

PGA 데이터의 실시간 전송능력 향상

임인섭*, 최인영**, 정순기***

Enhancement of Real-Time Transmission Performance of PGA data

In-Seub Lim*, In-Young Choi**, Soon-Key Jung***

요 약

본 논문에서는 실시간 지진감시 시스템의 필수 조건이 되는 PGA 데이터의 실시간 전송 성능을 향상시킬 수 있는 효과적인 방식을 제안한다. 현재 전국에 120개 이상의 지진 관측소가 설치되었으며, 지진 재해에 대한 사회적 관심이 높아짐에 따라 향후 더욱 많은 지진 관측소들이 설치될 예정이다. 실시간 지진감시 시스템은 각 지진 관측소의 가속도 데이터를 이용하여 만든 PGA 데이터를 이용하여 지진감시를 수행한다. 실시간 지진감시 시스템 구축을 위해 효율적인 PGA 데이터 송·수신이 필수적이다. 제안 데이터 전송 방식은 국내에 설치된 지진 관측소를 각각 유일한 ID로 관리하고 패킷 헤더에 각 ID별로 1 bit를 할당하여 데이터 포함여부를 표시한다. 기존의 전송 방식보다 많은 관측소의 데이터를 처리할 수 있고, 데이터 전송 시 발생하는 데이터 유실율도 최소화한다. 제안한 데이터 전송 방식의 성능을 검증하기 위하여 약 91,000개의 패킷에 대한 처리 시간 및 데이터 유실율 등을 분석하였다. 실험 결과로써 제안한 전송 방식은 기존 전송 방식에 비해 약 50% 정도의 처리시간 증가를 보이고 있으나 데이터 유실율은 기존 전송 방식에 비하여 87.5%가 감소된 것으로 확인되었다.

Abstract

In this paper, we propose an efficient method which improves the performance of transmission of PGA which is essential data for real-time earthquake monitoring system. Currently, above 120 earthquake stations were installed nationwide and additional installation is expected because the social interesting of earthquake hazard is rising. Real-time earthquake monitoring system checks earthquake occurrence by using PGA were calculated from acceleration data of each seismic station. An efficient method of PGA data transmission is key factor of real-time monitoring. The key idea of proposed method is to deal with each seismic station using an unique ID, to assign one bit to indicate whether a packet include a station's data or not. Proposed method can contain more station data and decrease the data loss compared to current method. To verify proposed method, we investigate the turnaround time and ratio of data loss using above 91000 packets. As results of experiment, the proposed method is proven that the method need more time about 50% but reduce the data loss about 87% as compared to previous method.

▶ Keyword : 지진감시(earthquake monitoring), 최대지반가속도(PGA, Peak Ground Acceleration), 실시간 전송(realtime transmission)

• 제1저자 : 임인섭 교신저자 : 최인영, 정순기

• 투고일 : 2009. 2. 16, 심사일 : 2009. 2. 17, 게재확정일 : 2009. 2. 23.

* 한국지질자원연구원 지진연구센터 선임기술원, ** (주)유리비전즈 대표이사, *** 충북대 전기전자컴퓨터공학부 교수

I. 서론

국내 지진 관측 망을 운영하고 있는 주요 기관으로는 기상청, 한국지질자원연구원, 한전전력연구원, 원자력안전기술원 및 철도공사 등이 있고 각 기관에서 운영하고 있는 지진 관측소의 합계는 2009년 1월 현재 약 150여개가 되며(그림 1)(1), 지진 재해에 대한 사회적 관심의 증대로 인해 관측소 수가 더욱 증가될 것으로 예상된다.

지진 감시 시스템의 설치 및 운영에는 많은 비용이 소요되므로 각 기관에서 고유의 목적을 위해 설치, 운영하고 있는 각 관측소로부터 수집된 지진동 데이터를 통합, 상호 공유할 수 있도록 설계된 국가 통합 지진관측망(KISS: Korea Integrated Seismic Service)이 운영되고 있다(그림 2)(2).

