

국지 네트워크

金 東 圭
(亞州大 工大 教授)

■ 차 례 ■

- | | |
|---------|------------------------|
| 1. 서 론 | 6. Baseband와 Broadband |
| 2. 유 형 | 7. MAC 프로토콜 |
| 3. 구 조 | 8. 기타 쟁점 |
| 4. 토폴로지 | 9. 현황 및 결론 |
| 5. 매 체 | 참고문헌 |

1 서 론

80년대 초반부터 데이터/컴퓨터 통신의 중요한 분야로 국지 네트워크가 등장하였다. 먼저 국지 네트워크의 한가지 정의를 들어 보자: 제한된 지역 내에서 다양한 데이터 통신 기기 간에 상호 연결을 제공하는 네트워크.

여기서 데이터 통신 기기란 다음과 같은 광범위한 종류를 포함한다.

- 컴퓨터
- 터미널
- 주변 장치
- 각종 감지기(sensor)
- 전화기
- TV 송수신기

국지 네트워크는 일반적으로 다음과 같은 용도를 지닌다:

- 시스템 간의 데이터 교환
 - 리얼타임(realtime) 응용에서 예비 기능 제공
 - 高價의 자원 공유
- 마지막 용도를 음미하여 볼 필요가 있다. 주

로 집적 회로 기술의 진보에 기인하여 데이터 처리 H/W의 비용은 계속 떨어져 갔으나 본질적인 전자기계(예로서 디스크등의 대용량 기억 장치, 인쇄 장치)의 비용은 별로 떨어지지 않고 있다. 과거의 중앙 집중 처리 시스템에서는 자원들은 직접 중앙 호스트 컴퓨터로 연결될 수 있었다. 분산 시스템에서도 프로세서들 간에 자원들은 어떤 방편으로든지 공유되어야 한다.

장거리(광역) 네트워크와 비교하여 볼 때 국지 네트워크는 중요한 특성상의 차이가 있다:

- 근거리(0.1~25km)
- 고속도(0.1~100Mbps)
- 낮은 에러율(10^{-8} ~ 10^{-11})
- 단일 소유자
- 방송 공유 매체

마지막 특성은 점-대-점 스타(star)형의 토폴로지(topology)를 제외한 모든 구조에 대하여 적용되는 사항이다.

국지 네트워크는 제공 가능한 여러가지 이점들을 등장 배경으로 지니고 있다:

- 충격을 자체 흡수하면서 시스템 진화를 용이하게 제공

- 복수의 상호 연결 시스템들로 인하여 기능을 분산시키고 예비(backup) 기능을 제공한다. 그 결과, 신뢰도, 사용성(availability), 내구성(survivability) 등이 개선된다.
- 고가의 주변 장치, 호스트, 데이터 등의 자원 공유
- 복수의 제작자 수용 가능: 사용자들은 단일 제작자에 의존할 필요가 없다.
- 반응 시간과 성능의 개선
- 사용자는 하나의 터미널을 통하여 복수의 시스템을 액세스할 수 있다.
- 기기 배치의 유연성
- 데이터 처리와 사무 자동화의 통합
이에 반하여 불리한 측면들도 수반된다:
- 소프트웨어, 데이터 등의 호환성이 항상 보장되는 것은 아니다. 이를 위한 별도의 조치가 필요하다.
- 분산 데이터 베이스는 통합 조정성, 보안성의 문제를 야기 시킨다.
- 실제 필요한 양보다 많은 수의 기기가 사용될 수 있다.
- 통제에 어려움: 관리가 더 어려워 지고 표준의 적용이 복잡하여 진다.
국지 네트워크의 전형적인 적용 분야를 나열하여 봄으로써 앞으로 이의 확산 추세를 예견하여 보는 것은 유용한 일이다:
- 데이터 처리
데이터 입력
트랜잭션 처리

- 화일 전송
질의 / 응답
배치 (Batch) / 원격 작업 입력 (Remote Job Entry)
- 사무 자동화
문서 / 단어 처리
전자 우편
처리 기능이 구비된 복사 / 화상 통신
- 공장 자동화
CAD / CAM
재고 관리 / 발주 입력 / 출하
- 에너지 관리
난방
공기 순환
에어컨 (air conditioning)
- 공정 제어
- 화재와 보안
감지기 / 경보기
카메라와 모니터
- 전화
- 원격 회의
- TV
공중 방송 수신
비디오 제공

