

모듈화된 신경회로망을 이용한 거버 문자 인식 시스템 구현

오혜원*, 박태형**

*충북대학교 대학원 제어계측공학과, **충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

A Character Recognition System for Gerber File through Modularized Neural Network

Hye-Won Oh*, Tae-Hyong Park**

*Dept. of Control & Instrumentation Eng., Chungbuk National University

**School of Electrical & Computer Eng., Chungbuk National University

Abstract - We propose character recognition system for Gerber files. The Gerber file is the vector-formatted drawing file for PCB manufacturing. To consider the special vector format and rotated characters, we develop segmentation and feature extraction method. The modularized neural network is then applied to the recognition algorithm. Finally, comparative simulation results are presented to verify the usefulness of the proposed method.

망과[4], 모듈화된 신경회로망[5]을 비교하고 이를 이용하여 개선된 문자인식 시스템을 제시한다. 또한 상용화된 PCB 조립용 프로그램에 적용하여 그 유용성을 검증한다.

1. 서론

PCB(Printed Circuit Board; 인쇄 회로 기판)조립 공정에 사용되는 전용장비인 칩마운터나 자동 삽입기가 부품을 PCB 위에 장착하기 위해서는 PCB 상의 조립되어질 부품의 위치인 장착점이 장비에 입력되어야 한다. PCB 조립장비의 장착점 위치 입력은 내부에 장착된 위치 교시용 카메라를 이용한 수동 교시법, 스캐너나 카메라를 이용하여 얻은 PCB의 이미지 파일을 이용하여 장착점을 추출하여 장비에 입력하는 방법, PCB 제작에 사용되는 거버 파일을 이용하여 장착점을 추출하여 장비에 입력하는 방법 그리고 PCB 디자인에 사용되는 CAD 파일을 이용한 방법 등이 사용되어지고 있다.[1][2]

장착점 추출을 위해서 가장 많이 사용되는 방법은 거버 파일을 이용한 방법이다. 거버 파일을 이용한 장착점 추출 방법이 많이 사용되는 이유는 다음과 같다. 첫째, 거버 파일은 PCB 조립 공정의 바로 전 단계 공정인 PCB 제조 공정에서 사용되는 파일로써 조립공정에서 확보가 용이하다. 둘째, 거버 파일을 이용하여 장착점을 추출하는 시스템은 장비이외의 별도의 PC등에 구성할 수 있으므로 장비의 가동 여부에 영향을 미치지 않는다. 셋째, 거버 파일을 이용하면 반자동 장착점 추출이 가능하다. 거버 파일은 부품 Pad, Silk, Via Point, Line 등의 모든 위치정보를 포함하고 있다. 이와 같은 위치 정보를 이용하여 같은 형태의 부품의 위치를 반자동으로 추출하는 것이 가능하다. 반자동 장착점 추출은 일일이 입력하는 수동 교시보다 짧은 시간 내에 장착점 추출이 가능하다는 장점이 있다.

거버 파일 중 SILK 파일은 PCB 위에 문자, 부품의 외곽선, 그림 등을 그리는 데에 사용되어지는 파일이다. 이 파일 역시 좌표 데이터로 구성되어 있으며 문자, 각종 외곽선 및 그림 등에 관한 데이터를 포함한다. 이러한 좌표 데이터를 조합하면 PCB 상에 그려지는 문자들의 모양을 추출할 수 있다. 추출된 문자를 이용하여 장착 부품의 Ref. Code를 식별하면 빠른 장착점의 추출 내지는 장착점의 자동 추출이 가능해진다.[3]

본 논문에서는 OCR(Optical Character Recognition)에서 많이 시도되고 있는 문자 인식을 거버 파일에 적용하여 PCB 상의 문자를 추출하는 방법을 제시한다. 단순한 형태의 벡터 포맷으로 구성된 거버 파일을 이용하여 표현된 문자는 숫자와 영문자를 모두 인식해야 하고 다양한 기호가 많고 문자의 회전도 존재한다. 본 논문에서는 거버 문자에서 추출한 특징벡터를 데이터베이스 매칭, 단일 신경회로

