

Real-time Environmental Radiation Monitoring System with Automatic Restoration of Backup Data in Site Detector via Communication using Radio Frequency

Wanno Lee · Eun-Han Kim · Kun-Ho Chung · Young Hyun Cho ·
Geun-Sik Choi · Chang Woo Lee · Ki Hyun Park* and Yun Goo Kim*

Korea Atomic Energy Research Institute

*Samchang Co.

현장검출기에 저장된 백업데이터를 무선통신방식으로 자동 복원하는 실시간 환경선량 감시 시스템

이완로 · 김은한 · 정근호 · 조영현 · 최근식 · 이창우 · 박기현* · 김윤구*

한국원자력연구소, *(주)삼창기업

(2003년 8월 4일 접수, 2003년 8월 27일 채택)

Abstract - An environmental radiation monitoring system based on high pressurized ionization chamber has been used for on-line gamma monitoring surrounding the KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute), which transmits the dose data measured from ion chamber on the site via radio frequency to a central processing computer and stores the transmitted real-time data. Although communication using radio frequency has several advantages such as effective and economical transmission, storage, and data process, there is one main disadvantage that data loss during transmission often happens because of unexpected communication problems. It is possible to restore the loss data by off-line such as floppy disk but the simultaneous process and display of current data as well as the backup data are very difficult in the present on-line system. In this work, a new electronic circuit board and the operation software applicable to the conventional environmental radiation monitoring system are developed and the automatical synchronization of the ion chamber unit and the central processing computer is carried out every day. This system is automatically able to restore the backup data within 34 hours without additional equipments and also display together the current data as well as the transmitted backup data after checking time flag.

Key words : *environmental radiation monitoring system, automatic restoration of backup data, communication using radio frequency, ion chamber*

요약 - 환경선량변동을 실시간으로 모니터링하기 위해서 원자력연구소 부지 주변에 온라인 감시시스템이 운영중인데, 현장에 설치된 전리함 검출기에 의해서 측정된 자료는 모뎀을 통해 무선전송방식으로 중앙제어실에 실시간으로 저장된다. 무선 송수신 방식은 전송, 처리 및 저장에

경제적이고 효과적이지만 통신 장애시 현장감시장치에 저장된 백업데이터를 가져오지 못해서 결국 데이터가 손실될 우려가 있다. 물론 버퍼에 저장된 선량값을 디스켓 및 다른 off-line으로 복원이 가능하지만 이럴 경우 온라인으로 운영되는 시스템에 과거데이터를 처리해야 하므로 복잡하고 실시간으로 처리 할 수가 없다. 본 연구에서는 기존 감시시스템 중 신호처리 부분과 운영 소프트웨어를 새롭게 개발해서, 현장에 설치된 감시기와 중앙처리 장치의 시각을 매일 자동으로 동기화시키고 이를 이용해서 현장감시장치에 저장된 백업데이터를 자동으로 복원시켰다. 새로 개발된 방식을 이용할 경우 34시간이내에서 통신장애로 수신하지 못한 백업데이터를 자동으로 복원할 수 있고, 복원된 데이터를 현재시각의 데이터와 함께 실시간으로 디스플레이 할 수 있게 하였다.

중심어 : 실시간 환경선량감시 시스템, 백업데이터 자동복원, 무선통신, 전리함검출기

서 론

환경선량 감시시스템은 방사선량의 변화량을 실시간으로 감시하여 환경오염 예방과 효율적인 환경영향평가를 도모하고 궁극적으로는 원자력시설의 안정성을 확보하기 위해 세계 여러 나라에서 널리 사용되고 있다 [1 ~ 3]. 본 연구소에서는 연구용 원자로를 가동하고 있으며, 이에 의한 환경영향을 평가하기 위해서 연구소 주변에 6개의 감시포스트를 설치하여, 무선 환경선량감시망을 운영하고 있다. 전체 시스템은 크게 센서부분(전리함검출기 및 신호처리보드), 무선송수신 장치 및 중앙제어장치로 이루어져 있는데 개략도는 그림. 1에 나타내고 있다. 기존 장치 중 센서부분은 Reuter stokes사의 RSS-1013 제품을 이용하고 있으며, 무선 송수신 장치는 (주)한국 RF Data의 제품을, 운영소프트웨어는 자체 개발해서 사용하고 있다.

