

---

# 유선 LAN상의 음성/데이터 혼합전송 알고리즘 특성에 관한 연구

김 동 일\*

## A Study on the Intergrated Voice/Data transmission Algorithm characteristics on Local Area Network

Dong-Il Kim

### 요 약

지금까지의 통신망은 음성을 위한 공중통신망과 데이터 전송을 위한 공중데이터망으로 각각의 데이터 형태에 따른 전용망으로 발전해 왔으나 이것은 경제적으로나 효율면에서 큰 손실을 가져온다. 그러므로 음성과 데이터를 디지털로 통합 처리하는 ISDN은 서비스 사용자에게 큰 이익을 준다. 그러나 ISDN을 좁은 지역까지 확대하기 위해서는 LAN 환경에서의 음성과 데이터의 혼합 전송에 관한 연구가 필요하므로 본 논문에서는 현재 많이 사용하고 있는 이더넷과 토큰링에서의 음성과 데이터의 혼합 전송에 관한 알고리즘을 제안한다.

### Abstract

From now on, the network is being developed into PSTN(public switched telephone network) and PDN(public data network), that is depend on the form of data. The former one pursues sending voice, and the latter one pursues sending data. But it causes big loss of the economy and efficiency. So, ISDN, processing voice and data at same time, gives a big profit to user. To enlarge the ISDN at the narrow area, it is necessary that study to send the mixture form of voice and data in LAN environment. So, this paper proposes the algorithm about the mixture form of voice and data in ethernet and token-ring that is widely used in these days.

---

\* 동의대학교 전자통신공학과  
접수일자 : 1997년 9월 1일

1. 서 론

현재까지 설치된 근거리 통신망은 주로 데이터 전송을 목적으로 개발되었으나 음성과 데이터를 혼합 전송하는 ISDN과의 연결을 위해서는 각 네트워크 형태에 알맞은 음성/데이터 혼합 전송 알고리즘이 필요하다. 그러나 이러한 통합 전송은 데이터 트래픽과 음성 트래픽상의 상이한 통신 요구 특성으로 인하여 용이한 일이 아니다. 음성 트래픽은 실시간 전송을 요구하며 통신이 시작하면 일반적으로 수분 이상 통신이 지속된다. 그리고 음성 패킷의 긴 지연 시간은 수신측에서의 음성 이해를 저하시키는 반면, 음성 패킷이 다소 유실되더라도 음성 이해에는 큰 지장이 없다. 이와 달리 데이터 트래픽은 순간적이며 데이터 패킷의 지연 시간은 데이터 인식에 아무런 지장이 없지만, 한 비트의 전송 에러도 허용되지 않는 특성을 가지고 있다. 따라서 음성 트래픽은 제한된 지연 시간의 만족 여부가 중요한 관심사인 반면에 데이터 트래픽은 처리율을 높이는 것이 중요한 관심사이다. 또한 네트워크 형태에 따른 특성으로 인해 동일한 알고리즘으로는 여러 형태의 네트워크에 동일하게 사용할 수 없다. 그러므로 각각의 네트워크 형태에 따른 알고리즘이 필요하게 된다[1],[3].

본 논문에서는 이더넷에서는 음성을 위해서는 TDMA, 데이터를 위해서는 CSMA/CD 프로토콜을 사용한 TDMA/CSMA-CD 방식을 사용하여 프레임 을 음성 영역과 데이터 영역으로 나누어 전체 프레임에서 음성에 할당된 영역중에 사용하지 않거나 또는 모든 남은 영역을 데이터가 사용할 수 있도록 하는 경계 이동 프레임 방식과, 토큰링에서는 IEEE 802.5에 의해 표준화된 데이터와 음성을 통합 전송하기 위한 방안이 발표된 바 있는데, 이들 방안에서는 각 스테이션은 음성과 데이터를 따로 저장하기 위한 두 개의 버퍼를 가지고 있으며, 스테이션이 토큰을 획득하게 되면 음성 패킷을 먼저 전송하여 전송할 음성 패킷이 없을 때에만 데이터 패킷을 전송하는 방식이 있다. 하지만 이 방안에서의 문제점은 어떤 스테이션이 토큰을 획득할 때 자신의 음성 버퍼가 비워져 있으면 자신의 데이터 버퍼에 대기중인 데이터 패킷을 무조건 전송하게