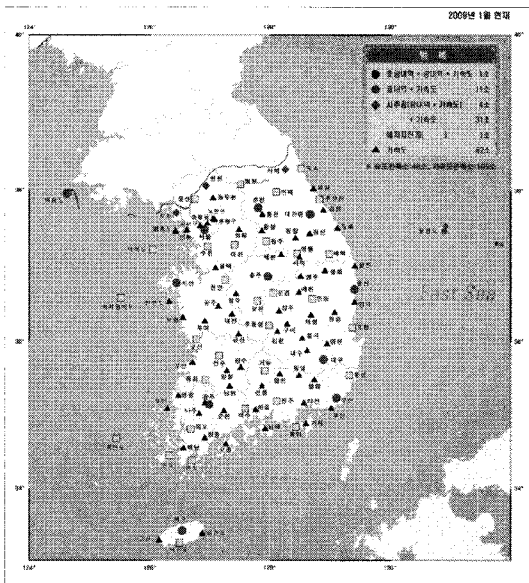


그림 1. 기상청 지진관측소 분포(2009년 1월)(1)
Fig. 1. Distribution of KMA's seismic station(2009.01)

이 KISS의 서버를 통하여 원시 데이터의 공유뿐만 아니라 전국적인 차원에서 신속한 지진발생 감시에 필요한 최대 지반 가속도(PGA: Peak Ground Acceleration, 이하 PGA) 데이터의 공유도 가능하며 지진 관측소를 직접 운영하고 있지 않는 재해 유관 기관이나 각급 행정기관에서도 전체 관측소의 PGA를 이용하여 빠른 시간 내에 관심 지역의 지진동의 크기를 인지할 수 있다. 지진 발생 사실과 각 지역의 지진동 크기 정보를 제공할 수 있는 실시간 지진 감시 시스템의 구축은 지

진의 2차 피해를 최소화시킬 수 있는 신속 대응 체계 구축에 필수적인 요소이다. 실시간 지진 감시 시스템은 각 지진 관측소로부터 연속적으로 수신된 지진동 데이터로부터 지진동 크기로 PGA를 계산하고, 전체 관측소로부터 PGA를 취합하여 사전에 설정된 임계값 초과 여부를 분석한다(7). 전체 관측소로부터의 데이터 취합과 전국 PGA 정보의 안정적인 수신 기능은 실시간 지진 감시 시스템의 필수적인 조건이다.

본 논문에서는 PGA 데이터의 전송 시 데이터 유실율의 최소화화 와 다수의 관측소 데이터를 수용할 수 있는 보다 효율적인 데이터 전송 방식을 제안한다. 제 2장에서는 UDP/IP 기반의 실시간 데이터 전송 방식의 특성에 대하여 기술한다. 제 3장에서는 현재 사용하고 있는 PGA 데이터 전송 방식의 문제점에 대하여 기술하고, PGA 데이터의 효율적인 전송을 위한 새로운 패킷 포맷을 제안한다. 제 4장에서 실험을 통하여 PGA 데이터의 새로운 전송 방식에 대한 성능을 분석하며, 제 5장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구과제에 대하여 기술한다.

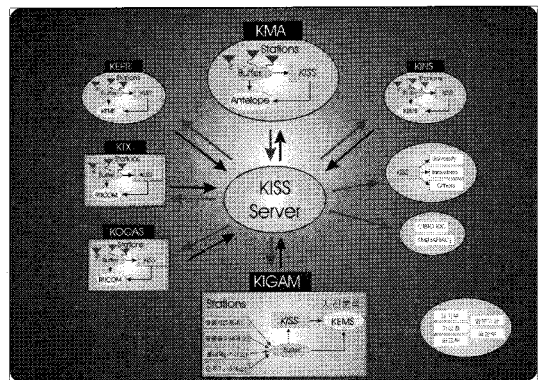


그림 2. KISS 서버를 통한 데이터 공유
Fig 2. Data Sharing via KISS Server

II. 관련 연구

1. UDP/IP

OSI 7계층에서 네트워크 계층인 IP에서 작동하는 트랜스포트 계층인 UDP(User Datagram Protocol)는 데이터 흐름 제어, 에러 수정 등을 지원하는 TCP(Transmission Control Protocol)에 비하여 데이터 전송의 신뢰성을 보장하지 않는다(3). TCP의 경우 데이터 전송 시 상대방과의 연결을 맺기 위해 3-way handshaking 등과 같은 과정을 거

