다시점 영상기반의 다시점 객체 합성 영상 생성방법

Multi-view Object Composite Images Generation Using Multi-view Images

현명한 · 호요성
Myung-Han Hyun · Yo-Sung Ho

디지털 매팅(digital matting)은 원 영상으로부터 전경 객체를 분리하여 특수 효과를 제작하는데 중요한 기술이다. 최근에 다시점 영상으로부터 생성된 합성 개구 영상(synthetic aperture image)을 사용하여 알파맷(alpah matte)을 생성하는 디지털 매팅 알고리즘이 개발되었다. 그러나 기존의 방법은 다시점 카메라를 사용함에도 불구하고 오직 단일시점의 알파맷만을 만들어 다시점 영상의 장점을 살리지 못했다. 본 논문은 기준 시점의 트라이맵(trimap)을 모든 시점과 공유함으로써 시점에 따른 알파맷을 만들어 모든 시점의 전경 객체를 효율적으로 추출하는 방법을 제안한다. 제안하는 다시점 합성 영상 생성방법은 색상집단에 기반한 알파 추정(color cluster based alpha estimation)에서 불확실한 경계 표현 문제를 해결하기 위해 공유한 트라이맵의 미지영역정보를 이용하여 전경 객체를 분리한다. 또한 제안한 방법은 모든 시점의 전경 객체를 같은 카메라 구조에서 촬영한 다시점 배경과 합성함으로써 최종적으로 다시점 객체 합성 영상을 만든다. 제안한 방법으로 추출한 전경 객체는 실제 전경 객체와 비교한 객관적인 평가에서 평균 2.7%의 낮은 오류율을 갖는다.

주제어: 디지털 매팅, 다시점 영상 매팅, 다시점 카메라 시스템

Digital matting is a crucial work to produce special effects by extracting a foreground object from the original image. Recently, a digital matting algorithm using multi-view cameras has been developed to create an alpha matte by a well-focused image generated from multi-view images. However, the previous work could only generate a single-view alpha matte, even though it used multi-view cameras. In this paper, we propose a new scheme to estimate view-dependent alpha mattes by sharing a trimap from a reference-view. In order to solve the poor representation of edges by using a color cluster based alpha estimation for view-dependent alpha mattes, we segment foreground objects using the information of unknown area of the shared trimap. Our scheme extracts foreground objects of each view, and then composite them with corresponding background images that are captured from the same multi-view camera environment. Moreover, we found that the low average error rate between the segmented foreground objects and the ground truth was 2.7% in an objective evaluation.

Keywords: Digital matting, Multi-view image matting, Multi-view camera system

논문번호: TR08-010, 논문접수일자:2008.01.15, 논문수정일자:2009.10.22, 논문게재확정일자:2009.12.02
현명한: 국방과학연구소
호요성: 광주과학기술원

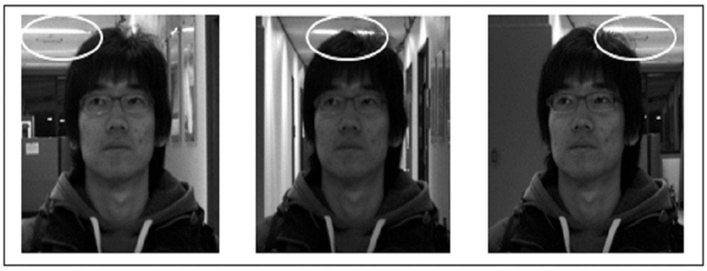


그림 1. 전경 객체를 기준으로 본 배경들간의 시차

I. 서 론

최근에 방송과 영화 산업에서 특수 효과 제작을 위한 영상 및 비디오 합성 기술의 수요가 점차 커지고 있다. 영상 합성 기술은 프로그램 제작비용을 최소화하여 양질의 방송 및 영화 콘텐츠를 만드는데에 필수적이다. 일반적으로 합성 영상은 전경과 배경의 두층으로 구분된다. 전경의 객체를 추출하기 위해 원 영상의 배경을 제거해야 하는데 불투명도를 나타내는 알파값(alpha value)을 이용하여 전경을 분리하는 기술을 디지털 매팅(digtal matting)이라고 한다[1]. 알파값은 비디오 또는 영화 산업에서 키(key)라고 부른다[2]. 반면에 영상 합성(digital compositing) 기술은 알파값을 사용해 추출한 전경 객체를 임의의 배경에 합성하는 기술이다[3]. 기본적으로 영상 합성 기술은 크게 스튜디오 영상 합성(studio matting and compositing) 기술과 실사 영상 합성(natural image matting and compositing) 기술로 나뉜다. 영상 합성 기술을 사용한 지는 오래 되었지만 그 기술에는 여전히 한계점이 있다.

가장 널리 사용하는 스튜디오 영상 합성 방법은 블루스크린 매팅(bluescreen matting)이다[4]. 파랑색 또는 초록색으로 제한된 배경은 전경 객체의 추출에 용이하다. 그러나 전경 객체가 배경과 같은 색일 때에는 전경 객체의 추출에 어려움이 있을 뿐만 아니라 구현을 위해서는 가상 스튜디오(virtual studio)와 같은 환경이 필요하다.

실사 영상 합성방법은 촬영의 제약은 감소하나, 사용자의 개입과 실행시간이 오래 걸리는 단점이 있고 [5],[6] 복잡한 객체의 경계나 배경이 있는 환경에서는 좋은 성능을 기대하기 어렵다[7]. 때로는 영상 경계를 이용하는 이차적인 작업[8],[9]으로 복잡한 객체의 경계를 더욱 정확하게 나타낼 수 있지만 이것은 굉장히 복잡하고 비효율적인 작업이다.

다시점 카메라 시스템을 사용한 실사 영상 합성 기술은 전경 추출의 복잡성을 줄일 수 있다[10]. 최근에 실행 시간이 빠르고 자동적으로 수행되는 영상합성 기술이 개발되었지만 다시점의 알파맷(alpha matte)을 만들어 낼 수 없었다. 다시 말하면 알파값 추정에 사용한 확장된 분산 추정(extended variance alpha estimation)은 알파값이 모든 시점에서 독립이라고 가정하기 때문에 다시점 전경 객체를 추출하기 어렵다. 결과적으로 기존의 방법에서 다시점 객체 합성 영상을 생성할 수 있는 새로운 기술이 필요하다.

본 논문은 다시점 영상을 이용하여 시점에 종속적인 알파맷을 추정하는 새로운 디지털 매팅방법을 제안한다. 제안한 방법은 먼저 다시점 영상으로부터 각 시점의 전경 객체를 분리하기 위해 기준 시점의 트라이맵(trimap)을 다른 모든 시점에서 공유한다. 그런 다음 미지영역 정보를 이용하여 각 시점에 종속적인 알파맷들을 만든다. 마지막으로 동일한 카메라 구조에서 찍은 다시점 배경과 그에 대응하는 분리된 다시점 전경 객체들을 합성하여 다시점 객체 합성 영상을 생성한다.