2 유 형

국지 네트워크의 대표적인 유형으로는 LAN(local area network), HSLN(high speed local

표 1. 국지 네트워크의 유형

특 성	LAN	HSLN	CBX
전송매체	전선쌍 동축 케이블 광섬유	CATV동축케이블	전선쌍
Topology	Bus, Tree, Ring	Bus	Star
전송속도	1 ~ 20Mbps	50Mbps	9.6 ~ 64Kbps
최대거리	25km	1 km	1 km
교환방법	패킷	패킷	회선
기기수	100' s ~ 1000' s	10' s	100' s ~ 1000' s
연결비용	500 ~ 5,000\$	40,000 ~ 50,000\$	250 ~ 1,000\$

network), CBX(computerized branch exchange) 의 세가지가 있다. 이들 간에는 구조와 설계상의 쟁점에 현저한 차이가 난다. 이 차이는 성능, 통신 프로토콜, 교환 기법, H/W 및 S/W 접속, 전송 매체 및 토폴로지 등의 여러 영역에서 두드러진다. 다소의 중복은 있지만 응용 요구 사항도 각각 다르며, 통신 프로토콜 표준도 서로 별개로 개발되고 있다. (7 절 참조) 표 1 에 이들 유형의 대비표를 제시한다.

3 구조

국지 네트워크의 통신 구조는 전반적인 뼈대로 ISO OSI 7 계층 참조 모형이나 혹은 다른 표준 통신 구조 아니면 여러 컴퓨터 제작 회사들의 구조와 별로 차이가 없다. 그러나 데이터 링크 제어 계층(계층 2)에서 뚜렷한 상이점이 존재하며 이를 위한 별도의 국제 표준 프로토콜들이 개발되었다(7 절 참조). 이 차이는 국지

네트워크의 본질적인 특성에서 기인하는 것이다. 이 특성상의 차이를 이해할 필요가 있다:

- 국지 네트워크는 공유 방송 매체를 사용한다 (점-대-점 스타 토폴로지는 유일한 예외이다. 그러나 이 경우는 패킷 교환 아닌 회선 교환 네트워크가 된다.). 따라서 다양한 매체 액세스 제어기법이 구사된다.
- 상호 연결되는 네트워크가 아닌 단일 국지 네트워크는 중간 교환기들로 구성되는 서브네트(subnet)가 존재하지 않는다. 다시 말하면 패킷 경로 제어(routing) 기능이 필요없다. 그러므로 네트워크 계층(계층 3)의 기능은 거의 존재하지 않는 것으로 되며 일부 남아 있는 통신 프로세스(process) 식별 기능은 데이터 링크 계층인 LLC(logical link control)와 MAC(media access control)에 흡수된다.
- 다양한 매체 액세스 전략들에 대하여 한가지 종류의 논리적 링크 제어를 사용할 수 있다. 위의 특성으로 인한 구조적 차이점은 그림 2