센서부분중 전리함 검출기는 반영구적으로 사용할 수 있으나, 신호처리부분은 현재 장비의 노후화로 자주 고장이 나고, 이로 인해서 여러 가지 문제가 생기고 있다. 첫째로 장비의 노후화로 신호처리부분의 시각과 데이터를 받는 중앙통제소

간의 시각이 일치하지 않는다. 실시간으로 데이터를 받을 때는 문제가 없지만, 통신상의 문제로 인해서 과거의 데이터를 전송 받을 필요가 있을 경우 과거 어느 시점의 데이터인지를 알 수가 없었다. 둘째로 소자의 교체가 필요할 때 국내에서 구할 수 없는 소자들도 있어서 장비의 유지 보수에 상당한 어려움이 있었다. 셋째로 환경감시 시스템의 대표 회사인 Reuter stokes에서 기존의 장비와 호환성이 없는 새로운 모델을 개발해서 한 두 개의 부품이 문제가 있을 경우 모든 시스템을 교체해야 하기 때문에 기술적·경제적인 어려움이 있었다 [1 ~ 3]. 마지막으로 현장감시장치중 신호처리보드에서 저장할 수 있는 용량이 너무 작아서 통신장애시 빨리 장치를 복구하지 않으면 데이터의 많은 손실이 있었다.

본 연구의 목적은 현장감시장치에 저장할 수 있는 용량을 늘리고 통신장애시 저장된 백업데이터를 자동으로 복원하여 데이터손실을 줄일 수 있는 새로운 개념의 실시간 환경선량 감시시스템 개발이다. 또한 이를 구현하기 위해서 신호처리부분을 새롭게 개발하고 현장감시시스템과 중앙처리 장치의 시각동기화를 자동으로 명령하고 제어하는 운영소프트웨어를 개발하는 것이다.

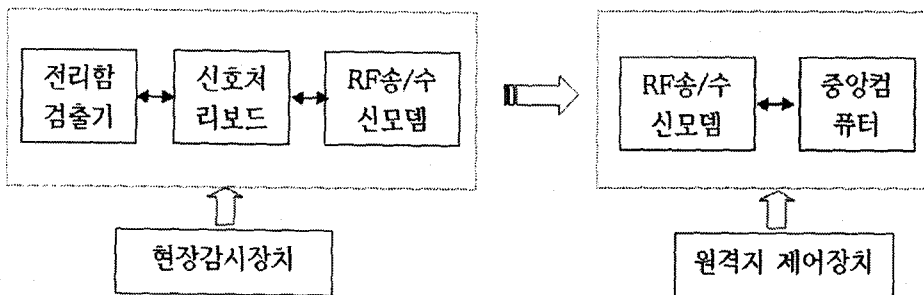


그림 1. 환경감시시스템 개략도

신호처리 보드제작

그림. 2는 신호처리보드의 개략적인 시스템 구성도를 보여주고 있다. 그림. 2에서 구성도를 살펴보면 전리함 검출기에 300V를 보내주는 H.V power supply, 매초마다 검출기 신호를 읽어서 디지털신호를 변환시켜주는 ADC, 데이터를 저장하는 flash memory, 데이터의 연산 또는 제어 및 RF 모델과 통신을 위한 micro-controller, 데이터 값을 화면에 표시하기 위한 디스플레이가 있다. 보드를 구성하는 모든 소자들은 국내에서 쉽게 구할 수 있는 것을 이용하여 제작하였으며, 정전 및 갑작스런 외부충격(천둥, 번개)등을 대비하여 UPS를 장착하여 주 전원공급이 중단되었을 때 보조로 전원을 공급하도록 구성하였다.

