

텍스처 최적화 기법을 이용한 영상 크기 조정

정성균, 김창수

고려대학교

sg_jeong@korea.ac.kr, changasukim@korea.ac.kr

Image Resizing using Texture Optimization

Seong-Gyun Jeong, Chang-Su Kim

Korea University

요약

본 논문은 복잡한 구조와 다양한 텍스처들로 구성된 일반 자연 영상의 크기를 조정할 때 텍스처 최적화(texture optimization) 기법과 동적 프로그래밍(dynamic programming) 기법을 활용하여 자연스러운 결과 영상을 구하는 방안을 제안한다. 입력 영상을 텍스처 영상과 저주파 영상으로 분해하고 각각의 영상이 갖는 에너지를 모델링하여 총 비용을 최소로 하는 경로를 동적 프로그래밍 기법을 통해 추적한다. 추적된 경로를 기준으로 영상을 분리하여 좌우로 이동시킨 후 중첩한 초기 영상을 텍스처 최적화 기법을 이용하여 원본에 가까운 영상으로 복원한다. 제안하는 알고리즘과 기존의 기법들 간의 결과 영상을 비교하여 그 유효성을 확인한다.

1. 서론

영상을 재생할 수 있는 다양한 크기의 디스플레이 장치들이 등장함에 따라 영상의 크기를 조정하는 기법에 대한 연구가 활발하게 논의되고 있다. 기존의 샘플링 비율 조정을 통해 영상 크기를 조정하는 스케일링 기법은 가로세로비(aspect ratio)를 변환하는 과정에서 영상을 전체적으로 왜곡시킨다. 최근에는 영상 내의 중요 객체 정보를 보존하기 위해서 작은 에너지를 갖는 경로를 순차적으로 제거하면서 영상의 크기를 조정하는 Seam Carving 기법이 등장하였다 [2].

텍스처 영상 합성기법은 마르코브 임의장(Markov random field, MRF) 모델 특성을 이용하여 입력 표본 영상의 색상과 구조 정보들을 합성 결과 영상에 유사하게 표현한다. 결과 영상의 각 위치에서 주변 픽셀을 포함하는 영상 조각과 입력 표본 영상간의 거리를 측정하여 전체 비용을 최소로 하는 기법들이 주를 이루고 있다 [1], [3].

주요 객체 정보를 보존하기 위해 제안된 영상 크기 조정 기법인 Seam Carving 기법은 복잡한 텍스처 정보를 포함한 영상에서는 정확한 경로를 찾지 못하는 한계를 지니고 있다. 또한 규칙적인 단일 텍스처 표본을 이용하는 기존의 텍스처 확장 기법들은 다양한 텍스처들이 혼재되어 있는 자연 영상을 확장하는데 적용하기 어렵다. 제안하는 영상 크기 조정 기법에서는 이러한 단점을 극복하기 위해서, 입력 영상을 텍스처 영상과 저주파 영상으로 분해하고 각각의 영상의 에너지를 최소로 하는 경로를 탐색한 후 텍스처 최적화 기법을 적용한다.

2. 제안하는 알고리즘

2.1. 텍스처 최적화 기법

본 절에서는 제안하는 알고리즘의 기초가 되는 텍스처 최적화 기법 [1]에 대해 간략히 기술한다. 입력 표본 영상 (Z)와 합성된 결과 영

상 (X) 간의 유사성 측정을 위한 텍스처 에너지를 아래와 같이 정의한다.

$$E_t(\mathbf{z}; \mathbf{x}_p) = \sum_{p \in \mathbf{X}} \|\mathbf{z}_p - \mathbf{x}_p\|^2 \quad (1)$$

\mathbf{z}_p 와 \mathbf{x}_p 는 각각 입력 표본과 합성 결과 영상에서 위치 p 를 중심으로 이웃한 픽셀을 포함하는 영상 조각의 벡터식 표현이다. 정의된 에너지를 최소화하기 위해 [1]에서는 expectation maximization (EM) 기법을 응용한 방법을 제안하고 있다.

우선 합성하고자 하는 결과 영상에서 일정 간격의 격자 위치마다 텍스처 에너지를 최소로 하는 영상 조각들을 입력 표본 영상으로부터 찾는다 (M-step). 이때 입력 표본의 영상 조각들을 트리 구조로 변환하여 검색 속도를 크게 단축시킬 수 있다. 다음으로 검색된 모든 영상 조각에 대하여 텍스처 에너지를 최소화 한다 (E-step). 즉, 결과 영상의 격자 위치마다 영상 조각들의 중첩된 영역의 픽셀 값의 평균 합을 구한다. 이 과정을 수차례 반복하여 텍스처 에너지가 최적화된 결과 영상을 취득한다.

