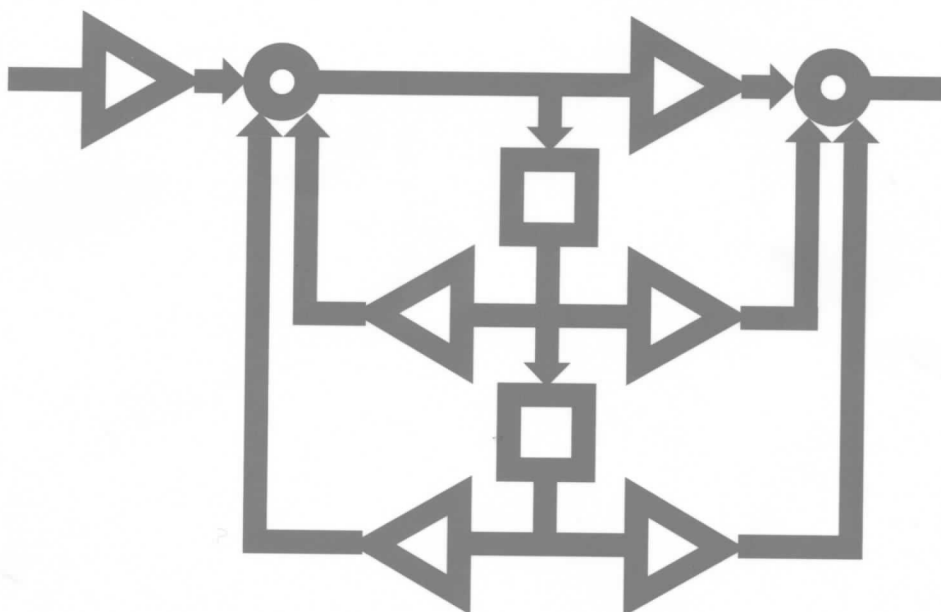


2013년도 제26회 신호처리합동학술대회

2013 Korea Signal Processing Conference

일 시 : 2013년 10월 10일 (목) - 10월 11일 (금)

장 소 : 한국과학기술원 KI 빌딩



- 주최 : 사단법인 한국방송공학회 3DTV연구회
사단법인 대한전자공학회 음향 및 신호처리연구회, 영상신호처리연구회
사단법인 한국통신학회 신호처리연구회, 방송 및 미디어통신연구회
사단법인 한국음향학회 신호처리연구회, 음성처리연구회
- 주관 : 사단법인 한국방송공학회
- 후원 : MPEG 포럼

구두 세션 (O-4) (10월 11일 (금), 11:10 - 12:30)

Image Processing

구두발표장소: KI 빌딩 3층 B301호

• 좌장: 김정태 교수 (이화여대)

[K13-15] 어안렌즈 왜곡 보정을 위한 정사영 투영 모델 기반 자동 초점거리 추정 방법	61
..... 김형태, 전지은, 김대희, 백준기 (중앙대)	
[K13-16] 블러 파라미터 분류를 이용한 예제 기반 초고해상도화	63
..... 오나경, 김대영, 김창익 (KAIST)	
[K13-17] 영상 합성을 이용한 초해상도 기법	66
..... 박진호, 김동균, 백준기 (중앙대)	
[K13-18] 포아송 이미지 에디팅을 활용한 영상 합성	69
..... 백으뜸, 호요성 (GIST)	

구두 세션 (O-5) (10월 11일 (금), 11:10 - 12:30)

Image Compression

구두발표장소: KI 빌딩 4층 B401호

• 좌장: 전병우 교수 (성균관대)

[K13-19] HEVC의 시각인지기반 SAO 설계	73
..... 김대은, 김문철 (KAIST)	
[K13-20] 적응적 보간 필터를 통한 화면 간 예측 고속화 기법	76
..... 유종훈, 이선오, 조현호, 심동규 (광운대)	
[K13-21] MPEG IVC 성능 향상을 위한 다중 참조 프레임 사용	79
..... 박민수, 최기호, 장의선 (한양대)	
[K13-22] Prediction and Block Transform for Video and Image Coding with Discrete Fractional Sine Transform	83
..... Han Hai, Moon Ho Lee (전북대)	

포아송 이미지 에디팅을 활용한 영상 합성

*백으뜸, 호요성

광주과학기술원 정보통신공학부

Image Composition for Object Based on Poisson Image Editing

*Eu-TteumBaek, Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

{eutteum, hoyo}@gist.ac.kr

Abstract: 본 논문에서는 포아송 이미지 에디팅과 그래프 컷을 활용하여 색상 영상(Color Image)과 깊이 영상(Depth Map)을 합성하는 방법을 제안한다. 그래프 컷을 이용하여 전경의 윤곽을 찾는다. 전경 영상을 포아송 이미지 에디팅과 주어진 깊이 값을 활용하여 색상 영상과 깊이 영상에 합성한다. 제안된 합성 방법은 영상의 색상 톤을 합성하는 것뿐만 아니라 기하학적 위치까지 고려하여 보다 자연스러운 합성이 된다. 영상 합성 후, 블러링을 경계선 주변에 수행함으로써 전경과 배경이 잘 어우러진다.

