

* 1, 1, 1, 1, 2
1, ()

Study on Optimized Production Process of an Automatic Assembly System for the Electronic Component Using a Simulation Technology

*G. B. Lee¹, J. Y. Lee¹, W. Kim¹, Y.J. Cho¹, J.Y. Jung²

¹Korea Institute of Industrial Technology, ²Robot and Design, Inc.

Key words : Digital Manufacturing System, Machine Utilization, Modeling Technique

1.

최근 제조업체들은 시장 경쟁이 날로 치열해지면서 고객의 다양한 요구에 빠르게 대응할 수 있는 차별화된 상품과 서비스를 제공하기 위해 부단히 노력하고 있다. 차세대 전자부품들이 초소형화, 고정밀화 되어가는 추세 속에서 사람에 의한 조립/생산은 원천적으로 느린 생산속도와 높은 불량률 등의 문제를 안고 있다. 따라서 이러한 초소형 고정밀의 소형제품을 신속하고 무결점으로 생산하기 위해서는 고정밀의 자동화된 조립공정이 요구된다¹⁾. 본 연구에서는 이러한 조립공정의 설계 및 검증을 위해 반드시 필요한 디지털 제조환경 구축 방법 및 과정을 다루고자 한다.

디지털 제조환경 구축을 위해서는 세 가지 측면이 고려되어야 한다. 첫째는 제품이 어떻게 설계되고, 제조, 서비스되는가를 정의하는 제품(Product) 정보 측면, 둘째는 제품의 생산과 분배에 관련된 프로세스(Process) 정보 측면, 마지막은 기업 활동을 지원하는데 요구되는 설비, 인원, 자금 등과 같은 자원(Resource) 정보 측면이다. 따라서 본 연구의 목표는 이러한 세 가지 측면을 고려한 초소형 전자부품의 자동 조립 생산시스템을 사이버 공간에서 가상으로 구축하여 최적의 생산 프로세스를 제안할 수 있는 디지털 제조시스템을 구축하는 방법론을 제시하는 데에 있다. 이러한 디지털 제조시스템을 구현하여 제품, 프로세스, 자원과 관련된 모든 정보를 모델링하고 시뮬레이션 함으로써 제품 정의에서부터 출하까지의 모든 단계에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 발견하여 개선할 수 있을 것이다.

2.

본 연구에서는 다양한 방법론들 가운데 IDEF 프로세스 모델링 기법을 사용하였다. IDEF 방법은 기업이나 조직의 실재를 추상화하여 모델화하고(AS-IS), 작성된 모델의 체계적인 분석을 통하여 문제점을 추출하여 개선된 기업의 모델(TO-BE)을 설계할 수 있도록 개발된 시스템 분석 및 설계 방법이다²⁾. 이 중 IDEF3는 설명적 활동을 표현하기 위하여 특별히 개발된 시나리오 지향적 프로세스 흐름의 모델링 방법(Process-driven process flow modeling method)으로서 주어진 환경에서 어떤 상황이나 사건의 원인과 결과에 대한 전문가의 설명을 바로 포착, 표현할 수 있도록 구축되었다.

초소형 전자부품 자동 조립시스템에 대한 시뮬레이션 모델을 보다 효율적으로 구축하기 위해 본 연구에서는 IDEF3 활동 모델링 방법을 이용하여 카메라본 및 디지털 카메라 등에 사용되는 초소형 초음파 선형 모터(Tiny ultrasonic linear actuator)의 조립 프로세스를 분석했다. 실제 초소형 초음파 선형 모터가 조립되는 수작업 프로세스 (AS-IS)를 분석하여 향후 구축될 초소형 초음파 선형 모터 자동 조립 시스템의 프로세스 (TO-BE)를 가정해 보고 이를 통해 얻어진 조립품의 생산량, 부하 등을 비교해 보기 위해 Fig.1과 같이 표현하였다.



Fig. 1 TO-BE Process of Automatic Assembly System

3.

