

렌즈 조립 작업에서 작업 기반의 시스템 모델링 Task-based System Modeling in Lens Assembly Systems

*김형태, #강성복, 강희석, 조영준¹, 박남규², 김진오³

*H. T. Kim, #S. B. Kang(sbkang@kitech.re.kr), H. S. Kang, Y. J. Cho¹, N. G. Park², J. O. Kim³

¹ 한국생산기술연구원, ² 로보앤드디자인, ³ 광운대학교 정보제어공학과

Key words : Lens Assembly, Task-based Modeling, System Design, CCD Module, Agile Intelligent Manufacturing, Virtual Processing

1. 서론

IT 기반의 소형 제품은 라이프 사이클이 짧고, 소비자 기호를 충족하기 위한 다양한 품종이 요구되지만, 생산 규모에 있어서는 다소 대량 생산의 성격을 보이고 있다. 디지털 카메라의 핵심 부품인 CCD 렌즈 모듈은 화소, 화면 크기 및 초점 거리 등 카메라 제조사의 수요에 따라 다양한 부품을 설계 및 제작, 생산하게 된다. 제품 생산에 있어서 기존 방법은 산출량에 따른 장비와 작업자의 배치 및 공정 등 많은 요소를 고려하여 라인을 설계한다. 그러나, 이러한 방법은 라인 가동 시점까지 투여되는 시간, 자본 및 인력이 많으므로, 적시 납기 문제와 판매의 측면에서 리스크가 크다고 할 수 있다. 이러한 문제를 해결하고자 제시된 개념이 민첩형 생산 시스템이다. 민첩형 생산 시스템(agile manufacturing system)은 부가가 작은 제품을 대상으로 모듈화 및 표준화된 장비를 사용하여 라인을 설계하는 개념으로 단시간에 라인 설치가 가능하고 공간과 비용도 적게 드는 장점이 있다.

이러한 민첩형 생산 시스템은 학계에서 논의되어 왔으나 아직까지 개념이 정립되어 있지 않고, 연구 결과에 의한 관련 제품도 거의 없는 것이 현실이다. 국내에서는 고속 통신망을 이용한 사례[1]가 있으며, 공정 계획에 관련된 사례[2-3]가 보고되고 있으나, 공정 장비 시스템 설계가 목적이 아닌, 공정 제어에 목적을 둔 측면이 강하다. 일부 사례에 있어서는 가상 모델링 및 시뮬레이션이 가능한 도구를 제시하고 있으나[4], 시스템 설계나 구동의 관점에서 보았을 때 활용성이 다소 낮은 것으로 보인다. 김 등은 초음파 선형 모터를 생산하는 시스템[5]을 개발하였으나, 적용성에 있어서 대상의 폭이 좁다는 단점이 있다.

본 과제에서는 IT 부품이나 모듈 생산시 최단 기간 내에 공정 설계 및 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션에서 나온 결과를 활용하여 생산 장비에 적용함으로써 셋업 시간을 최대한 단축하는 신개념의 공정 설계 방법을 제안하고자 한다. 또한, 가상 시뮬레이션을 통한 셋업 단축되는 시간을 활용하여 제품 변경시 발생하는 부담을 최소화하고, 다품종 생산의 경우에도 적극 대처가 가능한 민첩형 생산 시스템을 구현이 가능한 개념을 제시하고자 한다. 이를 위하여 작업 중심의 시스템 모델링, 즉 가상 현실을 이용한 task-based 모델링 기법을 제안하고, 렌즈 조립 공정에 적용하여 그 가능성을 살펴보고자 한다.

2. 작업 기반의 시스템 모델링

기존의 시스템 설계 및 모델링은 공정의 throughput 과 정밀도 등 공정 데이터를 기반으로 전용 장비를 설계, 제작하는 개념으로 작업 변경시 매번 설계와 구조가 변경되는 단점이 있다. 작업 기반의 설계 및 모델링은 제품과 end-effect의 운동을 중심으로 작업을 모델링한 후, 운동에 맞는 표준 장비, 즉 민첩형 시스템을 선택하여 시뮬레이션을 수행, 경로 등 결과를 실제 조립 작업에 반영하는 개념이다. 따라서, 설계, 제작, 셋업 시간이 줄어들고 공정 변경에 대응하기 편하며, compact 한 구성이 가능하여 사무실 형태의 office factory도 구현할 수 있는 장점이 있다.