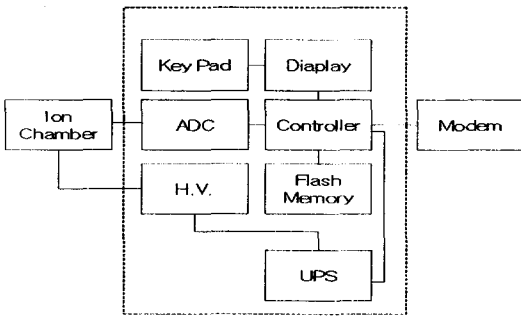


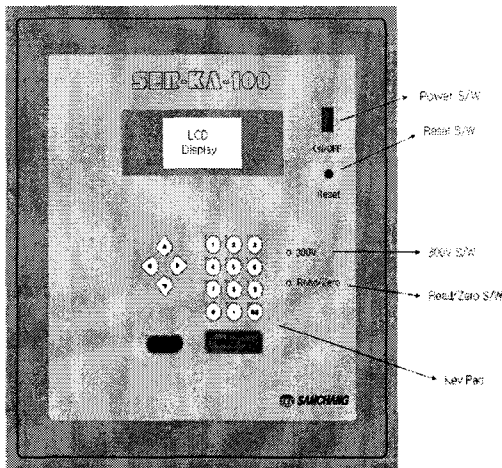
그림 2. 신호처리보드 개략도

Key pad의 구성은 그림. 3에서 보여주고 있는데, 이 부분에는 디스플레이 부분과 각종 스위치가 장착되어 있다. 이를 이용하여 각종 파라미터를 변경할 수 있고 신호처리부분 및 검출기 센서부분을 자체 테스트할 수 있다. 화면표시부는 key pad 상단에 위치해 있는데 단위는 uR/hr, uGy/hr, uSV/hr등으로 다양하게 표시할 수 있으며, 표 1에서는 주요 부품에 대한 특징을 보여주고 있다.

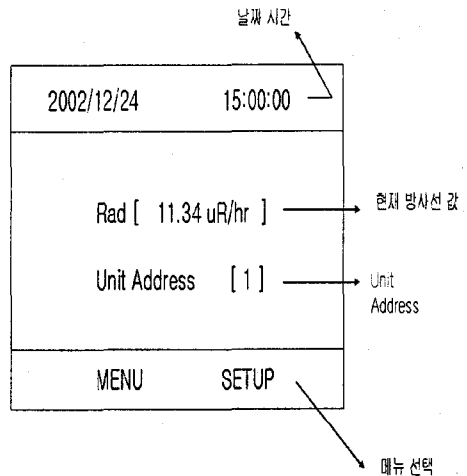
신호처리 보드를 이용하여 전리함 계측기에 전원을 공급하고, 아날로그 환경선량 데이터를 입력받아서 디지털로 변환시키고 이를 화면에 보여주

표 1 신호처리보드 일반적인 특징

Component/Parameter	Specification
Micro processor	- Type: intel 80C51 - Clock speed: 11.0592 MHz - Memory: 27C256 (256 kbit, 32 Kbyte)
A/D converter	- Type:AD1678 - 12 bit - Conversion time: 10 micro sec
Flash ROM	- Type: 29C010 - 1 Mbit - 5 Volt only reprogramming
UPS	- Type: sense E 5011 - 경고음 기능 - 스마트한 배터리 충전 설계



(a)



(b)

그림 3. (a) Key pad 및 (b) 화면표시를 위한 LCD display 구성도

고 또한 저장한다. 이렇게 저장된 선량값은 모델을 통해서 무선통신 할 수 있도록 보드를 구성했다. 메모리에는 12200개 이상의 데이터 개수를 저장할 수 있도록 하였으며, 이는 10초간 평균선량값을 한 포인트로 저장할 경우 약 34시간 저장이 가능하다. 디스플레이 하단에 있는 메뉴 및 셋업을 이용해서 기기의 셋팅, 통신상태 실시간 모니터링, 디스플레이 단위변경, 시간 및 날짜 변경, 한 선량값을 얻기 위한 평균시간 선택등 모든 변수를 셋팅할 수 있도록 하였다.