Keywords: 포아송 이미지 에디팅, 그래프 컷, 깊이 영상 합성, 블러링

I. 서론

여러 장의 영상(Image)을 사용자가 새로운 영상으로 만들어 내도록 하는 편집 툴은 이미 널리 사용되고 있으며 이러한 툴을 사용한 편집과정에서 사용자의 개입을 감소 시키기 위한 자동 처리기법 또한 하나의 주된 관심사이다. 하지만 일반적인 영상 편집 툴은 여러 가지 제약 조건이 존재한다. 예를 들어 영상을 합성 할 때 사용자가 직접 객체의 경계를 선택해 주는 일은 어려운 일이며, 이를 이용하는 것도 많은 시간이 요구된다. 또한 지금까지의 합성의 대부분은 기하학적 위치까지는 고려하지 않는 편이다. 이런 문제에 관하여 사용자가 어느 정도의 객체의 경계선을 선택하면 자동으로 전경과 배경 이미지가 자연스럽게 연결되도록 처리해주는 방법이 연구 되었다. 본 논문에서는 포아송 이미지 에디팅(Poisson Image Editing)과 그래프 컷(Graph Cut)을 활용하여 객체를 자동으로 합성하는 일과 경계선 영역의 자연스러운 합성을 위해 제안된 블러링 기법, 그리고 단일 깊이 영상(Single View Depth Map)에 객체를 합성하는 방법을 제시한다. 포아송 이미지 에디팅은 입력된 두 개의 이미지(배경(Background image), 전경(Foreground image))가 주어졌을 때, 배경 이미지의 관심 영역(Region of Interest: ROI)으로 전경 이미지의 임의의 부분을 자연스럽게 붙여 넣는 기법이다 [1], [2]. Rother 가 제시한 그래프 컷(Graph Cut) 알고리즘을 이용한 방법이다. 이 방법은 사용자가 객체를 포함하는 영역을 설정하면, 선택된 영역의 외부를 배경으로 설정하고, 내부 영역과 외부 영역에서

GMM(Gaussian Mixture Model)을 추정 한 후 반복적인 그래프 컷 알고리즘을 적용한다 [3].

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 합성된 영상에서 경계선 영역을 블러링을 하는 것으로서 관심영역과 배경의 경계 부근에지(Edge)를 검출하고 팽창화(Dilatation) 하여 확장된 영역에 Median filter 를 적용한다. 그리고 단일 깊이 영상에 객체의 합성은 선택된 영역에 그래프 컷을 적용한 후에 임의의 깊이 값을 설정한 뒤 단일 색상 영상(Single view color image)과 단일 깊이 영상에 각각 합성 한다.

II. 기존 연구방법

이미지 에디팅의 기존연구들은 합성 영역의 경계선 부분에 최대한 부드러운 이음매가 형성되도록 한다. 만약 이미지 합성 시에 전경이미지와 배경이미지를 직접 붙이게 되면 배경과 전경 이미지의 환경이 서로 다르고 색상톤의 차이로 인하여 이질감을 준다. 반면 포아송 공식을 이용한 합성 편집기법은 합성 시 그대로 이미지를 붙이는 것이 아니라 배경이미지의 각 픽셀에서 선택된 픽셀과의 변화도(Gradient) 값을 빼 값과 전경이미지의 변화도가 같을 때의 해의 근사값을 찾아서 영상을 배경과 전경이 자연스럽게 합성 되도록 한다. 이미지는 2 차원 영상이고 이산적인 성질을 가지고 있기 때문에 이산 포아송 방정식을 이용한다. 아래의 식은 이산 포아송 방정식이다 [1].

$$|N_p| f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q^* + \sum_{q \in N_p} v_{pq} \quad (1)$$

$$|N_p| f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p} v_{pq} \quad (2)$$

식(1), (2)은 Ω 가 안에 있는 모든 픽셀 p 에 관한 식으로 식(1)은 전경과 배경의 픽셀이 경계선에 위치하고 있을 때 사용하는 식이고, 식(2)는 전경과 배경의 경계선에 걸쳐 있지 않을 때의 식이다. 여기서 p 는 Ω 안에 위치한 픽셀 중에 하나이고 $|N_p|$ 는 경계선 안의 이웃한 픽셀의 개수를 의미한다. f_p 는 Ω 안에 위치한 픽셀 중에 하나이며 q 는 p 에 이웃한 픽셀이다. f_q 는 Ω 안에 위치한 픽셀 p 의 이웃한

픽셀이고 f_q 는 경계선에 위치한 픽셀 p 의 이웃한 픽셀 중에 하나이다.

$$V_{pq} = g_p - g_q \quad (3)$$

식(3)에서 V_{pq} 는 전경의 변화도 필드(Guidance field)이다. g_p 는 요안에 위치한 픽셀이고 g_q 는 요안에 위치한 픽셀 p 의 이웃한 픽셀 중에 하나이다. 그림 1은 위 식에 대한 기호들을 보여준다. 식(1), (2), (3)을 해결하기 위해 본 논문에서는 자코비 반복법(Jacobi method)을 활용해서 해의 근사값을 구한다. 자코비 반복법은 $Ax=b$ 형태의 선형 연립 방정식을 구하는 방법 중의 하나이다. $Ax=b$ 의 형태를 $x_n = Cx_{n-1} + d$ 의 형태로 바꾸면, 임의의 초기값 x 를 선정하여 다음의 계산을 수행할 때까지 또는 지정한 횟수만큼 반복하는 것이다. 일반적인 포아송 이미지 에디팅은 전경의 변화도가 작은 부분, 즉 사용자가 합성의 원하지 않은 부분에 대해서 배경에 손실을 준다. 때문에 포아송 이미지 에디팅을 하기 전에 그라디언트를 하여 전경을 효과적으로 잘라서 합성하는 방법도 소개되었다[4]. 이러한 방법들은 영상의 기하학적 모양이나 거리에 상관 없이 합성되어 배경과의 어우러짐이 더 요구된다.

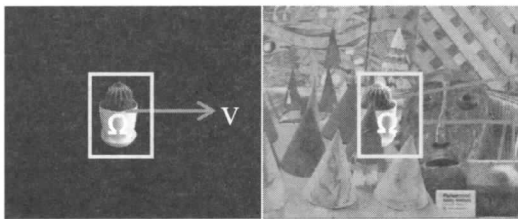


그림 1. 전경과 배경의 합성기호

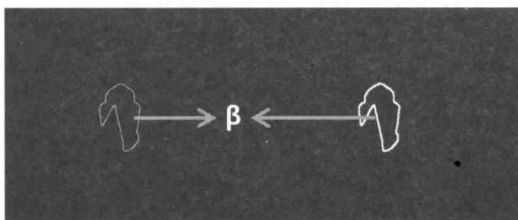


그림 2. 경계선 영역 블러링을 위한 팽창화

III. 깊이 영상 합성 방법

그림 3은 제안하는 알고리즘의 흐름을 보여준다. 단일 색상 영상을 입력으로 받아서 사용자는 전경을 그라디언트로 배경과 분리한다. 추출된 전경의 영역과 위치 값을 활용하여 배경의 단일 깊이 영상과 합성을 한다. 단일 색상 영상 합성은 배경의 깊이 영상의 값을 이용하여 합성한다. 색상 영역의 합성 시 포아송 이미지 에디팅을 적용한다. 합성된 영상에 전경의 경계선 영역을 얻어 후 처리를 한다. 그림 3과 같은 과정을 통해서 합

성된 영상을 얻을 수가 있다.

