

3차원 포아송 방정식을 이용한 비디오 합성 기법

권지용^o 이인권

연세대학교 컴퓨터과학과

mage@cs.yonsei.ac.kr, iklee@yonsei.ac.kr

Video Composition Using 3D Poisson Equation

Ji-yong Kwon^o In-Kwon Lee

Dept. of Computer Science, Yonsei University

비디오 합성은 입력된 두 개의 비디오 (원본(source) 비디오와 대상(target) 비디오)가 주어졌을 때, 원본 비디오의 일정 영역을 대상 비디오의 임의의 일정 영역으로 자연스럽게 붙여 넣는 기법으로서, 영화나 광고 등 많은 영상 제작에서 필수적으로 사용되는 기법이다. 필연적으로, 비디오 합성 문제는 많은 연구자들로부터 지속적으로 연구되고 있는 문제이다. 가장 널리 이용되고 있는 비디오 합성 기법은 크로마 키(Chroma key)를 이용하는 방법으로써, 주로 파란색의 스크린 앞에서 촬영한 영상을 원본 비디오로 하여 대상 비디오에 합성하는 방법이나, 원본 비디오를 촬영하는 과정에서부터 임의의 스크린 앞에서 촬영해야 한다는 단점이 있다 [1]. 이러한 문제를 해결하기 위해서 비디오 내의 물체의 외곽선을 정확하게 찾아내는 기법, 즉 비디오 매칭 기법에 대한 연구가 다양하게 진행되었다 [2]. 이러한 기법은 대체로 시각인식 분야에서 지속적으로 연구되어온 분절화(segmentation) 기법 등에 기반을 둔 것으로, 매우 좋은 결과를 내고 있으나 사용자가 원하는 영역 내의 물체-배경간의 경계가 모호할 경우 정확한 외곽선을 추출할 수 없다는 한계점이 있다.

한편 이미지 합성에 대한 최근 연구 중에서 매칭의 한계점을 보완할 수 있는 포아송 방정식 기반의 이미지 합성 기법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다 [3]. 이러한 방법들은 사용자가 선택한 원본 이미지의 영역을 대상 이미지에 붙이되, 사용자가 선택한 영역의 외곽선이 대상 이미지에서 자연스럽게 보이도록 하는 식을 포아송 방정식으로 해석하여 적용한 기법으로, 합성된 이미지는 매우 결과가 좋으며 특히 경계가 모호한 물체에 대한 합성도 좋은 결과를 보이고 있다. 그러나 이 기법을 비디오에 대해 바로 적용할 경우, 합성된 영역의 색상이 시간에 따라 심하게 떨리는 현상을 발견할 수 있다. 이는 기존의 이미지 합성 기법이 시간 연계성을 고려하지 않고 있기 때문이다. 이를 해결하기 위해 포아송 방정식을 비디오 합성에 이용한 방법이 제시되었으나 [4], 긴 영상에 대한 합성에 대한 방법은 고려되지 않고 있다. 본 논문은 이미지 합성 기법에서 널리 사용되는 포아송 방정식을 비디오의 시간 연계성 문제까지 고려하도록 확장하고, 긴 영상에 대한 합성이 가능하도록 짧은 단위의 비디오 합성 결과를 보간하는 방법을 시도하였다.

그림 1은 제시하는 비디오 합성에 사용되는 3차원 포아송 방정식의 기초가 되는 3차원 라플라시안 계산 과정을 도식화한 것이다. 2차원 라플라시안이 임의의 픽셀 및 주변 4개의 픽셀 간의 관계를 계산하는 것과 유사하게, 3차원 라플라시안은 이전 이후 프레임의 동일한 위치의 픽셀을 함께 고려하여 시간 연계성을 지키도록 한다. 원본 영상에서 유저에 의해 임의의 영역이 지정될 경우, 주어진 영역의 3차원 라플라시안을 최대한 유지하면서 외곽 영역의 픽셀값은 대상 영상의 픽셀값으로 고정하는 최적화 문제를 해결함으로써, 우리는 자연스럽게 합성된 영상 결과를 얻을 수 있다.

그림 2는 긴 영상에 대한 합성 방법을 짧은 영상의 합성 결과들의 보간값으로 대체하는 방법을 도식화한 것이다. 3차원 포아송 방정식을 계산하는 방법은 계산하고자 하는 모든 픽셀을 메모리에 집어넣어야 하므로, 긴 영상에 대한 합성의 경우 메모리 부족 문제가 발생할 수 있다. 우리는 이를 중첩된 영역을 가진 짧은 단위의 영상들로 나누어 각각을 3차원 포아송 방정식을 통해 합성한 뒤, 중첩된 영역에

