

사용자 맞춤형 제조공정 정보관리 시스템 구축 방안[†]

(Construction of Information Management System for User Customized Manufacturing Process)

김 태 훈*, 문 창 배**, 김 병 만***, 이 현 아****, 김 현 수**

(Tae-Hoon Kim, Chang Bae Moon, Byeong Man Kim, Hyun Ah Lee, and
HyunSoo Kim)

요약 본 논문에서는 제조공정의 공정정보관리시스템을 구축하는데 있어서 기존 솔루션을 도입하여 수정하는 방법이 아니라 자체적으로 시스템을 설계하고 개발하는 방법을 제안하고 그 구축 효과를 살펴본다. 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위한 데이터베이스 구축 방법을 소개하고, 사용자의 특성에 맞는 맞춤형 정보를 제공할 수 있는 방법으로 공정의 기준정보를 세분화하고, 세분화한 기준정보를 각 단계별로 연관성을 가지도록 코드화한다. 코드화된 기준정보를 이용하여 활용도가 가장 높은 리포트 기능을 사용자 편의에 초점을 맞추어 제공하는 방법을 제안한다. 마지막으로는 구현을 통하여 제안 시스템의 유용한 예를 몇 가지 제시한다.

핵심주제어 : 제조공정관리시스템, 사용자 맞춤형 리포트

Abstract This paper suggests a way to construct an information management system for manufacturing process not by modifying existing solutions but by designing and developing its own solution, then examines its effects. To solve problems of existing systems, objects to be managed are organized and coded hierarchically so that a management system becomes more flexible and efficient in handling user's various needs and changes of equipments. We also provide user-customized reporting function where reporting forms are dynamically constructed depending on user's need. To validate our approach, we implement a real system and illustrate some useful examples.

Key Words : Management System of Manufacturing Process, User Customized Report

1. 서 론

제조공장의 대다수 장비들은 기존의 수동 설비에서 자동화 시스템이 접목된 설비로 전환되는 추세에 있

다. 최근 자동화 시스템은 네트워크 기능을 포함하여 예전의 설비 환경에 비하여 공정정보시스템 구축이 용이한 환경을 제공한다. 그러나 기존의 공정정보시스템들은 무차별적인 데이터를 제공하기 때문에 사용자가 데이터를 재정리하는 과정이 필요하여, 시스템 재구축이나 확장에 따른 추가적인 비용이 수반된다.

기존의 제조공정관리시스템에는 세 가지 문제점들이 있다. 첫 번째는 비효율적인 데이터 축적이다. 기본 사용자 요구사항인 실시간 공정 데이터 수집과 데

[†] 본 연구는 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음

* (주) 노바소프트 대표

** 금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

*** 금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

**** 금오공과대학교 컴퓨터소프트웨어공학과, 교신저자

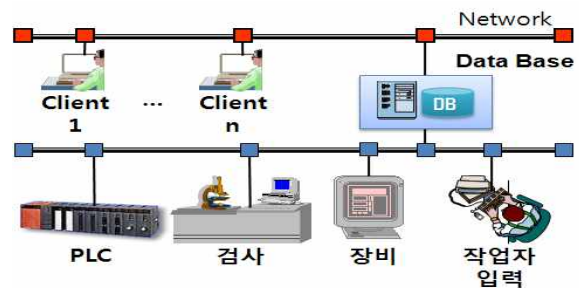
이더 제공을 반영하여 시스템 구축이 완료된 후에 새로운 요구사항이 발생하면 데이터 축적방식을 변경해야 하기 때문에 효율적인 데이터 축적이 불가능해진다. 두 번째는 데이터의 이원화 문제이다. 이는 전체 공정이 자동화 라인인 인라인 방식에서는 발생하지 않지만, 수동 라인의 사용자 입력 데이터와 자동화 라인의 자동 수집 데이터를 독립적으로 관리하여 수동 라인과 자동화 라인을 병행하는 공정에서 발생하는 문제이다. 마지막 세 번째 문제점은 각기 다른 사용자와 업무적 특성에 따라 조회하고자 하는 데이터가 서로 다른 경우가 발생하는 문제로 기존 시스템들은 이를 반영하기가 힘들다.

