

# 비 강압적 3차원 얼굴 데이터 획득 시스템 연구

\*김중락, 유선진, 임경민, 김수연, 이상윤  
연세대학교 생체인식협동과정

e-mail : {jurock, biometrics, lkm1216, sykim1221, syleee}@yonsei.ac.kr

## Non-intrusive 3D Face Data Acquisition System

\*Joongrock Kim, Sunjin Yu, Kyungmin Lim, Sooyeon Kim and Sangyoun Lee  
BERC, Graduate Program in Biometrics  
School of Electrical & Electronic Engineering  
Yonsei University

### Abstract

To develop reliable 3D face recognition system, many researchers also have focused on 3D face data acquisition system. Previous many 3D face acquisition systems use visible patterns to solve corresponding problem, and this pattern made anyone who wants to be verified uncomfortable. In this paper, we propose a new invisible infrared line-laser pattern for 3D face data acquisition.

### I. 서론

현재 2차원 얼굴인식은 신뢰할만한 성능을 보이지만 조명의 밝기, 포즈 변화에 따라 인식률이 크게 차이가 난다는 단점이 있다.[1] 이러한 문제점을 극복하기 위하여 3차원 얼굴인식[2]에 대한 연구가 최근 주목을 받고 있다. 3차원 얼굴인식 기술은 3차원 얼굴 정보를 이용하는데 이러한 3차원 얼굴 인식 기술의 발전과 더불어 3차원 얼굴 데이터를 취득하는 방법 또한 발전하고 있다. 기존의 3차원 얼굴 획득 방법은 대응점 문제를 해결하기 위하여 눈에 보이는 패턴을 얼굴에 투사하여 3차원 정보를 취득하는 방법이 주를 이루고 있다.[3] 하지만 기존 3차원 얼굴 취득 시스템은 얼굴이라는 민감한 부분에 눈에 거슬리는 가시광선을 투사함으로써 취득되는 대상자가 거부감을 느낄 수 있었다.

따라서 본 논문에서는 눈에 보이지 않는 근적외선을 이용하여 직선의 패턴을 얼굴에 투사함으로써 취득 대상자에게 거부감 없이 3차원 얼굴 데이터를 획득할 수 있는 시스템을 제안하였다.

### II. 본론

#### 2.1 시스템 구성

제안된 시스템은 가시광선과 근적외선을 동시에 받아들일 수 있는 2대의 카메라와 2대의 카메라 중간에 위치한 회전이 가능한 850nm 대역의 line laser로 그림 1과 같이 구성되어 있다.

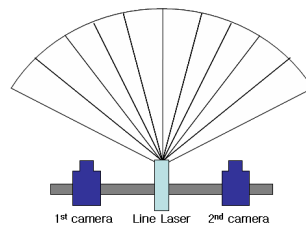


그림 1. 제안된 시스템 구조

#### 2.2 3차원 얼굴 데이터 취득 알고리즘

스테레오 비전의 가장 큰 문제점인 대응점 정합 문제를 눈에 보이지 않는 line laser와 epipolar geometry를 이용하여 해결하였다. 즉, epipolar geometry의 가장 기본이 되는 epipolar line과 투사된 line laser의 교

점을 검색하여 찾아낸 교점을 대응점으로 사용하였다.

본 시스템에서 사용된 알고리즘은 크게 Off-Line 단계와 On-Line 단계로 나눌 수 있다. Off-Line 단계는 얼굴을 취득하기 이전에 카메라의 내부정보와 외부정보를 알아내는 단계로 Camera Calibration과 Fundamental matrix를 찾아내는 단계이다. On-Line 단계는 3차원 얼굴 데이터를 취득하는 단계로 패턴 투사, 대응점 정합, 3차원 좌표 복원의 3단계로 구성된다.

3차원 얼굴 데이터를 복원한 결과는 line laser를 통하여 line이 얼굴에 맺힌 부분만 복원되기 때문에 sparse map으로 복원된다. dense map을 얻기 위하여 2D 영상에서의 이웃된 line 간의 보간법을 통하여 line 간의 빈 공간을 복원하였다.