치며, 데이터 송·수신 과정에서 상호 간에 ACK-SYN 패킷을 주고받음으로써 데이터 전송상의 신뢰성은 높일 수 있다(4). 그러나 UDP는 상대방과 연결을 맺지 않은 상태에서 상대 주소로 데이터를 송출할 수 있는 특성을 가지고 있다. 흔히 TCP를 연결 지향 프로토콜이라고 부르며, UDP를 비연결성 프로토콜이라고 부른다(3).

UDP의 특성상 데이터 전송과정에서 발생하는 데이터 유실 문제와 데이터의 순서 제어 문제는 응용 프로그램에서 해결해야 한다. 그러나 신뢰성이 매우 높은 통신회선을 사용하거나, 정확한 데이터 전송을 요구하지 않는 경우 또는 한 번에 다수의 상대방에게 메시지를 전송하고자 하는 경우에 UDP는 복잡한 전송 경로의 확립이 불필요하므로 시간을 절약할 수 있다(3). 데이터 전송 시 데이터 유실이 발생할 경우 TCP에서는 유실된 패킷이 재전송되어 올바른 순서로 데이터가 조합되기 전까지 다음 데이터의 전송이 유보된다. 그러나 UDP는 데이터 유실이 발생한 경우에도 다음 데이터를 지속적으로 전송하는 특성을 가지고 있기 때문에 실시간 데이터의 전송에 많이 이용되고 있다.

2. RTP/RTCP

UDP는 헤더부분 데이터의 체크섬(check sum)만으로 패킷 에러를 감지하며, 그 이외에 QoS(Quality of Service) 등에 대한 보장이 없다. 음성이나 화상 데이터와 같은 실시간 데이터의 전송에 QoS를 제공하기 위하여 RTP(Real-Time Protocol)와 RTCP(Real-Time Control Protocol)(5)가 제안되었다. RTP와 RTCP는 LAN/인터넷 환경에서 화상 회의 시스템의 ITU-T 권고안 H.323에 적용되었으며, 또한 마이크로소프트의 NetMeeting 등에도 탑재되었다. RTP는 UDP를 통해 전달되지만 데이터의 시간정보와 순서정보를 패킷에 포함시켜 전송하므로 수신 측에서는 이러한 정보를 패킷의 재조립과 재생 시 이용할 수 있다. RTCP는 RTP와 함께 사용되며, 통신 상태 정보의 제공을 통하여 네트워크 상태와 데이터 흐름 제어기능의 수행 및 최소한의 QoS 보장을 지원한다(5).

오디오(audio)나 화상 회의와 같은 멀티미디어 데이터를 취급하는 시스템에서는 다수의 패킷 중에서 몇 개의 데이터 유실은 큰 문제가 되지 않지만 실시간 지진동 감시 시스템과 같은 실시간 응용에서는 데이터 전송 시간의 지연이나 데이터 유실 문제는 매우 중요하다. 지진파의 전파 속도는 P파의 경우 5~8Km/sec, S파는 3~4Km/sec로써 특정 관측소로부터 지진파 통과 시간대의 데이터 유실 시 해당 지역의 정확한 지진동의 크기를 알 수 없으며, 지진 발생 시 최초로 감지할

수 있는 관측소의 데이터 유실 시 즉각적인 지진 발생 위치 추정에 많은 오류를 포함할 수 있다. 또한 현재의 지진감시 시스템은 매 초마다 전체 관측소에서 수신한 데이터를 이용하여 임계값을 비교하고 미리 정해진 개수의 관측소에서 동시에 감지된 경우 이를 '지진 이벤트'로 파악한다. 이러한 특성 상 데이터의 지연이나 각 관측소로부터의 데이터 유실은 '실시간' 감시의 요구 조건을 충족할 수 없으며 '지진 이벤트' 감지 성능을 낮출 수 있다.

