

제어데이터 중복전송기법에 관한 연구

이영주* · 강순덕**

목 차

- I. 서론
- II. 본론
- III. 결론
- 참고문헌
- Abstract

I. 서론

광대역 네트워크 인프라 시설이 대폭 구축됨에 따라 네트워크 기반 로봇의 응용 시장이 매우 활성화되고 있다. 로봇의 기능에 홈네트워크, 차세대이동통신, 음성인식, 인터넷보안, 생체인식, 무선인터넷 등을 접목하기 시작한 것이다. 로봇의 기능을 네트워크로 연결하여 고성능 네트워크 서버와 로봇간 기능을 분담한다면 독립적인 로봇의 능력을 크게 확대할 수 있고, 또한 네트워크 원격제어로 거리의 한계를 뛰어 넘을 수도 있다.

오류에 민감한 제어데이터의 운반을 위해서는 열악한 무선링크를 극복할 수 있는 방안이 필요하다. TCP의 신뢰성은 패킷 수신 확인을 통해 이루어지며, 손실 시에는 종단 대 종단 간의 재전송을 수행한다. 이러한 수신확인과 재전송은 전송지연을 초래한다[1]. 전송오류에 약한 무선링크

크가 인터넷에 추가된 경우 TCP의 성능은 크게 떨어지게 되며, 이를 해결하기 위한 기존의 연구 결과를 보면 TCP의 성능이 개선될 수 있음을 보이나, 전송지연의 증가를 피할 수 없다[2][4][5]

본 연구에서 제시한 기법은 원격제어데이터의 중복전송에 근거한다. 착안점은 무선구간의 열악한 환경에 대처하기 위해 기지국에서 원격제어데이터의 UDP 패킷을 중복 전송하는 것이다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. UDP 중복전송 기법을 설명하고, 네트워크 모델과 시뮬레이션 환경을 다루고, 네트워크 시뮬레이터NS 2[3]로 TCP, UDP, 제안한 기법에 대하여 시뮬레이션을 수행하고, 그 결과를 제시한다.

시뮬레이션결과 TCP는 오류율이 높아 질수록 전송패턴이 송신원의 그것과는 거리가 먼 불규칙함을 보이고 전송지연도 증가함을 보인다. UDP도 오류율이 높을수록 패킷 드롭이 빈번하여 송신원에 도달하지 못하는 패킷이 점점 증가함을 알 수 있다. 반면 제안한 기법은 1%의 패킷 오류율 정도에서는 송신원의 트래픽 패턴과 같은

* 공주대 컴퓨터공학전공 교수

** 공주대학교 컴퓨터공학전공 교수

모양의 전송 특성을 보이고 비교적 오류율이 높은 10% 오류율에서도 간헐적으로만 패킷 드롭이 관측된다. 이를 통해서 로봇의 기능을 네트워크로 연결하여 로봇의 능력을 크게 확대할 수 있다.

II. 본문

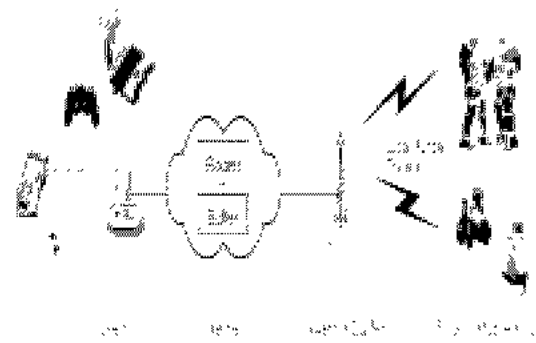
2.1. 제어데이터 중복전송 기법

본 논문에서 제안한 유무선 컨버전스 네트워크에서의 원격제어데이터의 전송 기법은 UDP 프로토콜을 사용한다. 가전제품, 로봇 등을 제어하기 위한 원격제어데이터는 크기가 작고, 신속성을 요하는 특성을 갖는다. 크기가 작은 데이터의 전송에는 HTML 같은 대규모 파일을 전송하기 위한 TCP 프로토콜보다는 비교적 작은 크기의 데이터를 전송하기 위한 UDP 프로토콜이 효율적이다. 또한 데이터의 수신을 확인하는 절차와 재전송을 수반하는 TCP 보다는 그렇지 않은 UDP 프로토콜이 데이터의 전송지연을 작게 할 수 있기 때문에 신속한 관리의 측면에서도 더 효율적이다.

