Haar-like feature를 이용한 얼굴 검출과 추적을 위한 Lucas-Kanade 특징 추적

Face detection using haar-like feature and Tracking with Lucas-Kanade feature tracker

김기상, Ki-Sang Kim*, 김세훈, Se-hoon Kim**, 박진영, Geneyong Park***, 최형일, Hyung-Il Choi****

요약˘˘본 논문에서는 얼굴 영역을 자동으로 검출하여 실시간으로 얼굴의 특징 짐을 추적하는 방법을 제안한다. Haar-like feature 를 이용하여 얼굴 영역을 자동으로 추출하였으며, 회전에 강건한 KLT 알고리즘을 적용하여 얼굴의 특징 점들을 추출하였다. 그리고 실시간으로 얼굴의 특징점을 추적하기 위해 Lucas-Kanade 특징 추적 알고리즘을 사용하였다. 실험결과를 통하여 회전과 움직임에 강건하게 얼굴 영역을 검출하고 추적되는 것을 확인하였다.

Abstract˘˘In this paper, we present automatic face detection and tracking which is robustness in rotation and translation. Detecting a face image, we used Haar-like feature, which is fast detect facial image. Also tracking, we applied Lucas-Kanade feature tracker and KLT algorithm, which has robustness for rotated facial image. In experiment result, we confirmed that face detection and tracking which is robustness in rotation and translation.

핵심어: face detection, face tracking, Optical flow, Haar-like feature, KLT

본 논문은 2007 년 숭실대학교 교내 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

*주저자 : 숭실대학교 미디어학과 석사과정 e-mail: illusion1004@ssu.ac.kr

**공동저자 : 숭실대학교 컴퓨터학과 석사과정 e-mail: krhoonse@hotmail.com

***공동저자 : 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정 e-mail: geneyong@vision.ssu.ac.kr

****교신저자 : 숭실대학교 미디어학과 교수; e-mail: hic@ssu.ac.kr

1. 서론

얼굴 추적은 보안, 오락 산업, 게임, 심리학상의 얼굴 표정 분석, 그리고 HCI (Human Computer Interaction) 등 다양한 방면에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 더 나아가 최근에는 얼굴 비디오 처리와 압축으로 현실에서 사용할 수 있는 화상 통신을 만들었다. 그러나, 집약적인 통신 증가로 인해 더 높은 대역폭은 아직도 높게 요구되며 복잡한 환경에서 얼굴 추적은 여전히 연구과제로 남아있다. 실시간 얼굴추적은 피부색, 인물의 자세 변화, 폐색, 다양한 특징 변형과 같은 다양한 이미지 상태에 따른 많은 제약 사항들이 있다.

일반적으로 얼굴 검출 및 추적 알고리즘은 크게 네 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째로, 지식 기반 방법이다. 이 방법은 인간의 기본 얼굴에 대한 연구자들의 지식으로부터 추론된 규칙들을 기반으로 한다. 그러나 인간의 얼굴에 대한 지식을 정확하게 정의된 규칙으로 적용하기는 어렵다. 두 번째, 특징 기반 방법이 있다. 이러한 방법은 얼굴 검출을 위해 얼굴의 불변하는 특징들을 이용한다. 여러 가지 특징들 중 피부 색은 얼굴의 이동, 회전, 크기변화 등에 덜 민감한 특성을 가지기 때문에 최근 가장 많이 사용되고 있다. 세 번째로 형판(Template)기반 방법은 얼굴에 대한 몇 가지 표준 패턴을 만들어 영상의 탐색 윈도우 안에서 영상과 비교해 보는 것으로 단순하다는 장점이 있지만 얼굴의 회전이나 크기변화, 다양한 빛의 변화 및 잡음에 민감하다는 단점을 가지고 있다. 마지막으로 신경망(Neural network)기반 방법은 다양한 영상들로부터 얼굴영역과 비 얼굴영역을 획득하여 신경망을 통해 얼굴과 비 얼굴로 학습한 뒤 입력 영상으로부터 얼굴을 찾도록 하는 방법을 사용한다. 신경망을 이용한 방법은 얼굴 정면과 측면에서 검출이 용의하지만, 많은 계산량을 필요로 하며 회전과 같은 다양한 변화에 얼굴 영역 검출이 어렵다.

본 논문에서는 특징기반 방법을 이용하여 실시간으로 회전에 강건하게 얼굴 영역 검출 및 추적하였다. 먼저, 얼굴을 검출하기 위해 Haar-like feature 를 사용하였다. 그런 후, 회전에 강건한 얼굴 영역의 특징을 추출하기 위해 KLT(Kanade-Lucas-Tomasi)를 이용하였다. 그리고 Lucas-Kanade 특징 추적을 적용하여 실시간으로 얼굴 영역을 추적하였다. 그림 1 은 본 시스템의 전체 구조도를 보여준다.