2. 문제의 정의

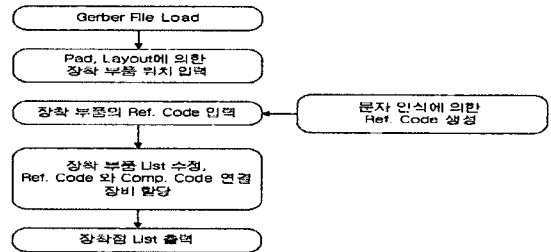


그림 1. 거버 파일을 이용한 장착점 추출

그림 1은 거버 파일을 이용하여 장착점을 추출하는 시스템의 예이다. 거버 파일을 이용한 장착점 추출은 거버 파일을 읽어들이어 이를 화면에 나타내어 주고 오퍼레이터의 초기 작업과 반자동 장착점 탐색 기능등에 의하여 PCB 상의 각 부품의 장착점을 추출하게 된다. 오퍼레이터는 수작업으로 추출된 각 장착점에 장착 부품의 Ref. Code를 입력한다. 추출된 모든 장착점은 확인 작업 및 Ref. Code와 Comp. Code를 연결시키는 작업, 장비 할당 작업을 통하여 출력되어진다.[2]

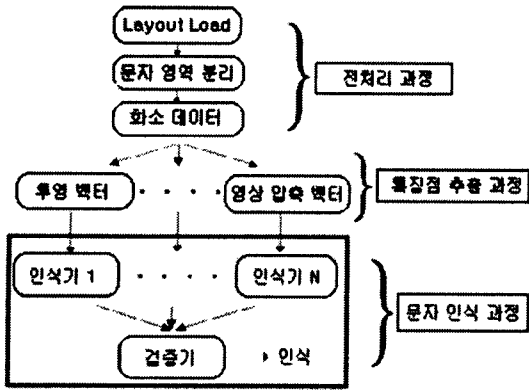
거버 파일을 이용한 장착점 추출 작업에서 가장 많은 시간이 소요되는 작업은 Ref. Code를 입력하는 과정이다. 수작업에 의하여 수행되어지는 Ref. Code 입력에 문자인식 시스템을 연결함으로써 Ref. Code의 자동입력 혹은 초기입력을 결정하여 줌으로써 작업능률 및 작업속도의 향상을 도모할 수 있다. PCB 위의 문자들 중 Ref. Code로 사용하는 문자는 영문 대문자 26개와 숫자 10개로 36개이며 각 문자들은 0°, 90°, 180°, 270° 로 회전되어 질 수 있다.

3. 시스템의 구성

거버 파일에서의 문자 인식 시스템은 그림 2와 같이 구성할 수 있으며 전처리 과정, 특징벡터 추출 과정 그리고 문자 인식 과정으로 구분된다.

3.1 전처리 과정

전처리 과정은 읽어 들인 거버 파일에서 특징점을 추출하기 위해 데이터를 일반화 하는 과정이다. 즉 전체 PCB에서 하나의 문자를 표현하기 위해 Block을 지정하고 영역을 분리하는 과정이다. 좌표 데이터, 현재 좌표값의 특성이나 Aperture 파일에서의 참조를 나타내는 D-Code, 간단한 모양 및 명령을 수행하기 위한 G-code와 M-code로 구성된 거버 파일을 이용하여 문자와 다양한 기호들을 특징벡터 추출에 이용할 수 있게 데이터화 한다.[2][6]



모델화된 신경회로망
그림 2. 문자 인식 시스템

3.2 특징 벡터 추출

3.2.1 투영 특징

문자 영상을 수직 방향으로 수평 방향으로 각각 투영시켜 얻은 화소 값을 특징 벡터로 사용하는 방법이다.[5] 이것은 직선 획이 존재하는 경우에 적절한 정보를 얻기에 유리하다. 영상의 크기가 모두 다르므로 투영시켰을 때 검출되는 화소 값이 다르게 표현 될 수 있다. 이 때문에 검출되는 값의 크기를 7단계로 표현하였다. 그림 3은 정규화된 투영 특징 벡터의 예이다.