본 논문의 II장에서는 다시점 카메라를 이용한 디지털 매팅방법에 대해서 설명한다. III장에서는 제안한 다시점 객체 합성 영상 생성 과정을 설명한다. IV장에서는 제안한 방법의 실험 결과 및 고찰을 보여주고 V장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

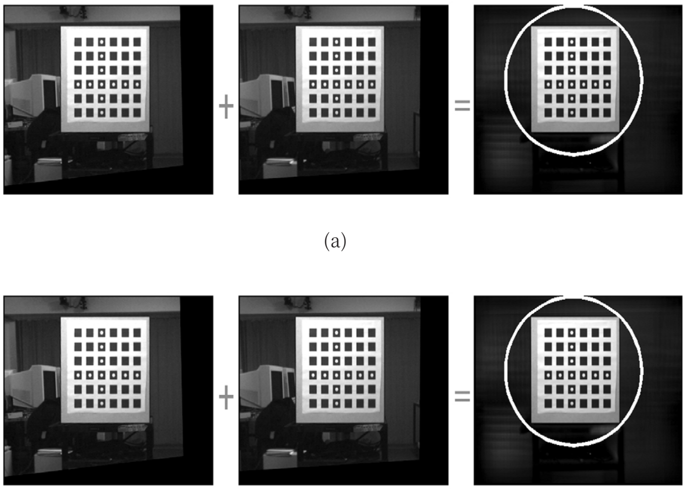
II. 다시점 카메라를 이용한 디지털 매팅

1. 합성 개구 영상

다시점 카메라를 이용한 디지털 매팅에서 합성 개구 영상(SAI: Synthetic Aperture Image)을 만들기 위해 각 카메라 영상의 동일한 화소들을 겹친다. 이것은 전경 객체의 깊이 평면으로 영상의 초점을 맞추는 작업이다. 이처럼 전경 객체들 사이의 시차를 이용하여 임의의 영상 평면에 초점을 맞추어 SAI를 만든다[11].

그림 1은 전경 객체를 기준으로 본 배경들간의 시차를 보여준다. 이러한 시차특성은 전경 객체는 선명하고 배경은 불선명한 SAI를 만드는데 이용된다.

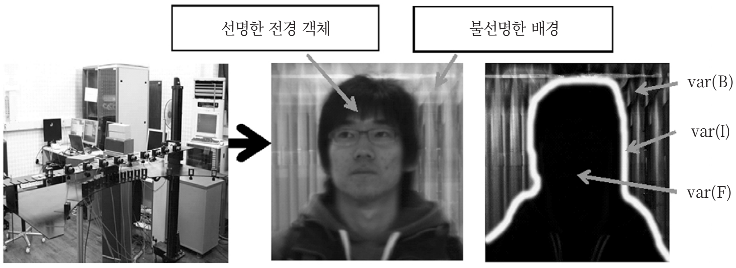
SAI를 만들기 위해 먼저 기준 시점의 전경 객체를 선택한다. 그런 다음 다른 시점 영상들의 전경 객체와



(a)

(b)

그림 2. 시차 이동에 따른 초점 깊이의 변화



(a) 다시점 카메라 (b) SAI (c) SAI의 분산값

그림 3. SAI 생성 및 분산값

기준 시점 전경 객체 사이의 시차만큼 영상들을 이동한다. 그림 2는 다시점 영상의 시차 이동에 따른 초점 깊이의 차이를 보여주며 초점이 맞춰진 결과 영상을 위해 여러장의 다른 시점 영상들이 사용된다. 그림 2 (a)는 보정판(calibration chart)에 초점이 맞춰진 반면 그림 2 (b)는 모니터에 초점이 맞춰졌다.

그림 3에서 보듯이 시차에 따라 다시점 영상을 이동하여 합성 개구 영상을 생성한다. SAI는 트라이맵을 추정하는데 중요한 역할을 한다. 트라이맵은 회색조의 영상으로서 검정색, 흰색, 회색 영역을 포함하며 각각 배경, 전경, 미지영역을 표시한다.

2. 알파맷 추정

합성 영상을 만들기 위해 우리는 먼저 알파맷을 추정하여 전경 객체를 분리한다. 여기서 0과 1사이의 알파값들로 구성된 알파맷은 화소값들을 혼합하는 역할을 한다. 그리고 분리된 전경 객체는 임의의 배경에 합성된다. 식 (1)을 이용하여 전경과 배경의 화소들을 혼합한다.

$$I = \alpha F + (1 - \alpha) B \qquad (1)$$

여기서 *I, F, B*는 각각 합성, 전경, 배경 영상을 가리키고 α는 불투명도를 나타낸다. 다시점 영상으로부터 샘플링된 *I, F, B*의 화소 벡터들은 확률 변수 **I**, **F**, **B**로 나타낼 수 있고 식 (1)이 식 (2)로 변형된다.

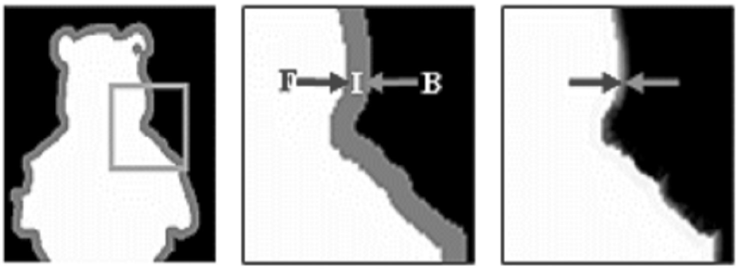


그림 4. 분산 전파

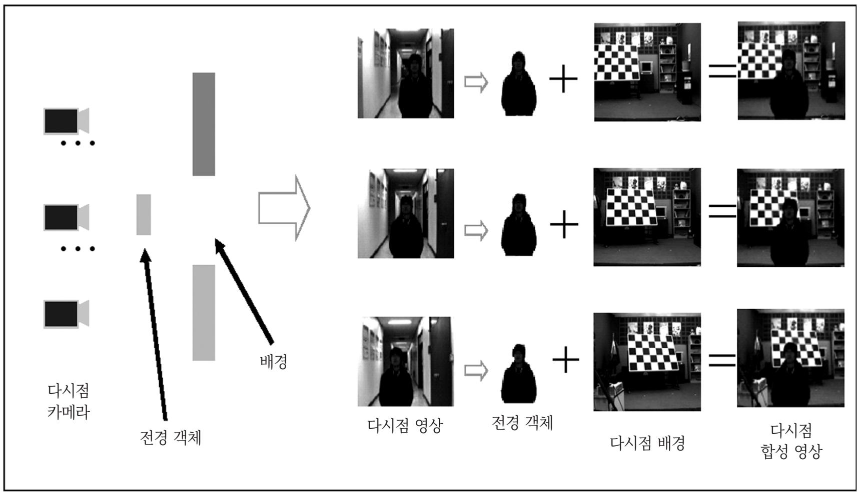


그림 5. 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성방법의 개요

$$I = \alpha F + (1 - \alpha) B \qquad (2)$$

식 (2)에 분산을 취하여 불투명도 α에 관한 이차방정식을 얻을 수 있고 **F**와 **B**가 통계상으로 독립(statistically independent)이라는 가정 하에 α값을 식 (3)으로 구한다.

$$\alpha = \frac{\mathrm{var}(B) \pm \sqrt{\Delta}}{\mathrm{var}(F) + \mathrm{var}(B)}$$

$$\Delta = \mathrm{var}(I)[\mathrm{var}(F) + \mathrm{var}(B)] - \mathrm{var}(F)\mathrm{var}(B) \qquad (3)$$

그림 3 (c)는 SAI로부터 구한 분산 영상을 보여준다. 여기서 **var**(**B**), **var**(**F**), **var**(**I**) 값은 배경, 전경, 미지영역의 분산값을 나타낸다. 미지영역의 α값을 추정하기 위해 미지영역의 화소위치와 가장 가까운 전경과 배경의 화소위치를 찾고 그에 해당하는 분산값을 식 (3)에 대입하여 α값을 구할 수 있다. 그림 4는 미지영역의 α값을 구하기 위해 분산값을 전파하는 과정을 보여준다.

