

특집논문-02-07-4-07

MPEG-4 AVC 기반 미세입자 스케일러블 비디오 코딩을 위한 새로운 스캔 방법

정 원 식*, 박 광 훈**, 김 규 현*

A New Scanning Method for MPEG-4 AVC based Fine Granular Scalable Video Coding

Won-Sik Cheong*, Gwang Hoon Park** and Kyuheon Kim*

요 약

본 논문에서는 MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding) 기반 미세입자 스케일러블 (Fine granular scalable: FGS) 비디오 코딩 기법의 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 스캔 방법을 제안한다. 제안한 방법에서는 전송하고자 하는 영상에서 시청자에게 시각적으로 중요한 부분을 우선적으로 부호화하여 전송하고, 수신단에서도 해당 영상 정보를 우선적으로 복호화함으로써, 복원된 스케일러블 비디오의 화질을 향상시킨다. 제안한 방법의 성능을 확인하기 위한 실험 결과로부터 제안한 방법을 FGS에 적용하는 경우에는 복원 영상의 주관적인 화질을 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

Abstract

In this paper, we introduce a new scanning method for MPEG-4 AVC based Fine Granular Scalable video coding that can significantly improve the subjective picture quality of a decoded scalable video. The proposed scanning method can guarantee the subjectively improved picture quality of the decoded scalable video by encoding, transmitting and decoding the visually important region most-preferentially. From the simulation results, it has been found that the proposed scanning method can lead the FGS method to achieve significantly improved picture quality, especially on the region of interests.

I. 서 론

최근 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG에서는 현존하는 비디오 부호화 표준에 비하여 고 압축율을 가지는 새로운 비디오 부호화 표준을 공동으로 제정하기 위하여 JVT(Joint Video Team)^[1]을 발족하였으며, 현재 표준화가 진행 중에

있다. 이 표준화의 결과는 MPEG-4 AVC(MPEG-4 Part 10: Advanced Video Coding)^[2] 또는 ITU-T H.264로 불린다. MPEG-4 AVC는 기존의 MPEG 비디오 코딩 표준들에 비하여 압축 효율이 월등히 좋은 것으로 보고 되어 있다.^[3] 그러나, 현재의 정보기술(information technologies: IT) 분야는 빠르게 통합되어 가는 추세에 있고, 방송/통신망의 융합이 진행됨에 따라, 방송망, 유무선 인터넷 등의 서로 다른 대역폭을 가지는 다양한 통신망과 디지털 TV, HDTV, PDA, 노트북, IMT2000 등과 같은 다양한 화질과 연산능력을 가지는 단말기들이 혼재하고 있는 상황에서, 다양한 통신 환경에서 각각의 사용자에게 주어진 환경에 맞도록 동영상을 전송할 수

* 한국전자통신연구원 방송미디어연구부
Broadcasting Media Research Department, Electronics and Telecommunications Research Institute

** 경희대학교 전자정보학부 컴퓨터공학 전공
Dept. of Computer Engineering, School of Electronics and Information, Kyunghee University

있는 스케일러블 비디오 코딩 방법이 필요하지만, JVT에서는 스케일러블 비디오 코딩에 대한 표준화는 진행되지 않고 있으며, 차기 표준화 대상으로 고려되고 있는 상황이다.

스케일러블 비디오 코딩은 비디오를 부호화하는데 있어서, 하나의 부호화된 비디오 비트스트림을 이용하여 전송선로의 상태나, 수신 단말기의 능력에 맞게 전송할 수 있도록 계층적인 비트스트림을 생성하여 전송하는 것으로서, 크게 기본계층(Base Layer)과 강화계층(Enhancement Layer)으로 구성된다. 이때, 기본계층은 기본품질의 동영상 정보를 제공하고, 강화계층은 기본계층에 더해져서 향상된 화질의 복원영상을 얻을 수 있는 영상정보를 제공한다. 수신단 측에서는 단말기의 성능이나 전송선로의 상태에 따라 전송된 두 가지 계층의 영상정보를 선택하여 복호화하게 된다. 즉, 전송선로의 대역폭이 모자라서 강화계층을 전송할 수 없는 상황이거나, 전송선로를 통하여 전달된 모든 정보에 대한 복호 능력을 가지고 있지 않은 수신기의 경우에는 기본계층에 대한 정보만을 복호화하여 기본품질의 영상을 얻을 수 있고, 전송선로의 대역폭이 충분하고, 고품질의 수신기를 사용하는 경우에는 모든 계층의 정보를 복호화하여 고품질의 영상을 얻을 수 있다. 그러므로, 스케일러블 비디오 코딩을 사용하는 경우에는 하나의 비디오 스트림을 이용하여 다양한 대역폭이나 수신 단말기의 성능을 가지는 통신 환경에서 다양한 사용자들을 모두 만족 시킬 수 있다.

기존의 스케일러블 비디오 코딩 기법들에서 향상된 화질을 얻기 위해서는 강화계층에 해당하는 비트스트림을 모두 수신하여야만 하며, 강화계층의 비트스트림을 수신하는 도중에 전송선로의 상태 변화로 인하여 완전한 스트림을 수신하지 못하면 그때까지 수신한 강화계층의 비트스트림은 복호화가 불가능하며, 화질 향상에 사용할 수 없게 된다. 즉, 기존의 스케일러블 비디오 코딩 기법들은 대역폭이 급변하는 통신 환경에는 적합하지 않다고 할 수 있다. 이에 비하여, 최근 MPEG-4에서 표준화가 완료된 미세입자 스케일러블 (Fine Granular Scalable: FGS) 코딩 기법^{[4][5]}에서는 강화계층의 전송 중에 대역폭이 급변하여 강화계층의 비트스트림을 모두 수신하지 못한 경우에도, 그때까지 수신된 부분적인 비트스트림만을 이용하여 수신된 영상의 화질 향상이 가능하다. 그러므로, MPEG-4 FGS는 기존의 스케일러블 비디오 코딩 기법이 전송 선로의 대역폭이 급변하는 경우에 잘 적응하지 못하는 단점을 개선하여, 전송선로의 상태가 급변하는 경우에도 주어진 대역폭에서 최적의 화질 향상을 얻을 수 있도록 설계된 망상대 적응적인 스케일러블 비디오 코딩 기법이라 할 수 있다.

