

## Smart Card Reader기 Connector조립및 Vision

### 검사용 자동화기기 개발에 관한 연구

노 병욱(선문대학교 공과대학 산업공학과)

성 하경(전자부품종합기술연구소 정밀기기팀)

#### ABSTRACT

This is the paper on the development of assembly automation and visual inspection system for smart card reader connector. The automation consists of 3 main processes injection, assembly and inspection. During the injection, the main pin of a reel, transferred under uniform tension, is cut with an injection interval and positioned precisely to an injection mold by roll feeder after injection. The main base is stacked to a magazine for main pin's exact positioning to a mold. For last effective production, The turn table and pick & place are driver with gears and cams by a single motor. We developed the small parts handling technique for stable supply of micro 1st pin and 2nd pin and could determine the orientation and position of those pins. For reliable inspection, We used the vision system which examines the quality of arranged pins with a CCD camera. The connector models which can be manufactured with this system are 8 pin and 16pin type. The user can select the connector model for production and adjust the tolerable error range during the inspection of arranged pins.

#### 제 1 장. 서 론

고도 정보화시대의 정착 및 활성화에 따라 사회 전반에 각종 Card의 사용 필요성이 증대되고 있다. 현재 국내에서 사용되고 있는 Card는 마그네틱 형태의 Card로 자기방해로 인한 사용장애 및 애러다발로 사용상의 많은 문제점이 발생하고 있으며 이러한 문제점을 해결하기 위하여 선진국에서는 IC Chip이 내장된 Smart Card를 개발하여 다양한 기능으로 다양한 분야

에 이용하고 있다. Smart Card를 사용하기 위하여는 Card내에 장착된 IC Chip의 회로와 System내의 회로를 연결시켜 주어야 하는데 그 역할을 하는 것이 Connector이며 Connector의 품질이 System의 성능을 결정하게 된다. Connector를 제조하는 Process는 Insert사출등 다양한 기술들로 이루어지고 있기 때문에 수작업에 의한 제품생산은 품질의 불균일화, 생산성저하 뿐만 아니라 작업자의 3D작업피로 현상으로 매우 어려운 환경에 처하게 되었다. 프랑스 일본등에서는 이러한 문제들을 해결하기 위하여 자체적으로 자동화 System을 개발하여 생산에 투입하고 있으며 그 자동화 기술은 산업보호 측면에서 보호되고 있다. 이러한 추세에 대응하여 국내 Connector 시장의 활성화와 업계의 국제경쟁력 강화를 위하여 본 연구를 하였다. 본 연구에서는 Reel Type 으로 공급되는 부품을 적정Tension을 유지 시키며 고속,정밀하게 이송시키는 매카니즘개발, 고속 Cutting매카니즘 기술개발, Insert사출 및 사출기로 부터의 제품 취출매카니즘, Gear와 Cam을 이용한 Turn Table과 Pick & Place 동시 구동매카니즘, 미소부품의 정렬 및 이송매카니즘 CCD 카메라를 이용한 Pattern검사 System 등을 개발하였다.

#### 제 2 장. 제품의 개요

Smart Card Reader기용 Connector는 그 기능으로부터 Slide Type과 Landing Type 으로 분류할 수 있다. Slide Type은 Card의 인입과 동시에 접점이 자동으로 형성되도록 설계된 것으로 구조가 간단하고 가격이 저렴하나 Card의 입,출입시 접점과 Card의 표면이 계속적인 마찰에 의해 마모가 발생할 수 있다. 이에반

해 Landing Type은 Card의 인입이 완료된 직후 기구적인 장치에 의해 접점이 하강하여 접촉 되도록 설계된 것으로 Slide Type에 비해 구조가 복잡하고 가격도 고가이나 마찰에 의한 마모가 적기 때문에 Card의 입,출력이 빈번히 요구되는 개소에 사용된다. 본 연구에서는 Slide Type을 대상으로 연구를 추진하였다. Slide Type의 Smart Card Reader기용 Connector는 Card와 접점을 이루는 Main Pin, Main Pin이 Insert 사출되어 고정 되어진 Main Base, Main Base에 조립되어 Card의 입,출력을 감지하는 Micro 1 Pin, Micro 2 Pin 및 Cover로 구성되어 있다. Fig 1에 제품의 구성요소를 나타내었다.

