 상호간의 정보 교환 및 broadcasting 기능 필요
- 정보 처리 지연의 최소화
- 낮은 overhead로 최대의 전송 효율 제공
- 토폴로지의 단순화
- 소프트웨어 및 하드웨어의 간단화 및 모듈화
- 시스템의 확장성
- 통신 프로토콜의 간단화

이러한 조건들을 감안할 경우 미국의 No. 5 ESS가 채택하고 있는 message switching 방식(스타 형태)⁽⁴⁾은 과부하시 중앙 프로세서로의 트래픽 집중으로 인한 병목현상(bottleneck) 및 확장성, 신뢰성, 통신로 배선등에서 많은 문제점이 발생할 것으로 예상된다. 이와 반면에 버스나 링 형태에서는 각 프로세서가 단일 전송로를 다중 접속하여 데이터를 전송하므로 시스템의 확장성 및 모듈화, 전송 효율, 통신로 배선등에서 스타 형태보다는 많은 장점을 가진다. 따라서 앞에서 고찰한 IPC 통신망의 구비 요건 및 상기와 같은 사항들을 종합적으로 고려하여 볼 때 교환기내의 IPC 통신망 형태는 버스나 링과 같은 단일 전송로를 통해 다중 접속 전송을 할 수 있는 형태가 보다 적합할 것이다.

이와 같은 다중 접속 전송 방식으로는 기존의 근거리 통신망(LAN)에서 널리 사용되는 전송방식⁽⁶⁾들과 TDMA(Time Division Multiple Access)⁽⁷⁾의 방식이 가능하나 본 논문에서는 LAN 방식을 우선적으로 검토하였다. LAN은 기본적으로 근거리 존재하는 여러개의 프로세서간 통신을 위해 이미 사용하고는 있으나 통신 선로 설치에 융통성을 줄 수 없다는 근본적인 제한성이 있으며 여기에 사용되는 방식을 교환기내에 직접 적용하여 검토한 결과 방식별로 다음과 같은 어려운 점이 있을 것으로 예측되어진다.

- CSMA/CD 방식은 버스 형태의 단일 전송로를 각 프로세서가 다중 접속하면서 발생하는 데이터 충돌(collision)의 가능성이 있으므로 관련 데이터 전송 프로토콜 및 충돌 감지, 충돌시의 대책등을 위하여 관련 하드웨어 및 소프트웨어가 복잡하다.
- 토큰 버스 방식은 전송 권리를 획득하기 위한 논리적 링크 설정 프레임 overhead가 필요하므로 실제적인 데이터 전송 효율이 감소한다.
- 토큰 링 방식에서 데이터 전송시 각 프로세서당 발생하는 bit latency는 전송 데이터의 길이가 짧은 경우 데이터 전송 효율을 감소시키는 원인이 된다. 또한 링 인터페이스 부분과 수신 응답을 처리하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어가 복잡하다.

따라서 LAN에 사용하는 방식을 적용하더라도 이들을 일부 변형하여 사용하고⁽⁸⁾ 있으며 본

논문에서는 교환기내의 프로세서들이 지리적으로 매우 근접하여 위치한다는 점에 착안하여 새로운 통신 예약 버스 방식을 제안한다.

통신 예약 버스의 토폴로지는 그림(1)과 같이 링과 버스구조가 혼합된 이중 구조로 되어 있으며 전송 권리는 링 경로를, 데이터는 버스 경로를 통해 각각 처리 된다. 이와 같이 전송 권리와 데이터 전송을 이분화시킨 구조는 LAN과 같은 다중 접속 전송 방식에서는 전송 선로면에서 부적절하므로 고려되지 못하였으나 교환기 내에서와 같이 근접된 프로세서간의 통신에서는 별도의 선로 포선에 커다란 무리가 없을 것이므로 그림(1)과 같은 토폴로지는 전송 효율면에서 상당한 효과를 얻을 수 있다.

