

증강현실에서의 활용을 위한 라인 프루닝 필터로 개선된 허프변환에 의한 코너 검출

Corner Detection with Improved Hough Transform by Line Pruning Filter for Augmented Reality

저자 (Authors)	이형민, 배한별, 전태재, 도진경, 이상윤 Hyeongmin Lee, Hanbyeol Bae, Taejae Joen, Jinkyung Do, Sangyoun Lee
출처 (Source)	한국통신학회 학술대회논문집 , 2017.6, 1610-1611 (2 pages) Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences , 2017.6, 1610-1611 (2 pages)
발행처 (Publisher)	한국통신학회 Korea Institute Of Communication Sciences
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07218896
APA Style	이형민, 배한별, 전태재, 도진경, 이상윤 (2017). 증강현실에서의 활용을 위한 라인 프루닝 필터로 개선된 허프변환에 의한 코너 검출. 한국통신학회 학술대회논문집, 1610-1611.
이용정보 (Accessed)	연세대학교 165.***.126.231 2017/10/15 21:19 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독 계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

증강현실에의 활용을 위한 라인 프루닝 필터로 개선된 허프 변환에 의한 코너 검출

이형민(연세대학교), 배한별(연세대학교), 전태재(연세대학교), 도진경(연세대학교), 이상윤(연세대학교)

minimonia@yonsei.ac.kr, ygbfamily00@yonsei.ac.kr, jtj7587@yonsei.ac.kr, jkdo@yonsei.ac.kr, *syleee@yonsei.ac.kr

Corner Detection with Improved Hough Transform by Line Pruning Filter for Augmented Reality

Hyeongmin Lee(Yonsei Univ.), Hanbyeol Bae(Yonsei Univ.), Taejae Joen(Yonsei Univ.),

Jinkyung Do(Yonsei Univ.), Sangyoun Lee(Yonsei Univ.)

요약

증강현실은 현실 영상을 컴퓨터 그래픽스 영상이 결합된 형태로 사용자에게 보여주는 시스템이다. 이 시스템을 이루는 여러 기능들 중에 '컴퓨터 그래픽스 영상을 어느 위치에 결합할 것인가'에 대한 문제는 증강현실의 가장 중요한 문제들 중 하나이다.

본 논문에서는 직사각형 형태의 컴퓨터 그래픽스 영상을 결합하기 위해 현실 영상 속 직사각형의 네 코너를 검출하는 것을 목표로 한다. 그 과정에서 기존의 코너 검출 방법과는 다르게 선을 먼저 찾고 이로부터 코너를 간접적으로 구해내는 방법을 사용하여 불필요한 점의 검출을 방지하며, 이 방법을 통해 배경이 복잡한 상황에서도 효과적으로 코너들을 검출할 수 있도록 하는 '라인 프루닝 필터' 알고리즘을 제안한다.

I. 서론

증강현실(Augmented Reality; AR)은 적절한 가상 영상이 결합된 형태의 현실 영상을 사용자에게 보여주는 시스템이다. 증강현실 시스템은 현실 영상을 대체하는 것이 아니라 '증강'한다는 점에서 가상현실 시스템과 구별된다. 이러한 증강현실을 구성하는 시스템에는 여러 가지가 있지만, 그 중에서도 현실 영상의 적절한 위치에 적절한 가상 영상을 결합하는 문제는 증강현실을 구성하는 가장 중요한 부품들 중 하나이다.

본 논문에서는 직사각형 형태의 가상 영상을 결합하기 위해 현실 영상 내에 존재하는 직사각형 영역의 네 코너를 검출해 내는 것을 목적으로 한다. 코너를 검출하는 알고리즘에는 해리스 코너 검출기[1]와 같은 다양한 알고리즘이 존재하지만, 이와 같이 직접적으로 코너를 검출하는 알고리즘들은 복잡한 배경 상에서 불필요한 점들을 찾아 검출 성능을 떨어뜨리며, 네 코너 중 하나라도 찾지 못한다면 직사각형 전체를 검출하는데 실패한다는 문제점이 존재한다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 허프 변환[2]을 이용하여 직사각형의 변을 찾아 그 교점을 구하는 알고리즘을 제안하고, 허프 변환 과정에서 불필요한 여러 개의 선들이 겹쳐서 검출되는 문제점을 해결하기 위해 고안된 라인 프루닝 필터(Line Pruning Filter)를 제안한다.

II. 본론

1) 영상 전처리

직사각형 영역의 네 코너를 검출하기 이전에 입력 영상은 색상 기반 영상 분할 과정을 거치게 된다. 먼저 영상을 HSV 색상 공간으로 변환한 뒤에 색상(Hue) 정보에 해당하는 히스토그램을 구한다[3]. 히스토그램 값이 특히 많이 모여 있는 색상 값들을 중심으로 군집을 형성하여, 색상 값이 각 군집에 속하는 픽셀들을 모아 그림 1과 같은 이진 영상을 얻을 수 있다.