무선통신

현장감시장치에서 무선으로 실시간 데이터를 가져오기 위해서 RF 통신방식을 이용하고 있다. 원자력 연구소주변에 6개의 현장감시장치(포스트)를 설치했으며 자료전송은 하나의 무선 주파수에 의한 방식이다 [3 ~ 4]. 중앙제어장치에서 무선으로 한 포스트에 자료전송을 요청하면, 지시를 받은 포스트는 버퍼에 저장되어 있던 자료를 전송하게 된다. 중앙제어장치에서 데이터를 잘 받았다는 신호를 포스트에 보낸 후, 그 다음 포스트에 자료를 송출하라는 지시를 내려 차례로 자료를 수신한 후 중앙제어장치에서 처리한다. 이런 방식을 polling이라고 하는데 현재 6개의 포스트에서 자료를 차례로 받는데 걸리는 시간은 1분내외인데 통신문제를 대비해서 polling 주기를 2분으로 설정했다[3]. 각 포스트에서는 10초 간격으로 데이터를 저장하고 있으며 이를 2분 주기로 중앙제어장치로 보내기 때문에 정상적인 경우는 한 포스트에서 12개의 데이터가 차례로 들어온다. 외부적인 요인에 의해서 통신상의 문제가 생겨 데이터를 받지 못할 경우 다음 polling에서 24개의 데이터를 가져오게 된다. 기존의 장비는 버퍼에 300개까지만 데이터를 저장할 수 있어서 50분 이상 통신상 문제가 발생하면, 그 이전의 과거 데이터를 저장할 수 없어서 복구가 불가능했다. 물론 위에 설명한 경우를 대비해서 외장형 메모리를 사용할 수 있으나, 모델의 변화 등으로 이를 이용할 수 없게 되었을 뿐만 아니라 직접현장에 가서 데이터를 받아와야 하는 번거로움이 생긴다. 통신 등의 문제로 현장감시장치 버퍼에 저장된 데이터가 중앙제어장치로 50분 이상 송신되지 못했을 경우 이를 자동으로 복원하기 위해서는 세 가지 문제가 해결되어야 한다. 첫째로는 현장감시시스템의 버퍼가 50분 이상의 데이터를 저장할 수 있

어야 한다. 본 연구에서는 34시간정도까지 저장 가능한 메모리를 이용해서 이 문제를 해결했다. 둘째는 통신되지 못한 데이터의 정확한 과거 시간 위치를 알아야 한다. 기존 시스템에서는 현장감시 시스템과 중앙제어장치의 CPU clock 속도 및 다른 요인에 의해서 시각이 차이가 나는데, 이럴 경우 시각의 차이로 과거데이터를 중앙제어장치에 가져온다고 해도 정확한 시간정보가 맞지 않아서 처리하기가 불가능했다. 물론 새로 개발한 시스템도 시각차이를 가지고 있지만, 매일 중앙제어장치에서 세계표준시와 현장감시시스템의 시각을 동기시켜서 이 문제를 해결했다. 이 경우 두 장치의 시간차는 최대 3초정도였는데, 10초평균을 한 데이터로 이용하기 때문에 3초 차이는 무시할 수 있는 시간차였다. 이런 방법을 통해서 현장감시기에 저장된 과거데이터의 정확한 시간 정보를 줄 수 있었다. 세 번째 문제는 현장감시 장치에 계속해서 10초 데이터가 저장되는데, 거기에 저장되어 있는 정보가 과거 데이터인지 현재부터 연속된 데이터인지를 알아야 한다. 이를 구분하기 위해서 현재로부터 연속된 데이터는 어떤 표시도 안하고 과거데이터일 경우에는 데이터를 가져오는 맨 앞에 태그를 넣었다. 또한 현재로부터 연속된 데이터는 시간 정보를 보내지 않고 단지 차례로 10초 간격으로 저장하여 중앙컴퓨터에서 처리하지만 과거데이터의 경우에는 시간정보도 같이 전송해서 정확히 언제의 데이터인지 알 수 있게 하였다.

각 포스트에 자료를 송출하라고 지시를 내렸을 때 만일 버퍼에 보내지 않은 과거데이터가 있으면, 먼저 현재부터 연속된 데이터(300개 데이터까지 가능)를 보낸 후 과거데이터를 차례로 송신한다.

