



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H04L 1/18 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년03월09일
 (11) 등록번호 10-0692354
 (24) 등록일자 2007년03월02일

(21) 출원번호	10-2001-7005350	(65) 공개번호	10-2001-0080344
(22) 출원일자	2001년04월27일	(43) 공개일자	2001년08월22일
심사청구일자	2004년10월13일		
번역문 제출일자	2001년04월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/SE1999/001931	(87) 국제공개번호	WO 2000/25470
국제출원일자	1999년10월26일	국제공개일자	2000년05월04일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크맨, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도, 인도네시아, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 코스타리카, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 아랍에미리트,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 감비아, 짐바브웨, 시에라리온, 탄자니아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크맨,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장

09/179,952

1998년10월28일

미국(US)

(73) 특허권자

텔레호낙티에볼라케트 엘엠 에릭슨(피유비엘)
 스웨덴 스톡홀롬 83 에스이-164

(72) 발명자

라슨, 미카엘
 스웨덴에스-19273솔렌투나라일라슬린간18

라슨, 피터
 스웨덴에스-16971솔나밸롱가텐2

(74) 대리인

주성민
 장수길

(56) 선행기술조사문현

Heliomar M. de Lima et al, "A Go-Back-N Protocol * US 5826028 A (1998. 10. 20) *
 * 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 나용수

전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 자동 반복 요청 방식을 갖는 데이터 네트워크에서 패킷들을 폐기하기 위한 방법 및 장치**(57) 요약**

본 발명에 따르면, 아직 성공적으로 전송되지 않은 구식 패킷들을 폐기함으로써, 데이터 패킷을 전송하기 위해 네트워크 내의 수신기 및 송신기에 의해 사용된 대역폭을 최소화하기 위해 데이터 네트워크에서 자동 반복 요청(ARQ:Automated Repeat Request) 방식을 사용하는 기술이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따라, 비트는, 폐기되었고 재전송되지 않은 하나 이상의 오류 또는 비수신 패킷들 다음의 패킷들을 강제로 수신기가 수용하게 하도록 ARQ 패킷 헤더에서 설정된다. 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 데이터 패킷들이 폐기된 후에, 시퀀스 번호들은 아직 수신기에 전송되지 않은 미폐기 데이터 패킷들에게 다시 할당되어서, 미폐기 패킷들의 전송 스트림이 연속 시퀀스 번호들을 갖게 한다.

대표도

도 9

특허청구의 범위**청구항 1.**

자동 반복 요청 방식(automatic repeat request scheme)을 포함하는 패킷 전송 프로토콜을 사용하는 데이터 네트워크에서 각각 연관된 시퀀스 번호를 갖는 패킷들을 폐기하기 위한 방법에 있어서,

데이터 네트워크의 송신기에 의해, 상기 데이터 네트워크의 수신기로부터 응답이 수신되지 않은 적어도 하나의 패킷을 폐기하는 단계; 및

상기 송신기에 의해 상기 수신기로 하여금 a) 상기 폐기된 적어도 하나의 패킷과 연관된 적어도 하나의 시퀀스 번호를 스kip하고, b) 상기 적어도 하나의 스kip된 시퀀스 번호에 후속하는 다음의 시퀀스 번호를 갖는 비연속적인 패킷을 수신하도록 명령하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2.

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 패킷 각각이 수신 강제 비트(receive enforcement bit)를 포함하고,

상기 명령 단계는,

상기 적어도 하나의 패킷 각각의 수신 강제 비트를 TRUE 값에 설정하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 패킷을 상기 수신기에게 송신하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 3.

제1 항에 있어서,

상기 명령 단계는,

적어도 하나의 패킷 각각에 대해 수신 강제 비트를 TRUE 값에 설정하는 단계; 및

상기 패킷들 및 제어 메시지의 상기 패킷들의 시퀀스 번호들을 송신하는 송신기의 식별(identification)과 함께 TRUE에 설정된 상기 적어도 하나의 수신 강제 비트를 상기 수신기에게 송신하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 4.

제1 항에 있어서,

상기 방법이 블록 연속 전송 자동 반복 요청 방식(go-back-n automatic repeat request scheme)과 관련되고,

DSN+ 2^{k-1} 값과 동일한 최대 상위 시퀀스 번호(maximum top sequence number)를 정의하는 단계 -여기서 DSN은 DSN 이전의 시퀀스 번호들을 갖는 모든 패킷들이 상기 데이터 네트워크의 수신기에 의해 수신되었다고 응답되었음을 나타내는 시퀀스 번호이고, k는 상기 데이터 네트워크의 패킷에 대한 시퀀스 번호 필드의 비트들의 수임- ;

상기 수신 패킷의 수신 강제 비트가 TRUE에 설정되고 $N(S)-ESN < 2^{k-1}$ 일 때, 수신 패킷을 수용하는 단계 -여기서 N(S)는 상기 수신 패킷의 시퀀스 번호이고 ESN은 수신될 다음 패킷의 예측 시퀀스 번호임- ;

상기 수신 패킷의 수신 강제 비트가 TRUE에 설정되고 $N(S)-ESN \geq 2^{k-1}$ 일 때, a) 자동 반복 요청 방식의 재개시 및 b) 관리 제어 시스템에게 고장 상황(failure event)을 보고하는 것 중 하나를 실행하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 5.

제1 항에 있어서,

상기 방법이 블록 연속 전송 자동 반복 요청 방식과 관련되고,

($TSN \leq DSN - 1$), ($TSN \leq BSN + W$) 및 ($1 \leq W \leq 2^{k-1}$)인 조건들을 따라 상위 시퀀스 번호(TSN)를 제한하는 단계 -여기서, k는 상기 데이터 네트워크의 패킷에 대한 시퀀스 번호 필드의 비트들의 수이고, DSN은 DSN 이전의 시퀀스 번호들을 갖는 모든 패킷들이 상기 데이터 네트워크의 수신기에 의해 수신되었다고 응답되었음을 나타내는 시퀀스 번호이고, BSN은 상기 데이터 네트워크의 송신기의 송신 버퍼에 기억된 가장 오래된 패킷의 시퀀스 번호를 나타내는 하위(bottom) 시퀀스 번호이고, W는 상기 수신기와 상기 송신기에게 모두 인식되고 그 크기 내에서 패킷들이 추적되는 윈도 크기(window size)임- ;

상기 수신 패킷의 수신 강제 비트가 TRUE에 설정되고 $N(S)-ESN < 2^k-W$ 일 때, 수신 패킷을 수용하는 단계 -여기서 N(S)는 상기 수신 패킷의 시퀀스 번호이고 ESN은 수신될 다음 패킷의 예측 시퀀스 번호임- ;

상기 수신 패킷의 수신 강제 비트가 TRUE에 설정되고 $N(S)-ESN \geq 2^k-W$ 일 때, a) 자동 반복 요청 방식의 재개시 및 b) 관리 제어 시스템에게 고장 상황을 보고하는 것 중 하나를 실행하는 단계; 및

조건($DSN \leq BSN \leq TSN$)에 따라 BSN을 제한하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 6.

제1 항에 있어서,

상기 방법이 선택 재전송 자동 반복 요청 방식(selective repeat automatic repeat request scheme)과 관련되고,

조건들($DSN \leq BSN \leq TSN \leq TSN_{MAX}$)에 따라, 상기 데이터 네트워크의 송신기의 송신 버퍼에 기억된 가장 오래된 패킷의 시퀀스 번호를 나타내는 하위 시퀀스 번호(BSN), 및 상위 시퀀스 번호(TSN)를 제한하는 단계 -여기서 DSN은 DSN 이전의 시퀀스 번호들을 갖는 모든 패킷들이 상기 데이터 네트워크의 수신기에 의해 수신되었다고 응답되었음을 나타내는 시퀀스 번호이고, TSN_{MAX} 는 최대 상위 시퀀스 번호이고, $TSN_{MAX}-DSN=2^{k-1}$ 이며, k는 상기 데이터 네트워크의 패킷에 대한 시퀀스 번호 필드의 비트들의 수임- ;

상기 수신 패킷의 수신 강제 비트가 TRUE에 설정되고 $N(S)-ESN < 2^{k-1}$ 일 때, 수신 패킷을 수용하는 단계 -여기서 N(S)는 상기 수신 패킷의 시퀀스 번호이고 ESN은 수신될 다음 패킷의 예측 시퀀스 번호임- ;

상기 수신 패킷의 수신 강제 비트가 TRUE에 설정되고 $N(S)-ESN \geq 2^{k-1}$ 일 때, a) 자동 반복 요청 방식의 재개시 및 b) 관리 제어 시스템에 고장 상황을 보고하는 것 중 하나를 실행하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 7.

제6 항에 있어서,

a) DSN 후와 BSN 전의 시퀀스 번호를 갖는 제1 패킷이 부정 응답(negatively acknowledged)되고, b) 상기 제1 패킷 이전에 있고 긍정 응답(positively acknowledged)되지 않은 패킷들의 수가 BSN과 상기 제1 패킷의 시퀀스 번호의 차보다 작고, c) $TSN \neq BSN$ 일 때, BSN으로 표시된 상기 패킷의 수신 강제 비트를 설정하고 BSN으로 표시된 상기 패킷을 상기 송신기로부터 상기 수신기로 재전송하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 8.