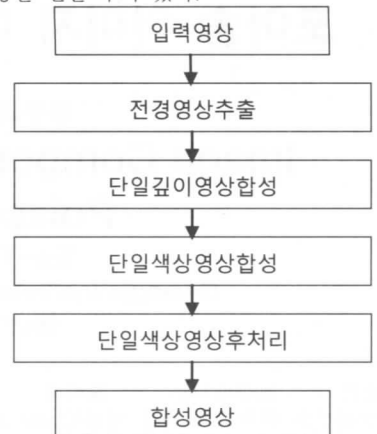


그림 3. 전체 과정 흐름도

1. 경계선 영역의 블러링

포아송 이미지 에디팅은 합성된 부분에서 경계선에 대한 철저한 처리를 해주고 있지만 좀더 자연스러운 이미지 합성을 위해서 경계선 영역을 블러링 한다. 경계선 영역은 전경의 외곽과 배경이 만나는 부분을 의미한다. 합성된 영상의 경계선 영역을 얻고 경계선 영역에 모폴로지(Morphology) 영상처리 기법인 팽창(Dilatation)을 한다. 얻어진 영역의 좌표에 평균값 필터(Mean filter)를 적용 하여서 배경과 전경의 색상 톤이 어우러지게 하고, 계단화 현상을 제거한다. 그림 2는 경계선 부분 β 를 팽창화를 시킨 영상이다. 이후 이미 합성된 영상에 β 에 속한 모든 픽셀 p 에 평균값 필터를 수행한다.

$$\begin{cases} \text{Dep}_{\text{fore}} > \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Dep}_{\text{back}} = \text{Dep}_{\text{fore}} \\ \text{Dep}_{\text{fore}} \leq \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Dep}_{\text{back}} = \text{Dep}_{\text{back}} \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \text{Dep}_{\text{fore}} > \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Col}_{\text{back}} = \text{Col}_{\text{fore}} \\ \text{Dep}_{\text{fore}} \leq \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Col}_{\text{back}} = \text{Col}_{\text{back}} \end{cases} \quad (5)$$

2. 단일 색상 영상과 단일 깊이 영상의 합성

그라디언트로 추출된 전경 영상에 임의의 깊이값(0~255)을 넣고 단일 색상 영상과 단일 깊이 영상에 합성을 한다. 단, 배경 영상은 깊이 영상이었다는 가정하에 합성을 한다. 식(4), (5)의 Dep_{fore} 는 전경의 깊이 값이고, Dep_{back} 는 배경의 깊이 값을 나타낸다. Col_{fore} 는 전경 영상의 색상 값, Col_{back} 는 배경 영상의 색상 값이다. 식(4)처럼 배경과 전경 영상의 깊이 값을 비교하여 배경의 깊이 값이 크면 배경 영상의 깊이 값을 유지하고 작으면 전경의 깊이 값으로 값을 바꾸어서 깊이 영상을 만든다. 색상 영상에는 식(5)를 적용하여 배경 영상과 전경 영상의 깊이 값이 달라짐에 따라서 전경 영상이 배경 영상에 의해 가려지기도 하고 배경 영상이 나타나기도 한다. 색상 영상의 합성은 깊이 영상의 합성과 유사한데 전경과 배경의 깊이 값을 참조하여 만약 전경의 깊이 값이 배경의

깊이 값 보다 작다면 배경의 색상 값을 유지하고 전경의 깊이 값이 배경의 깊이 값보다 크다면 전경의 색상 값으로 합성한다.

IV. 실험 결과

1. 실험 조건

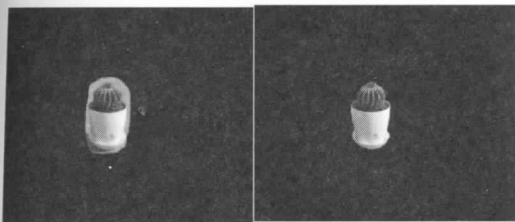
깊이 영상 합성을 위해서 이미지는 단일 색상 영상과 단일 깊이 영상을 실험에 사용하였다. 깊이는 영상은 Middlebury에 있는 Ground truth 영상이고, 전경으로 사용된 이미지는 단일 색상 영상만 사용하였다 [5]. 포아송 이미지 에디팅 시, 전경과 배경의 경계를 표현하기 위해 마스크를 사용하였다. 마스크는 이진화된 영상을 의미한다. 모든 영상의 크기는 450*375이다.



그림 4. 그랩컷과 전처리 결과

2. 전처리의 결과

본 논문에서 그랩컷을 적용 할 시에 전경 주위에 노이즈 값이 묻어 나오는 것이 확인 되었다. 이 문제를 해결하기 위해 위해서 마스크를 만들어 문턱치 기법과 모폴로지 처리인 침식(Erosion)과 팽창(Dilation)을 사용하여 전경 주위의 노이즈(Noise)를 제거 하였다. 침식과 팽창은 실행하는 순서에 따라서 결과 값이 달라진다. 본 논문에서는 침식을 실행한 후 팽창을 하였다. 그림 4에서 확인 되듯이 가운데 영상에 많은 노이즈 값이 생기는데 전 처리를 통하여 노이즈가 사라지는 것을 확인 하였다.