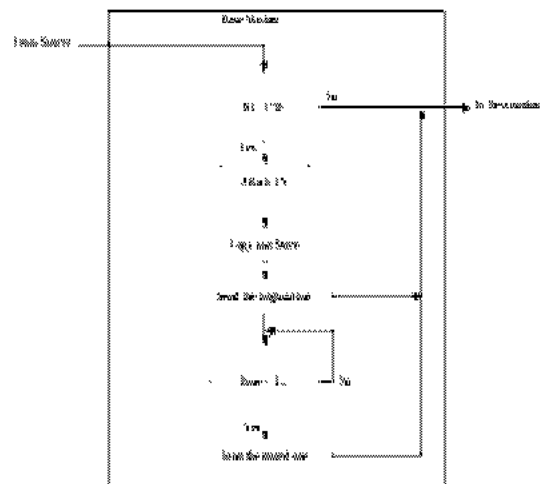
무선링크의 오류문제를 해결하고자 무선링크에서 UDP 패킷을 중복전송한다. 최근 라우터 기술의 진보로 유선링크에서의 오류는 극히 미미한 반면, 매체환경의 물리적 특성에 기인하는 무선링크의 오류는 전송성능에 큰 영향을 미치는 핵심요인이다. 따라서 원격제어데이터의 특성에 적합한 UDP 프로토콜의 무선링크에서의 오류를 극복하기 위해서 본 논문에서 제안한 기법은 UDP 패킷을 중복전송한다. 그림 1 1(a)는 기지국과 수신원(로봇)으로 구성된 네트워크를 보이고 있으며, 그림 1 1(b)는 기지국에 적용된 제안한

기법의 흐름도를 나타낸다

그림 1 1에서 RC_UDP는 원격제어데이터의 UDP 패킷을 나타내고, TN은 수신원에서 중복전송된 RC_UDP 패킷을 구분하기 위해 붙여지는 임시번호이다. TO는 원본 RC_UDP 패킷과 복사본 RC_UDP 패킷 간의 전송지연차를 나타낸다. 원격제어데이터의 송신을 위해서 Source는 IP 패킷의 우선순위 값을 15로 설정하여 기지국에서 RC_UDP 패킷의 구별을 돕는다.



(a)유무선 컨버전스 네트워크



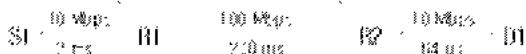
(b)기지국의 원격제어데이터의 중복전송
(그림 1-1) 원격제어데이터 전송 네트워크

기지국은 수신한 패킷이 RC_UDP 패킷이면 임시번호 TN을 붙이고, 복사본을 만들어 버퍼에 저장한다. 원본을 전송한 후 TO 시간 후에 복사본을 전송한다. 본 논문에서는 TO를 기지국과 수신원 간의 무선링크의 전송지연 시간으로 설정하였다.

수신원에서는 RC_UDP 패킷에서 임시번호 TN을 추출하고, 이전에 수신한 패킷의 TN과 같으면 중복전송으로 간주하고 패킷을 폐기한다.

2.2. 시뮬레이션 및 분석

모의 실험에는 그림 2-1의 네트워크 모델을 이용하였다. 송신원 S1, R1, R2간의 링크는 유선으로 구성되며, R2와 D1간은 무선링크이다. 송신원 S1은 10Mbps, 2ms의 지연을 갖는 링크를 통해 라우터 R1에 연결되고, 라우터 R1은 100Mbps, 200ms의 지연을 갖는 링크를 통해 라우터 R2에 연결되며, 라우터 R2는 10Mbps, 64us의 전송지연을 갖는 무선링크를 통해 수신원 D1에 연결된다.