제6 항에 있어서,

a) DSN 후와 BSN 전의 시퀀스 번호를 갖는 제1 패킷이 부정 응답되고, b) 상기 제1 패킷 이전에 있고 긍정 응답되지 않은 패킷들의 수가 BSN과 상기 제1 패킷의 시퀀스 번호의 차보다 작고, c) $TSN = BSN$ 일 때,

패킷이 송신을 대기(pending)하고 있으면, 상기 대기 패킷의 수신 강제 비트를 TRUE에 설정하고 상기 대기 패킷을 상기 송신기로부터 상기 수신기로 송신하는 단계를 더 포함하고;

송신을 대기하는 패킷들이 없으면, a) 패킷이 상위 층으로부터 수신될 때까지 대기하는 것과 b) 상기 수신기에게 대기 중인 패킷들이 없음을 알려주는 것 중 하나를 실행하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 9.

제6 항에 있어서,

a) DSN 후이고 BSN 전인 시퀀스 번호를 갖는 제1 패킷이 부정 응답되고, b) 상기 제1 패킷 이전에 있고 긍정 응답되지 않은 패킷들의 수가 BSN과 상기 제1 패킷의 시퀀스 번호의 차보다 크고, c) TSN≠BSN 일 때, BSN 후의 제1 미처리 패킷의 수신 강제 비트를 설정하고 상기 제1 미처리 패킷을 상기 송신기로부터 상기 수신기로 재전송하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 10.

제6 항에 있어서,

a) DSN 후이고 BSN 전인 시퀀스 번호를 갖는 제1 패킷이 부정 응답되고, b) 상기 제1 패킷 이전에 있고 긍정 응답되지 않은 패킷들의 수가 BSN과 제1 패킷의 시퀀스 번호의 차보다 크고, c) 상기 제1 패킷 후에 적어도 하나의 패킷이 존재하고, d) BSN 후의 시퀀스 번호를 갖는 부정 응답된 패킷들이 없을 때, BSN 후의 제1 패킷의 수신 강제 비트를 설정하고 BSN 후의 상기 제1 패킷을 상기 송신기로부터 상기 수신기로 재전송하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11.

제6 항에 있어서,

DSN 후이고 BSN 전인 시퀀스 번호를 갖는 제1 패킷이 부정 응답되고, BSN 보다 크거나 같고 TSN 보다 작은 시퀀스 번호들을 갖는 모든 패킷들이 긍정 응답되었을 때,

패킷이 송신을 대기하고 있으면, 상기 대기 패킷의 수신 강제 비트를 TRUE에 설정하고 상기 대기 패킷을 상기 송신기로부터 상기 수신기로 송신하는 단계를 더 포함하고;

송신을 대기하는 패킷들이 없으면, a) 패킷이 상위 층으로부터 수신될 때까지 대기하는 것과 b) 상기 수신기에게 대기 중인 패킷들이 없음을 알려주는 것 중 하나를 실행하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 12.

제6 항에 있어서,

패킷의 타이머-개시 재전송(timer-initiated retransmission)이 발생하고 ISN=BSN 일 때, 상기 패킷의 수신 강제 비트를 TRUE에 설정하는 단계; 및

상기 패킷의 타이머-개시 재전송이 발생하고 ISN≠BSN 일 때, 상기 패킷의 수신 강제 비트를 FALSE에 설정하는 단계를 더 포함하고,

ISN은 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호를 나타내는

방법.

청구항 13.

제6 항에 있어서,

ISN=BSN 이고 BSN≠DSN 일 때, 상기 패킷의 수신 강제 비트를 TRUE에 설정하고, 그렇지 않은 경우에 상기 패킷의 수신 강제 비트를 FALSE에 설정하고, 여기서 ISN은 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호를 나타내는 방법.

청구항 14.

블록 연속 전송 자동 반복 요청 방식을 포함하는 패킷 전송 프로토콜을 사용하는 데이터 네트워크에서 각각 연관된 시퀀스 번호를 갖는 패킷들을 폐기하기 위한 방법에 있어서,

송신기에 의해 적어도 하나의 패킷을 폐기하는 단계;

상기 송신기에 의해, 상기 적어도 하나의 폐기된 패킷에 대한 NACK을 수신하는 단계; 및

상기 송신기에 의해, 상기 적어도 하나의 폐기된 패킷에 뒤이은 폐기되지 않은 패킷들에 대해 연속적인 시퀀스 번호를 할당하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 15.

블록 연속 전송 자동 반복 요청 방식을 포함하는 패킷 전송 프로토콜을 사용하는 데이터 네트워크에서 각각 연관된 시퀀스 번호를 갖는 패킷들을 폐기하기 위한 방법에 있어서,

상기 데이터 네트워크의 송신기에 의해 송신되었지만 상기 데이터 네트워크의 수신기에 의해 수신되었다고 응답되지 않은 적어도 하나의 패킷을 상기 송신기에 의해 폐기하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 패킷을 폐기한 후에, 상기 송신기 및 상기 수신기를 재동기화하여 상기 수신기에 의해 수신된 최종 패킷과 상기 송신기에 의해 송신될 다음 패킷이 연속 시퀀스 번호들을 갖게 하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 16.

제15 항에 있어서,

상기 재동기화 단계는,

상기 수신기가 다음으로 수신할 것으로 예측하는 시퀀스 번호가 무엇인지를 결정하는 단계; 및

상기 예측 시퀀스 번호가 상기 송신기로부터 다음으로 송신될 상기 패킷의 시퀀스 번호와 상이할 때, 상기 송신기로부터 다음으로 송신될 상기 패킷에게 상기 예측 시퀀스 번호를 할당하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 17.

블록 연속 전송 자동 반복 요청 방식을 포함하는 패킷 전송 프로토콜을 사용하는 데이터 네트워크에서 각각 연관된 시퀀스 번호를 갖는 패킷들을 폐기하기 위한 방법에 있어서,

상기 데이터 네트워크의 송신기에 의해 전송되었지만 상기 데이터 네트워크의 수신기에 의해 수신되었다고 확인되지 않은 적어도 하나의 패킷을 상기 송신기에 의해 폐기하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 패킷을 폐기한 후에, 상기 수신기가 다음으로 예측하는 시퀀스 번호가 무엇인지를 결정함으로써 상기 송신기 및 상기 수신기를 재동기화하고, 상기 수신기의 예측 시퀀스 번호가 상기 송신기로부터 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호와 상이할 때, 상기 송신기로부터 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호와 부합하도록 상기 수신기의 상기 예측 시퀀스 번호를 변경하도록 상기 수신기에게 명령하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 18.

제15 항에 있어서,

상기 재동기화 단계는 상기 송신기로부터 상기 수신기로 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호를 예측하도록 상기 수신기에게 명령하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 19.

블록 연속 전송 자동 반복 요청 방식을 포함하는 패킷 전송 프로토콜을 사용하는 데이터 네트워크에서 각각 연관된 시퀀스 번호를 갖는 패킷들을 폐기하기 위한 방법에 있어서,

상기 데이터 네트워크의 송신기에 의해 송신되었지만 데이터 네트워크의 수신기에 의해 수신되었다고 응답되지 않은 적어도 하나의 패킷을 상기 송신기에 의해 폐기하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 패킷을 폐기한 후에, 상기 수신기가 다음으로 예측하는 시퀀스 번호가 무엇인지를 결정함으로써, 또 한, 상기 송신기에서 대기하는 패킷들에 대해 상기 예측 시퀀스 번호로부터 시작해서 연속적으로 번호를 다시 매김으로써, 상기 수신기 및 상기 송신기를 재동기화하는 단계

를 포함하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 고정/무선 데이터 네트워크에서 데이터를 전송하기 위한 자동 반복 요청(ARQ) 방식들에 관한 것이다.

배경기술

ARQ 방식들은 신뢰성 있는 데이터 전송을 보장하고 데이터 시퀀스 완전성(integrity)을 보호하기 위해 데이터 네트워크에서 통상 사용된다. 데이터 패킷들은 애러 검출 코드로 인코드됨으로써, 데이터 네트워크의 송신기가 데이터 네트워크의 수신기에게 데이터 패킷들을 송신하거나 전송할 때 데이터 패킷들을 수신하는 수신기가 변조되거나 오류가 있거나 손실된 패킷들을 검출함으로써 송신기에게 상기 데이터 패킷들을 재전송하도록 요청할 수 있게 된다. 데이터 시퀀스의 완전성은 패킷들에게 순차적으로 번호를 매기고 특정 송신 규칙을 적용함으로써 보통은 보호된다.

ARQ 방식에는 3개의 주요한 방식들: 정지 대기(Stop-and-Wait) 방식; 블록 연속 전송(Go-Back-N) 방식; 및 선택 재전송(Selective Reject, 때때로 Selective Repeat라고도 함) 방식이 있다. 3개의 방법들 모두가 데이터 네트워크의 수신기에 패킷들을 적합한 순서로 전송하기 위한 메카니즘을 제공한다. 신호대 잡음 비의 함수로서의 스루풋 효율성(throughput efficiency)에 있어서는, 일반적으로 선택 재전송 방식이 가장 효율적이고, 정지 대기 방식이 가장 덜 효율적이며, 블록 연속 전송 방식이 중간이다. 또한, 선택 재전송 방식과 블록 연속 전송 방식을 혼합한 다양한 기술들이 존재하는데, 이 다양한 기술들은 효율성과 복잡성 면에서 볼 때 순수 선택 재전송 방식과 순수 블록 연속 전송 방식의 사이에 존재한다.

블록 연속 전송 방식에 있어서, 긍정 응답(PACK), 부정 응답(NACK), 재전송 타이머, 폴링 방식 등을 사용하는 방법이 서로 상이한 몇몇 변경된 방식들이 존재한다.