III. 본 론

1. PGA 데이터의 생성

고층빌딩과 같은 구조물의 피해는 지반 가속도(ground acceleration) 크기에 민감하며, 장대 교량과 같은 구조물은 지반 속도(ground motion)에, 그리고 가스 파이프 등과 같은 지하 매설물의 경우는 지반 변위량(displacement)에 보다 직접적인 영향을 받는다(6). 각 지진 관측소에서 측정된 지반 가속도 데이터를 사용하여 관측소 위치에서의 지진동 크기로써 PGA를 계산한다. 각 기관에서는 관측소로부터 채널별 20sps(sample per second) 데이터의 최댓값을 수신하여 두 개의 수평성분, 즉 N-S(North-South)와 E-W(East-West)의 벡터 합을 각 관측소의 초당 PGA 값으로 사용한다(6)(7).

2. PGA 데이터의 전송

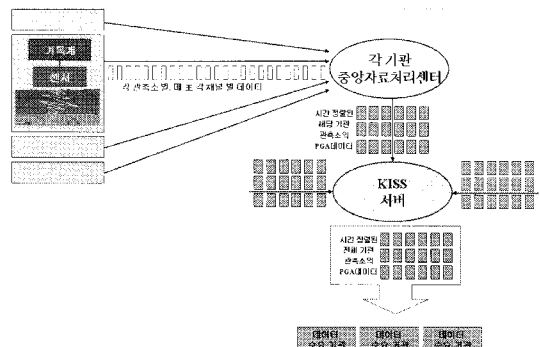


그림 3. PGA 데이터의 흐름도
Fig 3. Flow diagram of PGA data

각 기관에서 계산된 지진 관측소의 PGA 값은 공유를 위해 KISS망의 서버에 적재되며, 서버에서는 각 기관의 데이터를 시간 순서로 정렬하여 전국 관측소별 PGA 데이터를 생성한

다. 전국 관측소별 PGA 데이터는 특정한 패킷 포맷으로 조직되어 서버에 등록된 수요 기관으로 매초 단위로 전송된다. 다음 <그림 3>은 PGA 데이터의 흐름을 나타낸다.

3. PGA 데이터의 기존 전송 방식

최대 120개 관측소의 PGA 데이터를 수용할 수 있는 크기의 패킷을 이용하여 현재 초당 평균 90개 이상의 관측소로부터 PGA 데이터를 취합하고 있으며, 취합된 PGA 데이터는 UDP 기반의 데이터 통신을 이용하여 각 수요기관으로 전송되고 있다. 다음 <표 1>은 PGA 데이터의 전송에 사용되고 있는 패킷 포맷을 나타낸다.

표 1. PGA 전송을 위한 패킷 포맷
Table 1. Packet Format for Sending PGA

이름	길이 (byte)	의미
time	4	관측 시간
nStation	4	관측소 개수
reserved1	4	-
reserved2	4	-
DATABODY(120)	120 * 8	관측소 데이터

DATABODY의 구조		
stalID	4	관측소 ID
val	4	PGA 값

<표 1>의 패킷 포맷에서 각 관측소의 PGA 데이터를 나타내는 필드인 DATABODY는 배열(array) 데이터 타입을 사용한다. DATABODY는 각 관측소 ID(4바이트)와 PGA 데이터(4바이트)로 구성되므로 패킷의 크기는 총 976 바이트이다. 각 관측소는 유일한 ID로 식별되며, 관측소 ID에 대한 정보는 각 수요 기관에 배포된 관측소 정보 파일에 의해 관리된다.

그러나 <표 1>과 같은 패킷 포맷을 사용하는 실시간 응용 프로그램은 몇 가지 제약 조건을 포함한다. 우선 데이터는 실시간으로 처리되기 때문에 특정한 한계시간 내에 도착하지 못하는 데이터는 폐기 처리된다. 즉, 허용된 시간 내에 도달하지 않은 데이터는 무시되며, 다음에 도착한 데이터가 처리된다. 둘째, UDP 기반의 전송 방식을 사용하고 있기 때문에 프로토콜 상에서 지원을 하지 않는 순서 제어나 데이터 복구 등과 같은 기능은 응용 프로그램에서 대행해야 한다[3][4][5].

