

# 무선환경에서의 생체 데이터 전송 오류 제어 프로토콜의 구현

\*임영호, \*윤대성, \*\*유선국  
\*창원대학교 전기공학과, \*\*연세대학교 의과대학 의학공학교실

## Implementation of a Transmission Error Control Protocol for Biological Data in a Wireless Data Communication System

\*Young-Ho Lim, \*Tae-Sung Yoon, \*\*Sun-Kook Yoo  
\*Dept. of EE, Changwon Univ. \*\*Dept. of BME, College of Medicine, Yonsei Univ.

### Abstract

In emergency telemedicine system based on wireless communication system with limited transmission capacity, it is necessary to transmit the biological data (ECG, BP, Respiration, SpO<sub>2</sub>) of the patient continuously and reliably in real time. For this service, it is necessary to data compression and error control. In this study, we designed an protocol for error control in application layer and implemented it on the biological data transmission program for an emergency telemedicine system based on wireless data communication system.

으로써 오류의 발생확률이 줄어드는 것에만 의존하는 수동적인 오류 제어방식으로는 부족함이 있으며, 어플리케이션 기반에서 처리하는 데이터에 대한 적절한 오류 제어 과정을 가지도록 함으로 더 능동적으로 전송 오류에 대처할 필요성이 있다.

본 연구에서는 현재 국내에서 상용 서비스되고 있는 이동통신을 이용한 무선 데이터 통신 서비스를 기반으로 하여, 이동통신을 통해 전송되는 응급 환자의 생체 신호가 유선통신으로 연결된 의사 측의 시스템으로 전송되는 동안, 통신 채널에서 발생 가능한 전송 오류에 대해 어플리케이션 영역에서 제어 과정을 가지는 ARQ 기반 오류 제어 프로토콜을 설계하고, 생체 신호 전송 처리 프로그램에 탑재하여 구현된 결과를 보인다.

### I. 서론

멀티미디어 방식의 응급 원격 진료 시스템의 구성에는 환자상태에 대한 화상 데이터 및 비디오와 오디오 신호 등과 함께 생체 신호의 실시간적이고 지속적인 전송이 요구된다.[1,2] 이러한 시스템은 공용 인터넷 망을 기반으로 할 때 시스템의 구성과 사용에 편리한 잇점을 가진 반면 사용하는 네트워크의 전송용량과 시스템의 상태에 대해 민감한 특성을 보이기도 한다. 그러므로, 전송에는 기본적으로 각각의 데이터들에 대한 압축을 행하여 전송되는 데이터의 양을 줄이게 된다. 특히 이동통신을 이용한 무선 환경에서의 데이터 서비스를 기반으로 할 때에는 주요 데이터들에 대한 안정성을 보장해 줄 필요가 있게 된다. 생체 신호는 환자의 상태를 나타내는 중요한 데이터이며, 전송 오류가 발생할 때 진료 과정에 미치는 영향이 크게 된다. 그러므로, 데이터를 압축하여 전송함

### II. 오류 제어 기법[3]

통신상의 오류제어 기법으로는 원래의 신호에 추가 정보를 삽입하여 송수신 시에 에러의 유무를 검출하고, 더 나아가 원래의 정보를 확보하는 수단을 주로 사용한다. 크게 오류의 검출과 정정으로 나눌 수 있으며, 오류 정정의 수단으로 다음에 설명되는 두 가지가 주로 사용된다. 이 외에 고유의 리던던시(redundancy)를 이용하여 오류 데이터를 본질적으로 중요하지 않게 무마시켜 처리하는 방법으로 오류 은닉(error concealment) 기법이 있으나, 생체 신호와 같이 중요하고 정확한 처리를 원하는 데이터에 대해 유효한 방법으로 적용시키기에는 부족하다고 하겠다.

#### 2.1. 재전송 오류 제어(ARQ)

ARQ(Automatic Repeat Request)는 에러의 복구 방법으로 흔히 사용되는 방법으로, 수신된 데이터 프레임에 대해 수신측에서 수신확인 응답을 송신측으로 보내고, 송신측에서는 전송에러라고 판단된 데이터에 대하여 재전송을 함으로써 올바른 데이터의 전송을 가능하도록 하는 방법이다.