한 타입의 블록 연속 전송 방식은 다음의 특성을 갖는 PACK 및 NACK을 모두 사용한다:

도 1a의 일례에 도시된 바와 같이, 시퀀스 번호(N(R))를 갖는 데이터 패킷에 대한 PACK은 N(R) 전의 시퀀스 번호들을 갖는 데이터 패킷들에 대한 누적 긍정 응답을 제공하지만, 시퀀스 번호(N(R))를 갖는 데이터 패킷에 대해 긍정적으로 응답하는 것은 아니다.

NACK은 부정 응답되는 데이터 패킷 전의 모든 데이터 패킷들에 대해 긍정적으로 응답한다. 도 1b의 일례에 도시된 바와 같이, NACK이 부정적으로 응답하는 데이터 패킷은 N(R)로 표시된다.

도 2는 간단한 ARQ 송신기 윈도를 도시한 것으로, 5개의 변수들이 송신기 상태를 추적하는데 사용된다. 5개의 변수들은 하위(bottom) 시퀀스 번호(BSN); 상위(top) 시퀀스 번호(TSN); 최대 상위 시퀀스 번호(TSN_{MAX}); 순간 시퀀스 번호(ISN; instant sequence number); 및 예측 시퀀스 번호(ESN)를 포함한다.

BSN은 송신기 버퍼의 가장 오래된 패킷을 나타내고, 또한 응답되었거나 폐기된 BSN 패킷 전의 모든 패킷들을 나타낸다. TSN으로 표시된 패킷 전의 패킷들은 송신되었다. ESN은 수신될 패킷의 예측 시퀀스 번호를 나타낸다. ISN은 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호를 나타낸다. 패킷이 처음으로 송신될 때, TSN과 ISN은 동일하다. 그러나, 재전송이 실행될 때, ISN은 제1 재전송 패킷으로부터 시작해서, 한번에 한 패킷씩 TSN까지 연속적으로 진행된다. TSN은 윈도 크기(W; window size)로 정의되는 TSN_{MAX}를 초과할 수 없다. 시퀀스 번호 필드가 k 비트들을 가진다고 가정하면, 2^k개의 상이한 시퀀스 번호들이 생성될 수 있다. 따라서, 도 2에 도시된 윈도의 최대 크기(W)는 2^k-1이다.

PACK과 NACK을 모두 사용하는 블록 연속 전송 방식의 동작은 도 3a 내지 도 3d에 도시된 원의 원주 둘레에 시계 방향으로 연속적으로 모듈로 2^k 시퀀스 번호를 매긴다고 상상함으로써 예상될 수 있다. 도 3a는 패킷들이 아직 송신되지 않은 상태를 나타내는 원을 도시한 것으로, TSN, ESN, BSN 및 ISN이 모두 동일한 값을 갖는다. 즉, 동일한 패킷을 나타낸다. 도 3b에 도시된 원은 ESN = TSN 이므로 패킷들(TSN-BSN)이 송신되었고 또한 수신되었음을 나타낸다. 오류 또는 손실 패킷은 다른 패킷들이 송신되었음에도 불구하고 ESN이 앞으로 진행하지 못하게 한다. 예를 들어, 도 3c에서, TSN 및 ISN으로 표시된 패킷까지의 패킷들은 송신되었지만, ESN은 수신되지 않은 이전 패킷을 나타낸다. 패킷이 손실되거나 오류 패킷이 수신된 후에, ARQ 수신기는 NACK을 ARQ 송신기에 송신하여서, ARQ 송신기에게 손실 또는 오류 패킷에 대해 알려준다. NACK은 ESN과 동일하게 설정된 복귀 시퀀스 번호(N(R))를 포함함으로써, 모든 이전 패킷들이 정확하게 수신되었다고 응답한다. BSN 및 ISN은 ESN(및 N(R))과 동일하게 설정되어서, BSN은 순방향으로 이동하게 되고 ISN은 손실 또는 오류 패킷을 나타내는 시퀀스 번호로 역방향으로 이동하게 된다. 그 후, 도 3d에 도시된 바와 같이, ISN 및 ESN은 손실 또는 오류 패킷이 재전송되고, 또한 다음 패킷들이 재전송됨에 따라 순방향으로 함께 이동한다.

도 4a 내지 도 4d는 PACK을 사용하는 경우를 도시한 것이다. 도 4a는 아무 것도 송신되지 않은 상태를 도시한 것으로, TSN = ISN = BSN = ESN 이다. 도 4b는 송신된 모든 패킷들이 정확하게 수신된 경우를 도시한 것이다. 도 4c는 타이머-개시(timer-initiated) PACK이, BSN과 TSN=ESN=ISN 사이의 패킷의 시퀀스 번호(N(R))를 전달하면서, 송신되는 것을 나타낸다. 도 4d에 도시된 바와 같이, PACK이 송신된 후에, BSN은 N(R)로 설정된다.

PACK의 송신은 시퀀스 번호 결핍(starvation)이 발생하지 않음을 보장한다. TSN가 BSN을 통과할 수 없기 때문에, 송신기가 PACK을 수신하지 않으면, TSN_{MAX} 까지의 데이터 패킷들을 계속해서 송신할 수 있다. 그러나, TSN_{MAX} 까지의 데이터 패킷들이 송신되지만, 아무런 PACK도 수신되지 않으면, TSN_{MAX}는 진행할 수 없고 시퀀스 번호 결핍이 발생한다. 송신기는 PACK을 수신해서 BSN이 진행함에 따라 TSN_{MAX}가 진행하게 될 때까지 대기해야만 한다.

도 5는 ARQ 데이터 패킷(510)의 일반적인 일례를 도시한 것이다. 패킷(510)은 전형적으로 ARQ 헤더(512) 및 데이터 부(516)를 포함한다. 헤더(512)는 k-비트 시퀀스 번호(514)를 포함하고, 도 5에 도시된 바와 같이 패킷(510)의 앞에 배치되거나, 패킷(510) 내의 임의의 선정된 위치에 배치될 수 있다.

도 6은 ACK 메시지(610)를 송신하는 응답 터미널을 식별하는 식별자 필드(612), PACK 또는 NACK이 송신되고 있는지를 나타내는 NACK/PACK 탑재 지시자(614), 및 ACK 메시지(610)가 유효한 시퀀스 번호를 나타내는 시퀀스 번호 필드(N(R))(616)를 포함하는 일례의 ACK 메시지(610)를 도시한 것이다.

선택 재전송 방식에서, 2^{k-1} 또는 보다 작은 크기를 갖는 송신기 윈도는 자동(타이머-개시) 재전송과 관련하여 나타나는 특정한 모호성을 방지하기 위해 통상 사용된다. 선택 재전송 방식의 수신기 윈도 크기는 블록 연속 전송 방식에서처럼 단 하나의 위치를 갖는 대신 최대 2^{k-1} 개의 위치들을 포함할 수 있다. 선택 재전송 방식에서, 수신기 윈도가 최대 2^{k-1} 개의 위치들을 포함할 수 있기 때문에, 패킷들의 범위가 수신될 수 있다.

패킷들이 정확하게 수신되는 한, 상기 패킷들은 다음 상위 층(highest layer)으로 송신되거나 발송된다. 미처리 패킷(outstanding packet), 즉, 송신되었지만 수신되지 않았거나 또는 정확하게 수신되지 않은 패킷이 검출될 때, 상위 층 까지의 다음 패킷들의 송신은 중단되고 정확한 손실 패킷들의 목록이 달성된다. NACK은 하나의 미처리 패킷 또는 다수의 미처리 패킷들의 재전송 요청을 개시하는데 사용된다. 제1 검출 미처리 패킷이 정확하게 수신될 때, 상기 패킷 및 모든 다음 패킷들은, 다음 미처리 패킷이 검출되어서 새로운 미처리 패킷에 대한 프로세스를 반복할 때까지, 상위 층으로 송신된다.

도 7a는 예를 들어 3개의 패킷들이 미처리된 경우를 도시한 것이다. 미처리 패킷들은 ESN1, ESN2 및 ESN3으로 표시된다. 송신기는 상기 미처리 패킷들의 시퀀스 번호를 나타내는 하나 또는 수개의 NACK을 송신한다. 도 7b 및 도 7c에서, 송신기는 하나 또는 수개의 NACK을 수신해서 그 응답으로 미처리 패킷들을 재전송한다. 새로운 패킷들의 송신은 TSN_{MAX} 한계까지 진행할 수 있는데, 이는 NACK이 수신되지 않을 때 발생할 수 있다. 특히, 도 7b는 ESN1은 재전송되고 정확하게 수신되었고, ESN2는 재전송중인 상태를 도시한 것이다. 또한 BSN은 ESN1로 설정되었다. 다시 말해서, ESN1에 대한 NACK은 ESN1 전의 패킷들에 대한 누적 긍정 응답으로서 작용하고, BSN은 그에 따라 조정된다.

때때로, NACK은 인식되지 않은 이유들로 인해 송신기에 도달하지 못한다. 이러한 상황에서, 특정한 시간 또는 선정된 시간이 경과된 후에, (NACK 또는 PACK에 의해서) 응답되지 않은 송신기 버퍼의 패킷들은 자동적으로 재전송될 수 있다.

NACK은 NACK을 송신하고 가장 오래된 NACK 시퀀스 번호(여기서는 ESN1로 표시됨)를 명시적으로 나타냄으로써, 또한 정확하게 수신된 패킷들 및 손실 패킷들을 나타내는 비트맵을 사용함으로써 효율적으로 송신될 수 있다. 이러한 타입의 NACK은 부정 응답된(NACKed) 시퀀스 번호 전의 패킷들에 대한 누적 PACK을 실행한다. 다른 NACK 옵션들도 또한 사용될 수 있는데, 예를 들면, 부정 응답된 시퀀스 번호 전의 패킷들에 대해 누적 긍정 ACK가 실행되거나 송신되는 NACK 옵션들이다.