본 논문에서는 제조공정의 공정정보관리시스템을 설계하고 개발하는 방법에 대하여 태양광모듈 제조공정 및 포토마스크 제조공정을 중심으로 구축 방법을 제안하고, 그 구축 효과를 살펴본다. 또한 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위한 데이터베이스 구축 방법과 다양한 사용자와 업무적 특성을 반영할 수 있는 맞춤형 정보 서비스 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 정리한다. 3장에서는 기본적인 시스템 구축 방안 및 제기된 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위한 방법을, 4장에서는 시스템과 데이터베이스 설계 방식을 제안한다. 5장에서는 시스템 구축 및 효과에 대하여 제시하고, 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

공정관리시스템(MES, Manufacturing Execution System)은 AMR(Advanced Manufacturing Research), APICS(The Association of Operations Management), MESA(Manufacturing Enterprise Solution Association) 등에서 다양하게 정의되며, 응용 분야에 따라 다양하게 접근되어 왔다[1~10]. MESA에서는 “MES는 계획되거나 주문받은 제품을 최종 제품이 될 때까지 생산 활동을 최적화할 수 있는 정보를 제공하며 정확한 실시간 데이터로 공장 활동을 지시, 대응, 보고한다. 이에 따라 공장에서 가치를 제공하지 못하는 활동을 줄이는 것과 함께, 변화에 빨리 대응할 수 있게 하여, 공장 운영 및 공정의 효과를 높이며, 납기, 재고, 회전율, 충수익, 현금 흐름 등을 개선할 뿐 만 아니라 운영 자



<그림 1> 제조공정정보관리시스템의 네트워크 구성도

산에 대한 회수율도 좋게 한다. MES는 양방향 통신으로 기업 전체 및 공급 회사에 걸쳐 생산 활동에 대한 중요한 정보들을 제공한다.”라고 정의하였다[1]. MES의 여러 모델 중 MESA와 ISA에서 제시하는 통합 모델(enterprise control integration model)인 ANSI/ISA-95(2000) 모델이 가장 널리 인용되고, ISA-95 모델은 국제표준(IEC/ISO 62264)으로 사용된다[2]. MESA는 MES 표준 기능으로 정착된 MESA-11 모델 이후, 2004년 Collaborative MES (c-MES) 모델로 공급자와 고객 간의 협업 업무를 중시한 기능으로 발전시켰고, 2007년에는 실시간 기업, 낭비 없는 생산, 품질 및 규정 준수, 자산 실적 관리, 제품 수명 주기 관리가 추가된 MESA Strategic Initiative Model을 발표하였다[3].

일반적인 제조공정정보관리시스템은 <그림 1>과 같다. 공정정보관리시스템에는 공정데이터의 수집이 선행하고 본 논문의 시스템은 PLC에 의한 데이터 수집을 대상으로 한다. PLC는 마이크로프로세서와 반도체 발달에 힘입어 연산속도와 처리능력이 향상되면서 일반화되었으며, PLC의 소형화, 고기능화, 저가격화로 급속히 보급되었으며 소규모 공작기계에서부터 대규모 시스템 설비에 이르기까지 응용 범위가 확대되고 있다[7]. 본 논문에서는 PLC의 address와 공정 정보들을 1:1로 매핑 시켜 사용자에게 정보를 제공한다.

실무에서 파악되는 기존 공정정보관리시스템의 문제점은 크게 아래 3가지로 지적할 수 있다.

- **솔루션 의존적인 개발 환경**

기존 시스템의 경우 범용으로 만들어진 솔루션을 도입하여 커스터마이징(customizing)하는 방법을 사용하고 있다. 솔루션들이 제조공정의 여건을 고려하여 시스템을 구축하지만, 일부 여건의 차이나 솔루션 자체의 특성 등으로 제조공정의 여건을 반영하기 어렵다. 이로 인해 시스템 구축 완료 이후에 발생하는 사

용자의 요구로 인한 추가 개발이 필요하다.

● **관리 인력의 부족**

현장에서는 시스템을 기획하고 관리할 수 있는 전문 인력이 부족하다. 인건비 부담을 줄이기 위해 시스템 구축은 외부 업체에 의존하게 되고 관리 인력은 부족하여 원하는 구동을 기대하기 어렵다.

● **요구 분석의 어려움**

상위 관리자의 요구를 위주로 기획 및 설계가 이루어져 현장 사용자의 요구가 반영되지 않아 실제 제조 공정의 현장과 맞지 않는 경우가 많다. 상위 관리자가 바뀌는 경우에는 관리지표 및 목표 관리가 변경되어 시스템의 수정 및 개발 요구사항이 발생하게 된다.

3. 공정정보관리시스템의 구축 방안

본 논문에서는 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위해 1) 공정의 기준정보를 세분화하고, 2) 세분화한 기준정보를 각 단계별로 연관성을 가지도록 코드화하고, 3) 시스템에서 활용도가 가장 높은 리포트 기능을 코드화된 정보를 이용하여 사용자의 편의에 초점을 맞추어 제공하는 방법을 제안한다.

