

신호처리를 이용한 평행축 입체 카메라의 주시각 제어

이 광 순[†]·김 형 남^{††}·허 남 호^{†††}·엄 기 문^{†††}·안 충 현[†]

요 약

본 논문에서는 신호처리를 이용한 평행축 입체 카메라의 주시각 제어 방법을 제시한다. 평행축 입체 카메라는 양안식 입체 카메라 중 가장 간단하게 만들 수 있는 장점이 있는 반면에, 좌·우 영상 센서 사이의 거리가 일정하게 고정되어 있어, 물체의 거리 변화에 따른 입체 영상 시차 조절 기능인 주시각 제어 기능이 없다는 단점이 있다. 영상 센서(CCD)와 렌즈를 분리하고 영상 센서가 평행하게 수평으로 움직이며 주시각을 제어하도록 하는 수평 이동축 입체 카메라는 평행축 입체 카메라의 단점을 보완할 수 있지만, 실제 구현에 많은 어려움이 있다. 본 논문에서는 주시각 제어를 위한 CCD의 이동은 실제 영상에서 피사체의 이동으로 나타난다는 사실을 이용하여, 평행축 입체 카메라로 얻은 영상에서, CCD의 이동으로 인해 사라지는 부분만큼을 제거하고 영상의 수평 수직 방향에서 원래 영상의 크기로 복원하기 위해 보간하는 신호처리의 과정을 통한 주시각 제어를 제안한다. 제안된 방법을 통해 얻어진 실험 결과는 CCD의 이동량에 따라서 화질의 열화 정도가 다르게 나타남을 보여 주지만, 실제 시스템에서 CCD의 이동량은 크지 않기 때문에 화질 열화를 거의 느끼지 않으면서 주시각이 제어된 입체 영상을 얻을 수 있음을 보여 준다.

Vergence Control of the Parallel-axis Stereo Camera using Signal Processing

Gwang Soon Lee[†] · Hyoung Nam Kim^{††} · Nam Ho Hur^{†††}
Gi Mun Um^{†††} · Chung Hyun Ahn[†]

ABSTRACT

The vergence control method is presented for a parallel-axis stereo camera (PASC) using a signal processing technique such as shift, (rotation), and scaling. The PASC is considered as the simplest one of binocular stereo cameras. However, its major limitation lies in the controllability of vergence since its left and right imaging sensors of CCDs are fixed. On the other hand, a horizontal-moving-axis stereo camera (HMASC) with movable imaging sensors is able to control the vergence by moving its CCDs horizontally. In spite of its vergence controllability, there is a major drawback in the implementation because of complicated mechanical structure and the additional cost. To overcome the vergence control problem of the PASC, an operational principle of the HMASC is applied to the PASC. To be specific, without any additional hardware the vergence control problem of the PASC is solved with the signal processing technique. Assuming the virtual displacement between CCD's, a disappearing part of acquired images is removed and the original image size is recovered via interpolation. Experimental results show that the vergence control between stereo images captured by the PASC is possible with an acceptable degradation of the image quality depending on the virtual displacement of CCDs.

키워드 : 입체 카메라(Stereo Camera), 주시각(Vergence), 평행축(Parallel-axis), 신호처리(Signal Processing)

1. 서 론

일반적으로 입체 카메라는 사람의 눈과 같이 2대의 카메라를 사용하여 좌우의 영상을 얻고 그 두 영상의 시차에 의해 관측자로 하여금 입체감을 느끼게 한다[1]. 시차(parallax)란, 동일점을 2개의 관측점에서 보았을 때의 방향의 차를 말하며, 이러한 시차로 인하여 입체 카메라에서 피사체의 영상이 두 카메라의 CCD(Charge Coupled Device)의 촬상면에서 서로 다른 위치에 맺히게 된다. 그러한 위치의 차를 시차량이라고 하며, 이것은 관측자에게 관측 물체들에

대한 거리 정보와 함께 입체감을 느끼게 해 준다. 사람의 눈은 관측하고자 하는 물체의 시차량을 0이 되도록 좌·우 눈동자를 움직여 편안하게 입체감을 느끼면서 물체를 관측할 수 있도록 한다. 이와 같이 시차량을 조절하는 것을 주시각 제어(vergence control)라 하며, 관측하고자 하는 물체의 시차량이 0이 되었을 때 가장 편안하게 입체 영상을 볼 수 있다[2]. 주시각 제어가 되지 않은 카메라로부터 얻은 입체 영상을 관측자가 보게 될 경우에는 시차량이 매우 크게 나타나 심한 피로감을 느끼게 된다. 이러한 관측 피로를 줄이기 위해서는 피사체의 위치 변화에 상관없이 일정한 시차가 유지되도록 좌·우 카메라의 관측 방향을 제어하는 주시각 제어 기능이 필수적이다[3,4].