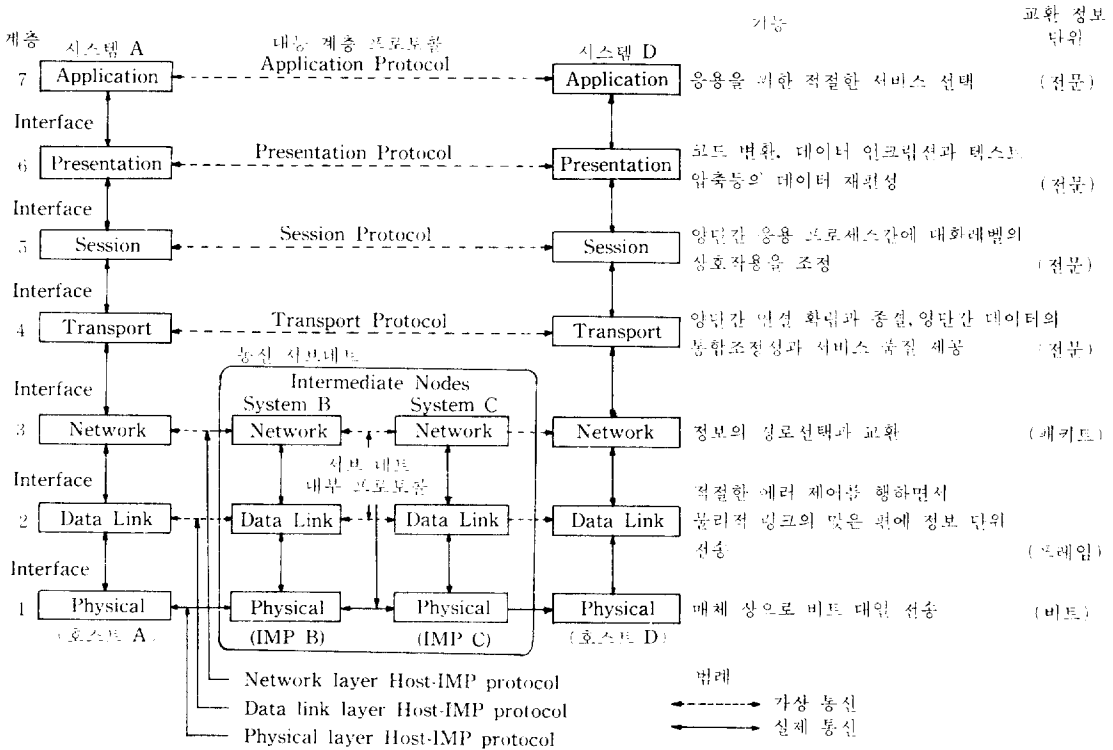


그림 1. ISO OSI 참조모형의 구조

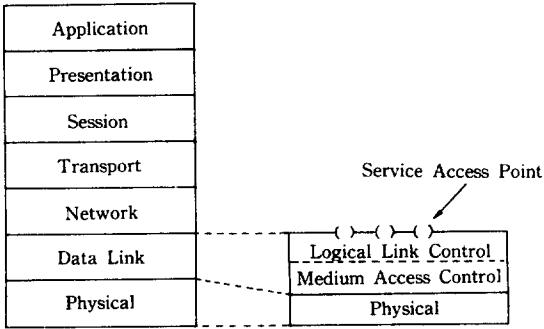


그림 2. 국지 네트워크의 구조(OSI모형 대비)

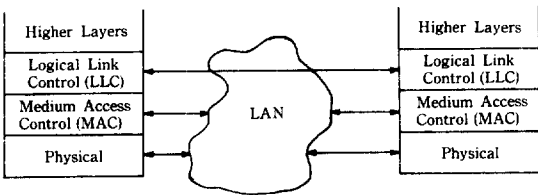


그림 3. 국지 네트워크 통신 구조

와 그림 3에 잘 나타나 있다.

4. 토폴로지 (Topology)

네트워크의 외형적인 공간 배치 방법(이를 토폴로지라고 한다.)은 그림 4에 주어 져 있다. 토폴로지는 매체와 밀접한 관련성을 지니고 있다. 즉, 토폴로지와 매체는 상호 간에 제약을 부과 할 수 있어 네트워크 구성에 큰 영향을 미친다. (5절 참조) 그러나 여기서 강조되어야 할 사항은 토폴로지와 매체 액세스 제어 방식은 서로 독립이라는 것이다. 어떤 토폴로지를 선택하더라도 거기에 적용할 수 있는 매체 액세스 전략은 여러 가지가 있을 수 있다.