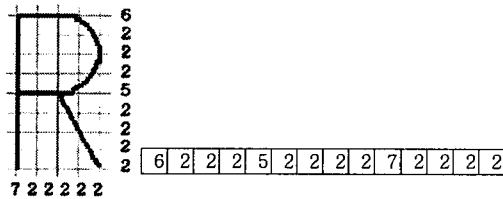


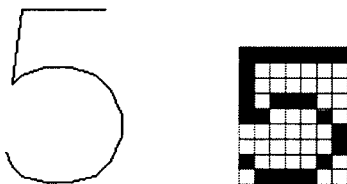
그림 3. 투영 특징 벡터

3.2.2 영상 압축 특징

거버 파일을 이용한 문자의 표현은 조립할 PCB의 크기와 부품의 크기 밀도 등에 따라 제각기 다르며 선분의 각도 또한 여러 가지이다. 이러한 크기에 무관하게 일관성 있는 특징 추출을 위해서 정규화 과정이 필요하다. 영상을 (식 1)에 의해서 9X7의 크기로 압축하여 특징 벡터로 사용하는 방법이다.[5] 그림 4는 영상 압축 특징 벡터의 예이다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_x/O_x & 0 \\ 0 & C_y/O_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (1)$$

식(1)에서 C_x , C_y 는 압축하기 위한 x축 y축 길이, O_x , O_y 는 입력 영상의 x축, y축 길이를 의미한다. 압축의 크기에 따라 성능이 차이 날 수 있는데 일반적으로 패턴이



(a)전처리 후 영상 (b) 9X7 크기로 압축 특징
그림 4. 영상 압축 특징

단순할 경우에는 압축 크기를 작게 하여 신경망의 크기를 줄일 수 있으나 패턴이 복잡하고 조밀한 경우에는 특징 정보를 모두 표현할 수 있도록 압축 크기를 크게 할 필요가 있다.

3.3 검증기 및 모듈화된 신경회로망

3.3.1 검증기

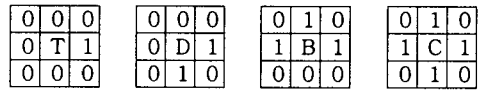
검증방법으로 혼동될 수 있다고 보이는 두 문자 입력 영상에 대한 상대적인 특징 점을 고려하여 구조적 특징[8]의 차이로 검증하는 방법인 일대일 검증기를 사용하였다.[9] 특징 점은 획의 위치 관계와 연결 관계를 표시하는 점을 의미하며 그림5와 같이 구분되어진다.

T:끝점 - 선분의 종단 점.

D:굴곡점 - 선분의 꺾인 점.

B:분기점 - 한 선분 위에 다른 선분이 분기되어 나간 점

C:교차점 - 두 선분이 교차된 점



(a) 끝점 (b) 굴곡점 (c) 분기점 (d) 교차점
그림 5. 특징 점 형태의 예

그림 6은 8과 B처럼 혼동될 문자 쌍의 정보를 미리 수집하고 특징 점을 이용하여 검증하는 방법이다.

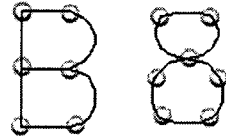


그림 6. 혼동되는 문자에 대한 특징 점 추출

3.3.2 모듈화된 신경회로망

단일 특징 자체로 인식률이 우수한 특징을 합쳐서 만들어진 복합 특징을 다층 구조의 단일 신경회로망에 입력으로 사용하면 단일 특징을 다층 구조의 단일 신경회로망에 입력으로 사용하는 것보다 일반적으로 인식률이 약간 증가하지만, 인식률의 한계가 나타나고, 신경회로망이 연결 강도가 증가하므로 장시간의 학습이 필요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 소규모의 모듈화된 신경회로망을 여러 개 구성한 다음 이들로부터 최종 결과를 선택하는 방법으로 인식기를 구성한다. 이렇게 구성된 시스템을 모듈화된 신경회로망(Modularized neural network)이라고 한다. 그림 7은 모듈화된 신경회로망에 대한 블록도이다.