성능테스트 및 결과고찰

그림. 4는 시각을 동기하는 방식과 그 이후에 데이터를 송수신 방법에 대해 보여주고 있다. 테스트 포스트 이름을 주기상탐이라고 가정하고 중앙제어장치에서 11시 20분에 시각을 동기하도록 지시를 내렸다. 시각동기 명령어는 A command를 이용하였으며 이는 기존 장치와 호환성을 고려하였다. #A23, #A22, #A21을 이용하여 년도, 월, 시간을 동기시켰다. 여기서 #A23에서 2는 포스트 기기의 고유번호이고 3의 의미는 년도를 동기화시키라는 명령이다. 주기상탐에 시각동기를 한 후 데이터를 수신하도록 #M20 command를 내

```
[Cmd] 2003/03/27 11:20:00에 주기상탑 ERM의 시각을 맞추도록 예약되었습니다.
[Cmd] #A2302003
[Cmd] #A2203-27
[Cmd] #A2111:20
[RF] #M20
[RF OK]00024 00010 0000 0300 12.00 00.00 00.00 00017
[RF OK].0182 .0183 .0183 .0184 .0184 .0185 .0185 .0187 .0190 .0191 00126
[RF OK].0191 .0192 .0192 .0193 .0193 .0194 .0194 .0195 .0195 .0200 00121
[RF OK].0201 .0201 .0202 .0202 00014
[RF] #M21
[RF] #M30
[RF OK]00012 00010 0000 0300 12.00 00.00 00.00 00010
[RF OK].0023 .0024 .0025 .0026 .0031 .0032 .0033 .0034 .0035 .0036 00065
[RF OK].0041 .0042 00011
[RF] #M31
```

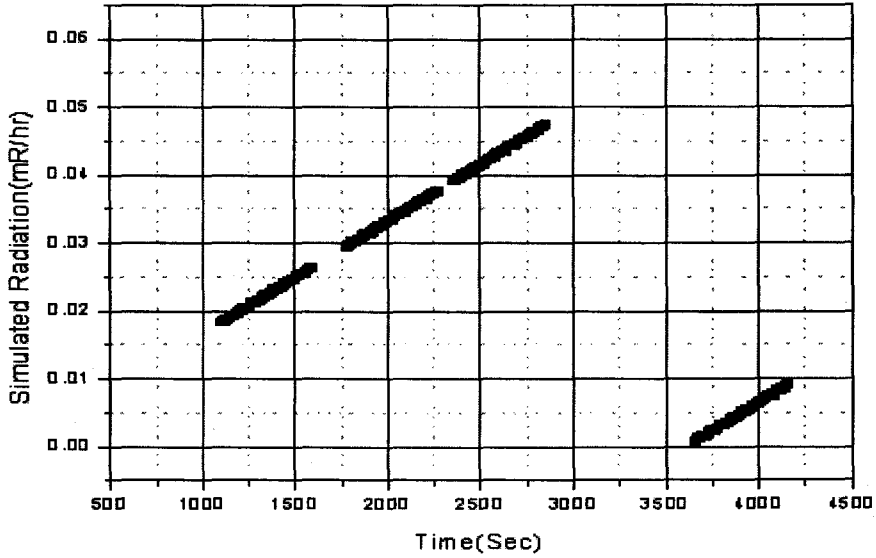
그림 4. 시각동기 및 데이터 송수신

```
[RF] #M20
[RF OK]10002 00010 0000 0300 12.00 00.00 00.00 00010
[RF OK].0102 .0103 00007
[RF OK]10134 03-03-27 11:22:30 00033
[RF OK].0223 .0224 .0225 .0226 .0231 .0232 .0233 .0234 .0235 .0236 00085
[RF OK].0241 .0242 .0243 .0244 .0245 .0246 .0251 .0252 .0253 .0254 00095
[RF OK].0255 .0256 .0261 .0262 .0263 .0264 .0265 .0266 .0271 .0272 00115
[RF OK].0273 .0274 .0275 .0276 .0281 .0282 .0283 .0284 .0285 .0286 00135
[RF OK].0291 .0292 .0293 .0294 .0295 .0296 .0301 .0302 .0303 .0304 00109
[RF OK].0305 .0306 .0311 .0312 .0313 .0314 .0315 .0316 .0321 .0322 00075
[RF OK].0323 .0324 .0325 .0326 .0331 .0332 .0333 .0334 .0335 .0336 00095
[RF OK].0341 .0342 .0343 .0344 .0345 .0346 .0350 .0352 .0353 .0354 00104
[RF OK].0355 .0356 .0361 .0361 .0363 .0364 .0365 .0366 .0370 .0372 00123
[RF OK].0372 .0374 .0375 .0376 .0381 .0381 .0383 .0383 .0385 .0386 00142
[RF OK].0391 .0392 .0392 .0394 .0394 .0396 .0401 .0402 .0403 .0403 00116
[RF OK].0405 .0406 .0411 .0412 .0413 .0414 .0414 .0416 .0421 .0422 00084
[RF OK].0423 .0424 .0425 .0426 .0431 .0432 .0433 .0434 .0435 .0436 00105
[RF OK].0441 .0442 .0443 .0444 00042
[RF] #M21
```

