

웨이블릿 변환을 이용한 방향성 기반 특징점 추출 기법

강남오*, 김재호**, 박사준***

요약

다양한 영상 획득 장치의 출현은 영상 정보의 양을 폭발적으로 증가시켰다. 이는 다양한 분야에서 영상을 활용하는 응용의 필요성을 점차 키우고 있다. 하지만 영상이 가진 비정형성은 이러한 응용을 구축하는데 있어 커다란 걸림돌로 작용하고 있다. 영상으로부터 강인한 특징점의 추출은 이러한 문제를 해결하는데 중요한 역할을 한다. 이를 위하여 Harris 코너 감지 기법, SIFT, SURF 등 기존에 많은 특징점 추출 기법이 소개되었다. 하지만 대부분의 경우 영상 객체의 꼭지점 및 에지를 추출하는 데 초점이 맞추어져 있다. 본 연구에서는 웨이블릿 변환을 기반으로 방향성이 있는 특징점을 추출하는 방법을 소개한다. 제시한 기법은 영상의 특징을 고려한 강인한 특징점의 추출을 가능하게 함으로써 다양한 영상 관련 응용의 구축에 활용이 가능하게 한다.

Technique of Extracting Salient Point based on Direction by Using Wavelet Transformation

Nam-Oh Kang*, Jae-Ho Kim**, Sa-Joon Park***

ABSTRACT

The adverts of various image-acquiring devices have tremendously increased the amount of image. Thus, there is an expansion in the necessity of image-based applications in various areas. The irregularity of images, however, becomes a big obstacle in constructing these applications. The extraction of robust salient points from image plays an important role in solving this problem. For achieving it, many salient point extraction algorithms, such as Harris corner, SIFT and SURF etc., have been introduced. Most of them, however, are focused on extracting corner points or edges of object. In this research, we introduce a technique of extracting directional salient points based on wavelet transformation. The proposed method can extract robust salient points related to the character of the image. This makes it possible to construct various applications which are related to the image.

Key Words: Salient Point, Wavelet Transformation, Harris Corner, Segmentation, Image Retrieval

* 리써치링크 (✉namohkang@gmail.com)

** 강릉원주대학교 정보기술공학과

*** 대구한의대학교 모바일콘텐츠학부

· 제1저자(First Author) : 강남오 · 교신저자(Correspondent Author) : 김재호

· 접수일(2013년 10월 1일), 수정일(1차 : 2013년 11월 5일), 게재확정일(2013년 12월 12일)

I. 서 론

저전력 프로세스를 기반으로 한 값싼 영상 획득 장치의 출현은 영상 정보의 양을 기하급수적으로 증가시키고 있다. 이에 따라 영상의 검색, 인식, 객체 추적 등 영상 정보를 활용하려는 응용의 필요성은 다양한 분야에서 점차 커져가고 있다.[1] 하지만 텍스트 데이터와 달리 영상 데이터가 가진 비정규적 특성은 영상 관련 응용의 구축에 있어 커다란 걸림돌로 작용하고 있으며, 이를 해결하기 위해 영상의 특징점을 추출하는 연구가 오랫동안 이루어 졌다.

초기 영상 처리 응용에서는 색깔, 히스토그램, 텍스처 등 영상의 전역적 특징을 활용, 응용을 구축하였다. 영상의 전역적 특징은 추출하기 쉽다는 장점이 있지만 다른 특성을 지니는 영상에서 모든 부분을 처리할 수 없다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 영상의 지역적인 특징이 필요하다. [2]

영상의 지역적 특징점은 영상에서 이웃한 영역과 차이를 보이는 부분이다. 이는 영상에서의 교차점, 예지, 혹은 작은 영상 영역일 수 있으며 이를 추출하기 위해 일반적으로 차분을 활용한다.[3] 지역적 특징점은 영상내의 영역에서의 특징을 잘 나타내어 주므로 영상의 검색, 객체 추적, 영상 인식과 같은 영역에 많이 활용되고 있다. 특히 Harris 코너(Coner) 감지 기법 [4]은 영상에서의 객체가 가진 모서리를 특징점으로 추출, 영상의 매칭 및 검색에 많이 활용된다.