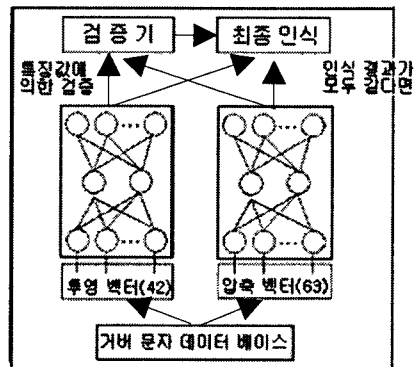


그림 7. 모듈화된 신경회로망

모듈화된 신경회로망의 전체 흐름은 일차적으로, 대상 문자에 대하여 각 인식기에서 문자를 인식하고 인식기의 결과가 모두 같으면 최종 인식하게 된다. 만약 인식 결과가 모두 같지 않으면 최종 인식이 거절된다. 이차적으로, 거절된 문자가 후보가 되어 검증기의 입력으로 보내지고 검증기에서 구조적 특징 점을 이용해 최종 문자를 인식하게 된다.

독립적으로 구성된 신경망 때문에 입력 수를 줄일 수가 있어서 신경회로망의 연결 강도가 감소하게 되므로 복합 특징을 사용하는 다층 구조의 단일 신경회로망에서 단점으로 나타나는 장시간 학습 시간을 줄일 수가 있다는 장점을 가지고 있다.

4. 실험 결과

실제 상용화된 장착점 추출 프로그램에 투영특징과 영상 압축 특징을 DB 매칭, 단일 신경망과 모듈화된 신경회로망을 이용한 인식 법을 적용하여 유용성을 검증하였다. 데이터로는 17개의 실제 전자 제품의 거버 파일을 이용하였다. 실제 제품의 거버 파일은 제품 생산을 위한 거버 파일로 PCB 생산라인에서 사용하는 거버 파일이다. 문자 데이터베이스의 구성은 17개의 실제 제품의 거버 파일로 제작하였으며 회전 없는 문자, 회전된 문자, 기호 등으로 841자를 구성하였다. 그림 8은 실제 적용 시스템의 예이다.

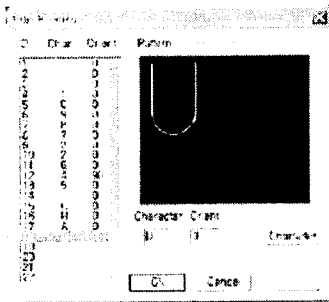


그림 8. 실행 화면

DB 매칭에 의한 비교인식법은 정규화된 투영값 특징 벡터를 이용하여 작성하였다. 모든 인식기는 36개의 문자 출력노드, 한 개의 기호 출력노드와 3개의 방향 출력노드로 구성된 40개의 출력 레이어로 구성하였다. 투영 특징 벡터를 입력으로 갖는 인식기는 42개의 노드를 갖는 입력 레이어와 42개의 노드를 갖는 은닉레이어로 구성되었다. 압축 영상특징 벡터를 입력 값으로 갖는 인식기는 63개의 노드를 갖는 입력 레이어와 63개의 노드를 갖는 은닉레이어로 구성하였다.

표 1에서 DB 매칭 비교법 보다 단일 특징을 입력 값으로 갖는 각각의 부 신경망 즉 인식기가 좋은 인식률을 보임을 알 수 있다. 이유는 신경망의 기호 인식 결과가 좋게 나타났기 때문이다. 표 2에서 복합 특징 입력 값의 신경망이 단일 특징 입력 값의 신경망 보다 인식률이 높다는 것이 오히려 나타났으며, 이것은 신경회로망의 특징 벡터수를 증가하면 어느 정도 인식률이 향상하는 것을 알 수 있다. 그러나 인식률의 증가가 크지 않다는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 문제를 개선하기 위하여 모듈화된 신경망에서 인식 결과를 표3에 나타내었다.

