

영상의 경계 정보를 이용한 블록기반 시차 예측기법

정회원 이 병 진*, 유 지 상**

Block-based Disparity Estimation Algorithm Using Edge information

Byoung-Jin Lee*, Ji-Sang Yoo** Regular Members

요 약

본 논문에서는 스테레오 영상 압축 시 흔히 사용되는 블록 정합 기법의 문제점인 블록화 에러를 줄일 수 있는 객체기반 블록 정합 기법(object based block matching algorithm : OBMA)을 제안한다. 제안된 OBMA 기법에서는 영상의 경계 정보(edge map)를 추출한 후 블록내의 경계선 정보의 유무를 가지고 영상을 각각의 객체로 나누어 객체별로 변이를 예측함으로써 기존 블록정합 기법에서 발생하던 경계부분에서의 블록화 에러를 줄일 수 있었다. 모의 실험 결과 기존의 블록 정합(block matching) 기법보다 주관적 영상 품질은 현저히 개선하면서도 유사한 성능의 PSNR을 유지할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a new disparity estimation method called object based block matching algorithm(OBMA) for stereoscopic images which is able to reduce the blocking artifact. In the proposed algorithm, edge information of the given image is first extracted and then we estimate the disparity of each segmented object to remove the blocking artifact. In the experimental results, it is proven that the proposed algorithm has about the same performance as the old BMA algorithm while it achieves much better subjective quality.

1. 서 론

사회가 복잡해지고 기술이 발전함에 따라 인간은 보다 사실적이고 현장감 있는 영상을 추구하게 되고 이에 따라 3차원 영상의 정보처리에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 인간이 양안으로 물체를 인식함으로써 깊이를 느끼는 점을 이용한 스테레오 3차원 영상의 정보처리에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 인간이 양안으로 물체를 인식함으로써 깊이를 느끼는 점을 이용한 스테레오 3차원 입체영상처리 방식은 차세대 영상처리 분야로서 주요 관심사가 되고 있다. 그러나, 현재 이용되는 영상의 대부분이 칼라 및 동영상이라는 점과

통신 선로상의 전송률과 처리속도를 감안하면, 입체감을 얻기 위해 요구되는 영상정보량의 증가는 큰 문제가 된다. 정보량 감소를 위해 스테레오 영상에서는 공간적 중복성을 제거하기 위한 목적으로 시차예측(disparity estimation)/시차보상(disparity compensation) 기법이 많이 사용되고 있다[1,2,3]. 에피폴라(epipolar) 선 상에서 물체의 한 점이 투영된 상대적인 위치 차이를 양안시차라 하고, 이 시차를 공간상의 벡터로 표현한 것이 시차 벡터(disparity vector)이다. 이러한 시차 예측 방법은 크게 영상의 특징을 기준으로 하는 특징 기반 방법과 영상을 일정하게 또는 가변적인 블록으로 나누어 시차를 예측하는 블록 기반 방법이 있다. 특징 기반 방법은 영

* 광운대학교 전자공학과 디지털 미디어 연구실(hjlee@infunix.co.kr), ** 광운대학교 (jsyoo@daisy.kwangwoon.ac.kr)

논문번호 : 020202-0429, 접수일자 : 2002년 4월 29일

※본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2001-000-00350-0)지원으로 수행되었습니다.