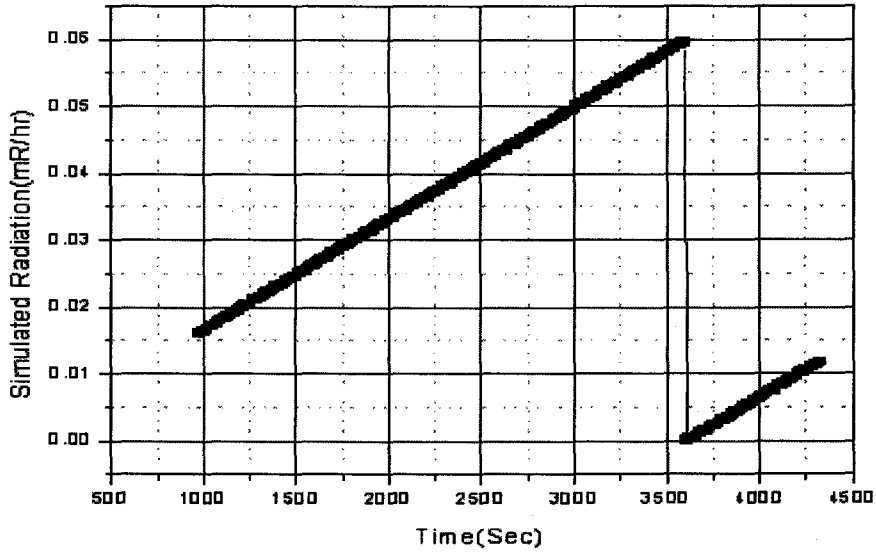
그림 5. 과거데이터 자동복원 방법

려서 데이터를 수신하였는데, 여기서 #M20의 의미는 현장감시기(포스트)의 메모리 버퍼에 저장된 자료를 송신하라는 명령이고, #M20중 2의 의미는 앞에서 설명했듯이 포스트의 고유번호이다. 데이터수신형태를 보면 먼저 수신될 데이터의 양이 몇 개이고 기기의 상태를 설명한 후 그 다음 줄부터 한 줄에 10개의 데이터와 맨 끝에서는 데이터의 송수신상태를 모니터링 할 수 있는 체크값을 넣었다. 이때 소수점등은 무시하고 각 아라비아 숫자를 합하여 값을 맨 끝에 작성했다. 위 그림. 4를 보면 2번 포스트에서는 24개의 데이터가 송신되었음을 알 수 있고, 중앙컴퓨터에서 잘

받았을 경우, 그 포스트에 #M21명령어를 보낸다. 이렇게 하여 한 포스트에 대한 데이터 송수신이 끝나면, 중앙제어장치에서는 다음 포스트에 #M30의 명령어를 보내 차례로 데이터를 수신하도록 하였다. 본 연구소에서는 6개의 포스트를 운영하고 있으며, 이를 한번 polling 하는데 2분으로 셋팅했다. 따라서 앞에서 설명했듯이 한 포스트에서 정상적인 경우 10초평균데이터가 12개씩 들어온다. 2번 포스트는 통신상의 문제로 인해서 바로 전 polling때 데이터를 제대로 받지 못했기 때문에, 현재 24개의 데이터가 들어왔고 3번 포스트는 12개의 데이터가 잘 들어왔음을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 6. 백업 과거데이터 자동복원 테스트

버퍼에 저장된 과거의 데이터를 가져오지 못한 경우 송수신을 위해서 새로운 방식을 적용했다. 그림. 5에서 보였듯이 #M0의 명령을 중앙제어 장치에서 보냈다면, 명령을 받은 각 포트에서 만일 과거의 데이터를 버퍼에 저장하고 있다면 데이터수신의 맨 앞줄에 1이라는 숫자가 들어오고

현재의 데이터를 보낸다.