본 논문에서는 MPEG-4 AVC 기반 FGS를 위한 새로운 스캔 방법을 제안한다. 제안한 방법에서는 전송하고자하는 영상에서 시청자에게 시각적으로 중요한 부분을 우선적으로 부호화하여 전송하고, 수신단에서도 해당 영상 정보를 우선적으로 복호화함으로써, 복원된 스케일러블 비디오의 화질을 향상 시킨다. 제안한 방법의 성능을 확인하기 위하여, 표준화에 사용되는 테스트 모델 9 (TML 9)[6]을 이용하여 MPEG-4 AVC 기반 FGS 부호화/복호화를 구현하였으며, 구현된 FGS 부/복호화기에 제안한 스캔 방법을 적용하여 실험을 행하였다. 실험 결과로부터 제안한 방법을 MPEG-4 AVC 기반 FGS에 적용하는 경우에는 시각적으로 중요한 영역에서 약 1dB에서 3dB 정도의 많은 성능향상을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

II. MPEG-4 미세입자 스케일러블 비디오 코딩

MPEG-4 FGS는 기본적인 화질을 보장하는 기본계층과 특정 비트율에서의 화질 향상을 목표로 만들어진 몇 개의 강화계층으로 구성되어 각 강화계층에 해당하는 비트 스트림을 모두 수신한 경우에만 복원 화질을 향상 시킬 수 있었던 기존의 스케일러블 코딩 기법들과는 달리, 하나의 기본계층과 하나의 강화계층으로 구성되어 강화계층을 전송하는 도중에 대역폭이 급변하여 강화계층의 비트스트림을 모두 수신하지 못한 경우에도, 그때까지 수신된 부분적인 비트스트림만을 이용하여 수신된 영상의 화질 향상이 가능하도록 함으로써 주어진 대역폭에서 최적의 화질 향상을 얻을 수 있도록 설계된 망상대 적응적인 스케일러블 비디오 코딩 기법이다. 스케일러블 비디오 코딩 방법들의 일반적인 성능을 그림 1에 나타내었다. 이 그림에서 보는바와

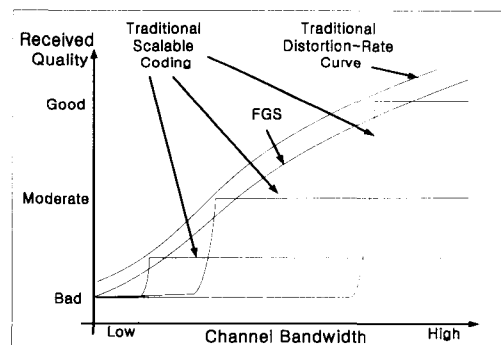


그림 1. 스케일러블 비디오 코딩 방법들의 성능
Fig. 1. Illustration of scalable video coding performance

같이 기존의 스케일러블 코딩 방법들의 경우에는 강화계층에 해당하는 비트 스트림을 모두 수신한 경우에만 이를 복호화하여 복원 화질을 향상시키는데 사용할 수 있기 때문에, 전송 대역폭이 강화계층이 부호화된 비트율에 도달하는 시점에서 화질 향상이 일어나기 때문에, 전송 대역폭이 다음 강화계층이 부호화된 비트율에 도달할 때까지 동일한 화질을 유지하는 계단 모양의 성능 향상 경향을 나타낸다. 이에 비하여 FGS의 경우에는 대역폭의 변화로 수신단에서 강화계층의 비트 스트림이 임의의 점까지만 수신된다 하더라도, 그때까지 수신된 비트 스트림을 복호화한 뒤, 이를 복원화질의 향상에 이용할 수 있기 때문에 그림 1에서 보는바와 같이 대역폭이 증가함에 따라 복원화질이 연속적으로 증가하게 된다.

이를 위하여 MPEG-4 FGS에서는 기존의 이산여현변환 (Discrete Cosine Transform: DCT) 기반의 부호화 방법들이 양자화된 DCT 계수 값들을 순서대로 전송하던 것과는 달리, 강화계층에서 전송할 영상정보에 대하여 비트플레인 (bit plane) 부호화 방법을 사용한다. 비트플레인 부호화 방식은 DCT 계수들을 전송하는 데 있어서, 각각의 계수 값을 순서대로 전송하지 않고, 한 프레임 또는 필드의 DCT 계수 값들을 비트플레인 별로 나누어 각 DCT 계수들의 가장 중요한 비트(Most significant bit: MSB)를 최우선적으로 전송하고, 그 다음 중요한 비트플레인을 차례대로 전송하는 방식이다.

MPEG-4 FGS의 인코더의 구조를 그림 2에 나타내었

다.^{[4],[7]} 이 그림에서 보는 바와 같이, 기본 계층에서는 MPEG-4 비디오 부호화기법 중에서 Simple profile 또는 Advanced Simple profile을 사용한다. 강화 계층의 FGS 부호화는 원영상과 기본계층에서 비트스트림을 전송한 후 재생된 영상과의 오차(residues)를 구하는 단계와, DCT를 수행하는 단계, 비트플레인 쉬프트(Bit-plane shift)를 수행하는 단계, 최대값을 찾는(Find Maximum) 단계, 그리고 비트플레인 별로 가변장 부호화(Bit-plane VLC)를 수행하는 단계로 나뉘어 진다.