되므로 다른 스테이션에서 대기중인 음성 패킷의 지연 시간이 늘어남다는 점이다. 따라서 토큰링에 데이터 트래픽과 부하가 많이 걸리게 될 때에는 음성 트래픽의 지연 시간이 허용치를 넘는 경우가 많게 되므로 음성 패킷의 제한된 지연 시간 조건을 만족 시키면서 데이터의 처리율을 높일 수 있는 데이터 스테이션에서의 토큰 보유 시간의 동적 조정 방법과 데이터 스테이션에서의 전송 확률값의 동적 조정 방법에 대해 제시한다.

II. IVD-ETHERNET 알고리즘

음성과 데이터 전송을 위한 프레임은 음성 사용자의 수에 따라 음성 영역과 데이터 영역으로 나누고 각 영역은 슬롯 단위로 나누어 전체 프레임에서 음성에 할당된 영역중에 사용하지 않거나 남은 모든 영역을 데이터가 사용할 수 있도록 하는 경계 이동 프레임을 사용한다. 이 방법은 음성 트래픽이 증가할 때 데이터의 지연이 커지는 단점을 갖지만 전체적으로는 채널을 효율적으로 사용할 수 있다. 이 모델에서 음성은 TDMA 방식에 의해 가상회선을 이용하여 음성에 할당된 시간 동안 실시간으로 전송되며, CSMA-CD 방식은 데이터 영역 동안에 다음 음성영역을 사용하기 위한 호 설정 패킷과 데이터 영역에서 전송되는 모든 패킷을 감시하여 데이터를 전송하게 한다.

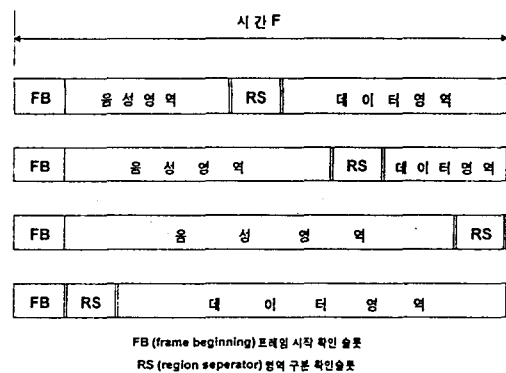


그림 1. 음성과 데이터 영역  
Fig. 1. Voice and Data region

1. 프레임 구조

이 프레임 구조는 슬롯을 사용하는 이더넷 LAN을 대상으로 한다. 채널은 시간  $F=10ms$ 의 프레임으로 나뉘어져 있다. 각 프레임은 음성과 데이터 영역으로 구분된다. 각 영역은 음성 호의 수에 따라 변화 된다. 이것은 그림 1과 같다. 프레임의 시작과 각 영역 사이의 경계를 나타내기 위해 각각 길이  $2\tau$ 의 제어 슬롯을 사용한다[2].

2. 음성과 데이터 영역

음성 영역은 그림 2에 나타난 것 처럼 '프레임 시작 (FB : Frame Beginning)' 슬롯으로 시작되며, '영역 분리 (RS : Region Separator)' 슬롯까지의 가변 슬롯으로 구성된다. 그림 3은 음성 영역 동안 음성 슬롯의 형태를 나타낸다.