III. 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성

삼차원 영상 편집 시스템에서 다시점 합성 영상을 생성하기 위해서는 다시점 전경 객체의 분리방법 및 다시점 배경에 대한 고려가 필요하다. 본 논문에서는 다시점 합성 영상 생성에 관한 개념을 설명하고 방법론을 제안한다.

그림 5는 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성방법의 개요를 보여준다. 먼저 다시점 카메라 시스템으로부터 다시점 영상을 촬영하고 다시점 영상의 전경 객체들을 분리한다. 분리된 전경 객체들을 같은 카메라 구조에

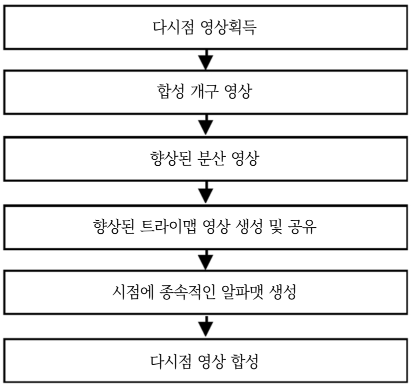


그림 6. 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성방법의 흐름도

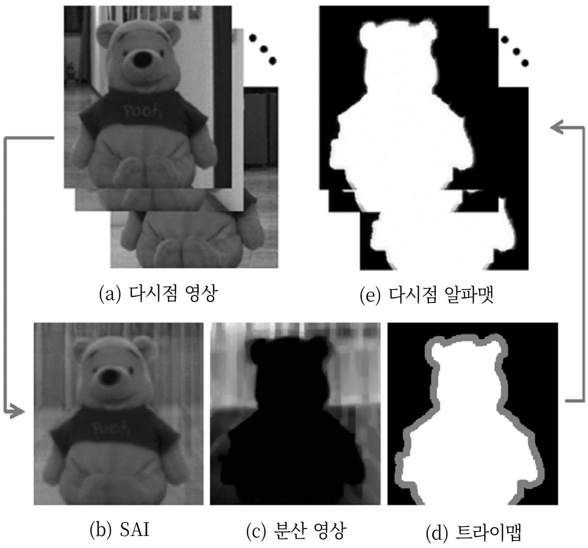


그림 7. 다시점 객체 합성 영상 생성 과정의 결과 영상

서 찍은 다시점 배경 영상과 합성한다.

다시점 카메라를 이용한 디지털 매팅의 장점은 사용자의 개입없이 트라이맵을 만들 수 있다는 점이다. 기존의 방법은 기준 시점의 전경 객체만을 분리할 수 있었지만 제안한 방법은 모든 시점의 전경 객체들을 분리한다.

그림 6의 흐름도는 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성방법을 상세히 설명한다. 다시점 영상으로부터 SAI, 분산 영상, 트라이맵을 만들고 이 트라이맵을 모든 시점과 공유하여 시점에 종속적인 알파맷을 만든다. 그런 다음 생성한 알파맷을 이용해 분리한 모든 전경 객체들을 다시점 배경과 합성해서 다시점 객체 합성 영상을 만든다. 제안하는 방법의 장점은 기준 영상의 트라이맵을 공유하여 모든 시점의 트라이맵을 수작업으로 만드는 수고를 줄이는 것이다.

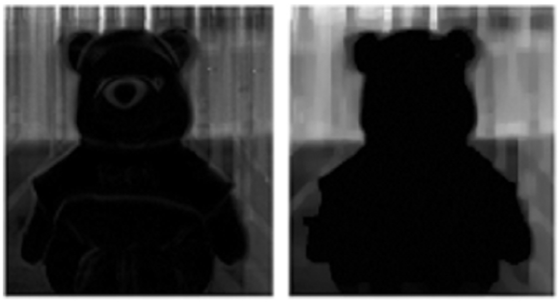
그림 7은 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성 과정의 결과 영상들을 보여준다. 그림 7 (a)는 다시점 카메라로부터 촬영한 다시점 영상이다. 그림 7 (b)는 다시점 영상을 중앙의 기준 영상으로 이동시켜 만든 SAI 이다. 이 SAI의 화소마다 분산값을 구하여 그림 7 (c)의 분산 영상을 구하고 여기에 임계값을 취하여 그림 7 (d)의 트라이맵을 만든다. 최종적으로 트라이맵의 미지영역에 알파 추정 과정을 거쳐 그림 7 (e)의 다시점 알파맷을 생성한다.

1. 향상된 분산 영상

분산 영상은 전경과 배경을 개략적으로 분리하는 중요한 역할을 한다. 일반적으로 SAI의 선명한 전경 객

(a) 9×9 (b) 1×9 (c) 9×1 (d) 원형

그림 8. 필터의 종류



(a) 기존 분산 영상 (b) 향상된 분산 영상

그림 9. 분산 영상

체는 불선명한 배경보다 작은 분산값을 갖는다. 전경 객체가 평면이 아닐 경우 전경 텍스처(texture)의 불일치로 인한 큰 분산값이 나타난다. 결과적으로 전경 객체를 정확하게 분리할 수 없다. 이러한 오류를 해결하기 위해 제안한 방법에서는 전경의 경계 안에서만 9×9 비선형필터(nonlinear filter)를 취해 가장 작은 분산값으로 큰 분산값을 대체했다. 이것은 분산 영상에서 전경 영역의 분산값은 배경영역의 분산값보다 작다는 가정 하에 이진화를 수행하고 이진 영상의 전경 화소위치를 기준으로 분산 영상에 9×9 비선형 필터를 취하는 것이다. 그런 다음 가로와 세로 방향으로 각각 크기 9의 중간값 필터(median filter)를 취해 잡음을 제거했다. 그 결과 전경 객체는 작은 분산값을 가지고 배경은 큰 분산 값을 가진다. 사용된 필터는 그림 8과 같다.

그림 9는 9×9 비선형 필터와 미디언 필터를 취하지 않은 영상과 두개의 필터를 취한 결과 영상을 보여준다. 그림 9에서 보듯이 미디언 필터를 취함으로써 전경 영역의 잡음을 제거하고 경계를 더욱 선명하게 나타낸다.

