폰카메라 렌즈모듈 조립시스템 시뮬레이션
Assembly System Simulation of Phone-Camera Lens Module

*#문덕희 [1], 장병림 [1], 신경욱 [1], 송준엽 [2], 김영규 [3]
*#D. H. Moon(dhmoon@changwon.ac.kr) [1], B. L. Zhang[1], K. W. Shin[1], J. Y. Song[2], Y. G. Kim[3]
[1] 창원대학교 산업시스템공학과, [2] 한국기계연구원 IT 생산기계연구팀, [3]유성정밀

Key words : Assembly system, Simulation, Lens Module

1. 서론

가상생산 (Virtual Manufacturing) 기술은 신제품의 개발, 새로운 장비의 개발, 또는 새로운 제조시스템의 개발에 매우 유용하게 사용할 수 있는 도구다. 가상생산이 유용하게 활용되는 측면에는 적어도 다음과 같은 두 가지 장점이 있기 때문이다 ([2] 참조). 첫째, 정적인 측면(Static View)에서 시스템의 생산능력(Capability)과 효율(Performance)을 표현할 수 있다. 둘째, 동적인 측면(Dynamic View)에서 시스템의 동적인 변화상태를 표현할 수 있다. 특히 3D 시뮬레이션 (Simulation) 기술은 가상생산기술의 핵심기술로서 조립공정을 비롯한 각종 제조공정을 설계할 때 컴퓨터를 이용하여 사전검증을 하는 목적으로 유용하게 사용된다 ([6]).

가상생산에 생산에 사용되는 3D 시뮬레이션은 두 가지 방법으로 접근한다. 첫 번째 접근방법은 장비나 단위공정을 설계할 때 주로 활용하는 기구학적인 시뮬레이션 (Mechanical Simulation)이다. 두 번째 방법은 단위공정들을 연결하여 생산라인이나 생산시스템을 구축할 때 전체 시스템의 관점에서 문제점을 도출하기 위한 시스템시뮬레이션 (System Simulation) 방법이다. 이를 위해 일반적으로 이산사건시뮬레이션 (Discrete Event Simulation) 기법을 사용한다 (문덕희 등[1] 참조).

본 논문은 휴대폰에 장착된 카메라의 핵심부품인 렌즈모듈 (Lens Module)을 자동으로 조립하고 검사하는 조립시스템을 개발하는 과정에서 위에서 언급한 두 가지 시뮬레이션 방법론을 활용한 사례를 소개하는 것이다. 문덕희 등 [1, 3, 4, 5]은 1 메가 픽셀 (Mega Pixels) 렌즈모듈 자동 조립 시스템에 대해 서로 다른 장비를 개발하는 과정에서 3 D 시뮬레이션을 개발한 사례[3, 4], 조립라인 전체의 시스템 시뮬레이션을 수행한 사례[4], 렌즈 단품 사출과정부터 최종 제품 생산에 이르기까지의 전체 제조시스템을 시뮬레이션 하여 최적의 장비조합을 결정한 사례 [5] 등에 대해 논문을 발표하였다. 본 논문에서는 3 메가 픽셀 렌즈모듈을 자동으로 조립하는 시스템 개발에 시뮬레이션을 적용한 사례를 소개한다.

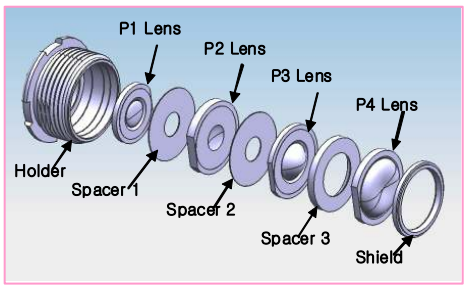


Fig. 1 Structure of 3M pixels lens module

2. 렌즈모듈 조립공정

3 메가 픽셀 렌즈모듈은 Fig.1 에서 보여지는 것과 같이 경통(Holder, 혹은 Barrel) 1 개, 렌즈 4 매, 스페이서(Spacer) 3 매, 쉴드(Shield) 1 매 등 총 9 개의 부품으로 구성된다. 각 부품은 Fig. 2 에 있는 것과 같이 차례로 조립된 후 접착, 건조 공정을 거치고, 제품의 일련번호를 기입한 후 검사공정에서 등급판정을 받는다. 등급판정이 끝나면 완성된 렌즈모듈은 등급별로 별도의 Tray 에 담긴다.