상의 전체 영역에 대한 변이 예측은 불가능하며, 전체 영상에 대한 조밀한 변이도를 구하기 위해서는 내삽과정(interpolation)을 거쳐야 하는 단점이 있어서 블록 기반 방법이 많이 연구되고 있다. 기존의 블록 기반 방법들은 전체 탐색(full search)기법보다 계산량을 줄이기 위해 블록 순환 정합 기법(block recursive matching algorithm)[4], 계층적 블록 정합 기법(hierarchical block matching algorithm)[5] 등의 기법들이 제안되고 있다. 이러한 블록 기반 방법들은 각각의 대응 블록들을 정합시키는 방식을 사용한다. 대응 블록은 비용함수(cost function)를 최소로 하는 블록으로 선택된다. 따라서 각각의 블록은 같은 대응 블록을 선택할 수 있고 이러한 이유로 복원 영상에서 블록화 에러가 가중되는 단점이 있다. 본 논문에서는 기존의 블록 정합 방법에서 발생하는 블록화 에러를 줄여 복원 영상의 주관적 영상 품질을 개선하면서도 객관적 영상품질인 PSNR은 기존의 방법과 유사하게 유지시키는 객체 기반 블록 정합 기법(object based block matching algorithm : OBMA)을 제안한다. OBMA에서는 같은 물체 내에서는 시차가 같다는 사실을 이용하기 위하여 참조 영상의 경계정보를 추출한 뒤 추출된 경계정보를 기준으로 블록의 특성을 구분하여 비용함수(cost function)를 최소로 하는 시차를 예측한다. 제안된 OBMA의 성능을 평가하기 위해 5쌍의 스테레오 영상을 실험영상으로 이용하여 모의 실험을 행하였으며 그 결과 주관적 영상 품질이 기존의 블록 기반 방법보다 월등히 향상됨을 검증할 수 있었다. 본 논문의 2장에서는 경계정보(edge map) 추출 기법을 설명하고 이를 이용한 OBMA를 제안하고 있으며 3장에서는 모의 실험 결과를 보여주고 있다. 4장에서 결론을 맺었다.

II. 제안된 객체기반 블록정합기법(Object based Block Matching Algorithm : OBMA)

두 눈에 해당하는 좌·우 카메라로부터 얻어진 영상에서 서로 물체가 대응하는 위치를 찾는 과정을 시차 예측(disparity estimation) 이라고 한다. 본 논문에서는 그림 1과 같이 좌·우 카메라가 수평으로 나란히 위치한다고 가정한다. 이러한 경우 수직 변이는 거의 나타나지 않고 수평 변이가 크게 나타나므로 수평 변이 벡터만 예측함으로써 예측 효율을 높일 수 있다.

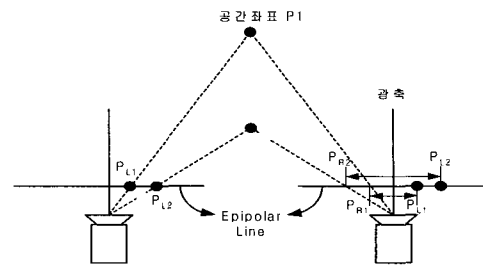


그림 4. 시차 예측
Fig. 1. Disparity Estimation

1. 영상에서의 경계정보 추출

본 논문에서 사용하는 객체기반 블록정합기법(object based block matching algorithm : OBMA)에서는 먼저 전처리 과정으로 참조 영상내 객체의 윤곽선을 검출하여 압축하고자 하는 영상을 각각의 객체로 분할한다. 윤곽선은 영상 안에서 영역의 경계를 나타내는 특징으로 픽셀 밝기의 불연속 점을 나타낸다. 일반적인 윤곽선 검출 방법에는 여러 가지가 있지만 미분 연산자의 역할을 해주는 마스크를 주로 사용한다. 이러한 마스크를 통과한 후 일정한 임계값을 이용하여 단순히 윤곽선만을 가지는 이진화 영상을 만들어 사용하고 있다. 그러나 이런 방법을 사용할 경우 임계값을 정하는데 있어 영상에 따라 임계값의 범위가 너무 넓으며 또한 결과 영상에 원하지 않는 잡음이 포함되는 효과를 얻게 된다. 이러한 문제를 해결하고자 본 논문에서는 여러 개의 마스크를 사용하는 복합적 검출 기법[6]을 사용하였다. 복합적 검출 기법은 다음 두 개의 벡터를 정의함으로써 직관적으로 알 수 있다.

$$w = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_9]^T \quad (1)$$

이고

$$z = [z_1 \ z_2 \ \dots \ z_9]^T \quad (2)$$

라고 하자. 여기서 w_i 는 경계선을 검출하기 마스크의 일반적인 계수이며, z_i 는 대응되는 위치의 영상의 명암도를 나타낸다. 또 T는 벡터의 전치(transpose)를 의미한다.