FB	음성_1	음성_2	음성_3	RS	D A T A
----	------	------	------	----	---------

(1) 음성통화가 모두 talkspurts인 경우

FB	X1	X2	음성_3	RS	D A T A
----	----	----	------	----	---------

(2) 음성\_1, 음성\_2는 silence, 음성\_3는 talkspurt인 경우 (XX:silence slot)

그림 2. 음성통화와 데이터 전송 프레임  
Fig. 2. Voice call and Data transmission frame

디지털화된 음성 샘플 데이터	제어 바이트
-----------------	--------

그림 3. 음성 슬롯의 형태  
Fig. 3. Voice slot structure

이 음성 슬롯은 디지털화된 음성 데이터와 제어 바이트로 나뉘어져 있다. 만일 호가 silence인 경우 헤더와 제어 바이트만 전송된다. 여기서 제어 바이트는 한 호가 다음 가상회선을 계속 사용하기를 원하거나 또는 포기를 원할 때 이를 나타내는데 사용된다. 즉 호가 계속되면 제어 바이트는 '11111111'의 비트열로 세팅되고, 그 외에는 '00000000'으로 세팅된다. 모든 스테이션들은 계속해서 음성 영역의 제어 바이트를 감시하여 각 프레임내의 슬롯수를 계산한다. 음성 패킷의 최대 길이는 "프레임 길이  $\times$  음성 부호화율"로 정해진다. 음성 영역 동안

에는 데이터 영역에서 호 설정 패킷 전송에 성공한 각 사용자에게 각각 음성 패킷의 길이에 해당하는 슬롯을 할당하여 TDMA 프로토콜을 이용하여 전송한다. 이 TDMA 프로토콜을 사용하므로 음성을 전송하는 데 있어서는 전송 지연은 전체 프레임의 길이와 각 음성 패킷의 수에 의해 조절할 수 있으므로 실시간 전송이 가능하게 된다. 데이터 영역은 RS 슬롯에 의해 나뉘어지는 프레임의 나머지 부분이 된다. 이 영역에서는 1-persistent CSMA-CD 프로토콜이 사용되며, 이를 이용하여 호 설정 패킷과 데이터 패킷이 전송된다. 이론적으로 데이터 영역은 전체 프레임 크기까지 확대될 수 있으나 실제에 있어서는 그 크기는 제한된다.

3. CSMA/CD 프로토콜

데이터의 전송과 호 설정 패킷을 전송하기 위해서 본 방안에서는 CSMA/CD 프로토콜을 사용한다. CSMA/CD 프로토콜의 동작 원리를 살펴보면 스테이션의 데이터는 채널 상으로 전송하기 전에 각 BIU(Bus Interface Unit)는 먼저 채널이 쉬고 있는지 여부를 알아보기 위하여 청취를 하여야 한다. 어떠한 BIU가 채널이 휴지 상태라고 감지될 때에만 자신의 데이터를 전송한다. 만약 채널이 통신중이라고 감지하면 BIU는 채널이 클리어될 때까지 전송을 연기한다. 그렇지만 길게 분산된 데이터와 nonzero 케리어 검출 시간에 대한 전파 지연 때문에 BIU가 휴지 채널을 감지하면 데이터를 전송하기 시작할 때 다른 기기들이 미리 패킷을 전송한다면 충돌이 발생할 수도 있다. 어떠한 충돌이 발생할 때 모든 기기들은 즉시 전송을 중단하고 재전송이 개시되기 전까지 얼마간의 시간동안 대기한다. 이러한 충돌을 피하기 위하여 여러 방안이 있지만 본 논문에서는 1-persistent 알고리즘을 사용한다. 1-persistent 알고리즘은 채널이 유휴 상태라면 스테이션은 데이터를 즉시 전송하고 채널이 이용 상태라면 채널이 유휴 상태가 될 때까지 계속 감정한 후 즉시 전송한다. 만일 충돌 상태를 감지하면 랜덤한 시간 동안 기다린후 위와 같은 과정을 시작한다[7],[8].

그림 4는 CSMA/CD 프로토콜의 흐름도를 나타낸 것이다.