표 1 DB 매칭 비교법과 단일 특징 신경망의 인식률

인식 방법	특징 벡터	특징 벡터 수	인식률(%)
DB 매칭	투영 특징벡터	14	90.9
뉴럴 네트워크	투영 특징벡터	14*3	93
뉴럴 네트워크	영상 압축 특징벡터	9*7	93.3

표 2 단일 특징 신경망과 복합 특징 인식기의 인식률

인식 방법	특징 벡터	특징 벡터 수	인식률(%)
뉴럴 네트워크	투영 특징벡터	42	93
뉴럴 네트워크	영상 압축 특징벡터	63	93.3
뉴럴 네트워크	복합 특징 벡터	105(42+63)	93.9

표 3에서 모듈화된 신경망을 이용한 인식률이 복합 특징을 입력 값으로 갖는 신경망보다 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 복합 특징을 갖는 단일 신경회로망에서 발생하는 인식률의 한계점을 극복할 수 있다는 것을 알 수 있다.

표 3 복합 특징 신경망과 모듈화된 신경회로망의 인식률

인식 방법	특징 벡터	총 문자	인식률(%)
뉴럴 네트워크	복합 특징 벡터	841	93.9
모듈화된 신경회로망	영상 압축 벡터	841	94.8
	투영 특징 벡터		

5. 결 론

본 논문에서는 거버 파일 중에서 조립 부품의 이름을 그리기 위한 데이터를 추출하여 문자를 인식하는 방법을 제시하였다. 시작점과 끝점의 좌표 형태의 데이터인 거버 데이터를 전처리 과정, 특징 점 추출 과정, 인식 과정의 3가지 과정에 걸쳐 문자 인식하는 방법을 제시하였으며 2가지 특징 점 추출 방법과 3가지 인식 방법을 제시하였고 그 중 다중 인식기와 검증기가 결합된 모듈화된 신경망의 성능이 우수하다는 것이 나타났다. 본 논문에서 적용한 검증기는 둘 이상의 후보들에 대해서 가장 가까운 결과를 판정해 주는 것을 목적으로 하였다.

본 논문에서는 거버 파일을 이용하여 PCB 상의 문자를 추출하는 방법과 OCR(Optical Character Recognition)에서 많이 시도되고 있는 문자 인식을 거버 파일에 적용하여 PCB 상의 문자를 인식하는 방법을 제시하였다. 제안된 문자 인식 기법을 상용화된 PCB 조립용 프로그램에 적용하여 그 유용성을 검증하였다.

PCB 조립용 프로그램의 자동 장착점 추출을 위하여 거버 문자의 좀더 안정적인 높은 인식률이 필요하다. 인식률의 향상을 위해 다양한 특징 벡터를 이용한 문자 인식 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박태형, "전자조립용 CAM 시스템의 개발 동향," 전자 공학회 지 vol. 36 No.3 pp. 272-280, 1999.3
- [2] 박태형, 송중석, 김철환, "PCB 조립장비용 장착점 추출 프로그램 개발," 제어계측·자동화·로보틱스 연구회 합동 학술 발표회 논문집, pp.242-247, 3, 2000.
- [3] 김철환, 박태형, "PCB조립 장비를 위한 거버 문자 인식 알고리즘 개발," 2000 한국자동제어 학술회의 논문집, 2000.10
- [4] S. Haykin, "Neural Networks", Prentice Hall, U.S.A 1999
- [5] 박창순, 김두영, "오프라인 필기체 숫자 인식을 위한 다양한 특징들의 성능 비교 및 인식률 개선 방안" 한국정보처리학회 논문지 제3권 제4호, 1996
- [6] The Gerber System Corporation, "Gerber RS-274X Format Guide, 3.1997.
- [7] 김원우, 백중현, 이관용, 변혜란, 이일병 "구조적 특징 분석기를 이용한 무제약 필기 숫자 인식기의 결합", 인지과학 제 7 권 1호 1996
- [8] L. Lam and C. Y. Suen, "Structural Classification and Relaxation Matching of Totally Unconstrained Handwritten ZIP-Code Numbers", Pattern Recognition, vol.21, no.1 pp.19-31, 1998