스테레오 영상간의 휘도 불균형 보정에 관한 연구

A Study on the balancing of stereo image pairs

최 명 환, 오 세 범, 임 정 은, 김 용 태, 손 광 훈
연세대학교 전기 · 전자 공학과
Myoung-Hwan Choi, Se-Bum OH, Joung-Eun Lim, Yong-Tae Kim,
Kwang-Hoon Sohn
Dept. of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University
e-mail : alans@diml.yonsei.ac.kr

요 약

본 논문에서는 스테레오 좌·우 영상간의 휘도 불균형 보정에 관한 연구를 수행하였다. 좌영상과 우영상의 관계를 선형관계 ($I_L = aI_R + b$)로서 가정하고 휘도 불균형을 보정한 기존 알고리듬(global balancing)의 문제점을 분석하였다. 또한 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 두 가지 방법을 제안하는데 히스토그램 균일화를 통한 방법과 영상의 국부적 특징을 이용하여 선형변환을 적용하는 방법(local balancing)이 보다 정확한 변이벡터를 찾는 전처리 과정임을 모의실험을 통해 검증하였다.

I. 서 론

3차원 텔레비전은 멀티미디어 관련 기술에 대변혁을 일으킬 수 있는 차세대 매체로서 부각이 되고 있다. 이로 인해 3차원 영상 통신 및 방송기술은 여러 기술의 발전을 요구하게 된다. 특별히 3차원 영상의 전송에 필요한 많은 데이터를 전송 가능한 량으로 압축시키는 데이터 압축 기술이 필요하게 된다. 3차원 입체영상은 좌·우 영상사이의 공간적 중복성을 가지고 있기 때문에 변이추정을 통해 전송 효율을 높일 수 있다.[1]

이러한 변이 추정은 기본적으로 좌·우 영상이 같은 물체에 대해 같은 휘도값을 가진다는 가정을 했지만 실제로 스테레오 영상 획득시 두 개의 카메라 파라미터의 불일치, 카메라 노출차이, 조명 방향 등으로 인한 영상간의 휘도 불균형이 있을 수 있다. 이런 스테레오 영상간의 휘도 불균형은 압축에 있어서 변이 추정 및 예측의 신뢰도를 떨어뜨릴수 있다 [2][3]. 하지만 이러한 문제를 해결하기 위한 연구는 아직 부족한 상태이다.

영상간의 휘도 불균형 문제를 해결하기 위한 기존의방법은 스테레오영상을 선형관계,즉 $I_L = aI_R + b$ 로 가정하여 두 영상의 평균과 분산을 맞추기 위한 a 와 b 값을 구한 후에 우 영상 전체를 좌 영상에 대해 선형변환 하는 방법을 사용하였다(global balancing)[2]. 하지만 영상이 국부적으로 다른 특성을 가질 수 있는데 비해서 영상전체부분에 대해서 한 개의 계수 a 와 b만으로 변환하기 때문에 더 좋지 않은 결과를 보일 수 있다. 즉 변이 추정을 할 때 효율을 저하시킬 수도 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 극복할 수 있는 방법으로 두 가지 방법을 제안하는데, 영상을 여러 개의 블록으로 나눈 후에 그 블록에 대해 최소 MSE(Mean Square Error)가 되는 스테레오영상에서 상응하는 블록으로 평균과 분산을 맞추는 선형변환을 하는 것이다. 영상의 블록 각각에 대해 여러개의 a 와 b로 선형 변환을 함으로서 즉, 영상의 국부적인 특징을 고려하므로서 효율적인 휘도 불균형 보정이 됨을 모의실험을 통해 검증하였다(local

balancing). 또한 변이 추정 시 좌·우 영상을 히스토그램 균일화로서 두 영상의 분산(대조도)을 확장시킨 후에 변이 추정하고 그 변이 정보를 원 영상에 적용하는 방법 역시 좋은 효과를 나타냄을 모의실험을 통해 검증하였다.

Ⅱ. 국부적 선형변환기반 휘도불균형 보정(local balancing)

우선 좌·우 영상에 대해 고정 블록 변이추정(FBMA)을 통해 변이 벡터를 구한후에 현재영상의 블록과 상응하는 참조영상에서의 블록을 구한후 두 블록에 대해 평균과 분산을 맞추는 변환을 행한다.즉, 현재 영상의 블록과 같은 깊이를 가지는 참조영상의 블록을 평균과 분산을 맞추는 선형변환을 한다.[2]

$$I_{R'} = aI_R + b \tag{1}$$

여기서 I_R은 현재 영상의 휘도 값이고 $I_{R'}$은 선형 변환된 휘도 값이다.
선형 변환된 $I_{R'}$의 평균 $\mu_{R'}$ 와 분산 $\sigma_{R'}^2$ 은 다음 식과 같이 된다.

$$\begin{aligned} \mu_{R'} &= a\mu_R + b \\ \sigma_{R'}^2 &= a^2\sigma_R^2 \end{aligned} \tag{2}$$

식(2)를 a와 b에 대하여 정리하면

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sigma_{R'}}{\sigma_R} \\ b &= \mu_{R'} - a\mu_R \end{aligned} \tag{3}$$

