

# 초소형 카메라 조립을 위한 민첩형 자율조립 시스템 Agile and Intelligent Assembly System for a Micro Camera Module

\*이성용<sup>1</sup>, #박동진<sup>1</sup>, 김진오<sup>2</sup>, 강성복<sup>3</sup>

\*S. Y. Lee(ninelee@rnd.re.kr)<sup>1</sup>, # D. J. Park<sup>1</sup>, J. -O. KIM<sup>2</sup>, S. B. Kang<sup>3</sup>

<sup>1</sup> (주)로봇앤디자인, <sup>2</sup>광운대학교 정보제어공학과, <sup>3</sup>한국생산기술연구원 마이크로시스템팀

Key words : Agile, Intelligent, Modular, Assembly system, Simulation, Robot

## 1. 서론

21세기 들어서 전자 및 IT 산업은 급속히 발전하는 디지털 기술을 바탕으로 포터블화, 퍼스널화, 네트워크화 및 유비쿼터스화가 복합적으로 확대되어 가고 있다. 이러한 기술적 발전과 더불어 글로벌 시장 체제의 도래로 첨단 전자제품들은 전 세계 소비자들을 대상으로 수많은 요구사항을 충족시키기 위해 다품종의 대량생산 체제와 자유경쟁 시장에서의 경쟁심화로 제품의 저가격화가 주요 경쟁 요소로 자리 잡았으며 급속히 짧아진 제품 수명주기를 갖게 되어 시시각각 신제품이 쏟아지면서 또한 빠르게 시장에서 사라지고 있다.

기술적 측면에서 전자제품들은 초소형화, 초정밀화, 초집적화, 복합화가 전개되어 제품을 구성하는 부품들은 점점 소형화되고 복잡해지면서 정밀한 조립 기술을 필요로 하게 되었으며 신속한 모델 변경으로 고난도 민첩하며 유연한 조립 생산 시스템들이 필요하게 되었고 그만큼 이러한 제품의 추세를 따라가고자 많은 기술 개발 노력들이 진행되고 있으나 아직까지는 전통적인 생산 시스템 개념을 넘어서지 못하고 있으며 빠르게 변화하는 경향을 따라가기에는 많은 한계를 가지고 있다.

국내외에 경제적 상황을 보면 70~90년대 노동집약적인 산업 사회에서 전자제품들은 숙련공들이 전통적인 컨베이어 생산 라인에서 일률적인 모델에 대하여 분업화된 단순 조립 작업을 통하여 소품종 대량생산으로 시장에서 경쟁우위에 설 수 있었다. 그러나 21세기에 들어서면서 인건비의 상승과 글로벌 시장 확대로 인하여 노동자가 할 수 있는 단순 작업들은 인건비가 저렴한 개발도상국인 중국, 베트남, 인도 등으로 생산 기지들이 이전 되었고 국내에는 장치산업만 남게 되어 기존 미국, 일본 등의 선진국처럼 산업공동화로 심각한 경제문제를 떠안게 되었다.

본 연구에서는 이러한 기술적 경제적 측면의 문제를 해결하기 위해서 전통적 조립 생산 방식을 벗어난 민첩하고 유연하며 지능형 특성을 가지고 다품종 대량생산, 저가격화 그리고 초소형 초정밀화를 이루는 차세대 전자 제품을 위한 조립 생산 시스템 개념을 제시하고 이러한 추세를 가장 잘 반영하는 휴대폰용 초소형 카메라 모듈 조립 공정에 이를 적용하여 검증하고자 한다.

## 2. 민첩형 자율 조립 시스템

지식기반의 민첩형 자율조립 시스템은 차세대 전자 부품의 조립 시스템을 신속히 구축하고 모델 변경에 민첩하게 대응하고자 제안된 협업화, 디지털화, 지식화의 신개념 시스템이다.