선택 재전송 방식 및 블록 연속 전송 방식은 선택 재전송 방식이 임의의 특정 순서로 패킷들을 송신할 필요가 없는데 반해, 블록 연속 전송 방식 수신기는 연속 시퀀스 번호 순으로 패킷들을 수신할 필요가 있다는 점에서 상이하다.

일반적으로, 데이터 네트워크에서, 임의의 패킷 손실 없이 모든 패킷들을 전송하는 것이 바람직하다. 그러나, 때때로, 예를 들어, 지연으로 인해 패킷의 정보가 구식이어서 수신기에 유용하지 않게 되는 상황과 같이 상당히 지연된 패킷들을 송신하는 것은 무의미하다. 지연 감지 애플리케이션들(delay sensitive applications)의 일례들은 예를 들면 전화(telephony), 회상 회의 및 지연 감지 제어 시스템들이다.

또한, 비시간 임계 애플리케이션들(non-time-critical applications)은 수신 단말기로부터 응답이 없을 때마다 통상 상위 레벨 재전송을 야기하는데, 이는 ARQ 버퍼들이 아직 성공적으로 전송되지 않은 데이터로 채워지고, 및/또는 새롭게 재전송된 데이터로 채워지게 되는 상황을 야기할 수 있다. 이는 데이터가 유효 시간과 관련되고, 유효 시간이 애플리케이션에 대한 재전송 시간 보다 약간 짧게 설정되는 경우 방지될 수 있다. 그러나, 하위 층(LLC; lower layer)은 어떤 애플리케이션이 상위 레벨인지를 모르기 때문에, 실제로, 어떤 재전송 시간이 사용되는지를 식별하는 것은 어렵거나 불가능할 수 있다. 이러한 상황에서는, 특정한 애플리케이션이 가정되어야만 하고, 그 가정 하에 통신 시스템을 특별히 설계해야만 한다.

특정 서비스 클래스의 경우에 있어서는, 일정한 전송 지연 시간이 지난 후에, 데이터 패킷에 대한 폐기가 비동기 전송 방식(ATM; Asynchronous Transfer Mode)으로 이루어진다. ATM과 관련된 ARQ는 ARQ 함수로 접속-특정 폐기 타이머(connection-specific discard timer)들을 조정하기 위해 ATM 층에 의해 제공된 전송 지연 정보를 사용할 수 있다. 그러나, 수신기의 ARQ는 손실되거나 불완전한 패킷들을 검출하고 재전송을 요청할 수 있다.

요약하면, 현재의 ARQ 방법들은 데이터 패킷들이 제한된 수명을 갖는 상황을 인식하거나 허용하지 못한다. 따라서, 상당히 지연되거나 구식인 데이터 패킷들을 송신(또는 재전송)하지 않음으로써 대역폭 사용을 최소화하는 것에 실패했다.

<요약>

본 발명의 일례의 실시예들에 따라, 임의의 제한된 수명을 갖는 데이터 패킷들을 인식함으로써 대역폭 사용을 최소화하는 ARQ 방식들이 제공된다. 수명은 고정된다고 가정되거나, ATM 층 정보로부터 추론될 수 있다. 특히, 본 발명의 일례의 실시예들은 구식 데이터 패킷들을 폐기하고, 구식 데이터 패킷들을 폐기하기 위해 정지 대기 방식에 적용될 수 있는 원리를 구현한 향상된 블록 연속 전송 방식 및 선택 재전송 방식을 다양하게 보여준다.

본 발명의 실시예에 따라, 비트는 폐기되었고 재전송되지 않은 하나 이상의 오류 또는 비수신 패킷들 다음의 패킷들을 강제로 수신기가 수용하게 하도록 ARQ 헤더에서 설정된다.

본 발명의 다른 실시예에 따라, NACK이 수신되었고 데이터 패킷들이 폐기되었을 때, 시퀀스 번호들은 폐기되지 않은 데이터 패킷들에게 다시 할당되어서, 폐기되지 않은 패킷들의 전송 스트림이 연속 시퀀스 번호들을 갖게 한다.

본 발명의 다른 실시예에 따라, 패킷 폐기시 송신기는 수신기 상태를 모니터한다. 패킷이 이미 폐기되었다고 예측되면, 송신기는 데이터 패킷들에게 다시 번호를 매기거나 수신기에게 임의의 선택된 시퀀스 번호를 수용하도록 명령함으로써 재동기화한다.

발명의 상세한 설명

송신기와 수신기가 데이터 패킷들을 교환하고 있는 통신 시스템을 포함하는 본 발명의 일례의 실시예에 따라, 패킷 폐기 프로시저에서, 송신기의 송신기 원도의 하부의 경과(progress)가 수신기에게 보고되어서, 폐기되었기 때문에 더 이상 존재하지 않는 패킷들을 수신기가 적합하게 스kip하게 한다. 따라서, 수신기는 폐기된 패킷들을 스kip하거나, 또는 다시 말해서, 폐기된 패킷들을 수신하는 임의의 예측을 면하게 하도록 명령받을 수 있다. 모호성 문제점을 방지하기 위해, 수신기 및 송신기에 대한 특정 규칙들이 정의되고, 수신기 및 송신기에 의해 이행된다.

송신기가 패킷을 폐기하는 경우에, 다음 패킷의 ARQ 헤더의 특정 RPEB(Receiver Packet Enforcement Bit)를 설정하고 패킷을 수신기에 송신함으로써, 수신기에게 다음 패킷을 수용하도록 명령한다. 수신기가 패킷을 수신할 때, RPEB 비트는 수신기가 패킷을 수용하게 한다. 도 8은 ARQ 헤더(812) 및 데이터 부(818)를 갖는 ARQ 패킷(810)을 도시한 것이다. 헤더(812)는 수신 패킷 강제 비트(RPEB, 814) 및 k-비트 시퀀스 번호(N(S), 816)를 포함한다. 대안으로, 다수의 강제 비트들이 각각의 강제 비트가 속한 ARQ 패킷에 관한 암시적이거나 명시적인 지시들과 함께 ARQ 패킷들로부터 개별적으로 송신될 수 있다.

특정 ARQ 패킷과 관련된 RPEB를 송신하는 강제 함수는 다양한 상황에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 시퀀스 번호(N(R))로 표시된 ARQ 패킷과 관련된 NACK이 ARQ 수신기에 의해 송신되고 ARQ 송신기에 의해 적합하게 수신되는 상황이 발생할 수 있다. NACK이 하나의 폐기 데이터 패킷에 대해 유효하면, 재전송될 다음 데이터 패킷은 TRUE로 설정된 RPEB를 가질 수 있다.

다른 일례의 상황에서는, 재전송 타이머가 만기되고 하나 이상의 데이터 패킷들이 폐기되었다. 송신될 다음 입력 데이터 패킷 또는 재전송될 제1 데이터 패킷은 TRUE로 설정된 RPEB를 가질 수 있다.

시스템은 또한 다른 모든 상황들에서 데이터 패킷과 관련된 RPEB가 FALSE로 설정되도록 구성될 수도 있다.

특히, 시스템이 블록 연속 전송 방식의 패킷 교환을 사용할 때, 두 가지 타입의 패킷 강제 방식들이 사용될 수 있다. 제1 타입은 임의 원도 크기(W)를 갖는 일반적인 방법이고, 제2 타입은 일반적인 방법의 특별한 경우이다. 특별한 경우에서, 원도 크기(W)는 2^{k-1} 이다. 즉, 최대 시퀀스 번호의 1/2이다.

특별한 경우의 방법에서, 모호성은 매우 간단한 규칙들을 적용함으로써 우회될 수 있다. 특별한 경우의 방법은 새로운 변수(DSN)를 사용한다. DSN은 예를 들어 도 9에 도시되어 있는데, 모든 이전 패킷들이 적합하게 송신되고 수신됨에 따른 응답이 있음을 나타낸다. 도 9에서, 모든 패킷들(DSN 내지 BSN-1)은 패킷 폐기 타임아웃으로 인해 폐기되었다. 예를 들어, 베퍼의 가장 오래된 패킷들이 선정된 시간 동안 베퍼에 존재 했었고, 선정된 시간의 만기시 폐기되는 경우에, 패킷 폐기 타임아웃이 발생할 수 있다. 오래된 패킷들이 폐기될 때, 베퍼에서 가장 오래된 나머지(즉, 폐기되지 않은) 패킷을 나타낼 때까지 BSN의 값은 증가된다. 도 9는 베퍼의 가장 오래된 나머지 패킷을 나타내는 BSN을 도시하고 있다. 선정된 시간이 만기된 후에, TSN의 값은 BSN의 새로운 값과 동일하거나 보다 크다. 이는 패킷들(BSN 내지 TSN-1)이 송신되었음을 나타낸다. TSN은 송신될 새로운 다음 패킷을 나타내고, ISN은 초기에 지시된 함수와 동일한 함수를 갖는다. 즉, 송신될 다음 패킷의 시퀀스 번호를 나타낸다. ESN(예를 들면, ESN1)은 수신기가 수신할 것으로 예측되는 다음 패킷의 시퀀스 번호를 나타낸다. 모호성을 방지하기 위해, TSN은 TSN_{MAX}를 초과하지 않아야 한다. 상기 대안에서, TSN_{MAX}는 DSN+ 2^{k-1} 이다.

