색 온도 보정을 통한 배경 및 조도 변화에 강인한 손 모양 인식 방법

이성일*, 민현석*, 신호철**, 임을균**, 황대환**, 노용만*
*한국과학기술원 영상 및 비디오 시스템 연구실,
**한국전자통신연구원 지능형로봇연구단 인지로보틱스연구그룹
e-mail: vitallsi@kaist.ac.kr, hsmin@kaist.ac.kr, creatrix@etri.re.kr,
eg_lim@etri.re.kr, hdh@etri.re.kr, ymro@ee.kaist.ac.kr

Background illumination invariant hand posture recognition system using color temperature compensation

Seong-il Lee*, Hyun-Seok Min*, Ho-Chul Shin**,
Eul-Gyoon Lim**, Dae Hwan Hwang** , Yong Man Ro*
*Image and Video sYstem Lab., Korea Advanced Institute of Science and Technology
**Dep. Robot Research, Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

최근 시각 기반 인터페이스를 위하여, 손 동작 인식 기술 개발의 필요성이 증가하고 있다. 이러한 손 동작 인식 기술에서 손 모양 인식은 중요한 부분이며, 이는 손 영역 검출의 결과에 많은 영향을 받는다. 기존의 많은 손 동작 인식 기술들은 사람의 피부색이 갖는 컬러 특징을 이용하여 손 영역을 검출하였다. 그러나, 이러한 컬러 정보는 배경 및 조도 변화에 매우 민감하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는, 색 온도 보정 과정을 손 영역 검출에 적용함으로써 배경 및 조도 변화에 강인한 손 모양 인식 시스템을 제안한다. 제안한 방법이 배경 및 조도 변화에 강인함을 보이기 위해, 조명의 밝기 수준을 조절하며, 다양한 색을 배경으로 찍은 손 영상을 입력으로 손 모양 인식 성능을 실험하였다. 기존의 피부색을 이용한 손 영역 검출과의 비교 실험 결과를 통해, 제안한 방법이 배경 및 조도 변화에 강인한 손 모양 인식 성능을 가짐을 확인하였다.

1. 서론

최근 시각 기반 인터페이스를 위하여 동작 인식 기술의 필요가 증가하고 있다. 이런 동작 인식 기술 중 손 동작 인식은 다른 동작에 비해 구체적이고 다양한 정보 전달이 가능하다. 손을 이용한 동작 인식 기술은 장애인을 위한 인터페이스, 쌍방향 TV 서비스를 위한 인터페이스, 그리고 보다 사용자 친화적인 입력 장치로써 그 활용 범위가 증대할 것이다[1].

손 동작 인식 기술 내에서 손 모양의 인식은 매우 중요하다. 효율적인 손 모양 인식이 선행되지 않으면, 손 동작 인식 기술은 제한적인 기능과 낮은 성능을 가질 것이다. 손 모양 인식은 입력 손 영상 내에서 손이 존재하는 영역의 효율적인 검출 여부에 따라 그 성능이 달라진다. 즉, 손 영역 검출의 성능 향상은 손 동작 인식 시스템의 전체 성능 향상으로 이어진다.

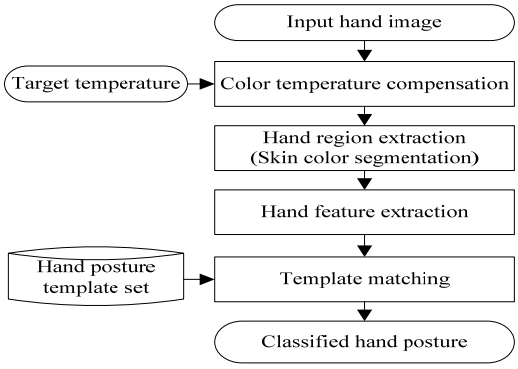
기존의 손 영역 검출에 관한 연구는 비디오 내 손의 모션 정보[2], 손 위치의 통계적 정보[3]와 사람의 피부색이 갖는 컬러 특징을 이용하는 방법[4-5]으로 연구되어 왔다. 손의 모션 정보를 이용하는 방법은, 카메라가 고정되지 않은 경우에는 측정된 모션이 카메라의 움직임에 의한 것인지 손의 움직임에 의한 것인지 그 정보를 신뢰하기 힘들단 단점을 가진다. 손 위치의 통계적 정보를 이용하는 경우는 응용 분야가 명확히 명시될 경우에만, 트레이닝이 가능하다는 단점이 있다. 그리고, 적은 연산 량과 높은 정확성이란 장점때문에 기존 연구들에서 많이 사용되었던, 사람의 피부색이 갖는 컬러 특징을 이용한 방법은 주변의 환경 변화에 매우 민감하다는 단점을 갖는다.

컬러 특징을 이용한 손 영역 검출이 환경 변화에 민감한 이유는 다음과 같다. 물체의 색은 물체의 고유한 색과 물체를 비추는 광원의 색이 혼합되어 있고, 물체를 비추는 광원의 특성이 환경에 따라 변하기 때문에, 다양한 환경에서 동일 물체의 색상 정보가 달라진다[6-7]. 이에 본 논문에서는, 광원의 물리적 특성을 나타내는 색 온도를 이용하여 배경 및 조도가 다양한 환경에서의 광원의 영향을 예측 및 분석하여 일정 색 온도로 변환한다. 이를 손 영역 검출 과정의 전 처리 과정으로 하여, 광원의 특성으로 인한 영향으로부터 강인한 인식 성능을 갖는 손 모양 인식 시스템을 제안한다.