(a) (b)



(c) (d)

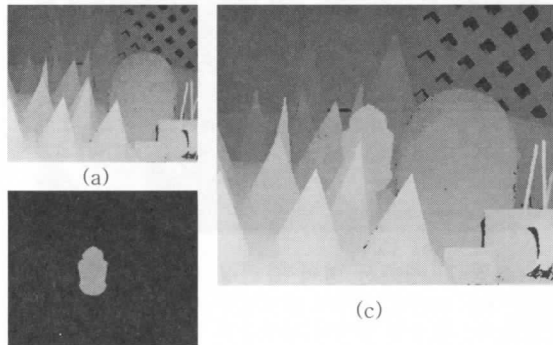
그림 5. 그랩컷을 활용한 포아송 이미지 에디팅 결과를 비교한 영상

- (a) 사용자의 의해 선택된 영상
- (b) 그랩컷된 영상
- (c) 전경 영상에 그랩컷을 수행하지 않은 영상

(d) 전경 영상에 그랩컷을 수행한 영상

3. 그랩컷을 활용한 포아송 이미지 에디팅 결과

포아송 이미지 에디팅은 사용자가 직접 지정한 전경의 경계 주위를 자연스럽게 합성시키는 효과는 있지만 배경 영상과 전경 영상의 객체 주위 영상이 뭉개지는 현상이 발생하게 된다. 이를 보완 하기 위해 그랩컷으로 세그멘테이션하여 수행한 전경영상을 배경영상과 합성을 하였다. 그림 5에서 보듯이 (a)는 사용자가 직접 지정한 영역이고, (b)는 그랩컷된 영상이다. 두 영상을 포아송 이미지 에디팅을 활용하여 합성한 영상인 (c), (d) 영상이다. (c) 영상은 사용자가 직접 전경객체의 영역을 선택하여 합성하기 때문에 객체 주위에 뭉개짐 현상이 발생하고, 특히 전경과 배경의 색상 차가 많이 나는 영역에서는 합성 시 이질감을 많이 주는 것을 확인하였다. 하지만 그랩컷을 활용한 포아송 이미지 에디팅을 수행하면 (d) 영상처럼 객체 주위의 뭉개짐 현상이 줄어들고 전경과 배경이 좀 더 자연스러운 영상을 얻게 되는 것을 볼 수 있다.



(b)

그림 6. 단일 깊이 영상의 합성 결과

- (a) 단일 깊이 영상
- (b) 사용자가 지정한 전경의 깊이 값
- (c) 전경과 단일 깊이 영상이 합성된 영상

4. 단일 깊이 영상의 합성 결과

깊이 영상은 카메라와 사물간의 거리에 따라 사물이 카메라에 가까우면 값이 255에 가깝고 사물이 카메라와 멀어질수록 값이 0에 가까운 영상을 말한다 [6]. 본 논문은 사용자가 전경의 깊이 값을 임의로 설정하여 합성한다. 그림 6의 (a) 영상은 배경 영상의 깊이 영상이다. (b)는 전경 영상인데 깊이 값 130을 임의로 설정하였다. (c) 영상은 전경과 배경이 합성된 영상이다. (c) 영상에서 보듯이 주어진 깊이 값에 따라 전경 영상이 배경의 깊이 값에 따라 가려지기도 하고 배경을 새로운 값으로 채우기도 하는 것을 확인 할 수 있다.

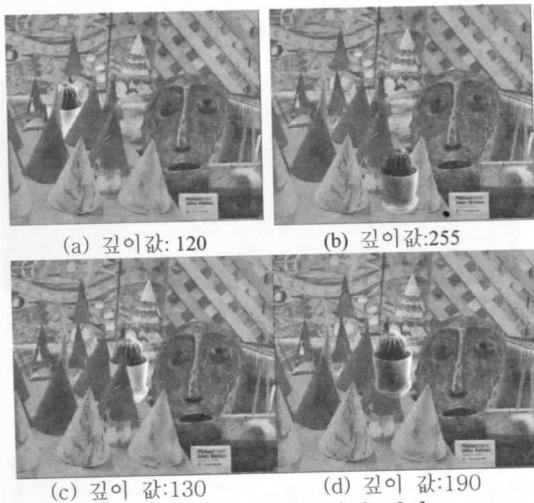
5. 경계선 영역의 블러링 결과

본 논문에서는 경계선 영역을 추출한 뒤 침식 마스크와 팽창 마스크를 사용하여 모폴로지 영상처리를 하였다. 그림 7 은 경계선 영역 블러링을 활용한 영상과 활용하지 않은 영상을 비교하여 보여 준다. (a) 영상에서 확인 되듯이 포아송 이미지 에디팅만 실행한 영상은 전

경과 배경의경계 부근에서 계단화 현상이 심하게 발생 하는 것을 보여준다. 하지만 경계선 영역 블러링을 한 (b)영상은 경계부근에 계단화 현상을 제거 할 뿐 아니라 (a)영상에 비해 전경과 배경의 색감이 조화로운 것을 볼 수 있다.



그림 7. 경계선 영역 블러링 결과
(a) 포아송 이미지 에디팅만 적용된 영상
(b) 경계선 영역이 평활화가 적용된 영상



(c) 깊이 값:130 (d) 깊이 값:190
그림 8. 깊이 값변화에 대한 합성 결과

6. 깊이값에 따른 단일 색상 영상 합성 결과
그림 8 에서 보여지듯이 깊이 값을 임의로 변경하면 깊이 값에 의해 전경이 가리어 지기도 하고 나타나기도

하며, 전경의 깊이 값이 같더라도 위치를 바꾸어 합성 하면 배경의 깊이 값이 변하여서 전경이 보여지는 부분 과 가려지는 부분이 달라지는 것을 확인 할 수 있다. 본 논문에서는 (a),(b),(c),(d)영상에 각각 다른 깊이 값을 주어서 합성하였다. 그림 8 에서 확인 하듯이 전경 영상이 배경의 깊이 값에 따라 가려지기도 하고 배경을 새로운 값으로 채우기도 하는 것을 확인 할 수 있다. 즉, 색상 영상에 깊이 영상을 고려 하면 전경과 배경의 기하학적 위치까지 고려하여 할 수 있어서, 보다 자연스러운 합성 영상을 얻을 수 있는 것을 확인 하였다.

