

# PCB 생산 자동화를 위한 시스템 구현

## System Implementation for the Automation of PCB Product

이승혁, 한정수  
천안대학교

Lee Seung-Hyuk, Han Jung-Soo  
Division of Information & Communication,  
Cheonan Univ.

### 요약

CAD로 설계한 데이터는 PCB 생산라인과의 데이터 호환을 이루지 못하기 때문에 본 논문은 PCB 생산 자동화를 위한 데이터 변환 시스템을 구현하였다. PCB 생산 자동화를 위한 PCB 부품 정보를 분석하고 IC 부품 정보를 DB로 구축한다. CAD 설계자의 Human error 검출 알고리즘을 개발하고, PCB 생산 라인에 적합한 데이터로 변환하는 알고리즘을 개발하였다. 또한 성능 평가를 통하여 기존 시스템과 비교하였다.

### Abstract

In this paper, we constructed data transformation system because data designed in CAD is not portable in PCB product line. interface for the automation of PCB product. To do this, we analyze the information of PCB components and construct the information of IC components. We also developed two kinds of algorithm; one is to detect human error and another is to exchange itself for the data which is suitable for PCB assembly line. Also our system is compared with existing systems.

## I. 서론

본 논문에서는 현재의 PCB 생산에 있어 데이터 변환을 위한 수작업을 자동화한다. 여러 가지 에러 검출을 함으로 비생산적인 현지 중소기업의 고충을 해결하고자 PCB 생산 자동화를 위한 데이터 변환 시스템을 구현한다. 기존의 개발된 데이터 변환 시스템의 경우 그래픽 설계를 강조하여 시스템을 설계하였다. 사용자 입장에서 그래픽 설계의 이해가 없으면 사용하기 불편한 점이 많았다. 따라서 현지 중소기업은 기존의 개발된 데이터 변환 시스템을 이용하기 보다는 수작업 방식을 선호하고 있다. 현재 PCB 생산에서는 하청업체로부터 받은 PCB 설계 데이터는 CAD로 만들고 있다. 이렇게 설계된 CAD데이터는 PCB 생산 라인과의 데이터 호환이 이루어지고 있지 않는 실정이다. 데이터 변환을 수작업에 의해 수행하다보

니 Human Error가 발생하고 이로 인하여 수작업 후 그 정확도가 떨어져 불량 제품이 생산되는 경우가 빈번하여 많은 비용이 들고 있다. 또한 신뢰도가 떨어지는 경향이 있어 많은 어려움을 겪고 있다. 수작업 과정은 하나의 PCB 생산을 위한 데이터 변환만 약 8시간이 걸린다. 테스트 공정까지 포함하면 1-2일 정도가 걸린다. PCB 종류가 많을수록 그 시간과 비용은 기하급수적으로 증가한다. 현재 거의 대다수 전자 제품에 들어가는 PCB를 다량 생산할 수 있는 기능이 부족한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 PCB 조립 공정에서 CAD로 설계된 IC 부품별 데이터를 분석을 통한 설비와의 데이터 호환을 위한 시스템을 설계, 구축한다.

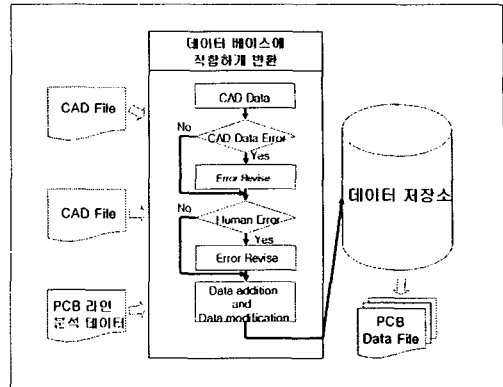
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 시스템에 대한 구조, 데이터 저장소, 오류 검증 및 정렬을 기술한

다. 3장은 실험 및 시스템 비교를 한다. 마지막으로 4장은 본 논문에 대한 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 시스템 구조