주요 내용은 시스템 구성요소인 Hardware 와 Software 그리고 System Integration 기술들을 하나의 정립된 시스템에 정의하여 조립 시스템 개발자가 쉽고 빠르게 개발을 완료할 수 있도록 도와주는데 목적이 있다. 예를 들어 Fig.1과 같이 기존 시스템 개발 과정을 통해서 초기 콘셉트, 설계, 전장, 조립, 프로그래밍, 설치, 테스트, 검증 등 직렬구조의 순차적 개발 과정을 통하다 보면 최소 6개월의 기간이 소요되었다. 결과적으로는 급속히 변화하는 제품 생명주기를 따라가지 못하여 경쟁력을 잃게 된다.

이에 반하여 민첩형 자율조립 시스템은 하드웨어와 소프트웨어를 모듈화 하여 신규 설계 개발의 시간을 줄이는 동시에 하드웨어 제작 전에 Virtual Manufacturing 기술을 활용하여 가상 공간상에 조립 시스템을 구축하여 Simulation을 통하여 조립 시스템을 테스트하고 검증을 완료하게 된다. 또한 조립 시스템 운용을

위한 프로그래밍은 시뮬레이션과 함께 상의레벨의 자연어에서 로봇 및 시스템 운용을 위한 중간 레벨의 모션, 작업 프로그래밍 언어로 자동 변환되어 설계와 동시에 프로그래밍이 진행되는 병렬구조 개발 과정을 갖게 된다. 이 결과 조립 시스템의 구축이 1개월 내에서 완료되어 신제품 출시를 적기에 맞추어 경쟁우위에 서게 되며 경쟁력을 유지할 수 있게 된다.

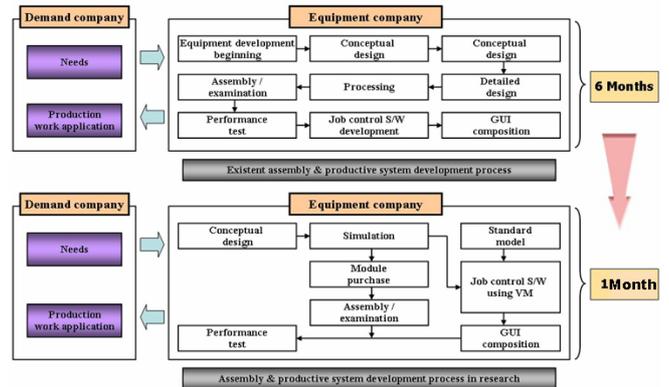


Fig. 1 Comparison of Traditional system and Agile Intelligent system

시스템 구성은 on/off-line 통합으로 개발자가 활용할 수 있는 디자인 툴 개념의 사용자 편의의 GUI 구성 소프트웨어를 중심으로 이루어진다. 이 소프트웨어는 Table.1을 보게 되면 Task World 와 Virtual World로 크게 두 단계로 나누게 된다. 첫 번째 Task World 단계에서는 조립 부품만을 가지고 공급 및 배치 그리고 조립 방식 등을 작업 기반 디자인(Task based design)으로 정의하게 된다. 두 번째 Virtual World 단계에서는 Task World 단계에서 정의된 결과를 가지고 라이브러리 상에 Icon화 되어 있는 모듈들을 선정하여 배치, 조립, 파라미터 정의 등의 작업을 수행하게 되고 추가적으로 상위 레벨의 자연어 명령을 지정하여 가상 시스템 모델의 시뮬레이션을 수행하게 되며 이것을 디자인 기반 프로그래밍(Design based programming)이라 한다. 여기서 나온 결과는 크게 시스템의 구동 영상, 충돌 및 오류 결과, Tack time, Cost, Foot print 그리고 중간 레벨 수준의 모션, 작업 프로그램인 Job file 이다. 이상 두 단계 Task World와 Virtual World를 거치게 되면 마지막 단계 Real World에서는 실제적인 시스템 제작, 설치, 테스트를 하게 된다.