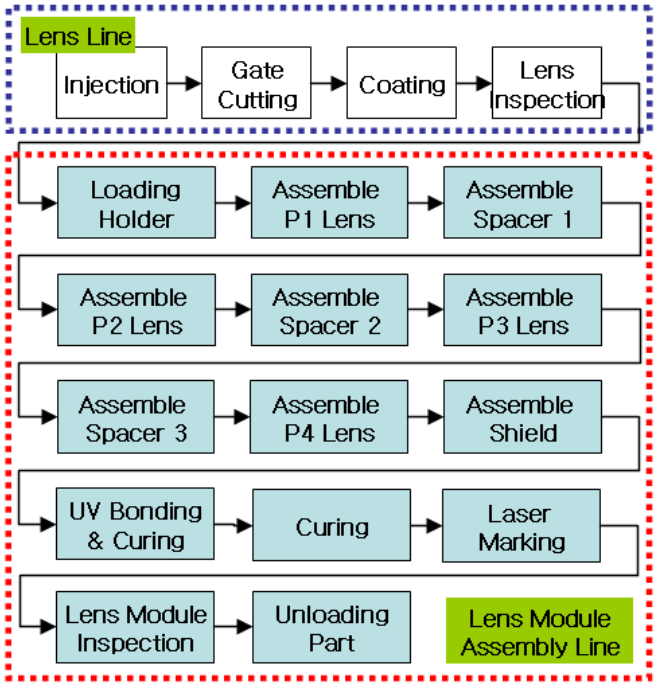


Fig. 2 Assembly processes of 3M pixels lens module

3. 렌즈모듈 조립시스템 개념

렌즈모듈조립시스템 설계의 기본 개념은 모듈(Module) 방식의 장비를 개발하는 것이다. 모듈방식이란 각 장비들이 독립적으로 공정을 수행할 수 있도록 되어 분리가 가능한 것을 의미한다. 모듈방식을 사용할 경우 제품 유형에 따라 조립부품수가 변경될 경우 조립모듈을 추가하거나 제거하여 대응할 수 있다. 또한 단위 모듈에 고장이 발생할 경우 수작업으로 변환시키기 용이하다.

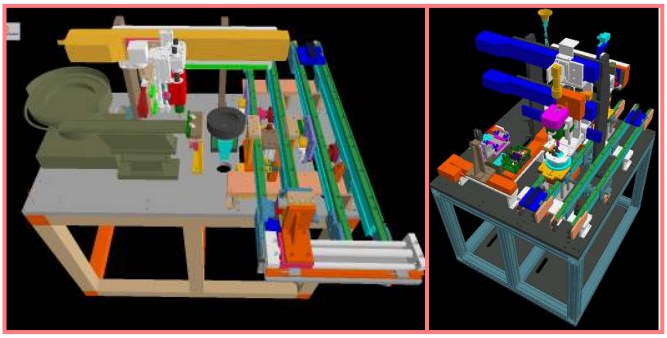
이러한 모듈 개념을 이용하여 시스템을 구축하는 개념은 직선형 라인개념과 로타리 방식의 개념이 보편적으로 사용된다. 문덕희 등[3]은 이 두 가지 방식 중 직선형 방식이 보다 효율적임을 시뮬레이션을 통하여 입증하였다. 따라서 본 연구에서 개발된 장비도 직선형 방식을 채택하였다. Fig.3 에 제시된 바와 같이 전체 조립라인은 7 개의 모듈로 구성되며 검사정비모듈의 경우 동일한 모듈 2 개가 병렬로 구성되는 구조를 가진다. 모듈 1~4 에서 렌즈를 조립하는 부분의 구조는 동일한 반면 스페이서를 조립하는 구조는 두 종류가 있다. 모듈 1 과 2 의 구조가 동일하고, 모듈 3 과 4 의 구조가 동일하다.