도 9에 도시된 바와 같이, DSN과 BSN 사이의 데이터 패킷들이 폐기되었더라도, 몇몇 인식되지 않은 이유들로 인해, ARQ 수신기로부터 ARQ 송신기로의 이전 ACK들이 이루어지지 않았거나, 또는 ARQ 패킷들(ESN1 내지 TSN)이 수신되지 않았다. 이는 ESN1이 폐기된 ARQ 패킷들을 나타내는 시퀀스 번호들의 시퀀스 중에 있는 이유, 또는 다시 말해서, 수신기가 폐기된 시퀀스 번호를 예측하고 있는 이유를 설명한다. 이와 관련하여, 재전송 타이머가 재전송을 개시하거나, NACK이 적합하게 수신된다. 상기 경우들 모두에서, RPEB는 송신될 다음 패킷에 대해 TRUE로 설정된다. N(S)와 ESN(예를 들면, ESN1) 간의 차는 2^{k-1} 보다 작고 패킷 수신시 RPEB=TRUE이면, 패킷의 데이터가 정확한 한 패킷은 수용되고 상위 층에 발송된다.

도 9는 TSN_{MAX}가 DSN+ 2^{k-1} 으로 정의될 때 모호성이 전혀 발생하지 않음을 도시하고 있다. ESN(ESN1)이 BSN 뒤로 자체될 때, 수신기는 항상 RPEB=TRUE인 ARQ 패킷을 수신하도록 강요받을 수 있다. ESN(ESN1)이 BSN 보다 앞서고 수신된 ARQ 패킷의 RPEB가 TRUE이면, 패킷은 수용될 수 없다. 이는 (BSN-ESN)이 $W=2^{k-1}$ 을 초과하는지를 식별함으로써 결정될 수 있다. NACK이 TSN 보다 높은 시퀀스 번호에 대해 ARQ 송신기에서 수신되면, 장애(fault)가 발생했고 재초기화 또는 재개시가 야기될 수 있다. 재초기화 또는 재개시시, 모든 카운터들 및/또는 변수들은 ARQ가 새롭게 재개시할 수 있도록 특정 값으로 재설정된다. 예를 들어, 변수들은 TSN=ISN=BSN=ESN=DSN 등이 되도록 설정될 수 있다.

도 10a 및 도 10b는 2가지 경우들을 도시함으로서 변수 정의를 보다 정확하게 도시한 것이다. 도 10a는 베퍼의 내용이 로우인 경우를 도시한 것이고, 도 10b는 베퍼가 거의 가득 찬 경우를 도시한 것이다. 도 10a 및 도 10b는 또한 패킷 베퍼에 대한 상한(고정 또는 동적)이 존재할 수 있음을 나타낸다. 또한 상위 층으로부터 수신되었지만, TSN이 TSN_{MAX}에 도달할 수 있기 때문에 송신이 허용되지 않은 패킷들이 있을 수도 있다. 상기 패킷들은 송신을 대기(pending)하고 있으며, 도 10b에 도시된 대기 시퀀스 번호(PSN)로 표시된다. 클리어런스가 차수되자 마자, 대기 패킷들이 송신된다. NACK 또는 PACK이 적합하게 수신될 때 클리어런스가 진행되어서, DSN이 순방향으로 전진하고, 또한 아마도 BSN도 순방향으로 전진하게 된다. 이는 TSN_{MAX}도 또한 순방향으로 전진하게 한다.

한편, 보다 일반적인 경우에는 보다 복잡한 규칙들을 필요로 한다. 다음으로 보다 일반적인 경우를 나타내는 임의 윈도 크기를 갖는 ARQ 송신기의 함수가 기술된다.

도 11은 ARQ의 임의 상태를 도시한 것이다. 일반적인 경우는 윈도 크기(W)가 DSN 보다는 BSN을 사용하여 정의된다는 점에서 상술된 특별한 경우와 상이하다. 이는 최종 응답 패킷(DSN)과 최고 송신 패킷(TSN) 간의 가능한 최대 거리를 제공한다. 특별한 경우에서와 같이, TSN은 TSN_{MAX} 를 초과할 수 없다. $TSN_{MAX} = BSN + W$ 인 데, $1 \leq W \leq 2^k - 1$ 이다.

이하에도, 부호(\leq)가 사용된다. 우리는 현재 모듈러스 연산(modulus arithmetic)을 사용하고 있기 때문에, 상기 부호는 일반적인 산술 연산의 의미가 아닌 "전(before)", "후(after)"의 의미로 사용된다. 예를 들어, $k = 8$ 비트이면, $BSN = 192$, $W = 128$ 이다. 이는 $BSN + W = (192 + 128) \bmod 2^8 = 64$ 를 산출한다. 예를 들어, 산술적으로 $254 > (192 + 128) \bmod 2^8 = 64$ 이더라도, TSN은 $BSN + W$ 전인 254 일 수 있다.

몇몇 중요한 조건들은 $TSN \leq DSN - 1$, $TSN \leq TSN_{MAX}$, $DSN \leq BSN \leq TSN$ 인데, 여기서 $TSN_{MAX} = BSN + W$ 이다. W 는 1과 $2^k - 1$ 사이의 임의의 값으로 가정될 수 있다. 그러나, 수신기 및 송신기는 모두 동일한 임의의 값(W)을 사용해야만 한다.

$N(S) - ESN < 2^k - W$ 이고, $RPEB = \text{TRUE}$ 이며, 패킷의 데이터가 정확할 때, 패킷은 정규 블록 연속 전속 방식의 함수와 무관하게 수용될 수 있다.

일반적인 경우의 추가 규칙은 모호성 문제점을 방지하기 위해 $BSN - DSN$ 이 항상 $2^k - W$ 보다 작아야만 한다는 점이다. ($BSN - DSN$) = $2^k - W$ 인 상황이 발생하면, 전형적으로 재동기가 일어나거나, 또는 배드 링크 성능(bad link performance)을 나타내는 통보(notification)가 제어 및 관리 층에 송신된다. 제어 및 관리 층은 문제점을 처리하기 위해 대응책을 실시할 수 있다.

예를 들어 도 12에 도시된 본 발명의 다른 일례의 실시예에서는, 블록 연속 전속 방식 패킷 교환에서 사용된 특별한 경우 및 일반적인 경우에 대한 상술된 기본 원리들을 근거로 한 선택 재전송 방식의 패킷 교환이 사용된다. 즉, 다른 실시예들에 대한 상술된 RPEB와 같은 수신 강제 비트가 송신기 버퍼로부터의 패킷들의 폐기를 용이하게 하기 위해 송신된다.

상기 실시예에서, 기본 규칙들은 $DSN \leq BSN \leq TSN \leq TSN_{MAX}$ 및 $TSN_{MAX} - DSN = 2^{k-1}$ 을 포함한다. 변수 정의는 다른 실시예들에 대한 상술된 정의와 동일하다. NACK, PACK 및 패킷의 자동 재전송을 처리하는 방법에 대한 몇몇 추가 규칙들은 이하에 기술될 것이다.

다수의 패킷 재전송이 발생한 경우에, 패킷 폐기 타임아웃이 발생되어, 버퍼의 가장 오래되고 응답되지 않은 패킷들이 폐기되도록 할 수 있다. 예를 들어, DSN과 BSN 사이의 시퀀스 번호들을 갖는 패킷들이 폐기된 경우를 도 12에서 볼 수 있다.

오래된 패킷들이 송신기 버퍼로부터 폐기된 후에, 2가지 상황들이 발생할 수 있다. 패킷 재전송 명령이 타이머 만기에 의해 발생되거나, 아니면, DSN과 BSN 사이의 시퀀스 번호들에 대한 NACK이 수신된다. 먼저, NACK의 경우에 대해 생각해보자.

NACK의 사용은 다음 특성을 포함한다고 가정하자. NACK이 송신될 때, 가장 오래된 수신되지 않은 패킷은 시퀀스 번호로 명시적으로 표시된다. 가장 오래된 미처리 패킷 전의 시퀀스 번호들을 갖는 패킷들은 상기 NACK 메시지에 의해 동시에 긍정적으로 응답된다. 상기 NACK에는 a) 미처리 패킷들을 나타내는 길이(n)의 비트맵이 수반되는데, 여기서, 예를 들어, 1로 설정된 비트들이 미처리 패킷들을 나타내고, 또는 b) 수신되지 않은 패킷들의 명시적으로 표시된 시퀀스 번호들의 수(N), 또는 c) a) 및 b)의 몇몇 결합이 수반될 수 있다.

첫번째 경우에, 도 12를 참조해 볼 때, DSN과 BSN 사이의 ESN1에 대한 NACK이 수신되고, NACK의 커버 ACK 범위(covered ACK range)가 BSN-ESN1 보다 작고, 적어도 하나의 패킷이 폐기되지 않으면($TSN \neq BSN$), RPEB가 TRUE로 설정된 상태에서 BSN으로 표시된 패킷이 재전송된다. 또한 송신기가 수신기에게 패킷들이 폐기되었음을 알려주기 위해 짧은 제어 메시지를 송신해서, 대역폭을 절약할 수도 있음을 주지하자.

두번째 경우에, DSN과 BSN 사이에 위치한 ESN1에 대한 NACK이 수신되고, NACK의 커버 ACK 범위가 BSN-ESN1 보다 작고, 모든 패킷들이 폐기되었으면, 즉, BSN = TSN이면, RPEB=TRUE인 대기 패킷이 송신된다. 그러나, 어떠한 패킷도 송신을 대기하고 있지 않으면, 시스템은 a) 다음 패킷이 상위 층으로부터 수신될 때까지 대기한 후, RPEB=TRUE인 상기 패킷을 송신하거나, 또는 b) 현재 더 이상 송신될 패킷들이 없음을 수신기에게 알려준다. 수신기에게 패킷들이 폐기되었음을 알려주는 대신 패킷 보다 짧은 메시지가 사용되어서, 대역폭을 절약할 수 있다.