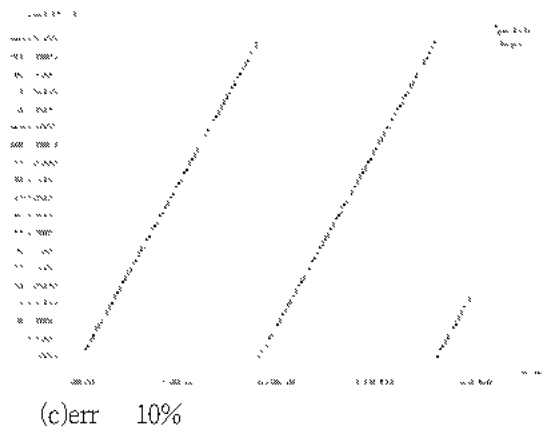
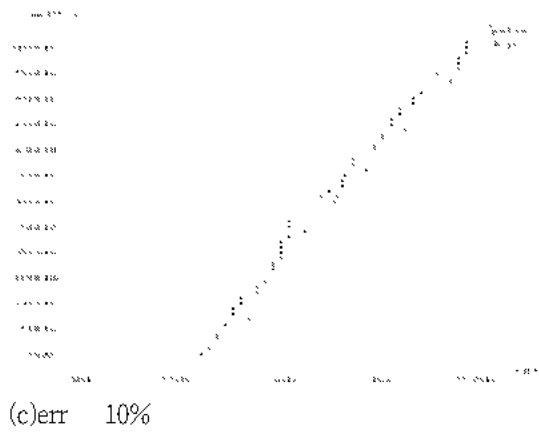
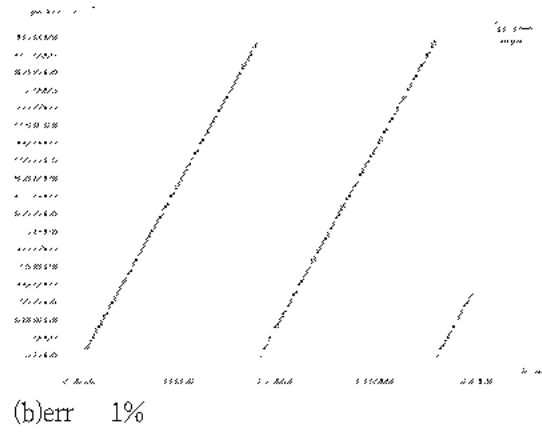
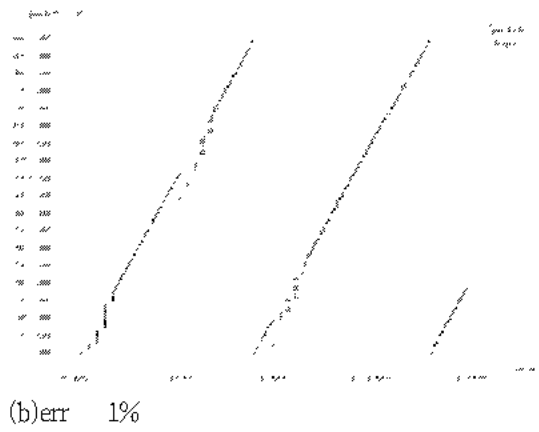
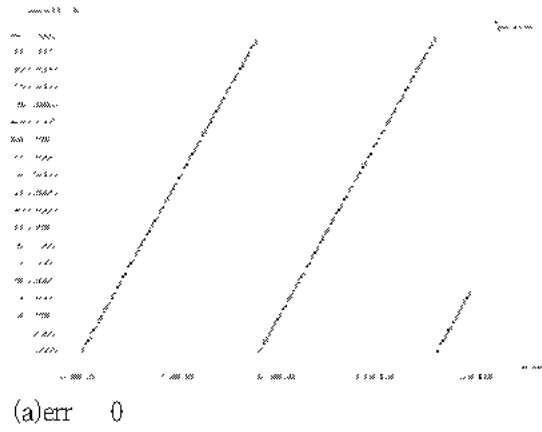
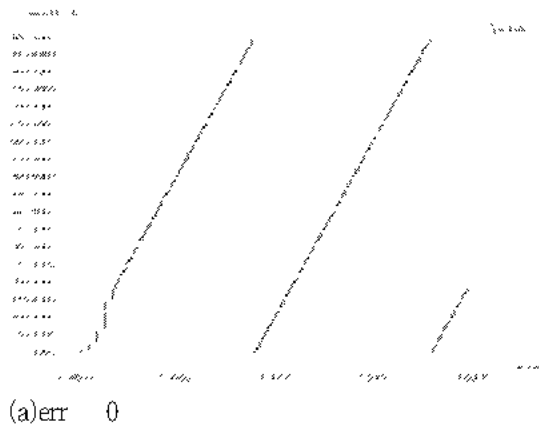
(그림 2-1) 실험에 사용한 네트워크 모델

송신원에는 0.1초 간격으로 50 바이트 크기의 패킷을 발생하는 CBR(Constant Bit Rate) 어플리케이션을 실행시켰다. 다양한 손실상황 하에서 각 전송 기법의 성능을 시험하기 위해 라우터 R2와 수신원 D1 간의 무선링크의 패킷 오류율을 가변시켰다. 정상상태에서의 측정을 위해 시뮬레이션 시간을 20초로 충분히 길게 잡았고, 성능평가를 위해 기본 TCP, UDP, UDP 중복전송기법을 비교하였다. 평가에 사용된 측정치는 송신원 S1으로부터 라우터 R1과 R2를 경유하여 수신원

D1에 도착한 패킷의 시퀀스 번호를 시간에 대비하여 나타내었다. UDP 프로토콜의 경우 시퀀스 번호를 사용하지 않지만 NS2[4]에서는 실험을 목적으로 UDP 패킷에도 시퀀스 번호를 부여하기 때문에, 본 실험에서는 UDP의 경우 이 점을 활용하였다. 본 모의실험은 중복전송 횟수를 1회로 한정하였다.