패킷에는 시간 정보가 포함되어 있기 때문에 데이터를 순차적으로 처리할 수 있으나 도달 허용 시간을 지키지 못하는 데이터는 폐기된다. 유실된 패킷에 대한 재전송을 통해 데이터 복구가 시도된다. 패킷에 대한 재전송 요구도 정해진 한계 시간을 초과하게 되면 다음 시간대의 데이터가 처리된다. <그림 4>는 총 10일 동안에 해당하는 패킷 데이터의 유실 시간을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 7일째에는 총 118초 동안의 데이터가 도착되지 않았다. 데이터가 수신되지 않은 총 118초를 분석한 결과 80개(81%)의 데이터가 1초 동안 유실되었고, 19개(19%)의 데이터가 2초 동안 유실되었다(표 2). 따라서 현 시점의 데이터와 직전 시점의 데이터를 함께 전송할 수 있다면 유실된 시점의 데이터를 상당부분 복구할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 패킷 포맷을 변경하여 현 시점의 데이터와 직전 시점의 데이터를 함께 전송함으로써 직전 데이터가 유실되었을 경우 현 시점의 패킷에 포함된 직전 시점의 데이터를 복구할 수 있는 효율적인 데이터 전송 방식을 제안하고자 한다.

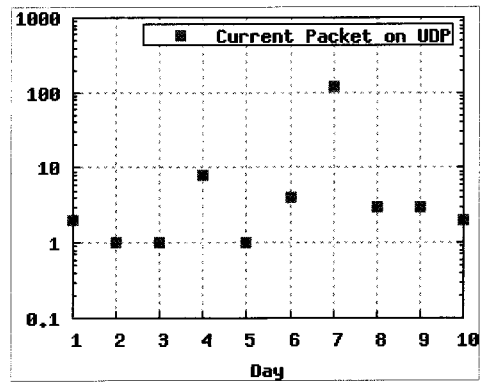


그림 4. PGA 데이터의 유실 시간(10일)
Fig. 4. Loss time of PGA data(10 days)

표 2. PGA 데이터의 유실 시간 비교
Table 2. Comparison of loss time of PGA data

총 유실 시간	유실 간격	개수	비율
118초	1초 간격	80	80.8 %
	2초 간격	19	19.1 %

3. PGA 데이터의 효율적인 전송 방식

총 150개의 관측소로부터 입수된 데이터의 표현이 가능하며, 유실된 데이터의 복구 기능도 갖는 새로운 패킷 포맷은

다음 <표 3>과 같다. 기존 패킷 포맷과 비교하면 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 기관 식별자(ID)를 이용하여 데이터 적합성을 판단한다.

둘째, 순환 중복 검사(CRC : Cyclic Redundancy Checking)(8)를 통하여 패킷 자체의 오류를 검증한다.

셋째, 각 관측소의 데이터 유무 표시에 1비트를 사용하므로 기존 방식(32비트 이용)에 비해 저장 공간을 획기적으로 감소시킬 수 있다.

마지막으로, 현재 시간(t)과 직전(t-1초) 시간대의 PGA 데이터를 함께 전송하므로 직전 시간대의 데이터가 유실되었을 경우 즉시 복구가 가능하다.