식(1)과 (2)에 의한 마스크 응답은 식(3)와 같이 표현되고 벡터 내적의 정의를 이용하면 식(4)처럼 다시 쓸 수 있다.

$$R = \sum_{i=1}^9 w_i z_i = w^T z \quad (3)$$

$$w^T z = ||w|| ||z|| \cos \theta \quad (4)$$

여기에서 T는 벡터의 전치(transpose)를 의미하고 θ 는 두 벡터 w 와 z 의 사이 각이다. 만약 w 가 크기가 1인 단위 벡터라면 식 (4)는 다음과 같이 되며, w 에 대한 z 의 투영을 의미한다.

$$w^T z = ||z|| \cos \theta \quad (5)$$

식(5)를 θ 에 대하여 표현하면 다음과 같이 된다.

$$\theta = \cos^{-1} \frac{w^T z}{||z||} \quad (6)$$

식 (6)의 θ 값은 해당 위치의 입력 벡터 z 가 마스크 w 와 성질이 얼마나 가까운가를 나타내는 척도라고 말할 수 있다. 즉 θ 의 값이 작다면 z 의 성질과 w 의 성질(방향성)이 매우 유사할 것이며 반대로 θ 의 값이 크다면 두 벡터의 성질은 다르다는 것을 의미한다.

이제 식 (6)을 두 개의 마스크를 이용하는 3차원 공간으로 확장하여 표현하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다. 단 w_1 과 w_2 는 서로 직교한다고 가정한다.

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{1}{||z||} \left[\sum_{i=1}^2 (w_i^T z)^2 \right]^{1/2} \right\} \quad (7)$$

본 논문에서는 주어진 영상의 경계성분을 검출하기 위하여 w_1 과 w_2 를 그림 2에 주어진 Frei-Chen 마스크(Frei-Chen's mask)로 정의하였다. 이때 식 (7)에 의해 얻어진 θ 값이 임계값 θ_c 보다 작으면 주어진 영역을 경계성분에 가까운 영역으로 판단하게 된다.

1	$\sqrt{2}$	1	1	0	-1
0	0	0	$\sqrt{2}$	0	$-\sqrt{2}$
-1	$-\sqrt{2}$	-1	1	0	-1

그림 2. Frei-Chen 마스크
Fig. 2. Frei-Chen's mask

2. 제안한 변이 예측 기법

앞 절에서 언급한 경계 추출 기법을 이용하여 참조 영상의 각각의 블록들을 객체별로 분리하고 같은 객체에 포함되는 블록들은 같은 변이를 가진다고 가정한다. 따라서 같은 객체에 포함되어 있는 블록들은 각각의 블록별로 시차예측을 하는 것이 아니라 객체에 포함되는 모든 블록들을 하나의 새로운 블록으로 생각하고 시차를 예측함으로써 블록화 현상을 줄일 수 있다. 본 논문에서 제안하는 OBMA(Object based block matching algorithm) 기법에서는 각각의 객체에서 경계선이 포함되는 블록과 포함되지 않는 객체내의 영역에 속하는 블록으로 크게 두 가지 경우로 구분한다.

경계선 정보가 포함되어 있는 블록은 한 개 이상의 객체가 동시에 존재하는 블록이라고 생각할 수 있다. 일반적으로 스테레오 영상에서는 카메라로부터 객체의 위치(깊이값)가 다를 수 있으므로 시차도 객체마다 다를 수 있다. 하지만 동일 객체내의 블록은 거의 유사한 시차를 갖는다고 가정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 영상내의 경계선 정보를 먼저 구한 후 경계선이 포함된 블록과 경계선 정보가 없는 영역 즉 동일 객체내에 존재하는 블록으로 나눈 후 각 경우에 다르게 시차를 추정한다. 제안된 OBMA 기법의 전체 구성도는 그림 3과 같다.