이러한 작업 기반의 시스템 모델링의 과정은 학계의 제

안에 의하면, 크게 task-world(TW), virtual-world(VW), real-world(RW)로 나누어 진다. TW에서는 작업물과 end-effect를 중심으로 각 물체간의 상대 운동에 의한 작업을 정의하게 되며, 단순한 XYZ 이송 이외에 통상적으로 pick-up, insert 등 정형화된 작업은 script 형식으로 정의가 가능하다. TW에서는 VR을 이용한 3차원 화면을 통하여 용이하게 일련의 작업 과정의 정의와 확인이 가능하다. Fig. 1은 task world를 구성한 예이다. 하나의 공업 picker를 end-effect로 선정하고, 두개의 구를 쌓아 올리는 작업을 보여준다. 먼저, end-effect와 두개의 구를 공간상에 배치하고, pick-up이라는 명령을 end-effect에 주고, 1번 구를 선택하면 end-effect가 구를 잡는 동작을 한다. 그리고, attach 명령을 주고, 구 1과 구 2 및 접촉 위치를 선택하면, 두개의 구를 붙이는 작업을 수행한다. 이후 추가적인 동작을 지정하면 두개의 붙은 구가 하나의 물체로 인식한다.



Fig. 1 An example of the task world

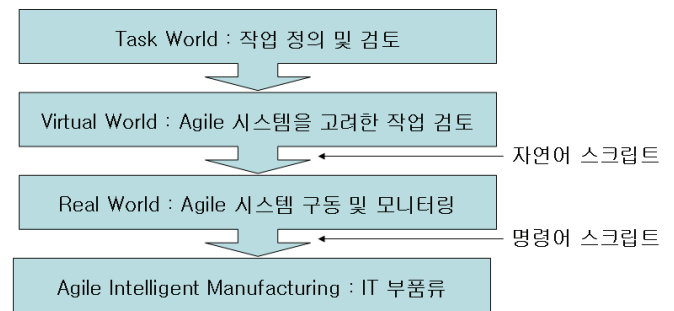


Fig. 2 Sequence of the task-based system modeling

TW에서 작업의 가능성이 확인되면, VW에서 해당 운동이 가능한 정형화된 시스템을 선택하여 동작을 script로 정의하여 forward / inverse kinematics를 연산하여 가상으로 시뮬레이션 운동을 수행한다. 이 단계에서는 end-effect의 부착 방향 및 작업의 간섭, 작업 범위 및 공정 시간 등을 예측할 수 있다. TW 및 VW에서 발생된 script는 인간이 비교적 이해하기 쉬운 형태로 구성되어 있으므로 이를 자연어 script라고 정의한다. RW에서는 시스템을 직접 인터페이스하여 구동 및 제어하는 단계로 자연어 script를 하드웨어가 이해할 수 있는 명령어 script로 변환하여 작업을 수행한다. 따라서, 시스템의 하드웨어 사양의 변경이 발생

하면 RW 의 프로그램 일부를 수정하거나 라이브러리 형태로 탑재해 놓으면 호환성의 문제도 해결이 가능한 장점이 있다.

3. 적용 사례(렌즈 모듈 조립)

관련 연구에 의하면[6], 디지털 카메라용 렌즈 모듈 조립 작업은 payload 가 작고, 소형이며, 공정 단계 수가 비교적 적어서 agile 시스템을 적용하기에 이상적인 대상으로 파악된다. 렌즈 조립 작업은 일반적으로 렌즈/holder 및 PCB 트레이의 이송, 편차량 보정, 접착제 도포, 결합으로 구성된다. 본 과제에서는 Fig. 3 과같이 일반적으로 많이 사용되는 gantry 구조로 5 축 렌즈 조립 시스템을 제작하였다. VW 에서 렌즈 조립 시스템 및 부품은 Fig. 4 와 같은 프로그램에서 라이브러리로 제작하여 화면에서 선택하면 3D 상에서 가상으로 조작할 수 있다.