III. IVD-TOKEN RING 알고리즘

단일 LAN에 음성과 데이터를 통합 전송할 때 음성 패킷의 지연 시간이 어느 수준을 초과할 경우 수신측에서 음성을 이해하는데 문제가 발생하게 된다. 또한 하나의 버퍼를 가진 음성 스테이션에서 버퍼에 있는 음성 패킷을 전송하기 전에 또 다른 음성 패킷이 발생하게 되면, 버퍼내의 음성 패킷은 손실되는데 음성의 특성상 어느 정도의 손실율은 허용되지만 높은 손실율은 음성 이해에 문제가 된다. 따라서 음성 패킷의 손실율이나 지연 시간이 수신측에서 음성을 이해하기에 지장이 없도록 데이터 스테이션의 전송 기회를 어느 수준이하로 조절하는 것이 필요하다. 이를 위해서 본 장에서는 토큰의 보유 시간의 동적 조절에 관한 방안과 전송 기회의 동적 조절에 관한 방안을 제시한다[5].

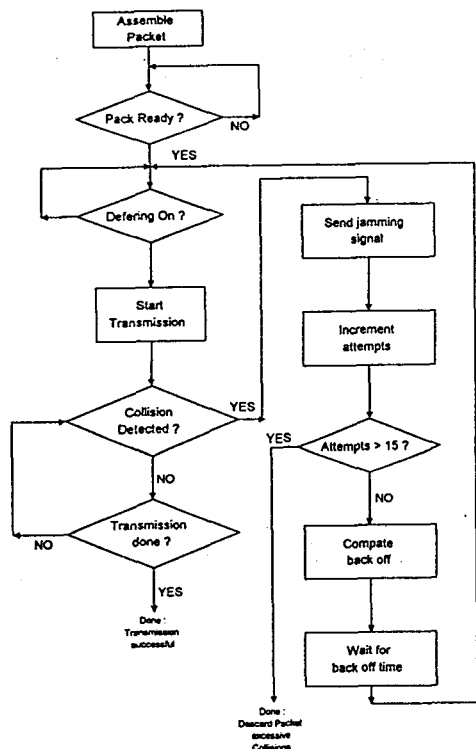


그림 4. 1-persistent CSMA/CD 프로토콜의 흐름도  
Fig. 4. 1-persistent CSMA/CD protocol flow chart

1. 토큰 보유 시간의 동적 조절을 통한 방안

토큰 보유 시간의 동적 조절을 통한 방안에서는 음성 패킷의 최대 허용 지연 시간(Dmax)을 정하여 음성 패킷의 지연 시간이 Dmax를 초과하지 않는 범위내에서만 데이터 패킷의 전송을 허용한다. 이 방안에서는 토큰을 획득한 스테이션은 오직 하나의 패킷만을 전송할 수 있도록 하는데 이 경우 음성 패킷의 지연시간이 Dmax를 초과하지 않는 범위내에서만 데이터 스테이션들이 사용할 수 있는 총시간(Td)는 다음과 같이 주어진다[4].

$$T_d = D_{max} - \left( \frac{L_v + T_k}{B} N_v + (N_d + N_v + 1)R + T_p \right) \quad (0 \leq N_{vt} \leq N_v) \dots\dots\dots (1)$$

식(1)에서 Nd, Nv, Lv, Tk는 각각 데이터 스테이션의 수, 음성 스테이션의 수, 음성 패킷의 크기, 토큰의 크기를 나타내며 Tp는 전파 지연 시간, B는 채널 전송 속도를 나타내고 Nvt는 Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션의 수를 나타낸다. 또한 R은 Repeater의 지연 시간을 나타낸다. 식(1)에서 볼 수 있듯이 음성 트래픽의 특성을 만족시키기 위하여 먼저 음성 스테이션에 전송 우선권을 부여하며, 음성 스테이션들이 사용하고 남은 나머지 시간을 데이터 스테이션들에게 할당한다. Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션이 많아질수록 Td는 작아져서 데이터 전송이 억제되는 한편, Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션이 적을수록 Td는 커져서 보다 많은 데이터 전송을 허용하여 결과적으로 데이터의 처리율이 높아진다. 토큰을 획득한 데이터 스테이션은 식(1)에서 구한 Td를 이용하여 자신에게 허용된 시간(Ta)를 계산하고 이 값이 하나의 데이터 패킷 전송 시간보다 클 경우에만 전송을 하도록 하는데 여기서 Ta는 다음과 같이 주어진다.

