

# 적응 패킷 길이 할당 방식의 ARQ 성능분석

정기호, 이상곤, 금홍식, 유홍균  
 충북대학교 전자공학과

## ARQ Performance Analysis of Adaptive Packet Length Allocation Method

\*Ki-Ho Jeong, Sang-Gon Lee, Hong-Sik Keum, Heunggyoon Ryu  
 DEPT. OF ELECTRONIC ENG., CHUNGBUK NAT'L UNIVERSITY

### Abstract

The throughput of conventional ARQ protocols can be improved by dynamically adapting the packet length. This protocol transmits packets with the length to maximize the transmission efficiency, based on the dynamic estimation of time-varying channel condition. A very simple adaptive scheme is presented. The results of a simulation show that the scheme performs well.

### 1. 서론

무선 데이터 통신에서 주변의 자연환경과 인공 건물에 의해서 채널의 상태가 페이딩, 세도일 그리고 전파경로손실등으로 채널의 환경은 수시로 변화하고 전송중인 데이터에 에러가 발생하기도 한다. 시스템의 처리성능비를 향상시키기 위해 에러가 발생한 데이터의 처리방법이 많이 개발되어 왔다. 그런데 시스템의 처리성능비는 패킷길이의 영향을 많이 받고, 통신 시스템의 채널환경은 수시로 변화하므로, 본 논문은 이제까지 고려되어온 고정길이 패킷전송이 아니라 채널환경에 동적으로 적응하는 가변길이 패킷전송방식을 제안하였다. 적응패킷길이 방식의 처리성능비를 주행중인 차량에서 SAM 장비로 순시측정한 전계강도를 이용하여 정지-대기(Stop-and-Wait) 프로토콜, 연속적(Go-Back-N) 프로토콜, SR(Selective Repeat) 프로토콜에서 분석하였고 이를 고정패킷길이 방식과 비교하였다.

### 2. ARQ 성능 분석

ARQ 시스템의 성능처리비는 시간당 보내질 수 있는 전체 패킷 수에 대하여 에러 없이 수신되는 패킷 수의 비로 정의한다. 비트에러확률이  $P_b$  일 때 패킷이 에러없이 수신될 확률  $P_c$ 는 식 (1)과 같다.

$$P_c = (1 - P_b)^n \tag{1}$$

한 패킷의 전체 비트 수  $n$ , 정보비트의 비트 수  $k$  그리고 오버헤드 비트 수가  $H$ 인 패킷을 ARQ 시스템에서 사용하고, 데이터 통신 시스템의 정방향 채널은 비트에러확률이  $P_b$ 이고, 역방향 채널은 잡음이 없다고 가정하였다. 그러면, 세가지 기본 ARQ 프로토콜의 처리성능비는 식 (2) - (4)와 같다[1].

$$\eta_{SW} = \frac{k}{T_{SW}} = \frac{P_c (k/n)}{1 + \lambda b/n} \tag{2}$$

$$\eta_{GBN} = \frac{1}{T_{GBN}} \left( \frac{k}{n} \right) = \frac{P_c (k/n)}{P_c + (1 - P_c)N} \tag{3}$$

$$\eta_{SR} = \frac{1}{T_{SR}} \cdot \left( \frac{k}{n} \right) = P_c \cdot \left( \frac{k}{n} \right) \tag{4}$$

여기서,  $\lambda$ 는 패킷의 전송간격 즉, 송신기의 휴지시간(kill time)이고,  $b$ 는 데이터 전송율,  $k/n$ 는 사용한 코드율을 의미한다.

### 3. 적응패킷길이할당

무선 데이터 통신 시스템의 채널 상태는 주변의 자연, 인공 지물, 이동체의 움직임에 의해 수시로 변하게 되고 따라서 비트에러확률도 변하게 된다. 이런 무선 데이터 전송 시스템에서 이제까지의 처리성능비 향상법은 일정 범위의 비트에러확률과 라운드-로딩 지연에서 처리성능비를 향상시키는 것으로, 라운드-로딩 지연의 영향을 감소시키는 재전송 방식의 변형이 주류였다. 그러나 채널의 상태는 수시로 변동하므로 일정한 길이의 패킷을 전송하는 방법은 예상했던 에러확률 범위를 벗어났으면 성능비가 저하된다. 그러므로 임의로 정한 비트에러확률에서의 최적패킷길이를 구하여 패킷을 전송하는 당시의 상태에 가장 좋은 처리성능비를 보이는 패킷길이를 선택하여 전송하면 고정

적용패킷길이 할당방식의 ARQ 성능 분석  
 길이 패킷전송보다 좋은 시스템 성능을 갖을 수 있다. 이를 수  
 행하기 위해 먼저 B가지 비트에러확률에서 최적 처리성능비율  
 갖는 패킷길이를 구하였다. 처리성능비는 세가지 방식의 ARQ  
 프로토콜을 고려하였다.