3.1 공정 기준정보의 세분화

공정 기준정보 세분화에서는 라인, 장비, 공정 등의 시스템의 기본이 되는 공정의 기준정보를 상세하게 세분화하고 각 단계별, 항목별로 코드를 부여하여 관리하는 것으로, 이는 효율적인 생산공정관리시스템 개발에서 가장 중요시되는 부분이다. 본 논문에서는 제조 공장의 공정에서 나눌 수 있는 라인, 공정, 설비나 장비, 그리고 각 장비 내의 각각의 부품이나 인자들도 모두 구분하여 6단계로 세분화 한다. 각 단계는 다음과 같으며, 태양광모듈 조립라인의 생산 공정에 세분화 6단계를 적용한 예를 <표 1>에서 보인다.

● **1 단계 : 공장 구분**

공장이 하나 이상일 경우 공장을 구분한다.

● **2 단계 : 라인 구분**

<표 1> 공정 기준정보 세분화의 예

1 단계	공장 구분	1공장	2공장
2 단계	라인 구분	1 공장	2 공장
		A라인	A라인
3 단계	공정 구분	Cell Soldering	
		String Inspection	
		Matrix	
		Laminator	
		Frame 조립	
		Simulation	
		Final Inspection	
4 단계	장비(호기) 구분	1공장 A라인	1공장 B라인
	Cell Soldering	4 EA	3 EA
	String Inspection	1 EA	1 EA
	Matrix	1 EA	1 EA
	Laminator	4 EA	4 EA
	Frame 조립	1 EA	1 EA
	Simulation	2 EA	1 EA
	Final Inspection	2 EA	2 EA
5 단계	세부공정 구분 (Matrix 공정)	Glass	
		EVA	
		String Soldering	
		EVA	
		Back Sheet	
6 단계	인자 구분 (String Soldering)	String Count	
		Soldering 온도	

대부분의 제조 공장이 하나 이상의 라인을 가지고 있기 때문에 라인을 구분해야 한다.

● **3 단계 : 공정 구분**

제조 공장의 현장의 특성에 따라 공정을 구분한다.

● **4 단계 : 장비(호기) 구분**

전 공정과 후 공정 간의 작업시간에 차이가 나는 경우에 공정 간의 작업 시간을 효율적으로 관리하기 위해서 중간 공정에는 동일한 장비를 여러 대 가동할 수 있도록 장비를 구분한다.

● **5 단계 : 세부공정 구분**

동일 공정 내에서도 여러 개의 소규모 공정으로 나눌 수 있는 경우 작업의 특성을 고려하여 세부공정을 구분한다.

● **6 단계 : 인자 구분**

공정정보관리시스템에서 관리하고자 하는 모든 정보들을 각각 하나의 인자로 구분한다.

3.2 공정 기준정보의 코드화

공정정보시스템에서는 세분화한 각 인자들을 체계적으로 얼마나 잘 코드화 하는가에 따라 시스템 개발 및 유지보수 기간이 결정된다. 세분화된 각 단계는 상위 항목에 하위 항목들이 트리구조를 가지도록 구성되고, 이 점에 기반하여 최상위에서 최하위 단계까지 연관성을 가지도록 코드를 구성한다.

<표 2> 공정 기준정보 코드화의 예

1 단계	공장 구분	1공장 S1	2공장 S2
2 단계	라인 구분	1 공장 A라인 S1A0	2 공장 A라인 S2A0
		B라인 S1B0	
3 단계	공정 구분	1 공장 A라인	
		Cell Soldering	
		S1A0CLSD	
		String Inspection	
		S1A0STIP	
Matrix			
S1A0MAT0			
4 단계	장비(호기) 구분	1 공장 A라인 Matrix 공정	
		Matrix 1호기	
		S1A0MAT0M001	
		Matrix 2호기	
S1A0MAT0M002			
5 단계	세부공정 구분 (Matrix 공정)	1 공장 A라인 Matrix 공정 1호기	
		Glass	
		S1A0MAT0M001GLS0	
		EVA	
		S1A0MAT0M001EVA1	
String Soldering			
S1A0MAT0M001STSD			
6 단계	인자 구분 (String Soldering)	1 공장 A라인 Matrix 공정 1호기 String Soldering 세부공정	
		String Count	
		S1A0MAT0M001STSDCNT0	
		Soldering 온도	
S1A0MAT0M001STSDTMP0			