Harris 코너 감지 기법은 강인한 특징점을 추출해주지만 영상내 객체가 가진 특성을 고려한 특징점을 추출해주지는 않는다. 즉 영상내 객체가 가진 방향 특성을 활용하여 특징점을 추출한다면 보다 강인한 특징점의 추출이 가능, 이의 활용도 또한 높다.

2000년대가 들어서 차세대 정지 영상의 표준으로 JPEG2000이 소개되었다. JPEG2000에서는 기존의 JPEG에서와는 달리 DWI(Discrete Wavelet Transform)을 이용하여 변환을 수행한다.[5] Wavelet

변환에서의 각 밴드는 원본 영상에서의 차분 값 성격을 띠고 있으며 이는 방향성을 가지고 있다. 본 연구에서는 이들 Wavelet 계수의 특성을 이용하여 방향성 기반의 특징점을 추출하는 기법을 소개한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 관련 연구에서는 주요 기술적인 면을 고찰하고 3장에서는 웨이블릿 변환을 이용한 방향성 기반의 특징점 추출 기법을 설명한다. 4장에서는 실험 및 평가를 기술하고, 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

영상에서 특징점 추출 기법은 크게 윤곽선(Contour) 기반과 명암(Intensity) 기반으로 나뉠 수 있다. 윤곽선 기반은 우선 윤곽선을 추출하고 해당 윤곽선으로부터 최대의 굴곡을 보이는 점들을 특징점으로 추출한다. 반면 명암 기반의 경우는 그레이(Gray) 영상에서 직접적으로 특징점을 추출한다. 윤곽선 기반 특징점 추출의 경우 윤곽선 추출 알고리즘에 그 성능이 영향을 받음으로 인해 명암 기반의 특징점 추출 기법이 더 많이 이용된다.[6]

대부분의 명암 기반 알고리즘들은 미분 연산을 이용한다. 즉 영상 명암 $I(x,y)$ 의 차분값들을 활용한 식의 지역적 최대값을 감지함으로써 특징점을 확보한다.

Beaudet는 회전에 영향을 받지않는 DET연산을 소개했다.[7]

$$DET = I_{xx}I_{yy} - I_{xy}^2 \quad (1)$$

여기서, I_{xx} 는 $I(x,y)$ 를 x방향으로 두 번 미분한 것을 나타낸다. (I_{yy} 와 I_{xy} 도 같은 방식) 이 DET연산은 Hessian 행렬식과 동일하다.

$$H = \begin{pmatrix} I_{xx} & I_{xy} \\ I_{yx} & I_{yy} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Kitchen과 Rosenfeld는 다음의 미분 연산을 활용하였다.

$$K(x, y) = \frac{I_{xx}I_y^2 + I_{yy}I_x^2 - 2I_{xy}I_xI_y}{I_x^2 + I_y^2} \quad (3)$$

본 수식을 통한 특징점은 큰 명암차 뿐만 아니라 큰 굴곡률을 보이는 위치도 특징점으로 추출한다.[8]

Harris 코너(Corner) 감지 기법은 주어진 영상 데이터에서 각 픽셀과 주위 픽셀간의 변화량을 측정, 주어진 문턱 값 이상의 변화를 보이는 위치를 특징점으로 추출하는 기법이다. 이의 변화량 측정 공식은 다음과 같다.[4]

$$c(x, y) = \sum_w (I(x, y) - I(x + \Delta x, y + \Delta y))^2 \quad (4)$$

특징점 추출 기법들간의 비교에 따르면, Harris 코너 감지 기법이 가장 좋은 결과를 보여주고 있다.[9]

III. 방향성 기반 특징점 추출 기법

Harris 코너 감지 기법은 일반 표준영상에서 객체들의 코너들로부터 강력한 특징점을 추출한다. 하지만 영상의 특징 혹은 응용 시스템의 요구에 따라서 방향성을 띤 특징점의 추출이 요구된다. 본 논문에서는 영상에 2D-Wavelet 변환을 수행한 후 각 밴드별 특성에 맞게끔 Harris 코너 감지 기법을 활용함으로써 방향성에 민감한 특징점을 추출하는 기법을 소개한다.