2. 트라이맵 생성 및 공유

트라이맵 생성을 위해 분산 영상에 임계값을 설정하여 영역을 분리한다. 식 (4)는 기존의 영역분할방식이며 V는 $\mathbf{var}(\mathbf{I})$로 이루어진 영상이다. 그림 10 (a)는 분산 값이 T_1보다 작으면 전경 T_2보다 크면 배경, 두개의 임계값 사이에 있을 경우에는 미지영역으로 분리한 영상이다.

$$\text{전경:}\quad A = \{\mathbf{I} \mid \mathbf{I} \in V, \mathbf{var}(\mathbf{I}) < T_1\}$$

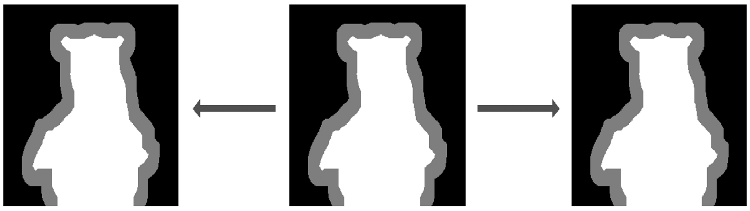
$$\text{배경:}\quad B = \{\mathbf{I} \mid \mathbf{I} \in V, \mathbf{var}(\mathbf{I}) \geq T_2\}$$

$$\text{미지영역:}\quad C = \{\mathbf{I} \mid \mathbf{I} \in V, T_1 < \mathbf{var}(\mathbf{I}) \leq T_2\} \tag{4}$$

기존의 방법은 두개의 임계값 T_1, T_2를 임의로 정해야 한다. 특히 영상마다 특성이 다르기 때문에 T_2값 결정에 어려움이 있다. 실험적으로 T_2값은 1000~5000 사이의 값으로 변화의 폭이 컸다. 그 결과 그림 10 (a)

(a) 기존 트라이맵 (b)제안한 트라이맵

그림 10. 트라이맵 영상



시점 1 시점 4 시점 7

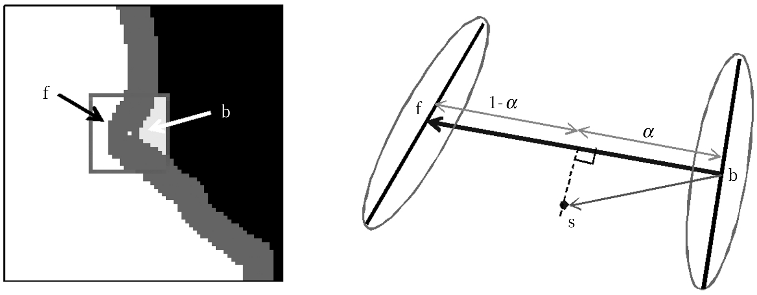
그림 11. 트라이맵 공유

시점 1 시점 4 시점 7

그림 12. 공유 트라이맵의 모든 객체 경계 포함

처럼 영역이 정확하게 구분되지 않은 영상 결과를 얻는다.

반면에 제안한 방법은 향상된 트라이맵 생성을 위해 그림 9 (b) 영상을 이진 영상으로 만들고 이 이진 영상의 경계를 기준으로 필터를 적용한다. 그림 8 (d)의 반지름이 5인 원형태의 구조 요소(S)를 사용해 바깥쪽으로 팽창(⊕), 안쪽으로 침식(⊖)시켜 그림 10 (b)를 생성한다. 이 구조 요소의 크기는 다시점 카메라 시스템의 세팅 및 카메라와 피사체의 거리에 따라 달라진다. 피사체들간의 간격이 넓거나 피사체가 카메라와 근접해 있을 경우에는 각 시점에서 보는 피사체들간의 모양이 달라지고 미지영역이 넓어지게 된다. 이번 실험에서는 피사체간의 간격이 5Cm로 좁고 카메라와 피사체와의 거리도 2m 정도로 고정되어 있어서 고정된 크기의 구조 요소를 사용했다. 정확한 구조 요소의 크기를 결정하기 위해서는 3-D warping 기술을 사용하여 카메라 세팅에 따른 구조 요소의 크기를 결정해야 할 것이다.



(a) 화소 집합 (b) 색상 공간

그림 13. 색상집단과 색상 공간

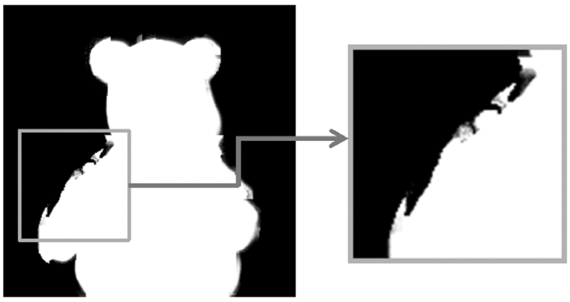


그림 14. 알파맷 추정의 문제점

전경: $A = \{\mathbf{I} \mid \mathbf{I} \in V_E, \mathbf{var}(\mathbf{I}) < T\}$

배경: $B = \{\mathbf{I} \mid \mathbf{I} \in V_E, \mathbf{var}(\mathbf{I}) \geq T\}$

미지영역: $C = \{(A \oplus Z) \quad (A \ominus Z)\}^C$ (5)

식 (5)는 제안한 방법의 영역분할방식이며 V_E는 $\mathbf{var}(\mathbf{I})$로 이루어진 영상이고 는 XOR 연산자이다. 제안한 방법은 하나의 임계값 T만으로 트라이맵을 만들 수 있으며 이 임계값은 영상에 독립적인 특성이 있다. 즉 합성 개구 영상이 전경 객체에 초점이 잘 맞춰질 경우 전경 객체는 작은 분산값으로 편중된다.

제안한 방법으로 얻어진 트라이맵은 그림 11과 같이 트라이맵 공유 과정을 거친다. 정확한 공유를 위해서는 warping 기술이 필요하나 전경 객체간의 간격이 5cm로 아주 조밀해서 warping 기법은 사용하지 않았다. 그림 12에서 보듯이 공유한 트라이맵은 모든 시점의 객체에 대한 경계 부분을 포함한다. 이 경계 부분의 정보가 시점에 종속적인 다시점 알파맷을 만드는 데에 사용된다.

3. 다시점 전경 객체 추출

기존의 방법은 모든 시점의 분산 영상을 만들 수 없기 때문에 기준 시점을 제외한 시점의 알파맷들을 만들기가 어렵다. 제안하는 방법은 기준 시점의 트라이맵을 모든 시점과 공유함으로써 모든 시점의 알파맷들을 추정할 수 있다. 그림 13(a)는 미지영역의 한 점을 기준으로 윈도우를 씌워 추출한 전경 및 배경의 화소집합을 보여준다. 미지영역의 넓이에 따라 윈도우의 크기를 적절하게 바꾼다. 미지영역의 α값을 구하기 위해서 미지영역의 화소값과 그에 대응하는 전경 및 배경의 대표점을 구한다. 본 논문에서는 R, G, B 좌표를 레벨값 10으로 양자화하고 그 값의 히스토그램을 만든다[12]. 여기서 히스토그램의 빈도수가 적은 것은 노이즈 값이라 가정하고 크기가 10 이상인 값만 가지고 평균을 취하여 대표 R, G, B 좌표를 얻는다.