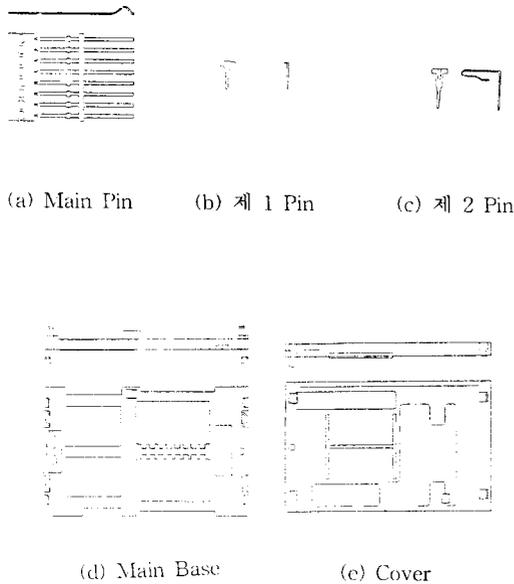


Fig 1. 제품의 구성요소

### 제3장. 자동조립 및 검사 시스템 개발

#### 3-1. 시스템개요

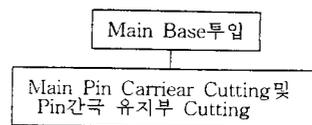
조립 및 검사 공정은 사출 공정에서 생산된 Main Base를 중심으로 Main Pin의 Support Part Cutting 및 Forming, Main Pin Carrier Cutting Pin의 Cutting 상태 및 배열 상태 검사, Micro 1, 2 Pin의 조립, Cover 조립 및 완제품 취출을 통한 Connector 완제품을 생산하는 공정이다. Main Pin의 Cutting 및 Micro Pin의

조립등은 정밀도를 요구하는것 이기 때문에 흐름 작업과 위치 결정도를 동시에 보장받을 수 있는 Index Drive에 의한 Turn Table구동 방식을 채택하여 위치 결정도  $\pm 0.02\text{mm}$ 를 실현 하였으며, 생산성 향상을 위해 Index Drive를 구동시키는 Motor에 의해 Pick & Place가 동시에 구동될 수 있도록 System을 구성 하므로써 Cycle Time의 극대화를 실현하였다. 또한, Connector의 신뢰성을 보장하기 위해 Pin간 간극을  $\pm 0.1\text{mm}$ 로 검사하는 Pin간극 배열 검사 및 Pin Support부의 Cutting상태 검사를 CCD Camera에 의해 영상 처리 하므로써 검사의 효율성을 높힐 수 있었고, Micro Pin의 정확한 조립을 위한 미소 부품의 정렬 및 공급 메카니즘을 개발 하므로써 Micro Pin의 조립 양품을 극대화를 이룩 하였다. Fig 2에 제작된 조립 및 검사공정 자동화 System을 나타내었다.



Fig 2. 조립 및 검사 자동화 System

조립 및 검사 공정의 작업 Process는 Fig3과 같다.