특히 JPEG2000과 같이 이미 영상이 DWT변환을 수행한 경우, 각 부밴드(Subband)의 특성을 이용하는 것

이 특징점의 추출에 보다 효율적이다.

3.1 웨이블릿을 이용한 방향 변화량 산출

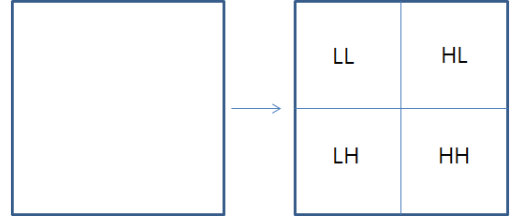


그림 1. 2D-Wavelet 변환
Fig. 1. 2D-Wavelet Transformation

<그림 1>은 영상의 2D-Wavelet 변환을 나타낸다. 2D-Wavelet 변환된 영상에서 LH밴드의 경우 y축 방향의 에지는 많이 남아있는 반면 x축방향의 에지는 거의 남아있지 않다. 반대로 HL밴드의 경우 x축 방향의 에지는 많이 남아있는 반면 y축 방향의 에지는 거의 남아있지 않다. HH밴드는 x,y 축방향향이 아닌 에지들이 많이 남는다. 따라서 각 밴드마다 가진 특색을 이용하여 특징점 추출 알고리즘을 적용하면 더욱 나은 결과를 가질 수 있다.

LH밴드의 경우 y축 방향의 에지들이 남아 있으므로 x축으로의 변화에 중점적으로 Harris 코너 감지를 수행한다. 즉 Harris 코너 감지의 변화량 측정 공식 (4)

$$c(x, y) = \sum_w (I(x, y) - I(x + \Delta x, y))^2$$

에서 x축 방향의 변화량을 측정하기 위해

$$I(x + \Delta x, y) \approx I(x) + [I_x(x, y), I_y(x, y)] \begin{bmatrix} \Delta x \\ 0 \end{bmatrix}$$

을 적용하면

$$c(x, y) = \sum_w (\Delta x I_x(x, y))^2 = \Delta x^2 \sum_w (I_x(x, y))^2$$

을 구할 수 있다. 이 공식에 따라 구해진 변화량을 이용하여 x축(가로) 방향의 특징점을 추출한다.

물론 HL밴드에 대해서는

$$I(x, y + \Delta y) \approx I(y) + [I_x(x, y), I_y(x, y)] \begin{bmatrix} 0 \\ \Delta y \end{bmatrix}$$

을 적용하여

$$c(x, y) = \sum_w (\Delta y I_y(x, y))^2 = \Delta y^2 \sum_w (I_y(x, y))^2$$

을 구할 수 있다. 그리고 HH밴드에는 기존의 Harris 코너 검출 방법을 적용하여 변화량을 구한다. [10]

3.2 방향성 기반 특징점 추출

상기의 방법들을 통해 각 밴드마다 추출된 변화량들은 영상 특성에 따른 방향성 기반 특징점을 추출하는데 이용할 수 있다. 즉 주어진 영상에 대해 가로, 세로, 혹은 대각 방향으로의 변화량을 측정 후 가장 큰 변화량을 보이는 방향을 파악하고 해당 방향 중심의 특징점을 선택적으로 추출이 가능하다.