크게 구분하면, 전송한 신호에 대한 응답을 기다려 다음 전송 신호를 처리하도록 하는 Stop-and-Wait ARQ(그림 1) 방식과, 일단 연속적으로 보내고 오류가 난 데이터에 대한 재전송 요청이 있을 시 오류 데이터부터 다시 모두 재전송을 수행하는 Go-Back-N ARQ(그림 2), 오류가 있는 데이터 프레임에 관해서만 따로 재전송을 수행하도록 하는 Selective re-transmission ARQ(그림 3)의 방법이 있다. 이중 Stop-and-Wait 방식이 가장 단순한 형태의 ARQ로서 구현이 용이하고, 오버헤드가 작으며, 버퍼량을 가장 작게 필요로 한다는 장점이 있으나, ACK/NAK 신호에 대한 대기 시간이 요구되어 선로의 전송 용량을 효율적으로 이용하지 못한다. 그에 반해 Selective re-transmission ARQ 방식은 송,수신 측에 일정량의 버퍼를 필요로 하고, 구현과 관리가 더 복잡하지만, 선로의 전송용량을 가장 효율적으로 이용하며, 전송량의 오버헤드를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

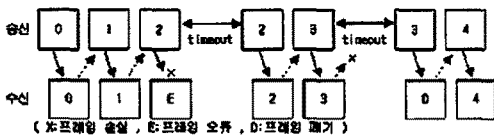


그림 1. Stop-and-Wait ARQ

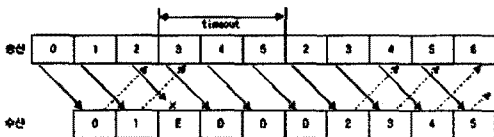


그림 2. Go-Back-N ARQ

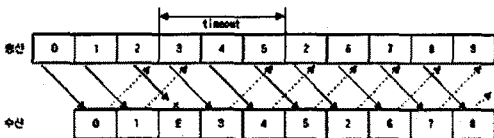


그림 3. Selective re-transmission ARQ

## 2.2. 순방향 오류 제어(FEC)

FEC(Forward Error Correction)는 오류를 정정하는데 있어, 데이터 송신 시 수신 단에서 오류를 정정할 수

있도록 부가 코드를 첨가하여 송신하고, 수신 단에서는 오류의 유무와 위치까지 판단하여 오류를 정정하도록 하는 방식으로, 단방향의 전송과 실시간 처리를 위한 데이터 전송에 효과적인 방식이다.

부호기를 통해 정보 메시지를 송신 부호로 바꾸기 위해, 부호기에는 고정된 수의 심벌들로 구성된 정보 프레임이 입력된다. 부호기는 입력(정보 메시지) 프레임 및 이전의 많은 프레임들의 심벌들을 이용하여 출력(전송용 부호)을 생성하며, 이 출력은 일반적으로 리던던시가 더해짐으로 인해 입력 정보 보다 더 많은 심벌을 가지게 된다. 여기서 입력심벌 대 출력심벌의 비율을 부호율(code rate)이라 하며, 부호율이 낮을수록 리던던시의 정도가 높다는 것으로, 오류의 제어에 더 효과적이지만 시스템의 데이터량이 많아지고, 전송 단위별 정보의 처리 효율은 줄어든다.

부호기가 단지 현재의 프레임만을 사용하여 출력을 생성하도록 할 때, 이를 블록부호((n,k)블록부호 : n은 출력심벌수, k는 입력심벌수)라고 하고, 에러율이 적은 채널에서 더 효과적인 성능을 보인다. 에러정정능력이 향상될 수록 부호의 복잡도 역시 증가하지만, 대체적으로 고속 처리가 가능하다. 대표적인 블록부호의 하나인 RS 부호는 연집에러(burst error)에 강하며 페이딩 채널에서 좋은 성능을 보인다. 그러나, 블록부호는 부호자체에 정정능력의 한계가 명확하게 정해져, 부호의 정정능력 이상의 에러는 수정이 불가능하다.

부호기가 이전의 많은 프레임을 기억하여 알고리즘에 이용하게 되는 부호를 컨볼루션 부호라고 하며, 에러율이 높은 채널에서는 더 좋은 성능을 가진다. 그러나, 전송속도가 느리고, 부호기의 구현이 어려운 점이 있다. 주로 이동통신의 physical layer에서 사용되고 있으며, 가우시안 채널에서 좋은 성능을 보인다.

