

# 상보쿼드 트리를 이용한 영상의 점진적 전송

김신진, 김영모  
경북대학교 전자공학과  
e-mail : [ksinj@palgong.knu.ac.kr](mailto:ksinj@palgong.knu.ac.kr)

## Progressive Transmission of Image Using Compact Complementary Quadtree

Sin-Jin Kim, Young-Mo Kim  
Dept. of Electronics Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

점진적 전송 방식은 낮은 해상도의 영상에서부터 점진적으로 더 높은 해상도의 영상으로 전송이 진행되는 동안 수신측에서 전송된 저해상도의 영상으로 영상의 가치를 판단하여 나머지 부분의 전송을 진행하거나 취소 할 수 있어 제한된 전송 대역을 효과적으로 이용할 수 있다. 본 논문에서는 영상의 점진적 전송을 실현하기 위하여 영상을 비트플랜으로 분리한후 각 플랜에 대하여 상보 쿼드트리 구조로 재구성한 후 적절한 순서에 따라 데이터를 전송하여 전송 초기단계에 영상의 내용을 대체적으로 파악할 수 있도록 하였다.

### 1. 서론

최근 보편화 되고 있는 인터넷의 경우 문자 정보보다 정지영상, 음성, 동영상 등의 멀티 미디어 정보가 많은 부분을 차지하고 있으나 회선의 대역폭이 제한적이거나 서버의 성능이 모든 서비스를 처리하는데 충분하지 못한 경우가 많으며 이러한 경우 영상정보의 점진적 전송은 전송의 초기 단계에 데이터의 유용성을 판단하여 전송의 계속적인 진행 여부를 판단할 수 있어 매우 큰 효과를 기대 할 수 있다.

이러한 요구를 만족 시키기 위하여 여러 영상 포맷은 점진적 영상 전송의 방법을 지원 한다[\*]. 특히 회선의 대역폭이 제한적이거나 많은 데이터를 빠른 시간에 처리하고자 할 경우에 영상의 점진적 전송은 더욱 유용하게 사용된다.

이러한 전송 방식의 성능을 판단하기 위해서는 적은 정보량의 저해상도 영상으로 이미지의 내용을 판단할 수 있도록 하는 효과적인 압축방법, 먼저 전송된 저해상도의 데이터를 고해상도 영상을 구현 하는데 적절히 이용하여 다음 단계에서 필요로 하는 부가적인 정보를 최소화하는 기술, 그리고 초기에 전송되는 적은 데이터량의 영상으로 어느 정도 내용의 판단

이 가능한가 등을 고려 하여야 할 것 이다.

본 논문에서는 영상의 점진적 전송을 크게 두 가지 방법으로 실현하였다. 첫째는 공간 계층화에 의한 공간 해상도를 이용한 점진적 전송 방식, 둘째는 그레이 스케일 계층화에 의한 그레이 스케일 해상도를 이용한 전송 방식이다. 그리고 위의 두 가지 방법을 적용하기 위하여 상보 쿼드트리와 비트 플랜을 이용하였다.

### 2. 영상의 계층적 표현

점진적 전송은 정보의 계층화를 통해 데이터의 중요도 순으로 조직화 하여 나타냄으로써 영상 압축 이외에도 여러 방면의 영상 처리에 사용된다. 본 논문에서는 공간 계층화와 그레이 스케일 계층화를 사용하여 이러한 점진전송을 실현하고 있으며 본 장에서는 이 두 가지 계층화에 대하여 설명 한다.

#### 2.1 공간 계층화

영상의 완전한 완만 현상은 가능하지 않기 때문에 전송은 단계적으로 수행되며 해상도 또한 단계적으로

향상되게 된다. 공간 해상도의 단계별 향상은 피라미드 혹은 삼각꼴 형태로 배열된 최종 영상에 대한 여러 가지 근사화 정의에 의해 이루어진다. 피라미드의 상위 수준에 있는 각 요소는 바로 다음의 하위수준에 있는 요소들로부터 얻어진다.