### 2.1 데이터 추출

CAD 데이터는 CAD 설계자의 편의에 의해 PCB 생산 라인과는 관계없는 불필요한 데이터를 가지고 있다[1]. 이런 불필요한 데이터는 PCB 생산 라인의 공정 분석을 통해 얻을 수 있다. 분석된 결과에 따라 CAD 데이터 중 실제적으로 필요한 데이터만을 추출하게 된다. 뿐만 아니라 CAD 데이터 중에서 설계자의 편의에 의해 삭제된 일부 데이터들이 PCB 생산 라인에서는 유용한 정보일 수 있다. 따라서 이렇게 추가, 삭제된 데이터에서 불필요한 데이터는 삭제하고 필요한 데이터는 다시 추가하여 추출하게 된다. 예를 들어 CAD 설계자는 Vendor에 대한 정보를 상세히 기록하여 CAD 데이터에 삽입할 수 있다. 하지만 Vendor는 PCB 생산에 어떤 영향도 미치지 않기 때문에 불필요한 Vendor에 대한 정보는 삭제하게 된다. 또한 'Specification'란 데이터가 없을 경우 이는 앞에서 이미 CAD 설계자가 'Specification'에 대한 데이터를 정의하였기 때문이다. 하지만 데이터 저장소에 그대로 저장하게 된다면 이는 NULL로 인식하게 된다. 따라서 앞에 이미 정의된 데이터를 찾아내어 삽입하게 된다. 이처럼 예를 들어 설명하였지만 이러한 필요 혹은 불필요한 데이터는 수없이 많이 있다. 이를 하나하나 찾아내어 수정하여 PCB 데이터 저장소에 저장하게 된다. [그림 1]은 CAD 데이터를 추출하여 데이터 저장소에 저장하여 CAD 설계자에 의한 CAD 데이터 오류나 Human Error를 제거하는 단계를 보여주고 있다. 이 단계에서는 저장소에 오류 없는 데이터를 저장하기 위함이다.



▶▶ 그림 1. 저장소에 적합 데이터로 변환

[표 1] PCB 부품 저장소의 데이터 구조

Table	Field name	Data Type	설명
1	Specification	String	저항
	Q'ty	long	수량
	Location No	String	위치
	Approved Vendor 1 st	String	
	Approved VendorParts No 01	String	
	Approved Vendor2 nd	String	
2	Approved VendorParts No 02	String	
	PartType	String	부품
	RefDes	String	위치
	PartDecal	String	부품
	Pins	long	핀수
	Layer	bool	앞뒤
	Orient	long	각도
	X	long	좌표
	Y	long	좌표
	SMD	bool	부품
Glued	bool	부품	

### 2.2 PCB 데이터 저장소

PCB 부품저장소에는 부품 위치, 각도(X,Y값), 규격, 품목 명, 품목 번호, 구성 수량 등의 정보로 구성된다. 이 정보들은 CAD 데이터 중에 변환 과정에 필요한 정보만을 자동으로 추출하게 된다. 저장소에는 두개의 Table을 가지고 있다. 이는 CAD 설계자가 두개의 파일 형태로 CAD 데이터를 만들기 때문이다.

각각의 Table은 차후 각종 Error 검출 알고리즘과 데이터 추가 및 수정을 통해 하나의 Table로 결합되게 된다. 이렇게 결합된 Table은 또다시 Layer에 값에 따라 두개의 파일로 출력 된다. Layer는 PCB 보드에서 각 부품이 보드의 앞면 혹은 뒷면에 장착될 것인지를 알려주기 때문이다. 이들 정보를 바탕으로 PCB 설비 장비가 인식할 수 있는 데이터들로 변환하게 되는 데이터의 구조는 표1과 같다. 표1의 Location No와 RefDes를 각각 기본키로 하며 같은 위치정보를 갖는다. 이 기본키를 통해 하나의 Table로 결합하게 된다[2]. 이는 PCB 생산라인에서 하나의 텍스트 파일로 입력을 요구하기 때문이다. 또한 인터페이스를 통하여 변환된 데이터들이 시뮬레이션을 통하여 원래의 목적에 맞도록 잘 되었는지를 테스트할 수 있는 검사 프로그램을 삽입하여 설비 장비에 입력되기 전에 테스트한다.

### 2.3 데이터 오류 검출 및 정렬

CAD 데이터를 PCB 데이터로의 변환을 위해 우선 CAD 데이터 자체의 오류 검출 및 수정해야한다. CAD 데이터는 CAD 설계자에 의해 만들어졌기 때문에 언제든지 Human Error를 포함할 가능성이 있기 때문이다. 이런 오류 검출을 위해 몇 가지 검증 알고리즘을 개발하였다. 이 검증 알고리즘은 CAD 데이터 내의 Error 유형을 파악하고 이를 수정하기 위한 방법들을 마련하였다. 검증 알고리즘은 CAD 데이터에서 품목 명, 품목번호, 위치, 각도, 규격, 수량 등이 PCB 생산 설비 장비에 의해 이미 저장되어 있는 품목 명, 품목번호, 위치, 각도, 규격, 수량 등의 정보와 정확히 일치한지를 파악한다.