전경, 배경, 미지영역의 대표점들을 식 (6)에 대입하여 불투명도값을 구한다. 즉 그림 13 (b)의 벡터 $\vec{f}-\vec{b}$와 $\vec{s}-\vec{b}$를 내적(dot product)하여 α값을 구한다. 여기서 $\vec{f}$와 $\vec{b}$는 전경과 배경의 대표점을 나타내는 벡터이고 $\vec{s}$는 미지영역 화소를 나타내는 벡터이다.

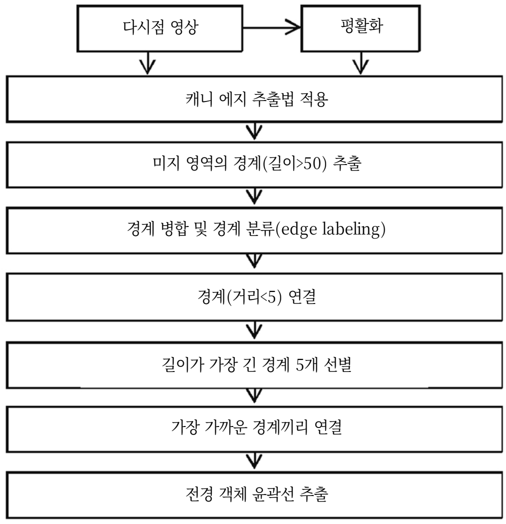
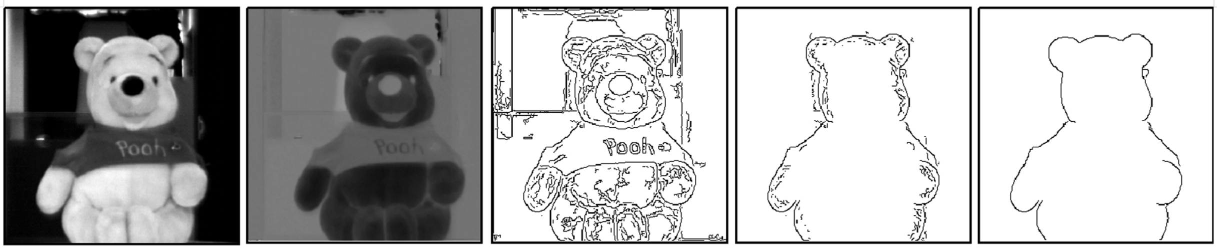


그림 15. 전경 객체 경계 추출 블록 다이어그램



(a) 원영상 (b) Cb 영상 (c) 경계 영상 (d) 미지영역 경계 (e) 전경객체 경계

그림 16. 경계 추출 과정

$$\alpha = \frac{(\vec{s} - \vec{b}) \cdot (\vec{f} - \vec{b})}{|\vec{f} - \vec{b}|^2} \qquad (6)$$

매팅 기술에서 트라이맵을 생성하는 작업은 가장 어려운 부분에 속한다. 보통 트라이맵은 사용자의 주관적인 개입으로 만들어지고 이것은 정확한 알파맷을 구하는 데에 가장 큰 영향을 준다. 비록 제안하는 방법이 다시점 카메라를 사용한 트라이맵 공유를 통하여 손쉽게 다시점의 알파맷을 만들 수 있지만 그림 14에서 보듯이 색상집단에 기반한 알파 추정방법을 사용할 때 객체의 전경 부분이 잘 표현되지 못하는 단점이 있다. 또한 색상집단에 기반한 알파 추정방법은 트라이맵 미지영역의 알파값을 추정하는 데에 많은 시간이 걸린다.

색상집단에 기반한 알파 추정의 문제점을 해결하기 위해 우리는 공유한 트라이맵의 미지영역 정보를 이용한다. 그림 15는 전경 객체의 경계를 추출하는 방법의 블록 다이어그램을 보여준다. 원 영상의 경계를 부각시키기 위해 평활화 및 필터링을 한 후 트라이맵 미지영역 정보를 이용하여 원영상의 경계를 찾아낸다. 찾아낸 경계를 이용하여 임계값 보다 경계 사이의 길이가 작은 경계들을 잇는 경계 병합 및 라벨링 과정을 거친 후 가장 두드러진 경계 5개를 찾고 그 경계들을 연결하여 최종적으로 전경 객체의 경계를 찾는다.

그림 16은 전경 객체의 경계 추출 과정 단계마다의 결과 영상을 보여준다. 그림 16(a)의 원 영상을 YCbCr 영상 형태로 변환한 후 그림 16(b)의 Cb 영상을 입력으로 사용한다. 실험적 결과에서 캐니 에지 추출법에 RGB 영상을 입력으로 사용할 때보다 Cb 영상을 사용하므로 더욱 선명한 경계를 얻을 수 있었다. 그런 다음 캐니 에지 추출법(canny edge)을 이용하여 그림 16(c)와 같은 영상의 경계를 얻어내고 트라이맵의

