

## Seam carving을 이용한 가려짐 영역 보상 기법

안재우 유지상

광운대학교 전자공학과

skai9@kw.ac.kr

## Occlusion Compensation Algorithm using Seam carving

An, Jae-woo Yoo, Jisang

Dept. Electronic Engineering, Kwangwoon University

## 요약

본 논문에서는 2D 영상에서 다시점 영상 생성 시 가상 시점을 만드는 과정에서 발생하는 가려짐 영역(occlusion) 보상을 기법을 제안한다. 제안된 기법에서는 영상이 가지고 있는 주요한 특성을 유지하면서 가려짐 영역을 보상한다. 기존에 제안되었던 가려짐 영역 보상 방법은 가려짐 영역이 발생한 주변의 화소를 그대로 채워 넣는 방식을 사용하거나 평균값 필터 또는 중간값 필터와 같은 기존의 보상 필터를 이용하기 때문에 시차의 분포 특성을 고려하지 않는다. 따라서 오차는 줄일 수 있으나, 교정된 시차의 정확성은 보장되지 않는다. 본 논문에서 제안하는 가려짐 영역 보상 기법에서는 영상의 주요한 특성을 함께 고려하여 정확성을 높였다. 다양한 영상에 적용하여 제안된 기법의 성능을 테스트하였고, 그 결과 기존의 보상 방법에 비해 가려짐 영역을 비교적 정확하게 보상하는 것을 확인하였다.

## 1. 서론

기술이 진보함에 따라 영상 재현 시 사용자들의 몰입감과 임장감에 대한 요구는 날이 증대되고 있다. 현재 이러한 사용자의 기대와 요구에 따라 3D 입체 콘텐츠가 미디어 시장을 점유해 가고 있다. 이미 오래 전부터 3D 입체영상처리에 관련된 연구가 여러 분야에서 활발히 수행되어 왔다. 최근, 3D 디스플레이 기술은 전자공학과 컴퓨터공학의 기술 발전으로 보다 현실감 있는 콘텐츠를 재현할 수 있게 되었다.

일반적으로 3차원 입체영상 디스플레이는 하나의 스테레오 영상을 기반으로 행해진다. 그러나 스테레오 영상은 오직 두 시점(view)만을 가지므로 다시점 3차원 디스플레이에는 적합하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 모든 시점에서 영상을 획득하여 전송하는 방법을 생각해 볼 수 있다. 그러나 그러한 방법은 매우 많은 데이터양으로 인하여 전송 시 큰 대역폭(bandwidth)을 필요로 문제점이 있으며 영상의 획득 단계에서도 다수의 카메라를 이용하는 등 어려움이 많다. 따라서 소수의 참조 시점 영상을 이용하여 다수의 중간 시점 영상들을 합성하는 중간 시점 영상 합성 방법이 현재 가장 실용적인 대안으로 판단되고 있다.

그중에서도 한 장의 영상과 깊이 맵을 이용하여 가상 시점 영상을 생성해 내는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 단일 영상 기반의 다시점 영상 합성 방법은 깊이에 따른 각기 다른 화소들의 이동으로 인하여 가려짐 영역이 발생하고, 정보가 없는 이러한 가려짐 영역으로 인하여 정확한 합성 영상을 얻기 힘들다. 그러므로 이러한 가려짐 영역의 효과적인 보상 기법에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서 제안하는 기법은 다음과 같다. 먼저 단일 기준 영상의 소벨 마스크를 사용해 영상의 에너지 패턴을 구한다. 그 뒤 영상의 깊이

정보를 이용하여 영상의 가상 시점을 만든다. 그때 생성된 가려짐 영역은 특징점과 방향성에 강한 플로우 심카빙(flow seam carving)을 이용하여 에너지 패턴이 작은 부분부터 가려짐 영역을 보상한다.

영상의 특징점과 방향성을 고려한 보상 방법이기 때문에 영상의 주요 정보를 손상시키지 않으면서 영상의 수직 성분이 강한지 수평 성분이 강한지를 판단하기 때문에 주어진 영상에 최적으로 보상할 수 있어 정확한 교정시차를 얻을 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 가려짐 영역 보상 방법을 설명하고, 3장, 4장에서는 제안한 기법에 대한 결과를 측정하는 실험을 수행한다.