이 된다.
$\sigma_{R'} = \sigma_L$ 그리고 $\mu_{R'} = \mu_L$ 조건을 만족하기 위해서는

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sigma_L}{\sigma_R} \\ b &= \mu_L - a\mu_R \end{aligned} \tag{4}$$

이 된다. 따라서 $I_{R'}$은 식(5)와 같이 된다.

$$I_{R'} = \frac{\sigma_L}{\sigma_R} I_R + (\mu_L - \frac{\sigma_L}{\sigma_R}\mu_R) \tag{5}$$

현재영상의 블록 각각에 대해 a ,b 값을 구한 후 참조영상의 블록에 대해 선형 변환시킴으로서 보정된 영상을 얻을수 있게된다.

Ⅲ. 히스토그램 균일화 기반 휘도 불균형 보정

히스토그램 균일화를 수행한 좌·우 영상에 대해 변이추정을 하고 여기서 나온 변이벡터를 히스토그램 균일화 수행 전의 좌 영상에 적용함으로서 재생된 우영상을 얻을수 있다. 여기서 좌·우 영상이 휘도 불균형 되어 있더라도 히스토그램 균일화를 수행한후 변이를 추정하기 때문에 휘도 불균형에 덜 민감할 수 있다. 휘도 불균형된 좌,우 영상은 히스토그램 균일화를 통해 두 영상의 기본적인 성질(평균과 분산)을 맞추고 다른 깊이를 나타냄에도 불구하고 비슷한 휘도 값을 표시하는 영역을 대조도(contrast)가 확장됨에 따라 다른 깊이로 뚜렷이 분리시킴으로서 변이추정시 보다 정확한 변이벡터를 찾을 수 있다.그림 1. 은 히스토그램 균일화를 통한 FBMA의 블록 다이어그램을 나타내고 있다.

Ⅳ. 모의 실험 및 결과

모의 실험에 사용한 3차원 스테레오 영상은 그림 2와 같은 256×256 크기의 "piano"영상이다.

여기서 영상간의 휘도 불균형 보정에 대한 효과를 최대화 하기위해 좌·우영상간 휘도불균형 차이가 많이나는 영상을 선택하였다.

그림 3, 4, 5는 고정 블록 변이 보상(FBMA)을 통한 휘도 불균형 보정효과를 보이기 위한 모의실험결과이다. 변이추정은 8×8 블록 크기

로 탐색범위는 -8 ~ 8 으로 하였다.

local balancing의 경우 선형 변환하기위해 좌·우 영상의 상응하는 블록을 FBMA로하기 때문에 신뢰성을 높이기 위해 먼저 전체적인 평균과 분산을 global balancing을 통한후 local balancing을 수행하였다. 하지만 일반적인 영상의 경우 평균휘도값이 차이가 많이 나는 경우가 적으므로 local balancing을 직접 수행할수 있다.

그림6.은 좌·우 영상 히스토그램균일화를 통한 보정후 변이보상을 통한 모의실험결과이다. 변이추정은 8×8 블록크기로 탐색범위는 -8 ~ 8 으로 하였다.

히스토그램 균일화를 이용한 방법은 기존의 방법보다 는 좋지 않은 결과를 보이지만 좌·우 영상이 비선형관계라면 선형관계로 가정한 기존의 방법보다 좋은 효과를 보일것으로 예상된다.

모의 실험 결과 표1 과 그림 3, 4, 5, 6에서 볼 수 있듯이, 영상간의 휘도 불균형을 보정하지 않았을때 변이벡터가 부정확하고 특히 실험에 사용된 영상의 경우 머리부분의 변이추정이 많이 부정확했다. 하지만 global balancing. local balancing 그리고 히스토그램 균일화를 통한 변이추정시 보다 신뢰성 있는 변이를 찾을 수 있었다.

V. 결 론

본 논문은 효율적인 스테레오 영상처리를 위해서 영상간의 휘도불균형 보정이 필요함을 보이고 기존 방법(global balancing)대신 및 영상의 국부적인 특징을 이용하는 방법(local balancing)과 히스토그램 균일화를 이용한 변이추정을 통해 휘도 불균형된 영상에 대해 보다 정확한 변이 벡터를 찾을 수 있었다. 또한 휘도 성분뿐 아니라 색 성분에 대해서도 같은 알고리듬을 통해 보정함으로서 칼라 영상에 대해서도 좋은 결과를 보였다.

본 논문은 스테레오영상에 대한 수행한 결과를 보였는데 일반적인 video 영상에서도 FADE IN, FADE OUT또는 갑작스런 카메라의 플래쉬 등으로 인해 앞 프레임과 뒤 프레임사이에 휘도 불균형현상을 보일 수 있는데 이 역시 본 논문에서 제안한 방식으로 좋은 효과를 보일수 있다.

감사의 글: 본 논문은 산업자원부에서 시행한 차세대 신기술 개발사업에서 수행한 연구결과입니다.

