

웹-모니터링용 전송데이터의 압축을 위한 wavelet 기법의 적용

Application of wavelet scheme to transmission data for web-monitoring system

이영삼, 배금동, 김성호
군산대학교 전자정보공학부

Young-Sam Lee, Geum-Dong Bae, Sung-Ho Kim
Dept. of Electronics and Information Engineering
Kunsan National University
E-mail : 03uncle@hanmail.net

요 약

일반적으로 재해 방제용 시스템은 측정 데이터를 현장에 설치된 데이터 로거에 저장하고 일정시간 후 체계적인 분석을 위해 데이터 로거에 저장된 데이터를 원격의 서버로 전송하는 구조로 되어있다. 신뢰도가 높은 재해 방제용 시스템의 구현을 위해서는 계측 현장에 되도록이면 많은 센서들이 설치되어야 함과 동시에 짧은 시간 간격으로 원격의 서버에 데이터를 전송하는 것이 바람직하다. 이들 전송 데이터의 양은 관측구간이 넓어짐에 따라 늘어나게 되며 따라서 전송 효율을 극대화를 위해서는 측정 데이터를 압축하여 전송하는 것이 바람직하게 된다. 본 연구에서는 측정 데이터의 전송 효율을 향상시키기 위해 데이터 압축 성능이 우수한 것으로 알려진 wavelet 이론을 웹-모니터링 시스템에 적용하여 봄으로써 이의 유용성을 확인하고자 한다.

1. 서론

기술 발전을 통해 인간은 이전보다 편리한 삶을 살고 있지만 태풍, 가뭄, 산사태 등과 같은 자연재해로 인하여 해마다 많은 인적, 물적 피해를 입고 있는 실정이다. 이러한 자연재해에 대한 피해를 줄이기 위해서는 자연 재해를 미리 예측하고 대비할 수 있는 방제 시스템의 개발이 절실히 요구된다. 그러나 이러한 재해 방지 시스템은 일반적으로 사람의 접근이 용이하지 않은 위험한 장소에 설치되는 것이 보통이다. 이로 인해 사람이 측정 현장에 상주하여 데이터를 수집하는 것은 불가능하며 따라서 대부분의 재해 방지 시스템은 원격의 서버에서 계측 현장의 데이터를 유선/무선으로 받아들이는 형태를 취하게 된다.

신뢰도가 높은 재해 방지 시스템의 구현을 위해서는 계측 현장에 되도록이면 많은 센서들이 설치되어야 하며 또한 효율적인 재해의 예측을

위해서는 계측 데이터의 실시간 모니터링이 요구된다. 일반적으로 계측 데이터의 모니터링을 위해서는 현장에 설치된 데이터 로거로부터 측정 데이터를 규정된 시간마다 유선/무선 통신을 이용하여 원격의 서버로 전송하는 것이 바람직하다. 이들 전송되어야 할 데이터의 양은 관측구간이 넓어짐에 따라 늘어나게 되며 따라서 전송 효율을 극대화를 위해서는 측정 데이터를 압축하여 전송하는 것이 바람직하게 된다.

현재 많은 연구자들에 의해 다양한 데이터 압축 방법이 제안된 바 있다[1-2]. 이중 웨이브렛은 데이터의 압축 및 복원에 탁월한 성능을 갖는 것으로 알려져 있다. 웨이브렛은 데이터의 압축을 위해 측정 데이터를 관련 벡터들로 분해하고 이를 전송한다. 또한 전송된 데이터는 재구성됨으로써 원래의 데이터를 복원할 수 있게 된다. 웨이브렛 중에서도 다중해상도기법으로 여러단계의 레벨로 분해 및 재구성이 가능한 Daubechies 방

법이 압축에 효율적으로 사용되고 있다[3].