본 논문은 2 장에서 얼굴 영역 검출에 대해서 설명하겠다. 그 다음 3 장에서는 얼굴 영역의 특징을 추출하는 방법에 대해 알아보겠다. 그 후, 4 장에서는 찾은 특징을 추적하는 것을 이야기 하겠다. 5 장은 시스템의 결과에 대해 알아보고, 마지막으로 6 장에서 결론을 이야기 하겠다.

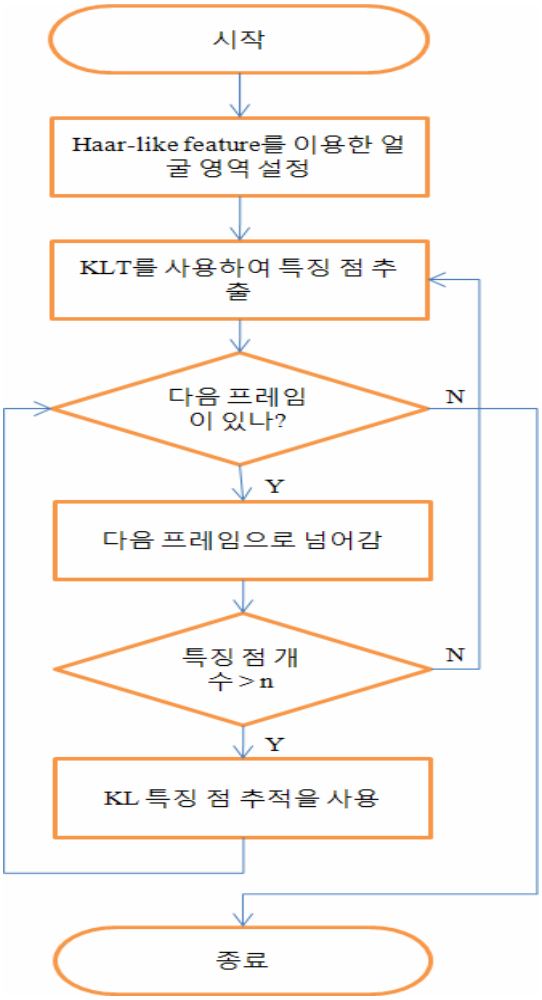

그림 1. 전체 시스템 구조도

2. 얼굴 영역 검출

얼굴 영역 검출에서 복잡한 주위 환경, 다양한 조명 조건, 여러 가지 자세 문제가 있어 다양한 포즈와 조명 그리고 얼굴의 일부가 가려진 상황까지 고려하기 힘들다. 이런 얼굴 검출의 어려움과 얼굴 검출 후 얼굴 추적을 고려하여 볼 때 정면얼굴에 국한되어 얼굴검출을 하는 것이 높은 성공률을 보장하며 추적을 쉽게 한다. 정면 얼굴을 검출하기 위해 P. Viola 가 Haar-like feature[3]를 이용한 제안한 빠른 객체 검출 방법을 이용하였다.

3. KLT를 이용한 얼굴 특징 추출

배경으로부터 얼굴 영역을 추출한 후, 얼굴 영역을 추적하기 위해 사용되는 특징을 추출하여야 한다. 얼굴 영역 추적에 사용되는 특징으로는 점, 모양 질감 등이 있다. 본 논문에서는 특징을 추출하기 위해 회전에 강건한 KLT 알고리즘을 사용하여 특징 점을 추출하였다.

KLT 알고리즘은 일정한 윈도우 안의 영상을 식(3.1)과 같이 x 축과 y 축으로 각각 미분하고, 전치행렬을 식(3.2)와 같이 곱한다.

$$g = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} = \nabla I \tag{3.1}$$

$$gg^T = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g_x & g_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_x^2 & g_x g_y \\ g_x g_y & g_y^2 \end{bmatrix} \tag{3.2}$$

그리고 윈도우 영역의 모든 행렬 값을 식(3.3)과 같이 더한다. 매트릭스 Z 는 순수한 텍스쳐 정보를 보유하고 있어, Z 의 고유 값을 분석하면 영역 안의 특징을 분류할 수 있다.

$$Z = \int\int_W \begin{bmatrix} g_x^2 & g_x g_y \\ g_x g_y & g_y^2 \end{bmatrix} w d\mathrm{x} \tag{3.3}$$

식(3.3)에서의 w 는 가중치 함수를 나타낸다. 작은 두 개의 고유 값은 윈도우 영역에서 일정한 명암 값 패턴을 가지고 있으며, 하나는 작고 다른 하나는 큰 고유 값은 선형 패턴이 포함되어있음을 나타낸다. 그리고 두 개의 큰 고유 값은 특징 점으로 큰 명암 값 패턴을 가지고 있다.