$$T_a = T_d - \left( K \frac{L_d + T_k}{B} \right) \dots\dots\dots (2)$$

식(2)에서 Ld는 데이터 패킷의 크기를 나타내며 k는 한 라운드에서 전송된 데이터 패킷의 수를 나타낸다. 식(2)의 두 번째 항목은 한 라운드에서 데이터 스테이션들이 이미 사용한 시간을 나타내므로 식(2)에 의해 주어지는 Ta의 값은 데이터 스테

이션들에게 할당된 시간  $T_d$ 에서 데이터 스테이션들이 이미 사용한 시간을 제외한 나머지 시간을 의미하게 된다.

식(1)과 식(2)로부터  $T_a$ 를 계산하기 위해서는 식(1)의  $N_n$ 와 식(2)의  $K$ 의 값을 구하는 것이 필요한데 이를 위해 다음과 같은 방법을 사용한다. 먼저 Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션의 수  $N_n$ 를 알기 위해서는 패킷내에  $N_n$ 값을 기억 시키는 필드를 두는데, Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션은 지나가는 패킷의  $N_n$  필드의 값을 하나 증가시켜 자신이 현재 Talkspurt 상태에 있음을 다른 스테이션에게 알린다. 이때 주의해야 할 것은 Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션에서는 패킷이 지나갈 때 마다  $N_n$  필드의 값을 매번 증가시키는 것이 아니고 한번만 증가시킨다는 것이다. 그리고 토큰을 획득한 음성 스테이션에서는  $N_n$  필드의 값을 먼저 하나 감소한 후에 음성 패킷을 전송한다. 따라서 데이터 스테이션은 지나가는 패킷의  $N_n$  필드를 매번 조사함으로써 Talkspurt 상태에 있는 음성 스테이션의 수를 알 수 있다. 식(2)에서 사용된  $K$ 는 한 라운드에서 전송된 데이터 패킷의 수를 나타내는데 이는 각 데이터 스테이션에 카운트를 두어서 구할 수 있다. 즉, 패킷내에 한 비트를 데이터 패킷과 음성 패킷을 구별하는 비트로 사용하여 패킷이 지나갈 때마다 이 비트값을 조사함으로써  $K$ 를 구할 수 있다. 그림 5, 그림 6은 토큰 보유 시간의 동적 조정을 통한 방안에서의 음성 스테이션과 데이터 스테이션의 프로토콜을 나타낸 것이다[6].

2. 전송 확률의 동적 조정을 통한 방안

음성 패킷의 높은 손실율과  $D_{max}$  이상의 지연 시간은 수신측에서 음성을 이해하는데 문제를 발생시키며 이를 방지하기 위해서는 데이터 스테이션의 전송 기회를 조절하는 것이 필요함을 앞절에서 살펴보았다. 2절에서 제안하고자 하는 전송 확률의 동적 조정을 통한 방안에서는 확률적인 방법을 이용하여 데이터 스테이션의 전송 기회를 조절하는데, 토큰을 획득한 데이터 스테이션의 수가 많을 때에는 데이터 스테이션에서의 전송 확률값을 낮게하여 결과적으로 데이터 패킷의 전송을 억제