대표적인 영상의 계층적 분할은 나무 구조 표현을 들 수 있다. 이차원 영상정보에 대해 많이 사용되는 공간 분할인 쿼드트리 구조는  $2^n \times 2^n$  영상 배열을 같은 크기의 4 개의 영역들로 4 분면이 균일한 값이 될 때 까지 혹은 명시된 해상도 수준까지 연속적으로 분할하는 처리과정에 기초한 영역 표현 방법이다.

이러한 처리과정을 통하여 나무구조가 형성되는데 나무는 한 마디에 4 개의 가치를 가진다. 최상위 마디는 전체영상을 표현하며, 상위마디에 대한 4 개의 하위 마디들은 상위마디의 4 분면을 표현한다. 잎마디(leaf node)는 균일한 값을 갖는 가장 큰 영역에 해당하고 나무의 어떤 수준(level)에서도 생길 수 있다. 중간마디(non-leaf node)는 상위 마디의 4 분면중의 하나를 나타내고 다시 4 개의 분면으로 나누어진다. 이때 어떤 수준 k에 있는 마디는 영상에서  $2^k \times 2^k$  크기의 블록(block)에 해당한다. 그림 1.과 그림 2.에서  $8 \times 8$  영상 배열의 블록 분할과 이에 대한 쿼드트리의 구조를 예로 나타내고 있다.

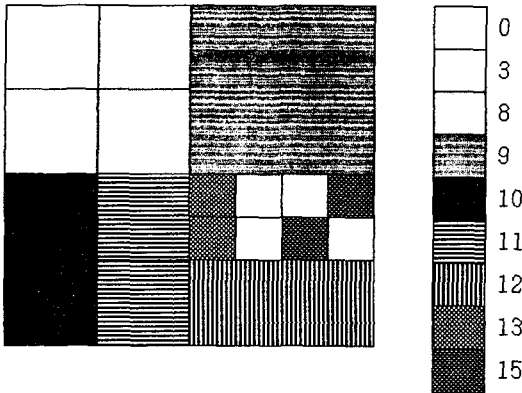


그림 1. 간단한 영상의 블록분할 예

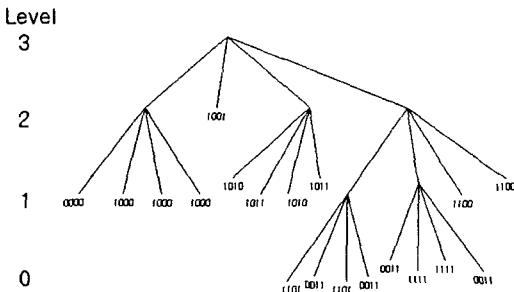


그림 2. 그림 1.에 대한 쿼드트리 데이터 구조

2.2 그레이 스케일 계층화

그레이 스케일 해상도의 단계별 향상은 그레이 스

케일 계층화에 의해 얻을 수 있다. 본 논문에서는 비트 플랜(bit plane)을 이용하여 계층화를 실현하였다. 이 방법은 한 픽셀이 k-비트로 표현되는 그레이 스케일 영상의 그레이 레벨은 식(1)에서와 같이 밀이 2 인 다항식 형태로 나타낼 수 있다.

$$a_{k-1} 2^{k-1} + a_{k-2} 2^{k-2} + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0 \quad (1)$$

이러한 성질에 바탕을 두어, 영상을 이진 영상의 집합으로 구성하는 간단한 방법은 다항식의 k 계수를 k 개의 1-비트 플랜으로 분리하는 것이다. 영차(zero-order) 비트 플랜은 각 화소의  $a_0$  비트의 집합으로, k-1 비트 플랜은 각 화소의  $a_{k-1}$  비트의 집합으로 구성할 수 있다. 일반적으로 각 비트 플랜은 0 에서 k-1 까지의 k 개를 가지며 원 영상에 있는 각 화소로부터 점유 비트의 값 혹은 다항식 계수의 값과 동일하게 됨으로써 구성된다.