표 3. PGA 전송을 위한 새로운 패킷 포맷
Table 3. New Packet Format for Sending PGA

이름	길이 (byte)	의미
authcode	4	기관 식별자
time	4	관측시간
nStation	4	관측소 개수
crc	4	CRC 값
reserved	4	-
staflag	20	관측소 정보
cur_val{150}	4* 150	현 시점 PGA
prev_val{150}	4* 150	직전 시점 PGA

다음 <표 4>는 각 관측소별 데이터 수신 유무에 따라 staflag 필드에 비트 "1" 또는 "0"을 표시하는 과정과 직전 시간대의 PGA 데이터를 적재하는 알고리즘을 나타낸다. 우선 수신된 PGA 데이터를 관측소 ID별로 정렬한다. 그리고 미리 등록된 관측소의 ID들과 데이터를 수신한 관측소의 ID들을 순차적으로 비교하여 데이터 수신 유무에 따라 비트 "1" 또는 "0"을 staflag에 표시한다. 1바이트(8 비트)를 사용할 경우 총 8개 관측소의 데이터 수신 유무를 표시할 수 있다. 따라서 20바이트 크기로 선언된 필드 staflag를 사용할 경우 총 160개에 해당하는 관측소의 데이터 수신 유무를 표현할 수 있다.

또한 현 시점 t초에 해당하는 데이터와 직전 시점 (t-1)초에 해당하는 데이터를 함께 전송한다. 따라서 수신측에서는 수신된 데이터의 시간을 비교함으로써 직전 시간 (t-1)초의 데이터를 수신하지 못했을 경우 유실된 데이터의 복구가 가능하다.

표 4. PGA 데이터의 적재 알고리즘
Table 4. Algorithm for loading PGA data

```

for(i=0; staID[i] < 9999; i++) {
    j = i / 8 ;
    if( cur_val[i] || prev_val[i]) {
        switch (i % 8) {
            case 0:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x80 ; break ;
            case 1:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x40 ; break ;
            case 2:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x20 ; break ;
            case 3:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x10 ; break ;
            case 4:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x08 ; break ;
            case 5:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x04 ; break ;
            case 6:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x02 ; break ;
            case 7:
                staflag[j] = staflag[j] | 0x01 ; break ;
            default:
                break ;
        }
        senddata.cur_val[k] = cur_val[i] ;
        senddata.prev_val[k++] = prev_val[i] ;
    }
}
    
```

IV. 실험 및 결과분석

새로운 데이터 전송 방식을 이용할 경우 소요되는 시스템 자원의 양을 확인하기 위하여 총 91,361초 동안 전송된 PGA 데이터를 실험 데이터로 사용하였으며, 실험 데이터의 처리시간, CPU 사용량 및 I/O 시간 등을 기존전송 방식과 비교, 분석하였다. 실험에 사용한 결과 분석을 위한 유틸리티로 UNIX의 timex, psinfo 및 procinfo 등을 사용하였다(9).

또한 데이터 전송의 효율성을 비교하기 위하여 약 10일 동안 총 (86,400*10)개에 해당하는 데이터를 사용하여 기존 전송 방식과 본 논문에서 제안하는 전송 방식을 이용하여 실험을 수행하였다.

실험에 사용된 시스템인 SUN Fire 480에는 1.2GHz Sparc CPU 2개와 4GB의 메인 메모리가 장착되었다. 실험 데이터의 생성 시스템과 수신 시스템 간에는 ADSL 모뎀을 사용하여 인터넷상에 네트워크를 구성하였다. 고정 IP를 지원하는 KT의 ADSL 환경에서 수신 시스템은 solaris 2.9가

설치된 SUN Ultra 60을 사용하였다. 데이터 수신용 단말기로는 유동 IP을 지원하는 ADSL 환경에서 Linux를 탑재한 IBM 노트북을 사용하였다. 다음 그림(그림 4)는 데이터 전송 실험에 사용한 네트워크 구조를 나타낸다.



그림 4. 데이터 전송망의 구조
Fig 4. Network Structure of Data Transmission

1. 시스템 자원의 사용량

제한된 데이터 전송 방식의 사용 시 시스템 자원의 소요량을 분석하기 위하여 현재 전송방식(Current)과 제안된 전송 방식(Proposed)에 대해 총 91,361초 동안 전송된 데이터가 저장된 파일을 읽어서 수신측으로 전송하는 실험을 수행하였다. 실험 결과 기존 방식과 제안한 방식과는 프로그램의 크기(그림 5) 및 CPU 점유량(그림 6)과 같은 차이가 나타났다. (그림 5)에서 두 프로그램의 크기 차이는 거의 없지만 제안하는 방식의 프로그램이 스택과 리소스 부분이 약간 커졌음을 확인할 수 있다. (그림 6)에서 CPU 사용량 또한 제안 방식이 더 많이 사용하고 있음을 알 수 있다.