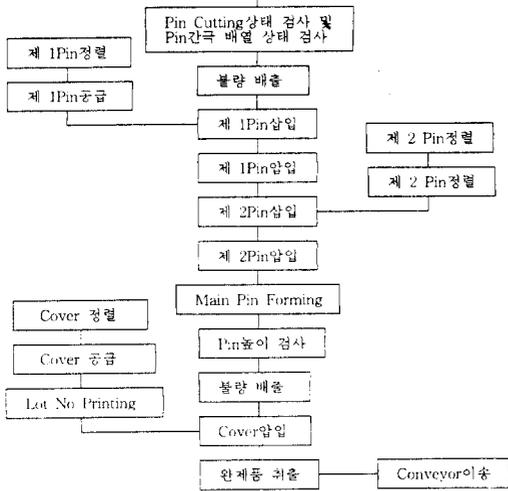


Fig 3. 조립 및 검사 공정 Flow-chart

### 3-2. 자동조립기기의 기구, 제어부

#### 가. Main Pin 및 Pick & Place 구동 System 개발

조립 공정의 Main 구조를 이루고 있는 Main Table 및 Pick & Place 구동은 1 Motor 구동 제어 System으로 구성되어 있다. 1800rpm으로 회전하는 Induction Motor는 Clutch Brake에 직결되어 있으며 Clutch Brake는 Index 구동 시간에 맞추어 동력을 전달한다. Clutch Brake는 감속기와 직결되어 1/120으로 감속되며 감속기의 선단에는 Sprocket이 설치되어 Index Drive 입력축으로 Chain에 의해 동력을 전달하여 상부 출력축에 의해 Main Table이 구동되고, 하부 출력축에는 헬리컬 Gear에 의한 메카니즘으로 Encoder 신호를 받게 된다. Index Drive는 16분할로 이루어져 있고 Index Drive 회전부에는 이송용 Main Table을 설치하여, 회전 이송을 하면서 주변 Acuator에 의해 조립 및 검사 작업을 하도록 설계 하였다. Main Table상에서는 각 Station의 정지 위치에 제품 안착용 Jig가 설치되어 있어서 Jig에 Main Base를 안착시킨 상태로 이송, 조립을 하게 된다. 또한, Index Drive 출력 Shaft에는 Gear를 설치하여 고정 Table상단에 설치된 Pick & Place 구동용 Main Gear를 구동하도록 설계하여 Main Gear를 통하여 전해진 구동력에 의해 Pick & Place에 설치된 Cam이 링크로 전달되어 상·하, 전·후진 동작

을 하도록 구성 하였다. 상기와 같이 연구 개발을 하므로서 Index의 입력축이 1회전 하게 되면 Main Table은 1/16회전하여 정위치 하게되며, 출력축에 설치된 Gear는 1회전하게 되어 Pick & Place를 구동하게 되므로, Cycle Time의 극대화를 이룰 수 있었다. Fig 4에는 조립된 구동 메카니즘 상태를 나타내었다.

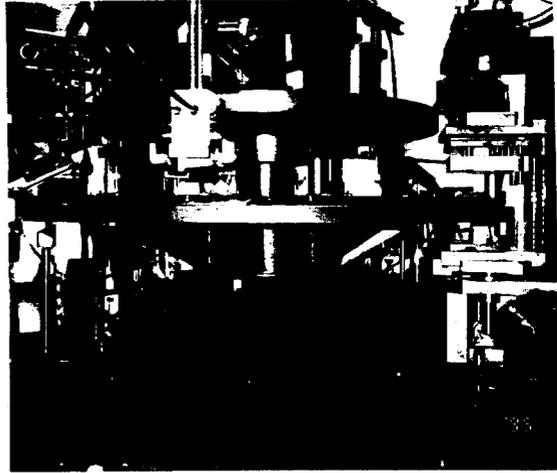


Fig4. Index 구동 메카니즘

#### 나. Pick & Place Unit

본 연구에서 개발된 Pick & Place Unit의 최대 장점은 Index Drive 구동용 Motor에 의해 함께 구동 시킴으로써 Cycle Time의 최적화를 이루었는데에 있다. Main 구동용 Motor의 구동력은 Clutch Brake를 통하여 감속기로 전달되며, 1/120로 감속된 구동력은 Chain Sprocket을 통해 Index Drive 입력축으로 전해진다. Index Drive에 전달된 구동력은 Main Table을 구동시키며, 출력축에 함께 설치된 Rack Gear를 구동 시키므로 Rack Gear와 함께 설치된 Pinion Gear를 구동 시키므로 Pick & Place를 구동시킨다. Pick & Place의 구성은 Pinion Gear와 연결된 X축, Z축 이송 CAM과 각각의 Lever 및 Slide기구, 복귀 Spring 등으로 구성되어 있다. Fig 5에서 제시한 Timing Chart에 의해 Motor가 구동되어 Index Table이 회전하여 정위치하면, Index Drive 출력축에 설치된 Rack Gear는 계속 회전하여 Pinion Gear를 구동시키고, Pinion Gear와 동일한 축단에 설치된 Pick & Place 전·후진용 CAM이 회전



실시간으로 이산화 (digitize)하여 메모리에 저장한다. 이때의 화상 데이터는 0~255의 밝기 값을 갖는 농담화상 (gray scale image)이다.

② Threshold: 주어진 조명상태에서 농담화상(gray scale image)의 히스토그램을 구한후 문턱값을 정한다. 모든 화소를 래스터 스캔하면서 문턱값 이상은 255로 그 이하는 0으로 만든다.