대표적인 토폴로지에 대하여 몇가지 중요한 사항들을 요약하여 보자:

- 점-대-점 직접 연결은 노드 (node)의 수에 제곱으로 비례하여 링크의 수가 늘어 나므로 전형적인 NM대 N+M 문제를 야기시킨다.
- 점-대-점 스타 (star) 형은 중앙에 회선 교환기가 존재한다. 스테이션의 입장에서는 간단

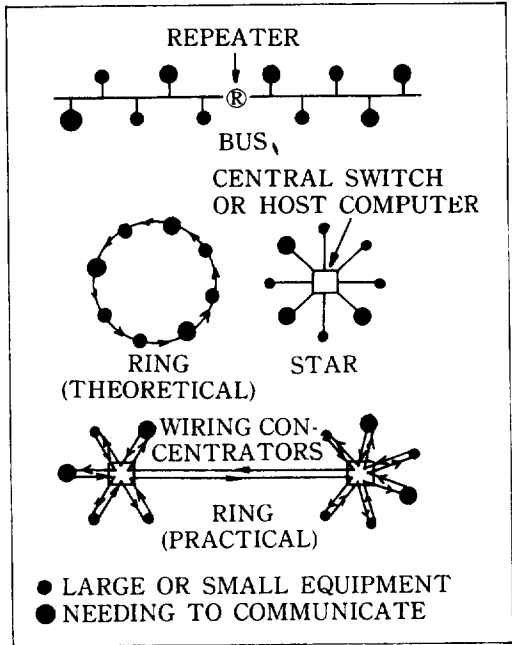


그림 4. 국지 네트워크 토폴로지

한 연결 확립 요청과 승락 논리만이 필요하고 모든 통신 교환 기능은 중앙 회선 교환기에 위치하므로 스테이션(일반적으로 DTE : Data Terminal Equipment)의 데이터 처리 용량에 미치는 통신 처리 오버헤드가 최소화 된다. 그러므로 터미널에 데이터 처리 부하가 크게 걸리는 교통 유형에 적합하다.

• 링

그림 5와 그림 6에 보는 바와 같이 링 네트워크는 폐쇄형 루프 상에서 점-대-점 링크에 의하여 연결되는 반복 장치 (repeater)의 집합이다. 반복 장치는 수신측에서 들어 오는 데이터를 한 비트씩 네트워크의 다른 쪽으로 전송한다. 전송 속도는 수신 속도에 대등하게

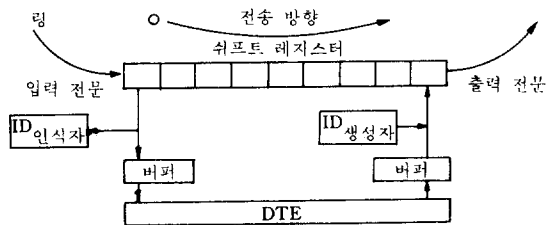
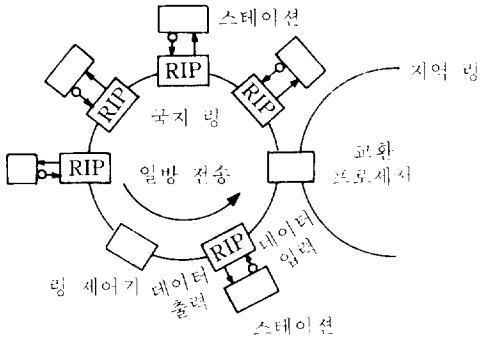


그림 5. 간단한 RIP의 구조



RIP : Ring Interface Processor

그림 6. 링 연결

필적하며 반복 장치는 버퍼 기능은 하지 않는다. 스위프트 레지스터의 비트 수에 해당하는 인공 지연이 일어난다. 통과하는 패킷의 주소 필드를 인식하여 해당하는 패킷은 스테이션으로 복사하여 들인다. 반복 장치는 능동적으로 비트 신호를 재생하므로 링의 크기는 임의로 커질 수 있으나 반응 시간의 제약으로 인하여 실제 크기는 제약을 받는다. 광섬유를 쓸 수 있어 높은 효율을 제공할 수 있으나 신뢰도에 취약성이 있다.

• 버스(Bus) 및 트리(Tree)

네트워크는 단순히 방송 공유형 전송 매체일 뿐이다. 교환기는 물론 반복 장치도 없으며 모든 스테이션은 단순히 적절한 H/W 접속 장치를 통하여 매체에 태핑(tapping)할 따름이다. 다중 연결(multipoint) 토폴로지로서 네트워크는 완전히 수동적인 매체로서 통신 제어 부하가 면제된다. 매체가 비어 있을 때 스테이션도 하나의 패킷씩 전송하며 수신 프레임의 주소를 검사하여 해당되는 것은 복사하여 들인다.