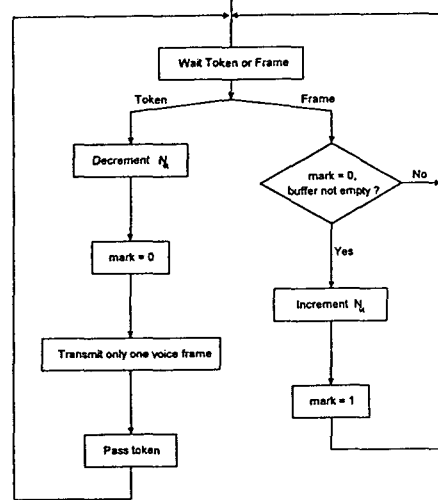


그림 5. 음성 스테이션의 프로토콜  
Fig. 5. Protocol of voice station

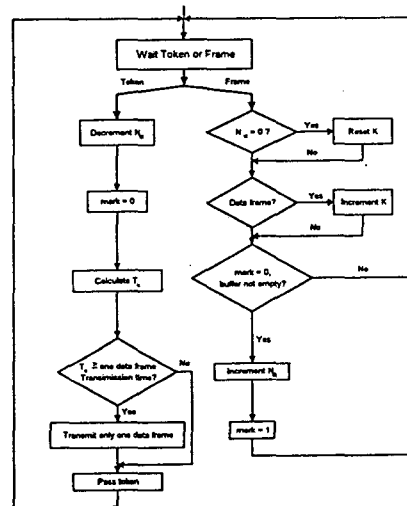


그림 6. 토큰 보유 시간의 동적 조정을 통한 방안에서의 데이터 스테이션의 프로토콜  
Fig. 6. Through the dynamic control of token holding time in Protocol of data station

함으로써 음성 전송의 요구 사항을 만족시키도록 하는 것이다. 앞절의 방안과 마찬가지로 전송 확률의 동적 조정을 통한 방안에서도 토큰을 획득한

스테이션은 하나의 패킷만 전송하도록 하였으며, 음성 패킷의 지연 시간이  $D_{max}$ 를 넘지 않도록 하는 범위내에서 데이터 스테이션들이 사용할 수 있는 총시간  $T_a$ 는 식(1)과 동일하게 주어진다. 그리고 식(1)을 이용하여 구한  $T_a$ 를 모든 Active 데이터 스테이션에게 균등하게 배분하기 위해서는 각 데이터 스테이션이 다음과 같은 전송 확률값( $P$ )을 가져야 함을 알 수 있다.

$$P = \frac{T_d}{N_{dt} T_t} \quad (0 \leq N_{dt} \leq N_a) \quad \dots\dots\dots (3)$$

식(3)에서  $T_t$ 는 하나의 데이터 패킷 전송 시간을 나타낸다. 식(3)에서 사용된 Active 데이터 스테이션의 수  $N_{dt}$ 를 계수하기 위해서는 앞장에서와 같이 패킷내에  $N_{dt}$  필드를 뒀으로써 구할 수 있다. Active 데이터 스테이션은 지나가는 패킷의  $N_{dt}$  필드값을 하나 증가시켜 자신이 Active 상태임을 다른 스테이션에게 알리는데 이 때  $N_{dt}$ 값의 증가는 앞절에서의  $N_{vt}$  필드값을 증가시킬때와 마찬가지로 오직 한번만 한다. 그리고 Active 데이터 스테이션이 토큰을 획득하게 되면  $N_{dt}$ 의 값을 하나 감소한 후에 데이터 패킷을 전송한다. 전송 확률의 동적 조절을

통한 방안에서의 음성 스테이션의 프로토콜은 앞 절에서 설명한 토큰 보유 시간의 동적 조절을 통한 방안에서의 음성 스테이션의 프로토콜과 동일하므로 생략하였고 데이터 스테이션의 프로토콜을 그림 7에 나타내었다[9].