3. 점진적 전송 방식

영상에 대한 점진적 전송 방식은 단계별로 전송된 부분적인 영상정보를 수신측에서 원영상에 근사적으로 재구성해 나가는 것이며, 재구성되는 영상은 수신된 정보가 많을수록 점차 향상되며 최종적으로 모든 영상정보의 전송이 이루어지면 정확히 원 영상이 재구성 된다.

지금까지의 점진적 전송은 공간 해상도의 증가에 중점을 둔 다양한 접근 방법이 제시되었다. 상위레벨에서 하위 레벨로 피라미드 데이터 구조를 전송함으로써 수신측에서는 점진적으로 향상되는 영상을 재구성한다.

본 논문에서는 전송 방식에 따라 공간 해상도에 따른 전송 방식, 그레이 스케일 해상도에 따른 전송 방식을 설명하고 위의 두 가지 방법을 병행한 새로운 방식을 제안하였다.

3.1 공간 해상도에 따른 점진 전송 방식

이 방식은 영상을 공간 계층화로 구성한 것을 전송하는 방식으로 나무 구조의 최상위 수준에서부터 하위수준으로 순차적 전송을 할 수 있어 수신측의 해상도 수준에 따른 가변적 전송이 가능하다. 본 논문에서는 기존의 쿼드트리보다 약 20 퍼센트 향상된 데이터 효율을 가지는 상보쿼드트리를 이용하였다.

이 방법은 저장 공간을 줄일 수 있고 불필요한 정보를 없앨 수 있다. 본 논문에서는 공간해상도 외에 그레이 스케일 해상도를 이용하므로 각각의 비트 플랜은 독자적으로 상보 쿼드트리 구조로 구성된다. 따라서 상보 쿼드트리는 이진 영상에 대하여 구성하게 되고 각각의 노드는 대표값과 형태 부호를 가지게 된다.

타입 코드는 잎사귀가 아닌 마디의 아들에 대한 8 가지와 잎사귀 마디에 대한 1 가지로 구성된다. 이 9 가지 타입 구조와 코드는 그림 3 과 같다.

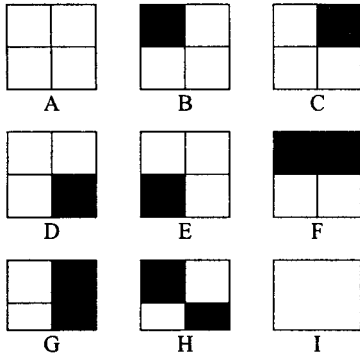


그림 3. 타입 구조와 코드

타입코드 'A'를 살펴보면 발생코드 'A'는 쿼드의 이들 일부 혹은 전부가 동일 색으로 재 정의 되었다는 것을 가리킨다. 그림 4는 그림 1의 그레이 스케일 영상에 대한 MSB 비트 플랜 영상을 나타낸 것이며, 그림 5는 그림 4에 대하여 상보쿼드트리 적용하여 나무 구조로 나타낸 것이다. 마디의 타입 코드는 규정된 순서(breadth-first, 즉, 위에서 아래로, 왼쪽에서 오른쪽으로)로 전송된다. 각 마디에 대해, 나무 표기를 위한 특별한 이진 코드가 전송된다. 예로서, 그림 5의 나무에 대해, 부호화는 아래의 심볼 형태가 될 것이다.

1, A, BLLA,LLLLGHLL

여기서 첫번째 1은 뿌리의 색이 검은색(1) 혹은 흰색(0)인가를 나타낸다. 수신기는 이미 수신된 정보로 어떤 주어진 점에서 수신되어질 마디가 어떤 것인지, 그리고 어떤 하부영상이 그 마디를 나타내는지 알 수 있다.