버스는 링과 거의 마찬가지로 스테이션에 통신 제어 부하를 요구한다.

토폴로지의 선택 요인은 신뢰도, 확장성, 성능 등이 중요하고 매체와 연관되어 기기의 수, 데이터 전송 속도, 데이터 유형들이 토폴로지의 영향을 받는다.

5 매 체

매체는 데이터와 제어 정보가 교환되는 전송로를 제공한다.

주로 사용되는 매체의 종류는 다음과 같은 것들이 존재한다.

- 꼬인 전선쌍
- 동축 케이블 (50Ω, 75Ω)
- 광섬유 (LED 혹은 ILD 유형의 광원, APD 혹은 PIN 유형의 photodiode 사용)
- 가시선 (可視線) 전자파
 - 적외선
 - 레이저
 - 마이크로웨이브 (M/W)

매체들은 여러가지 특성에 대하여 검토되어야 한다. 이들은 다음과 같다:

- 물리적 성격
 - 전송 특성: 아날로그 혹은 디지털 신호 전송; 변조 기법; 용량; 전송 주파수 범위
 - 연결성: 점-대-점; 다중 연결
 - 지리적 영역: 최대 거리; 건물 내, 건물 간 혹은 도시 내 적합성 여부
 - 잡음에 대한 면역도: 전송 데이터의 잡음의 곡에 대한 저항도
 - 비용: 부속품; 설비치; 유지 보수비
- 매체의 선택은 토폴로지에 의하여 제약을 받으며 이 외에도 다음과 같은 요인들이 작용한다:
- 용량
 - 신뢰도
 - 처리에 적합한 데이터 유형: 음성, 컴퓨터 데이터, 영상, 그래픽 등.
 - 환경 영역: 요구되는 환경 영역에 대하여 서

표 2. 매체와 토폴로지의 상관 관계

매 체	토폴 로 지		
	버 스 트 리	링	스타
꼬인 전선쌍	×	×	×
동축 (Baseband)	×	×	
동축 (Broadband)	×	×	
광섬유		×	

비스를 제공할 수 있어야 함.

마지막으로 매체와 토폴로지의 상호 제약성에 대하여 검토하여 보자. 표 2 를 쳐다 보자.

버스 용으로 광섬유는 적합하지 않다. 이유는 다중 연결 구성을 위해서는 아직 경제성이 없기 때문이다.

트리 토폴로지는 broadband CATV 동축 케이블만이 유용하다. Broadband 신호의 일방 지향 특성이 트리 구조를 구성할 수 있게 한다. 반면에 baseband 신호(꼬인 전선쌍 혹은 동축)는 트리 토폴로지의 결합기(joiner)와 분기 장치(splitter)를 통과하는 데에 따르는 어려움으로 인하여 트리에는 적합하지 않다. 트리 토폴로지의 다중 액세스 성격 때문에 광섬유는 역시 경제성이 없다.

링은 반복 장치 간에 점-대-점 링크가 사용되므로 broadband 동축을 제외한 모든 매체가 사용될 수 있다. Broadband 동축이 적합치 않은 이유는 각 반복 장치가 복수의 채널 상에서 비동기적으로 데이터를 수신하고 재전송 할 수 있어야 하기 때문이다. 이러한 능력을 갖는 기기의 비용이 타당성을 지닐 수 있을지는 의문시된다.

스타에서는 각 기기와 중앙 교환기는 점-대-점 링크를 이룬다. 꼬인 전선쌍이 최적의 매체가 된다. 동축이나 광섬유의 고속도 전송 능력을 현재의 교환기 기술은 수용할 수 없다.