입체 영상을 얻기 위해 사용되는 입체 카메라는 좌우 영

[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원

^{††} 정 회 원 : 부산대학교 전자공학과 교수

^{†††} 정 회 원 : 한국전자통신연구원

논문접수 : 2002년 9월 4일, 심사완료 : 2003년 3월 19일

상 센서의 배열방법에 따라 크게 평행축, 교차축, 그리고 수평 이동축의 세 가지로 구분된다[5]. 먼저, 평행축 입체 카메라는 양안식 입체 영상 카메라 중 가장 단순한 형태로서, 두 대의 영상 센서를 사람의 눈 간격과 비슷한 거리(6.5cm)로 평행하게 고정시켜 두고 영상을 획득할 수 있게 설계되어 있다. 그러나, 평행축 방식은 주시각 제어 기능이 없어 피사체의 거리 변화에 따른 시차량을 조절할 수 없다는 문제점이 있다. 한편, 교차축 입체 카메라는 폭주식 입체 카메라라고도 하며, 물체의 거리 변화에 따라 주시각 제어가 가능하도록 설계되어 있다. 이 교차축 입체 카메라는 물체의 거리 변화에 따라 영상 센서의 광축을 회전시켜 항상 물체의 상이 좌우 영상 센서의 중심에 맞히도록 주시각을 제어한다. 이는 가까운 물체를 볼 때 안쪽으로 모이고 멀리있는 물체를 볼 때 벌어지는 사람의 눈동자 움직임을 모방한 것이다. 그러나, 교차축 방식의 경우 영상 센서를 교차시켜 주시각을 맞추기 때문에 주시각 제어에 따른 영상 센서간의 간격 변화가 심하여 입체 영상 재생시 공간적 왜곡이 심하며, 카메라 광축의 회전으로 주시각 제어를 해야 하기 때문에 소형화가 어렵다는 문제점이 있다.

한편, 수평 이동축 입체 카메라는 교차축 방식과 같이 관측물체의 거리 변화에 따라 카메라의 주시각 제어가 가능한 카메라이다. 그러나, 교차축 방식과는 달리 렌즈를 영상 센서로부터 분리시킨 후, 렌즈에 대해서 영상 센서가 평행하게 수평으로 움직이게 하여 주시각을 조절하도록 설계되어 있다. 이러한 영상 센서의 평행 이동에 의한 주시각 제어 방식은 좌·우 영상센서 사이의 간격 변화량이 작아 교차축 방식에 비해 상대적인 영상 왜곡이 작다는 장점이 있지만, 렌즈와 영상 센서를 분리시키고 영상 센서를 이동하면서 주시각 제어를 해야 하므로 실제 입체 카메라 제작에 많은 어려움이 있다는 문제점이 있다.

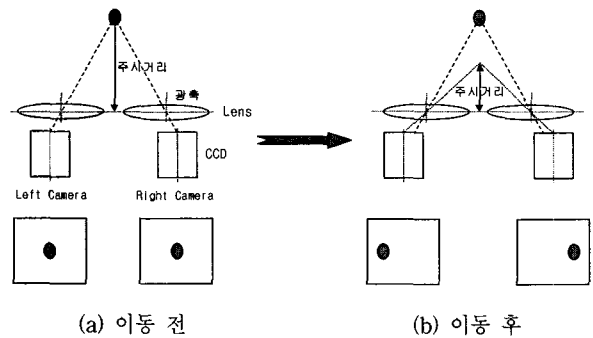
본 논문에서는 주시각 제어를 위한 CCD의 이동은 실제 영상에서 피사체의 이동으로 나타난다는 사실을 이용하여, 기계적으로 주시각 제어가 불가능한 평행축 입체 카메라로부터 획득한 영상에서 CCD의 이동으로 인해 사라지는 부분만큼 제거하고 원래 영상의 크기로 복원하기 위해 수평 수직 방향으로 보간하는 신호처리의 과정을 통해 주시각 제어를 구현하는 방법을 제시한다.