본 연구에서는 현재 강원도 광령치 지구에 설치·운영되고 있는 사면 재해 방제용 원격 모니터링 시스템의 계측데이터에 웨이브렛 이론을 적용하여 봄으로써 압축, 전송 및 복원 등의 특성을 확인하고자 한다.

2. Wavelet 변환

웨이브렛 변환은 주어진 신호를 스케일이 다른 각각의 성분들로 분해하는 선형 연산 과정이다 [4]. 웨이브렛 변환은 주어진 입력신호에 대해 웨이브렛 함수와 스케일 함수를 각각 곱하여 고주파와 저주파로 신호의 주파수 대역을 나누어 원하는 주파수 대역에서의 변환된 신호로 분석할 수 있기 때문에 시간-주파수 국부성이 매우 우수한 특징을 갖는다. 웨이브렛 변환은 주어진 신호를 식 (1)의 조건을 만족하는 기저함수(basis function)의 선형조합으로 표현하는 과정이다.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\overline{\Psi}(w)|^2}{|w|} < \infty \quad (1)$$

여기서 $\overline{\Psi}(w)$ 는 $\Psi(t)$ 의 푸리에 변환이다.

웨이브렛 변환에 사용되는 기저함수로서의 스케일링 함수와 모 웨이브렛(mother wavelet)이 있으며 모 웨이브렛은 식(2)로 표현된다.

$$\Psi(x)_{a,d} = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{x-d}{a}\right) \quad (2)$$

식(2)에서 a 는 스케일링(scaling) 요소이고 d 는 천이 요소이며 $\frac{1}{\sqrt{a}}$ 는 정규화 인자이다.

웨이브렛 변환은 연속 웨이브렛 변환과 이산 웨이브렛 변환으로 분류된다. 신호 $s(t)$ 에 대한 연속시간 영역에서 웨이브렛 변환(CWT: Continuous Wavelet Transform)과 이산 웨이브렛 변환은 각각 다음과 같다.

$$CWT(a, d) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int s(t) \Psi^*\left(\frac{t-d}{a}\right) dt \quad (3)$$

$$= \langle s(t), \Psi_{a,d}(t) \rangle$$

식 (2)에서 스케일링 파라미터와 천이 파라미터가 다음과 같이 표현될 경우 이산 웨이브렛 변환이 얻어진다.

$$a = 2^m, d = n2^m \quad m, n \in \text{정수} \quad (4)$$

$$DWT(m, n) = 2^{-\frac{m}{2}} \sum_k s(k) \Psi\left(2^{-\frac{m}{2}} k - n\right) \quad (5)$$

식 (3)과 식(4)로부터 이산 웨이브렛은 연속 웨이브렛을 샘플화하여 변형시킨 형태이다[5].

마더웨이브렛의 형태는 Morlet, Haar, Shannon, Meyer, Daubechies 등 만들어 낸 사람들에 따라서 다양하며 각각의 모 웨이브렛이 가지고 있는 신호 분해의 특성과 장점에 따라서 응용되는 분야는 다를 수 있다.

측정된 센서의 데이터들은 그 크기가 작고 짧은 지연특성과 빠른 감쇠, 그리고 진동하는 형태의 신호이므로 신호의 형태를 고려하여 'Daubechies 3'를 적용하였다.

그림 1과 같이 데이터신호를 여러 형태의 고역 필터 성분들로 나누기 위해서 웨이브렛 필터 뱅크를 사용하여 3단계의 주파수 대역별($F_s/2, F_s/4, F_s/8$)로 나누어서 분할처리 하였다. 즉 이산 웨이브렛 변환을 이용하여 데이터신호를 근사 공간(Approximation spaces)의 신호($C_{n-1}, C_{n-2}, C_{n-3}$)와 세부공간(detail spaces)의 신호 $d_{n-1}, d_{n-2}, d_{n-3}$ 로 분할하였다. 근사공간의 신호는 high-scale로 저주파 성분이며 신호의 고유한 특성으로 크기와 해상도를 변화시킬 때 각 조건에서의 파형의 변화된 상태만 나타내며 세부공간의 신호는 low-scale로 고주파 성분이며 신호의 미세한 특성을 나타내는 중요한 정보를 제공하여 준다. 분해된 신호는 그림 2와 같이 재구성 될 수 있다.