⑥ Baseband와 Broadband

현재 국지 네트워크 세계에서의 가장 중요한 쟁점의 하나는 baseband와 broadband 신호 전송 가운데 어느쪽이 더 유용하고 효율적인가 하는 문제이다. 이 선택은 앞으로의 국지 네트워크 시장 판도에 지대한 영향을 미칠 것이다. 그러나 필자의 견해로는 서로 간에 거의 대등한 장단점의 타협 사항이 개재되어 있어 어느 한쪽이 다른 쪽을 제압할 수 있는 것 같지 않다. 따라서 각자는 모두 나름대로의 고유한 영역을 확보하여 나갈 것으로 전망된다. 표 3에 이들의 대비가 제시된다. Broadband 시스템은 baseband보

표 3. Baseband와 Broadband

이점	불리점
Baseband	
저렴-모뎀 불필요	단일채널
단순한 기술	제한된 용량
설치 용이	제한된 거리
	접지 문제
Broadband	
고용량	RF 모뎀 비용
다수의교통유형 수용	설치와 유지보수의 복잡도
보다 유연한 구성법	전파 지연의 배가
넓은 지역 포괄	
성숙한 CATV기술	

다 두 배의 전파 지연이 발생함은 중요한 단점이 되나 다른 장점들로 인하여 상쇄된다. 또한 Broadband 시스템에서는 짧은 지연 후에 스테이션이 자신의 전송을 수신할 수 있게 되므로 이의 식별을 위하여 매체 액세스 프로토콜이 복잡하여 진다. 특히 토큰 버스 네트워크(IEEE802.4)에서는 에러로 인한 중복 주소 검출과 연관된다.

⑦ MAC 프로토콜

공유 방송 매체가 사용될 때에(대부분의 국지 네트워크가 여전에 해당됨은 이미 설명하였다.) 매체 액세스 제어에 사용될 수 있는 다양한 전략들이 있다. 여기에 관한 상세한 설명은 참고 문헌 1) ~3), 8) ~11)을 참조하기 바란다.

여기서는 지면 관계로 국지 네트워크의 대표적인 MAC전략을 역사적인 발전 단계별로 핵심적인 개념 위주로 개관하고자 한다. 결국 매체 액세스 제어의 궁극적인 목표는 낮은 부하에서 액세스 지연을 최소화 하고 높은 부하에서 효율을 최대화 하는 것이다. 그러나 이 두가지 목표는 서로 배타적인 속성을 지니고 있으므로 요구 조건의 우선 순위에 따르는 타협 사항이 된다. 두가지 목표를 모두 만족 시키는 매체 액세스 방법은 존재하기 어려운 것이다.

• Polling

중앙 제어 노드가 차례로 목록에 따라 채널 액세스 필요성 유무를 점검하고 필요한 사용자에게 채널을 할당한다.

• Pure Aloha

경쟁 선택(contention) 전략의 효시가 되는 것으로 사용자가 원할 때 무조건으로 채널 액세스를 시도한다. 이는 비동기 전략으로서 충돌 가능성이 높게 되고 재전송 횟수가 높아져 결과적으로 효율이 18% 선으로 억제된다는 사실이 입증되어 있다.

• Slotted Aloha

전송은 동기되는 슬롯트(slot)의 시초에만 시도될 수 있도록 허용된다. 이 결과 효율이 Pure Aloha의 두배가 된다. 이 기법은 모든 다중 액세스(multiple access)의 근간이 되는 전략으로서 중요시 된다.

• 토큰 링

링을 액세스하고자 하는 모든 스테이션은 우선 액세스 권한으로서 토큰을 붙잡아야 한다. 예러 조건에 의한 토큰 상실이나 중복 등의 사태에 대한 복구 대책이 프로토콜에 명시되어야 한다. 이외에도 링의 액세스 방법은 다음과 같은 전략들이 있다. (참고 문헌 1)~3), 8), 11) 참조할 것)

• 경쟁 선택 링(Contention ring)

이 전략의 요체는 토큰 링과 CSMA /CD의 개념 상의 결합에 있다. 링이 비어 있을 때에는 바로 액세스 할 수 있고(CSMA /CD) 점유 중일 때에는 토큰을 대기하여야 한다(Token ring).

• Slotted ring

링을 순환하는 다수의 슬롯트를 주입하고 비어 있는 슬롯트를 아무 것이나 붙잡게 하든지 아니면 스테이션에 고정 할당할 수 있다.