오차를 구하는 단계에서는, 기본계층에서 코딩된 후 재생된 영상과 원영상과의 차를 구하고, 구해진 오차를 다음 단계에서 8x8 블록 단위로 DCT 행하여 DCT 계수를 구한다. 이때 영상에 따라서, 다른 블록에 비하여 좋은 복원화질을 갖는 블록이 필요하다면 해당 블록을 최우선적으로 전송하여야만 하고 이를 위하여 비트플레인 쉬프트를 선택적으로 수행할 수 있다. 이를 선택적 강화(Selective Enhancement)라 하며, 비트플레인 쉬프트 단계에서 수행한다. 최대 값 찾기 단계에서는 DCT를 수행한 모든 값들의 절대치에 대한 최대 값을 구한다. 이 값은 해당 영상 프레임에 전송하기 위한 최대 비트플레인의 개수를 구하는데 사용된다. 비트플레인 가변장 부호화 단계에서는, 전체 프레임에 대한 DCT 계수들을 비트플레인 별로 가변길이 부호화를 행한다. 이때, 각각의 비트플레인을 전송하는데 있어서는, 해당 비트플레인에서 블록 단위로 구해진 64개의 비트들을 지그재그(zigzag) 스캔한 뒤, 런 길이를 부호화

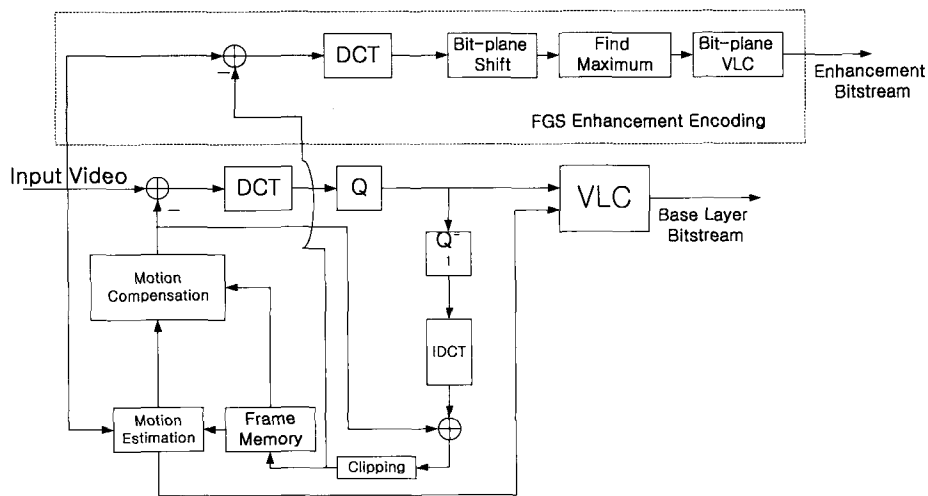


그림 2. MPEG-4 FGS 인코더의 구조
Fig. 2. MPEG-4 FGS encoder structure

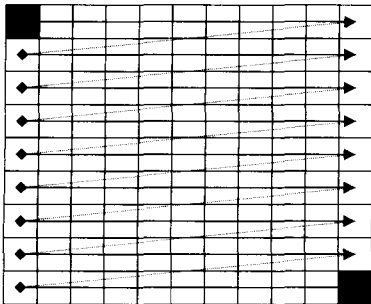
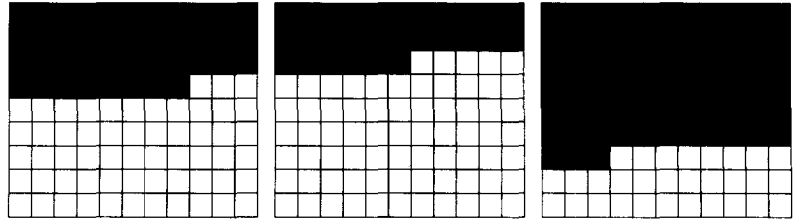


그림 3. 레스터 스캔 방법
Fig. 3. Raster scan order



■ The macroblock that the decoding is completed.
□ The macroblock that decoding can not be completed because of the bandwidth variations

그림 4. FGS에서 레스터 스캔 방법을 이용한 경우에 복호화가 완료된 블록들
Fig. 4. Blocks that decoding is completed in case raster scan order is applied in FGS coding

(Run-length encoding)를 수행 한다.

이상에서 살펴본 바와 같이, MPEG-4 FGS에서는 비트 플레인 단위의 부호화를 행함으로써, 임의의 지점에서 잘려진 비트스트림을 수신하더라도, 이를 복호화하여 복원 화질 향상에 사용할 수 있는 특징을 가진다. 그러나, MPEG-4 FGS에서는 각 비트플레인을 부호화 및 복호화 하는데 있어서, 각 블록에 대한 전송 순서는 그림 3에 나타난 것과 같은 레스터 스캔 방법을 사용한다. FGS의 경우에는 전송 선로의 대역폭에 따라 수신되는 비트량이 결정되기 때문에, 레스터 스캔 방법을 사용하는 경우에는 복원영상에 대하여 사용자의 관심 영역이 어디인지에는 관계 없이, 복원영상의 최상단에서부터 화질 향상이 일어나며, 수신되는 비트량이 늘어감에 따라 화질 향상이 일어나는 영역이 하단으로 까지 내려가게 된다. 즉, 그림 4에서 보는 바와 같이, 영상의 상단 부분에 해당하는 강화계층의 비트 스트림만 수신 되어 복호화가 완료되었다면, 상단 부분의 화질만 향상되게 된다. 일반적으로 사용자가 관심있는 물체는 화면의 상단이나 하단 등으로 치우쳐져 있는 경우가 별로 없기 때문에, 영상의 상단 부분의 화질이 향상되는 경우에는 사용자들이 화질이 향상된 것을 느끼지 못하는 경우가 많다. 즉, MPEG-4 FGS에서 레스터 스캔 방법을 사용하는 경우에는 강화계층의 비트스트림을 수신하여 복원하더라도 복원 영상의 주관적인 화질 향상에는 영향을 많이 미치지 않는 사용자의 관심이 별로 많지 않은 영역의 화질만을 향상 시킬 가능성이 크다고 할 수 있다. 또한, MPEG-4 FGS에서는 부분적인 비트스트림만을 수신하여도 영상복원이 가능하도록 하기 위하여, 그림 2에서 보는 바와 같이 강화계층의 부호화에는 움직임 추정 및 보상을 사용하지 않고, 기본계층의 부호화에만 움직임 추정 및 보상을 사용한다. 강화계층의 부호화하여 전송하는데 있어서,