2. 평행축 입체 카메라의 주시각 제어 방법

2.1 수평 이동축 입체 카메라의 주시각 제어

수평 이동축 입체 카메라에서는 영상 센서인 CCD의 이동으로 주시각 제어를 한다. 그러한 CCD의 이동은 관측물의 영상에서의 위치 변화를 가져오게 된다. (그림 1)은 수평 이동축 입체 카메라에서 영상 센서인 CCD의 수평 이동에 의해서 주시각을 제어하는 것을 나타내고 있다. 여기서 (그림 1)(a)는 수평 이동 전의 카메라와 영상에서의 관측물의 위치를 나타낸 것이고, (그림 1)(b)는 CCD의 수평 이동

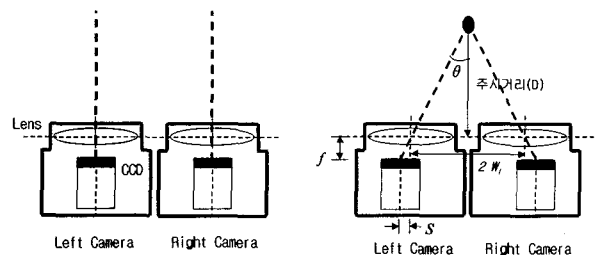
후의 위치와 그 결과의 영상을 나타낸 것이다. (그림 1)(a)는 시차가 0인 경우를 가정하여 좌·우 영상에서의 점의 위치가 일치하고 있다. (그림 1)(b)는 CCD 간격을 넓힌 경우의 좌·우 영상에서의 위치 관계를 나타내는 것으로 시차가 커짐을 알 수 있다. 즉, 영상 센서인 CCD 간격을 넓히는 것은 교차축 방식에서 카메라의 뒤를 넓히거나 앞을 좁히는 것과 같은 효과가 있음을 알 수 있다. 이 경우에 주시거리는 짧아지고 관측물은 음의 수평시차(disparity)를 가지게 된다. CCD 간격을 좁히는 것은 넓히는 경우와 반대의 효과가 있다. 그러나, 입체 영상을 보기 위해서는 CCD 간격을 렌즈의 광축과 CCD의 중앙축이 일치하는 지점까지만 좁혀야 하며, 이 경우가 주시거리가 무한대가 되는 카메라 간격이다.



(그림 1) 수평 이동축 입체 카메라에서의 영상 센서(CCD)의 이동 효과

2.2 평행축 입체 카메라의 주시각 제어

일반적인 평행축 입체 카메라는 (그림 2)(a)와 같이 광축과 CCD의 중앙축이 일치하도록 고정되어 있어서, 주시거리가 무한대가 되며 이로 인해 큰 양의 시차를 가지는 피사체가 생길 수 있기 때문에 주로 거리 측정등의 용도로 사용되어 왔다[5]. 평행축 입체 카메라를 입체 영상용으로 사용하기 위해서는 CCD를 (그림 2)(b)에서와 같은 형태로 양쪽으로 이동시켜 고정하여야 한다. 즉, 입체 영상용 평행축 입체 카메라는 사용 목적에 따라 주시거리를 정하고 그 값에 따라 양쪽 CCD 간격을 계산하여야 한다. 원하는 주시거리를 D 라 하고 양쪽 렌즈 사이의 거리를 $2W$, 렌즈의 초점 거리를 f 라 하면 CCD의 이동량 s 는 다음과 같이 계산된다.



(a) 광축과 CCD의 중앙축이 일치하는 일반적인 평행축 입체 카메라 (b) 입체 영상 촬영을 위한 적절한 주시거리를 가지는 평행축 입체 카메라

(그림 2) 평행축 입체 카메라

$$s = \frac{W_1 f}{D} \quad (1)$$

따라서, 좌·우 영상 센서, 즉 CCD 간격을 $2W_c$ 라 하면, 다음과 같이 된다.

$$W_c = W_1 + s \quad (2)$$

이와 같이 제작된 평행축 입체 카메라는 주시거리의 변화가 작은 입체 영상을 찍는 데에 사용할 수 있다.

그러나, 이 평행축 입체 카메라도 CCD 센서의 이동이 불가능하므로 주시거리를 자유로이 조절할 수 없는 단점이 여전히 존재한다. 이러한 단점을 보완하기 위해서, 본 논문에서는 1절에서 기술한 수평 이동축 카메라에서의 CCD의 이동과 촬상면에 맺히는 관측물의 위치 이동을 고려하였다. 즉, 고정된 CCD 센서를 통해 촬상면에 맺히는 영상에서 관측물의 위치를 신호처리를 통해 이동함으로써 CCD 센서의 이동 효과를 얻어 주시각 제어를 가능케 할 수 있다.

3. 신호 처리를 이용한 평행축 카메라에서의 주시각 제어 방법의 제안

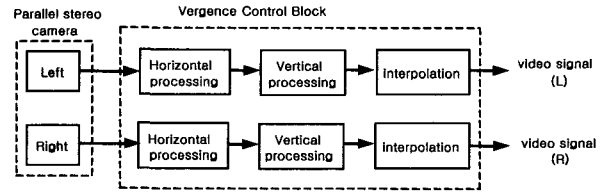
3.1 신호처리를 이용한 주시각 제어

본 절에서는 2장에서 기술한 CCD의 이동 효과를 신호처리를 통해 구현하는 방법을 제시하여 평행축 입체 카메라에서 수평 이동축 입체 카메라의 주시각 제어와 같은 효과를 볼 수 있게 함으로써, 평행축 입체 카메라의 입체 영상에서의 활용도를 높일 수 있음을 보인다. 2장에서 살펴 본 바와 같이, 입체 영상용 평행축 카메라는 주시거리가 무한대가 아닌 것을 사용하여야 하며, 본 논문에서도 (그림 2)(b)와 같은 형태의 평행축 입체 카메라를 사용하는 것을 가정한다.