통신 예약 버스의 전송 권리 획득 방법은 상기와 같은 토폴로지의 전송 효율을 극대화 시키기 위해 그림(2)와 같은 펄스 형태의 물리적 신호(기존 토큰 링 또는 토큰 버스구조에서의 토큰과 동일한 개념)로 각 프로세서에 전송 권리((이하 토큰으로 명칭함)를 부여하는 방식을 채택 함에 따라 기존의 다중 접속 전송 방식에 비해 토큰 획득 방식이 간편해지고 소프트웨어의 부담을 감소 시킬 수 있다. 데이터의 전송은 송신을 원하는 프로세서가 전송로의 사용을 위해 송신을 원하는 즉시 본 논문에서 제시한 예약회로에 전송로 사용을 예약 한 후 이에 의해 송신할 권리가 주어지면 HDLC(High level Data Link Control) 프로토콜에 따른 데이터 프레임을 단일 전송

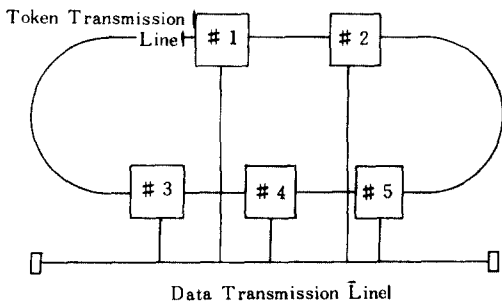


그림 1 통신예약 버스 네트워크 토폴로지
Network topology of the Reserved Bus.

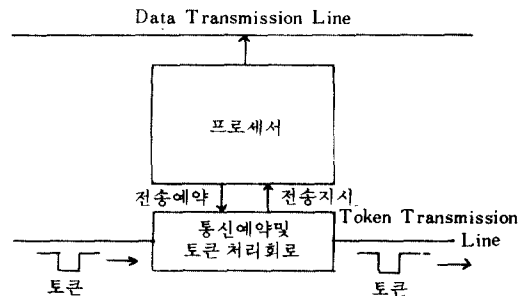


그림 2 통신예약 버스의 예약회로 및 전송권리 형태
Reservation circuit and token form of the Reserved Bus.

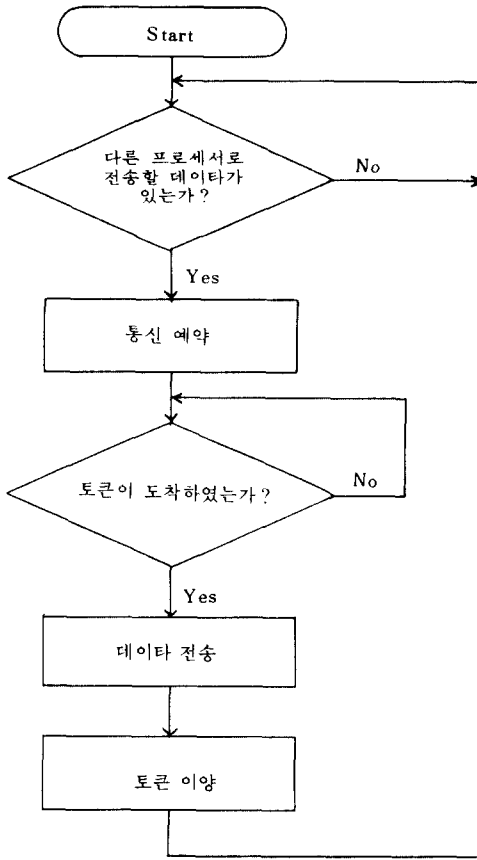


그림 3 통신 예약 버스의 데이터 전송 절차
Data communication procedure of the Reserved Bus.

로를 통해 송신하고 수신 프로세서는 데이터의 주소를 확인하여 자신의 주소와 일치하면 데이터를 수신한다. 또한 송신 프로세서는 전송 완료와 함께 링 경로를 통해 다음 프로세서로 토큰을 이양하여 타 프로세서들이 전송을 알 수 있도록 한다. 이와 같은 절차는 그림(3)에 도시되어 있다.

상기와 같이 버스와 링 구조가 혼합된 통신 예약 버스는 기존의 다중 접속 전송 방식과 비교하면 다음과 같은 장점을 갖는다.

- 전송권리를 물리적 신호로 대처함으로써 데이터 전송에 따른 프레임 overhead가 필요없게 되므로 전송 효율이 증가한다.
- 구성 토폴로지가 간단하므로 확장성 및 모듈화가 용이하다.

- 통신 예약 기능을 첨가함으로써 정보처리 지연을 최소화할 수 있다.
- 데이터 전송 프로토콜이 간편하다.
- 하드웨어 및 소프트웨어의 실현이 용이하다.

Ⅲ. 성능 분석

본 장에서는 기존의 다중 접속 전송 방식 및 논문에서 제안된 통신 예약 버스의 성능을 아래와 같은 가정하에 비교 분석하였다.