각 밴드들에서 계산된 변화량들은 크게 두가지 방법으로 특징점의 추출에 이용될 수 있다. 첫째는 주어진 문턱 값을 이용하는 방법이고 둘째는 사용자가 요구하는 특징점의 개수를 바탕으로 추출이 가능하다. 다음은 사용자로부터 추출하려는 특징점의 개수를 바탕으로 영상으로부터의 방향성 기반 특징점을 추출하는 알고리즘을 기술한다.

입력: I(영상), N(특징점의 개수)

출력: N개의 방향성 기반 특징점

1. 영상 I를 2D-wavelet 변환을 수행한다.
2. 각 부밴드, HL, LH, HH 각각으로부터 변화량이 큰 N개의 특징점을 추출한다.

3. 각 부밴드별 N개의 특징점 변화량의 합을 구한 후 가장 큰 변화량의 합을 가지는 밴드를 방향 밴드로 추출한다.

4. 선택된 방향 밴드에서 특징점 N개를 반환한다.

IV. 실험 및 평가

본 실험은 제안된 방향성 기반 특징점 추출 기법을 구현하고 ALOI(Amsterdam Library of Objects Images)[11]의 영상을 이용하였다. 두 기법간의 비교를 위해 15개의 특징점을 추출하여 성능을 비교하였다.

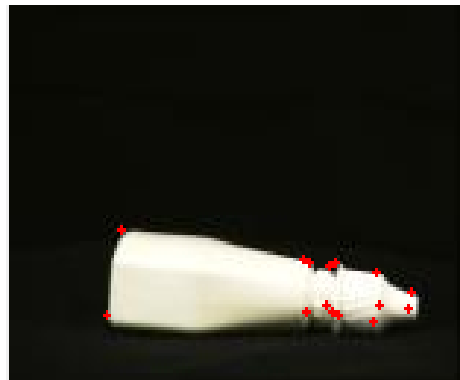


그림 2. Harris 코너 특징점(1)
Fig. 2. Harris Corner Salient Points

<그림 2>와 <그림 4>는 Harris 코너 추출을 이용한 특징점 추출의 결과를 보여준다. 영상내 객체로부터 코너에 해당하는 특징점의 추출을 보여주고 있으나 추출된 특징점들이 코너 지점에 묻혀져 있고 이들이 영상이 가진 방향성을 잘 반영하지 못하고 있다. <그림 3>과 <그림 5>에서는 Wavelet 변환을 이용한 방향성 특징점을 추출하는 예를 보여주고 있다. 결과 영상에서 보듯이 영상이 가진 방향 특징을 파악하여 해당 방향에 알맞은 부 밴드를 선정, 특징점을 추출함을 볼

수 있다.

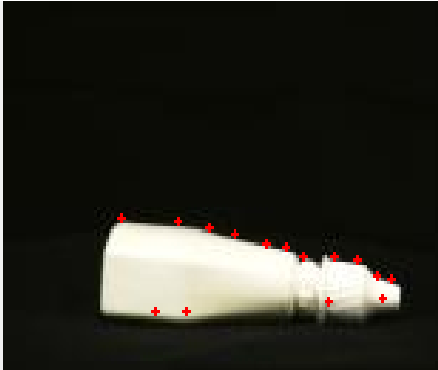


그림 3. 방향성 기반 특징점(1)
Fig. 3. Direction based Salient Points (1)



그림 5. 방향성 기반 특징점(2)
Fig. 5. Direction based Salient Points (2)



그림 4. Harris 코너 특징점(2)
Fig. 4. Harris Corner Salient Points(2)

V. 결론 및 향후 연구 방향

실험을 통하여 보듯이 Harris 코너 검출 기법이 영상 객체의 코너 특징점을 추출하고 있으나 추출된 특징점들이 뭉쳐져 있는 특성이 강하다. 하지만 제안된 Wavelet 변환을 이용한 방향성 기반 특징점은 영상의 특성을 고려하여 해당 영상이 가진 방향성에 기반한 특징점을 검출함을 볼 수 있다. 이는 영상 객체의 세그먼테이션, 검색 및 인식과 같은 분야에 보다 효과적인 적용이 가능하다.