## 2. 제안하는 기법

지금까지 다양한 가상 시점 합성 기법이 제안되었다. 일반적인 영상 합성 시스템은 다시점 영상을 기반으로 하고 있다. 그러나 Fthen은 단일 기준 영상과 그에 상응하는 깊이 맵을 기반으로 영상획득에서부터 압축, 전송, 합성 과정을 포괄하는 전체적 프레임워크를 제안하고 있다. Fthen은 가려짐 영역에 대하여 가우시안 보상을 적용하였다. 하지만 이와 같은 방법은 가상시점 영상 합성 시 기하학적 왜곡을 발생하여 세밀한 보상 작업이 어렵기 때문에 실제 입체 디스플레이에 적용하였을 경우 사용자로 하여금 시각적인 불편함을 느끼게 하는 요인이 된다.

영상 인페인팅(impainting) 기술은 최근 영상 신호처리 분야에서 주목 받고 있는 분야로써 다양한 방법들이 제안되고 있다. 과거에 영상 인페인팅을 위하여 사용된 방법은 대부분 보상법에 의한 것이었으나 보상

법을 통한 방법은 에러가 전파되는 특성이 있기 때문에 넓은 영역의 보상을 위해서는 적합하지 않다. 이러한 이유로 더 나은 보상 방법을 찾고자 활발히 연구가 진행되었다.

본 논문에서는 심카빙(seam carving) 기법을 이용한다. 이 기법은 에너지 편향치 또는 특징점 맵을 기반으로 한 영상 크기 조절 연구이며 등방형 심(istripic seam)으로 구성되며 영상의 중요성을 최소화 하는 방향의 연속적인 일차원 심(seam)을 정의하여 이를 순차적으로 제거함으로써 안정적인 크기 조절을 가능하게 하는 기법이다.

또, 크로핑(cropping)은 영상에서 주요한 부분을 추출하여, 나머지 부분을 제거하여 영상의 크기를 조절하는 기법으로, 영상의 에너지 편향치 또는 특징점 맵을 사용하여 중요성을 판단한다. 이러한 크리핑 기법은 영상의 주요한 객체가 분명히 나타날 때만 가능하며, 임의로 영상에 적용하였을 경우에는 주요 정보가 제거될 위험성이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 최근에 소개된 것이 심카빙 기술이다.

또한, 그리드(grid) 기반의 와핑(warping) 형태의 리사이징 기술 또한 이러한 문제점을 해결하는 기법으로 제안되었다. 이러한 기존 기술들은 에너지에 기반하여 영상의 주요 객체를 최대한 유지하는 형태로 크기 조절을 한다는 공통점을 가진다.

### 2-1. 에지(edge) 추출

제한한 시스템에서는 영상의 에너지 패턴을 찾기 위하여 소벨 마스크(Sobel mask)를 사용하였다. 그림 1의 소벨 마스크를 이용하여 에지를 추출하고, 추출된 에지를 세선화 한다. 이 과정은 잡음에 강하고 신뢰성이 높은 에너지 패턴을 얻기 위해 사용한다.

-1	0	1	1	2	1
-2	0	2	0	0	0
-1	0	1	-1	-2	-1

그림 1. 소벨 마스크(Sobel mask)

그림 2는 추출된 에지 영상의 히스토그램을 이용하여 에지를 세선화 하는 과정을 나타낸다. 먼저 소벨 마스크를 이용하여 0부터 255까지의 값을 가지는 에지를 추출, 식 (2)의 임계값을 이용하여 이진화한다. 이때 임계값을 적절하게 조절함으로써 에지 영상을 세선화 할 수가 있다.

$$threshold = num\_pixel \times rate \quad (1)$$

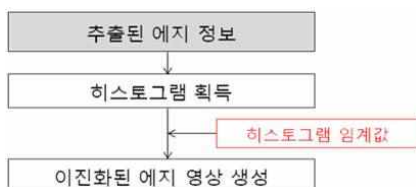


그림 2. 에지 세선화 과정

그림 3은 2차원 영상과 소벨 마스크를 이용한 에지 추출기법의 결과 영상이다. 각각은 rate = 0.9일 때의 임계값으로 이진화 시킨 에지 영상

이다. 주변의 불필요한 잡음을 제거하여 좀 더 깨끗한 에지 영상을 얻은 것을 볼 수 있다.