Module 1	Module 2	Module 3	Module 4	Module 5	Module 6	Module 7,8
Loading	Assy. P1, Assy. S1 (Type1)	Assy. P2, Assy. S2 (Type1)	Assy. P3, Assy. S3 (Type2)	Assy. P4, Assy. S4 (Type2)	Bonding, Curing, Marking	Inspection, Unloading

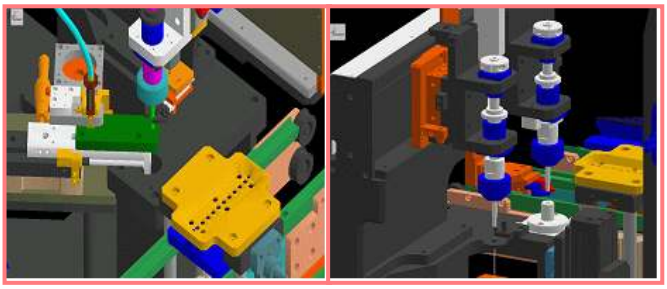
Fig. 3 Structure of assembly line

4. 장비 시뮬레이션

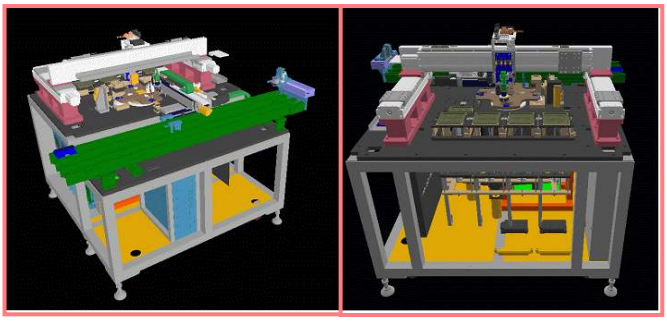
장비시뮬레이션의 목적은 크게 두 가지다. 먼저 설계상의 오류를 사전에 검증하여 장비 제작 후 발생할 수 있는 문제점을 사전 수정하는 것이다. 두 번째 목적은 공정시간을 예측하는 것이다. 공정시간은 장비를 구성하는 각 구동부의 움직임을 최적화하여 사이클시간(Cycle Time)을 최소화 시키는 목적을 가진다. 이 과정에서 각 구동부가 동작할 때 충돌이나 간섭현상을 검증한다. 장비시뮬레이션은 IGRIP 을 활용하여 수행하였다. Fig 4 는 개발된 장비들의 시뮬레이션 모델이다.



(a) Loading machine (b) Assembly machine



(c) Spacer assembly device (Type 1) (d) Spacer assembly device (Type 2)



(e) Inspection and unloading machine

Fig. 4 Simulation models of machines

시뮬레이션 모델 구축이 끝나면 Sequence Chart 를 작성하면서 Cycle Time 을 감소시킬 수 있는 방법에 대해 검토한다. 이 과정에서 동작 과정에서 발생하는 간섭현상을 검증한다 (Fig.5 참조). 본 연구에서 개발된 장비에서는 부품을 운반하는 Jig 의 용량이 10 개다. 따라서 각 장비별로 10 회의 Cycle 을 반복하며 Cycle Time 을 예측하였다. 그 결과 각 장비의 Cycle Time 은 40 초 내외로 예측되었다. 다만 Inspection 장비의 경우 Cycle Time 이 77 초 정도로 예측되어 전체 조립라인을 구축하기 위해서는 2 대의 Inspection 장비가 투입되어야 함을 알 수 있었다. 결과적으로 렌즈모듈 1 개당 Cycle Time 은 4 초 이내가 될 것으로 추정한다.