레스터 스캔 방법을 사용하지 않고, 임의의 스캔 방법을 사용하여 전송하는 경우에도 디코더단에서 전송된 비트 스트림을 인과성(Causality)과 무관하게 예러 없이 복원할 수 있다. 그러므로, MPEG-4 FGS에서 레스터 스캔 방법 대신, 사용자가 관심을 가지는 시각적으로 중요한 영역부터 전송할 수 있는 새로운 스캔 방법을 사용한다면, 복원 영상의 주관적인 화질을 크게 향상 시킬 수 있는 것으로 예상할 수 있다.

III. MPEG-4 AVC 기반 FGS를 위한 새로운 스캔 방법

본 장에서는 FGS 부호화 방법에서 전송하고자하는 영상에서 시청자에게 시각적으로 중요한 부분을 우선적으로 부호화하여 전송하고, 수신단에서도 해당 영상 정보를 우선적으로 복호화함으로써, MPEG-4 AVC 기반 FGS의 주관적인 화질을 향상시킬 수 있는 새로운 스캔 방법에 대하여 설명한다.

1. 제안한 파문 스캔 방법의 기본 개념

일반적인 영상에서는 시청자가 관심 있는, 시각적으로 중요한 물체들은 영상의 중심 영역과 같은 특정 위치에 존재한다. 그러므로 시청자가 관심 있는 영역(Region of Interest: ROI)을 최우선적으로 부호화, 전송 및 복호화하여 그 영역의 화질을 우선적으로 향상시킨다면, 시청자의 관심이 상대적으로 적은 ROI 이외의 부분의 화질이 좋지 않더라도 ROI 영역에서 좋은 화질을 제공하기 때문에, 시청자에게 상대적으로 좋은 주관적인 화질을 제공할 수 있다.

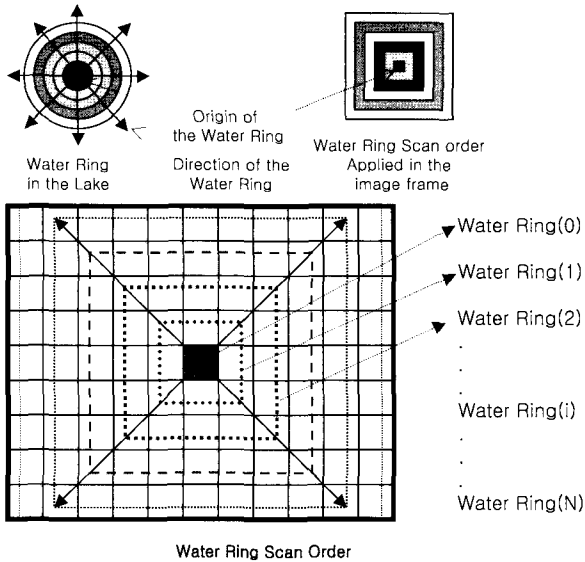


그림 5. 제안한 파문 스캔 방법의 기본 원리
Fig. 5. Basic idea of the proposed water ring scan method

제안한 스캔 방법에서는, 우선적으로 부호화하여 전송하여야 할 위치를 결정한 뒤, 해당 위치에서부터 부호화를 수행하여 점차 주변으로 확장하여 부호화를 수행한다. 즉, 시청자에게 시간적으로 중요하다고 생각되는 임의의 특정 위치의 블록을 최우선적으로 부호화한 후, 바로 이웃하는 외각에 위치하는 블록들을 그 다음에 부호화하는 것을 반복하여 수행한다.

이는 호수면 위에 돌을 던졌을 때 돌이 수면 위에 떨어진 위치로부터 파문 (Water Ring)이 일어나는 것과 같은 모양으로, 제안한 새로운 스캔 방법의 기본 개념을 그림 5에 나타내었다.^{[8][9]} 이를 동영상 부호화에 적용한다면, 파문 발생 위치로부터 부호화를 시작하여 점차 주변으로 파문이 연쇄적으로 발생되면, 해당 위치의 블록을 부호화하는 것과 같다. 즉, 제안한 스캔 방법은, 그림에서 보는 바와 같이 파문 발생 위치인 파문(0) 위치의 블록을 최우선적으로 부호화하고, 인접한 외각 파문인 파문(1) 위치의 블록들을 부호화한 뒤, 다시 인접한 외각 파문인 파문(2) 위치의 블록들을 부호화하는 것을 반복한다. 본 논문에서 제안한 스캔 방법은 파문이 확산되는 형태로 파문을 발생시키고, 해당 파문 위치의 블록들을 부호화하는 스캔 방법이므로, 이를 파문 스캔(Water Ring Scan) 방법이라고 부르기로 한다.