• 레지스터 삽입 링

RIP(Ring Interface Processor)가 입력 쉬프트 레지스터와 출력 쉬프트 레지스터를 포함 한다. 주소 필드가 디코드 된 후에 해당하는 패킷트는 스테이션으로 보내어 지고 해당되지 않으면 회선으로 쉬프트 시킨다. 스테이션으로부터 출력 의뢰되는 패킷트의 전송은 입력 쉬프트 레지스터의 빈 공간 크기가 출력 패킷트의 크기 이상

일 때에만 이루어 진다. 이러한 메카니즘을 사용하여 링 상의 유통 제어를 유연하게 행할 수 있다.

• CSMA와 CSMA /CD

버스 토폴로지에서의 전형적인 경쟁 선택 MA C이다. 버스가 비어 있으면 액세스 하고 점유 되어 있으면 빌 때까지 액세스는 지연된다. 전과 지연의 차이로 인하여 충돌 가능성은 항상 존재하므로 패킷트 전송이 시작된 후에도 충돌 여부를 감시함으로써 낭비되는 대역을 줄일 수 있다(CSMA /CI).

• 예약 프로토콜

교통 부하가 증가하면 경쟁 선택 전략은 네트워크를 급속히 적체 상태에 이르게 할 수 있다. 사전에 예약을 행함으로써 매체를 할당하여 효율을 높일 수 있다. 예약도 분산 제어와 중앙 제어 두가지를 모두 고려할 수 있다.

• 토큰 버스

또 다른 직접적인 매체 액세스 제어는 실제의 버스 상에 액세스 권한으로서의 토큰을 주입함으로써 논리적인 링을 구축하는 것이다. 여기서 토큰 점유 시간을 제한하고 우선 순위 서비스가 가능하여 지고 이를 통하여 매체 액세스 지연의 상한을 부여할 수 있다. 이 특성으로 인하여 이 전략은 자동공정 제어 등의 리얼 타임(real time) 시스템에 유용하게 된다. 이 액세스 전략을 실현하기 위한 논리적 알고리즘은 대단한 복잡도를 지닌다.

• 제한된 경쟁 선택

부하를 계속 점검하여 경계점 이하이면 경쟁 선택 전략을 시행하고 이상이면 예약 전략을 행한다. 어떤 형태의 컨텍스트 교환(context switching)을 행하기 위한 알고리즘을 설계할 수 있다.

지금까지 중요 MAC 전략을 고찰하여 보았다. 한가지 특기할 사항은 예약을 행하는 과정 자체에서도 경쟁이 발생할 수 있다는 점이다. 이를 완전 예방 하기 위하여서는 예약을 위한 TDMA 서브 슬롯트를 사용하여야 한다.

⑧ 기타 쟁점

지면 관제로 이 글을 매듭 지어야 할 때가 되었다. 마지막으로 두가지 중요한 영역을 지적하고자 한다 :

• 국지 네트워크 접속

다양한 DTE(동질적이거나 혹은 이질적일 수 있음)를 국지 네트워크에 접속시킬 때의 접속 구조와 기법 혹은 전략은 매우 중요하다. NIU(Network Interface Unit)를 게이트웨이(gateway)의 관점에서 바라 볼 수도 있고 FNP(Front-end Network Processor)의 관점에서 구현할 수도 있다. 게이트웨이 방식을 취함은 DTE와 NIU에 대응되는 프로토콜 계층 실체가 존재하는 것이 되고 FNP 방식은 DTE와 NIU가 통신 기능을 분담하는 것으로 된다.

DTE가 지능이 없을 때에는 NIU에 모든 프로토콜 실현이 포함되어야 한다. 그림 7에 NIU의 개괄적인 블럭 다이어그램이 제시된다.