세번째 경우에, DSN과 BSN 사이의 ESN1에 대한 NACK이 수신되고, NACK의 커버 ACK 범위가 BSN-ESN1 보다 크고, 적어도 하나의 패킷이 폐기되지 않았고, 시퀀스 번호 \geq BSN인 적어도 하나의 미처리 패킷이 존재하면, NACK 메시지에 의해 표시된, BSN 후의 제1 미처리 패킷은 RPEB=TRUE인 상태에서 재전송된다.

네번째 경우에, a) DSN과 BSN 사이의 ESN1에 대한 NACK이 수신되고, b) NACK의 커버 ACK 범위가 BSN-ESN1 보다 크고, c) 송신되었지만 긍정적으로도 또는 부정적으로도 응답되지 않고 NACK 메시지에 의해 표시된 패킷 후의 시퀀스 번호를 갖는 적어도 하나의 패킷이 존재하고, d) 시퀀스 번호 \geq BSN인 NACK 메시지에 표시된 미처리 패킷이 하나도 존재하지 않으면, NACK 메시지에 표시된 패킷들 후의 제1 패킷이 RPEB=TRUE인 상태에서 재전송된다. 수신기에게 패킷들이 폐기되었음을 알려주는 대신 패킷 보다 짧은 메시지가 사용되어서, 대역폭을 절약할 수 있다.

다섯번째 경우에, a) DSN과 BSN 사이의 ESN1에 대한 NACK이 수신되고, b) NACK의 커버 ACK 범위가 BSN-ESN1 보다 크고, c) NACK 메시지에 의해 표시된 패킷 후에 어떠한 패킷도 존재하지 않고, d) 시퀀스 번호 \geq BSN인 NACK 메시지에 표시된 미처리 패킷이 하나도 존재하지 않으면, 송신을 대기하고 있던 패킷이 RPEB=TRUE인 상태에서 송신된다. 다시 말해서, BSN 내지 TSN 범위의 시퀀스 번호들(N(S))을 갖는(즉, $TSN \leq N(S) \leq BSN$) 모든 패킷들이 긍정 응답되었을 때, 송신을 대기중이던 패킷이 RPEB=TRUE인 상태에서 송신된다. 그러나, 송신을 대기하던 패킷이 없으면, 시스템은 다음 패킷이 상위 층으로부터 수신될 때까지 대기한 후 상기 다음 패킷을 RPEB=TRUE인 상태에서 송신하거나, 또는 수신기에게 현재 송신될 패킷들이 더 이상 없음을 알려 준다. 수신기에게 패킷들이 폐기되었음을 알려주는 대신 패킷 보다 짧은 메시지가 사용되어서, 대역폭을 절약할 수 있다.

여섯번째 경우에, 패킷의 타이머-개시 재전송이 발생하고, ISN = BSN 일 때, RPEB는 TRUE로 설정되어야만 한다. 다른 경우에는, RPEB는 FALSE로 설정되어야만 한다. 대안으로, ((ISN=BSN) 이고 (BSN \neq DSN))일 때, RPEB는 TRUE로 설정될 수 있고, 다른 경우에는 FALSE로 설정될 수 있다.

RPEB=TRUE인 정확한 패킷이 수신될 때, 상기 패킷 전과 다음 미처리 패킷까지의 모든 패킷들은 버퍼로부터 해제되어서 상위 층으로 발송된다. 지연 및 어셈블리 요구 사항들이 만족되면, 애플리케이션 또는 다른 층들은 패킷들이 사용될 수 있는지의 여부를 결정한다.

2^{k-1} 보다 작은 윈도 크기가 사용되는 경우에, 선택 재전송 방식 자체에 의해 부가된 일상적인 요구 사항들 외에, 다른 추가적인 폐기 기능 개념을 생각할 필요가 없다.

블록 연속 전송 방식을 사용하는 본 발명의 다른 실시예에서는, NACK이 수신되고, $N(R) < BSN$ 인 경우에만 재동기가 일어난다고 가정된다. 송신기는 전체 수신기 상태를 인식하게 된다. 즉, ESN이 인식된다. 상술된 NACK이 수신되고 수신기가 전체 수신기 상태의 인식을 보장하기 위해 라운드-트립 지연 기간을 기다릴 수 있다는 것을 주지하자. 다시 말해서, 부정 응답된 패킷의 재전송이 막 실행되었고, 패킷들이 모든 버퍼들을 패스했고 다른 지연-기능들이 작용하는지가 알려지지 않을 때, 수신기는 라운드-트립 지연 기간을 기다릴 수 있다. 여기서, 시퀀스 번호를 다시 매긴 후에 송신된 제1 ARQ 패킷이 NACK이 언급된 패킷의 시퀀스 번호와 동일한 시퀀스 번호를 수반하도록, 패킷 시퀀스 번호를 다시 매길 수 있다.

도 13에서, ESN이 BSN 보다 앞서기 때문에, 폐기된 패킷에 대한 NACK이 수신된다. 따라서, BSN이 ESN으로 개시되고, BSN+1 패킷은 ESN+1로 되는 등, BSN으로부터 전방향으로의 모든 다음 패킷들에게 다시 시퀀스 번호가 매겨진다. 타이머-개시 재전송을 위해서는 시퀀스 번호가 다시 매겨지지 않음을 주지하자.

기본 블록 연속 전송 방식을 사용하는 본 발명의 다른 실시예에서, 수신기 및 송신기는 각각의 폐기가 발생할 때마다 재동기화된다. 상기 실시예에서, ARQ 패킷들은 이전에 응답되지 않았을 경우에만 폐기될 수 있다.

폐기가 실행되었을 때를 인식하기 때문에, 재동기화는 송신기에 의해 개시된다. 수신기가 ARQ 패킷들을 수용했을 때까지 (그러나, 포함하지는 않음), 송신기는 시퀀스 번호를 요구한다. 시퀀스 번호가 최종 폐기 시퀀스 번호 전이면, 송신기는 수

신기에게 임의로 선택되었지만 선정된 시퀀스 번호로부터 다시 시작하도록 명령한다. 송신된 다음 패킷들은 상기 임의 선택 시퀀스 번호로부터 이후로 번호가 매겨진다. 대안으로서, 재동기 후에 송신된 제1 패킷이 수신기에 의해 예측된 다음 패킷과 동일한 시퀀스 번호를 갖도록, 송신기만이 재동기화된다.

본 발명의 다양한 실시예들에서, 특정 애플리케이션에 따라, 데이터 네트워크 내에서 송신기와 수신기 간의 호출이 처음으로 셋업될 때, W의 크기가 정의될 수 있다. 예를 들어, 송신기가 데이터 네트워크의 소프트웨어의 상위 층에 의해 초기화될 때, W의 크기를 선택할 수 있고 수신기에게 상기 크기를 알려줄 수 있다. 또한, 역도 성립한다. W 크기를 나타내는 정보는 제어 메시지를 사용하여 송신기로부터 수신기로(또는 그 반대로) 송신될 수 있다.

요약하면, 본 발명의 다양한 실시예들은 구식 패킷들을 폐기함으로써 ARQ 패킷들을 사용해서 통신 시스템의 스루풋을 증가시킨다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예들은 송신기의 ARQ 버퍼가 오버플로될 확률을 감소시킨다. 본 기술 분야에 숙련된 자들은 또한 본 발명의 다양한 실시예들과 관련된 상술된 원리들이 정지 대기 ARQ 방식에도 적용될 수 있음을 알 것이다.

본 기술 분야에 숙련된 자들은 본 발명이 본 발명의 원리 또는 본질적인 특성을 벗어나지 않고 다른 특정 형태들로 구현될 수 있음과, 본 발명이 상술된 특정 실시예들로만 제한되지 않음을 알 것이다. 따라서, 상술된 실시예들은 일례로 기술된 것으로 그에 제한되지는 않는다. 본 발명의 범위는 상술된 바 보다는 첨부된 청구 범위에 의해 정해지고, 청구 범위와 등가인 의미와 범위 내에서 모든 변경이 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 여타 목적들 및 장점들은 첨부된 도면들과 관련된 양호한 실시예들에 대한 이하의 상세한 설명으로부터 본 기술 분야에 숙련된 자들에게 명백해질 것이다. 도면들의 유사한 소자들은 유사한 참조 부호들로 표기되었다.

도 1a 및 도 1b는 종래 기술의 블록 연속 전송 방식을 도시한 것이다.

도 2는 종래 기술의 블록 연속 전송 방식의 원도를 도시한 것이다.

도 3a 내지 도 3d는 종래 기술의 블록 연속 전송 방식의 전송 시퀀스를 도시한 것이다.

도 4a 내지 도 4d는 종래 기술의 블록 연속 전송 방식의 긍정 응답의 사용을 도시한 것이다.

도 5는 ARQ 데이터 패킷의 종래 기술의 일례를 도시한 것이다.

도 6은 응답 메시지의 종래 기술의 일례를 도시한 것이다.

도 7a 내지 도 7c는 종래 기술의 선택 재전송 방식의 부정 응답의 사용을 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 수신기 패킷 강제 비트(receiver packet enforcement bit)를 도시한 것이다.

도 9는 본 발명의 실시예의 동작을 도시한 것이다.

