

# 임베디드 시스템에서 Wavelet Transform을 이용한 실시간 영상 전송

남 부 희, 박 민 혁, 김 형 배  
강원대학교 제어계측공학과  
전화 : 033-243-4347 / 핸드폰 :

## Image Transmission using Wavelet Transform in Embedded System

Boo Hee Nam, Min Hyuk Park, Hyoung Bae Kim  
Dept. of Electrical and Computer Engineering, Kangwon University  
E-mail : mpark@is.kangwon.ac.kr

### Abstract

본 논문에서는 네트워크 traffic이 원활하지 못해 전체 영상 데이터의 전송이 불가능하더라도 일부 중요한 영상 정보만으로도 원 영상에 근접한 영상 복원을 할 수 있는 스트림의 구성을 연구 하였다. 서버측에서 획득한 영상을 웨이블릿 변환을 거쳐 프레임이 우선 순위에 따라 여러 패킷으로 나누어 UDP를 통해 전송하고 PDA에서는 일부 중요 데이터만을 이용하여 원 영상에 근접하는 영상을 얻을 수 있다.

### I. 서론

유선 인터넷의 급속한 발전과 보급으로 인하여 다양한 형식의 콘텐츠 및 활동이 PC를 통해 이루어지고 있다. 그러나 유선 인터넷의 보급과 동시에 무선 인터넷에 관한 수요도 점차 높아지고 임베디드 시스템 기반의 핸드폰이나 PDA에서의 서비스 품질 향상이 요구된다. 이미 문자와 음성 같은 기본적인 서비스들이 제공되고 있고, 유선 인터넷과 같은 동영상과 같은 멀티미디어 서비스가 제공된다. 특히 영상 전송 서비스는 문자나 음성과는 다르게 많은 데이터 양을 가지며 이를 네트워크상에서 안정적으로 송수신하기 위해 다양한 영상 압축 기법이 개발되고 있다. 그러나 이러한 압축 기술로도 네트워크 traffic에 따라 영상의 끊김등이 발생

하고 있다.

본 논문에서는 입력받은 영상을 wavelet transform을 이용하여 재구성하고 우선 순위를 가진 스트림으로 만들어 전송 한다. 이렇게 구성된 스트림은 수신자에게로 전송되고 중간에 네트워크 traffic에 의해 원활히 전송되지 않더라도 먼저 전송되는 중요한 계수에 의해 복원되기 때문에 영상의 끊김의 현상이 발생하지 않게 하는 실시간 영상 전송 서비스에 관하여 연구하였다.

### II. 전체 시스템 구성

그림1은 전체 시스템의 구성도이다. 서버로부터 획득한 영상을 UDP를 이용하여 클라이언트 측, PDA로 전송을 하고 수신 받은 패킷을 복원한다.

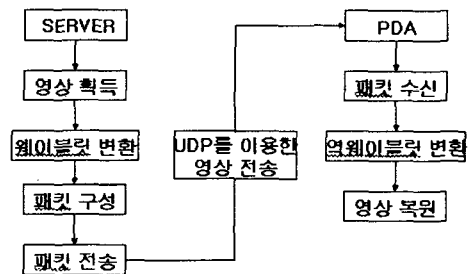


그림 1 전체 시스템 구성도

### III. 실시간 영상 전송을 위한 알고리즘

#### 3.1 웨이블릿 변환

웨이블릿 변환의 기본 개념은 임의의 함수  $f(x)$ 를 시간-주파수 공간에서 동시에 국부성을 갖는 웨이블릿 기저함수(base function)의 선형결합(superposition)으로 표현하는 것이다. 원형 웨이블릿 함수  $\Psi(x)$ 를 이용하여 확장(dilating) 및 천이(translation)에 의해 생성된다[5]. 웨이블릿 변환의 일반적인 수식은 식(1)와 같이 정의된다.

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \quad (1)$$

여기서,  $a$ 는 스케일 변수이고  $b$ 는 천이변수이다.  $\Psi(x)$ 는  $a < 1$ 이면 폭이 작은 고주파 웨이블릿으로 신호의 고주파 성분 분해에 이용되고,  $a > 1$ 이면 폭이 넓은 저주파 성분 분해에 이용된다. 웨이블릿 변환은 QMF(Quadrature Mirror Filter)를 통해 구현될 수 있으며 1차원 웨이블릿의 2차원으로 확장하는 다양한 방법들이 제시되었으나, 주로 Mallat가 제안한 웨이블릿 분해 방법을 사용한다[1][2][3]. 그림 3은 그림 2를 웨이블릿 행 변환을 하여 얻은 값이고 이를 다시 열 변환하여 얻은 최종 결과가 그림 4이다.