파문 스캔 방법에서 i 번째 발생된 파문의 블록들을 그림 6에 나타내었다. 이 그림에서 i 번째 파문인 파문(i)는

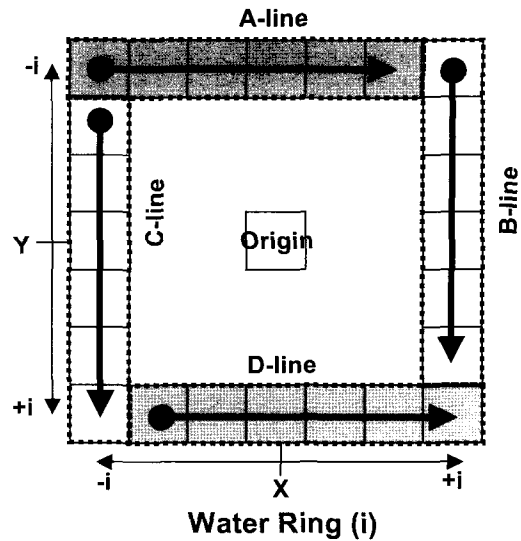


그림 6. i 번째 파문에 해당하는 블록들
Fig. 6. The blocks correspond to i th Water Ring

A-line (Top line), B-line (right middle line), C-line (left middle line)과 D-line (bottom line)에 위치한 매크로 블록으로 구성되어 있으며 파문 발생 위치로부터 i 번째 발생된 파문을 의미한다. 제안한 파문 스캔 방법을 이용한 부호화 방법은 다음과 같다.

과정 1. 파문 발생위치 (파문(0)) 결정 및 해당 위치의 블록 부호화

- (a) 임의의 파문 발생 위치 즉, 그림 6에서 "Origin"으로 표시된 지점의 좌표를 결정한다. 이때, 파문 발생 위치를 사용자가 임의의 위치로 결정하거나, 영상의 중앙 등의 특정 위치를 파문 발생 위치로 미리 결정할 수 있다. 파문 발생 위치를 사용자가 임의로 결정하는 경우에는 복호화기에 파문 발생 위치를 알려 주어야 한다.
- (b) 결정된 파문 발생 위치의 블록에 대하여 부호화를 수행한다.

과정 2. i 번째 파문인 파문(i)의 위치 결정 및 해당 위치의 블록 부호화

- (a) 파문 발생 위치로부터 i 번째 발생된 파문 즉, 파문(i)의 위치를 결정한다.
- (b) 파문(i) 위치에 해당하는 블록들에 대하여 부호화를 행한다.

과정 3. 영상 프레임 내의 모든 블록이 부호화될 때까지 과정 2를 반복 수행한다.

파문 스캔 방법의 간단한 구현 예는 다음과 같다.

```

nRing: # of nth Water Ring (Water Ring (n)) (initial value = 1)
nMB: # of MB's in each line (A, B, C, D) of Water Ring (n)
OriginX, OriginY: Origin coordinate (x, y).
CurrX, CurrY: Start (upper-left) coordinate of Water Ring (n).
CodedMB(x, y): Encoding or decoding function for designated MB(x, y), in which VLC or VLD for each bitplane are performed.
InBoundary(x, y): A checking function to distinguish whether the designated MB(x, y) is located at the outside of the picture.

Step 1: Coding of the 'Origin'
  if(InBoundary(OriginX,OriginY))
    CodedMB(OriginX,OriginY);
Step 2: Coding 'A-line' of Water Ring (n)
  CurrX = OriginX - nRing
  CurrY = OriginY - nRing
  nMB = 2 * nRing
  for( j=0; j< nMB j++ )
    if(InBoundary(CurrX+j, CurrY))
      CodedMB(CurrX+j, CurrY);
Step 3: Coding 'B-line' of Water Ring (n)
  x =CurrX + nMB
  for( j=0; j < nMB j++ )
    if( InBoundary(x, CurrY + j) )
      CodedMB(x, CurrY + j);
Step 4: Coding 'C-line' of Water Ring (n)
  for( j=1; j ≤ nMB j++ )
    if(InBoundary(CurrX, CurrY+j))
      CodedMB(CurrX, CurrY+j);
Step 5: Coding 'D-line' of Water Ring (n)
  y = CurrY + nMB
  for(j=1; j ≤ nMB j++)
    if(InBoundary(CurrX+j, y))
      CodedMB(CurrX + j, y);
Step 6
  if ( not whole Frame is Coded )
    { nRing++; goto Step 2; }
  else
    Stop;

```

2. MPEG-4 AVC 기반 FGS를 위한 파문 스캔 방법

파문 스캔 방법을 이용한 MPEG-4 AVC 기반 FGS 부호화기는 그림 2에 나타난 MPEG-4 FGS 부호화기와 비슷한 구조를 가지지만, 기본계층 부호화에 MPEG-4 Simple profile이나 Advanced Simple profile 대신 MPEG-4 AVC

를 사용하며, 각 비트플레인 별로 가변장 부호화를 수행할 때, 임의의 특정 위치로부터 파문 스캔을 수행하여 우선적으로 코딩할 매크로블록의 위치를 결정하고, 해당 위치에서부터 파문 스캔 순서대로 부호화를 행하는 단계가 추가된다. 파문 스캔 방법을 이용한 MPEG-4 AVC 기반 FGS의 부호화 방법은 다음과 같다.