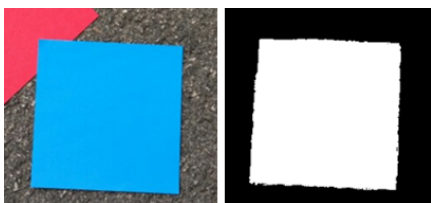


그림 1. 파란색 영역에 해당하는 이진 영상

2) 제안하는 알고리즘

분할된 이진 영상들은 캐니 에지 검출기[4]를 통해 에지가 검출된 후 허프 변환을 거치게 되는데, 여기에서 라인 프루닝 필터에 의해 직선 검출 성능이 개선된 형태의 허프 변환을 거치게 된다.

허프 변환을 통해 영상 내의 직선들을 검출하게 되면 검출한 선들과 유사한 선들이 함께 검출되어 결과적으로 교점을 통해 코너를 구했을 때, 코너가 유일하게 구해지지 않는 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해, 유사한 라인들은 허프공간에서 가까운 거리의 점들로 표현된다는 점에 착안하여 고안된 라인 프루닝 필터(Line Pruning Filter; LPF)를 적용하게 된다. 그림 2를 보면 알 수 있듯이 처음 허프 변환을 거친 영상의 허프공간 상에는 가까운 점들, 즉 유사한 라인(허프공간에서는 점으로 표현된다.)들이 곳곳에 군집을 이루게 되는데, 각 점을 기준으로 일정 반경 안에 자신보다 허프변환 값이 큰 점이 존재하면 허프변환 값이 작은 점을 삭제한다. 그러면 결과적으로 그림 2의 왼쪽 사진과 같이 각 군집에서 허프변환 값이 가장 큰 점들만 남게 되고 나머지 점들은 전부 삭제된다.

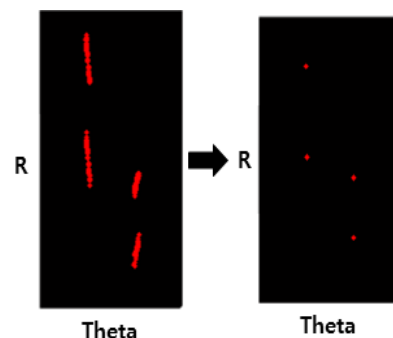


그림 2. 영상의 허프 변환 결과(좌)와 LPF를 적용한 허프공간(우)

이렇게 개선된 허프 변환을 통해 검출된 직선들 중 기울기가 유사한 직선 쌍들을 묶어 평행선 쌍을 만든다. 가상 영상이 결합될 적절한 직사각형 영역의 경우 이러한 평행선 쌍이 두 쌍 검출될 것이므로 평행선 쌍이 검출되지 않거나 3쌍 이상 검출되는 binary image는 제외시키도록 한다.

2쌍의 평행선 검출에 성공한 binary 영상으로부터 각 직선의 교점을 찾아 각 코너의 좌표를 구한다.

4) 실험

본 논문에서 제시한 라인 프루닝 필터 기반 허프변환 알고리즘의 성능을 알기 위하여 해리스 코너 검출기와 성능을 비교하는 실험을 진행하였다. 또한 동일하게 허프변환을 이용하는 알고리즘 중에서도 유사한 선들을 제거하기 위하여 라인 프루닝 필터가 아닌 K-평균 군집화[5] 알고리즘을 이용한 경우와 아무런 처리도 거치지 않고 허프변환을 이용한 경우와의 성능 비교도 진행하였다.

성능 평가는 다음과 같이 진행한다. 실측값(Ground truth)과 알고리즘을 통해 검출한 점과의 유클리디안 거리를 계산한 후, 그 거리가 정해진 오차 범위 이내에 드는 경우의 횟수의 비율을 구한다. 이 비율을 오차 범위 값을 변경해가며 구한 후 그래프를 그려 각 알고리즘들에 의해 구해진 그래프를 비교하였다. 이 때, 해리스 코너 검출기의 경우 실제 코너 이외의 불필요한 점을 더 찾은 경우가 발생하였는데, 이 경우 실제 코너와 가장 가까운 점들만을 선정하여 실험을 진행하였다.