V. 결론

본 논문은 전경을 그래프컷으로 세그멘테이션하여 추출하고, 포아송 이미지 에디팅으로 합성 한 영상의 후처리와 배경의 깊이 영상과 사용자가 임의로 정한 깊이 값을 활용한 색상 영상과 깊이 영상의 합성에 대한 방법을 제시 하였다. 그래프컷을 활용하여 추출된 전경을 합성해서 전경 주위에 뭉개지는 영역을 줄였고, 경계선 영역 블러링은 배경과 전경의 색상 톤이 어우러지며 경계 부근에 계단화 현상을 감소 시켰다. 깊이 영상과 색상 영상의 합성은 전경과 배경의 기하학적 위치까지 지정해 줄 수 있어서 기존의 합성에 비해 좀더 자연스러운 영상을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO. 2012-0009228).

참고문헌

- [1] Pérez, Patrick, M. Gangnet and A. Blake, "Poisson image editing.", ACM Transactions on Graphics 22.3, pp. 313-318, 2003.
- [2] X. Li, "The Study on Digital Image Composition by Water-wave Image", M.S Dissertation, Sungsil University, Korea, 2008
- [3] C. Rother, V. Kolmogorov, and A. Blake, "'GrabCut' Interactive Foreground Extraction Using Iterated Graph Cuts", ACM Trans. Graphics, vol. 23, no. 3, pp. 309-314, 2004.
- [4] J. Jia, J. Sun, C. Tang and H. Shum, "Drag-and-drop pasting", pp. 631, Boston, USA, 2006.
- [5] <http://vision.middlebury.edu/stereo/>
- [6] H. Richard and A. Zisserman, "Multiple view geometry in computer vision. Vol. 2.", Cambridge, 2000.

포아송 이미지 에디팅을 활용한 영상 합성

*백으뜸, 호요성

광주과학기술원 정보통신공학부

Image Composition for Object Based on Poisson Image Editing

*Eu-Tteum Baek, Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

{eutteum, hoyo}@gist.ac.kr

Abstract: 본 논문에서는 포아송 이미지 에디팅과 그래프 컷을 활용하여 색상 영상(Color Image)과 깊이 영상(Depth Map)을 합성하는 방법을 제안한다. 그래프 컷을 이용하여 전경의 윤곽을 찾는다. 전경 영상을 포아송 이미지 에디팅과 주어진 깊이 값을 활용하여 색상 영상과 깊이 영상에 합성 한다. 제안된 합성 방법은 영상의 색상 톤을 합성하는 것뿐만 아니라 기하학적 위치까지 고려하여 보다 자연스러운 합성이 된다. 영상 합성 후, 블러링을 경계선 주변에 수행함으로써 전경과 배경이 잘 어우러진다.

Keywords: 포아송 이미지 에디팅, 그래프 컷, 깊이 영상 합성, 블러링

I. 서론

여러 장의 영상(Image)을 사용자가 새로운 영상으로 만들어 내도록 하는 편집 툴은 이미 널리 사용되고 있으며 이러한 툴을 사용한 편집과정에서 사용자의 개입을 감소 시키기 위한 자동 처리기법 또한 하나의 주된 관심사이다. 하지만 일반적인 영상 편집 툴은 여러 가지 제약 조건이 존재한다. 예를 들어 영상을 합성 할 때 사용자가 직접 객체의 경계를 선택해 주는 일은 어려운 일이며, 이를 이용하는 것도 많은 시간이 요구된다. 또한 지금까지의 합성의 대부분은 기하학적 위치까지는 고려하지 않는 편이다. 이런 문제에 관하여 사용자가 어느 정도의 객체의 경계선을 선택하면 자동으로 전경과 배경 이미지가 자연스럽게 연결되도록 처리해주는 방법이 연구 되었다. 본 논문에서는 포아송 이미지 에디팅(Poisson Image Editing) 과 그래프 컷(Graphcut)을 활용하여 객체를 자동으로 합성하는 일과 경계선 영역의 자연스러운 합성을 위해 제안된 블러링 기법, 그리고 단일 깊이 영상(Single View Depth Map)에 객체를 합성하는 방법을 제시한다. 포아송 이미지 에디팅은 입력된 두 개의 이미지(배경(Background image), 전경(Foreground image))가 주어졌을 때, 배경 이미지의 관심 영역(Region of Interest: ROI) 으로 전경 이미지의 임의의 부분을 자연스럽게 붙여 넣는 기법이다 [1], [2]. Rother 가 제시한 그래프 컷은 그래프 컷(Graph cut) 알고리즘을 이용한 방법이다. 이 방법은 사용자가 객체를 포함하는 영역을 설정하면, 선택된 영역의 외부를 배경으로 설정하고, 내부 영역과 외부 영역에서

GMM(Gaussian Mixture Model)을 추정 한 후 반복적인 그래프 컷 알고리즘을 적용한다 [3].

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 합성된 영상에서 경계선 영역을 블러링을 하는 것으로서 관심영역과 배경의 경계 부근 에지(Edge)를 검출하고 팽창화(Dilatation) 하여 확장된 영역에 Median filter 를 적용한다. 그리고 단일 깊이 영상에 객체의 합성은 선택된 영역에 그래프 컷을 적용한 후에 임의의 깊이 값을 설정한 뒤 단일 색상 영상(Single view color image)과 단일 깊이 영상에 각각 합성 한다.