주시거리가 D 로 고정되어 있는 평행축 입체 카메라로부터 얻은 좌·우 영상이 있을 때, 신호처리를 통해 조절하는 주시거리를 ΔD , 최대 조절 주시거리를 ΔD_{MAX} 라 하면, 주시거리를 늘리거나 줄일 수 있는 두 가지 경우가 있으므로 주시거리 조절 범위는 $[-\Delta D_{MAX}, \Delta D_{MAX}]$ 가 된다.

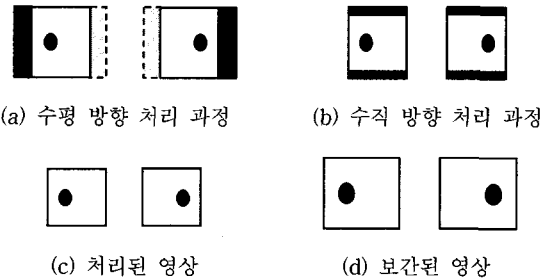
(그림 3)은 본 논문에서 제안하는 신호처리를 이용한 평행축 입체 카메라의 주시각 제어 과정에 대한 블록도를 보여주고 있다. 그림에서 상기 평행축 입체 카메라로부터 발생된 영상 신호는 먼저 수평신호 처리수단에 입력된다. 이때, 수평신호 처리수단은 CCD의 이동에 의해 나타나지 않게 될 영상의 영역을 계산하여 제거함으로써, 상대적으로 피사체가 좌측이나 우측으로 이동한 것과 같은 영상을 생성한다. 상기 수평신호 처리수단에서 생성된 영상은 다시 수직신호 처리수단으로 입력된다. 그러면, 수직신호 처리수단은 상기 수평신호 처리수단에 의해 제거된 영상의 영역이 전체 영상에서 차지하는 비율에 따라 수직방향 영상의 영역을 계산하여 제거한다. 이때 제거되어야 할 수직방향 영상 영역의 크기는 상측과 하측에서 각각 1/2이 된다.

이렇게 수평방향/수직방향으로 신호처리된 영상은, 영상 내 피사체의 수평/수직 크기의 비율에는 변함이 없으나 전체 영상 영역은 일정한 비율로 축소된 효과가 나타나기 때문에 보간수단을 거치면서 최초 영상의 크기에 맞도록 일정 비율로 확대된다.



(그림 3) 신호처리를 이용한 평행축 입체 카메라의 주시각 제어 과정의 블록도

(그림 4)는 본 논문에서 제안하는 신호처리를 이용한 평행축 입체 카메라의 주시각 제어 과정에 대한 설명도이다. (그림 2)(a)는 평행축 입체 카메라에서 얻은 영상으로서, 영상 센서 간격을 넓히는 CCD의 이동에 의해 촬상면에 맺히지 않는 부분(검은 색 부분)을 제거하는 과정을 보여주고 있다.



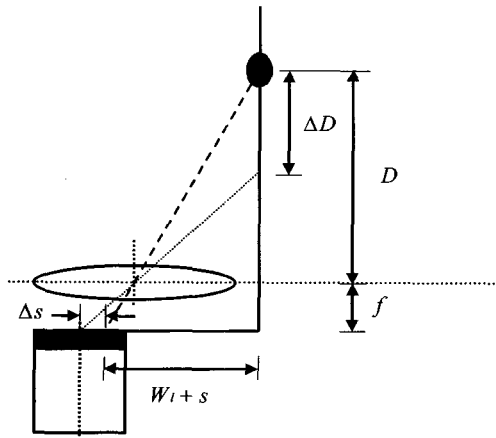
(그림 4) 신호처리를 이용한 평행축 입체 카메라의 주시각 제어 과정

주시각 제어에 의한 CCD의 이동량 Δs 는 주시거리 변화량인 ΔD 가 정해지면 식 (1) 및 (그림 5)와 같은 관계에 의해서 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta s = \frac{W_1 f}{D - \Delta D} - s \quad (3)$$