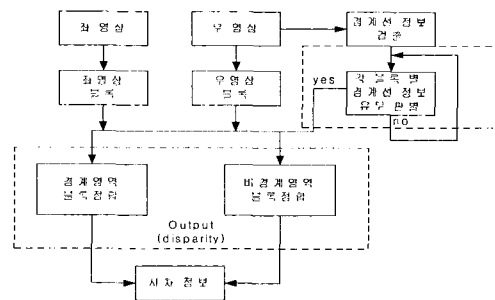


그림 3. OBMA 기법의 전체 구성도
Fig. 3. Block diagram of OBMA

그림 3에서 보듯이 제안된 OBMA 기법은 크게 두 가지 과정으로 이루어져 있다. 첫 번째 과정은 앞 절에서 설명한 경계 추출 과정을 이용하여 영상내의 블록들을 두 가지 경우로 분리하는 과정이다. 각 입력 블록에 대해서 일정한 기준값과 비교하여 경계선 성분이 포함되었는지를 확인하게 된다. 즉 현재 입력되는 블록을 n 번째 블록이라면 먼저 경계선 성분이 정해진 기준값보다 작으면 다음 블록

을 읽고 같은 과정을 반복한다. 만약 기준값보다 큰 경계선 성분이 존재한다고 판단되면 두 번째 과정을 실행한다. 본 논문에서는 시차의 변화는 수평 방향으로만 있다고 가정하였으므로 경계 영역의 유무도 수평 방향으로만 실행한다.

두 번째 과정에서는 각기 구분된 블록들의 시차를 예측하는 과정이다. 만약 모든 입력 블록의 경계선 성분이 $n+k-1$ 번째 블록까지 기준값보다 작고 $n+k$ 번째 블록에서 기준값보다 크게 된다면 첫 번째 블록부터 $n+k-1$ 번째 블록까지는 하나의 블록으로 간주하고 같은 위치의 참조영상을 가지고 시차 예측을 하게 된다. 이때 블록을 정합시키기 위한 비용함수는 다음에 정의한 평균 절대 차이 값(mean absolute difference : MAD)을 이용하였다.

$$MAD = \frac{1}{N \times N \times (k-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N \times (k-1)} |I_L[i, j] - I_R[i, j]| \quad (8)$$

여기에서 I_L 은 좌 영상의 블록이고 I_R 은 우영상의 블록을 나타낸다. 경계 성분이 기준값 보다 많다고 판단된 $n+k$ 번째 블록은 식(11)에서 정의된 MAD를 이용하여 독립적으로 시차를 추정한다.

$$MAD = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=N \times (k-1)}^{N \times k} |I_L[i, j] - I_R[i, j]| \quad (11)$$

III. 실험 결과(Experimental Results)

본 연구에서 사용한 경계검출 기법과 제안된 OBMA 기법의 성능을 검증하기 위해 기존의 경계검출 기법과 블록 정합 기법(BMA)을 비교하여 PSNR과 주관적 품질을 평가하였다. 본 논문에서 사용된 Frei-Chen 마스크를 이용한 기존의 경계검출 기법은 입력 영상을 정의되어진 Frei-Chen 마스크와 마스크 연산을 실행한 후 그 결과 영상을 일정한 크기의 임계값을 가지고 영상의 윤곽선을 검출한다. 본 논문의 결과를 위한 실험 환경은 펜티엄 4프로세서 1.2GHz의 CPU와 window환경에서 C언어를 사용하였다.

실험에 사용된 영상은 Aqua, Food, Room, Piano, Duck 등 모두 다섯 종류의 스테레오 영상이며 각 영상은 256×256 해상도의 8비트 그레이레벨 영

상이다. 그림 4(a) ~ (e)는 각 실험 영상의 좌영상을, (f) ~ (j)는 대응하는 우영상을 보였다.