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 실시예의 동작을 도시한 것이다.

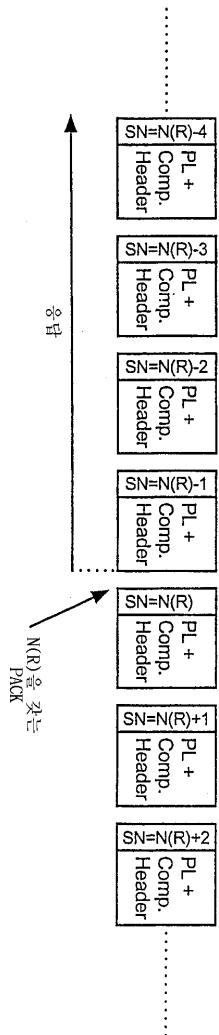
도 11은 본 발명의 실시예의 동작을 도시한 것이다.

도 12는 본 발명의 실시예의 동작을 도시한 것이다.

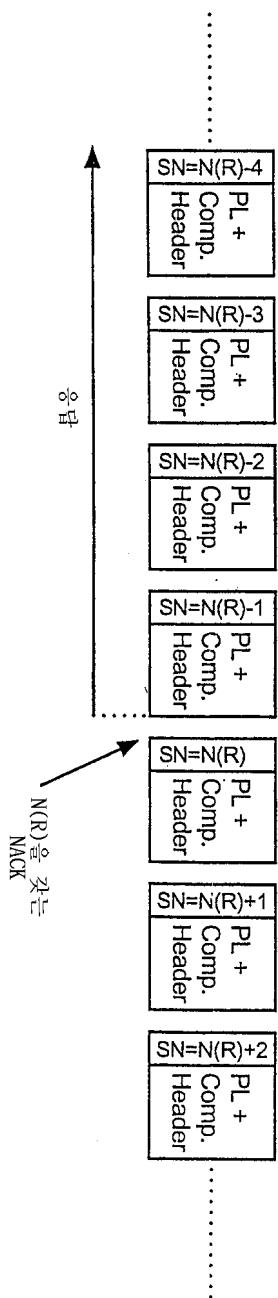
도 13은 본 발명의 실시예의 동작을 도시한 것이다.

도면

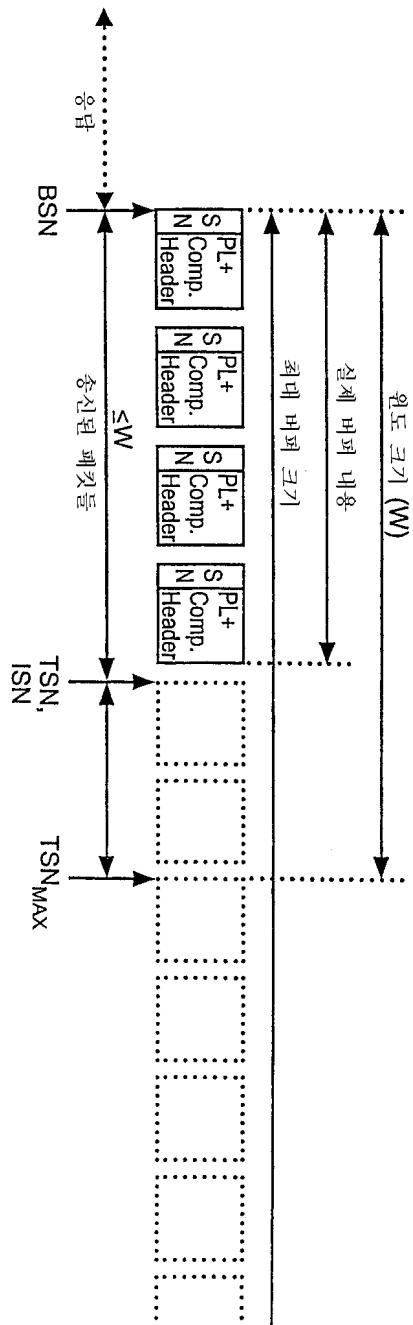
도면1a



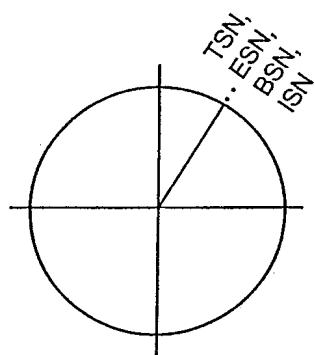
도면1b



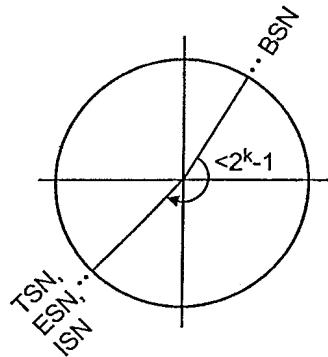
도면2



도면3a

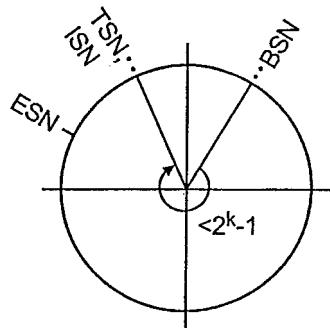


도면3b



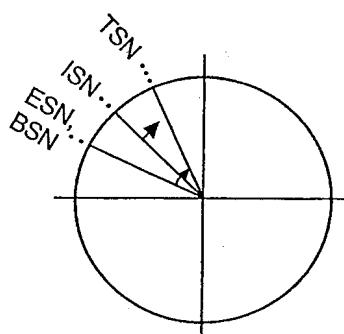
송신된 LLC 페킷들이
모두 수신됨

도면3c



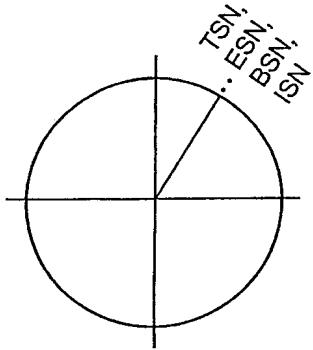
오류 또는 손실
LLC 페킷들 $N(R)=ESN$ 을
갖는 NACK 발생

도면3d

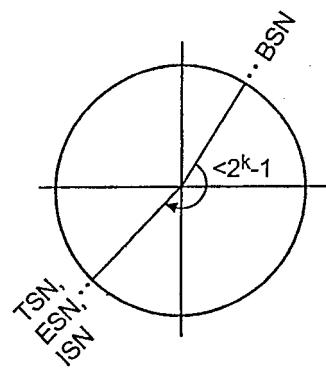


$N(R)$ 부터
TSN까지 재전송.
BSN은 $N(R)$ 로 설정됨

도면4a

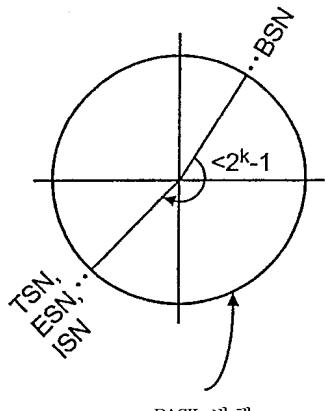


도면4b



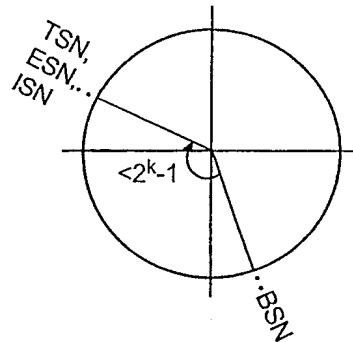
송신된 LLC 패킷들이
모두 수신됨

도면4c



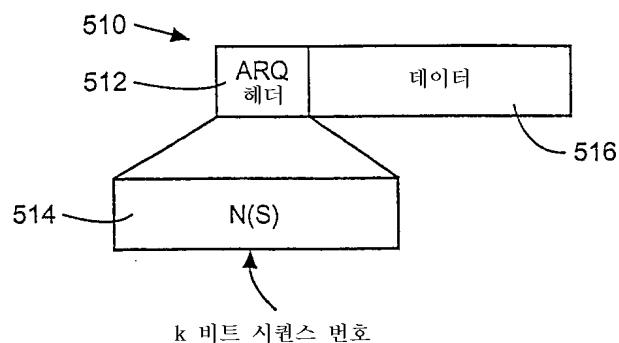
PACK 발행

도면4d

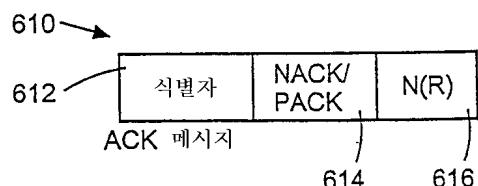


송신된 LLC 패킷들이
모두 수신됨.
BSN은 $N(R)+1$ 로 설정됨

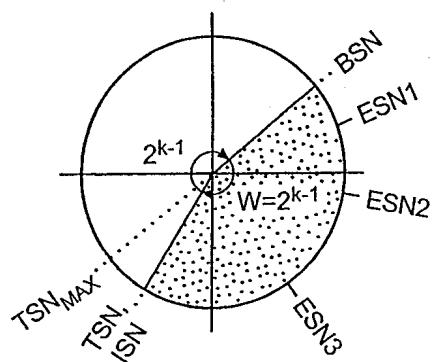
도면5



도면6

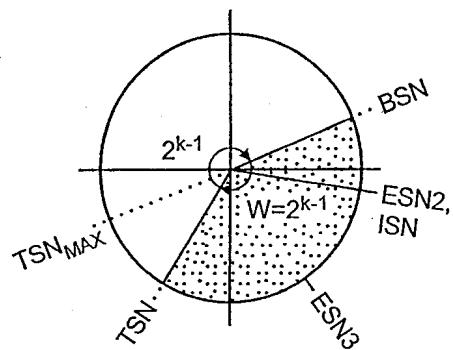


도면7a



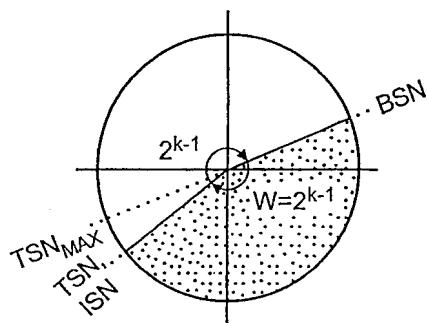
ESN(1,2,3) 손실 중
NACK(들)이 모든 미처리
패킷들에 대해 송신됨