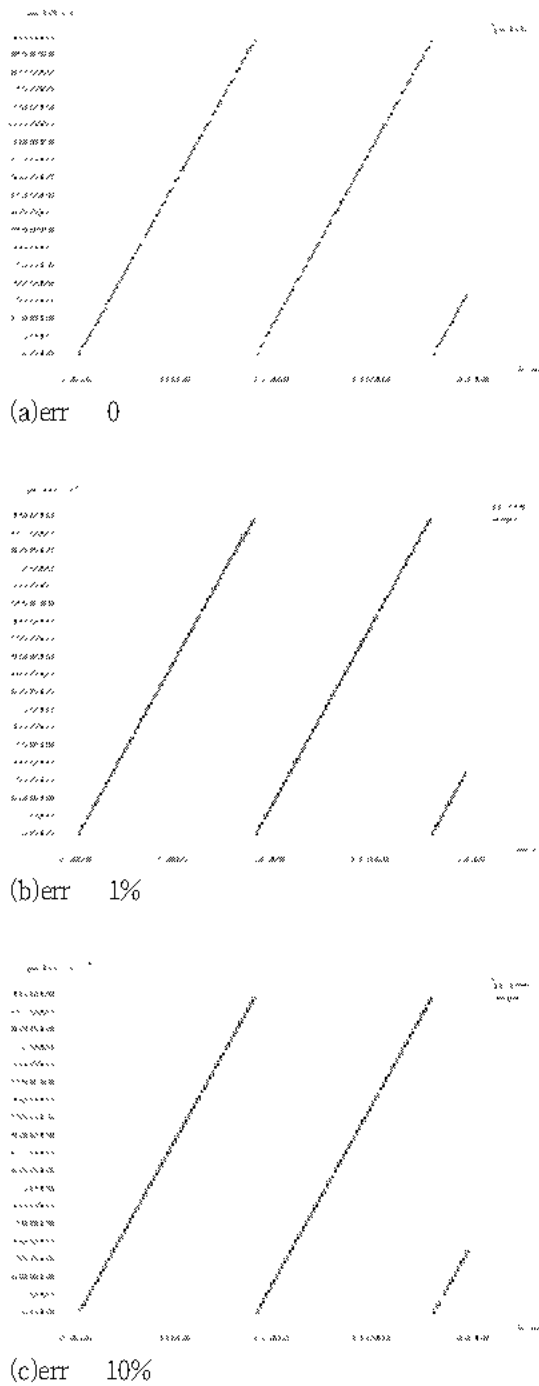
그림 2-2는 기본 TCP 프로토콜을 사용한 경우의 특성을 나타낸다. (a)는 무선링크의 패킷 오류율이 0인 경우이다. 0초 부근의 초기구간에만 패킷이 일시적으로 적체되어 전송되는 현상을 보이고 이후의 구간에서는 CBR 트래픽의 발생을 인 0.1초 단위로 규칙적이고 순서적으로 전송됨을 보인다. (b)는 무선링크의 패킷 오류율이 1%인 경우이다. 초기구간 이후에 간헐적으로 패킷 드롭이 발생하며, 이 때 패킷 지연이 수반되고 패킷의 적체 현상도 관찰됨을 알 수 있다. 패킷 드롭이 없는 구간에서는 0.1초 단위로 규칙적이고 순서적으로 전송됨을 보인다. (c)는 무선링크의 패킷 오류율인 10%인 경우이다. 초기구간에서 패킷 드롭이 발생하여 패킷 전송이 5초 이후에 이루어짐을 알 수 있다. 또한 패킷 드롭이 빈번하여 CBR 트래픽의 발생 패턴과는 차이가 먼 불규칙한 패턴을 보임을 알 수 있다.

그림 3-3은 UDP 프로토콜을 사용한 경우의 특성을 나타낸다. (a)는 무선링크의 패킷 오류율이 0인 경우이다. 전체적으로 수신원에 도달하는 패킷의 패턴이 송신원에서 발생하는 CBR 트래픽의 패턴과 같음을 알 수 있다. (b)는 무선링크의 패킷 오류율이 1%인 경우이다. 0초, 9초, 10초, 19초 부근에서 패킷 드롭이 발생하여 수신원에 해당 패킷이 도달하지 못함을 보인다. (c)는 무선링크의 패킷 오류율이 10%인 경우이다. 패킷 드롭이 빈번하고, 연속하여 발생하는 특성도 보인다.