그림 2. 원 영상



그림 3. 웨이블릿 행 변환

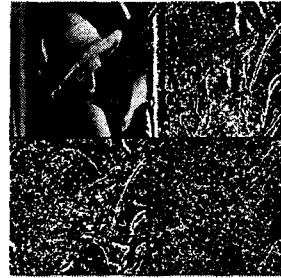


그림 4. 웨이블릿 열 변환

#### 3.2 웨이블릿 변환을 이용한 Packetizing

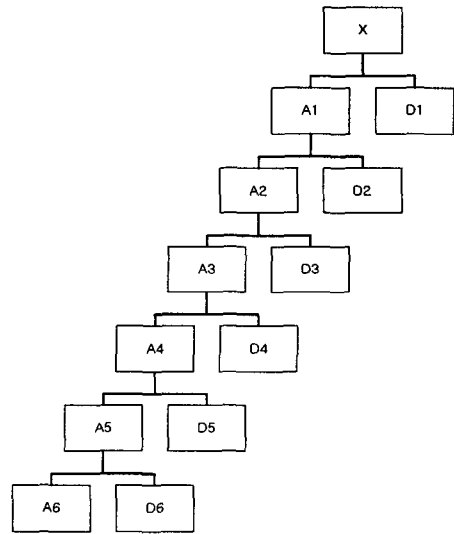


그림 5 영상데이터의 웨이블릿 변환

그림5는 영상 데이터  $X$ 를 웨이블릿 변환하여 approximation 부분과 detail 부분으로 나뉘어 지는 것을 도식화한 그림이다. 그림에서 A1은 원래 영상 데이터의 1/4에 해당한다. A2는 원래 영상 데이터의 1/16에 해당한다. 이런식으로 변환을 계속하여 많은 양의 데이터를 줄일수 있다. 하지만 어느 정도 레벨이 올라가면 영상의 손실이 생겨 화질이 떨어진다.

그림 6, 7, 8, 9, 10은 각각 원래영상, 1/4손실, 2/4손실, 3/4손실, 15/16손실, 63/64손실 되었을때의 그림이다. 이것은 웨이블릿 변환을 통하여 영상 데이터의 중요한 부분을 하나의 패킷에 압축하고 나머지 패킷 데이터는 모두 손실되었다고 가정하였을 때 복원한 영상들이다. 실제로 많은 데이터를 잃어버렸지만 중요한 패킷이 살아 있으면 데이터가 거의 복구됨을 알수 있

다. 즉 전체 영상에 대하여 packetizing을 하고 packet에 따라 중요도를 부여하여 전송의 방법을 달리하여 중요한 packet의 손실을 막는다.



그림 6. 원 영상



그림 7. 1/4 손실



그림 8. 3/4 손실



그림 9. 15/16 손실



그림 10. 63/64손실

### 3.3 Packetizing을 이용한 데이터 스트림 구성

그림 11은 CCD 카메라를 통하여 들어온 원 영상이고 이를 2단계 웨이블릿을 수행한 후, 영상은 그림 12와 같이 총 7개의 부분으로 나뉘어 진다. 각 부분은 우선 순위가 주워지게 된다. 그림 13은 우선 순위별로 스트림을 구성하는 것을 보여준다. 맨 좌측 하단은 영상의 approximation성분으로 영상 복원시 최우선시 되고 나머지 부분은 detail값으로 전송시 유실되더라도 복원시 중요도가 떨어지므로 우선 순위가 낮아진다.



그림 11 원 영상

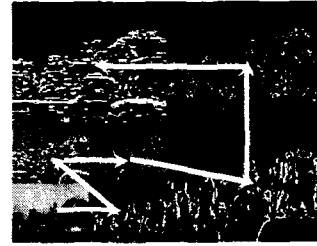
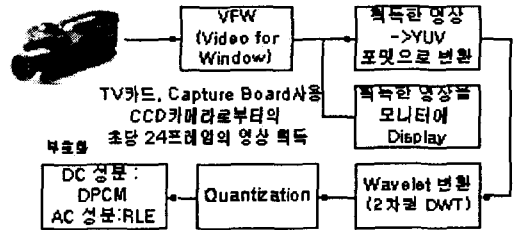


그림 12. 스트림 구성도

위와 같이 구성된 스트림을 네트워크를 통해 전송 할때 한 프레임의 구성하는 모든 부분이 수신 안되더라도 손실된 데이터를 0값으로 대체하여 역 웨이블릿 변환을 하게 되면 원 영상에 근접하는 영상을 복원할 수 있다.