- 각 IPC 노드에서 발생하는 traffic rate는 동등하다.
- IPC 노드의 수는 적으며, 노드간의 거리는 짧다.
- M/G/1 queueing model로 가정한다.
- 정보량은 frame당 최대 260byte 이다.
- Queueing system model은 infinite queue를 갖는 multi-queue single-server로 정한다.
- 패킷의 길이는 distributive form으로 정한다.
- Service discipline은 exhaustive로 한다.
- 수식 유도에 공통적으로 사용된 기호는 다음과 같다.

입력 arrival rate : $\lambda = \sum_{i=1}^S \lambda_i$ (S : 노드의 수)

패킷 service time : $T_p = (L_h + L_p) / v$
 (L_h : header length
 L_p : packet length
 v : 전송 속도)

시스템 utilization : $\rho = \lambda E[T_p]$ (E[T_p] : 평균 패킷 서어비스타임)

최대 전송로 길이 : L

Bit latency : B

Propagation delay : P

위에서 주어진 평균 패킷 서비스 타임이란 하나의 프로세서에서 전송되는 데이터의 길이가 어느 일정한 길이를 갖는 것이 아니고, 이를 queueing theory의 관점에서 M/G/1 queueing model하에 exhaustive service discipline에 의하여 data 전송이 이루어진다고 보았으므로, 어느 지점에서의 서비스 타임 $T_p = (L_p + L_h) / v$ 이지

만, 한 프로세서에서의 arrival rate는 랜덤하고, 서어비스는 polling technique에 의해서 하나의 server에 의해서 서어비스 되므로 이를 확률적으로 평균한 값, 즉 기대치란 의미에서 $E(T_p)$ 라 표시하였다.

본 논문에서는 각 방식에 대한 성능의 비교를 위하여 queueing delay, propagation delay, 패킷 전송 시간 등을 고려해서 구한 평균 전송 시간 T_f (송신 프로세서에서 패킷을 전송한 후 수신 프로세서가 패킷을 수신할 때까지의 평균 전송시간)를 이용하여 시스템의 delay-throughput 특성에 중점을 두어 비교 분석하였다. 또한 IPC 통신망의 성능에 영향을 주는 parameter로는 transmission rate, 평균 패킷 길이, propagation delay, 프로세서의 수, 전송로의 길이 등을 고려하였으며, 패킷의 전송 에러 및 복구에 대한 사항은 제외하였다.

성능 비교를 위해서 토큰 링에서는 Konheim과 Meister⁽⁹⁾에 의해 유도된 평균 queueing delay에 discrete-time interval이 아닌 continuous time approach를 적용하고, single token 방식을 채택하여 평균 전송시간 T_f 를 구하면식(1-1)과 같다.

$$T_f = \frac{\rho E(T_p^2)}{2(1-\rho)E(T_p)} + E(T_p) + \frac{(P+S*B/v)(1-\rho/S)}{2(1-\rho)} + P + \frac{S*B}{v} \quad (1-1)$$

토큰 버스에서는 token ring에서와 같이 discrete-time interval이 없는 continuous-time approach를 적용하고 네트워크 transient state (토큰 발생, 논리적 링 sequencing, 토큰 분할 등)는 고려 대상에서 제외하였을 때,

평균 전송 시간 T_f 를 구하면 식(3-2)와 같다⁽¹⁰⁾.

$$T_f = \frac{\rho E(T_p^2)}{2(1-\rho)E(T_p)} + E(T_p) + \frac{(S*P+S*P/v)}{2} + \frac{(S*P+S*P/v)(1-\rho/S)}{2(1-\rho)} \quad (3-2)$$

CSMA/CO 버스에서는 전 노드의 패킷을 원활히 전송하기 위한 적당한 adaptive algorithm을 적용하였다고 가정할 때 평균 전송시간은 Lam에 의해 유도된식에 따라식(3-3)과 같다⁽¹¹⁾.

$$T_f = E(T_p) + \frac{\tau}{2} + 2\tau e - \frac{(1-e^{-2\tau\lambda})(2/\lambda + 2\tau/e - 6\tau)}{2\{F_p*(\lambda)e^{-\lambda\tau}1/e - 1 + e^{-2\lambda\tau}\}} - \frac{\lambda\{E(T_p^2) + (4e+2)\tau E(T_p) + 5\tau^2\}}{2\{1-\lambda(E(T_p) + \frac{4e(2e-1)\tau^2}{\tau+2e\tau})\}} \quad (3-3)$$

단: F_p* 는 T_p (패킷 서어비스 시간)에 대한 확률밀도 함수의 laplace transform 이고 는 solt time임.