또한 하드웨어를 보게 되면 모듈화 셀(Cell) 생산방식으로 셀 구조에 맞게 실제의 로봇 및 작업 툴 그리고 기타 구조물들을 라이브러리 형태로 데이터베이스를 구축하여 개발자가 리스트에서 최적의 모듈을 선택하게 되면 3D 그래픽 편집 창에 가상 이미지가 생성이 되며 다른 선택 모듈들과 조합과 편집을 통해 시스템으로 완성되게 된다. 그리고 최종 선정된 모듈들은 off-line에서 입고되어 모듈별 개발 시간을 획기적으로 줄이게 된다.

Table. 1 Procedure of Agile and Intelligent Assembly system

Task World (S/W)	Virtual World (S/W)	Real World (H/W)
Task Level: Modeling (Task only) Programing Simulation (Graphic)	Task + System: Modeling (Module based) Programing (High→Mid) Simulation (Kinematic)	Hardware: Building Program conversion (Mid→Low) Fine Tuning in motion Programing in sensing Hardware-dependent
System independent	Hardware independent	

### 3. 카메라 모듈 조립

휴대폰용 카메라 모듈은 초소형화, 고직접화, 다품종 대량생산과 함께 급속한 모델 변경이 이루어지는 차세대 전자 부품이다. 본 연구에서는 카메라 생산 공정 중 Holder Attach와 Lens Assembly 두 가지의 조립 공정을 대상으로 선정하였다.



Fig. 2 Camera module for Mobile Phone

### 3. 시스템 구성

Task World를 통하여 조립 부품인 홀더, 렌즈, PCB의 공급 방식 및 조립 방법을 Fig. 3과 같이 정의 하였다.

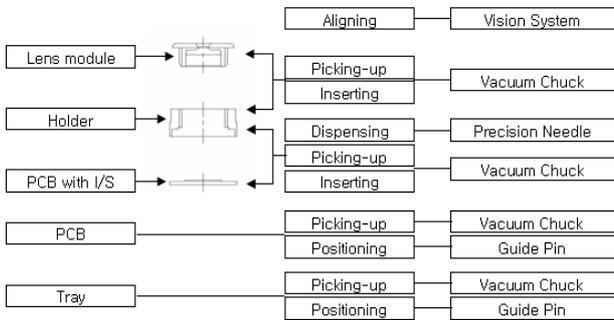


Fig. 3 Result of Task World

Virtual World를 통하여 Holder Attach Cell은 Fig. 4 와 같이 5축 직교로봇 구조로 구성되며 정밀 디스펜싱 후 비전 센서를 이용하여 PCB에 홀더를 조립하는 작업을 수행 한다.

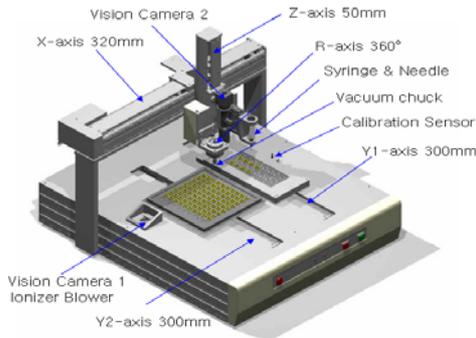


Fig. 4 Holder Attach Cell

Virtual World를 통하여 Lens Assembly Cell은 Fig. 5 와 같이 5축 직교로봇 구조로 구성되며 비전 센서를 이용하여 렌즈와 홀더를 Screwing 작업으로 조립을 수행 한다.