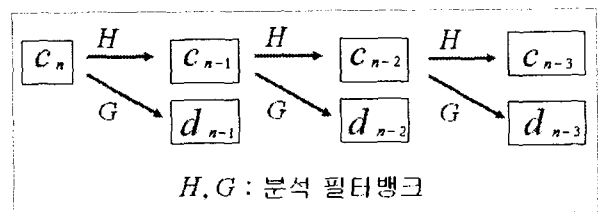


그림 1 웨이브렛 합성을 위한 필터뱅크 구조
Fig. 1. Filter bank structure of wavelet

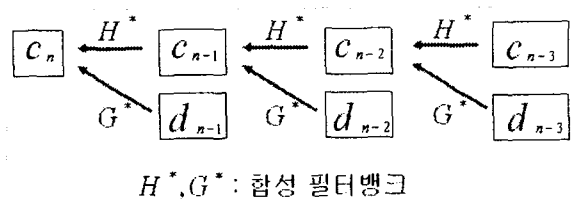


그림 2 웨이브렛 합성을 위한 필터뱅크 구조
Fig. 2. Filter bank structure of wavelet

3. 사면 재해 방제 시스템의 구조

광령치 지구에 설치 운영중인 사면 재해 방제 시스템의 구조를 나타내면 그림 3과 같다.

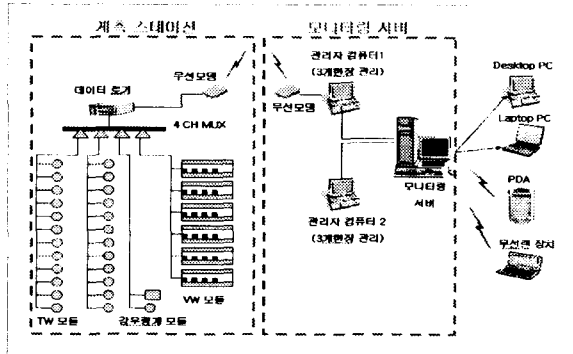


그림 3. 사면 재해 방제 시스템의 구조
Fig. 3. Structure of disaster removal system

사면 재해방제 시스템은 계측 스테이션부와 모니터링 서버 시스템으로 구성된다. 계측 스테이션은 데이터 로거와 센서 시스템으로 구성되며 센서 데이터의 계측과 측정된 데이터를 저장 또는 서버 시스템으로 전송하는 기능을 수행한다. 모니터링 서버 시스템은 계측 스테이션으로부터 전송된 데이터를 취득하고 이들 데이터를 데이터베이스에 저장하며 동시에 웹서비스를 가능하도록 한다.

3.1 계측 스테이션

계측 스테이션은 다수의 센서 모듈로부터 계측 데이터를 가공하며 이상 데이터의 발생을 검출하고 모니터링 서버에 데이터를 전송하는 작업을 수행한다. 다수의 센서모듈을 측정하기 위해 RS-485방식을 이용하였다. 계측 스테이션의 구조는 그림 4와 같다.

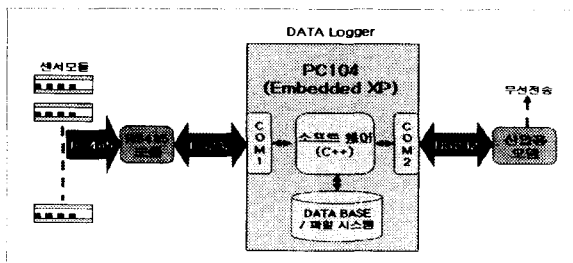


그림 4. 계측 스테이션의 구조
Fig. 4. Structure of measurement station

3.2 모니터링 서버

사면 안정관련 데이터를 모니터링 하기 위해 설계된 모니터링 시스템은 다수의 계측 스테이션으로부터 데이터를 수신하고 복원과정을 거쳐 데이터베

이스에 저장한다. 저장된 데이터는 복원, 분석, 모니터링, 원격 셋업 등을 수행할 수 있으며 이의 구성을 나타내면 그림 5와 같다.