3D

IDEF3로 분석된 초소형 초음파 선형 모터의 TO-BE 프로세스에 대하여 Delmia-V5 S/W의 DPM Assembly를 이용하여 조립 시스템을 모델링하였다. 모델링에 사용된 시스템 구성도는 시스템 제조업체로부터 받은 향후 구축될 시스템의 CAD 모델링 데이터를 변환하여 사용하였다. 3D 모델링 및 시뮬레이션을 Fig.2와 같이 수행하여, 실제 시스템이 구축되었을 때 제품 조립 설의 운영 과정에서의 간섭 혹은 이동경로 등을 체크해 보았다³⁾.

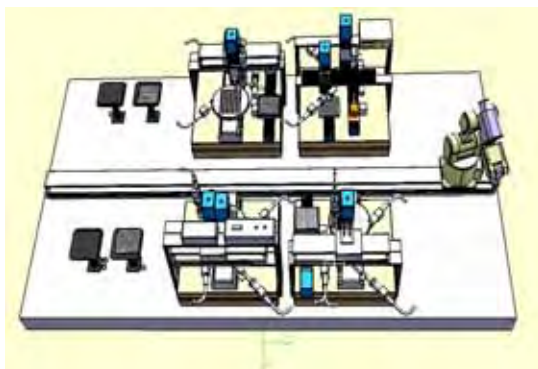


Fig. 2 3D Modeling for an Interference Check of the System

또한, 초소형 초음파 선형 모터 조립라인을 Delmia-QUEST S/W를 이용하여 모델링하였다. 기계를 비롯한 대부분 요소들은 QUEST S/W에서 제공하는 기본 형상을 이용하여 모델링하였다. Fig. 3에 전체 조립라인의 모델링 결과를 나타내었다. 작업 프로세스를 시뮬레이션하기 위해서는 각 기계의 사이클 타임이 필요하다. 본 연구에서는 시스템을 구축할 제조업체에 요청하여 제공 받은 초소형 초음파 선형 모터 조립라인의 사이클 타임 데이터를

참조하여 시뮬레이션 입력 데이터를 결정하였다.

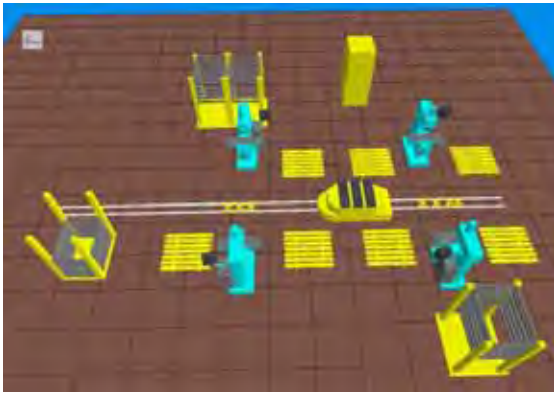


Fig. 3 QUEST Model of Assembly Line of Tiny Ultrasonic Linear Actuators

시뮬레이션을 수행한 결과 TO-BE 시뮬레이션의 Sink에 최종적으로 적재된 생산량은 687개(약 68pcs/h)이다. CERAMIC DISK AUTO ARRAY와 SHAFT AUTO ARRAY의 활용도가 95% 이상인데, 이는 시스템이 가동되는 시간이 증가될수록 쉬지 않고 계속 가동된다는 것을 의미한다. 따라서 이 두 프로세스에서 병목 현상이 발생할 가능성이 매우 높으며, 전체 프로세스의 생산성 향상을 위해서는 CERAMIC DISK AUTO ARRAY와 SHAFT AUTO ARRAY의 사이클 타임을 줄여야 할 것이다. 앞에서 설명한 시뮬레이션 결과로부터 조립라인의 생산성에 가장 큰 영향을 미치는 장비는 CERAMIC DISK AUTO ARRAY와 SHAFT AUTO ARRAY라는 사실을 알게 되었다. 두 장비의 활용도 변화가 전체 작업 결과에 어떠한 영향을 미치는가를 살펴보고자, 3가지 경우를 가정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