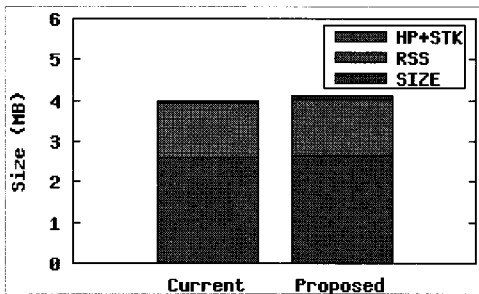


그림 5. 프로그램 크기의 비교
Fig 5. Comparison of program size

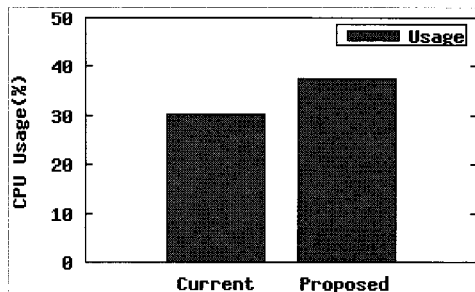


그림 6. CPU 사용량의 비교
Fig 6. Comparison of CPU usage

표 5. 반환시간 비교
Table 5. Comparison of turnaround time

method	real	user	sys	total
Current	21.36	8.58	11.91	41.85
Proposed	31.73	19.60	11.69	63.02

위 (표 5)는 두 전송 방식의 turnaround time(반환 시간)의 측정 결과를 나타낸다. 두 전송 방식의 프로그램 크기는 비슷하나 제안한 전송 방식은 기존 방식에 비하여 파일 처리시간과 CPU 사용량이 더욱 많이 소요되었다. 총 91,361개의 패킷 처리에 각각 41.85초와 63.02초가 소요되어 제안한 방식이 약 50%의 처리시간 증가를 나타냈다. 그러나 두 전송 방식 모두가 초당 1개의 패킷 처리가 가능하므로 실시간 응용에는 무리가 없는 것으로 확인되었다.

2. 데이터 전송의 효율성

기존 데이터 전송 방식과 제안된 전송 방식을 이용하여 총 10일 동안 데이터의 전송과 수신 상태를 측정된 결과 다음 (표 6) 및 (그림 8)과 같은 데이터 유실 시간을 보이고 있다.

표 6. 데이터 유실 시간
Table 6. Data Loss Time

일지	현재 전송 방식(초)	제안 전송 방식(초)
1	2	0
2	1	1
3	1	0
4	8	0
5	1	0
6	4	0
7	118	16
8	3	1
9	3	0
10	2	0
합계	143	18
비율	100%	12.5%

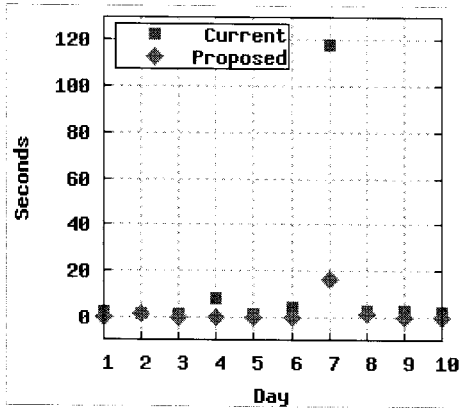


그림 8. 데이터 유실 시간의 비교
Fig 8. Comparison of Data Loss Time

위의 <표 6>와 <그림 8>에서와 같이 본 논문에서 제안한 전송 방식이 현재 사용하고 있는 전송 방식 보다 매우 안정적으로 데이터를 수신, 처리하고 있는 것으로 확인되었다. 특히, 기존 전송 방식에서는 최대 118초 동안의 데이터 유실이 발생했으나 제안된 방식에서는 최대 16초 동안의 데이터 유실이 발생되었다.