식 (3)에서 구한 Δs 값에 의해서 촬상면에 맺히지 않는 부분이 정해지며 그 부분을 제거하는 과정 후에는, 좌·우 영상의 가운데에 위치하고 있던 물체의 위치가 상대적으로 좌측과 우측으로 이동된 것처럼 보인다. 실제 수평 이동축 카메라에서는 CCD를 이동함으로써 (그림 4)(a)의 사라지는 부분(검은 색 부분) 만큼 반대쪽으로 영상(점선으로 칠해진 부분)이 더 치우쳐 나타나므로 원래 크기가 유지되지만, 평행축 입체 카메라를 이용할 경우에는 CCD가 고정되어 있으므로 크기 유지가 불가능하다. 이를 보완하기 위해서는 영상의 크기를 원래 영상의 크기로 만들어 주는 과정이 필요하다. (그림 4)(b)는 수직 방향으로 제거된 영상과 같은 비율로 수평 방향의 영상을 제거하는 과정으로, 영상의 상

하에서 각각 같은 크기를 제거한다. 이것은 원래 영상에서의 사물들의 수직/수평 비율을 유지하기 위해 반드시 필요한 과정이다. (그림 4)(c)는 수직/수평 방향으로 각각 제거된 영상으로서 영상 내의 물체의 크기는 변함이 없으나 전체 영상의 크기는 줄어들어 있다. (그림 4)(d)는 보간을 통해서 원래 영상의 크기가 되도록 (그림 4)(c)의 영상을 확대한 것이다. 이 경우에 영상의 전체 크기는 원래 영상의 크기와 같게 되고, 여기서 얻어진 영상은 최초 영상에 비해 물체의 크기는 확대되었으나, CCD의 이동에 의해 물체가 이동한 것과 같은, 즉 주시각 제어된 것과 같은 영상이 된다.



(그림 5) CCD의 이동량 계산

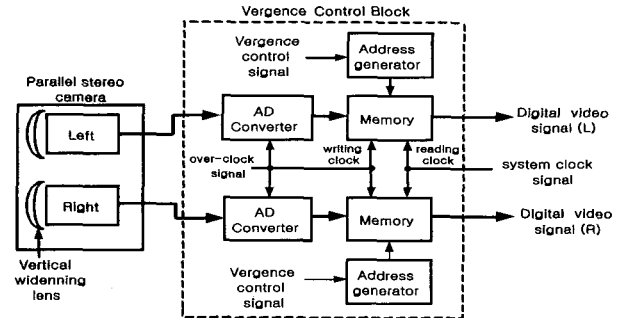
제안된 신호처리를 이용한 주시각 제어 방법에서는, CCD의 이동 효과를 신호처리를 통해 구현하는 과정에서 CCD의 이동에 의해서 촬영면에 맞지 않는 부분을 제거하고 원래의 영상 크기로 다시 확대를 하여야 하므로, 저대역 필터링으로 인한 화질의 열화가 발생한다. 그러나, 실제로 수평 이동축 카메라에서의 CCD의 이동량 (Δs)은 크지 않기 때문에, 평행축 입체 카메라를 통해서 얻은 영상을 이용하여 수평 이동축에서의 CCD 이동 효과를 구현하더라도 화질의 열화는 그렇게 크지 않다.

3.2 주시각 제어 장치의 실시간 구현 방법

본 절에서는 앞절에서 제안한 신호처리를 이용한 평행축 입체카메라에서 주시각 제어를 실시간으로 간단한 하드웨어를 사용하여 구현하고자 (그림 6)에서와 같은 시스템을 제안한다.

(그림 6)에서 평행축 입체 카메라는 수직 확대 렌즈를 부착함으로써 CCD에 맞히는 피사체를 수직방향으로 확대시킨다. 이는 수직방향 처리에 해당하며 다음 단계부터는 수평방향 처리에 해당한다. 평행축 입체 카메라에서 발생된 영상신호는 주시각 제어에 의해 최대 이동될 영역만큼 더 많은 영상 데이터를 취득하기 위해 AD변환기에서 오버클럭신호를 사용하여 수평 방향으로 오버샘플링 된 후 메모리에 저장된다. 수평방향으로만 오버샘플링을 함으로써 영상의 수평크기는 원래 보다 주시각 제어 되어 최대 이동될 양 만큼 더 많

아진다. 이때 오버샘플링 할 오버클럭신호와 원래 시스템 클럭신호와의 주파수 비는 주시각 제어 되어 최대 이동할 수 있는 영상의 크기와 원래 영상의 비에 일치하도록 한다.