(그림 2-2) TCP

(그림 3-3) UDP



(그림 3-4) DUDP

그림 3 4는 본 논문에서 제안한 무선링크 구간에서 UDP 패킷을 중복전송하는 DUDP (Duplicative UDP) 프로토콜을 사용한 경우의 특성을 나타낸다. (a)는 무선링크의 패킷 오류율이 0인 경우이다. 전체적으로 수신원에 도달하는 패킷의 패턴이 송신원에서 발생하는 CBR 트래픽의 패턴과 같음을 알 수 있다. (b)는 무선링크의 패킷 오류율이 1%인 경우이다. 간헐적으로 패킷 드롭이 발생하지만 중복전송으로 복구되어 수신원에는 해당 패킷이 도달함을 알 수 있다. (c)는 무선링크의 패킷 오류율이 10%인 경우이다. 0초, 3초, 13초, 19초 부근에서 패킷 드롭이 발생하여 수신원에 해당 패킷이 도달하지 못함을 보인다.

모의 실험결과 제안한 기법은 1%의 패킷 오류율 정도에서는 송신원의 트래픽 패턴과 같은 모양의 전송 특성을 보이고 비교적 오류율이 높은 10% 오류율에서도 간헐적으로만 패킷 드롭이 관측된다. 반면 TCP는 오류율이 높아 질수록 전송 패턴이 송신원의 그것과는 거리가 먼 불규칙함을 보이고 전송지연도 증가함을 보인다. UDP도 오류율이 높을수록 패킷 드롭이 빈번하여 송신원에 도달하지 못하는 패킷이 점점 증가함을 알 수 있다.

III. 결론

본 연구에서는 UDP 프로토콜에 기반을 둔 로봇 제어 데이터의 효과적인 전송기법이 제안되었다. 제안한 프로토콜은 UDP를 기본으로 기지국에서 로봇 제어 데이터를 중복 전송한다. NS 2 시뮬레이션을 통하여 본 논문이 제안한 프로토콜 방법은 제어 데이터 전송지연이 상당히 적고 무선링크 오류에도 불구하고 패킷 손실률이 매우 적음을 보였다. 패킷 오류율이 1%인 경우에는

간헐적으로 패킷드롭이 발생하지만, 중복전송으로 복구되어 수신원에는 해당 패킷이 도달함을 알았다. 그리고 높은 패킷 오류률(10%)하에서도 일반적인 UDP 프로토콜에 비해 패킷 손실률이 상당히 감축됨을 보였다.

추후연구를 통해 제안한 방법에도 여전히 나타나는 패킷손실은 중복전송 횟수를 무선링크의 오류률에 따라 조절하는 좀 더 진보된 메커니즘의 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- [1] W.R. Stevens, *TCP/IP Illustrated, 1*(Addison Wesley, Reading, MA, November 1994).
- [2] J. Hu, G. Feng, & K.L. Yeung, "Hierarchical cache design for enhancing TCP over heterogeneous networks with wired and wireless links," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2(2), Mar. 2003, pp.205-217.
- [3] VINT Project, *The Network Simulator ns 2*, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
- [4] M. Sridharan, A. Duresi, C. Liu, & R. Jain, "Wireless TCP Enhancements Using Multi level ECN," *Proc of SPIE*, vol. 5245, 2003, pp.180-187.
- [5] Y. Cho, K. Won, & S. Cho, "Enhanced Snoop Protocol for Improving TCP Throughput in Wireless Links," *KICS*, 30(6B), June 2005, pp.396-404.

The Research about a Control Data Duplication Transmission Technique

Young-Ju, Lee* · Soon-Duk Kang*

Abstract

The intelligent elder brother groove network robot service the new broadband presence line is conversionce application service. Robot control data transmission hazard UDP packet of the remote control data which stands duplication necessary to transmit

TCP the error ratio to be high qualitative recording transmission pattern it of the transmission unit and is irregular the distance is distant to show and also the transmission lag is visible in creases

The recording packet drop whose UDP degree error ratio will be high is frequent and does not arrive packet little by little increases is a possibility of knowing in the transmission unit.

The technique which it proposes with traffic pattern of the transmission unit is visible the transfer characteristic of the same shape from 1% packet error ratio degree.

The effective transmission technique of the robot control data which puts a base in UDP protocols was proposed from the present paper. Following research it leads and it follows the duplication transmission number of time in error rate of radio link and it was thought all that controls petty the research of the mechanism which progresses is necessary.

Key Words : UDP, Robot Control Data

* Professor, Division of Information & Communication, Kongju National University

** Professor, Division of Information & Communication, Kongju National