## III. CDMA 무선 데이터 통신[4]

CDMA2000 1x 무선데이터 서비스는 기존의 IS-95A, IS-95B 망에서 진화한 IS-95C망을 이용하여 기존 IS-95 A/B 망에서 지원하였던 속도인 14.4Kbps나 56Kbps 보다 훨씬 빠른 순방향(Downlink) 최고 144Kbps, 역방향(Uplink) 최고 64Kbps의 속도로 무선 인터넷이 가능한 서비스이다. 그러므로, 기존의 음성 및 WAP 서비스품질의 향상은 물론 기초 수준의 각종 멀티미디어 서비스(AOD, VOD)의 제공도 가능하게 된다. CDMA에는 데이터 통신을 위하여 전송 오류 제어를 담당하는 RLP(Radio Link Protocol)계층이 존재하고, 이 RLP 프레임에 대한 재전송 제어를 통해 오류를 정정하도록 하고 있다. 현재 우리나라의 상용 이동통신망을 이

용한 서비스는 IS-95C를 위주로 서비스 되고 있으며, 또한 CDMA 1x Ev/do서비스가 수도권 일부 지방을 중심으로 이미 서비스 되고 있다. Ev/do는 CDMA기술을 이용하여 퀄컴이 개발한 패킷(Packet) 무선 데이터 전송 기술로서 메가급 고속 데이터 전송이 가능하며, 전송 속도도 순방향 최대 2.4Mbps이며, 역방향은 307.2kbps로서 유선에서 사용하는 ADSL방식과 똑같이 무선에서도 구현되고 있다. Ev/do서비스도 곧 전국적인 서비스가 가능해 질 것으로 기대된다.

본 연구는 현재 창원 지역에서 서비스되고 있는 IS-95C 기반의 무선 데이터 통신 서비스 하에서 이루어졌으며, Cellular Phone을 이용하여 접속하는 방식을 이용하였다.

#### IV. 생체 데이터의 전송 오류 제어

본 연구에서 전송의 대상이 되는 생체 신호는 국내 기업인 Biosys 사의 생체 신호 취득 장치를 이용하여 취득된 신호로서, 심전도 (ECG), 혈압 (IBP), 호흡 (Respiration), 혈중 산소 포화도(SpO<sub>2</sub>)등의 신호 데이터를 포함하고 있으며, 환자의 상태와 신호의 특정수치를 표현하는 파라메타값들에 대한 데이터도 가지고 있다. ECG는 300Hz, 그 외 신호는 75Hz로 샘플링 되었으며, PC를 통해 신호, 파라메터 데이터를 합쳐 1초당 1 패킷이 1140 bytes의 길이로 일정하게 발생하고 전송된다. 이 데이터의 구조에 따라 신호 데이터에 대해서 ARQ를 실시하고, 파라메터 데이터에 대해서는 FEC를 실시하도록 하는 오류 제어 방식을 구성하였다.

ARQ의 대상인 신호 데이터는 3회의 ARQ 한도를 두고 처리되며, 송수신 모두 버퍼 처리되는 선택적 재전송 처리를 하도록 하였다. 그림 5에 수신단의 데이터 처리 과정에 대한 순서도를 보이고 있다. 전송되는 데이터는 전송 순서와 재전송 요청에 대한 정보를 담고 있는 1 byte의 header를 가진다. 이 header는 중요한 정보로서 이 곳에 오류가 생기면 전체 데이터의 흐름에 영향이 크므로 1 bit 오류정정이 가능한 Hamming 부호를 붙여서 오류에 대해 대체로 안정한 상태를 유지하도록 해 주었다. 신호 데이터에 대해서는 16 bit의 CRC 코드인 CRC-16기반의 오류 검출을 위한 부호화를 실시하고, 전송된 프레임에 대해 오류가 검출되면, 그 프레임은 버리고 재전송을 요청하도록 하였다. 다만, 버리는 프레임에 대해 데이터 순서번호 및 재전송 요청된 횟수를 기억하도록 하며, 일정시간 간격으로 재전송된 데이터가 제대로 수신되었는지를 검사하여 수신된 데이터가 없을 시에는 최대 3번까지 다시 재전송을 요청하도록 구성되어 있다. 송신측과 수신측에서 각각 3 초간 3 패킷의 데이

터에 대해 버퍼링을 실시하며, 버퍼링 및 재전송에 필요한 시간이 필요하므로, 송신측 프로그램과 수신측 프로그램간에 표시되는 데이터에는 2.5초간의 지연이 생긴다.