### III. 실험 결과

Off-Line 단계는 3차원 좌표를 알고 있는 물체 (calibration rig)를 설정하여 camera calibration matrix와 fundamental matrix를 구하였다.

On-Line 단계에서는 패턴이 투사된 이후 획득된 영상을 전처리 단계를 통하여 얼굴영역을 검출하고 얼굴에 맺힌 Line을 추출, 세선화 과정을 통하여 두께가 1pixel인 Line을 검출하였다. 검출된 각각의 Line에 대하여 서로 다른 code를 설정한다. 또한 검출된 이웃한 Line간의 빈 공간을 보간법을 통하여 채워주고 모든 Line에 다른 code를 갖도록 설정한다.

전처리 과정의 결과 영상은 그림 2와 같다. 전처리 과정을 통하여 검출된 모든 Line을 3차원 복원함으로써 3차원 얼굴 데이터를 복원한다. 복원된 결과는 약 20000개 이상의 3차원 좌표로 구성된다. 그림 3은 복원된 3차원 얼굴 데이터와 color 영상을 이용하여 texture mapping을 한 결과 영상이다.

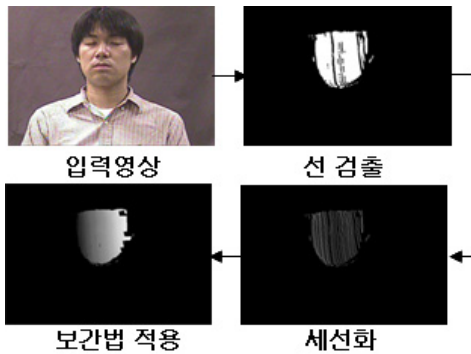


그림 2. 전처리 과정

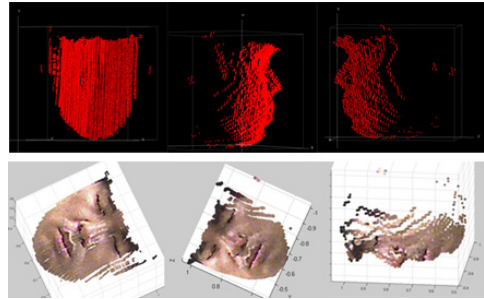


그림 3. 3차원 얼굴 데이터 복원 결과

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 취득 대상이 거부감을 느끼던 기존 3차원 얼굴 취득 시스템의 단점을 보완하기 위하여 눈에 보이지 않는 850nm 파장의 근적외선 line laser를 이용하여 3차원 얼굴 데이터를 획득할 수 있는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 두 대의 카메라와 회전 가능한 한 대의 line laser를 이용한 active stereo vision system으로서 스테레오 비전 시스템의 문제점인 대응점 문제를 눈에 보이지 않는 근적외선 line laser를 얼굴에 투사함으로써 정확하고 빠르게 해결하였다.

본 시스템은 얼굴에 맺힌 Line의 추출 결과에 따라 3차원 데이터 복원 결과의 정확도가 좌우된다. 따라서 정확한 Line 추출을 위하여 주변 조명에 강인한 Line 검출 알고리즘이 향후 연구되어야 한다.

### Acknowledgement

본 연구 결과는 한국과학재단 지정 생체인식연구센터의 지원을 받아 이루어졌습니다.

### 참고문헌

- [1] Ashok Samal, Prasana A. Iyengar, "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions: a survey", Pattern Recognition, v.25 n.1, p.65-77, Jan. 1992
- [2] Bowyer, K.W. Chang, K. Flynn, P. "A survey of approaches to three-dimensional face recognition," in Pattern recognition, 2004, vol. 1, p.23-26, 2004
- [3] E. Mouaddib, J. Batlle, J. Salvi, "Recent progress in structured light in order to solve the correspondence problem in stereo vision", Proc, IEEE conf. on Robotics and automation, pp.130-136, 1997