기존 시스템에서는 상위 항목과 하위 항목에 연관성이 있더라도 각각의 코드를 이원화하여 관리한다. 이로 인해 상위 항목의 특정 아이템을 기준으로 데이터를 검색하는 경우 상위 항목의 코드를 기준으로 그 상위 항목에 종속된 하위 항목들을 검색하고, 검색된 하위 항목들을 기준으로 다시 데이터를 검색하는 두 단계의 검색 단계를 가지게 된다. 이러한 구조는 상-

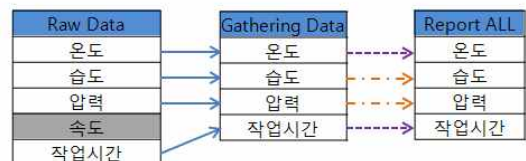
하위 항목의 연관성이 자주 변동되는 경우에는 유용하지만, 제조공정과 같이 변동이 거의 발생하지 않는 경우에는는 처리 효율을 감소시킨다. 본 논문에서는 상위 항목의 코드만으로도 상위 항목에 종속된 모든 하위 항목들을 검색할 수 있도록 상위 항목과 하위 항목의 코드들이 서로 연관성을 가지도록 코드화한다.

<표 2>는 표 1의 각 단계별로 상위에서 하위로 진행하면서 연관성을 가지도록 코드를 부여한 예이다. 각 단계별로 부여된 모든 코드들은 시스템의 기준정보에서 유일(unique)한 값으로 처리된다.

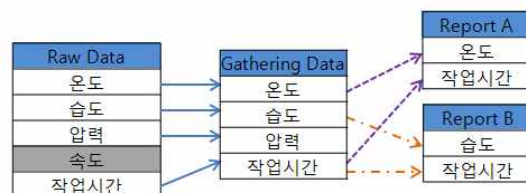
3.3 리포트 기능의 개인화

공정정보관리시스템의 기능 중 문제점을 발생시키는 대부분은 리포트와 관련된 기능들이다. 같은 업무를 하는 사용자라도 각기 보고자 하는 데이터가 다를 뿐 아니라 형식 또한 다르다. 사용자 A는 온도와 작업시간 데이터를 제공받기를 원하고, 사용자 B는 습도와 작업시간 데이터를 제공받기를 원하는 경우 기존 공정정보관리시스템에서는 두 가지 방법을 사용한다. 첫 번째 방법은 <그림 2>의 [CASE A]와 같이 사용자 A가 요구한 온도와 생산시간 데이터 및 사용자 B가 요구한 습도와 생산시간 데이터를 모두 포함하는 하나의 리포트 화면으로 제공하는 방법이다. 두 번째 방법은 [CASE B]와 같이 사용자 A가 요구하는 온도와 생산시간 데이터를 보여주는 리포트 화면과 사용자 B가 요구하는 습도와 생산시간 데이터를 보여주는

- 사용자 A의 Report 요구사항 : 온도, 작업시간
- 사용자 B의 Report 요구사항 : 습도, 작업시간



[CASE A] 사용자 A, B의 요구 사항을 모두 포함하는 하나의 Report 화면으로 제공



[CASE B] 사용자 A, B의 요구 사항을 따로 구성하여 두 개의 Report 화면으로 제공

<그림 2> 기존 시스템의 리포트 데이터의 예

리포트 화면을 따로 구성하여 두 개의 리포트 화면으로 구성하는 방법이다.

기존 두 가지 방법으로 구축된 공정관리 시스템은 각각 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. [CASE A]는 각 사용자 입장에서는 요구한 데이터외의 불필요한 정보를 제공하고, [CASE B]는 시스템 구축과정에서 사용자별 요구 사항이 다양해질수록 구성되는 리포트 화면의 수가 늘어남으로 개발 비용이 증가한다.

기존 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 사용자별 맞춤형 리포트를 제공한다. 사용자별 맞춤형 리포트는 개발자 또는 관리자가 일차적으로 조회 가능한 데이터들을 설정하면 설정한 항목을 사용자에게 제공한다. 사용자별 맞춤형 리포트를 제공하기 위해 관리자가 <그림 3>의 (a)와 같이 조회 가능한 데이터들을 선별한다. 조회 가능한 데이터들을 선별하는 이유는 시스템에서 제공 가능한 데이터들은 한정되어 있고, 리포트 화면에서는 사용자에게 필요 없는 데이터들이 존재하기 때문이다.