1. 경계선 검출 기법

그림 4는 본 논문에서 제안한 경계 검출 기법(a)~(c)과 위에서 언급된 Frei-Chen 마스크를 이용한 기존의 방법으로 경계영역을 추출한 결과 영상(d)~(h)을 비교하여 나타낸 것이다. 그림 3을 보면 본 논문에서 사용한 방법이 기존의 방법보다 객체의 영역만을 정확하게 추출하면서도 잡음으로 생각되는 작은 점과 같은 성분이 적다는 것을 알 수 있다.

표 1에 언급하였지만 경계정보 추출을 위한 임계값 θ_r 는 1.43 rad을 이용하였다. 만약 1.43 rad 이상의 값을 사용하면 영상의 PSNR은 조금 향상시킬 수 있었지만 본 논문의 주된 목적인 주관적 영상 품질은 오히려 저하됨을 확인할 수 있었다.

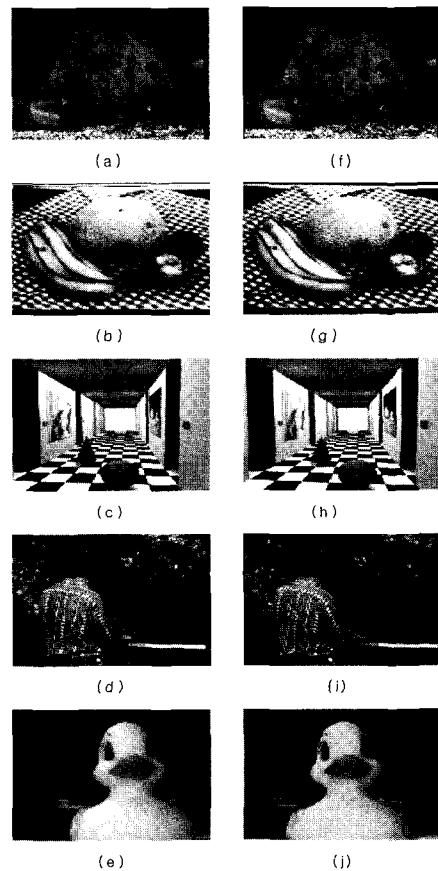


그림 4 실험 영상
Fig. 4 Test images

표 1. 실험에 사용된 파라미터
Table 1. Parameters used in the experiments

Algori thm	Block size	Search range		Edge Thresh old(θ_t)
BMA	8×8	±20		.
OBMA	8×8	Adge area search	New area search	1.43
		±20	±20	

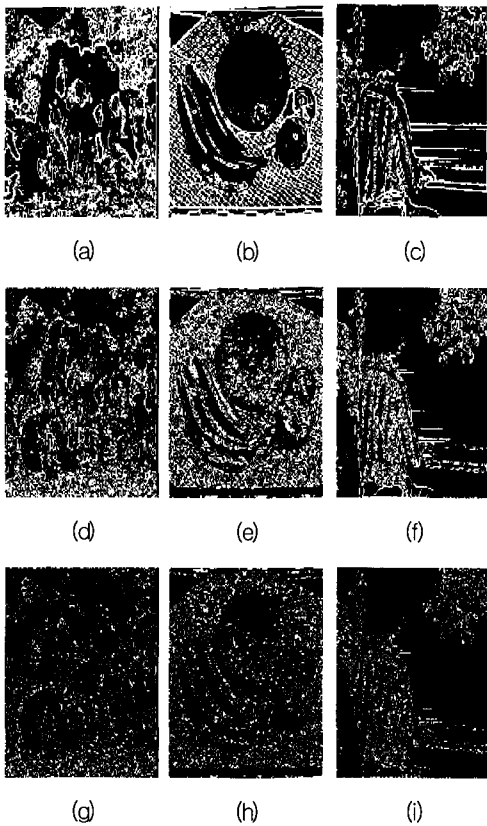


그림 5. 추출된 경계선 정보(Aqua, Food, Piano 영상) (a)~(c) 제안된 기법, (d)~(f) 임계값이 128인 기존 기법, (g)~(i) 임계값이 196인 기존 기법