### 3.4 Video Authoring



- DPCM(Differential Pulse Coding Moduling) 코딩 : 각건 레벨과 비교하여 둘 사이의 차이만을 전송하는 방식
- RLE(Run Length Coding) 코딩 : 반복되는 레벨의 반복으로 하나의 값과 그 값의 반복횟수로 나타내는 방식

그림 19 Video Authoring

CCD 카메라로부터 초당 24프레임의 영상을 획득한다. 획득한 영상을 화면에 디스플레이 하면서 그 이미지를 웨이블릿 변환을 한다. 영상 데이터를 압축하기 위해서 양자화 과정을 거친후, Approximation 성분만은 가지는 부분은 DPCM 코딩을 하고, 다른 Detail 부분은 RLE 코딩을 하여 압축한 값을 앞에서 설명된 순서에 의해 스트림으로 구성한다. 그림 19는 Video

Authoring 과정을 자세하게 나타낸 그림이다.

#### IV. UDP를 이용한 실시간 영상 전송

일반적으로 데이터 전송 방법에는 TCP와 UDP를 이용한 방법이 있다. TCP는 서버와 클라이언트 사이에 연결이 이루어진후(connection oriented) 데이터를 주고 받는 방식이고, UDP는 연결없이(connectionless) 필요할 때 마다 데이터를 주고 받는 방식이다. TCP는 연결에 의해서 데이터의 유실등이 발생했을 경우 다시 재전송을 할 수 있으나 그로 인하여 속도의 저하가 발생하고 UDP는 일방적인 데이터의 전송이 이루어지기 때문에 데이터의 보장은 없지만 속도가 빠르다는 장점이 있다. 본 논문에서는 실시간 영상 전송을 위해 UDP 방식을 사용하였다.

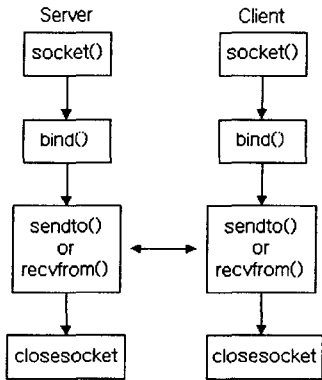


그림 20 UDP를 이용한 데이터 전송

그림 20는 UDP방식을 이용한 통신 과정을 나타낸 그림이다. UDP 방식이 데이터의 유실의 가능성이 있으나 네트워크 관련 기술의 발전으로 인하여 소용량의 데이터 전송에는 유실이 거의 없다. 본 논문에서는 한 프레임을 우선 순위에 따라 여러개의 소용량 패킷으로 나누고 패킷마다 번호를 부여하여 패킷이 순서대로 받을 수 있도록 보장하였다. 즉 1번 패킷이 도착하고 그 다음 2번 패킷이 도착하고, 4번 패킷이 도착하였다면 3번 패킷은 유실된 것으로 간주하고 유실된 패킷사이즈 만큼의 데이터에 0값을 채웠다. 또한 제한된 시간 안에 수신되지 않은 패킷들은 유실된 것으로 간주하여 받지 못한 데이터의 사이즈만큼을 0값으로 채워서 복원하였다. UDP 방식의 사용으로 데이터의 손실을 감안하였고 중요 패킷을 유실하였을 경우 에러를 최소화하기 위해서, 스트림 포맷 구성시 Approximation 데이터를 전송하고 다음 프레임의 이미지 전송 시 다시 한번 더 전송하여서 중요 데이터의

손실로 인한 에러를 최소화 하였다.

본 논문에서는 UDP방식을 이용하여 동영상 데이터를 실시간으로 전송할 수 있는 알고리즘에 대하여 연구하였다. 실험을 하기 위한 환경으로는 펜티엄III 800 PC와 DVC325 CCD 카메라를 사용하였고 패킷 사이즈는 1024byte로 하였다.

#### V. 결론

본 논문에서는 임베디드 환경에서의 실시간 영상 전송을 위하여 Wavelet Transform을 사용하였다. 네트워크 traffic에 따른 데이터의 손실이 있을 경우에도 수신된 데이터를 이용하여 영상을 복원하여 영상의 질의 저하를 감수하고 실시간 전송을 보장하는 알고리즘을 제안하였다.

#### 참고문헌

- [1] IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Tech., vol, 6, no. 3, pp. 243~250, June 1996.
- [2] M. Antonini, et al, "Image coding using vector quantization in the wavelet transform domain," IEEE Pro. on ICASSP, pp. 2297~2300, 1990.
- [3] R. A. Devore, et al, "Image compression through wavelet transform coding," IEEE Tr. on information theory, pp. 719~746, March 1992.
- [4] TCP/IP Illustrated Volume 1, W.Richard Stevens, Addison-Wesley Publishing Company, March 1996.
- [5] 구헌모, "웨이브렛 변환 영역에서 대역간 상관 관계를 이용한 영상 부호화," 석사학위논문, 경북대학교, 1994.