③ 이진화상 팽창 (Binary Image Expansion) : 이미지를 한 화소(pixel)두께로 팽창하기위한 알고리즘은 다음과 같다. 3x3 템플릿(template)를 화상에 대해 래스터 스캔 하면서 템플릿 내의 9개의 화소값(pixel value) 중 255 값이 하나라도 있으면 템플릿 중심에 해당하는 화소값을 255로 설정(setting)한다. Fig 8과같이 팽창을 여러화소 두께로 하고자할 때는 전 화상에 대해 원하는 두께의 횡수만큼 수행하면 된다.

④ 이진화상 수축 (Binary Image Contraction) : 이미지를 한 화소(pixel) 두께로 수축하는 알고리즘은 다음과 같다. 3x3 템플릿(template)를 화상에 대해 래스터 스캔 하면서 템플릿 내의 9개의 화소값(pixel value) 중 0 값이 하나라도 있으면 템플릿 중심에 해당하는 화소값을 0으로 설정(setting)한다. Fig 9와같이 수축을 여러화소 두께로 하고자할 때는 전 화상에 대해 원하는 두께의 횡수만큼 수행하면 된다.

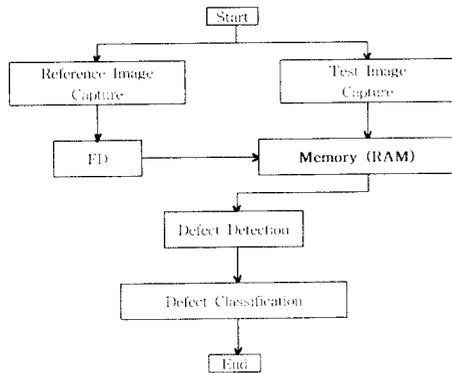
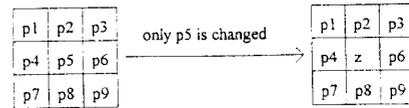


Fig 7. 검사 진행 순서도

⑤ 이미지 압축 (image compression) : 이미지를 팽창하고 수축시켜 만든 이진영상의 크기는 640 x 480 x 8 Bit = 307200 Byte로 매우 크다. 따라서 데이터의 전송시에 많은 시간을 요한다. 본 연구에서는 Fig.10에서 보는 바와 같이 X축 방향으로만 8개의 화소를 한 단위로하여 1 Byte로 저장하였다. 따라서 640 x 480의 화상의 크기

를 정보의 손실없이 80 x 480의 크기로 줄였다. 즉 7/8의 Data를 감소한 것이다.

(7) 이미지 저장 : 마지막으로 압축된 각각의 Image를 물리적 장치에 저장함으로써 결합검출시에 사용된다.



z is 255 if any one of 9 pixels is 255  
 , where p1, ..., p9 has only 0 or 255 value

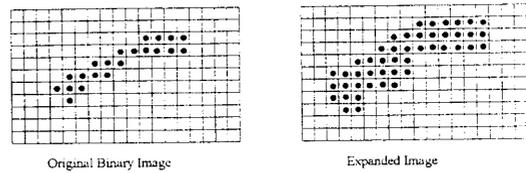
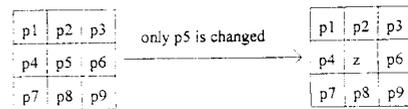


Fig 8. 이진화상팽창



z is 0 if any one of 9 pixels is 0  
 , where p1, ..., p9 has only 0 or 255 value