II. 기존 연구방법

이미지 에디팅의 기존연구들은 합성 영역의 경계선 부분에 최대한 부드러운 이음매가 형성되도록 한다. 만약 이미지 합성 시에 전경이미지와 배경이미지를 직접 붙이게 되면 배경과 전경 이미지의 환경이 서로 다르고 색상톤의 차이로 인하여 이질감을 준다. 반면 포아송 공식을 이용한 합성 편집기법은 합성 시 그대로 이미지를 붙이는 것이 아니라 배경이미지의 각 픽셀에서 선택된 픽셀과의 변화도(Gradient)값을 뺀 값과 전경이미지의 변화도가 같을 때의 해의 근사값을 찾아서 영상을 배경과 전경이 자연스럽게 합성 되도록 한다. 이미지는 2 차원 영상이고 이산적인 성질을 가지고 있기 때문에 이산 포아송 방정식을 이용한다. 아래의 식은 이산 포아송 방정식이다 [1].

$$|N_p| f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p \cap \delta\Omega} f_q^* + \sum_{q \in N_p} v_{pq} \quad (1)$$

$$|N_p| f_p - \sum_{q \in N_p \cap \Omega} f_q = \sum_{q \in N_p} v_{pq} \quad (2)$$

식(1),(2)은 요가 안에 있는 모든 픽셀 p에 관한 식으로 식(1)은 전경과 배경의 픽셀이 경계선에 위치하고 있을 때 사용하는 식이고, 식(2)는 전경과 배경의 경계선에 걸쳐 있지 않을 때의 식이다. 여기서 p 는 요안에 위치한 픽셀 중에 하나이고 $|N_p|$ 는 경계선 안의 이웃한 픽셀의 개수를 의미한다. f_p 는 요안에 위치한 픽셀 중에 하나이며 q는 p에 이웃한 픽셀이다. f_q 는 요안에 위치한 픽셀 p의 이웃한 픽셀이고 f_q^* 는

경계선에 위치한 픽셀 p 의 이웃한 픽셀 중에 하나이다.

$$V_{pq} = g_p - g_q \quad (3)$$

식(3)에서 V_{pq} 는 전경의 변화도 필드(Guidance field)이다. g_p 는 Ω 안에 위치한 픽셀이고 g_q 는 Ω 안에 위치한 픽셀 p 의 이웃한 픽셀 중에 하나이다. 그림 1은 위 식에 대한 기호들을 보여준다. 식 (1), (2), (3)을 해결하기 위해 본 논문에서는 자코비 반복법(Jacobi method)을 활용해서 해의 근사값을 구한다. 자코비 반복법은 $Ax=b$ 형태의 선형 연립 방정식을 구하는 방법 중의 하나이다. $Ax=b$ 의 형태를 $x_n = Cx_{n-1} + d$ 의 형태로 바꾼 뒤, 임의의 초기값 x 를 선정하여 다음의 계산을 수렴할 때까지 또는 지정한 횟수만큼 반복하는 것이다. 일반적인 포아송 이미지 에디팅은 전경의 변화도가 작은 부분, 즉 사용자가 합성의 원하지 않은 부분에 대해서 배경에 손실을 준다. 때문에 포아송 이미지 에디팅을 하기 전에 그래프를 하여 전경을 효과적으로 잘라서 합성하는 방법도 소개되었다[4]. 이러한 방법들은 영상의 기하학적 모양이나 거리에 상관 없이 합성되어 배경과의 어우러짐이 더 요구된다.

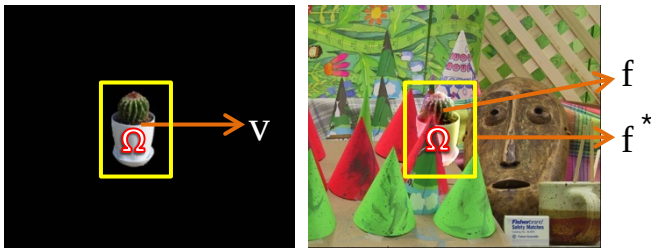


그림 1. 전경과 배경의 합성기호

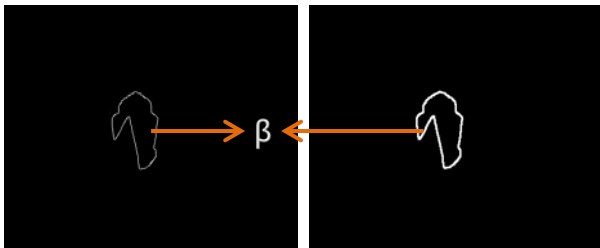


그림 2. 경계선 영역 블러링을 위한 팽창화

III. 깊이 영상 합성 방법

그림 3은 제안하는 알고리즘의 흐름을 보여준다. 단일 색상 영상을 입력으로 받아서 사용자는 전경을 그래프식으로 배경과 분리한다. 추출된 전경의 영역과 위치 값을 활용하여 배경의 단일 깊이 영상과 합성을 한다. 단일 색상 영상 합성은 배경의 깊이 영상의 값을 이용하여 합성한다. 색상 영역의 합성 시 포아송 이미지 에디팅을 적용한다. 합성된 영상에 전경의 경계선 영역을 얻어 후 처리를 한다. 그림 3과 같은 과정을 통해서 합성된 영상을 얻을 수가 있다.

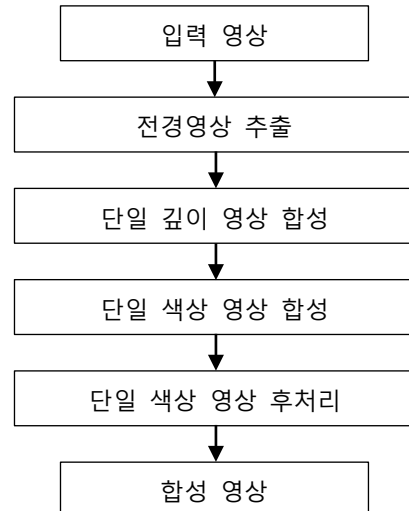


그림 3. 전체 과정 흐름도

1. 경계선 영역의 블러링

포아송 이미지 에디팅은 합성된 부분에서 경계선에 대한 철저한 처리를 해주고 있지만 좀더 자연스러운 이미지 합성을 위해서 경계선 영역을 블러링 한다. 경계선 영역은 전경의 외곽과 배경이 만나는 부분을 의미한다. 합성된 영상의 경계선 영역을 얻고 경계선 영역에 모폴로지(Morphology) 영상처리 기법인 팽창(Dilation)을 한다. 얻어진 영역의 좌표에 평균값 필터(Mean filter)를 적용 하여서 배경과 전경의 색상 톤이 어우러지게 하고, 계단화 현상을 제거한다. 그림 2는 경계선 부분 β 를 팽창화를 시킨 영상이다. 이후 이미 합성된 영상에 β 에 속한 모든 픽셀 p 에 평균값 필터를 수행한다.

