특집논문-08-13-6-02

변이 기반 다시점 영상의 인식 깊이감 조절

조 철 용^{a)}, 김 만 배^{a)*}, 엄 기 문^{b)}, 허 남 호^{b)}, 김 진 웅^{b)}

Disparity-based Depth Scaling of Multiview Images

Cheolyong Jo^{a)}, Manbae Kim^{a)*}, Gi-Mun Um^{b)}, Namho Hur^{b)} and Jinwoong Kim^{b)}

요 약

본 논문에서는 사용자에게 보다 실감있고, 사용자가 선호하는 다시점 3D 영상의 3D 입체감을 제공할 수 있는, 다시점 3D 동영상의 인식 깊이감을 조절하는 기법을 제안한다. 카메라 배열을 변경하는 기존의 방법들과 달리, 제안한 기법은 사용자가 요청하는 깊이 범위의 스케일링을 활용하기 위하여 영상의 깊이 데이터를 활용한다. 다시점 영상 및 해당 시점의 깊이 영상을 입력받아 각 화소의 변이로 변환하고, 각 화소의 변이를 조절함으로써 인식되는 깊이감을 조절하게 된다. 제안 방법은 다시점 카메라로부터 획득한 다시점 영상의 처리가 가능하며, 또한 2-시점 입체영상부터 다시점 영상까지 적용이 가능하다. 실험에서는 제안한 방법을 통하여 깊이감이 조절된 다시점 동영상을 다시점 3D 모니터로 시청하였을 때, 깊이감이 사용자가 선호하는 깊이에 따라서 스케일되는 것을 DSCQS(Double Stimulus Continuous Quality Scale)으로 확인하였다.

Abstract

In this paper, we present a depth scaling method for multiview images that could provide an 3D depth that a user prefers. Unlike previous works that change a camera configuration, the proposed method utilizes depth data in order to carry out the scaling of a depth range requested by users. From multiview images and their corresponding depth data, depth data is transformed into a disparity and the disparity is adjusted in order to control the perceived depth. In particular, our method can deal with multiview images captured by multiple cameras, and can be expanded from stereoscopic to multiview images. Based upon a DSCQS subjective evaluation test, our experimental results tested on an automultiscopic 3D display show that the perceived depth is appropriately scaled according to user's preferred depth.

Key Words : multiview image, depth scaling, disparity, automultiscopic monitor

1. 서 론

최근 들어 다수의 카메라를 이용하여 얻어진 다시점 영

상 (multiview image) 및 이의 깊이 정보를 이용한 영상 처리 기술이 다양하게 발전하고 있다^[1~3]. 다시점 영상은 다른 시점을 가지는 여러 대의 카메라로부터 획득되어, 3D 디스플레이를 통해 입체 영상으로도 제공된다. 이에 따라 다시점 모니터 (automultiscopic monitor)의 개발도 빠르게 진행되고 있다^[4,5].

이러한 다시점 영상 처리 기술의 발전과 더불어 사용자가 원하는 깊이 또는 더욱 향상된 영상의 깊이감을 위한 3D 깊이감 조절 기술의 필요성이 요구되고 있다. 예를 들어, 모니

a) 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과

Kangwon National University, Dept.. of Computer, Info. & Telecom

b) 한국전자통신연구원 (ETRI) 방송통신융합연구부

ETRI, Broadcasting and Telecommunications Convergence Research Lab.

* 교신저자: 김만배 (manbae@kangwon.ac.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F-011-01, 차세대 DTV 핵심기술 개발]. 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 육성·지원사업 GIST-RBRC (IITA-2008-C1090-0801-0017)의 연구결과로 수행되었음.

터에서의 3D 깊이와 실제 장면 깊이는 일반적으로 같지 않다. 보다 장면 깊이와 유사한 깊이감을 얻기 위한 연구가 있고, 사용자가 원하는 깊이감을 얻기 위한 분야도 있다.

기존의 깊이감 조절 (depth scaling) 기술은 카메라 배열 방식 및 간격을 조절하여 좌우 영상간 시차를 조절함으로써, 인식 입체 영상의 깊이감을 향상시킨다^[6,7,8]. Felderman 등이 제안한 방식은 depth와 pixel disparity와의 관계를 분석한 후에 비선형 깊이 (nonlinear depth)을 계산하였다^[6]. Jones등은 인식 깊이감을 향상하기 위하여 입체 카메라의 구조를 변경시키는 방법을 제안하였다^[7]. Stelmach 등은 다양한 카메라 배열을 연구하여 영상 이동 배열(image-shift configuration)이 가장 편한 시각적 안정감(visual comfort)을 제공한다고 보고하였다^[8].