채널 비트에러확률에 대한 최적의 처리성능비는 최적패킷길  
 이에 대해 정보 비트의 수 k로 구하였고, 그 값이 얻어 될 때까  
 지 수행하였다.

그림 1에 비트에러확률  $P_b = 1E-2, 1E-3, 1E-3.3,$   
 $1E-3.6, 1E-4, 1E-4.5, 1E-5, 1E-6$ 일 때 패킷 크기  
 (n 비트)에 대한 처리성능비를 도시하였다. 그림 1에서 구한  
 최적패킷길이에서의 비트에러확률에 대한 처리성능비를 그림 2  
 에 나타내었다. 동일 비트에러확률에서, 패킷 길이가 길으면  
 어느 정도 성능 향상을 보이다가 비트에러확률이 높아지면 처  
 리성능은 짧은 길이의 패킷보다 더 멀어졌다. 이것은 패킷  
 길이가 길면 잡음에 약하고 패킷에 에러가 나기 쉬우므로, 결과  
 적으로 재전송 수가 커져 성능의 저하를 가져오기 때문이다.

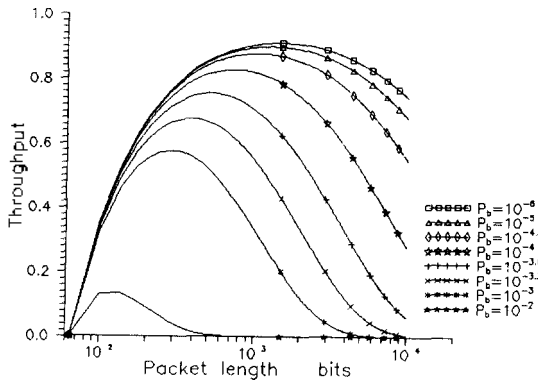


그림 1. SR ARQ에서 패킷길이에 따른 처리성능비  
 Fig. 1. Throughput vs. packet length for SR ARQ

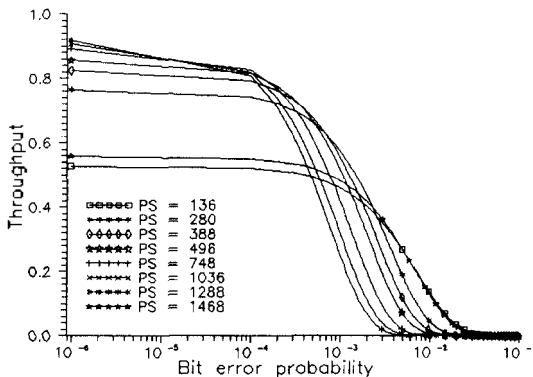


그림 2. SR ARQ에서 비트에러확률에 대한 처리성능비  
 Fig. 2. Throughput vs. bit error probability for SR ARQ

그림 2에서 각 곡선의 교차점을 잇는 선은 통신 채널 환경의  
 변화에 대해 패킷길이를 가변하는 적용패킷길이 할당방식의 처  
 리성능비이다. 이를 그림 3에 나타내었다.

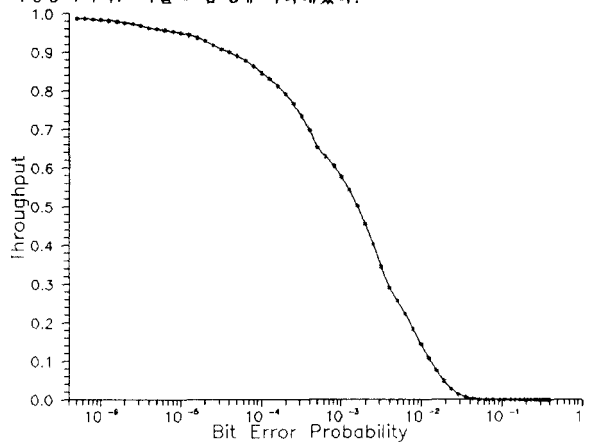


그림 3. 그림 2로부터 얻어진 8구간의 최적 성능비  
 Fig. 3. Optimum throughput curve with 8 intervals obtained  
 from curve of Fig. 2.