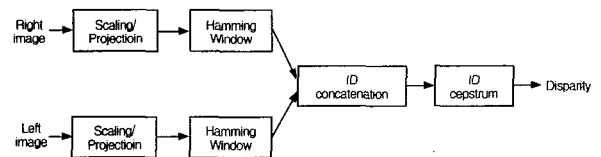


(그림 6) 실시간 주시각 제어 방법의 블록도

가변 주소발생장치에서는 주시각 제어 신호 입력에 의해 제어된 영역에 해당되는 주소 데이터를 발생시킴으로써 메모리에서 주시각 제어되어 이동된 영상을 출력하게 된다. 이때 주시각 제어신호는 카메라 촬영자에 의한 수동 입력 또는 프로세서에 의한 자동 입력이 될 수 있다. 결과적으로 오버샘플링하여 수평 방향으로 더 많이 생성된 데이터에서 주시각 제어되어 이동될 시 필요 없는 영역을 잘라내게 되는 것이므로 정보 손실은 거의 없고, 앞 절에서 설명한 신호처리에 의한 주시각 제어 효과가 나타나게 되는 것이다. 한편 주소발생장치에 의해 메모리에서 출력되는 영상은 오버샘플링에 의해 수평방향으로 확대되는 효과를 가져오지만 미리 평행축 입체 카메라에서 수직 방향으로 확대된 영상을 취득하였으므로 사물의 수평·수직 왜곡은 없게 된다.

4. 실험 결과 및 고찰

평행축 입체 카메라에서 신호 처리를 이용한 주시각 제어 효과를 실험하기 위해서 원영상과 제안한 방법으로 주시각 제어한 영상과의 시차량을 구하여 비교하였다. 여기서 영상의 수평시차는 (그림 7)에서와 같이 프로젝션 데이터 및 일차원 캡스트럼(cepstrum)을 이용하여 구하였다[5, 6].



(그림 7) 일차원 캡스트럼을 이용한 시차추출 블록도

그림에서 좌·우 카메라의 영상은 먼저 계산량을 줄이기 위해 영상의 수평크기를 축소하는 스케일링 과정과 이를 수직방향으로 영상 데이터를 합하는 프로젝션 과정을 거친다. 다시 hamming window의 전처리 과정을 거친 후 두 영상은 이어 붙여지며, 이때 붙여진 좌우 영상은 $s_r(i) + s,$

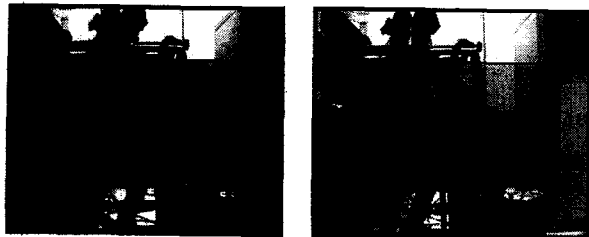
$(i+W)$ 와 같이 표현된다. 여기서 $s_l(i)$ 및 $s_r(i)$ 는 좌우 영상에 대한 수직 방향의 프로젝션 데이터에 해당하며 W 는 연산에 사용된 영상의 수평 크기에 해당한다.

이 때 일차원 캡스트럼은

$$F^{-1}[\log F(u)] = F^{-1}[\log S(u)] + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{\delta[x-n(W+d_h)]}{n} \quad (5)$$

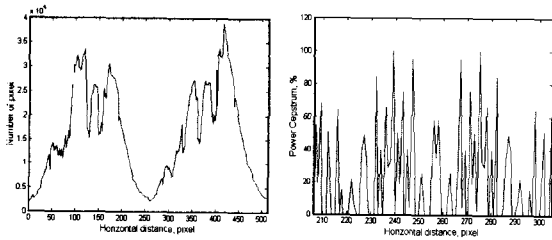
와 같이 표현되고 이는 $W+d_h$ 에서 최대값을 가지며 이때의 d_h 가 두 영상의 수평 시차량에 해당한다.

우선 평행축 입체 카메라 영상을 얻기 위해 CCD 카메라를 적당한 간격(약 65mm)으로 배치하고 640×480 크기의 좌·우 영상을 얻었다. (그림 8)은 그렇게 얻어진 원 영상을 보여 주고 있다. 시차량 추출을 위하여 두 영상을 각각 1/2로 축소한 후 계산한 프로젝션 데이터와 캡스트럼은 (그림 8)(c) 및 (그림 8)(d)에서와 같았다. (그림 8)(d)를 볼 때 $272 (= W+d_h)$ 에서 캡스트럼은 최대값을 가지며, 좌·우 영상의 시차량 d_h 는 1/2 축소를 고려하면 32로 계산된다. 이 그림에서 마스크되어 있는 부분은 전처리 과정에서 프로젝션 데이터로 이용된 영역에 해당되며 1/2 축소시 $W=256$ 로 설정하였다.