도면7b



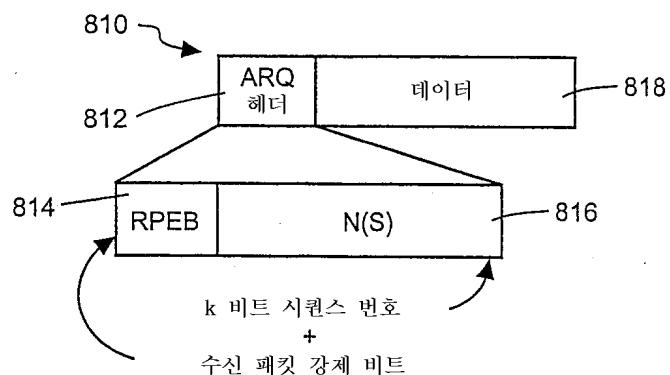
ESN1은 재전송되고 정확하게 수신됨.
ESN2는 현재 재전송 중.
BSN은 ESN1, 즉 선행 패킷들에
대해 누적 PACK을 갖는 NACK에 설정됨

도면7c

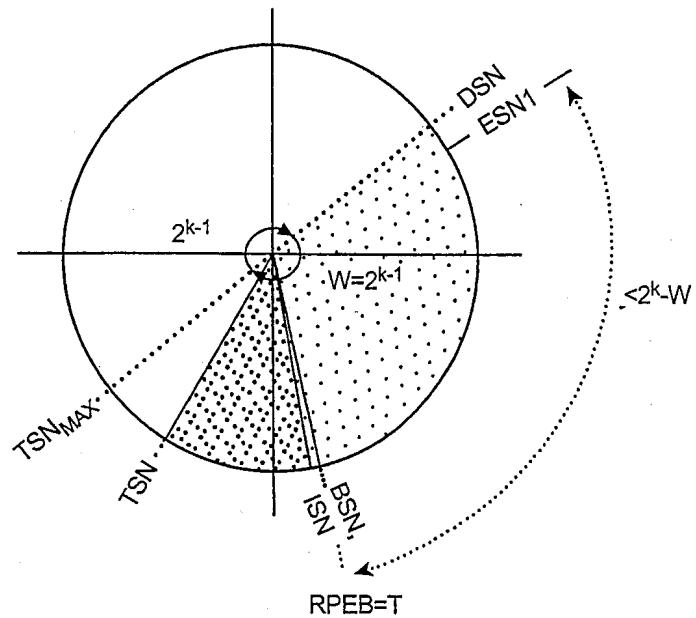


ESN(1-3)이 성공적으로
수신됨. 몇몇 더 많은
새로운 패킷들이 또한 송신됨.

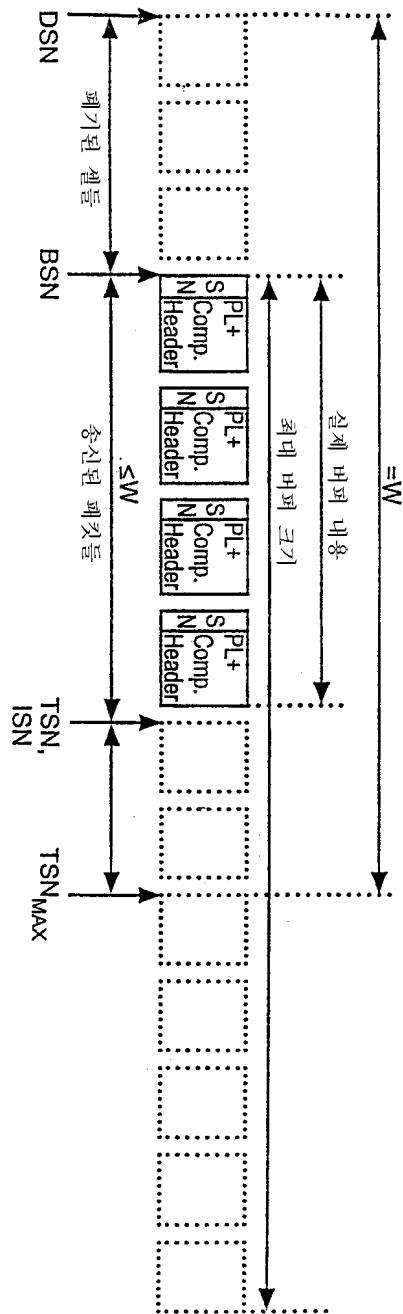
도면8



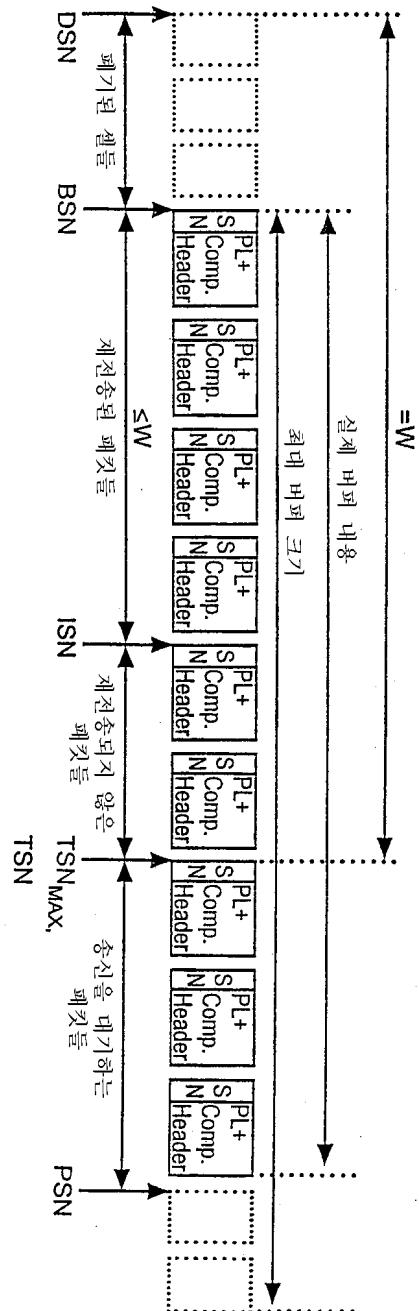
도면9



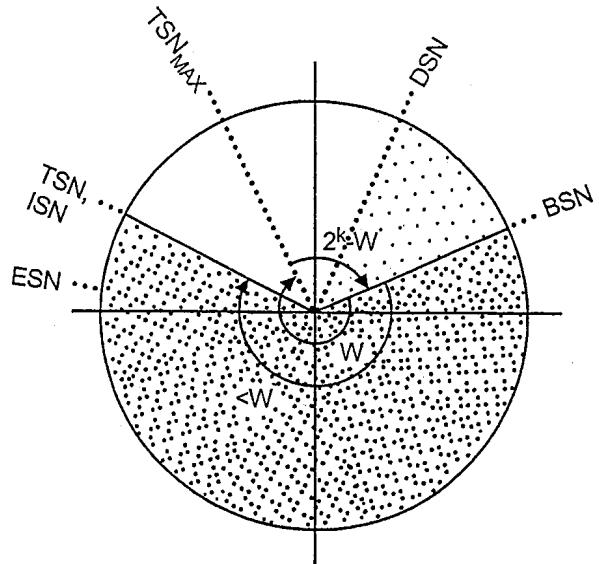
도면10a



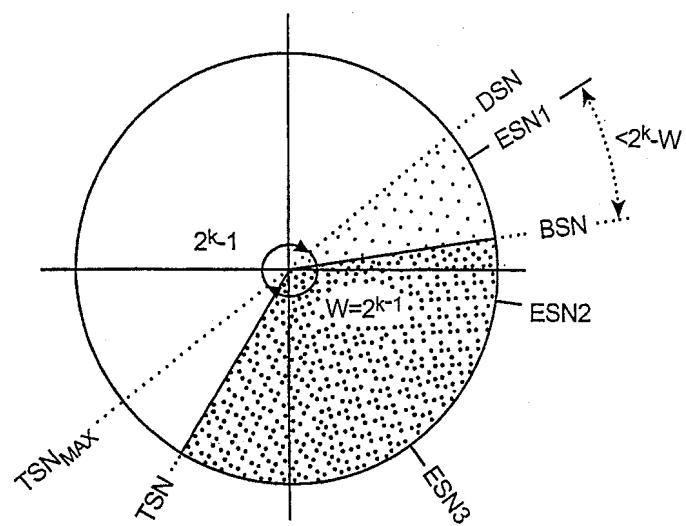
도면10b



도면11



도면12



도면13