- [1] 입력 영상에 대하여 MPEG-4 AVC를 이용하여 기본계층 비트스트림을 생성한다.
- [2] 기본계층 비트스트림을 복호화하여 얻은 복원영상과 입력 영상의 차인 오차 영상을 구하여 강화계층 부호화부로 입력한다.
- [3] DCT를 이용하여 오차 영상에 대한 DCT 계수를 구한다.
- [4] 오차 영상에 대한 DCT 계수들 중에서 가장 큰 값을 구하여, 이로부터 부호화되어야 할 비트플레인의 개수를 결정한다.
- [5] 각 비트플레인을 파문 발생 위치에서부터 파문 스캔 순서에 따라 런 길이 부호를 이용하여 부호화를 행한다.

이상에서 살펴본 제안한 파문 스캔 방법은 각 비트플레인의 부호화시에 시각적으로 중요한 블록에서부터 부호화를 시작하도록 스캔 순서를 변경하는 것으로, 구현이 간단하고, 기존의 레스터 스캔 방법을 이용하는 경우보다 추가되는 계산량이 무시할 정도로 적음에도 불구하고 복원 영상의 주관적인 화질을 크게 향상시킬 수 있는 새로운 스캔 방법이다.

IV. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 파문 스캔 방법의 성능을 평가하기 위한 실험에서는 MPEG-4 AVC를 기반으로 기존의 MPEG-4 FGS를 구현하여, 이에 레스터 스캔 방법을 사용한 경우와 제안한 파문 스캔 방법을 사용한 경우의 성능을 비교 평가하였다. 본 실험은 MPEG에서 정한 스케일러블 비디오 코딩을 위한 실험 조건^[10]에 따라 행하였으며, 이에 따라, 레퍼런스 코덱으로 TML9^[6]을 사용하였다.

그림 7에는 TML9을 기반으로 기존의 FGS 구현한 MPEG-4 AVC 기반 FGS와 여기에 파문 스캔 방법을 적용한 경우의 성능을 비교하여 나타내었다. 실험에 사용된 영상의 MPEG 표준 영상인 스테판(Stefan) 영상으로서, CIF 크기의 30Hz의 프레임 율에서 기본계층은 256kbps로 부/복호화 되고, 강화계층은 전송대역의 제약으로 복호화기에서 768kbps 만 수신하여 복호화된 경우를 나타내었다. 그림에서 1로 표시된 부분은 기존의 FGS에 대한 복원 영상을 나타내고, 2로 표시된 부분은 파문 스캔 방법을 사용한 경우의 복원 영상을 나타내고 있다. 이 그림에서 테니스 선수(Stefan) 부분을 살펴보면 1로 표시된 그림에 비하여 제안한 파문 스캔 방법을 사용한 2로 표시된 그림에서의 화질이 향상되었음을 확인할 수 있다.

이러한 결과는 3과 4로 표시된 그림으로부터 유추할 수 있다. 이 그림들은 각각의 방법에서 각 비트플레인에 대

여 부호화가 완료된 매크로블록을 나타내고 있다. 이 그림에는 MSB에 해당하는 비트플레인에서부터 그 다음 비트플레인인 MSB-1 등의 순으로 MSB-5까지의 여섯 개의 비트플레인이 표시되어 있고, 각각의 비트플레인에 대하여 부호화가 완료된 매크로블록은 검은색, 부호화되지 않은 매크로블록은 흰색으로 표시되어 있다. 이 그림들을 살펴보면 3으로 표시된 기존 FGS는 전송대역의 제약으로 768kbps만을 수신한 경우에는 MSB 및 MSB-1 플레인은 부호화가 완료되었지만, MSB-2 플레인의 경우에는 화면 상단의 일부만 부호화가 완료되었다. 이는 스테판 영상에서 시각적으로 중요한 선수 부분 보다는 관중석 부분의 화질이 많이 향상되었음을 의미한다. 이에 비하여 4로 표시된 파문 스캔 방법을 적용한 경우에는 관중석 부분 보다는 시청자들이 관심을 가지는 시각적으로 중요한 부분인 테니스 선수 부분이 우선적으로 부호화 되어 테니스 선수 부분의 화질이 향상되었음을 확인할 수 있다. 즉, 파문 스캔 방법은 시각적으로 중요한 부분을 우선적으로 부호화, 전송 및 복호화 하는 방법이기 때문에 대역폭의 변화로 비트스트림의 일부만 수신하는 경우에도 시청자의 관심영역을 우선적으로 부호화하여 주관적인 화질을 크게 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

또한, 스테판 영상에서 볼 수 있는 바와 같이 일반적인 영상에서 시청자들이 관심이 있는 물체들은 화면의 중앙과 같은 특정 영역에 위치하기 때문에, 시청자들의 관심이 큰 부분의 PSNR은 주관적인 화질 평가의 척도로 사용될 수 있다. 그러므로, 본 논문에서는 영상의 중앙에 위치한 14x10개의 매크로블록 영역을 관심 영역(Region of Interest: ROI)이

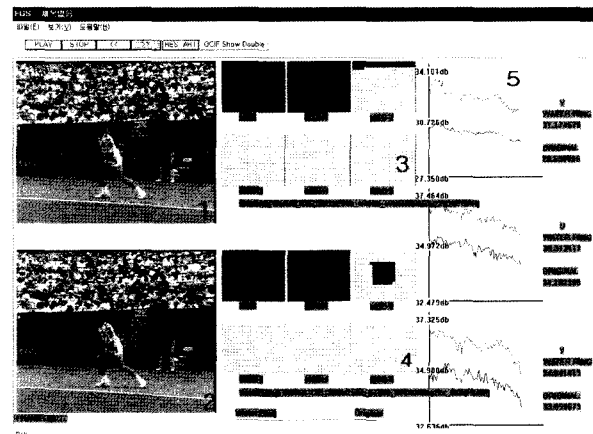


그림 7. MPEG-4 AVC 기반 FGS와 이에 파문 스캔 방법을 적용한 경우의 성능 비교

Fig. 7. Performance comparison between MPEG-4 AVC based FGS with and without Water Ring Scan Method