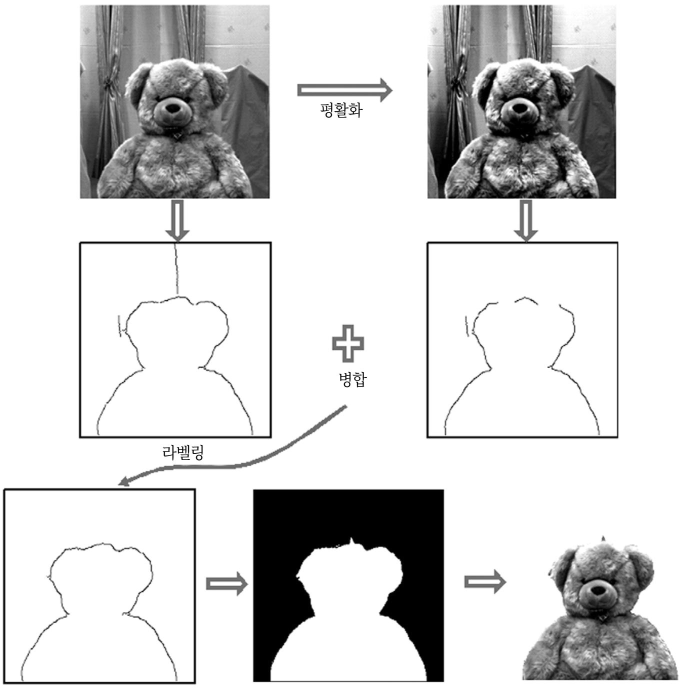


그림 17. 전경 객체 경계 추출 과정

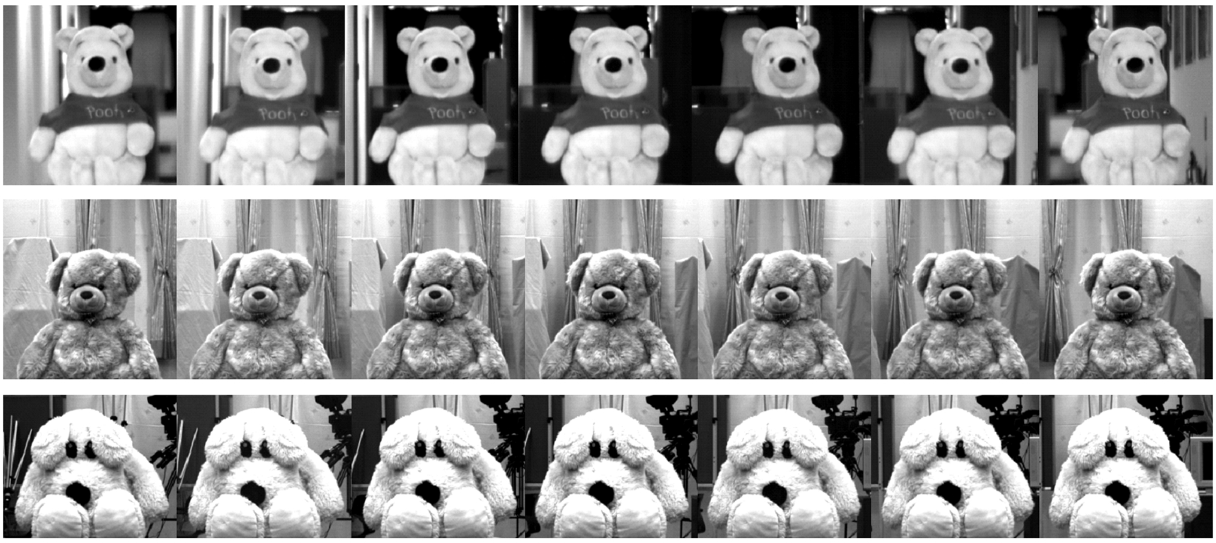
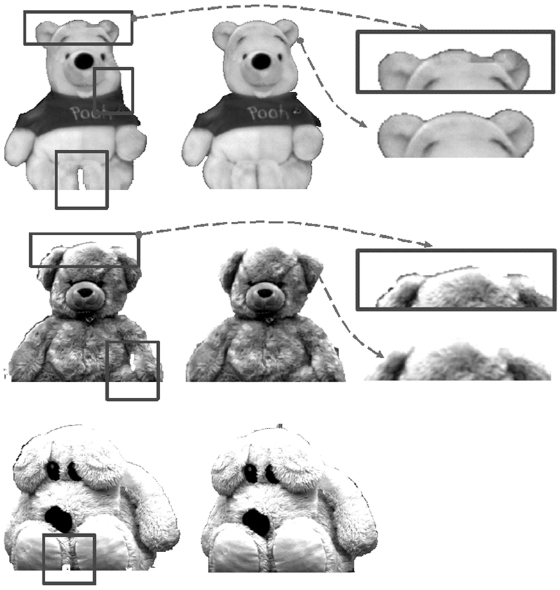


그림 18. 다시점 테스트 영상

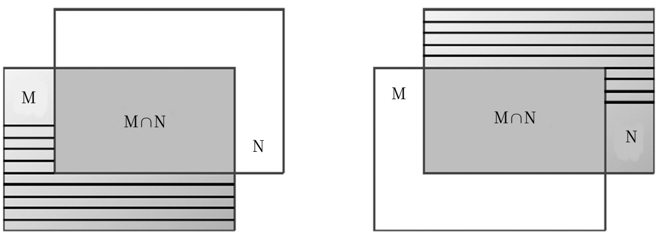
미지영역 정보를 이용하여 그림 16(d)와 같이 미지영역 부분의 경계만을 추출한다. 경계 추출 과정에서 경계부분의 잡음은 실제 전경 객체의 경계를 결정하는 데에 큰 방해 요소로 작용한다. 전경 객체 경계의 잡음을 제거하기 위해 입력 영상에 가우시안(Gaussian) 필터링을 하여 잡음을 없앤다. 조명이나 반사광같은 부가적인 촬영 환경의 제약 때문에 전경 객체의 경계가 추출 되지 않는 경우가 있는데 이를 극복하기 위해 원 영상을 평활화(equalization)하여 경계를 추출한 영상과 평활화하지 않고 경계를 추출한 영상의 경계 영상을 병합하여 최종 경계를 추출한다. 그림 17은 그림 15의 전경 객체 경계 추출 블록 다이어그램을 간략하게 그림으로 보여

그림 19. 실험에 사용된 다시점 카메라 시스템



(a) 기존 방법 (b) 제안한 방법

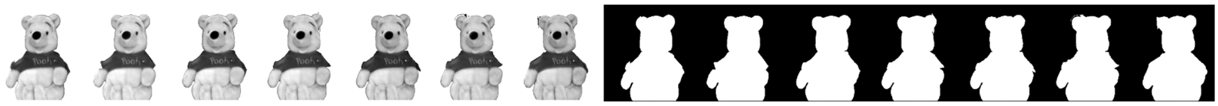
그림 20. 전경 객체 결과 비교



(a) 과소 추출영역 (b) 과다 추출영역

그림 21. 평가 시스템

(a) 1번째 프레임



(b) 30번째 프레임

(c) 60번째 프레임

그림 22. Pooh 시퀀스의 다시점 전경 객체 및 다시점 알파맷

표 1. Pooh 시퀀스 오류율

프레임	각 시점의 오류율						
	시점1	시점2	시점3	시점4	시점5	시점6	시점7
1번	2.74	1.73	1.82	1.22	1.35	1.64	1.79
30번	1.13	2.42	1.56	2.12	1.97	2.96	2.36
60번	2.83	1.58	1.96	2.07	2.31	3.01	1.77