IV. 결 론

음성과 데이터의 혼합 전송에 있어 각 트래픽의 전송 특성으로 인해 통합 전송이 용이한 일이 아니며 또한 네트워크 시스템 구조상의 특성도 문제가 된다. 그러므로 이더넷에서는 프레임 유동적으로 변화 시키는 경계 이동 프레임 방식을 사용하여 음성은 TDMA 방식으로 그리고 호 설정 패킷과 데이터 패킷은 CSMA/CD 방식으로 전송한다. CSMA/CD 방식으로 호 설정 패킷을 감시하고 전체 프레임 길이와 각 음성 패킷의 수를 조정함으로써 실시간 전송이 가능하고, 나머지 부분은 데이터를 전송한다. 토큰링 방식에서는 기존에 발표된 음성과 데이터에 대한 두 개의 버퍼를 가지는 스테이션이 토큰을 획득하게 되면 음성을 먼저 전송하고 음성 패킷이 없을때만 데이터를 전송하는 방식이 있지만 이는 다른 스테이션에서 대기중인 음성 패킷의 지연 시간이 늘어나 음성의 손실이 일어나므로 본 논문에서 제시한 음성 패킷의 제한된 지연 시간을 만족 시키면서 데이터의 처리율을 높일 수 있는 데이터 스테이션에서 토큰 보유 시간을 동적으로 조정하는 방안과 토큰의 전송 확률을 동적으로 조정하는 방안으로써 해결할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Werner Bux, "Token ring local area networks and their performance," *Proceedings of The IEEE*, Vol. 77, No. 2, Feb., 1989.  
 [2] P.T. Brady, "A technique for investigating on-off patterns of speech", *BSTJ*, Vol. 4, Jan., 1968.  
 [3] R.C. Dixon, N. C. Strole and J.D. Markov, "A token ring network for local data communications," *IBM Syst. J.*, Vol.22, pp.47-62,1983.

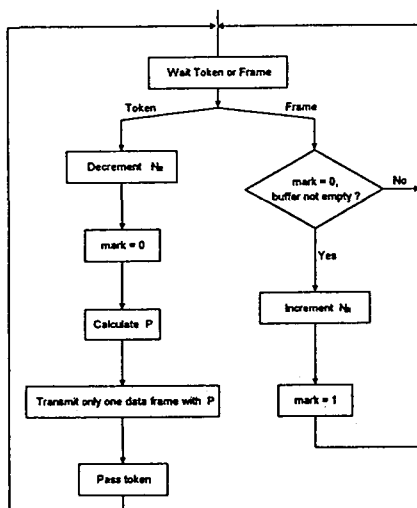


그림 7. 전송 확률의 동적 조절을 통한 방안에서의 데이터 스테이션의 프로토콜  
 Fig. 7. Through the dynamic control of transmission probability in Protocol of data station

- [4] O.C. Ibe and D.T. Gibson, "Protocols for integrated voice and data local area network," IEEE communication Magazine, Vol. 24, No. 7. July, 1986.
- [5] N. C. Strolle, "A local communications network based on interconnected tokenaccess ring: A Tutorial," IBM J. RES. DEVELOP., Vol. 27, No. 5, pp. 482-496, Sep., 1983.
- [6] W.Tomasi and V.F.Alisouskas, Telecommunication voice/data with fiber optic application. PrenticeHall, 1988.
- [7] N.F.Maxemchuk," A variation on CSMA/CD that yeilds movable TDM slots in intergrated voice/data local network. "BSTJ, Vol.61. No.7, pp.1527-1550, Sept. 1982.
- [8] W.H.Chen, "CSMA/CD/TDMA:A Dynamic combination for voice and data integration, "INFOCOM, pp.842-849, May 1990.
- [9] S.M.Sharroock, S.Ghanta and H.C.Du, "A CSMA/

CD based, Integrated voice/data protocols with dynamic channel allocation," Computer networks and ISDN systems, 1989.

- [10] J.B.King, Computer and communication systems performance modelling. Prentice Hall, 1990.



김 동 일(Dong-Il Kim)  
1981년 2월 : 광운대학교 전  
자통신공학과(공학사)  
1983년 2월 : 광운대학교 전  
자통신공학과(공학석사)  
1992년 2월 : 광운대학교 전  
자통신공학과(공학박사)

1983년 3월~1991년 8월 : 금성정보통신(現LG정보통신)연구소 연구실장

1991년 9월~현재 : 동의대학교 전자통신공학과  
부교수

\* 관심분야 : 유선, 무선 데이터통신, 교환망 성능  
분석 무선망 프로토콜 등.