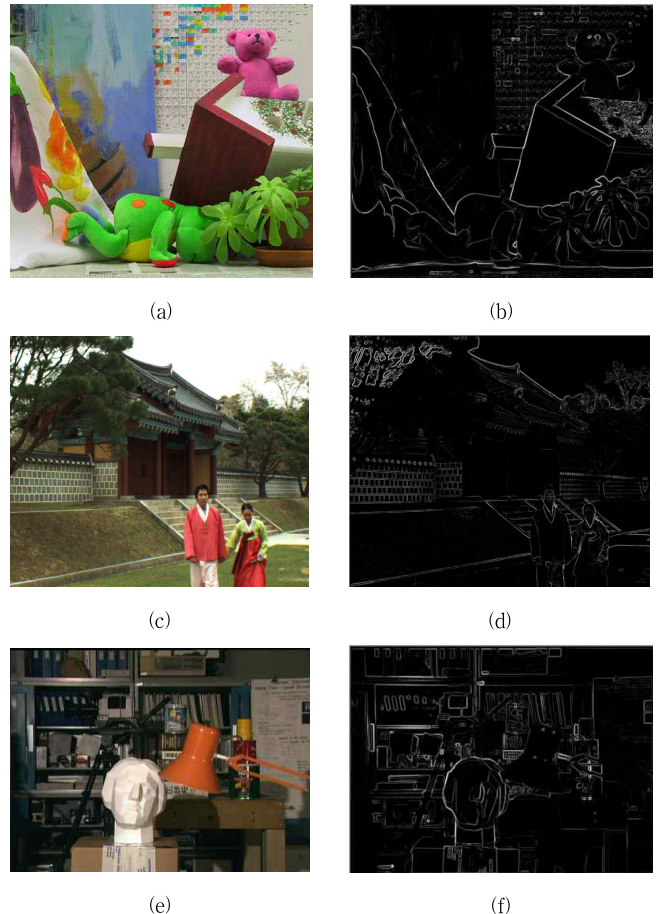


그림 3. 소벨 마스크를 이용한 에지 추출  
원영상 (a) Teddy (c) Lovebird (e) Tsukuba  
에지영상 (b) Teddy (d) Lovebird (f) Tsukuba

### 2-2 심카빙(Seam Carving) 기법

기존의 심카빙은 한쪽에 강한 방향성이 존재하는 경우 깨짐 현상을 발견 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 플로우 기반의 심카빙을 사용하여 이 문제를 해결하고자 한다.

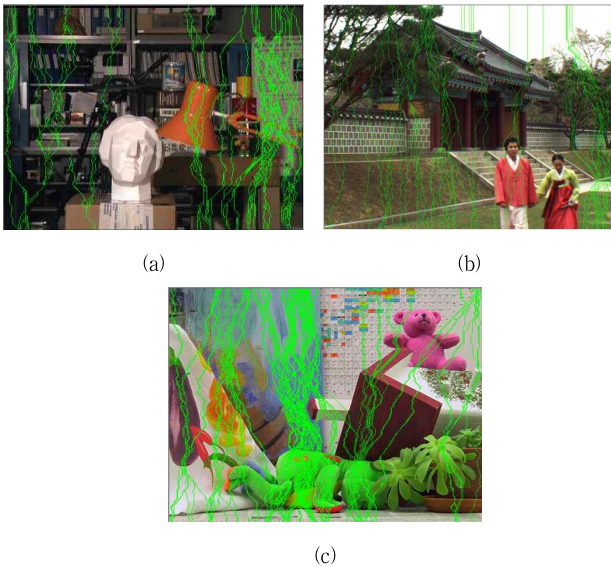
플로우 기반의 심카빙 기법은 영상의 특징점의 강도와 방향 정보를 고려한 에너지 함수를 정의한다. 가장 먼저 영상 내의 방향 성분을 찾아서 잡음을 줄이고 영상 내의 특징점을 안정화 시켜 영상의 주요 부분은 손상을 주지 않는다.

$$\omega_v(X) = |e_y \cdot t(X)| \quad (2)$$

여기서  $e_y = (0, 1)$ , 즉,  $y$  축 방향의 단위 벡터이다. 이 가중치를 통해 가로방향으로 영상의 크기를 조정할 때 세로축 선분을 최대한으로 유지시킬 수 있게 해준다. 수평방향의 심(seam)에 대한 것 역시 이와

유사하게 구할 수 있다.