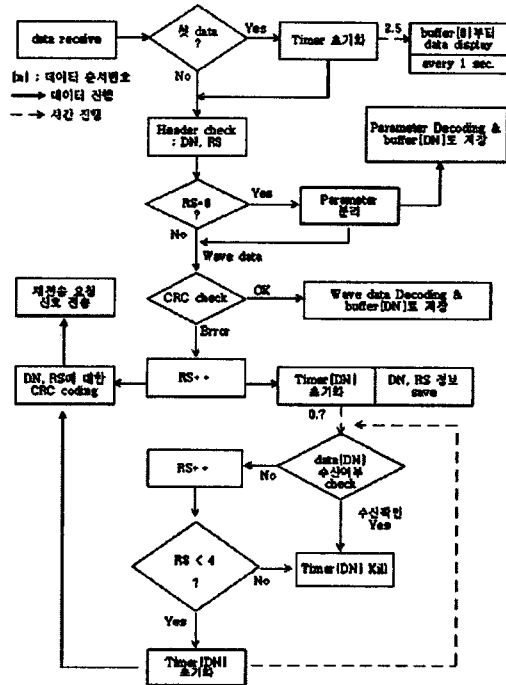


그림 5. ARQ의 수신측 동작

FEC의 대상이 되는 파라메터 데이터는 재전송이 되지 않으며, 프로그램에 그때 그때 표시되는 데이터만을 전송하도록 한다. 그에 따라 신호 데이터에 비해서 매우 작은 크기의 데이터를 가진다. 그러므로, 복잡한 부호화를 행하여 전송 프레임 전체에 대해 적은양의 오류정정 부호화를 행하는 대신, 몇 비트 단위로 잘게 나눈 각각에 (7,4) Hamming 부호를 적용하여 산발적이고 양이 많은 에러에 대처하고, 전체에 대해 인터리빙 처리(블럭 인터리빙)를 함으로써 버스트에러에 대한 대책으로 사용하였다. 이는 구현이 용이하고 시스템의 연산량에 대한 부담을 가중시키지 않도록 해 준다. 그림 6에서 적용된 부호화와 인터리빙으로 인해 변형시킨 데이터 블록을 보이고 있다.

이상의 전송 데이터는 1초당 생성되는 생체 신호 1단위를 한 패킷으로 하여 전송단위로 삼는다. 다만, 1단위의 패킷을 한꺼번에 재전송의 단위로 삼을 때 채널의 상태에 따라 너무 많은 데이터의 움직임으로 인해 데이터 전송 지연과 그로 인한 오류의 증대가 있을 수 있으며, ARQ의 한도를 넘어서는 데이터의 오류가 있을 시 표시되는 신호의 깨지는 구간을 줄이는 방안으로 1패킷을

전송시 적당한 길이의 전송 프레임으로 나누어 전송하도록 하였다. 이 때 전송 프레임의 header는 각 블록의 순서번호를 check해야 하므로, 1 byte가 더 늘어나게 된다. 전송 프레임에 대해, 채널에서 같은 에러율이 적용된다고 볼 때, 전송 프레임의 크기가 커지면, 오류가 날 확률도 커지고, 재전송시의 부담도 크다. 그러나, 프레임의 크기가 작다는 것은 전송 채널의 상태가 크게 나쁘지 않은 상태일 경우에 한하여 더 유리한 경우가 될 뿐이다. 채널의 상태가 좋지 않아서 전송 프레임에 대한 오류가 발생할 확률이 많아지면, 오히려 전체 전송량은 증가하고, 재전송 범위를 넘어서는 오류가 생길 확률은 더 커진다. 게다가 시스템의 연산이 많아지므로 좋은 방법이 아니라고 생각한다. 여기서는 전송 프레임의 크기를 154 byte로 하여 패킷을 4~5등분하게 된다. 만일 재전송 범위를 넘어서는 오류가 발생하여 프레임의 전송이 되지 않더라도 파형의 깨지는 부분은 작은 부분이 된다.