(a) 관리자가 선별한 리포트 데이터



(b) 사용자 요구에 유동적인 리포트 데이터

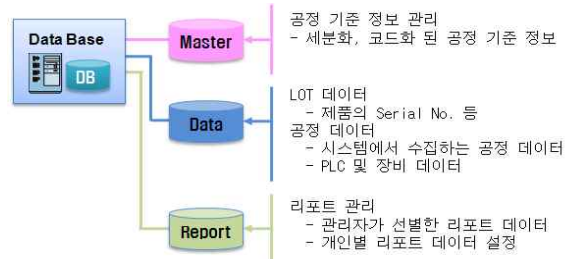
<그림 3> 리포트 개인화의 예

사용자별 맞춤형 리포트 데이터를 관리자가 선별하면 이 데이터를 기준으로 각 사용자들은 자신의 업무에 필요한 데이터를 선별한다. <그림 3>의 (b)와 같이 관리자가 일차적으로 선별해 놓은 리포트 데이터 중에서 사용자 A는 리포트 요구 사항에 온도, 작업시간이라는 데이터를 설정하고, 사용자 B는 리포트 요구 사항에 습도, 작업시간이라는 데이터를 설정함으로써 사용자의 업무 특성에 맞는 데이터만 제공한다.

4. 시스템 및 데이터베이스 설계

4.1 시스템 설계

본 논문은 <그림 4>와 같이 데이터베이스를 크게 Master와 Data, Report의 세 영역으로 나눌 수 있다. 각각을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.



<그림 4> 데이터베이스의 기능별 세 가지 영역

첫번째 영역인 Master 영역은 3.1과 3.2에서 제시한 바와 같이 공정 전반에서 세분화된 항목들을 코드화하여 관리한다. Master 영역의 공정을 관리하는 테이블은 <그림 5> [CASE A]와 같이 코드화 3단계의 각 공정을 구분해 주는 코드값을 관리하고, 인자를 관리하는 테이블은 [CASE B]와 같이 코드화 6단계의 각 인자를 구분하는 코드값을 관리한다. 코드값들은 데이터를 수집하여 관리하는 Data 영역과 수집된 데이터를 활용하여 리포트 기능에 제공해 주는 Report 영역에서도 기준값으로 사용한다.

3 단계	공정	공정 구분	공정 코드
		Cell Soldering	STA0CLSD
String Inspection	STA0STIP		
Matrix	STA0MATO		

[CASE A] 공정 관리 MASTER

6 단계	String Soldering	인자 구분	인자 코드
		String Count	STA0MATO001STSDCNT0
		Soldering 온도	STA0MATO001STSDTMP0

[CASE B] 인자 관리 MASTER

<그림 5> Master 영역에서 관리하는 데이터 예

두번째 Data 영역은 데이터베이스 하단부의 PLC 및 장비 데이터를 수집하여 관리하는 역할을 한다. 실제 공정에서 발생하는 모든 데이터들을 수집 관리할 뿐만 아니라 제품의 시리얼 번호를 포함하는 개별 제품에 대한 전반적인 정보들을 모두 관리한다. Data 영역에서 관리하는 모든 데이터들은 Master 영역의 코드값을 기준으로 수집, 관리된다. <그림 6> [CASE A]는 <그림 5> [CASE A]에서 정의한 공정코드를 기준으로 각 공정별 작업시간이 수집, 관리되는 예, <그

림 6> [CASE B]는 <그림 5> [CASE B]에서 정의한 인자코드를 기준으로 해당 공정의 각 인자에 대한 데이터가 수집, 관리되는 예를 보인다.

LOT의 공정별 시간 관리 : 착공/원공				
LOT ID	공정 코드	Start Time	End Time	
L0001	STADCLSD	2011-06-24 11:05:00	2011-06-24 12:10:00	
L0001	STADSTIP	2011-06-24 12:15:00	2011-06-24 13:20:00	
L0001	STADMATQ	2011-06-24 13:29:00	2011-06-24 13:45:00	

[CASE A] 제품의 공정별 작업 시간

인자별 데이터 관리		
인자 코드	측정 시간	데이터
STADMATQ001STSDCNTQ	2011-06-24 13:30:00	10
STADMATQ001STSDTMPQ	2011-06-24 13:31:05	216
STADMATQ001STSDCNTQ	2011-06-24 13:33:00	10
STADMATQ001STSDTMPQ	2011-06-24 12:34:05	208

[CASE B] Matrix 공정의 인자 데이터

<그림 6> Data 영역에 저장되는 데이터의 예

마지막 Report 영역은 사용자별 맞춤형 리포트 제공을 위한 영역이다. Report 영역에는 Master 영역에 정의한 시스템에서 수집, 관리 가능한 데이터들 중에서 관리자가 리포트 기능별로 제공하기 위해 미리 선별된 인자와 정보들이 Master 영역의 코드값을 기준으로 저장된다. 사용자는 저장된 정보들 중에서 리포트 기능별로 제공할 항목들을 선정하고 저장하여, 사용자별 맞춤형 데이터를 제공하는데 활용한다. <그림 7>은 관리자에 의해 선별된 인자들과 사용자별로 리포트 화면에 요구하는 데이터 항목을 정의한 예이다.