1의 의미는 과거의 데이터가 있다는 것이고, 그림. 5에서는 현재 데이터 2개를 가져왔고 다음 줄에 과거데이터를 수신한다. 그때 맨 앞줄에는 데이터의 개수와 데이터의 날짜 및 시간 등이 기록되고 다음 줄에 134개의 데이터를 수신한다.

10134는 과거 134개의 데이터라는 의미이고 이중 맨 앞의 데이터 0.023의 값은 03년 3월 27일 11시 22분 30초의 데이터를 의미한다. 처음값만 시간태그를 주고 나머지는 10초씩 더한 시간이 그 데이터값의 시간정보이다. 이렇게 한 이유는 모든 데이터에 각각 시간태그를 주는 것보다 메모리 사용을 줄여서 더 많은 데이터를 저장하기 위함이다. 한번에 가져올 수 있는 데이터 수는 300개로 정했는데 그 이유는 너무 길게 잡으면 데이터를 수신하는데 너무 많은 시간이 걸리고, 데이터 수신중에 통신이 끊길 위험이 높아서 데이터손실 가능성이 많기 때문이다. 따라서 다음 포스트의 데이터를 가져오는데 문제가 생길 수도 있다. 만일 300개 이상의 데이터가 있다면, 우선 300개를 가져온 후 다음 순서의 polling에서 12개의 현재 데이터를 가져 온 후 나머지 300개에서 12개를 뺀 나머지 288개의 과거의 데이터를 현재데이터와 동시에 가져올 수 있게 하였다. 위에 설명한 방법을 이용하여 최대 34시간까지 과거 데이터를 무선으로 가져올 수 있었다.

그림. 6은 무선통신을 이용한 과거데이터를 자동 복원하는 과정을 보여주고 있다. 임의로 명명한 포스트에 제작된 보드를 설치하여 과거 데이터 자동복원 테스트를 하였다. 그림. 6(a)을 보면 과거 데이터를 받지 못해서 끊어져 있다. 기존 시스템을 이용할 경우에는 이런 경우에 데이터를 복구할 수 없었는데, 현재 새로 개발된 시스템을 이용할 경우 끊어진 데이터를 받을 수 있어서 연속적인 값을 얻을 수 있었다. 그림. 6(b)에서는 과거 백업데이터를 완벽하게 복원해서 연속적인 데이터 값을 보여주고 있다.

방식으로 과거선량값을 자동으로 복원하는 기술을 실시간 환경선량시스템에 성공적으로 적용했으며, 이 방식을 약간 수정하여 인공위성에 적용한다면 전국감시망에 적용하여 환경선량을 실시간으로 보다 안정성 있게 모니터링 할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Reuter-Stokes, "RSS-1013 PIC Environmental Radiation Monitoring Station: operational manual", March, version 1.2. (1991).
2. D. V. Lith, "Dutch Environmental Monitoring for Nuclear Emergencies", Nuclear Europe, pp.5-6 (1989).
3. B. T. Wilkins and M. J. Clark, "Radiation and Radionuclide Monitoring during Emergencies", Nuclear Europe, pp.3-4 (1988).
4. 이창우 외 7인, "KAERI 부지 주변의 환경선량 측정을 위한 온라인 감마선량 감시시스템", 대한방사선방어학회지, 19(2), pp.147-156 (1994).

결 론

본 연구는 새로운 신호처리보드를 개발하고 운영소프트웨어를 수정해서 중앙통제소와 현장 감시시스템 시각을 동기화했고 통신장애 및 외부요인에 의해서 데이터를 받지 못했을 때, 34시간 이내에서 수신하지 못한 선량데이터를 자동으로 복원할 수 있는 새로운 형태의 실시간 환경감시 시스템을 개발했다. 이는 기존에 사용되던 실시간 환경선량 시스템의 단점을 보완하여 선량값을 보다 연속성 및 안정성 있게 실시간으로 보여줌으로써 효율적인 환경영향평가를 도모하고 궁극적으로는 원자력시설주변의 환경선량을 보다 안정성 있게 모니터링 할 수 있을 것이다. 무선 통신