그리고 전송한 바와 같은 특성을 갖는 통신 예약 버스 방식에 대한 평균 전송 시간 T_f 를 구해보면 식(3-4)와 같다.

$$T_f = \frac{\rho E(T_p^2)}{2(1-\rho)E(T_p)} + E(T_p) + \frac{(P+S*B/v)(1-\rho/s)}{2(1-\rho)} + \frac{P}{2} \quad (3-4)$$

본 방식에 대한 식(3-4)는 그림(4)와 같은 queueing model에 의하여 queueing delay를 구하였으며 이는 이미 Konheim-Meister에 의하여 유도된 바 있으며⁽¹²⁾ Bux가 토큰링 방식에 이를 적용하여 T_f 를 구하므로써 이에 대한 성능을 delay throughput으로 평가하였다. 또한 queueing delay 이외의 수식은 평균 패킷 서어비스 타임과 propagation delay로써 이는 network bit-rate와 전송로의 길이에 의해서 정해지는 값이

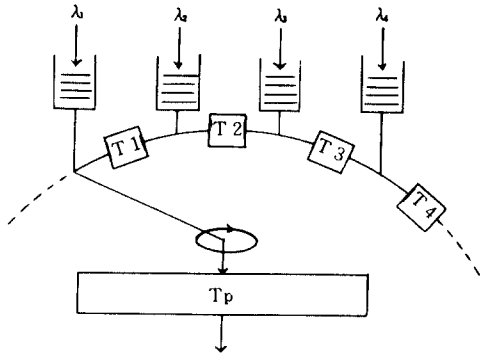


그림 4 통신예약 버스 queueing 모델
Queueing model of reserved bus.

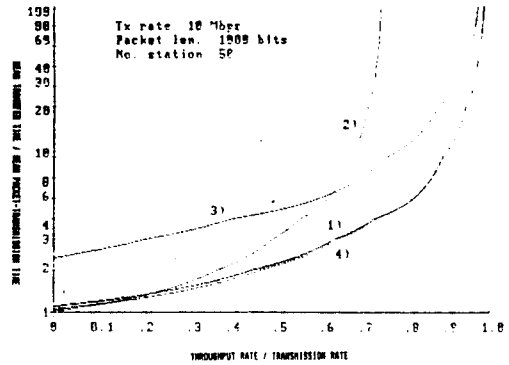


그림 5 네가지 다중 접속 방식에 대한 전송 delay-throughput 특성(2Mbps, 1000bits, 50processor)
Transfer delay throughput characteristics of the four multiple access method (2 Mbps, 1000bits, 50processor).

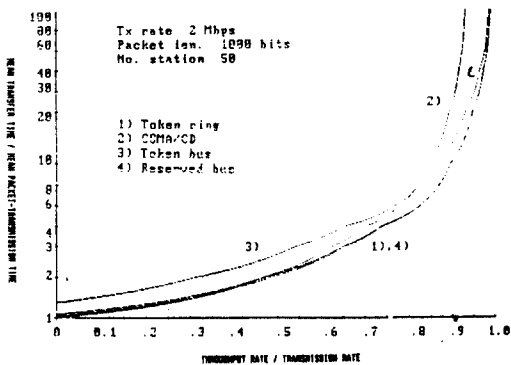


그림 6 네가지 다중 접속 방식에 대한 전송 delay-throughput 특성(10Mbps, 1000bits, 50processor)
Transfer delay throughput characteristics of the four multiple access method(10Mbps, 1000bits, 50processor).

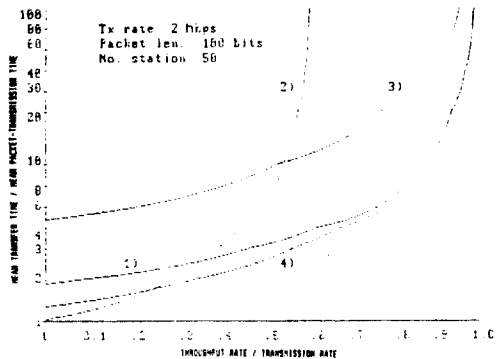


그림 7 네가지 다중 접속 방식에 대한 전송 delay-throughput 특성(2Mbps, 100bits, 50processor)
Transfer delay throughput characteristics of the four multiple access method(2 Mbps, 100bits, 50processor).