2.2. 영상 분해를 통한 최적 경로 탐색

본 논문에서는 자연 영상을 Bilateral filter [4]를 이용하여 텍스처 성분이 제거된 저주파 영상 (I_{LF})과 텍스처 영상으로 분해하고 최적의 경로를 구하기 위한 비용을 아래와 같이 정의한다.

$$c(i, j) = \alpha \nabla I_{LF}(i, j) + (1 - \alpha) E_t(i, j) \quad (2)$$

∇ 는 그래디언트를 연산자이며 α 는 비용을 계산할 때 저주파 영상과 텍스처 영상이 갖는 에너지의 기여도를 조절하기 위한 가변 파라미터이다.

본 논문에서는 정의된 비용을 최소로 하는 영상의 수직 또는 수평 방향의 경로를 찾기 위해서 동적 프로그래밍 기법을 사용한다.

본 논문은 2010년도 삼성전자의 지원에 의해 수행된 연구 결과입니다.



그림 1. 실험 입력 영상



그림 2. 스케일링 결과 영상



그림 3. Seam Carving 결과 영상 [2]



그림 4. 제안하는 알고리즘의 결과 영상

$$J(i, j) = c(i, j) + \min(J(i-1, j-1), J(i-1, j), J(i-1, j+1)) \quad (3)$$

$J(i, j)$ 는 (i, j) 위치까지 누적된 최소 비용을 나타낸다. 현재 위치의 비용 $c(i, j)$ 와 현재 위치로 유입 가능한 이전 단계의 누적 비용을 모두 고려하여 최소가 되는 이전 위치를 기록한다. 마지막 열 (또는 행)에서 각 경로별로 누적된 비용을 비교하여 최소의 비용을 갖는 경로를 선택한다.

2.3. 텍스처 최적화 기법을 이용한 영상 크기 조정

본 논문에서는 최소비용을 갖는 경로의 주변 영역에서 텍스처 최적화 기법을 적용하여 영상의 크기를 조정하는 기법을 제안한다. 영상의 구조 정보와 텍스처 간의 관계를 유지하기 위해 최적 경로를 기준으로 입력 영상을 좌우로 분리하여 이동시키고 텍스처 최적화 기법을 통해 변형된 공간을 원본 영상에 가깝게 복원한다.

텍스처 최적화 기법이 적용된 결과 영상은 초기 조건에 의해 민감하게 결정된다. 즉, 분리된 영상을 좌우로 이동시킨 후 새롭게 생성되는 영역은 원본 영상의 구조적 특징과 내부의 텍스처 성분을 보존하고 있어야 한다. 주어진 제약조건을 만족하기 위해서 좌우로 이동하는 영상에 이동 거리와 반비례하는 가중치를 각각 곱하여 중첩한 영상을 텍스처 최적화 과정의 초기 조건으로 설정한다.

3. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 방법의 유효성을 검증하기 위해서 기존의 영상 크기 조정 기법들과 결과 영상을 비교한다. 그림 2 - 그림 4는 각각 다른 기법을 이용하여 입력 영상 그림 1을 가로방향으로 100픽셀을 확장한 결과이다.

그림 2는 원본 영상의 샘플링 비율을 조정한 스케일링 기법에 의한 결과이고, 그림 3은 [2]에서 제안된 주요 객체 정보를 보존하는 크기 조정 기법이며 그림 4는 제안하는 알고리즘에 의한 결과이다. 그림 2의 경우 모든 건물의 외형이 좌우로 부풀려지는 변형이 발생하고 그림 3은 입력 영상의 중앙에 배치된 일부 건물들의 구조적 특징과 텍스처 성분을 보존하지 못한다. 이에 비해 그림 4의 결과는 제안하는 알고리즘이 원본 영상의 건물 외형과 내부 텍스처 성분을 그대로 보존하는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 텍스처 최적화 기법을 이용하여 영상 크기를 조정하는 방법을 제안하였다. 제안하는 방법은 입력 영상을 분해하여 비용을 최소로 하는 경로를 탐색하고 그 주변의 크기를 조정한다. 제안하는 방법을 기존의 스케일링 기법, Seam Carving 기법과 비교하여, 복잡한 구조와 다양한 텍스처 성분을 포함하는 자연 영상의 크기를 조정하는데 효율적인 방법임을 실험을 통해 확인하였다.

5. 참고문헌

- [1] V. Kwatra, I. Essa, A. Bobick, and N. Kwatra, "Texture optimization for example-based synthesis," *ACM Trans. Graph.*, vol. 24, no. 3, pp. 795-802, Jul. 2005.
- [2] S. Avidan, and A. Shamir, "Seam carving for content-aware image resizing," *ACM Trans. Graph.*, vol. 26, no. 3, pp. 267-276, Jul. 2007.
- [3] L.-Y. Wei, J. Han, K. Zhou, H. Bao, B. Guo, and H.-Y. Shum, "Inverse texture synthesis," *ACM Trans. Graph.*, vol. 27, no. 3, pp. 1-9, Aug., 2008.
- [4] S. Paris, and F. Durand, "A fast approximation of the bilateral filter using a signal processing approach," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 81 no. 1, pp. 24-52, Jan. 2009.