5) 결과

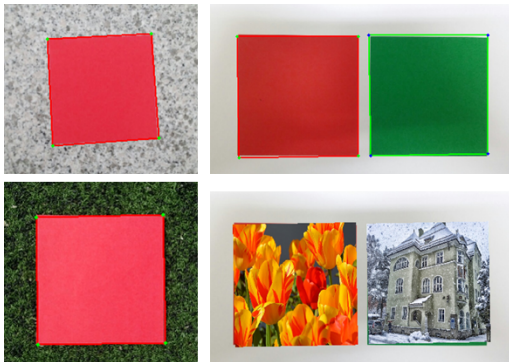


그림 3. 다양한 배경에서의 코너 검출 결과와 AR 적용 후 결과

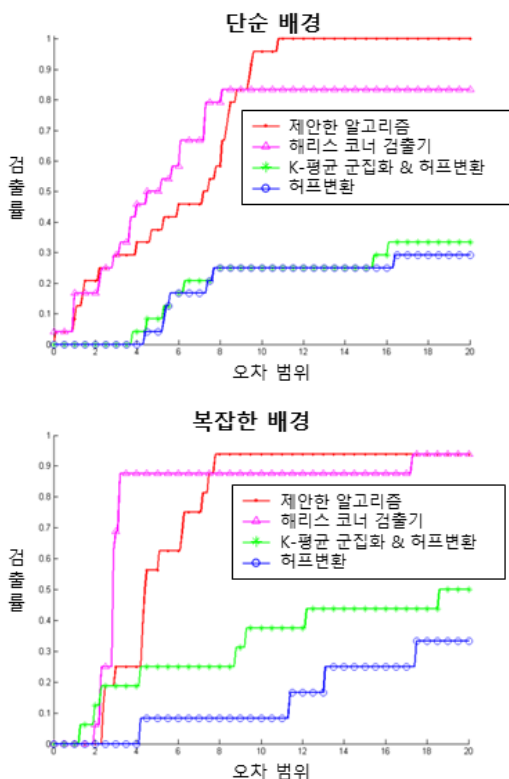


그림 4. 단순 배경과 복잡한 배경 상에서의 각 알고리즘 별 성능 비교

라인 프루닝 필터 기반 허프변환을 이용하여 코너를 검출한 결과, 그림 3과 같이 코너들이 문제없이 전부 검출되었으며 가상의 영상 또한 현실 영상의 적절한 위치에 성공적으로 결합되었음을 확인할 수 있다. 그리고 그림 4를 보면, 라인 프루닝 필터를 적용한 경우와 아무 필터도 적용시키지 않은 경우를 비교하였을 때 후자의 경우 배경이 복잡해짐에 따라 성능이 저하되는 현상이 나타나지만 라인 프루닝 필터를 적용한 경우는 성능 저하가 발생하지 않았다. 또한 해리스 코너 검출기와 비교해보면, 해리스 코너 검출기는 직접적으로 코너를 찾기 때문에 일단 찾은 점의 정확도가 높게 측정되었지만 오차 범위가 증가해도 검출률이 더 증가하지 못하고 유지되는 모습을 볼 수 있다. 그 반면 라인 프루닝 필터를 적용한 경우는 비록 낮은 오차범위에서의 검출률이 해리스 코너 검출기에 비해 약간 떨어지지만 오차 범위가 증가함에 따라 더 높은 증가율을 보여주었다. 결론적으로 라인 프루닝 필터를 적용한 경우가 해리스 코너 검출기에 비해 ‘검출한 점의 오차는 크지만, 더 많은 점을 검출해낼 수 있다’고 볼 수 있다.

III. 결론

제안된 방법은 라인 프루닝 필터 기반 허프변환을 이용한 직사각형 형태의 영역 검출 알고리즘이다. 이 방법은 기존의 코너 검출 방법과는 다르게 선을 먼저 찾고, 이로부터 코너를 간접적으로 구해내는 방법을 사용한다. 그리고 제안된 방법은 코너를 직접 찾지 않고 선의 교점을 구하는 방식을 이용하기 때문에 불필요한 코너를 찾지 않을 수 있으며, 라인 프루닝 필터를 활용한 허프변환을 이용하기 때문에 복잡한 배경 상에서도 높은 성능을 유지하면서 코너를 검출할 수 있다.

본 논문에서 제안된 알고리즘의 활용 범위를 넓히면 다른 사물에 의해 가려진 코너의 검출, 또는 수행 시간을 단축시켜서 실시간 알고리즘이 가능해진다면 제안된 알고리즘의 실용성을 더 확대할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(2015R1D1A1A01061315)과 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2016-0-00197, 스마트카 다중 센서와 딥러닝을 이용한 초정밀 내추릴 3D 뷰 생성 기술 개발)

참고 문헌

- [1] C. Harris and M. Stephens. "A combined corner and edge detector." 4th Alvey vision conference, pp. 147-151, 1988
- [2] P. V. C. Hough. "Methods and Means for Recognizing Complex Patterns", U.S. Patent 3069654, Dec. 1962
- [3] Sural, Shamik, Gang Qian, and Sakti Pramanik. "Segmentation and histogram generation using the HSV color space for image retrieval." Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on. Vol. 2. IEEE, 2002
- [4] Canny, John. "A computational approach to edge detection." IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence 6 pp679-698. 1986
- [5] Hartigan, John A and Wong, Manchek A, "Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm", Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), vol 28.1, pp 100-108, 1979