다. bit-rate network

그림 (5)~(7)은 상기의 여러 방식에 대한 계산 결과를 그래프로 도시한 것으로서 수직 축이 평균 패킷 전송 시간($E[Lp]/v$)에 대한 평균 전송 시간(tf)의 비율, 수평축은 전송 비율(v)에 대한 throughput 비율($\lambda E[Lp]$)의 비율 각각 나타낸다. 그림에서 (1)번은 토큰 링, (2)번은 CSMA/CD, (3)번은 토큰 버스, (4)번은 통신 예약 버스 방식에 대한 결과이며, 이 때 사용한 파라미터를 각각의 그림에 표시하였다.

그림 (5)는 전송 속도 2 Mbps, 평균 패킷 길이 1000bits, 프로세서 모듈의 수를 50으로 하였을

경우의 성능 비교도로서 토큰 버스를 제외한 각 방식이 거의 비슷한 특성을 갖는다. 그러나 같은 조건하에서 전송 속도를 10Mbps로 증가시키면 그림(6)과 같이 CSMA/CD 방식의 성능은 collision 발생 빈도가 높아져 전송 효율이 급격히 저하된다. 양후 ISDN 교환기가 실시간 동작을 위해 고속의 IPC 통신이 필요하다는 점을 감안 해 보면 이와같은 고속 전송 속도에 대한 CSMA/CD의 단점은 많은 제약 사항을 가져오게 될 것이다. 또한 그림(7)은 그림(5)와 같은 조건하에서 전송 패킷 길이만 100bits로 감소하여 성능을 비교한 결과인데 토큰 링 방식이 1000bit

일 경우보다 성능이 저하되는 것을 알 수 있다. 이러한 토큰링 방식의 단점은 IPC 통신망에서 프로세서간에 상호 교환되는 메시지의 길이가 대부분 짧을 것이라는 점을 고려하여 보면 전송 효율면에 큰 장애 요인이 된다.

상기와 같은 결과를 종합하여 보면 CSMA/CD 방식 및 토큰 버스 방식은 전송 속도가 증가할수록 성능이 급격히 감소하며, 토큰 링 방식은 패킷 길이가 감소할수록 성능이 감소하나 통신 예약 버스 방식은 전송 속도, 프로세서의 수, 패킷 길이 등 전 파라미터에서 타 방식에 비해 우수한 성능을 유지한다는 것을 인식할 수 있다. 또한 통신 예약 방식은 타 방식과는 달리 채널 접속을 물리적 신호로 대신하므로 data link layer 중 채널 접속에 관련된 MAC (Medium Access Control) 용 프레임 overhead가 필요 없게 되어 실제적인 데이터 전송 효율은 제시된 그림보다 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서 제안한 통신 예약 버스 방식은 상기와 같은 결과를 토대로 하여 볼 때 근접한 프로세서간 통신에 가장 적합한 방식으로 적용될 수 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

앞으로 전자기기 특히 통신기기의 지능화가 요구됨에 따라 이러한 기기들은 여러개의 프로세서를 내장하게 될 것으로 예측되고 있으며 따라서 근접한 프로세서들간에 메시지 교환을 담당하는 효과적인 프로세서간 통신 방식에 대한 중요성이 대두되고 있다. 이와 같은 IPC 통신 방식은 제어 정보의 처리 지연을 최소화시키면서 낮은 overhead로 최대 정보 전달 능력을 갖는 것과 동시에 관련 하드웨어 및 소프트웨어를 최대한 단순화시켜 프로세서 본래의 기능 수행에 미치는 영향을 극소화 시킬 수 있어야 한다.

본 논문에서는 이러한 환경 조건을 갖는 대표적인 예로서 교환기를 대상으로 근접한 프로세서간 통신에 적용할 수 있는 다중 접속 방식을 검토한 후 링과 버스 구조가 혼합된 새로운 형태의 "통신 예약 버스" 방식을 제안하였다. 또한 기존의 여러 다중 접속 전송 방식과 본 논문에서

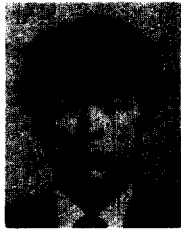
제안한 통신 예약 버스에 대해 각 파라미터를 변경하면서 컴퓨터 시뮬레이션을 수행한 결과 통신 예약 버스가 전송 속도, 통신망의 프로세서 수, 패킷 길이 등에서 타 방식에 비해 성능이 우수하다는 사실을 인식할 수 있었다. 또한 실질적인 시스템의 실연에 있어서 하드웨어 및 소프트웨어의 단순화를 크게 기대할 수 있을 것으로 예측된다. 따라서 본 논문에서 제안한 방식은 교환기에는 물론 이와 유사한 환경을 갖는 여러 형태의 시스템에 적용하여 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 한국 전자 통신 연구소의 위탁에 의해 추진되었으며, 통신예약버스 방식의 구체적인 하드웨어와 소프트웨어의 구조 및 이에 대한 실험 결과는 제작된 소규모 실험실 모델의 실험 완료와 함께 추후 발표할 예정이다. 그동안 본 연구를 위해 많은 도움을 주신 한국 전자 통신 연구소의 관계자 여러분께 감사의 뜻을 전한다.