$$\begin{cases} \text{Dep}_{\text{fore}} > \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Dep}_{\text{back}} = \text{Dep}_{\text{fore}} \\ \text{Dep}_{\text{fore}} \leq \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Dep}_{\text{back}} = \text{Dep}_{\text{back}} \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \text{Dep}_{\text{fore}} > \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Col}_{\text{back}} = \text{Col}_{\text{fore}} \\ \text{Dep}_{\text{fore}} \leq \text{Dep}_{\text{back}} , \text{Col}_{\text{back}} = \text{Col}_{\text{back}} \end{cases} \quad (5)$$

2. 단일 색상 영상과 단일 깊이 영상의 합성

그래프식으로 추출된 전경 영상에 임의의 깊이값(0~255)을 넣고 단일 색상 영상과 단일 깊이 영상에 합성을 한다. 단, 배경 영상은 깊이 영상이 있다는 가정하에 합성을 한다. 식(4), (5)의 Dep_{fore} 는 전경의 깊이 값이고, Dep_{back} 는 배경의 깊이 값을 나타낸다. Col_{fore} 는 전경 영상의 색상 값, Col_{back} 는 배경 영상의 색상 값이다. 식(4)처럼 배경과 전경 영상의 깊이 값을 비교하여 배경의 깊이 값이 크면 배경 영상의 깊이 값을 유지하고 작으면 전경의 깊이 값으로 값을 바꾸어서 깊이 영상을 만든다. 색상 영상에는 식(5)를 적용하여 배경 영상과 전경 영상의 깊이 값이 달라 짐에 따라서 전경 영상이 배경 영상에 의해 가려지기도 하고 배경 영상이 나타나기도 한다. 색상 영상의 합성은 깊이 영상의 합성과 유사한데 전경과 배경의 깊이 값을 참조하여 만약 전경의 깊이 값이 배경의 깊이 값 보다 작다면 배경의 색상 값을

유지하고 전경의 깊이 값이 배경의 깊이 값보다 크다면 전경의 색상 값으로 합성한다.

IV. 실험 결과

1. 실험 조건

깊이 영상 합성을 위해서 이미지는 단일 색상 영상과 단일 깊이 영상을 실험에 사용하였다. 깊이 영상은 Middlebury에 있는 Ground truth 영상이고, 전경으로 사용된 이미지는 단일 색상 영상만 사용하였다 [5]. 포아송 이미지 에디팅 시, 전경과 배경의 경계를 표현하기 위해 마스크를 사용하였다. 마스크는 이진화된 영상을 의미한다. 모든 영상의 크기는 450*375이다.



그림 4. 그래프킷과 전처리 결과

2. 전 처리의 결과

본 논문에서 그래프킷을 적용 할 시에 전경 주위에 노이즈 값이 묻어 나오는 것이 확인 되었다. 이 문제를 해결하기 위해 위해서 마스크를 만들어 문턱치 기법과 모폴로지 처리인 침식(Erosion)과 팽창(Dilation)을 사용하여 전경 주위의 노이즈(Noise)를 제거 하였다. 침식과 팽창은 실행하는 순서에 따라서 결과 값이 달라진다. 본 논문에서는 침식을 실행한 후 팽창을 하였다. 그림 4에서 확인 되듯이 가운데 영상에 많은 노이즈 값이 생기는데 전 처리를 통하여 노이즈가 사라지는 것을 확인 하였다.



(a)

(b)



(c)

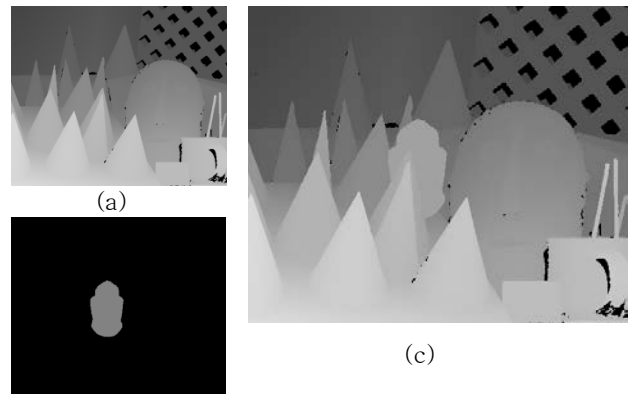
(d)

그림 5. 그래프킷을 활용한 포아송 이미지 에디팅 결과를 비교한 영상

- (a) 사용자의 의해 선택된 영상
- (b) 그래프킷된 영상
- (c) 전경 영상에 그래프킷을 수행하지 않은 영상
- (d) 전경 영상에 그래프킷을 수행한 영상

3. 그래프킷을 활용한 포아송 이미지 에디팅 결과

포아송 이미지 에디팅은 사용자가 직접 지정한 전경의 경계 주위를 자연스럽게 합성시키는 효과는 있지만 배경 영상과 전경 영상의 객체 주위 영상이 뭉개지는 현상이 발생하게 된다. 이를 보완 하기 위해 그래프킷으로 세그멘테이션하여 수행한 전경영상을 배경영상과 합성을 하였다. 그림 5에서 보듯이 (a)는 사용자가 직접 지정한 영역이고, (b)는 그래프킷된 영상이다. 두 영상을 포아송 이미지 에디팅을 활용하여 합성한 영상이 (c), (d)영상이다. (c)영상은 사용자가 직접 전경객체의 영역을 선택하여 합성하기 때문에 객체 주위에 뭉개짐 현상이 발생하고, 특히 전경과 배경의 색상 차가 많이 나는 영역에서는 합성 시 이질감을 많이 주는 것을 확인 하였다. 하지만 그래프킷을 활용한 포아송 이미지 에디팅을 수행하면 (d)영상처럼 객체 주위의 뭉개짐 현상이 줄어들고 전경과 배경이 좀 더 자연스러운 영상을 얻게 되는 것을 볼 수 있다.