이것이 일치하지 않을 때는 Human Error로 간주하고 사용자에게 CAD 데이터가 잘못된 것이라는 메시지를 보내고 새로운 정보를 입력받도록 한다. 또한 CAD 데이터 내의 품목 명과 품목 번호가 일치하지 않을 때, 수량과 PCB 보드가 수용할 수 있는 수량이 초과 하였을 때, 위치 정보의 개수와 부품 수량이 다

를 때 등의 여러 가지 잘못된 데이터들을 검출하여 새로운 값들을 입력받는다. 입력된 정보는 부품 저장소에서 기존의 정보와 치환하게 된다. 하지만 이렇게 입력된 값들 또한 잘못된 데이터일 가능성이 있기 때문에 다시 데이터 오류 검증 알고리즘을 이용하여 정확한 데이터인지 검증받아 이 데이터들이 오류를 포함하지 않으면 다음 단계인 정렬 알고리즘을 사용하여 데이터를 변환하게 된다.

[그림 2]는 데이터 오류 검증 알고리즘을 보여주고 있다. 정렬 알고리즘에서는 DB에 데이터들을 저장한 다음 각 item별로 분류한다. Location\_Number(위치 수)의 경우 한 Database의 field 안에 여러 개의 위치 정보를 포함하고 있다. 따라서 이를 각각의 위치 정보를 분류하여 새로운 field안에 저장하여 Q'ty(부품 수)와 Location\_Number(위치 수)가 일치하는지 확인한다. 만약 일치 하지 않다면 새로운 Q'ty(부품 수)와 Location\_Number(위치 수)를 입력받는다. [그림 3]은 Database에 저장된 Location\_Number 데이터들을 정렬하여 새로운 Database로 변환된 모습을 보여주고 있다. 마지막으로 item의 개수와 총 부품의 개수를 비교한다.

```

Input CAD data in Database
Database field are item_name, item_number,
location_NO, coordinates, amount
save each filed of location_NO data
For( All Q'ty )
  if( # of Q'ty same Location_Number)
    make records for # of Q'ty in database
    separate Location_NO in each number
Input standard radian
FOR(all items)
  IF(item_number != amount)
    output ("Human Error")
    input new item_number
ENDIF

```

▶▶ 그림 2. 데이터오류 검증 알고리즘

Specification	Q_ty	Location_No
DSV-830(MT1389) for LG	10	C104-107,C110,Q6,9-12
(데이터베이스에 저장된 CAD) 정보		

↓

Specification	Q_ty	Location_No
DSV-830(MT1389) for LG	1	C104
DSV-830(MT1389) for LG	1	C105
DSV-830(MT1389) for LG	1	C106
DSV-830(MT1389) for LG	1	C107
DSV-830(MT1389) for LG	1	C110
DSV-830(MT1389) for LG	1	Q6
DSV-830(MT1389) for LG	1	Q9
DSV-830(MT1389) for LG	1	Q10
DSV-830(MT1389) for LG	1	Q11
DSV-830(MT1389) for LG	1	Q12