이러한 깊이감 조절 기법들은 실제 카메라로 영상을 획득하기 전에 하드웨어적으로 카메라를 조정하는 방식이므로 이미 촬영된 영상에 대해서는 적용이 어려운 문제점을 가지고 있다. 예를 들어 사용자가 깊이감의 증가를 원하면 이에 따라 두 카메라간의 간격이 베이스라인을 크게하거나, 평행 카메라 배열을 아크형으로 변경한다. 이러한 깊이감 조절 기술은 카메라 등의 하드웨어를 수정해야 하므로, 효율성이 떨어지는 단점을 가지고 있으며, 적용 대상이 주로 양안 스테레오 영상에 국한된다는 문제점을 가지고 있다. 실제로, 입체 카메라의 재배열에 비해 다시점 카메라의 조정은 매우 어려운 작업이다.

상기 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 카메라 배열과 관계없이 생성된 다시점 영상 및 깊이 데이터만으로 깊이감 조절을 제공하는 다시점 영상의 인식 깊이감 조절 방법을 제안한다. 사용자가 원하는 깊이 정보를 입력하면, 보다 향상된 깊이감을 가지는 다시점 3D 영상을 제공할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 II장에서 제안하는 다시점 영상의 깊이 조절 기법을 소개하고, III 장에서는 제안한 깊이감 조절 기법의 실험 결과를 보이며, 마지막으로, 결론은 IV장에서 요약된다.

II. 제안하는 깊이감 조절 기법

그림 1은 제안하는 다시점 영상의 인식 깊이감 조절 방

그림 1. 제안하는 깊이감 조절 기법의 블록도

Fig. 1. Block diagram of proposed depth scaling method

법의 블록도이다. 다시점 영상 및 깊이 정보로부터 다시점 영상내 각 화소들의 변이(disparity)를 계산한다. 다음에 Positive/Negative Disparity Classification 단계에서는 변이의 부호에 따라 음시차 및 양시차로 분류한다. Disparity Refinement 단계에서는 깊이감 조절 단계에서 발생하는 artifact의 감소를 위해 변이 값을 교정한다. 교정된 변이값에 스케일된 변이를 계산하는 Scaled Disparity Computation 단계를 거쳐 스케일된 변이를 얻는다. Multiview Image Shift 단계에서는 스케일된 변이 값으로 화소들을 수평 이동하는데, 이 단계에서 발생하는 홀(hole)을 Hole Filling 단계에서 채운다. 마지막으로 깊이감이 조절된 다시점 영상이 생성된다.

제안한 깊이 조절 방법에서 입력으로 사용할 다시점 영상 $F_1, F_2, \dots, F_N$ 은 N 대의 카메라로부터 입력받으며, 깊이 영상은 다시점 카메라로부터 스테레오 정합 등을 통하여 획득하거나, 또는 깊이 영상을 측정하는 별도의 깊이 정보 카메라로부터 획득할 수 있다^[9]. 이 때, 깊이 영상은 $[0, 255]$ 의 그레이 스케일 값으로 표현되며, 카메라와 가까운 화소일수록 큰 값을 가진다.

각 단계에 대해 좀 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

1. 시차 계산

이 단계에서는 각 화소의 다시점 영상 및 깊이 데이터로부터 화소의 변이를 구하게 되는데, 변이를 구하는 과정은 다음과 같다. 먼저 주어진 N 개의 다시점 영상과 N 개의 해당 깊이 데이터, 카메라 정보로부터 3차원 공간상의 점 $P=(X,Y,Z)$ 는 다음 식 (1)과 (2)에 의해 계산된다^[10].

$$\begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = K[Rt] \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = R^T K^{-1} \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} - R^T \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad (2)$$

여기서, K 는 카메라의 내부 파라메터이고, R 과 $\vec{t}$ 는 외부 파라메터이다. T 는 이항 행렬(transpose matrix)이고 $\vec{t}=(t_x, t_y, t_z)$ 이다.

3차원 공간상의 점 P 는 그림 2와 같이 각 시점 영상에서는 식 (1)에 의해 점 $p(u, v)$ 로 투영된다. 이 식 (1)로부터 임의의 시점영상에서의 화소 $p(u_i, v_i)$ 를 3차원 공간 상의 점 $P=(X,Y,Z)$ 로 역투영한 후, 다시 P 를 다른 시점 영상들 내 화소로 재투영하면 각 시점 영상에서의 대응점 좌표 값을 얻게 된다. 이 때 각 시점 영상의 좌표 값을 $p'=(u'_i, v'_i)$ 라 하면, 변이 $\vec{d}$ 는 다음과 같이 정의된다.