(a) 좌 원 영상

(b) 우 원 영상

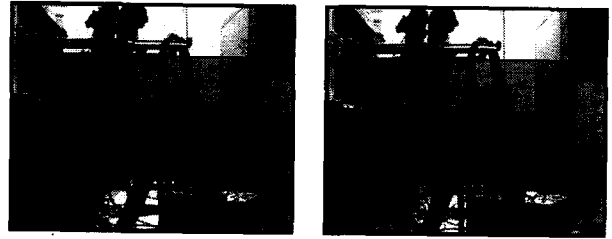


(c) 프로젝션 데이터

(d) 캡스트럼

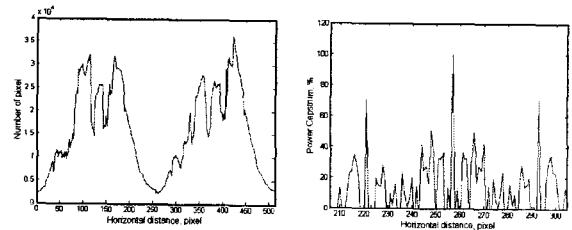
(그림 8) 평행축 입체 카메라로부터 얻은 원 영상과 캡스트럼

(그림 8)의 원 영상을 이용하여 카메라 이동의 효과를 얻기 위해서 좌·우 영상의 이동량에 해당하는 부분을 삭제하고 원래 크기로 영상 확대를 수행하였다. (그림 9)는 카메라 간격을 넓힌 효과를 알아보기 위해서 좌 영상은 왼쪽으로부터 20화소, 우 영상은 오른쪽으로부터 20화소 삭제한 뒤 다시 확대한 결과이다. 이때 (그림 9)(d)에서 두 영상의 시차량은 1이며 주시각이 제대로 맞추어진 결과를 얻을 수



(a) 처리한 좌 영상

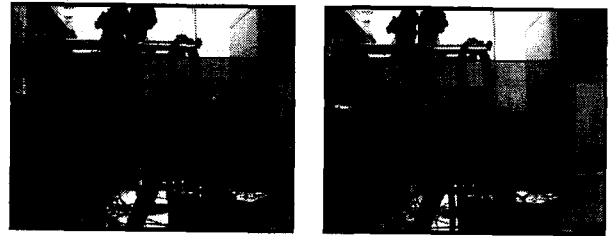
(b) 처리한 우 영상



(c) 프로젝션 데이터

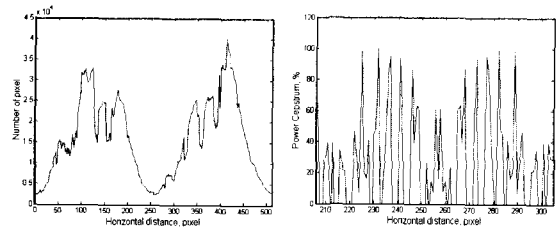
(d) 캡스트럼

(그림 9) 카메라 간격을 넓힌 효과를 얻기 위해 신호처리를 수행한 후의 결과(좌: 왼쪽 20화소 제거, 우: 오른쪽 20화소 제거)



(a) 처리한 좌 영상

(b) 처리한 우 영상



(c) 프로젝션 데이터

(d) 캡스트럼

(그림 10) 카메라 간격을 좁힌 효과를 얻기 위해 신호처리를 수행한 후의 결과(좌: 오른쪽 20화소 제거, 우: 왼쪽 20화소 제거)

있었다. 카메라 간격을 좁힌 효과를 보기 위해서 좌 영상은 오른쪽으로부터 20화소 및 40화소, 우 영상은 왼쪽으로부터 20화소 및 40화소를 삭제한 뒤 다시 확대한 결과, 입체 영상의 시차량은 각각 52 및 84가 되었다. (그림 10)은 좌 영상은 오른쪽으로부터 20화소, 우 영상은 왼쪽으로부터 20화소 삭제한 뒤 다시 확대한 결과이다. 이로써 제한한 신호처리를 통해 좌우영상의 시차량이 가변됨으로써 평행축 카메라에서 주시각이 조절됨을 알 수 있다. 한편, 본 실험에서 삭제한 양은 실험을 위해 임의로 정한 값으로서 초기에 구

해진 시차량과 삭제할 영역사이의 관계를 구하면 몇 번의 연산을 통해 자동으로 주시각을 조절할 수 있을 것으로 판단되며 이는 추후의 연구과제로 남겨 둔다.

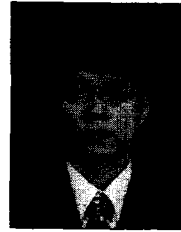
각각의 신호 처리를 통해 주시각이 조절된 입체영상을 자체 제작한 3D 모니터를 통하여 시청한 결과, 주시각 조절에 의해 시차량이 최소가 될 때 상대적으로 피로감을 덜 느끼면서 입체 영상을 시청할 수 있었다. 실제로, 여기서 구한 시차량은 대표값의 성격을 갖는 것으로서 의미가 있지만 좌·우 영상의 여러 물체들의 시차량은 실제 그림에서는 다르게 나타난다. 그러나, 본 실험을 통해서 신호처리를 수행한 영상에서 시차량의 변동을 확인하고, 이에 의해 주시각 제어된 영상을 피로를 덜 느끼면서 시청할 수 있음을 주관적으로 확인함으로써, 평행축 카메라에서도 주시각 제어가 가능하다는 것을 보일 수 있었다.