(b)

그림 6. 단일 깊이 영상의 합성 결과

- (a) 단일 깊이 영상
- (b) 사용자가 지정한 전경의 깊이 값
- (c) 전경과 단일 깊이 영상이 합성된 영상

4. 단일 깊이 영상의 합성 결과

깊이 영상은 카메라와 사물간의 거리에 따라 사물이 카메라에 가까우면 값이 255에 가깝고 사물이 카메라와 멀어질수록 값이 0에 가까운 영상을 말한다 [6]. 본 논문은 사용자가 전경의 깊이 값을 임의로 설정하여 합성한다. 그림 6의 (a)영상은 배경 영상의 깊이 영상이다. (b)는 전경 영상인데 깊이 값 130을 임의로 설정하였다. (c)영상은 전경과 배경이 합성된 영상이다. (c)영상에서 보듯이 주어진 깊이 값에 따라 전경 영상이 배경의 깊이 값에 따라 가려지기도 하고 배경을 새로운 값으로 채우기도 하는 것을 확인 할 수 있다.

5. 경계선 영역의 블러링 결과

본 논문에서는 경계선 영역을 추출한 뒤 침식 마스크와 팽창 마스크를 사용하여 모폴로지 영상처리를 하였다. 그림 7 은 경계선 영역 블러링을 활용한 영상과 활용하지 않은 영상을 비교하여 보여 준다. (a)영상에서 확인 되듯이 포아송 이미지 에디팅만 실행한 영상은 전경과 배경의 경계 부근에서 계단화 형상이 심하게 발생

하는 것을 보여준다. 하지만 경계선 영역 블러링을 한 (b)영상은 경계부근에 계단화 현상을 제거 할 뿐 아니라 (a)영상에 비해 전경과 배경의 색감이 조화로운 것을 볼 수 있다.



그림 7. 경계선 영역 블러링 결과

- (a) 포아송 이미지 에디팅만 적용된 영상
(b) 경계선 영역이 평활화가 적용된 영상

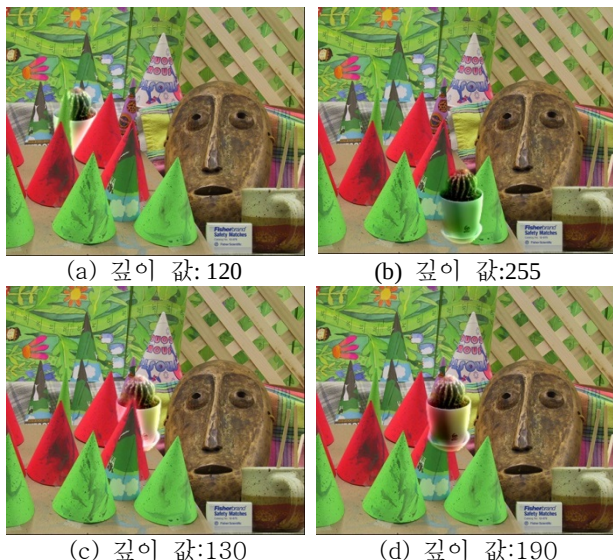


그림 8. 깊이 값 변화에 대한 합성 결과

6. 깊이 값에 따른 단일 색상 영상 합성 결과

그림 8 에서 보여지듯이 깊이 값을 임의로 변경하면 깊이 값에 의해 전경이 가리어 지기도 하고 나타나기도 하며, 전경의 깊이 값이 같더라도 위치를 바꾸어 합성

하면 배경의 깊이 값이 변하여서 전경이 보여지는 부분과 가리어지는 부분이 달라지는 것을 확인 할 수 있다. 본 논문에서는 (a),(b),(c),(d)영상에 각각 다른 깊이 값을 주어서 합성하였다. 그림 8 에서 확인 하듯이 전경 영상이 배경의 깊이 값에 따라 가려지기도 하고 배경을 새로운 값으로 채우기도 하는 것을 확인 할 수 있다. 즉, 색상 영상에 깊이 영상을 고려 하면 전경과 배경의 기하학적 위치까지 고려하여 할 수 있어서, 보다 자연스러운 합성 영상을 얻을 수 있는 것을 확인 하였다.

V. 결론

본 논문은 전경을 그래프컷으로 세그멘테이션하여 추출하고, 포아송 이미지 에디팅으로 합성 한 영상의 후 처리와 배경의 깊이 영상과 사용자가 임의로 정한 깊이 값을 활용한 색상 영상과 깊이 영상의 합성에 대한 방법을 제시 하였다. 그래프컷을 활용하여 추출된 전경을 합성해서 전경 주위에 뭉개지는 영역을 줄였고, 경계선 영역 블러링은 배경과 전경의 색상 톤이 어우러지며 경계 부근에 계단화 현상을 감소 시켰다. 깊이 영상과 색상 영상의 합성은 전경과 배경의 기하학적 위치까지 지정해 줄 수 있어서 기존의 합성에 비해 좀 더 자연스러운 영상을 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO. 2012-0009228).

참고문헌

- [1] Pérez, Patrick, M. Gangnet and A. Blake, "Poisson image editing.", ACM Transactions on Graphics 22.3, pp. 313-318, 2003.
- [2] X. Li, "The Study on Digital Image Composition by Water-wave Image", M.S Dissertation, Sungsil University, Korea, 2008
- [3] C. Rother, V. Kolmogorov, and A. Blake, "GrabCut" —Interactive Foreground Extraction Using Iterated Graph Cuts", ACM Trans. Graphics, vol. 23, no. 3, pp. 309-314, 2004.
- [4] J. Jia, J. Sun, C. Tang and H. Shum, "Drag-and-drop pasting", pp. 631, Boston, USA. 2006.
- [5] <http://vision.middlebury.edu/stereo/>
- [6] H. Richard and A. Zisserman, "Multiple view geometry in computer vision. Vol. 2.", Cambridge, 2000.