Fig. 3 Photo of agile lens assembly system

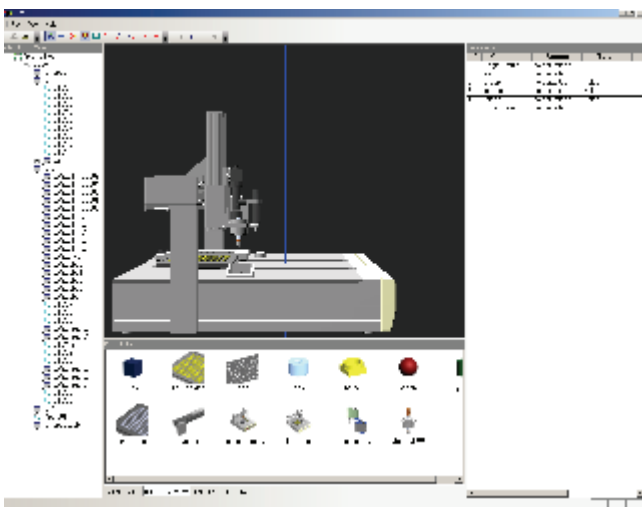


Fig. 4 Virtual world of the lens assembly

이 단계에서는 진공 end-effect 가 렌즈 모듈 부품을 pick 하여 편차를 측정하여 보상값을 결정하여 PCB 상에 부착하는 작업이다. 이 과정의 모델링은 광부품과 end-effect 를 선택하여 pick-up 명령, 편차량 측정 보상을 위한 align 명령, 광부품의 PCB 부착을 위한 attach 명령으로 구성되어 있으며, 작업 내용은 화면 우측에 자연어 명령어 script 로 표시할 수 있다.

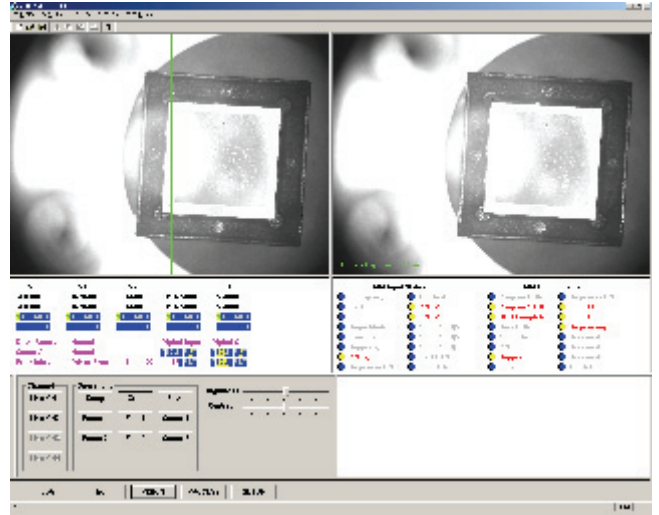


Fig. 5 Real world of the lens assembly

Fig. 5 는 렌즈 조립 장비를 구동하는 RW 의 구성 예로 간단한 시스템 정비 동작 및 시스템 운전과 모니터링이 가능하다. VW 에서 발생한 자연어 script 는 RW 에서 읽어 들여 명령어 script 로 변환하여 시스템에 다운로드 후 렌즈 조립 작업을 수행한다.

4. 결론

본 연구에서는 IT 부품 생산에 알맞은 민첩형 생산 시스템 및 라인 설계를 위한 방법으로 task-based 모델링 기법에 대하여 제안하였다. Task-based 모델링 기법은 작업물과 end-effect 를 중심으로 시스템을 모델링하는 방법으로 task-world, virtual world, real world 의 3 단계로 나뉘어진다. Task-world 에서는 철저한 작업물과 end-effect 만의 동작으로 각 물체간의 상대 운동을 예측하게된다. Virtual world 에서는 가상으로 작업에 알맞은 표준 시스템을 선택하여 작업을 정의, 자연어 script 를 생성하는 동시에, 구동시 문제점을 체크할 수 있었다. Real world 에서는 하드웨어와 인터페이스 하는 부분이며, 자연어 script 를 명령어 script 로 변화시킬 수 있다. 이러한 모델링 기법은 렌즈 조립 공정에서 충분히 응용이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 정무영, 김봉겸, 조현보, 왕지남, 이성룡, "초고속 정보통신망을 이용한 Agile Manufacturing 시스템의 시제품 개발연구," 정보통신연구진흥원, 정보통신연구진흥원 학술기사, pp. 11 ~ 13, 1996.
2. 김화진, 조현보, 정무영, "An Intelligent Planner of Processing Equipment for CSCW-based Shop Floor Control in Agile Manufacturing," 한국경영과학회 학술대회논문집, pp. 185 ~ 192, 1995.
3. Min Jin, T. C. Ting, "Managing Product Evolution in Agile Manufacturing Environments", 한국데이터베이스학회, 데이터베이스 저널, vol. 3, no. 1, pp. 45 ~ 63, 1996
4. 차상민, 장영희, 이만형, "민첩 생산 시스템을 위한 가상시뮬레이터 개발," 한국공작기계학회 학술발표대회 논문집, pp. 478 ~ 483, 2000.
5. 김원, 강희석, 조영준, 이규봉, 정지영, 서일홍, "초소형 초음파 선형 모터의 조립 자동화를 위한 지능형 민첩 생산시스템", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 607~608, 2006.
6. 강희석, 이경균, 조영준, 이근안, 최석우, 정지영, "지능형 민첩 생산시스템을 적용한 렌즈 조립 자동화," 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 212 ~ 212, 2005.