그림 2. 화소 (u_i, v_i) 의 변이 계산

Fig. 2. Disparity computation of a pixel (u_i, v_i)

$$\vec{d} = p - p' = (u_i - u'_i, v_i - v'_i) \quad (3)$$

2. 양음시차 분류

변이 벡터 $\vec{d}$ 의 x -성분의 부호는 화소의 변이가 양인지, 음인지를 결정한다. 일반적으로 화면상에서 디스플레이되는 영상의 변이인 시차(parallax)는 $px = x_R - x_L$ 로 정의된다. 이 때 x_L 과 x_R 은 각각 모니터 화면에서의 좌, 우영상 대응점의 x 좌표이며, px 가 0보다 작으면 시차는 음이고, 0보다 크면 양의 값이다.

부호에 따라 시차를 음시차와 양시차로 분류하는 이유는 객체 경계에서의 깊이 데이터는 정확성이 낮기 때문이다. 따라서 깊이 조절을 위해서 영상 화소를 좌측 또는 우측으로 이동하는데, 이때 객체 경계 화소들의 시차의 정확성이 낮으므로, 배경의 일부가 객체에 포함되거나, 객체의 일부가 배경에 포함되기도 한다. 결과적으로 스케일된 입체 영상을 시청하게 되면, 시각적 피로감(visual discomfort)를 주는 아티팩트(artifact)가 발생한다.

3. 시차 교정

본 논문에서는 객체 경계에서의 정확도가 낮은 경우를 고려하기 위하여 다음 방법을 사용한다. 위에서 언급한 것처럼, 깊이 영상이 객체 경계에서 오차를 발생할 경우 그림 3에서 보듯이 깊이 스케일링된 영상 생성시 아티팩트가 발생한다. 아티팩트는 객체의 경계에서 시차값이 부정확하면,

그림 3. 발생하는 artifact. 원안에 있는 일부 영역은 객체영역에 속함

Fig. 3. Artifacts observed. The part of the object (inside the circle) is separated after image shifting

객체 화소가 배경에 포함되게 된다. 따라서 입체영상으로 보게 되면, 전경은 배경보다 앞에 보이게 되는데, 이 화소들은 배경에 존재하므로, 눈의 피로를 느끼게 된다. 따라서 이 아티팩트를 없애기 위해, 우선 주변 화소들을 객체 영역으로 포함시킨다. 그림 4는 이 과정을 보여준다. 배경 화소 a, b, c, d의 변이는 가장 가까운 객체 화소인 x의 변이 값으로 변경시킨다.

그림 4. 객체 경계에서의 변이 교정. (□: 배경 화소, ■: 객체 화소)
Fig. 4. Disparity refinement at the object boundary

4. 스케일된 시차 계산

다음 과정으로 사용자가 원하는 깊이감 정도를 입력받아, 다시점 영상 화소의 이동 변이량을 계산한다. 다음 식 (4)과 같이 각 화소의 변이에 따라 다시점 영상의 각 화소의 이동 변이량 Δd 를 계산할 수 있다.

$$\Delta d = (k^* - k) \cdot d \cdot (sf - 1) \quad (4)$$

여기서, Δd 는 시점 영상 k 에 대한 이동 변이량이다. 또한, k^* 는 다시점 영상 중 기준 시점으로 참조 시점 영상의 번호이다. sf 는 스케일 팩터(scale factor)이고, 1보다 크면 깊이감이 향상된다. 실험에서는 sf 는 [1.2, 3.0]의 값들을 사용하였다. k 가 k^* 이면, Δd 는 항상 0이므로 이동량이 없다. 따라서, 해당 카메라 영상의 스케일된 영상은 원영상이다.

8 시점 카메라인 경우, 카메라 번호 $k = [0, 7]$ 이고, 실험에서는 k^* 는 4로 하였다. $(k^* - k)$ 가 증가할수록, 즉 카메라 간 거리 증가에 따라, Δd 값이 증가함을 알 수 있다.