VI. 참 고 문 헌

[1] M.G. Perkins, "Data compression of Stereoparis," IEEE Trans. Commun. vol. 40, pp.684-696, 1992

[2] Antohny Mancini, "Disparity Estimation and Intermediate View Reconstruction for Novel Applications in Stereoscopic Video," ME Paper McGill university Feb, 1998

[3] R. Franich, "Disparity estimation in stereoscopic digital images," PhD thesis, Technical University of Deflt, 1996

[4] Cox I.J. ,Roy S. ,Hingorani S.L "Dynamic histogram warping of image pairs for constant image brightness," Image Processing, 1995. Proceedings., International Conference on Volume: 2 , 1995 , Page(s): 366 -369 vol.2

[5] Yang X-D. Xiao Q, Raafat H "Dircect Mapping Between Histograms : An Improved Interactive Image Enhancement Method," Systems Conference Proceedings. 1991 IEEE International Conference on Page(s) 243-247 vol.1

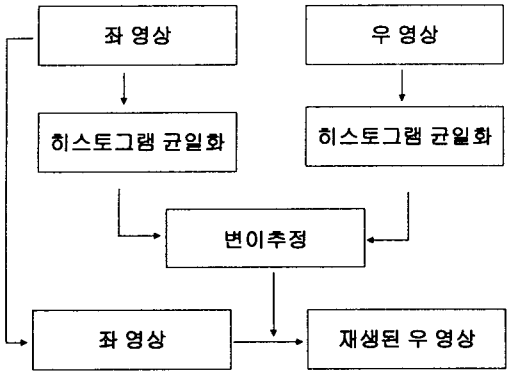
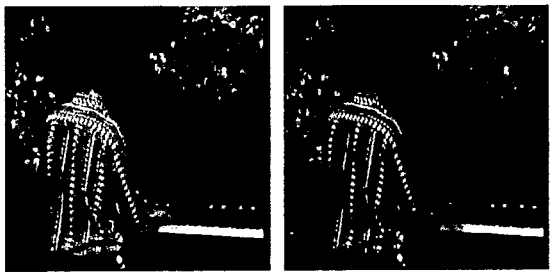
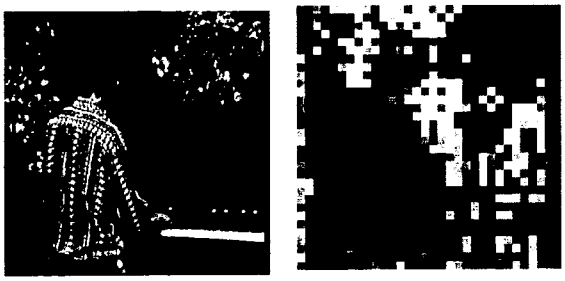


그림 1. 히스토그램균일화를 이용한
FBMA 블록다이어그램



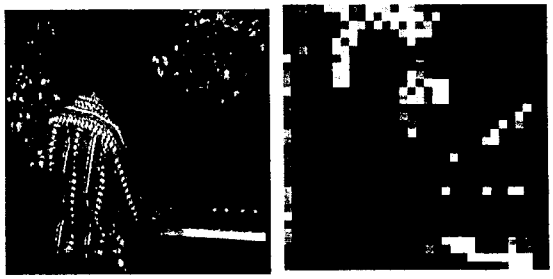
(a) 좌 영상 (b) 우 영상
(평균:80.40 표준편차:44.76) (평균:71.32 표준편차:40.78)

그림 2. piano 스테레오 영상 (256×256)



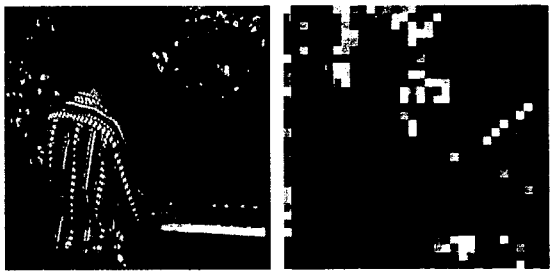
(a) 재생된 우 영상 (b) 변이맵

그림 3. 휘도불균형 보정없이 수행한
FBMA결과



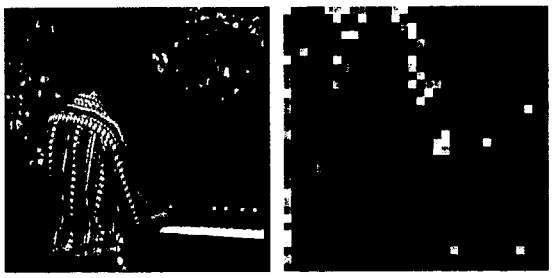
(a) 재생된 우 영상 (b) 변이맵

그림 4. global balancing을 이용한
FBMA결과



(a) 재생된 우 영상 (b) 변이맵

그림 5. local balancing을 이용한 FBMA결과



(a) 재생된 우 영상 (b) 변이맵

그림 6.히스토그램균일화를 이용한FBMA결과

표 1 휘도 불균형 보정을 통한 효과
및 성능 비교

	FBMA	global balancing +FBMA	제안방식 I (local balancing +FBMA)	제안방식 II(히스토그램 균일화 +FBMA)
PSNR	26.732	27.412	28.3531	27.21