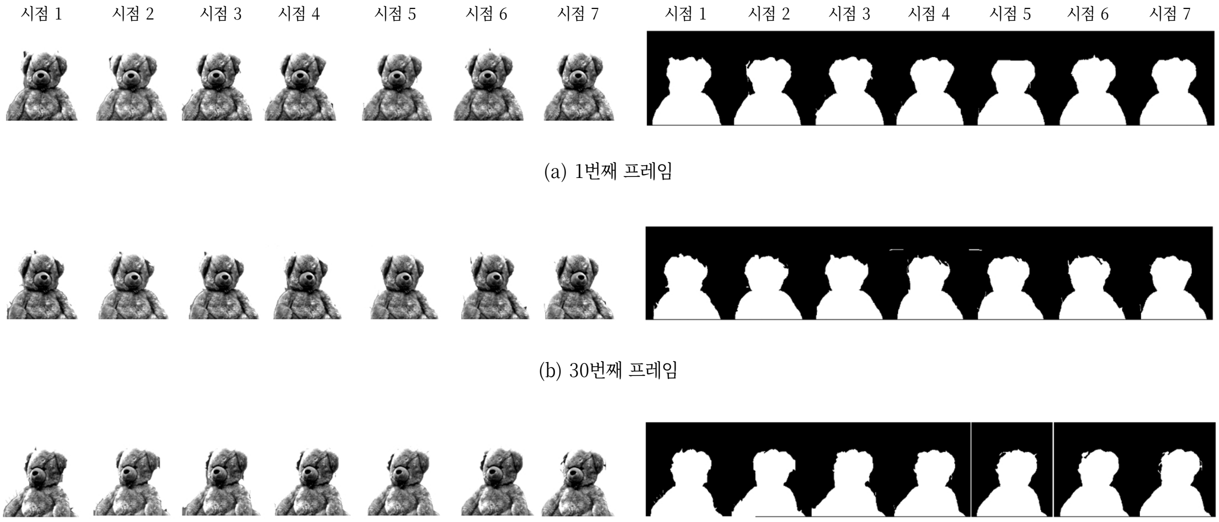
표 2. Bear 시퀀스 오류율

프레임	각 시점의 오류율						
	시점1	시점2	시점3	시점4	시점5	시점6	시점7
1번	2.88	2.35	3.01	2.97	2.66	2.68	2.73
30번	3.42	3.56	3.12	3.77	3.12	3.44	3.60
46번	2.69	3.87	3.69	2.87	2.99	2.68	3.16

표 2. Error rate of Dog sequence 시퀀스 오류율

프레임	각 시점의 오류율						
	시점1	시점2	시점3	시점4	시점5	시점6	시점7
1번	2.98	3.26	3.11	3.01	2.82	2.96	2.84
30번	3.52	3.61	3.24	2.78	3.29	2.91	2.88
90번	2.87	3.32	2.83	2.55	2.69	2.76	2.93

준다. 먼저 원영상과 그것의 평활화 영상에 캐니 에지 추출법을 사용하여 각각의 경계를 추출하고 병합한다. 그 후에 경계마다 라벨링을 수행하여 라벨링 된 경계마다 가장 가까운 경계를 연결하고 최종 경계를 추출한다. 마지막으로 추출된 최종 경계를 기반으로 알파맷을 만들어 최종 전경 객체를 추출한다.

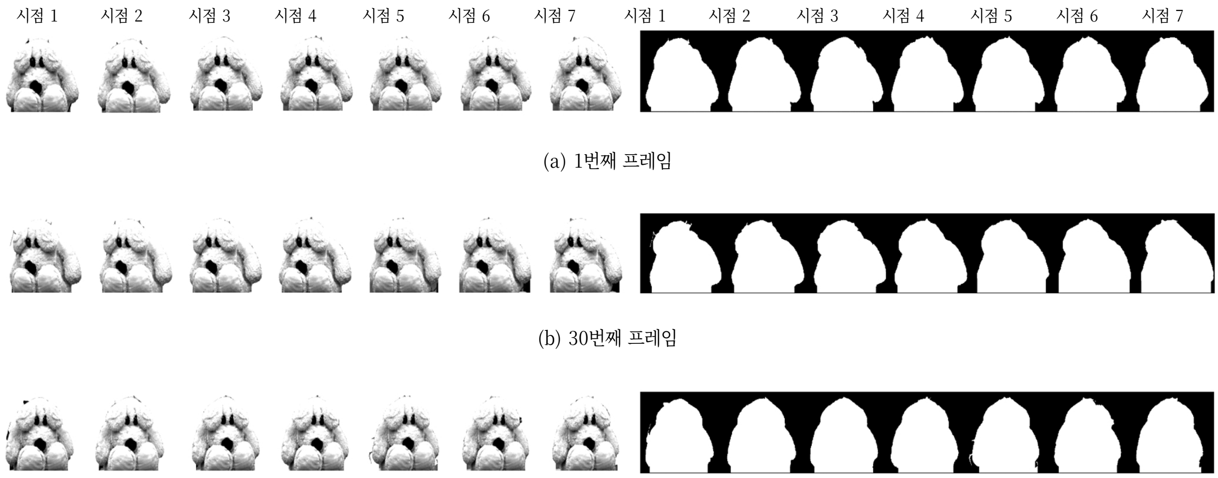


(a) 1번째 프레임

(b) 30번째 프레임

(c) 46번째 프레임

그림 23. Bear 시퀀스의 다시점 전경 객체 및 다시점 알파맷



(a) 1번째 프레임

(b) 30번째 프레임

(c) 90번째 프레임

그림 24. Dog 시퀀스의 다시점 전경 객체 및 다시점 알파맷

IV. 실험 결과 및 고찰

실험을 위해 그림 19와 같이 일차원 평행 구조의 다시점 카메라(Multi Sync IEEE-1394b) 7개를 5cm 간격으로 배치하였다. 다시점 카메라를 이용하여 그림 18의 Pooh, Bear, Dog 세 개의 다시점 영상을 초당 15 프레임의 동기화된 비디오 시퀀스를 촬영했다. 각 시퀀스는 1024-768의 해상도이며 100 프레임을 가지고 실험하였다. 그림 20은 기존의 방법과 제안한 방법으로 분리한 전경 객체를 비교하는 그림이다. 기존의 방법으로는 기준 시점의 전경 객체만을 추출할 수 있다. 따라서 기준 시점의 전경 객체만을 가지고 주관적인 비교를 했을 때 제안한 방법이 경계 부분을 더 잘 표현했으며 객체 내부의 홀도 없었다. 객관적인 평가를 위해 식 (7)과 식 (8)의 오류율 평가를 사용했다[13].

여기서 M은 실제 영상의 전경 객체영역이고 N는 제

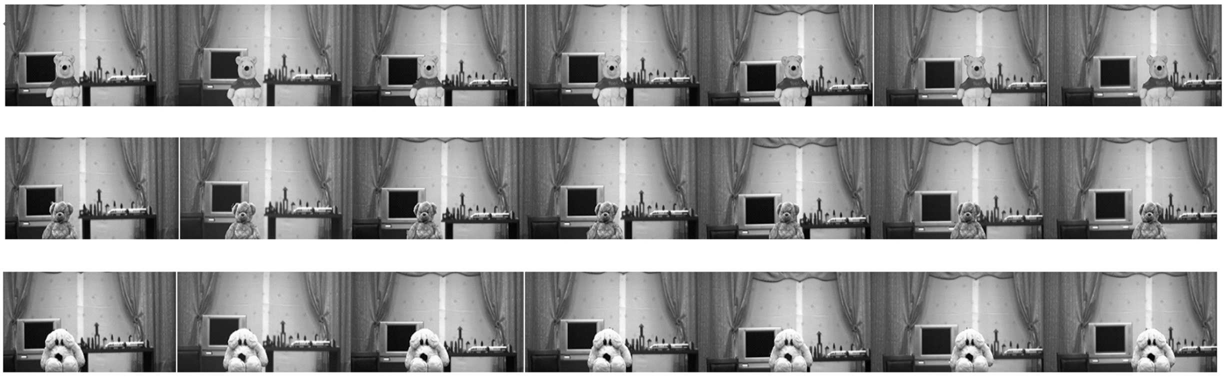
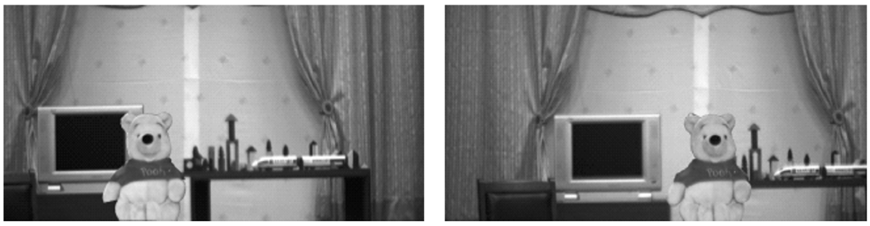