5. 다시점 영상 이동

이렇게 계산된 이동 변이량을 각 화소에 대해 계산하고,

화소를 이동시킴으로써 깊이감이 조절된 다시점 영상을 생성할 수 있다. 식 (5)는 다시점 영상의 각 화소 좌표에 이동 변이량을 적용하여 스케일된 다시점 영상을 생성하는 식을 보여준다.

$$I_k(m + \Delta d, n) = I_k(m, n) \quad (5)$$

여기서, I_k 는 스케일된 영상이며, (m, n) 은 화소의 좌표 값이다.

Δd 의 부호는 양수 또는 음수값을 가지게 되는데, 이 부호에 따라 해당 화소가 이동하는 방향이 좌측인지, 우측인지가 결정된다.

6. 홀 채우기

화소 단위로 이동하게 되면, 홀(hole)이 발생하게 된다. 그림 5는 원영상 및 양시차 및 음시차 화소들을 이동하였을 때 발생하는 홀을 보여준다. 이러한 홀을 채우기 위해 그림 6의 과정을 거치게 된다.

그림 5. 원영상 및 깊이 스케일링을 위한 화소 이동시 발생하는 홀들
Fig. 5. Examples of original and scaled images with holes

F_i 는 스케일링하는 현재 영상이고, F_{i-1} 은 이웃 영상이다. F_i 의 영역 R 을 수평 이동하면 R' 이 얻어지고 홀영역(hole region)이 발생한다. 홀영역의 화소인 AH 를 채우기 위하여, 먼저 F_i 에서 화소 $A=(u_i, v_i)$ 를 Δd 만큼 위치한 화소 $C=(u_i-\Delta d, v_i)$ 를 찾는다. 여기서 Δd 는 식 (4)에서 얻은 화소 A 의 이동 변이량이다. 다음에 화소 C 를 역투영하여 3차원 공간상의 점 P 를 구한 다음, 이를 다시 F_{i-1} 에 재 투영한다. 이때 얻어진 대응점 화소 $B=(u_{i-1}, v_{i-1})$ 를 홀 AH 로 이동하여 채워

준다. 이러한 과정을 F_i 의 모든 홀에 대해 반복하여 남은 홀을 채우게 된다. 소수의 홀들은 이과정에서 채워지지 않는데, 이 나머지 화소들은 이웃 영상 F_{i+1} 을 이용하여 채운다.

그림 6. 홀 화소를 채우는 과정

Fig. 6. The procedure of filling holes

III. 실험 결과

본 논문에서 제안한 깊이감 조절 기법의 성능을 평가하

기 위하여 다음과 같이 실험을 수행하였다. 먼저 실험 영상 데이터는 Microsoft Research (MSR)에서 제공한 break-dancing 동영상을 사용하였다. MSR에서 제공된 데이터에는 8 대의 카메라에 대한 동영상, 해당 시점의 깊이 데이터 및 관련 소스 코드를 제공한다^[11]. 기준이 되는 참조 카메라 번호 k^* 는 4번으로 정하였다. 4번 시점 영상을 기준으로 이웃 영상들에 제안한 기법을 적용하여 깊이감 조절을 수행하였다. 다시점 3D 영상의 입체감 평가를 위하여 spatial-view 19" 5시점 모니터를 사용하였다^[12].

그림 7은 제안한 깊이감 조절 기법의 적용 결과를 보여주고 있다. 그림 7(a)는 2번 카메라 영상의 첫 번째 프레임이고, 그림 7(b)는 그림 7(a) 영상을 계산된 변이 값에 의해 이동한 영상이며, 마지막으로 그림 7(c)는 홀 채우기 기법에 의해 홀이 채워진 영상이다. 발생한 홀들 중에서 1번 카메라로부터 채워지는 홀의 비율은 약 97.2 %이고, 나머지 홀들은 3번 카메라로부터 채워졌다. 물론 이 과정에서도 채워지지 않는 극소수의 홀들은 4번, 5번, .. 카메라로부터 채울 수 있지만, 본 방법에서는 주변 화소들의 평균값으로 처리하였다.

그림 8은 첫 번째 프레임에 해당하는 6 시점 영상에 대해

그림 7. 제안한 기법의 적용 결과: (a) 원영상, (b) 이동된 영상, (c) 홀이 채워진 영상, 및 (d) (b)와 (c)에서 일부를 확대한 영상
Fig. 7. (a) original image, (b) shifted image, (c) scaled and hole-filled image, and (d) close-up of (b) and (c)

그림 8. 6 개의 시점 영상에 깊이감 조절을 적용한 결과 (sf = 1.4)

Fig. 8. Six depth-scaled images of 0th sequence. Scale factor sf is 1.4

제한한 기법을 적용한 결과 영상들을 보여준다. 사용한 스케일 팩터 sf 는 1.4이다.