V. 결 론

제안한 데이터 전송 방식을 기존 전송 방식과 비교하면 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 기관 식별자(ID)를 이용하여 데이터 적합성을 판단한다. 둘째, CRC를 이용하여 패킷 자체의 오류를 검증한다. 셋째, 각 관측소로부터의 데이터 유무를 1비트로 표시함으로써 관측소 ID의 저장 공간을 대폭 감소시킬 수 있다. 마지막으로, 현재 시간과 직전 시간에 해당하는 PGA 데이터를 함께 전송함으로써 직전 시간대의 데이터 유실 시 유실된 데이터를 즉시 복구시킬 수 있다.

제안한 데이터 전송 방식의 성능을 평가하기 위하여 고정 IP를 지원하는 ADSL 환경에서 데이터 전송 시험을 10일 동안 수행하였다. 실험 결과로서 본 논문에서 제안한 PGA 데이터 전송 방식은 기존 전송 방식에 비하여 CPU 사용량과 반환 시간에서 각각 23%와 약 50%의 증가를 보이고 있지만 초당 1개의 PGA 데이터 처리가 가능하므로 실시간 응용에는 유효한 것으로 확인 되었다. 그리고 데이터 유실 시간은 기존 전송 방식의 약 12.5%에 불과하므로 87.5%가 감소된 것으로 확인되었다.

향후 연구과제로는, 각 관측소로부터 전송되는 MMA

(Minimum, Maximum, Average)데이터의 수신 효율성 제고방법, PGA 데이터 전송 과정에 보다 많은 관측소 데이터를 포함시킬 수 있는 데이터 압축 기법 및 이벤트가 감지되었을 시 즉시 계기 진도도(震渡圖)의 작성방법 등에 대한 연구를 들 수 있다.

참고문헌

- [1] 기상청 홈페이지, <http://www.kma.go.kr>
- [2] 이희일 외, "통합 지진네트워크 구축," 한국지진공학회 2002년도 추계학술대회 논문집, 19-27쪽, 2002년 9월.
- [3] RFC 768, User Datagram Protocol, <http://www.ietf.org/rfc/rfc0768.txt?number=768>
- [4] RFC 793, Transmission Control Protocol, <http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt?number=793>
- [5] RFC 1889, RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1889.txt?number=1889>
- [6] 지현철 외, "지진신속평가시스템 구축 - 실시간 지진동의 2차원적 영상화," 한국지진공학회 2002년도 추계학술대회 논문집, 51-60쪽, 2002년 9월.
- [7] 임인섭 외, "MMA 데이터를 이용한 실시간 지진동 감시 시스템 설계," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 12권, 제 5호, 29-37쪽, 2007년 11월.
- [8] CRC, <http://www.relisoft.com/Science/CrcMath.html>
- [9] 리눅스 man page, "timex, psinfo, procinfo"

저자 소개



임 인 섭

2003년 8월: 충북대 컴퓨터공학석사
2009년 2월: 충북대 컴퓨터공학박사
2003 ~ 현재: 한국지질자원연구원 지
진연구센터
관심분야: DBMS, RTS, 지진분석
시스템



최 인 영

1984년 2월 연세대 전기공학 학사
1993년 8월 단국대학교 경영학석사
2006년 8월 충북대학교 컴퓨터공학
박사 수료
2006년~현재 (주)유리비전스 대표이
사 겸 연구소장
관심분야: DBMS, 유비쿼터스



정 순 기

1982년 : Uni. of Dortmund,
Informatik Dipl. Inf.
취득
1994년 : Uni. of Groningen,
Computing Science,
Dr. 취득
1985년~현재 충북대 컴퓨터공학과
교수
1994년 : 충북대 전자계산소장
1998년 : 한국과학재단 한독기초과학
협력위원회 정보분과위원장
2000년 : 충북대 도서관장
2005년~KISTI 지역자문교수 겸 협
의회 위원
관심분야 : 데이터베이스 시스템, 소
프트 웨어 공학, 소프트
실시간 시스템