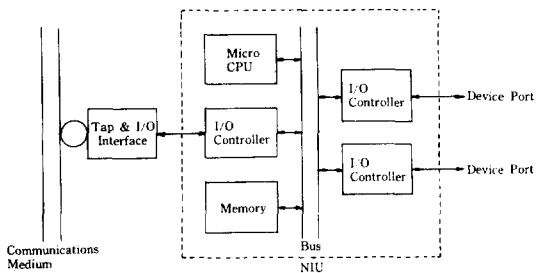


그림 7. NIU의 구조

• 국지 네트워크의 확장

앞으로 정보 통신 네트워크의 영역이 급격히 확대됨에 따라 여러가지 형태로 국지 네트워크를 확장할 필요성이 뒤따른다. 국지 네트워크와 국지 네트워크의 연결, 국지 네트워크와 공중 데이터 네트워크의 연결을 효율적이고 일반적으로 수행하기 위한 전략이 많이 연구되고 있다. 이를 위한 구조적인 접근 방식들이 여러가지가 고려될 수 있다. 접근 방식에 따른 게이트웨이의 유형은 다음과 같은 것들이 있다 :

프로토콜 변환기는 네트워크와 네트워크 간

DTE 레벨이고, CCITT의 X.75는 네트워크와 네트워크 간 DCE 레벨, IP(Internet Protocol)는 양단간 DTE 레벨 ; 브리지(bridge)는 양단간 DCE 레벨이다. DTE 레벨은 일반적으로 이질적 구조 간의 연결, DCE 레벨은 동질적 구조 간의 데이터 링크 연결에 유용하다. 이들 문제들은 앞으로 많이 연구되어야 한다.

⑨ 현황 및 결론

국지 네트워크는 보다 일반적인 레벨에서의 컴퓨터 / 데이터 통신 네트워크의 한가지 특별한 분야에 속하며 그 기술적 진전이 급속히 개화되고 있는 시점에 있다. 여기에 관련되는 통신 구조, 프로토콜, 기술 사항, 실현 기법, 응용 유형, 국제 표준, 생산 산업체 등은 가히 국지 네트워크의 전국 시대라고 말할 수 있을 정도로 다양하고 복잡하다.

이러한 이유로 인하여 현재 세계적인 잠재 수요가 최소한 100억 \$ 수준에 달하면서도 매상고는 5억~10억 \$ 수준에 머무르고 있는 것으로 분석되고 있다. 그러나 점차적으로 이들 여러가지 사항에 있어서 보편적인 방향으로 가지수가 정리되고 표준들도 최소한의 가지수로 통합되고 있다. 국제 표준 기관들 사이에서도 이를 위한 활발한 협의가 이루어져 가고 있다.

한가지 특기할 사항은 생산 업체가 아닌 사용자 집단의 주도에 의하여 국지 네트워크 표준의 통일 작업이 진척되고 있다는 점이다. 예를 들면 미국의 GM사를 중심으로 하는 생산 업체 집단에 의해 주도되어 온 MAP(Manufacturing Automation Protocol)이다. 이는 MAC 레벨에 IEEE 802.4(Token Bus)를 채택하고 있음은 이미 설명하였다.

결국 이러한 과정을 거쳐 다소의 시간이 흐르면 국지 네트워크의 전국 시대는 종식되고 잘 정리된 국지 네트워크 시대가 도래할 것으로 본다.

빠른 기술 진화의 속도는 물론이고 이러한 분야 정리의 추세를 잘 파악하여 기술적으로 그리고 산업적으로 대비할 필요가 있겠다.

참 고 문 헌

- 1) W.Stallings, Local Networks, Macmillan, 1984.
- 2) 김동규, 컴퓨터 통신 네트워크, 창조사, 1986.
- 3) 김동규, Modeling and Verification of Local Computer Network Data Link Layer Protocols, ph. D. Thesis, Kansas State University 1984; University Microfilm International, Ann Arbor, Michigan, U.S.A. 1985.
- 4) 김동규, 국지 네트워크 기술 특강 강의록, 흑자경영 연구소, 1985.
- 5) M.Graube, M.C.Mulder, "Local Area Network," Computer Magazine, IEEE Computer Society, Oct. 1984.
- 6) K.C.E.Gee, Introduction to Local Area Computer Network, John Wiley and Sons, N.Y., 1983.
- 7) K.J.Thurber, H.A.Freeman, Local Computer Networks, IEEE Computer Society, 1981.
- 8) IEEE Draft Standard 802.2:LLC, 1983.
- 9) IEEE Draft Standard 802.3:CSMA/CD, 1983.
- 10) IEEE Draft Standard 802.4:Token Bus, 1983.
- 11) IEEE Draft Standard 802.5:Token Ring, 1983.