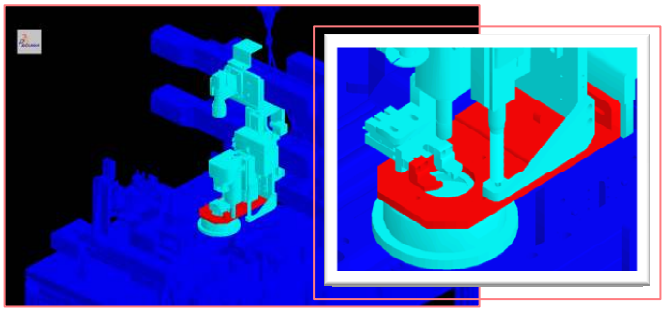


Fig. 5 Example of collision detection

5. 결론

본 논문에서는 3 메가 픽셀 렌즈모듈은 자동으로 조립하는 장비의 개발단계에서 시뮬레이션을 적용하여 검증을 수행한 사례를 소개하였다. 시뮬레이션이 설계상의 모든 문제점을 검증하는 것은 아니다. 하지만 상당부분의 설계 오류들이 시뮬레이션 과정을 통하여 검증이 가능하므로 장비 제작 후 수정을 해야 하는 위험성을 줄일 수 있다. 또한 설비의 구동을 위한 동작과정을 최적화 시킴으로써 최소의 Cycle Time 을 확보할 수 있다. 이와 같은 장비 시뮬레이션 모델을 전체 조립라인의 시뮬레이션 모델을 구축하는데 활용하여 전체라인의 효율성을 사전 예측할 수 있다.

후기

이 연구는 지식경제부에서 지원하는 “차세대 폰 카메라 조립, 평가용 지능형 정밀로봇시스템 개발”과제와 “차세대 신기술 개발사업” 중 “차세대 지능형 Micro-Factory 시스템 기술 개발” 과제의 부분적 지원을 받았음.

참고문헌

1. 문덕희, 이준석, 백승근, 장병림, 김영규 “3D 시뮬레이션을 활용한 렌즈모듈자동조립시스템 개발,” 한국시뮬레이션학회논문지 **16**,.65-74, 2007.
2. Chan, D.S.K., "Simulation Modeling in Virtual Manufacturing Analysis for Integrated Product and Process Design", Assembly Automation, **23**, 69-74, 2003.
3. Moon, D.H., Baek, S.G., Zhang, B.L., Jung, J.Y., Kim, Y.K. and Song, J.Y., "Application of Virtual Manufacturing in Developing Manufacturing System for the Lens Module of Phone-Camera", Preprints of 12th International Symposium on Information Control Problems in Manufacturing(INCOM 2006) (Industrial Supplement and Discussion Paper), Saint Etienne, France, 93-98, 2006.
4. Moon, D.H., Baek, S.G., Lee, J.S., Zhang, B.L., Shin, Y.W. and Kim, Y.G., “A Case Study of 3D Simulation for Developing Automatic Assembly Line in the Phone-Camera Industry”, Proceedings of Spring Simulation Multiconference 2007, Norfolk, U.S.A. **2**, 90-95, 2007.
5. Moon, D.H., Xu, T., Lee, J. S., Song, J.Y., Kim, Y.G., and Song, C., “Implementation of 3D Simulation for Developing Lens Module Production Line”, Proceedings of 6th International Conference of Information and Management Sciences, Lhasa, Tibet, China, 311-318, 2007.
6. Virtual Manufacturing Technical Workshop, “Compiled and Edited by Lawrence Associates Inc.”, 25-26, October 1994.