제안된 기법의 성능 향상을 위하여 향후 다음의 연구를 추가로 수행할 예정이다. 첫째 여러 단계의 2D-Wavelet 변환에서 각 부밴드들 간 특징점들의 상관관계를 파악하고, 이를 이용하여 보다 강건한 특징점 추출 방법을 연구한다. 둘째 추출된 특징점 중 선형적 관계에 있는 점들을 배제하는 방법을 고안하여 보다 효과적인 특징점을 추출하는 기법을 고안한다. 뿐만 아니라, 영상에서의 특정 객체 세그먼테이션, 영상 검색 혹은 문자 인식과 같은 응용에 본 제안된 기법의 적용을 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] A. Raghuvver, N. Kang, D.H. D, "Techniques for efficient Streaming of Layered Video in Heterogeneous Clients Environments", GLOBE COM2005, Vol.1, pp.245-250, 2005
- [2] N. Sebe, Q. Tian, E. Loupias, M.S. Lew, T.S. Huang, "Evaluation of Salient Point Techniques", Image and Vision Computing, Vol21. Issues 13-14, pp. 1087-1095, 2003.
- [3] T. Tuytelaars, K. Mikolajczyk, "Local Invariant Feature Detectors: A Survey", Computer Graphics and Vision, Vol. 3, No. 3, pp. 177-280, 2007.

- [4] C. Harris, M. Stephens, "A Combined Corner and Edge Detector", Proceedings of the 4th Alvery Vision Conference, pp. 147-151, 1988.
- [5] ISO/IEC, ISO/IEC, 15444-1, Information technology - JPEG2000, image coding system. 2000
- [6] C. Schmidt and R. Mohr, "Local grayvalue invariants for image retrieval", IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 19, pp. 530-535, 1997, 5.
- [7] P. R. Beaudet, "Rotationally invariant image operators", In Proc. 4th International joint Conf. on Pattern Recognition, pp. 597-583, 1978.
- [8] L. Kitchen, A. Rosenfeld, "Gary level corner detection", Pattern Recognition Letters, pp 95-102, 1982, 12.
- [9] Y. Abdeljaoued, "Feature Point Extraction and Tracking for Video Summarization and Manipulation", Ph.D. thesis, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 2001.
- [10] J. Kim, N. Kang, "A Study of Salient Point Extraction Technique based on Wavelet Transformation", Proceedings of the 12th KKITS autumn Conference, pp.224-227, 2012.
- [11] Amsterdam Libray of Object Images(ALOI), <http://staff.science.uva.nl/~aloi/>
- [12] Q. Tian, N. Sebe, E. Loupias, T.S. Huang, M.S. Lew, "Image Retrieval using Wavelet-based Salients Points", Journal of Electronic Imaging, pp. 835-849, 2001.

저자소개



강남오(Nam-Oh Kang)

2000년 중앙대학교 전자계산학과(공학석사)
2006년 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2011년~현재 리씨치링크

※ 관심분야: 멀티미디어, 머신 러닝, 시맨틱 웹



김재호(Jae-Ho Kim)

1988년 중앙대학교 전자계산학과(공학사)
1990년 중앙대학교 전자계산학과(공학석사)
2004년 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1997년~현재 강릉원주대학교 정보기술공학과 교수

※ 관심분야: 웹서비스, 시맨틱 웹, 머신러닝



박사준(Sa-Joon Park)

1990년 중앙대학교 전자계산학과(학사)
1994년 중앙대학교 컴퓨터공학과(석사)
2004년 중앙대학교 컴퓨터공학과(박사)

2005년~현재 대구한의대학교 모바일콘텐츠학부 부교수

※ 관심분야: 인공지능, 시맨틱 웹, 모바일 콘텐츠