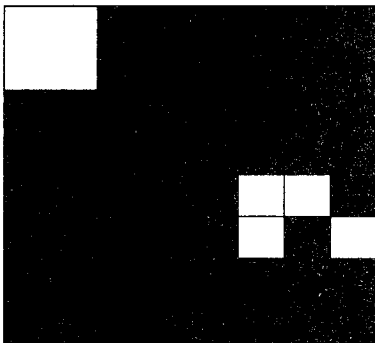


그림 4. 그림 1의 MSB 플랜에 대한 이진 영상

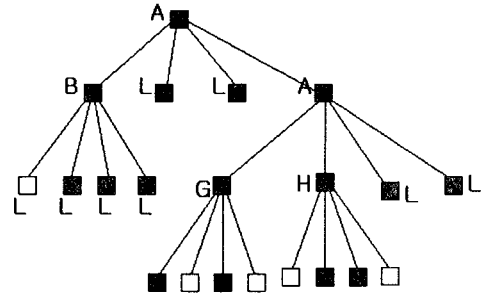


그림 5. 상보 쿼드트리로 재 정의된 나무구조

### 3.2 그레이 스케일 해상도에 따른 전송 방식

이 방식은 영상을 그레이 스케일 계층화하여 전송하는 방식으로, 좀 더 향상된 데이터 압축을 얻기 위해 각각의 비트 플랜에서 보다 큰 단일색상 영역으로 구성하도록 하는 그레이 코드(gray code)를 적용한 후 비트 플랜 코딩을 적용하여 MSB 플랜에서 LSB 플랜까지의 각 플랜별로 개별적으로 코딩하였다. 그리하여 각 플랜에 대하여 가장 중요한 정보를 갖고 있는 MSB 플랜부터 덜 중요한 정보를 갖고 있는 LSB 플랜으로 순차적 전송을 실시 함으로서 밝기 정도의 차에 따른 이상 유무를 판단하는데 효과적이다.

### 3.3 공간 해상도와 그레이 스케일 해상도를 병행한 방식

이 방식은 위의 두 가지 방식을 혼합한 것으로 다음의 그림 6을 통해 알아 보기로 하자.

먼저 1)로 표시된 것은, 공간 해상도에 따른 전송으로 이것은 정해진 공간 수준에 따라 전송하는 것이며, 2)로 표시된 것은 그레이 스케일 해상도에 따른 전송으로 MSB 플랜에서 LSB 플랜으로 전송을 실시한 것이다. 전송 가능한 시퀀스 수는 많기 때문에 완전한 최적 시퀀스를 찾는 것은 매우 어렵고 영상의 종류와 응용에 따라 최적 시퀀스는 달라질 수 있다.

본 논문에서는 3)으로 표시된 것과 같이 MSB 플랜에 대해서는 높은 공간 해상도를 그리고 LSB 플랜으로 갈수록 좀더 낮은 공간 해상도를 적용함으로써 초기에 원 영상에 근사화 된 영상을 얻을 수 있도록 하였다.

- 1) 공간 해상도에 따른 전송방식
- 2) 그레이 스케일 해상도에 따른 전송 방식
- 3) 공간 해상도와 그레이 스케일 해상도를 병행한 전송 방식

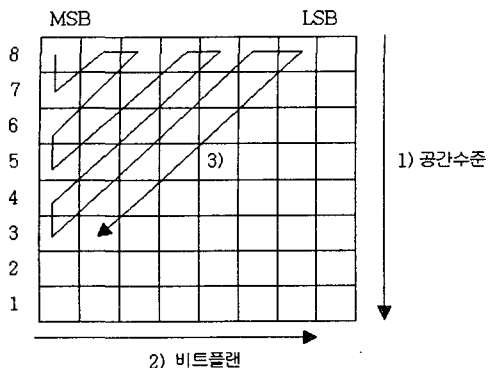
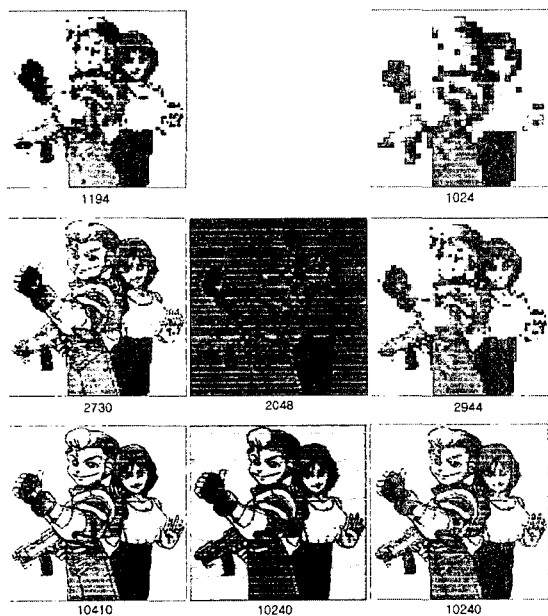