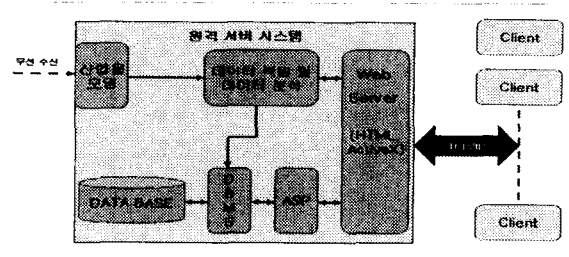


그림 5. 모니터링 서버의 구조
Fig. 5. Structure of monitoring server

4. 사면 재해 방제 시스템에 웨이브렛 기법의 적용

앞서 설명한 바와 같이 계측 스테이션으로부터 측정된 데이터는 매 규정된 시간간격 마다 원격의 모니터링 서버로 전송되어야 한다. 그러나 이러한 전송기법은 과도한 통신료로 인해 효율적인 운영을 힘들게 하는 요인이 된다. 따라서 본 절에서는 일정 기간동안 측정된 데이터를 데이터로거에 저장하고 이를 압축하여 한번에 원격의 서버로 데이터를 전송함으로써 통신비를 절감할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 본 연구에서는 압축을 위해 웨이브렛 변환을 사용하였으며 웨이브렛이 도입된 재해 방제 시스템의 구조를 나타내면 그림 6과 같다.

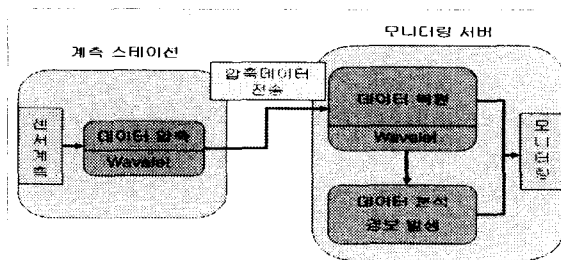


그림 6. 수정된 재해 방제 시스템의 구조
Fig.6. Structure of disaster removal system based on wavelet

그림의 좌측 부분은 계측현장에 설치되는 것으로 측정 데이터를 웨이브렛을 이용하여 압축하며 그림의 우측은 원격의 계측서버로 압축되어 전송된 데이터를 복원하는 기능을 수행한다.

4.1 제안된 기법의 사면계측 시스템에의 적용

강원도 광령치 지구에 설치되어 운영되고 있는 계측 스테이션으로부터 24개의 TW모듈과 1개의

강우량계 모듈에서 총 97개의 센서계측값이 측정되어 서버로 전송되고 있다. 제안된 시스템의 데이터로 거는 총 64개의 모듈을 연결 할 수가 있으며 모든 모듈을 연결해서 동작 시킬 경우 한번 주기에 측정해야 하는 센서데이터는 200~300개 정도가 된다. 특히 사면안정에 관한 데이터는 인명과 관련된 데이터이기 때문에 계측 주기가 짧아야 한다. 따라서 많은 양의 데이터를 서버로 전송해야 하며 이로 인해 많은 전송시간과 통신비의 부담이 가중된다. 따라서 이러한 전송데이터를 압축 및 복원하는 기법이 필요하며 본 연구에서는 2장에서 언급한 wavelet 변환을 이용한 데이터 압축 및 복원 알고리즘을 사면 안정관련 데이터에 적용하고자 한다.