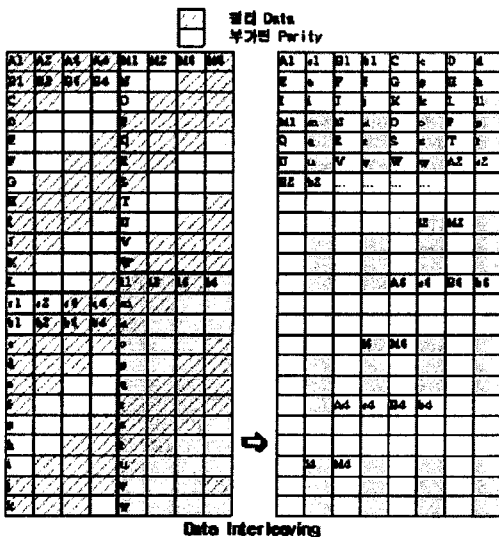


그림 6. 파라미터의 FEC 부호화와 Interleaving

### V. 결론

수도권 지역에 비하면 아직 지방권의 무선 데이터 통신 서비스는 속도나 품질면에서 많이 불안정하다고 사료된다. 장소 및 시간에 따라서 안정적인 수준을 유지하지 못하는 경우가 많다. 그림 7에서 보이는 완성된 프로그램을 통한 프로토콜의 시험 시, 송신측(환자)은 이동통신을 이용한 무선으로 연결하였으며, 수신측(의사)은 유선 인터넷으로 연결하였다. 앞서의 설명과 같이 ARQ 처리에 의해 송.수신 프로그램에 표시되는 신호는 2.5초의 지연이 있다. 전송되는 데이터는 ECG, SpO<sub>2</sub>의 신호

데이터와 파라미터 데이터이며, 신호 데이터는 압축을 시행한 상태로 전송되었다. 무선 통신에 연결된 프로그램은 채널상태가 상당히 좋을 때는 오류제어와 압축을 행하지 않아도 정상 전송을 수행할 수 있을만한 상태를 보여 주기도 하였으나, 일반적으로 압축을 행하고 ARQ를 시행한 경우 더 좋은 수신상태를 보여주었다. 그러나, 통화량이 많은 저녁시간대 등의 채널 상태가 매우 좋지 않은 때에는 ARQ 범위를 넘어서서 오류가 발생하는 전송 프레임이 발생되었으며, 최악의 경우 파라미터값을 아예 전달하지 못하는 경우도 볼 수 있었다. 그러나, 재전송시 패킷을 나눠서 처리함으로써 ARQ범위를 넘어서는 오류에 대해서도 표시되는 신호의 깨지는 범위를 줄일 수 있었고, 파라미터는 아예 전송 자체가 되지 않는 경우가 아니라면 정확한 오류 정정을 보여주었다.

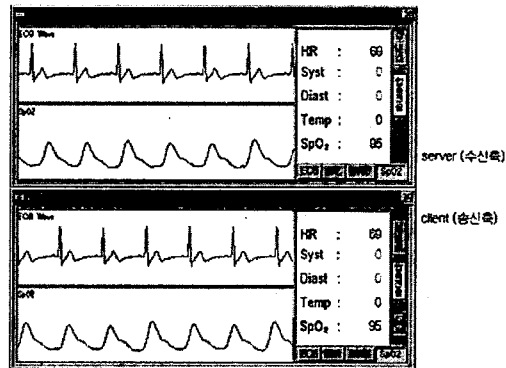


그림 7. ARQ처리되고 있는 송.수신 프로그램

이 논문은 정보통신부 차세대 인터넷 응용사업과제 지원사업에 의하여 연구되었음.

### 참고 문헌

- [1]Koichi Shimizu, "Telemedicine by mobile communication", IEEE engineering medicine and biology, 1999. 7.
- [2]B.Woodward "Design of a Telemedicine System using a mobile telephone", IEEE transactions on information technology in biomedicine, 2001.3.
- [3]박상규역, "오류제어부호", (원저: Peter Sweeney, Prentice hall), 1998.1.
- [4]김현욱 외, "IMT-2000 이동통신 원리", 진한도서, 2001.5.