

# 머신비전을 이용한 자수기반 섬유회로의 자동 제작 기법

안지선 · 김성민  
의류학과, 서울대학교, 서울

## 1. Introduction

- 2000년에 처음 시도된 전도성 실을 이용한 자수는 전극, 전도성 경로, 절연 등 회로 구성요소를 모두 구현할 수 있어 섬유전자회로 생산에 최적화된 기법임
- 정상작동하는 회로를 제작하기 위해서는 전자부품을 정확한 위치에 배치하고 이를 서로 연결해야 하며 이는 많은 시간과 노동력을 필요로 하는 과정임
- 자수법을 실제 산업에 적용하기 위해서는 자재의 배치에 연동되어 연결성을 유지하는, 융통성 있는 회로설계과정이 필요함
- 본 연구에서는 전통적인 image processing 기술을 바탕으로 한 머신 비전을 이용하여 자수기반 섬유회로의 제작과정을 자동화하고자 함

## 2. Methodology

### 1. 자동 제작 프로세스 설계

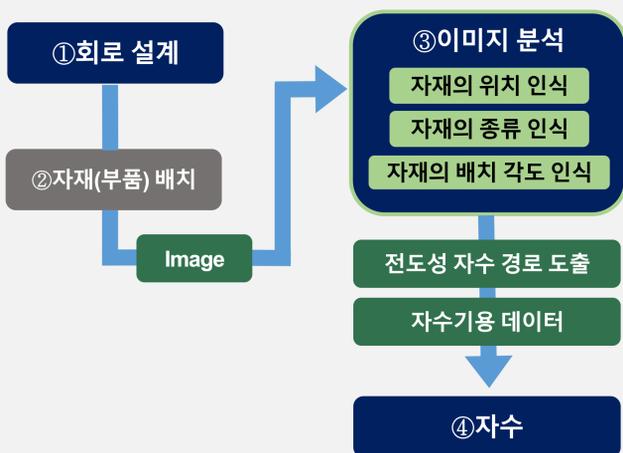


Figure 1. Diagram of Automated Production Process

- 자수회로전용 CAD 프로그램을 통해 사용자가 원하는 회로를 설계
- 설계에 따라 자재를 대략적으로 배치한 후 이미지를 획득
- 이미지를 분석하여 자재의 종류, 정확한 위치, 각도 등을 인식
- 자재의 단자를 서로 연결하는 전도성 경로를 자동 도출
- 자수기 구동용 데이터로 변환하여 전도성 실로 자수

### 2. 머신 비전 기술의 적용

#### 2.1. 이미지 획득 및 이미지의 사전 처리 프로세스 개발

- 포토부스 설계
  - 고품질의 이미지 데이터를 안정적으로 획득하는 것이 중요
  - 조명, USB 카메라가 고정된 전용 포토 부스를 제작
- 캘리브레이션 알고리즘
  - 카메라의 barrel-distortion을 보정하는 알고리즘 개발
  - 자재(부품)인식용 이미지 보정에 적용

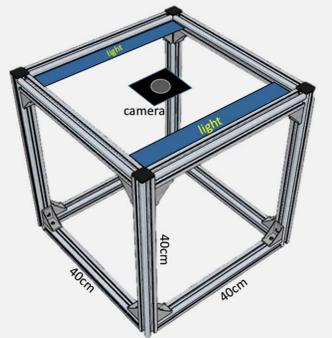


Figure 2. Schematic of Photo Booth

#### 2.2. 자재 인식 알고리즘 개발

- 이미지 분석을 통해 부품의 대략적인 영역을 구함
- 각 부품의 정보와 Template 매칭을 통해 부품의 정확한 위치와 각도를 결정

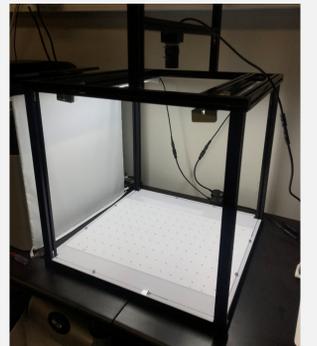


Figure 3. Photo Booth

#### 2.3. 회로 생성 알고리즘 개발

- 부품의 단자를 연결하는 회로 생성 CAD 소프트웨어 개발
- 부품의 위치와 각도가 조금 달라지더라도 연결성이 유지되는 회로를 자동 수정
- 회로 정보를 자수용 데이터로 변환하여 자수기에 공급