인자 코드 정의		사용자별 정의 항목	
인자 구분	인자 코드	인자 코드	사용자
String Count	STADMATQ001STSDCNTQ	STADMATQ001STSDCNTQ	사용자 A
Soldering 온도	STADMATQ001STSDTMPQ	STADMATQ001STSDTMPQ	
Glass 종류	STADMATQ001GLSOTYPE	STADMATQ001GLSOTYPE	사용자 B
EVA 종류	STADMATQ001EVAOTYPE	STADMATQ001EVAOTYPE	
Laminator 온도	STADLAM1001LAMI1TMPQ	STADLAM1001LAMI1TMPQ	

[MASTER - 인자 코드 정의]

[REPORT - 사용자별 리포트 항목 정의]

<그림 7> 사용자별 리포트 항목 정의

개인별 맞춤형 리포트 기능을 제공하기 위해서는 <그림 8>과 같이 앞에서 정의한 데이터베이스의 세 가지 영역이 모두 필요하다. 그림과 같이 Master 영역에 공정의 기준이 되는 인자들을 정의해서 코드화해 놓으면 이 인자들을 기준으로 Data 영역은 데이터를 수집하여 저장하는 역할을 하고 Report 영역은 사용자별 리포트 항목 정의에 사용된다. 실제 구현되는 리포트 화면에서는 Report 영역의 사용자별 정의 항목을 기준으로 Data 영역의 데이터를 조회하여 사용자별 맞춤형 리포트 데이터를 제공한다.

Master 영역 : 인자 정의 코드		사용자 A의 리포트 데이터			
인자 정의 코드	인자 코드	LOT	String Count	Soldering 온도	Laminator 온도
String Count	STADMATQ001STSDCNTQ	L0001	10	216	216
Soldering 온도	STADMATQ001STSDTMPQ	L0001	10	216	216
Glass 종류	STADMATQ001GLSOTYPE	L0002	12	208	208
EVA 종류	STADMATQ001EVAOTYPE	L0003	10	210	210
Laminator 온도	STADLAM1001LAMI1TMPQ	L0004	11	212	212

<그림 8> 개인별 맞춤형 리포트의 데이터 구성

4.2 데이터베이스 설계

첫 번째 Master 영역은 크게 공정 기준정보, 모델, 자재, 아이템의 네 가지 항목으로 구분되며, 각 항목별로 <그림 9>와 같은 테이블들을 가지고 있다. 공정 기준정보 항목은 3.2절에서 코드화한 정보들을 관리하는 테이블을 포함하고, 모델 항목은 모델별 관리항목 및 각 공정의 인자에 대한 관리기준을 관리하는 테이블이 포함한다. 자재 항목에는 자재 리스트와 BOM을 관리하는 테이블을 포함하고, 아이템 항목에는 시스템 전반적으로 사용되는 각각의 세부 항목들을 관리한다.

Master 영역의 테이블 관계도는 <그림 10>과 같다. Master 영역에서는 모델 정보와 공정 기준정보를 중심으로 테이블 간의 연관성을 정의한다. 모델별 인자 스펙은 각 모델별로 각각의 인자에서 관리하는 스펙들을 관리한다. 모델별 공정 흐름은 동일한 제조 라인에서도 모델별로 생산하는 공정의 순서를 서로 다르

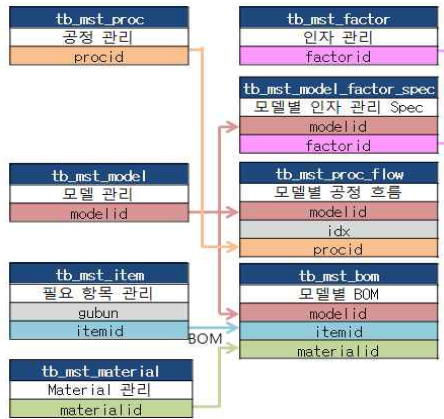
공정 기준정보	Table Name	Description
	tb_mst_factory	공장 관리
	tb_mst_line	라인 관리
	tb_mst_proc	공정 관리
	tb_mst_hogi	장비(호기) 관리
	tb_mst_unit	세부 공정 관리
	tb_mst_factor	인자 관리