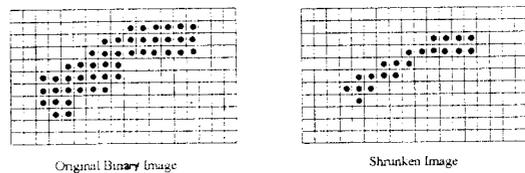


Fig 9. 이진화상압축

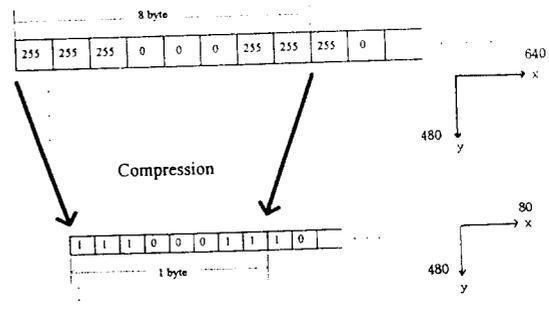


Fig 10. 이미지압축

결합 추출의 알고리즘 흐름도는 Fig 11과 같다. 이미지를 입력받아 Threshold 하여 이진영상을 얻는 과정은 표준화상을 만들때의 원리와 같다. 2 개의 표준화상은 압축된 상태로 저장되어 있으므로 검사할 화상을 압축할 필요가 있다. 검출과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 팽창된 표준 영상과 결합이 있는 이미지를 XOR 한다. 다시 수축된 표준영상과 결합이 있는 이미지를 XOR 한다. XOR 하여 나온 각각의 결과 이미지를 AND 하면 오차 상한과 하한을 벗어나는 이상부분만이(결합에 해당) 나타나게 된다. 이상과 같은 과정으로 결합을 검사하면서 결합이 없으면 처음으로 돌아가게 하였다.

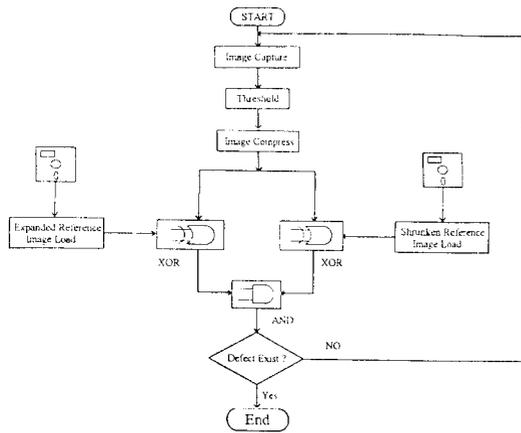


Fig 11. 결합검출 알고리즘

## 제 4 장. 결 론

사회의 고도화, 정보화가 활성화될수록 전자 부품의 발전은 복잡화, 초소형화로 이어지고 있다. 정보 통신 분야에서 있어서도 예외는 아니다. 개인의 신상 정보 및 각종 사회적 정보 수단인 기본으로 인식되어진 Card의 사용도 급격히 발전하고 있는 것이다. Magnetic Card시대를 지나서 IC Chip이 내장된 IC Card를 사용하게 되므로써 보다 많은 정보의 교환이 가능하게 되었다. 이러한 실정에 있는 Connector 자

동 조립 및 검사 기술 확립을 위한 일괄 Line 조립 및 검사 System개발에 관한 연구를 하였으며, 본 연구 과제에서 얻어진 결론을 종합하면 다음과 같다.

- 1). Cam및 Gear의 특성 분석을 통하여 Index Drive와 Pick & Place를 동시에 구동시킬수 있는 1 Motor 구동 제어 메카니즘을 개발하므로써, 조립 System의 Cycle time 극대화를 이룩하였다.
- 2). Pixel 해상도 검사를 통한 최적의 Pattern 형상을 검출해 내므로써,화상처리에 의한 제품 검사의 안정도를 높일 수 있는 Vision 검사 System을 개발하였다.
- 3). 미소 부품의 자동 정렬및 공급 System을 개발하므로써, 형상의 복잡화, 저중량의 부품을 안정되게 정렬 공급할 수 있는 미소 부품의 Handling 기술을 개발 하였다.

본 연구과제는 정보통신부의 출연금으로 수행한 정보통신연구개발 사업의 연구결과임을 밝힙니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 牧野洋, 自動機械機構學 “日刊工業新聞社”, 1993年
- [2] 順藤憲道, 自動機設計實務講座 (製5分冊) “工業研究社”
- [3] C.N.Neklutin : Mechanism and Cams for Automatic Machines
- [4] 牧野洋 : 유니버설캠曲線とその應用, 山梨大學 工學部 研究報告 第28號, 昭昭52
- [5] 內野, 永井, 西岡 : 캠曲線の標準化, 昭和60年 精機學會 春季大會前刷
- [6] 西岡雅夫 : 間歇割出機構と 搖動機構の 活用法, 精機學會 自動組立專門委員會 研究例會前刷集, No.77-4(1977~8)
- [7] 田中務外 : やさしい畫像通信, 電氣通信協會, 平成元年
- [8] 伊藤美光 : 機械設計技術マニュアル , 新技術開發センター