그림 25. 다시점 객체 합성 영상



시점 1

시점 7

그림 26. 다시점 합성 영상의 시차

안한 방법으로 얻은 전경 객체 영역이다. S_M과 S_N는 M과 N 영역의 화소개수를 의미하며 $S_{(M \cap N)}$은 M과 N 영역의 공통 부분에 해당하는 화소개수를 의미한다. E_U는 그림 21 (a)의 빗금 친 영역 즉 추출되지 않은 영역에 해당하는 과소 추출(under extraction)영역의 오류율, E_O는 그림 21 (b)의 빗금 친 영역 즉 추출되지 않아도 되는 배경이 추출된 영역에 해당하는 과다 추출(over extraction)영역의 오류율을 나타낸다.

표 1~3은 각각 Pooh, Bear, Dog 시퀀스의 오류율을 보여준다. 실험 결과로부터 모든 시점에 대해 평균 2.7%의 낮은 오류율을 확인했다.

그림 22~24는 각각 Pooh, Bear, Dog 시퀀스에 대한 다시점 전경 객체 및 다시점 알파맷을 보여준다. 트라이맵 공유방법은 다시점 전경 객체를 기존의 방법으로 추출하는 방법보다 빠르고 효율적으로 추출하였다. 그림 25는 다시점 객체 합성 영상을 보여주고 그림 26은 다시점 객체 합성 영상의 시차를 보여준다. 분리된 전경 객체가 임의의 배경에 합성되는 기존의 매팅방법과는 달리 제안하는 방법은 분리된 각 전경 객체를 같은 카메라 구조에서 찍은 다시점 배경과 합성하여 시차를 고려한 다시점 합성 영상 생성방법이다. 최종적으로 만들어진 다시점 합성 영상은 삼차원 장면을 만드는데에 사용된다.

V. 결 론

본 논문은 다시점 영상기반의 다시점 객체 합성영상 생성방법을 제안했다. 다시점 카메라를 사용하여 트라이맵을 만드는 수작업 과정을 제거하고 기준 시점의 트라이맵을 모든 시점과 공유함으로써 모든 시점에 종속적인 알파맷을 만들어냈다. 알파맷 추정을 위해 사용된 색상집단에 기반한 알파 추정방법의 개선을 위해 공유된 트라이맵의 미지영역 정보를 이용해 전경 객체의 윤곽선을 추출해냈다. 실험 결과에서 알 수 있듯이 추출된 윤곽선을 바탕으로 만들어진 알파맷이 다시점 전경 객체를 효과적으로 분리함을 확인했다. 객관적인 평가에서도 분리된 전경 객체의 오류율이 평균 2.7% 정도로 낮았다. 기존의 디지털 매팅 방법은 전경 객체를 임의의 배경과의 합성에 초점을 맞추었지만 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성 방법은 다시점 전경 객체를 같은 카메라 구조에서 찍은 다시점 배경과 합성해서 다

시점 객체 합성 영상을 만드는 데에 중점을 두었다. 제안하는 다시점 객체 합성 영상 생성방법은 3차원 영상 편집 시스템에 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

[참고문헌]

[1] Y. Y. Chuang, B. Curless, D. H. Salesin, and R. Szeliski, "A Bayesian Approach to Digital Matting," *Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*, 2001, pp. 264-271.

[2] T. Mitsunaga, Y. Yokoyama, and T. Totsuka, "Autokey: Human Assisted Key Extraction," *Proc. of SIGGRAPH*, 1995, pp. 265-272.

[3] T. Porter and T. Duff, "Compositing Digital Images," *Computer Graphics*, Vol. 18, No. 3, 1984, pp. 253-259.

[4] A. R. Smith and J. F. Blinn, "Blue Screen Matting," *Proc. of SIGGRAPH*, 1996, pp. 259-268.

[5] P. Hillman and J. Hannah, "Natural Image Matting," *Proc. of Vision, Video and Graphics*, 2005, pp. 213-216.

[6] Y. Wexler, A. Fitzgibbon, and A. Zisserman, "Bayesian Estimation of Layers from Multiple Images," *Proc. of European Conference on Computer Vision*, 2002, pp. 487-501.

[7] M. A. Ruzon and C. Tomasi, "Alpha Estimation in Natural Images," *Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*, 2000, pp. 18-25.

[8] J. Sun, J. Jia, C.K. Tang, and H.Y. Shum, "Poisson Matting," *Proc. of SIGGRAPH*, 2004, pp. 315-321.

[9] P. Hillman, J. Hannah, and D. Renshaw, "Alpha Channel Estimation in High Resolution Images and Image Sequences," *Proc. of Computer Vision and Pattern Recognition*, 2001, pp. 1063-1068.

[10] N. Joshi, W. Matusik, and S. Avidan, "Natural Video Matting Using Camera Arrays," Proc. *of SIGGRAPH*, 2006, pp. 779-786.

[11] A. Isaksen, L. McMillan, and S. J. Gortler, "Dynamically Reparameterized Light Fields," *Proc. of SIGGRAPH*, 2000, pp. 297-306.

[12] M. Orchard and C. Bouman, "Color Quantization of Images," *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 12, 1991, pp. 2677-2690.

[13] S. Y. Kwak, B. C. Ko and H. R. Byun, "Automatic Salient-object Extraction Using the Contrast Map and Salient Points," *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3332, 2004, pp. 138-145.

현 명 한
(Myung-Han Hyun)

2005. 8: 인하대학교 정보통신공학부 학사
2008. 2 :광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2008. 2 ~ 현재: 국방과학연구소(ADD) 연구원
관심분야: 다시점영상 매팅, 영상압축
E-mail: drwise@add.re.kr
Tel: +82-42-821-2540

호 요 성
(Yo-Sung Ho)

1981. 2: 서울대학교 전자공학과 학사
1983. 2: 서울대학교 전자공학과 석사
1983. 3 ~ 1995. 9: 한국전자통신연구소 선임연구원
1989. 12: Univ. of California, Santa Barbara, 전기컴퓨터 공학 박사
1990. 1 ~ 1993. 5: 미국 Philips 연구소 선임연구원
2003. 8 ~ 현재: 광주과학기술원 실감방송연구센터장
1995. 9 ~ 현재:광주과학기술원 정보통신공학과 교수
관심분야: 디지털영상신호 처리/압축, MPEG 표준, 디지털 TV, 3차원 TV, 다시점 영상처리, 실감방송기술
E-mail: hoyo@gist.ac.kr
Tel: +82-62-970-2211
Fax: +82-62-970-3164