위에서 정의한 에너지 함수를 바탕으로 에너지 축적 테이블과 최적의 심을 찾는 데 이 과정에서 동적 계획법을 사용한다. 그림 4는 심카빙 기법을 이용하여 에너지 패턴을 찾은 것이다.



(a) (b)  
(c)

그림 4. 영상의 에너지 패턴

(a) Tsukuba (b) Lovebird (c) Teddy

### 2-3. 제안한 기법

영상내의 주요 정보를 없애지 않기 위해 먼저 소벨 마스크를 통한 에지를 구한 후 에지 세션화 과정을 통해 주변의 잡음을 제거한다. 그 후 플로우 심카빙 기법을 통해 영상 내의 특징점과 방향 정보를 얻은 후 어느 방향으로 가려짐 영역을 보상하면 가장 정확하고 안정되게 할지를 판별한 후 가려짐 영역을 보상하게 된다. 그림 5은 본 논문에서 제안한 기법의 전체 흐름도를 보여 준다.

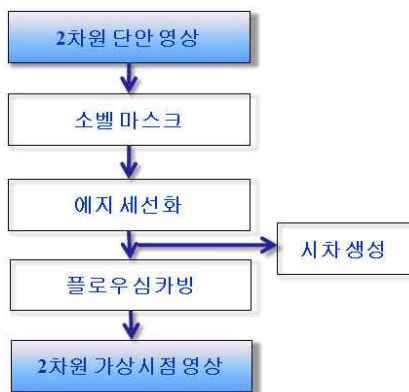


그림 5. 제안한 기법 Block diagram

제안된 기법을 이용하여 단일 기준 영상과 그에 상응하는 깊이 맵을 기반으로 가상 시점 영상을 획득 한다.

### 3. 실험 조건 및 결과

본 논문에서 제안한 가려짐 영역 보상 방법으로 단일 기준 영상과 그에 상응하는 깊이 맵을 기반으로 다른 하나의 가상 시점을 만들어 내는 실험을 하였다.

사용된 실험 영상은 그림 6에 보인 미들베리(Middlebury) 스테레오 비전 홈페이지에서 제공되는 Tsukuba 영상과 Lovebird 영상이다. Tsukuba 영상은 복잡한 깊이 구조와 화소 구조를 가진다. 그림 6(c)에서 가려짐 영역 부분에 대한 화소가 적절히 보상되었음을 확인 할 수 있었다.



(a) (b)

(c)

(d) (e)

(f)

그림 6. 가려짐 영역 보상 후 생성 영상 원영상 (a) Tsukuba (e) Lovebird  
깊이 지도 (b) Tsukuba (e) Lovebird  
보상 영상 (c) Tsukuba (f) Lovebird

## 4. 결 론

본 논문에서는 한 장의 기준 영상과 상응하는 깊이 맵을 이용하여 가상의 영상을 생성하며 생기는 가려짐 영역 보상 기법을 제안하였다. 제안한 기법에서는 영상의 크기 조절에 유용한 심카빙을 이용하여 영상의 중요성을 최소화 하는 방향으로 보상을 하였기 때문에 영상의 주요 정보가 손상되는 위험성을 최소화 하였다. 그래서 영상의 가려짐 영역에 가장 유사한 부분을 채용함으로써 보다 세밀하고 정확한 보상이 가능하며, 보상 시 존재 하는 화소 오류를 감소시킬 수 있었다.

### <감사의 글>

- 이 논문 또는 저서는 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(한국연구재단-2010-0026245)

### <참고문헌>

- [1] Michael Rubinstein, Ariel Shamir, Shai Avidan, "Improved Seam Carving for Video Retargeting"
- [2] 김용진, 박종일, "영상 인페인팅을 이용한 다중 시점 영상 생성시의 가려짐 영역 처리".
- [3] 윤종철, 김수화, 이인권, "영상 리사이징을 위한 플로우 기반의 심카빙 기법"
- [4] 김지홍, 유지상 "에지 방향성 히스토그램을 이용한 2차원 동영상의 3차원 입체변환기법".
- [5] Shai Avidan, Ariel Shamir, "Seam carving for Content-Aware Image Resizing".