Fig. 5. Extracted edge map (Aqua, Food, Piano images) (a)~(c) The proposed algorithm, (d)~(f) Old method with threshold 128, (g)~(i) Old method with threshold 196

2. OBMA 결과

표1에와 같이 본 논문에서는 BMA의 기준을 8×8의 블록 크기로 하였고 탐색영역은 ±20 화소로 제한하였다. 표2는 표1의 파라미터 값을 적용하여 실험을 하였을 때 나온 결과로써 객관적 영상 품질을 나타내는 PSNR을 나타낸 것이다.

그림 6에서는 기존의 BMA 기법과 본 논문에서 제안된 OBMA 기법을 이용하여 복원한 영상을 보였다. 그림 7 과 8에서는 복원 영상 중 주관적 영상품질이 눈에 띄게 향상된 부분을 크게 확대하여 보였다. 그림 7-(a)는 Piano의 오른쪽 원영상이고, 그림7-(b)는 OBMA기법의 결과 중 (a)영상에서 흰색으로 표시된 부분을 확대한 영상이다. 또한, 그림 7-(c)는 BMA기법의 결과중 (a)영상에서 흰색으로 표시된 부분을 확대한 영상이다. 그림 8에서 (a)는 Duck의 오른쪽 원영상이고, (b)와(c)는 OBMA기법의 결과 중(a)의 흰색으로 표시된 부분을 확대한 영상이다. 마찬가지로 (d)와(e)는 기존 BMA 기법의 결과에서 원영상(a)의 흰색으로 표시된 부분을 확대한 영상이다. 표2와 그림 6, 7, 8에서 보면 알 수 있듯이 기존의 블록 정합 방법과 본 논문의 방법은 객관적 영상품질인 PSNR은 유사한 성능을 보였지만 주관적인 영상품질은 월등히 향상됨을 알 수 있다.

표 2. 제안된 OBMA 기법과 기존의 BMA 기법과의 성능 비교

Table. 2. Performance comparison of the proposed algorithm with BMA algorithm

Image	PSNR (dB)	
	BMA	OBMA
Aqua	24.20	24.19
Food	16.84	16.65
Room	29.07	29.05
Piano	25.55	25.31
Duck	27.13	25.16

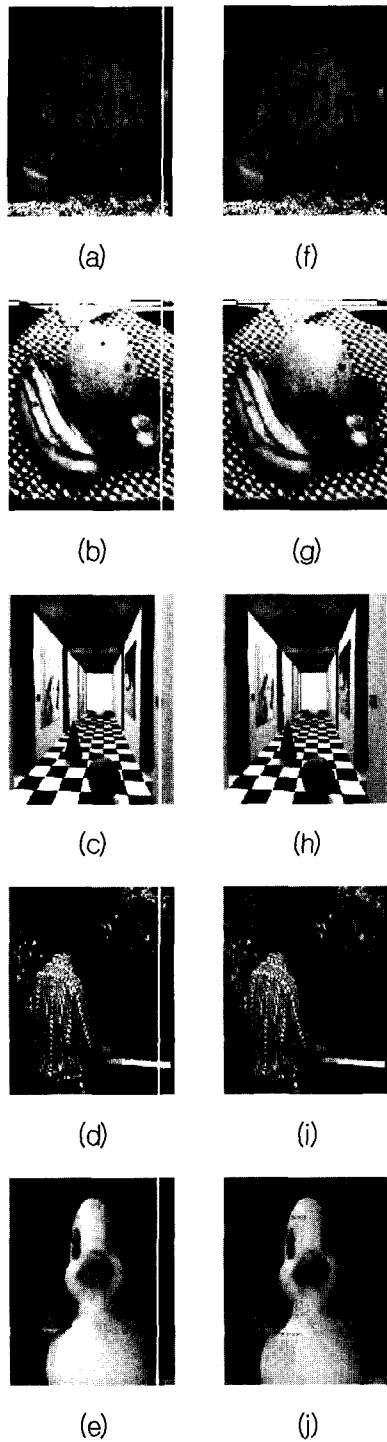
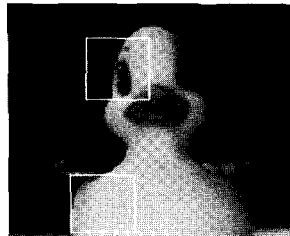