변환되어 데이터베이스에 저장된 정보

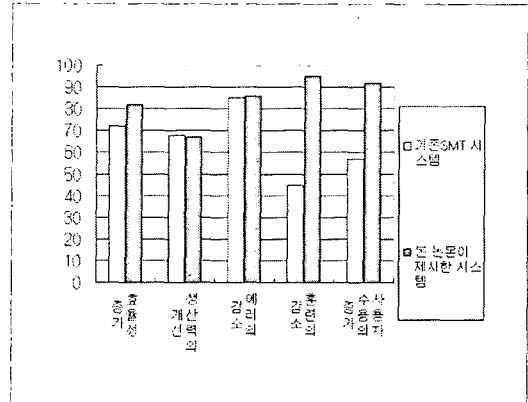
▶▶ 그림 3. DB에 정렬된 데이터

### 3. 실험 및 성능 평가

본 논문에서 제시한 시스템과 기존의 데이터변환 SMT 시스템을 비교한다. 비교 기준은 오백 개의 이상 부품 데이터를 갖는 CAD 데이터를 PCB 생산 라인에 적합한 데이터로 변환하는 과정으로 한다. 변환 과정은 총 35회 실시한다. 비교 기준은 사용자가 그들의 작업을 수행하는데 시스템이 얼마나 도움을 주는가의 정도와 사용하는데 얼마나 쉽고 편한가에 따라 소프트웨어 시스템의 질을 평가한다[3]. 평가 목록으로 효율성의 증가, 생산력의 개선, 에러의 감소, 혼련의 감소, 사용자 수용의 증가로 한다. 효율성의 증가는 시스템이 좋은 인간 공학 설계를 가지고 있고, 사용자가 수행하는 방법이 시스템의 인터페이스와 일치한지를 평가한다. 생산력의 개선은 사용자를 혼란시키지 않고 수행하는 작업의 집중도를 평가한다. 에러의 감소는 잘못된 사용자 인터페이스 때문인데, 사용자 에러를 줄일 수 있는 것처럼 모순, 애매함 등을 피할 수 있지는 정도를 평가한다. 혼련의 감소는 인터페이스를 얼마나 배우기 쉬운지 정도를 평가한다[4].

사용자 수용의 증가는 사용자가 기존의 시스템과 논문에서 제안한 시스템 중 어떤 시스템을 선호하는 정도를 평가한다. 이 평가는 현지 PCB 생산 업체에

게 기존의 시스템과 본 논문에서 제시한 시스템을 비교 평가하는 항목을 제시한다. 제시한 항목은 만족도를 100으로 하고 총 8명의 사용자에게 질의하였다. [그림 4]는 기존 시스템과 본 논문이 제시한 시스템을 비교한 그래프이다.



▶▶ 그림 4. 기존 시스템과 비교

### 4. 결론

본 논문의 목적은 사용자가 쉽고 편리하게 CAD 데이터를 PCB 생산 라인에 적합한 데이터로 변환하는 것이다. 그동안 이런 과정은 수작업에 의해 1-2일이 소요되었으며 직접 눈으로 테스트하는 과정을 거쳐야 했기 때문에 많은 시간과 불량 생산할 가능성을 갖고 있었다. 하지만 본 논문에서 이러한 과정을 획기적으로 보안하였다. 정확한 PCB 생산을 위해 여러 가지 검증 알고리즘과 신뢰성을 확보할 수 있도록 PCB 생산 전 과정을 분석하였다. 또한 CAD 데이터 내에 Human Error를 검출하고 PCB 생산 전 과정을 분석한 데이터를 비교하여 최소한의 오류까지 제거하였다. 이렇게 오류를 제거한 데이터들을 변환 알고리즘을 통해 CAD 데이터를 PCB 생산라인에 사용하는 데이터로 변환할 수 있도록 하였고, 이를 사용자가 쉽게 접근하고 변환 결과물을 확인할 수 있는 인터페이스를 설계 및 구현하였다. 기존의 그래픽 설계

위주의 데이터변환 시스템을 획기적으로 개선하여 사용자가 인터페이스를 통해 쉽게 접근할 수 있도록 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 제시한 시스템은 사용자가 클릭 몇 번으로 PCB 라인에 적합한 데이터를 얻을 수 있었다. 이로써 정확하고 효율적인 PCB 생산을 위한 이기종간의 데이터 호환을 통한 공장 자동화를 완성하였다. 사용자의 편의성과 생산라인에 필요한 데이터만을 적합하게 출력하는 인터페이스를 구축하여 기존의 시스템보다 작업 능률을 향상시킬 수 있었다.

향후 연구는 데이터 변환이 이루어진 후 그 결과에 대한 검증용 인터페이스를 통해 사용자가 직접 확인 하였으나 이를 자동으로 검증하는 알고리즘 개발이 요구 된다.

#### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 한건희, "PCB 설계 패키지 프로그램 CAD start". 세 출판사. 1999.
- [2] C.Batini, s. Ceri, and S.B. Navathe, "Conceptual Database Design : An Entity-Relationship Approach", Benjamin Cummings, 1992.
- [3] M. lea, "Evaluation User Interface Design, user Interface Design for Computer System", Halstead Press(Wiley), 1988.
- [4] T. Mandel, "The Elements of User Interface Design", Wiley, 1997.