그림 6. 각 전송 방식의 도식

4 실험 및 고찰

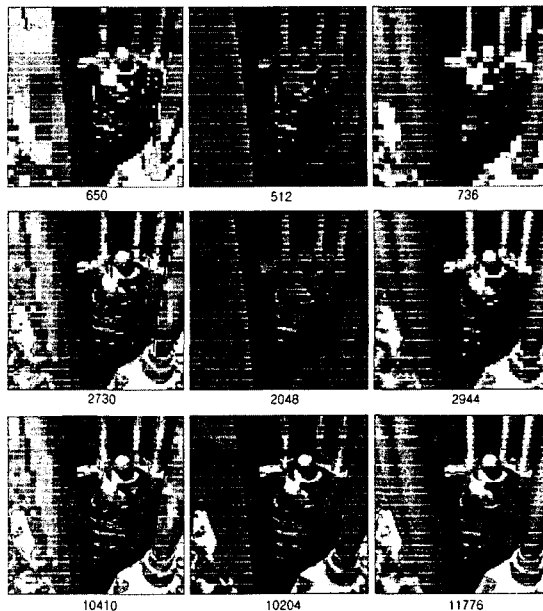
사용된 영상은 8 비트의 그레이 영상으로 256 x 256 만화 영상, 그래픽 영상으로 모두 8 개의 비트 플랜과 8 단계의 공간 레벨을 갖고 있다.

다음의 그림 7, 8 에서 위의 세가지 방식 각각에 대해 해상도 특성과 전송바이트 수를 비교 할 수 있다. (그림아래의 숫자는 전송된 바이트수)



(a)병행 (b)공간 해상도 (c) 그레이 스케일

그림 7. 만화영상에 대한 각 전송방식의 비교



(a)병행 (b)공간 해상도 (c) 그레이 스케일

그림 8. 그래픽영상에 대한 각 전송방식의 비교

5 결론

본 논문에서는 전체 영상의 대체적인 윤곽을 판단 하는데 도움되는 데이터를 먼저 전송하여 데이터전송 초기에 영상의 유용성을 판단하는데 도움이 되는 전송방식에 관하여 기술 하였다. 본 논문의 방법을 사용하여 데이터의 구조를 적절히 변형하고 전송 순서를 달리하면 전송의 초기 단계에 전체적인 이미지의 윤곽을 이해 할 수 있다.

픽셀 값의 특정 비트들로만 구성된 비트 플랜을 만들고 각 비트 플랜은 상보 쿼드트리를 이용하여 점진 전송이 가능하게 제 구성 되었다. 그리고 이들을 적절한 순서에 의해 전송 함으로서 기존의 방법들과 달리 공간 계층화와 그레이 스케일 계층화를 동시에 적용 하였다.

참고문헌

[1] M. Rabbani, and P. Jones. Digital Image Compression Techniques. Washington: SPIE PRESS, 1991.  
 [2] H. Samet, "The quadtree and related Hierrarchical data structure and algorithms for computer grayphics, Part I: Fundamentals, and Part II:Applications", IEEE Comp, Graph. and Appl., vol. 8, no. 3 pp. 48-68 May 1988, and no 4, pp. 59-75, July 1988.  
 [3] Rauschenbach, U.: "Compression of Palettized Images With Progressive Coding of the Color Information", in: Proc. SPIE Symposium on Vis Visual Communications and Image Processing 2000, Perth, Australia, 20-23 June, 2000.