Model	Table Name	Description
	tb_mst_model	모델 관리
	tb_mst_model_info	모델 정보 관리 : Size 등의 세부적인 항목
	tb_mst_model_factor_spec	모델별 인자 관리 Spec
	tb_mst_model_proc_flow	모델별 공정 흐름

Material	Table Name	Description
	tb_mst_material	Material 관리
	tb_mst_bom	모델별 BOM(Bill Of Material)

Item	Table Name	Description
	tb_mst_item	필요 항목 관리 - 모델 정보의 세부적인 항목 - 모델별 관리 Spec에 사용되는 인자 - BOM에 사용할 항목 - 검사 항목 - 기타 항목 관리

<그림 9> 마스터 영역의 테이블 리스트



<그림 10> Master 영역의 개체 관계도

계 적용하는 경우에 각 모델별로 제품 생산의 흐름을 관리한다. 모델별 BOM 관리 테이블은 각 모델별로 BOM 관리 항목 테이블 및 원자재 테이블을 참조하여 데이터를 생성하고 관리한다.

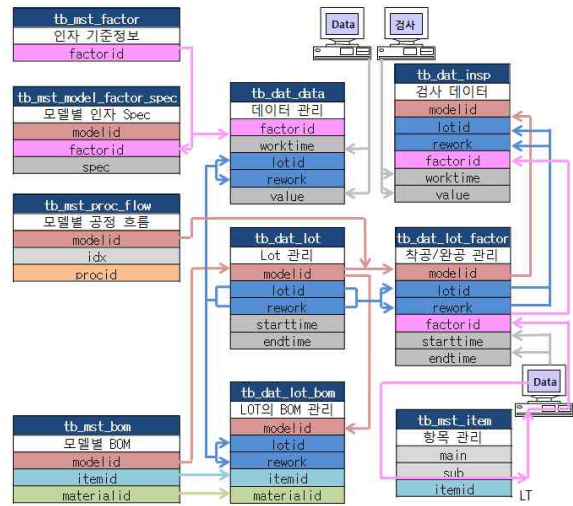
두 번째 Data영역은 데이터, 제품, 검사의 세 가지 항목으로 구분되며, 각 항목별로 <그림 11>과 같은 테이블들을 가진다. 데이터 항목은 공정에서 발생하는 기본 데이터들인 PLC에서 수집되는 데이터, 작업자 입력 데이터, 장비 로그 데이터 등을 관리하는 테이블이고, 제품 항목은 제품의 시리얼 번호, 사용된 원자재, 제품의 공정별 작업 시간 등의 데이터들을 관리하는 테이블들이다. 검사 항목은 제품의 검사 결과 등의 데이터를 관리하는 테이블이다.

	Table Name	Description
Data	tb_dat_data	데이터 관리 - PLC Data - 작업자 입력 데이터 - 장비 로그 : 필요 항목만 parsing
	tb_dat_lot	Lot 관리
	tb_dat_lot_bom	Lot별 BOM 관리
Lot	tb_dat_lot_factor	Lot의 인자별 시간 관리 : 착공/완공
	tb_dat_insp	검사 데이터
검사	tb_dat_insp	검사 데이터

<그림 11> 데이터 영역의 테이블 리스트

<그림 12>는 Data 영역의 테이블과 Master영역과의 연관관계를 보인다. LOT 관리테이블은 모델 테이블을 참조하여 모델별 LOT 정보를 관리하고, 착공/완공 관리테이블은 각 공정 또는 인자별로 해당 작업의 시작과 종료 시간을 관리한다. 데이터 관리테이블은 제조현장에서 발생하는 데이터들 중에서 LOT와 관련

된 데이터 및 검사 데이터를 제외한 나머지 대부분의 데이터들을 관리하는 테이블이고, 검사 데이터는 착공/완공 관리 테이블을 참조하여 검사 장비에서 발생하는 검사 정보를 관리한다.



<그림 12> 데이터 영역의 개체 관계도

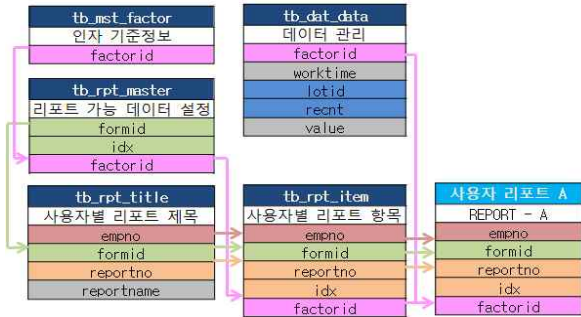
세 번째 영역인 Report 영역은 <그림 13>과 같이 데이터 설정, 리포트 관리, 리포트별 항목 관리 테이블들을 포함한다. 사용자별 맞춤형 리포트를 위해서 각 사용자들이 설정하는 항목들이 저장되고, 실제 리포트 화면에서도 Report 영역 테이블 데이터를 제공한다.