Table 1 Results of Line Simulation for 3 Cases

Cases	Machine Utilization		Result		
	C/D AUTO ARRAY(%)	SHAFT AUTO ARRAY(%)	Output (ea)	Remarks	
	97	95	687	-	
1	2 C/D AUTO ARRAY	70	95	687	-
2	2 SHAFT AUTO ARRAY	97	73	843	23% Up
3	2 C/D, 2 SHAFT AUTO ARRAY	70	95	1,062	55% Up

Table 1에서 Case 1은 CERAMIC DISK AUTO ARRAY를 2대로 증설한 경우이다. 시뮬레이션 결과 완성품은 687개로 기존 라인과 거의 동일한데, 이를 통하여 기존 라인에서 100%의 활용도를 보였던 두 설비 중 생산량에 보다 큰 영향을 미치는 것은 CERAMIC DISK AUTO ARRAY가 아니라 SHAFT AUTO ARRAY라는 것을 알 수 있었다.

Case 2는 SHAFT AUTO ARRAY를 2개로 증설한 경우이다. 시뮬레이션 결과 생산량은 843개로 기존의 경우보다 약 23%가 증가하였는데, 이는 기존 라인에서 SHAFT AUTO ARRAY 공정에 병목 현상이 발생하였음을 입증하는 것이다. CERAMIC DISK

AUTO ARRAY의 활용도는 100%로 기존 라인과 동일하고, SHAFT AUTO ARRAY의 활용도는 73%로 줄어들었다.

Case 3는 업체가 요구하는 조립라인에서 CERAMIC DISK AUTO ARRAY와 SHAFT AUTO ARRAY를 동시에 1대에서 2대로 증설한 경우이다. 시뮬레이션 결과 생산량은 1,078개로 기존 라인보다 무려 55%나 증가하였고, 각 설비의 활용도도 대부분 70% 이상으로 향상되었음을 알 수 있다⁴⁾.

4.

본 연구에서는 초소형 전자부품 조립생산 공장을 사이버 공간에서 가상으로 구축하여 최적의 생산 프로세스를 제안할 수 있는 디지털 제조시스템을 개발하였다. 본 연구에서 얻은 주요 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

1) 조립라인의 프로세스 분석을 위하여 일반적으로 사용되고 있는 방법론인 IDEF3를 이용하여 초소형 초음파 선형 모터 조립라인을 분석하였다.

2) 초소형 초음파 선형 모터 조립라인을 구성하는 각 셀의 간섭 및 이동경로를 체크하기 위해 Delmia-V5 S/W의 DPM Assembly를 이용하여 모델링하였다. 이 모델을 이용하여 초소형 초음파 선형 모터를 변경하거나 비슷한 유형의 초소형 전자부품을 조립할 때, 사이버 공간에서 가상으로 빠르고 신속하게 간섭을 확인하고 성능을 분석하는 등의 생산준비 작업을 수행할 수 있을 것이다.

3) 초소형 초음파 선형 모터 조립라인을 Delmia-QUEST S/W를 이용하여 모델링하고 시뮬레이션을 수행한 결과 CERAMIC DISK AUTO ARRAY와 SHAFT AUTO ARRAY에서 병목 현상이 발생한다는 것을 알 수 있었다. 또한, 라인의 일부를 수정한 3가지 경우에 대하여 시뮬레이션을 수행하여 비교한 결과, CERAMIC DISK AUTO ARRAY와 SHAFT AUTO ARRAY를 1대에서 2대로 변경할 경우의 생산량이 가장 뛰어났는데, 기존 라인의 생산량보다 55%나 증가하였다.

4) 마지막으로, 사이버 공간에서 초소형 전자부품 조립 업체의 디지털 생산 공장(Digital Factory)을 구축하여 최적의 생산 프로세스를 제안할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구는 산업자원부에서 추진하는 차세대신기술개발사업의 하나로 수행되고 있는 '글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

1. 전자상거래 표준화 통합포럼 "UMM적용을 위한 IDEF 매핑 지침"
2. 김 원, 강희석, 조영준, 이규봉, 정지영, 서일홍, "초소형 초음파 선형 모터의 조립 자동화를 위한 지능형 민첩 생산시스템" 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2006.
3. "DEMIA V5R15 User Manual, Tutorials Manual"
4. "QUEST D5R13 User Manual, Tutorials Manual"