그림 6. 복원 영상 (a)~(e) 제안된 OBMA기법, (f)~(j) 기존 BMA기법
 Fig. 6 Reconstructed images (a)~(e), The proposed OBMA algorithm, (f)~(j) BMA algorithm



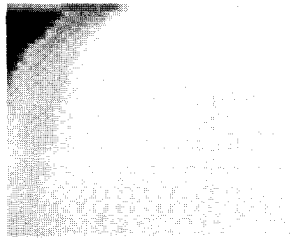
그림 7. Piano 확대 영상, (a) 원영상 (b) 제안된 OBMA 기법 (c) BMA 기법
 Fig. 7. Zoomed Piano image, (a) Original image (b) The proposed OBMA algorithm (c) BMA algorithm



(a)



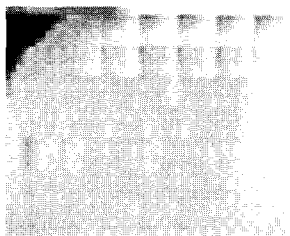
(b)



(c)



(d)



(e)

그림 8. Duck 확대영상 (a) 원영상 (b), (c) 제안된 OBMA 기법 (d), (e) BMA 기법
 Fig. 8. Zoomed Duck image (a) Original image (b), (c) The proposed OBMA algorithm (d), (e) BMA algorithm

IV. 결론

본 논문에서는 스테레오 영상의 시차벡터를 예측하는 과정에서 영상 특징 중의 하나인 경계 정보를 이용하여 영상을 객체화시킨 후 각각의 블록의 특징을 나누어 정합시키는 객체기반 블록정합(OBMA : object based block matching algorithm)기법을 제안하였다. OBMA 기법에서는 기준 영상의 경계 정보를 추출한 뒤 경계 정보에 따라 기준영상을 객체화시킨 후 시차를 예측하였다. OBMA 기법은 일반적인 BMA 기법과 비교해 볼 때 유사한 PSNR을 유지하면서도 주관적인 영상품질 면에서 우수하다는 실험 결과를 보였다. 특히 본 논문에서 사용된 Piano 영상이나 Duck 영상과 같이 조도에 의해 좌·우 영상의 같은 객체의 밝기 값이 많은 변화가 있을 때 기존 BMA 기법과 유사한 PSNR을 유지하면서도 주관적 영상 품질은 크게 향상됨을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] Dinitros Tzovaras, Nikos Gronrnalis, and Michel G. STrintzis, "Object-Based Coding of Stereo STrintzis, "Object-Based Coding of Stereo Image Sequences Using Joint 3-D Motion/Disparity Compensation", IEEE Trans. On C.S.V.T, Vol. 7, pp. 312-327, 1997
- [2] A.Tamtaoui and C. Labit, "Constrained Disparity and motion estimators for 3DTV image sequence coding", Signal Processing Image Communication, pp. 45-54 Nov. 1991.
- [3] Stephen T. Barnard, and William B. Thompson, "Disparity analysis of image", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. Pami-2, No. 4, pp. 333-340, July 1980.
- [4] Kou-Hu Tzou, To R. Hsing, Nancy A. Daly, "Block-recursive Matching