4. Lucas-Kanade 특징 추출을 이용한 얼굴 추적

본 논문에서는 실시간으로 얼굴 영역을 추적하기 위해 Lucas-Kanade 특징 추출[1]을 이용하여 연속적으로 얼굴을 추적하였다.

실시간으로 움직이는 얼굴 모션은 한 번에 멀리 움직이는 것이 아니라, 여러 프레임에 걸쳐 움직이므로, 각 프레임에 따른 얼굴 이동 간격은 조금씩 움직인다. Lucas-Kanade 특징 추출은 광류를 계산할 때, 반복적인 계산을 제거하기 때문에 실시간으로 구현이 가능하다.

두 개의 2 차원 이미지 I 와 J 가 있을 때, I 의 이미지 특징점을 $\mathrm{u} = \begin{bmatrix} u_x & u_y \end{bmatrix}^T$ 라고 했을 때, J 의 이미지 특징 점은 $\mathrm{v} = \mathrm{u} + \mathrm{d} = \begin{bmatrix} u_x + d_x & u_y + d_y \end{bmatrix}^T$ 라고 표기 할 수 있다. 이 때, 벡터 $\mathrm{d} = \begin{bmatrix} d_x & d_y \end{bmatrix}^T$ 는 이미지의 추적할 물체의 움직인 정도를 나타낸다. 움직임의 유사점을 구하는 공식은 수식 (4)와 같다.

$$\varepsilon(\mathrm{d}) = \varepsilon(d_x \quad d_y) = \sum_{x=u_x-\varpi_x}^{u_x+\varpi_x} \sum_{y=u_y-\varpi_y}^{u_y+\varpi_y} \left(I(x,y) - J(x+d_x, y+d_y)\right)^2 \tag{4}$$

5. 실험 결과

실험 장치로 Windows XP 와 Microsoft Visual C++ 를 사용하였다. 해상도는 640 * 480 이며 24 비트 칼라 값이다.

그림 1 은 Haar-like feature detection 을 이용하여 얼굴의 영역을 찾은 결과를 보여준다

그림 1. Haar-like feature 를 이용하여 얼굴 영역 찾은 결과

그림 2 는 찾아진 얼굴 영역 안에서 얼굴의 특징을 찾아 그 영역을 다시 잡은 결과를 보여준다.

그림 2. KLT 를 이용하여 얼굴의 특징 추출 결과

그림 3 은 찾아진 특징을 이용하여 얼굴의 특징 점을 추적하여 다시 영역을 잡은 결과를 보여준다.

그림 3. Lucas-Kanade 특징을 이용하여 추적한 결과

6. 결론

본 논문은 얼굴 영역을 검출하고, 실시간으로 얼굴을 추적하였다. 얼굴 검출을 위하여 Haar-like feature 를 이용하여 추출하였으며, 추적으로는 KLT 와 Lucas-Kanade 특징 추적을 사용하였다. 실험 결과를 통하여 얼굴 영역이 잘 찾아지고, 잘 추적됨을 보였다. 그러나 여러 개의 얼굴에 대해서는 아직까지는 잘 되지는 않았다. 앞으로 이에 대한 연구가 더 필요할 것이다.

참고문헌

[1] Bouguet, J. Y.: Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker, Intel Corpo-ration,

Microprocessor Research Labs, 2000, http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/

[2] Carlo Tomasi and Takeo Kanade, “Detection and Tracking of Point Features”, Carnegie Mel-lon University Technical Report CMU-CS-91-132(1991)

[3] P. Viola and M. J. Jones. “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features,” IEEE CVPR, Vol. 1, No.2, pp. 511-518, 2001

[4] X. Wei, Z. Zhu, L. Yin, and Q. Ji. A real-time face tracking and animation system. Proceedings of the CVPR Workshop on Face Processing in Video (FPIV 2004),Washington, D.C., June 28 2004.

[5] Vámossy, Y., Tóth, Á., Hirschberg, P.: PAL-based Localization Using Pyramidal Lucas-Kanade Feature Tracker, In: 2nd Serbian-Hungarian Joint Symposium on Intelligent Systems, Subotica, Serbia and Montenegro, 2004, pp. 223-231

[6] Q. Zhu, S. Avidan, and K. Cheng, “Learning a sparse, corner-based representation for time-varying background modelling,” in Proc. 10th Intl. Conf. on Computer Vision, Beijing, China, 2005.

[7] Ming-Hsuan Yang, David Kriegman, and Narendra Ahuja. “Detecting Faces in Images: A Survay”, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24, no. 1, pp. 34-58. Jan. 2002.

[8] C. Kotropoulos, and I. Pitas, “Rule-based detection in frontal views”, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 4, pp2537-2540, 1997.

[9] Jianbo Shi, Carlo Tomasi, “Good features to track”, IEEE Conference on CVPR Seat-tle(1994) 593-600.