4.1.1 사면 안정 관련 데이터

각 계측 스테이션으로부터 계측된 데이터를 나타내면 그림 7과 같다. 그림은 25개의 모듈에서 97개의 센서에서 측정된 데이터를 일정시간 별로 나타내었다.

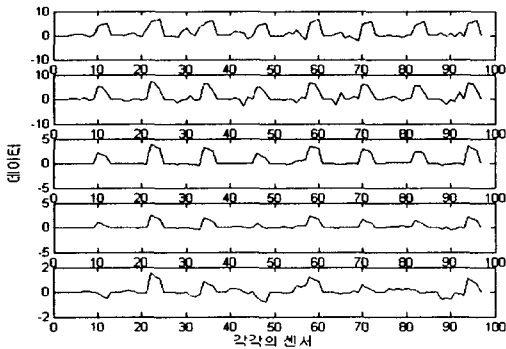


그림 7. 측정 데이터

Fig. 7. Measurement data from each station

그림 8은 그림 7의 측정데이터를 웨이브렛 변환을 통해 압축하고 이를 다시 복원한 결과이며 그림 9는 복원시 발생한 데이터의 오차를 나타낸다.

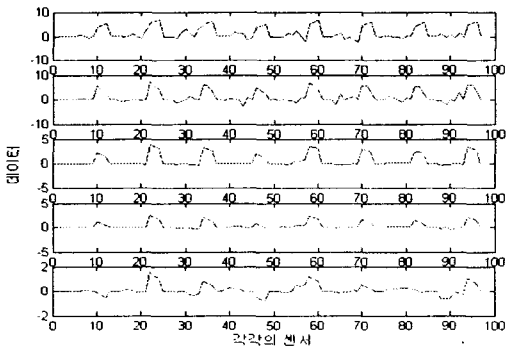


그림 8. 복원된 데이터

Fig. 8. Recoverd measurement data

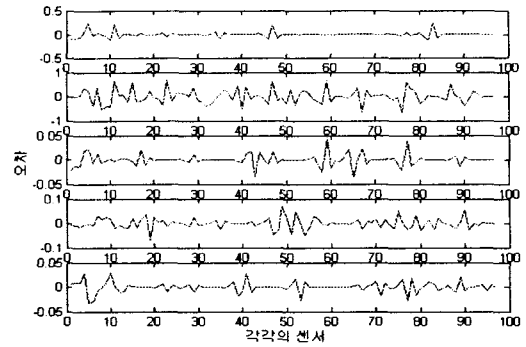


그림 9. 복원 오차

Fig. 9. Recovery errors

웨이브렛은 130kB인 데이터를 97.5kB(약 25%의 압축율)로 압축할 수 있었다. 이러한 압축율은 로거에 연결되는 모듈의 수가 증가할 경우 더 큰 효과를 기대할 수 있다. 즉 설계된 시스템은 64개의 모듈을 연결 할 수 있고 각각의 모듈이 모든 센서들을 연결한다고 하면 센서의 수는 200~300개가 될 것이며 이러한 상황에서의 압축률은 크게 증가할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 사면 방제 시스템의 데이터 전송 효율의 향상을 위해 웨이브렛 기반 데이터 압축기법을 적용하여 보았으며 적용결과 바람직한 압축효율 및 전송 특성을 갖게 됨을 확인할 수 있었다.

6. 참고문헌

[1]박지환, "문서 데이터 압축 알고리즘 입문",p.289 성안당, 1995
 [2]T.C.Bell, J.G.Cleary, I.H.Witten, "Text Compression", p.318, Prentice-Hall, 1990
 [3]I. Daubechies, Ten Lectures on Wavelets, SIAM, 1992
 [4]M. Okada, "A Digital Filter for the QRS Complex Detection," IEEE Trans. on Biomed. Eng., vol. BME-26, pp.700-703, 1979.
 [5]Charles K.Chui, An Introduction to Wavelets, 1992