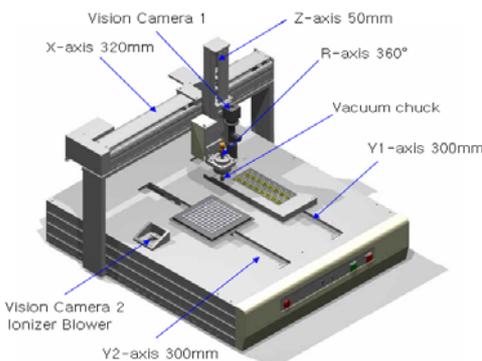


Fig. 5 Lens Module Assembly Cell

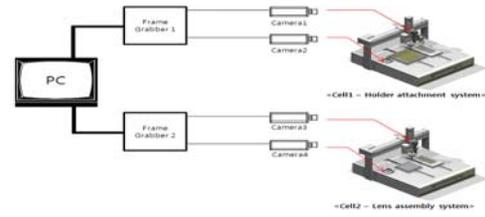


Fig. 6 Pattern Matching Vision system for Intelligent

각 Cell에는 비전 센서가 적용되어 매 조립 시 조립 부품 간 위치정보를 인식하여 자율보정으로 조립을 수행한다.

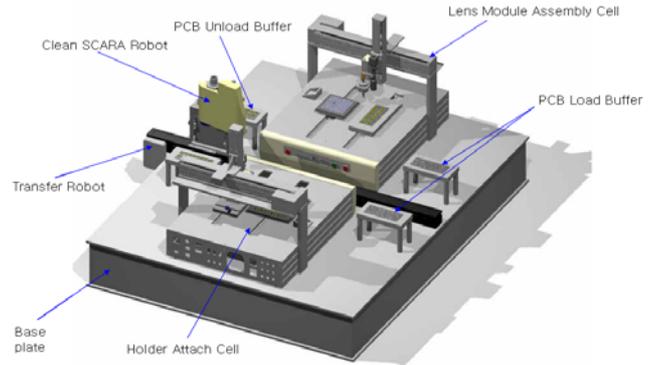


Fig. 7 Camera Module Assembly Workbench

Holder Attach 와 Lens Assembly Cell은 Fig. 7의 Workbench에 설치되고 두 Cell간의 PCB 공급 및 이송은 Transfer Robot에 탑재된 4축 수평다관절 로봇이 담당하게 된다.

### 4. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서 차세대 전자제품의 조립을 위한 차세대 생산 시스템으로 민첩형 자율조립 시스템의 개념을 제시하였다. 제시된 민첩형 자율조립 시스템은 하드웨어와 소프트웨어의 모듈화 및 디지털 가상 공간구축을 통한 시뮬레이션과 프로그래밍 개념을 도입하여 차세대 전자부품 생산을 위한 기존 생산시스템의 한계를 넘어서 미래의 생산시스템이 나아갈 방향을 타진하고 기반을 만들고자 하였다. 이에 차세대 전자부품의 특성을 잘 보여주는 휴대폰용 카메라 모듈의 조립 공정을 선정하여 시나리오에 따른 접근을 통하여 최종 시스템의 적용을 통하여 얻게 될 이점과 결과를 유추해 보았다.

향후 개발 중인 운용 소프트웨어의 완성을 통하여 다양한 공정도 해결하도록 만들 계획이다. 또한 완성된 시스템을 통하여 휴대폰 조립 공정 시스템의 최종 결과물을 개발하고 생산 현장에 설치 및 테스트를 거쳐 시스템의 유용성을 검증할 계획이다.

### 후기

본 연구는 지식경제부에서 추진하는 차세대기술개발사업의 하나로 수행되고 있는 ‘글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발’과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

### 참고문헌

- Wyatt S.Newman, Andy Podgurski, Roger D. Quinn, "Design Lessons for Building Agile Manufacturing Systems" IEEE Transaction on Robotics and automation, vol.16, no. 3, June 2000
- LUIS M. SANCHEZ, RAKESH NAGI, "A review of agile manufacturing system", INT. J. PROD. RES., 2001, vol, 39, no. 16, 3561-3600
- Ralph L. Hollis, Alfred A. Rizzi, "Agile Assembly Architecture: A Platform Technology for Micro Assembly " Proc. Am. Soc. for Precision Engineering 19th Annual Meeting, Orlando, FL, October 26-28, 2004(invited)