다음으로 scale factor에 따른 영상 변화를 조사하기 위해서 sf 값을 1.2, 1.4, 1.6, 및 1.8로 변화시켜가면서 실험을 수행 하였다. 그림 9에 그 결과를 나타내었는데, sf 값의 증가에 따라 전경에 있는 댄서의 위치가 뒤쪽의 댄서에 비해 우측으로 이동해가는 것을 관찰할 수 있다. 이를 다시점 3D 모니터로 관찰하면, 전경의 댄서가 뒤의 댄서에 비해 sf 값 증가에 따라 더 앞으로 튀어 나오는 것을 볼 수 있다. 그림 10은 그림 9에서 댄서의 손 영역만을 확대한 영상을 보여준다.

그림 9. Scale factor의 변화에 따른 결과 영상들
Fig. 9. Depth-scaled images with varying values of scaling factors

그림 10. 그림 9에서 댄서의 손 영역을 확대한 영상
Fig 10. Close-up of a hand region in Fig. 9

한편, 깊이감 조절된 영상들을 3x3 tile format으로 만들어 spatialview의 19" 다시점 3D 모니터로 시청하여 인식되는 깊이감의 차이를 비교하였다. 그 결과, 제안한 기법을 적용하기 전에 비해 전경의 댄서가 앞으로 튀어 나오는 것을 인식할 수 있었다.

조절된 영상의 깊이감의 주관적 평가를 위해, DSCQS (Double Stimulus Continuous Quality Scale) 실험을 실행하였다. SpatialView사의 5-시점 무안경 3D 모니터를 사용하였다. 첫 단계에서는 5장의 원영상을 10명의 실험자에게 보여주었고, 각 실험자는 각각 10초 동안 원영상과 깊이 조절된 영상들을 관측하였다. 스케일 팩터는 [1.5, 3.0]에서 변경하였다. 깊이감은 다음의 1~5의 값에서 주관적으로 평가하였다: 전혀 입체향상이 없음 (1점), 입체향상이 조금 있음 (2점), 입체향상이 중간정도임 (3점), 입체향상이 좋음 (4점), 입체향상이 매우 좋음 (5점).

주관평가의 결과는 그림 11에서 보여진다. 수직축의 1~5는 평가 점수이고, 스케일 팩터는 수평축에 표시된다. 그래프에서 보듯이, 평가 점수는 스케일 팩터에 거의 비례하고 있고, 스케일 팩터가 1.5인 경우에도 평가점수는 3.5에 근접한다. 3.0인 경우에는 거의 모든 실험자가 매우 우수한 입체라고 평가하였다.

그림 11 스케일 팩터와 주관적 평가 점수의 관계
Fig. 11 Relation between subjective values and scale factor

주관평가 시험에서는 채워진 홀에 대한 평가도 수행하였다. 홀 채우기는 3차원 투영 방정식에 의해서 주변 영상으로부터 채워지게 된다. 이 과정에서 실수 값을 화소의 정수

좌표로 변환할 때에 발생하는 에러 및 깊이 값의 정확성이 낮을 때에 왜곡이 발생하게 된다. 다시점 3D 모니터로 영상을 관찰하였을 때에, 주관적 평가실험에서 실험자들은 홀의 왜곡에 대해서는 큰 영향이 없다는 결과를 얻었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 양안 스테레오 카메라 또는 다시점 카메라 시스템의 재 조정없이 이미 촬영된 다시점 영상과 깊이 정보만으로 사용자가 원하는 향상된 깊이감 조절을 제공할 수 있는 다시점 영상의 인식 깊이감 조절 방법을 제안하였다.

제안한 기법을 사용하여 생성된 다시점 비디오를 다시점 3D 모니터에서 디스플레이하여 비교한 결과 인식되는 깊이감이 조절되는 것을 확인하였다. 기존연구와 달리, 제안 기법은 입체영상을 포함하여 다시점 영상에도 적용이 가능하다. 변이 기반 깊이 스케일링 방법은 소프트웨어만으로 사용자가 원하는 3D 입체 깊이감을 조절할 수 있다는 장점이 있다. 또한 다시점 방송뿐만 아니라, 양안식 3DTV, FTV(Freeview point TV) 분야에서 수신 단말의 한 기능인 입체감 조절 기능 구현에 활용이 가능하다.