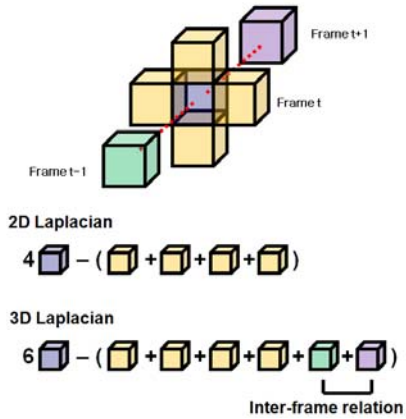


그림 1. 2차원 라플라시안 및 3차원 라플라시안의 계산 도식화

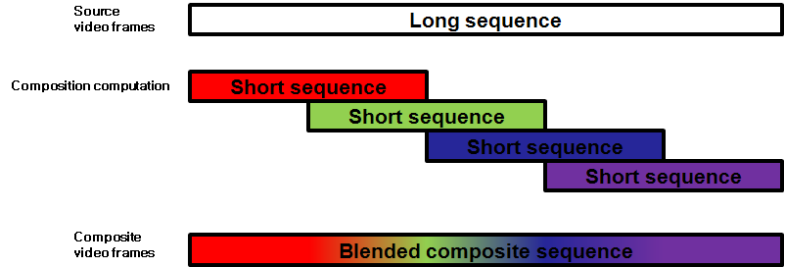


그림 2. 긴 영상에 대한 합성 기법의 도식화 긴 영상을 중첩된 영역을 가진 짧은 영상으로 나눈 뒤, 개별적으로 합성 결과를 계산하고 이를 보간하여 최종 결과를 생성한다.

대하여 이 결과를 보간하는 방법으로 해결하였다.

그림 3은 제시한 방법을 통해 합성한 결과의 예시를 보여준다. 연속된 비디오 결과를 통해서 2차원 포아송 방정식을 통해 계산한 결과와의 원활한 비교가 가능하나, 그림에도 불구하고 그림을 통해서도 알 수 있듯이, 2차원 포아송 방정식을 통해 계산된 결과는 외곽선 주변의 색상이 크게 변하는 현상이 목격되는 반면, 본 논문에서 제시한 방법을 통해 계산된 결과에서는 그러한 부작용이 사라진 것을 확인할 수 있다.

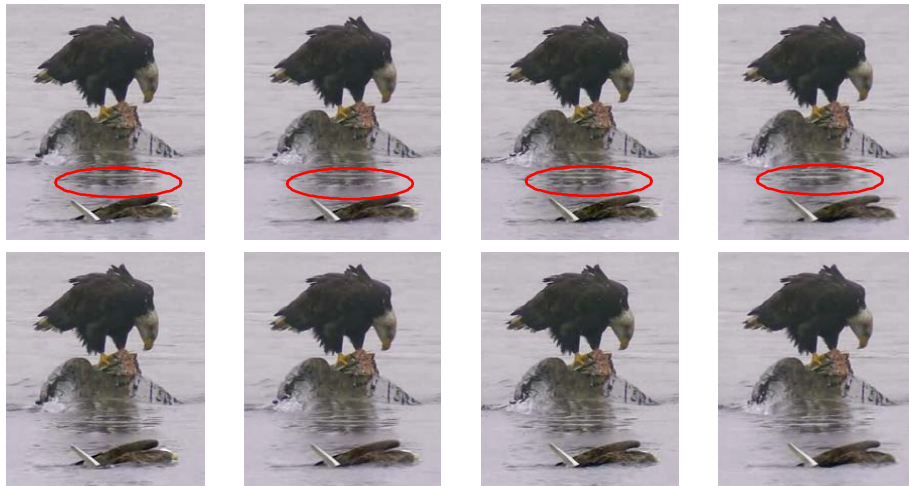


그림 3. 2차원 포아송 이미지 합성 기법(좌)과 3차원 포아송 이미지 합성 기법(우) 간의 결과 비교. 2차원 포아송 이미지 합성 기법을 통해 계산된 결과의 경우, 빨간 원 안의 픽셀 값이 불안정하게 움직이는 것을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부, 문화체육관광부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F-031-01, 영상 및 비디오 콘텐츠를 위한 계산사진학 기술 개발]

참고문헌

[1] Alvy Ray Smith, James F. Blinn, *Blue screen matting*, in Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and Interactive techniques, pp.259-268, 1996.

[2] Jue Wang, Pravin Bhat, R. Alex Colburn, Maneesh Agrawala, Michael F. Cohen, *Interactive video cutout*, in Proceedings of ACM SIGGRAPH 2005, pp.585-594, 2005.

[3] Patrick Perez, Michel Gangnet, Andrew Blake, *Poisson image editing*, in Proceedings of ACM SIGGRAPH 2003, pp.313-318, 2003.

[4] Hongcheng Wang, Ramesh Raskar, Narendra Ahuja, *Seamless Video Editing*, in Proceedings of ICPR 2004, 2004.