그림 3에서 알 수 있듯이, 비트에러확률이 증가하는 만큼 처  
 리성능비가 명확히 규정된 교차점에서 짧은 패킷길이를 가진  
 다음 곡선으로 전환하여 전체적으로 처리성능비가 향상됨을 알  
 수 있다.

#### 4. 시뮬레이션 결과

첨구시내를 그림 4에 보인 두 가지 경로를 따라 수행중인 차  
 방에서 SAM장비로 순시측정한 전계강도 데이터를 사용하여  
 적용패킷길이 할당 방식이 고정패킷길이 할당 방식보다 우수함  
 을 그림 5에 보였다.

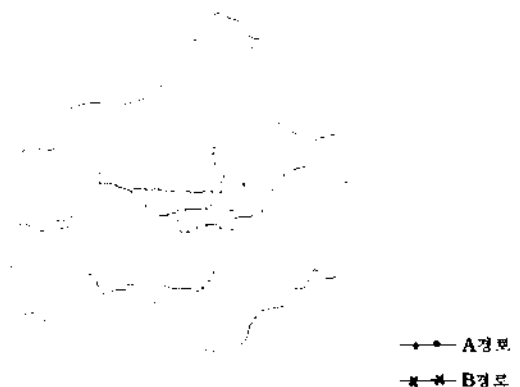


그림 4. 측정 경로  
 Fig. 4. Measured points

참고 문헌

- [1] S. Lin, D. J. Costello and M. J. Miller, "Automatic-repeat-request control schemes," *IEEE Mag.*, vol. 22, no. 12, pp. 5-17, Dec. 1984.
- [2] M. Schwartz, *Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis*, New York: Addison-Wesley, 1987.
- [3] N. D. Birrell, "Pre-emptive retransmission for communication over noisy channels," *IEE Proc.*, vol. 128, Pt. F, no. 6, pp. 393-400, Nov. 1981.
- [4] M. J. Miller and S. Lin, "The analysis of some selective-repeat ARQ schemes with finite receiver buffer," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-29, pp. 1307-1315, Sep. 1981.
- [5] E. J. Weldon, "An improved selective-repeat ARQ strategy," *IEEE Trans. Commun.*, vol. COM-30, pp. 480-486, Mar. 1982.

SR 프로토콜에 적응패킷길이할당방식을 적용한 처리성능비와 고정패킷길이방식을 적용한 결과를 그림 5와 6에 비교하였다. 할당된 패킷 길이는 그림 1에서의 8가지 비트에러확률에 대하여 최상의 처리성능비를 갖는 비트 수를 취하였다.

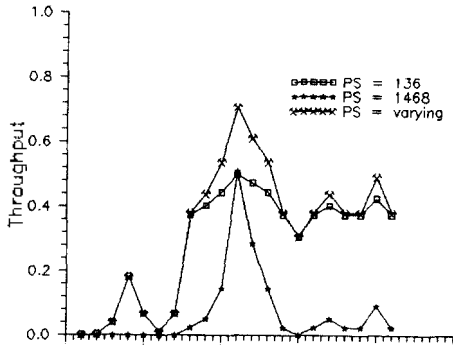


그림 5. A경로에서 적응패킷길이할당방식의 처리성능비

Fig. 5. Optimum Throughput for SR ARQ

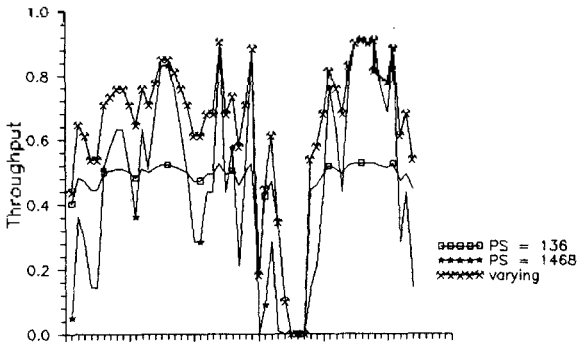


그림 6. B경로에서 적응패킷길이할당방식의 처리성능비

Fig. 6. Optimum Throughput for SR ARQ(B routing)

4. 결론

본 논문에서는 ARQ 프로토콜에 적응패킷길이할당 방식을 적용하여 그 처리성능비를 비교분석하였다. 그리고, 실제 데이터를 사용하여 적응 패킷 길이 할당 방식이 고정 패킷 길이 방식 보다 시스템의 처리성능비를 향상시킴을 보였다.