참 고 문 헌

[1] J. Lou, H. Cai and J. Li, "A real-time interactive multi-view video

system," Proceedings of the 13th annual ACM International Conference on Multimedia, pp. 161-170, 2005.

- [2] C. L. L. Zitnick, S. B. B. Kang, M. Uyttendaele, S. A. J. A. J. Winder, and R. Szeliski, "High-quality Video View Interpolation Using a Layered Representation," ACM SIGGRAPH and ACM Trans. on Graphics, Vol. 23, Issue 3, pp. 600-608, Aug. 2004.
- [3] C. Fehn, R. de la Barré and S. Pastoor, "Interactive 3-DTV concepts and key technologies," Proceedings of the IEEE, Special Issue on 3-D Technologies for Imaging & Display, 94(3):524-538, March 2006.
- [4] L. Lipton and M. Feldman, "A new autostereoscopic display technology: The Synthagam," white paper, StereoGraphics Corporation.
- [5] A. Redert, R-P Berretty, C. Varekamp, O. Willemsen, J. Swillens, and H. Driessen, "Philips 3D solutions : from content creation to visualization," IEEE Proc. of the 3rd international symposium on 3D Data Processing, visualization, and transmission (3DPVT'06), pp. 429-431, 2006.
- [6] I. Feldmann, O. Schreer, and P. Kauff, "Nonlinear Depth Scaling for Immersive Video Applications," Proceedings of WIAMIS 2003, April 9-11 2003.
- [6] G. Jones, D. Lee, N. Holliman, and D. Ezra, "Controlling Perceived Depth in Stereoscopic Images," Stereoscopic Displays and Virtual Systems VIII, Proceedings of SPIE, Vol. 4297, pp. 42-53, 2001.
- [8] L. Stelmach, W. Tam, F. Speranza, R. Renaud, and T. Martin, "Improving the Visual Discomfort of Stereoscopic Images," Stereoscopic Displays and Virtual Systems X, Proceedings of SPIE-IS&T Electronic Imaging, SPIE, Vol. 5006, pp. 269-282, 2003.
- [9] <http://www.3dvsystems.com/>
- [10] R. Hartley and A. Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2nd edition, 2003.
- [11] <http://research.microsoft.com/vision/InteractivVisualMediaGroup/3DVideoDownload/>, Microsoft Research.
- [12] <http://www.spatialview.com>

저 자 소 개

조 철 용

- 2007년 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학사
- 2008년 ~ 현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정
- 주관심분야 : 다시점영상처리, 입체영상처리, 자유시점비디오

저 자 소 개

김 만 배

- 1983년 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1986년 : University of Washington 전기공학과 공학석사
- 1992년 : University of Washington 전기공학과 공학박사
- 1992년 ~ 1998년 : 삼성종합기술원 수석연구원
- 1998년 ~ 현재 : 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 주관심분야 : 3D 비디오처리, 다시점영상처리, 3DTV시스템

엄 기 문

- 1991년 : 서강대학교 전자공학과(공학사)
- 1993년 : 서강대학교 전자공학과(공학석사)
- 1998년 : 서강대학교 전자공학과(공학박사)
- 1998년 ~ 2000년 : 한국전자통신연구원 박사후 연수연구원
- 2000년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 선임연구원
- 2001년 - 2002년 : 캐나다 CRC 방문연구원
- 주관심분야 : DTV, 휴먼 팩터, 다시점 3D 비디오 생성, 컴퓨터비전

허 남 호

- 1992년 2월 : 포항공과대학교 전기전자공학과 학사
- 1994년 2월 : 포항공과대학교 대학원 전기전자공학과 석사
- 2000년 2월 : 포항공과대학교 대학원 전기전자공학과 박사
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부문 방통미디어연구본부 방송시스템연구부 실감방송시스템연구팀 선임연구원(팀장)
- 주관심분야 : 3DTV, 3D DMB, Free-viewpoint TV

김 진 응

- 1993년 7월 : 미국 Texas A&M 대학교 전기공학과 박사
- 1981년 2월 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 학사
- 1983년 3월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 방통미디어연구본부 책임연구원
TDX-1, TDX-10 개발 참여, HDTV 비디오 인코더 및 ASIC 칩세트 개발 MPEG-7,
MPEG-21 기술 개발 및 표준화, 데이터방송, 맞춤형 방송 기술 개발 3DTV 기술 개발 과제 책임자
- 주관심분야 : 디지털 방송, 멀티미디어 응용 시스템, 3DTV