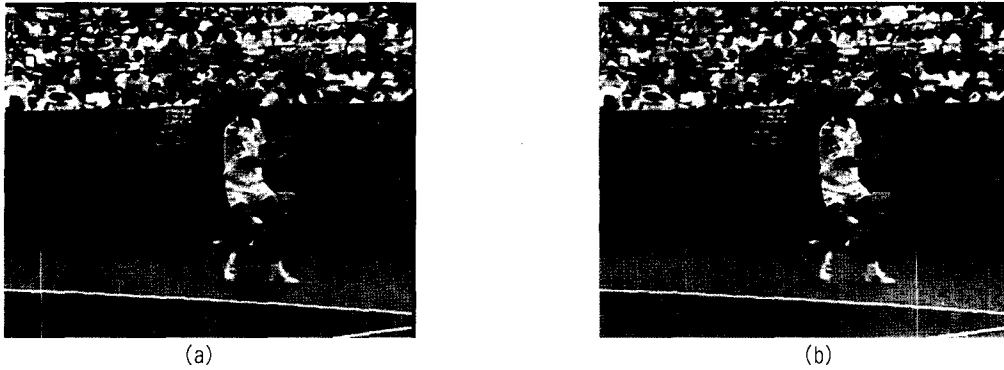


그림 8. 스테판 영상의 복원영상; (a)기존 FGS, (b)파문 스캔 방법
 Fig. 8. Reconstructed Stefan image; (a)traditional FGS and (b)Water Ring Scan method

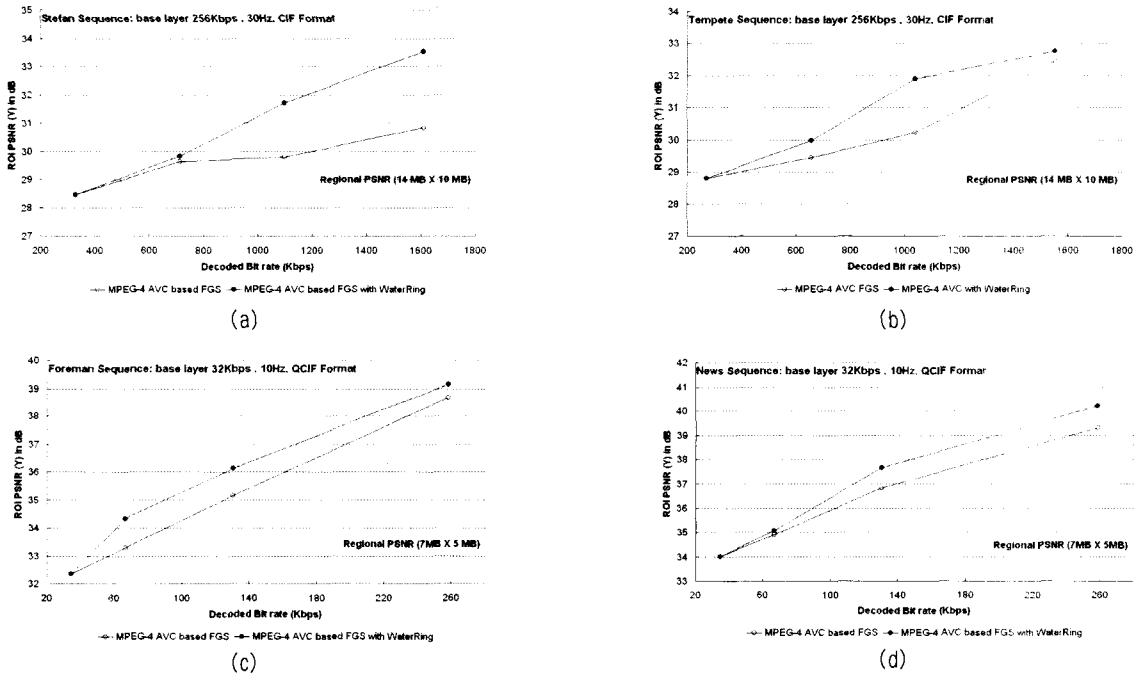


그림 9. ROI 영역에서의 PSNR; (a)스테판, (b)템피티, (c)포어맨, (d)뉴스 영상
 Fig. 9. PSNR of ROI: (a)Stefan, (b)Tempete, (c)Foreman and (d)News sequence

라 부르고, RIO에 대하여 구한 PSNR를 구하였다. 이 그림에서 5로 표시된 부분에는 ROI의 PSNR를 구하여 나타내었으며, 이로부터 제안한 파문 스캔 방법이 기존의 FGS에 비하여 ROI의 PSNR 측면에서 1.5dB에서 3.5dB 정도 우수함을 확인할 수 있었다.

그림 8에는 스테판 영상에 대하여 기존의 FGS를 이용한 경우와 파문 스캔 방법을 이용한 경우의 복원 영상을 나타내었다. 이 그림으로부터 제안한 파문 스캔 방법을 사용하

는 경우에는 선수의 얼굴이나 어깨부분, 테니스 라켓부분 및 심판 부분 등의 중요한 부분에서 우수한 화질을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었으며, 전체적인 주관적인 화질에서도 제안한 방법의 성능이 기존의 FGS에 비하여 우수함을 확인할 수 있었다.