參 考 文 獻

- (1) K. Gotoh, H. Ikeda, "System Architecture of Digital Switching System D70(D) for INS" ISS '84 Florence, 7-11 May, 1984.
- (2) Yasuaki HAMADA, "Software Design of Digital Switching System D70(D)" ISS '84 Florence, 7-11 May, 1984.
- (3) S. R. Treves, "System 12 Circuit and Packet Switching in an ISDN Environment" ISS '84 Florence, 7-11 May 1984.
- (4) T. Madej, "Controlling the Network of the 5 ESS Switching System" ISS '84 Florence, 7-11 May, 1984.
- (5) K. Sandberg, "New Central Processor Architecture for AXE" ISS '84 Florence, 7-11 May, 1984.
- (6) IEEE Standard 802.
- (7) D. J. Morris, "Communication for Command and Control Systems", vol. 5, Pergamon Press, 1983, p 419-426.
- (8) 강석열, "고 실시간처리를 위한 분산처리 O. S. 의 실현" 전자교환기술, vol. 2, no. 1, P50-58, 1986. 6.
- (9) W. Bux, "Local-Area Subnetwork; A Performance comparison", IEEE Trans. Com, vol Com-29, no. 10, 1 1981.
- (10) Luis F.M., "Analysis and Comparison of Message Queuing Delays in Token-Rings and Token-Buses Local Area Networks," Electrical Engineering Dept. Univ. of Ca., L.A.

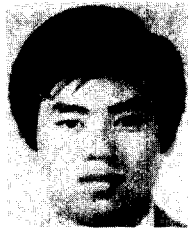
- (11) Simmon, S.Lam, "A Carrier Sense Multiple Access Protocol Local Networks", Computer Networks 4, 1980.
- (12) Alan G. Konheim, Bernd Meister, "Waiting Lines and Times in a System with polling," Journal of the Association for Computing Machinery, vol. 21, no. 3, pp. 470-490, July, 1974.



黃大煥(Dae Hwan HWANG) 準會員
1963年7月16日生
1986年2月：成均館大學校工科大学電子工學士 卒業(工學士)
1987年12月：成均館大學校 大學院 電子工學科 通信工學 專攻 在學中



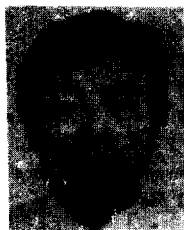
朴永德(Yung Duck PARK) 正會員
1957年11月24日生
1984年2月：成均館大學校 工科大学 電子工學科(工學士)
1983年9月~1985年2月：三星電子株式會社 研究員
1987年2月：成均館大學校 大學院 電子工學科(工學碩士)
1987年3月：成均館大學校 大學院 電子工學科 博士過程 在學中



金宣衡(Sun Hyoung KIM) 正會員
1955年3月9日生
1979年2月：成均館大學校 理工大學 電子工學科(工學碩士)
1981年2月：成均館大學校 大學院 電子工學科(工學碩士)
1984年9月：成均館大學校 大學院 電子工學科 博士程過 修了
1983年3月~現在：인덕工業專門大學助教授



曹圭燮(Kyu Seob CHO) 正會員
1951年5月3日生
1974. : 成均館大學校 電子工學科(工學士)
1976. 2 : 成均館大學校 大學院 電氣工學科(工學碩士)
1977. 3 : 韓國電子通信研究所
~現在 責任研究員
1984. 3 : 成均館大學校 大學院 電子工學科 博士過程 在學中



朴炳哲(Byung Chul PARK) 正會員
1930年4月30日生
1957. 9 : 서울大學校 工科大学 通信工學科 卒業(工學士)
1975. 2 : 仁荷大 大學院 電氣工學科(工學博士)
1972. 3 : 成均館大學校 教授 電子工學科
1980. 9 : 日本 東京大學 外國人研究員

(1年間)

1986. 12 ~ 現在: 成均館大學校 工科大学長