제안한 손 모양 인식 시스템이 배경 및 조도 변화에 강인함을 보이기 위해, 다음과 같은 비교 실험을 수행한다. 다양한 색을 갖는 배경에서 조도를 조절하며 찍은 입력 손 영상에 대해, 제안한 시스템과 색

온도 보정을 수행하지 않은 시스템과의 손 모양 인식 성능을 비교한다.

2. 손 모양 인식 시스템



(그림 1) 손 모양 인식 시스템

2.1 손 모양 인식 시스템의 전체 구조

그림 1 은 손 모양 인식 시스템의 전체 구조이다. 제안한 손 모양 인식 시스템은 우선 사람의 피부색이 갖는 특징을 이용하여, 손의 영역을 검출한다. 검출된 손의 영역 내에서 윤곽 정보를 추출하여, 추출된 에지 영상과 인식하고자 하는 손 모양을 대표하는 손 모양 에지 템플릿들과의 템플릿 정합을 수행한다. 템플릿 정합을 통해 입력 영상의 손 모양을 결정하게 된다.

2.2 색 온도 보정 (Color temperature compensation)

피부색 특징을 이용한 손 영역 검출이 환경 변화에 민감하므로, 본 논문에서는 피부색 특징을 이용한 손의 영역 검출 과정 전에, 색 온도 보정 과정을 전처리 과정으로 수행한다. 색 온도 보정의 목적 색 온도 (Target temperature)는 5500K 이다. 이는, 태양광의 색 온도로써 광원의 색이 혼합되지 않은 물체 본래의 색이 드러나는 색 온도이다.

3. 실험

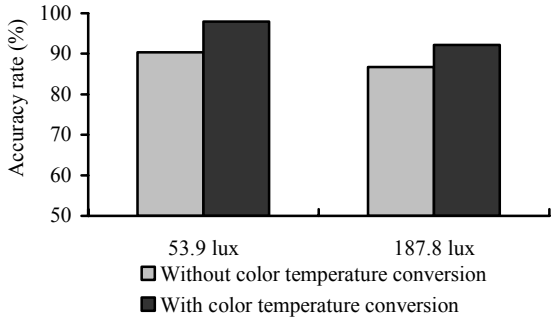
본 논문의 실험에 사용된 영상은 Microsoft Lifecam VX-3000 으로 촬영되었다. 사용된 영상은 2 단계의 조도를 가지며, 다양한 색의 배경을 갖는 환경에서 촬영되었다. 그림 2 는 색 온도 보정 과정을 거치지 않은 시스템과의 비교 실험 결과이다.

그림 2 의 가로 축은 촬영된 장소의 평균 조도를 나타내며, 이는 Minolta T-10 을 통해 측정되었다. 세로 축은 인식 정확도를 나타내며, 아래 식 (1)과 같다.

$$\text{Accuracy rate} = \frac{N_{\text{correct}}}{N_{\text{total}}} \times 100, \qquad (1)$$

여기서, N_{total} 는 실험에 사용된 영상의 총 수이며, N_{correct} 는 올바른 인식 결과를 갖는 영상의 총 수이다.

실험 결과는 다음과 같다. 제안한 시스템의 인식 정확도가 색 온도 보정을 수행하지 않은 시스템보다, 평균 조도가 53.9 lux 일 때 약 7%, 평균 조도가 187.8 lux 일 때 약 6% 더 높았다. 이는 제안한 시스템이 환경 변화에 보다 강인함을 의미한다.



(그림 2) 실험 결과

4. 결론

본 논문에서는 배경 및 조도의 변화에 강인한 손 모양 인식 시스템을 위해, 색 온도 조절 과정을 손 영역 검출에 적용할 것을 제안하였다. 실험을 통해 주변 환경의 변화가 있을 때, 제안한 손 모양 인식 시스템의 인식 성능이 색 온도 보정이 없는 손 모양 인식 시스템의 인식 성능이 보다 향상되었음을 확인하였다.

<Acknowledgement>

본 논문은 한국전자통신 연구원의 'u-로봇 HRI 솔루션 및 핵심 소자 기술 개발'에 관한 연구 과제 수행의 일환으로 얻어진 연구 결과입니다.

참고문헌

[1] R. Watson, "A Survey of Gesture Recognition Techniques," *Technical Report,* TCD-CS-1993-11, pp. 31, 1993.

[2] R. Cutler, and M. Turk, "View-based Interpretation of Real-time Optical Flow for Gesture Recognition," *IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp.416-421, April, 1998.

[3] T. Kurata, T. Okuma, M. Kourogi, and K. Sakaue, "The Hand Mouse: GMM Hand-color Classification and Mean Shift Tracking," *In Second International. Workshop on Recognition, Analysis and Tracking of Faces and Gestures in Real-time Systems*, July, 2001.

[4] A. Malima, E. Ozgur, and Miijdat Cetin, "A Fast Algorithm for Vision-based Hand Gesture Recognition for Robot Control," *IEEE Signal Processing and Communication Applications*, pp.1-4, April, 2006.

[5] L. Bretzner, I. Laptev, and T. Lindeberg, "Hand Gesture Recognition using Multi-Scale Colour Features, Hierarchical Model and Particle Filtering," *IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp.423-428, May, 2002.

[6] K. Wnukowicz and W. Skarbek, "Colour Temperature Estimation Algorithm for Digital Images-Properties and Convergence," *Opto-electronics Review Issue 11*, vol.3, pp.193-196, 2003.

[7] S. Susstrunk, J. Holm, and G. Finalyson, "Chromatic Adaptation Performance of different RGB Sensors," *Proceedings of IS&T/SPIE Electronic Imaging 2001*, vol.4300, pp.1-12, 2001.