그림 9에는 스테판, 템피티, 포어맨, 뉴스 영상 영상에 대하여 비트율에 따른 ROI 영역에서의 PSNR을 나타내었다. 여기서, 스테판 및 템피티 영상은 CIF 크기의 영상으로,

256kbps의 비트스트림을 기본 계층으로 전송하고, 강화계층의 경우에는 최대 1280kbps까지의 수신 비트율에서 복호화된 영상의 PSNR을 나타내었다. 또한, 포어맨 및 뉴스 영상은 QCIF는 크기의 영상으로 32kbps의 비트스트림을 기본 계층으로 전송하고, 강화계층의 경우에는 최대 256kbps까지의 수신 비트율에서 복호화된 영상의 PSNR을 나타낸 것으로, 이는 MPEG의 실험 조건에 따라 실험을 행한 결과이다. 이 그림으로부터, 제안한 파문 스캔 방법을 사용하는 경우에는 기존의 FGS 기법에 비하여 영상의 종류 및 비트율에 따라 약 1dB에서 2.5dB 정도의 성능 향상을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 파문 스캔을 이용한 FGS 방법이 시청자에게 시각적으로 중요한 ROI 영역에서는 기존의 FGS 방법의 성능을 크게 향상시킬 수 있음을 나타내는 것으로, ROI 영역에서의 화질 향상이 객관적인 화질 평가의 척도로 사용되는 전체 영상에 대한 PSNR 수치를 크게 향상시키지는 못하지만, 주관적인 판단에 의한 화질은 크게 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다.

이상의 실험 결과로부터, 제안한 파문 스캔 방법은 기존의 FGS에 비하여 우수한 복원 영상의 주관적인 화질을 가짐을 확인할 수 있었으며, 특히, 물체의 움직임 및 카메라의 움직임이 크고, 관중석과 같은 복잡한 영역을 가지고 있는 스포츠 영상의 경우에는 제안한 파문 스캔 방법을 이용하여 복원영상의 주관적인 화질을 크게 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

V. 결론

본 논문에서는 MPEG-4 AVC 기반 FGS를 위한 파문 스캔 방법을 제안하였다. 제안한 방법에서는 전송하고자하는 영상에서 시청자에게 시각적으로 중요한 부분을 우선적으로 부호화하여 전송하고, 수신단에서도 해당 영상 정보를 우선적으로 복호화함으로써, 복원된 스케일러블 비디오의 화질을 향상시키는 새로운 스캔 방법이다. 제안한 방법의

성능을 확인하기 위하여, TML9을 이용하여 MPEG-4 AVC 기반 FGS 부호화/복호화를 구현하였으며, 구현된 FGS 부/복호화에 제안한 스캔 방법을 적용하여 MPEG에서 정한 실험 조건에 따라서 실험을 행하였다. 실험 결과로부터 제안한 방법을 MPEG-4 AVC 기반 FGS에 적용하는 경우에는 복원영상의 주관적인 화질을 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] "Terms of Reference for a Joint Project between ITU-T Q.6/SG16 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 for the Development of new Video Coding Recommendation and International Standard," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4400, Dec. 2001.
- [2] "Text of ISO/IEC 14496-10 FCD Advanced Video Coding," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4920, Jul. 2002.
- [3] "Results of Subjective Assessment of Responses to Video Call for New Tools to Further Improve Coding Efficiency," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4454, Dec. 2001.
- [4] "ISO/IEC 14496-2:1999/FDAM4: Streaming video profile," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N3904, Jan. 2001.
- [5] Weiping Li, "Overview of Fine Granularity in MPEG-4 Video Standard," *IEEE Trans. on CSVT*, Vol. 11, No. 3, pp. 301~317, Mar. 2001.
- [6] Thomas Wiegand, H.26L Test Model Long-Term Number 9 (TML-9) draft0, document VCEG-N83d1, ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG), Dec. 2001.
- [7] "MPEG-4 Video Verification Model 18.0," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N3908, Jan. 2001.
- [8] Gwang Hoon Park, Won-Sik Cheong, Kyuheon Kim, Yoon Jin Lee, Young Kwon Lim, and Jinwoong Kim, "Water Ring Scan Method for H.26L Based FGS," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6 Document JVT-B094, Jan. 2002.
- [9] Gwang Hoon Park, Won-Sik Cheong, Kyuheon Kim, Yoon Jin Lee, Young Kwon Lim, and Jinwoong Kim, "Water Ring Scan Method for MPEG-4 and H.26L based FGS Methodologies," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG02/M8023, Mar. 2002.
- [10] "Common conditions for Advanced FGS Experiments," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4748, May 2002.

 저 자 소 개



정 원 식

- 1992년 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1994년 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2000년 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 2000년 5월~현재 : 한국전자통신연구원 방송미디어연구부 선임연구원.
- 주관심분야 : 영상신호처리, 영상 압축, 멀티미디어 시스템, remote sensing 등



박 광 훈

- 1985년 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1987년 : 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1991년 : Case Western Reserve Univ., Dept. of EEAP (M.S.)
- 1995년 : Case Western Reserve Univ., Dept. of EEAP (Ph.D.)
- 1995년 3월~1997년 2월 : 현대전자 멀티미디어 연구소 책임연구원
- 1997년 3월~2001년 2월 : 연세대학교 문리대학 전산학과 부교수
- 2001년 3월~현재 : 경희대학교 컴퓨터공학과부교수
- 주관심분야 : 멀티미디어, 비디오 신호처리, 패턴인식, 영상처리, 계산지능 등



김 규 현

- 1989년 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)
- 1992년 : 영국 University of Newcastle 전기전자공학과 (공학석사)
- 1996년 : 영국 University of Newcastle 전기전자공학과 (공학박사)
- 1996년~1997년 : 영국 University of Sheffield reserach fellow
- 1997년~현재 : 한국전자통신연구원 방송미디어연구부 선임연구원 (영상처리연구팀장)
- 주관심분야 : 영상처리, 대화형 방송 시스템 등