## 3. Result and Discussion

- 점 격자를 보정하여 직교하는 선 격자를 만드는 알고리즘으로 포토부스에서 획득한 부품이 배치된 이미지를 평면으로 보정 (Fig.4)
- 자수회로 설계 전용의 CAD 프로그램을 통해 초기 설계 단계에서 보다 손쉽게 부품을 배치하고 전도성 경로를 디자인 (Fig.5)
- 사용자에게 입력 받은 부품에 대한 정보(크기, 단자의 위치, 기하학적 형태, 표면 일부의 디자인)를 바탕으로 포토부스에서 획득한 부품의 이미지를 분석
- 부품의 종류, 부품의 영역, 부품이 놓여진 각도와 단자 위치 등을 자동 인식 (Fig.6)
- 사용자가 설계한 회로 디자인에 실제 부품의 배치상태를 반영하여 최종 회로 형상을 제작 (Fig.7)

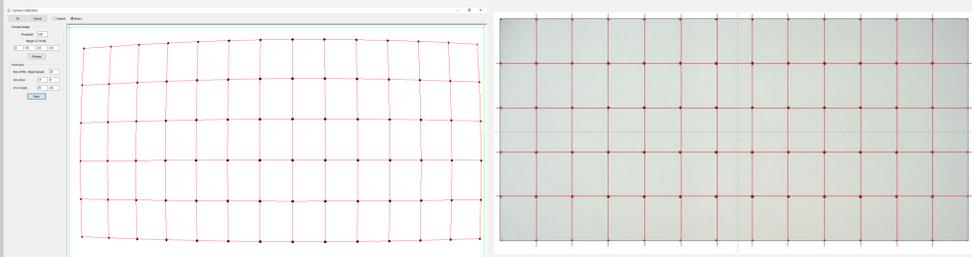


Figure 4. Image of Dot Grid before and after Calibration

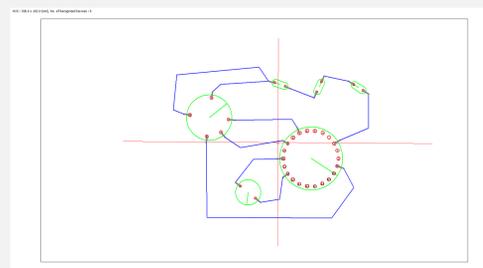


Figure 5. Example of Initial Design of Textile Circuit

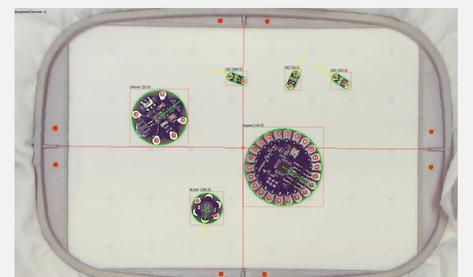


Figure 6. Perception of Electronic Devices

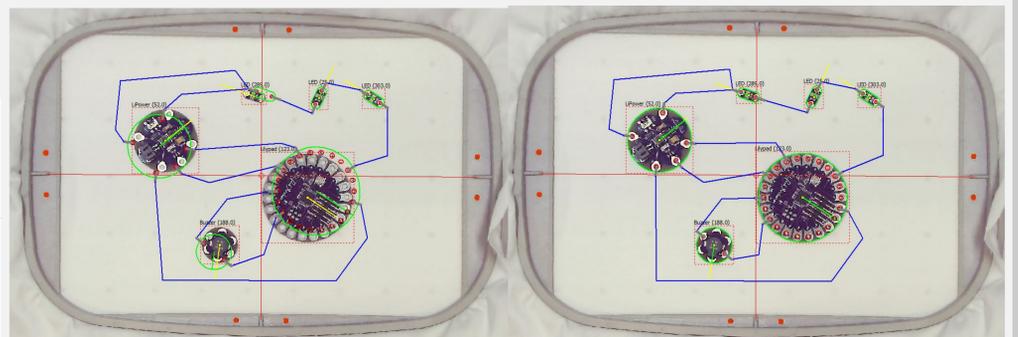


Figure 7. Design of Textile Circuit before and after Applying Alignment

## 4. Conclusion

- 본 연구는 머신 비전 기술을 이용한 자동화 프로세스를 통해 노동집약적인 전도성 섬유 회로의 생산과정을 자동화했다는 데 그 의의가 있음
- 보다 직관적인 디자인이 가능한 자수섬유회로 전용 CAD 프로그램을 통해 보다 독창적이고 다양한 회로 디자인이 가능해 질 것으로 기대됨
- 해당 프로세스를 통해 섬유 회로 생산의 대량생산이 가능해지면, 스마트 의류의 공급이 확대되고 스마트 의류의 대중화를 유도 할 수 있을 것으로 기대됨

\* This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) Grant funded by the Korean Government (MSIP) (NRF-2016R1A5A1938472)