5. 결 론

평행축 입체 카메라는 구조적으로 간단하여 저렴한 비용으로 구축이 가능하고 제어 기능이 단순하여 다루기 쉽다는 장점이 있으나, 주시각 제어가 불가능하다는 단점이 있다. 본 논문에서는 간단한 신호처리만으로 평행축 입체 카메라에서 주시각 제어를 할 수 있는 방법을 제시함으로써, 평행축 입체 카메라를 수평이동축 카메라와 같은 성능을 가질 수 있도록 하였다. 영상의 일부를 삭제하고 확대하는 과정에서 약간의 화질 열화를 가져오지만, 피로를 덜 느끼면서 입체를 감상할 정도의 시차 범위 내에서는 화질의 열화 정도가 미미하여 본 논문에서 제안한 방법이 유용하게 쓰일 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] T. Motoki, H. Isono and I. Yuyama, "Present state of three-dimensional television research," *Proc. IEEE*, Vol.83, pp. 1009-1021, July, 1995.
- [2] Takehiro Izumi, *3차원 영상의 기초*, NHK 방송기술연구소, 1998.
- [3] D. W. Murray et al., "Reactions to peripheral image motion using a head/eye platform," *4th Intl. Conf. On Computer Vision*, pp.403-411, 1993.
- [4] S.-Y. Park, Y.-B. Lee and S.-I. Chien, "Linear relation for vergence control of parallel stereo camera," *Eletron. Lett.*, Vol.34, No.3, pp.255-256, Feb., 1998.
- [5] 이용범, "수평이동축 입체카메라의 설계와 자동 주시각 제어", 박사학위논문, 경북대학교, 대구, 1999.
- [6] P. W. Smith and N. Nandhakumar, "An improved power cepstrum based stereo correspondence method for textured scenes," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, Vol.18, No.3, pp.338-348, March, 1996.



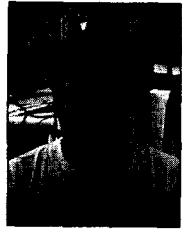
이 광 순

e-mail : gslee@etri.re.kr
 1993년 경북대학교 전자공학과 공학사
 1995년 경북대학교 전자공학과 석사
 2000년 경북대학교 박사과정 수료
 2001년~현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 연구원
 관심분야 : 3DTV 시스템, 다시점 영상신호처리



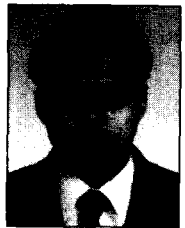
김 형 남

e-mail : hnkim@pusan.ac.kr
 1993년 포항공과대학교 전자전기공학과 (학사)
 1995년 포항공과대학교 전자전기공학과 (석사)
 2000년 포항공과대학교 전자전기공학과 (박사)
 2000년 포항공과대학교 전자컴퓨터공학부 박사 후 연구원
 2003년 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 선임연구원
 2003년~현재 부산대학교 전자공학과 조교수
 관심분야 : DTV 시스템, 디지털 신호처리, 영상신호처리



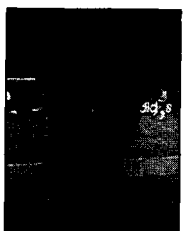
허 남 호

e-mail : namho@etri.re.kr
 1992년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학사
 1994년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사
 2000년 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사
 2000년~현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 선임연구원
 관심분야 : 제어이론, 전력전자, 입체영상 신호처리



엄 기 문

e-mail : gmum@etri.re.kr
 1991년 서강대학교 이공대학 전자공학과
 1993년 서강대학교 이공대학 전자공학과 공학석사
 1998년 서강대학교 이공대학 전자공학과 공학박사
 2000년 한국전자통신연구원 영상처리연구부 박사후 연수 연구원
 2001년~2002년 캐나다 Communication Research Centre 방문 연구원
 2000년~현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 선임연구원
 관심분야 : 3DTV 영상처리, 컴퓨터비전



안 충 현

e-mail : hyun@etri.re.kr
 1985년 인하대학교 해양학과 이학사
 1989년 인하대학교 해양학과 이학석사
 1995년 지바대학교 자연과학연구소 공학박사
 1995년 지바대학교 공과대학 정보공학과 조수
 1996년~현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부 책임연구원
 관심분야 : 원격탐사, 영상처리, 컴퓨터비전