Report	Table Name	Description
	tb_rpt_master	리포트 가능한 데이터 설정 : 관리자(개발자)
	tb_rpt_title	사용자별 리포트 제목 관리
	tb_rpt_item	사용자별 리포트 항목 관리

<그림 13> 리포트 영역의 테이블 리스트

<그림 14>는 세 번째 영역인 Report 영역의 테이블과 개인별 리포트 화면의 관계를 보인다. 인자 기준 정보를 참조하여 관리자가 리포트 마스터 테이블에 리포트 가능 데이터를 설정한다. 사용자는 리포트 마스터 테이블에 설정된 리포트 가능 데이터를 참조하여 각 리포트 별로 리포트 리스트 화면에 보여줄 데이터를 선정하여 사용자별 리포트 관리 테이블에 저장한다. 실제 사용자 리포트 화면에 보여주는 데이터는 사용자별 리포트 관리 테이블에 저장된 인자 정보

를 기준으로 데이터 관리 테이블에서 해당 데이터를 조회하여 제공한다.



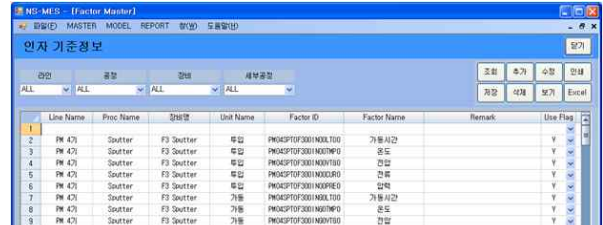
<그림 14> 테이블과 개인별 리포트 화면의 관계

5. 시스템 구현 및 비교

5.1 시스템 구현

제안된 방식에 기반한 실제 시스템을 구현하였다. 인자 기준정보 관리화면은 <그림 15> (a)와 같다. 추가 버튼을 클릭하면 새로운 항목을 입력하고, 저장 버튼을 클릭하면 현재 정의한 내용들을 저장한다. 시스템에서 수집, 관리하는 데이터 중에서 관리자가 개인별 리포트 화면에 제공할 인자들을 미리 선별하는 화면은 <그림 15> (b)와 같다. 화면 왼쪽 리스트의 품을 먼저 선택하고 추가 버튼을 클릭하여 해당 품에서 제공 가능한 항목들을 입력하고 저장 버튼을 클릭하여 저장한다. 이 화면의 설정은 개발자 또는 시스템 관리자에 의해서만 수정이 가능하도록 하였다. <그림 15> (c)는 사용자들이 해당 리포트 화면에서 보고자 하는 데이터 항목들을 선택하는 화면이다. 첫 번째 리스트에서 설정하고자 하는 품을 먼저 선택하고 두 번째 리스트에서 해당 품에서 정의할 리포트 제목을 편집한다. 추가 버튼을 클릭하면 리포트 제목을 추가할 수 있으며, 저장 버튼을 클릭하면 리포트 제목을 저장한다. 마지막 네 번째 리스트에서 해당 리포트 화면에 보여줄 데이터를 선택하고 세 번째 리스트와 네 번째 리스트 사이에 있는 추가 버튼을 클릭하면 세 번째 리스트에 추가한다. 저장 버튼을 클릭하면 세 번째 리스트에 정의된 내용을 저장한다. 세 번째 리스트에 정의된 내용들이 실제 개인별 리포트 화면에 제공된다.

사용자들에게 제공되는 개인별 리포트 화면은 <그림 15> (d)와 같다. 조회 기간을 선택하고 왼쪽 리스트의 리포트 제목을 클릭하면 <그림 15> (c)에서 설정한 항목들을 기준으로 오른쪽에 리포트 화면을 제공한다.



(a) 인자 기준정보 관리화면



(b) 리포트 관리화면



(c) 개인별 리포트 설정화면



(d) 개인별 리포트 설정화면

<그림 15> 본 논문의 시스템

5.2 시스템 비교

본 논문에서 제시한 방법은 공정 기준정보의 세분화-코드화를 통해 사용자 맞춤형 리포트 기능을 지원한다. 기존 시스템은 분석된 요구사항에 맞춰서 시스템을 설계하거나 수정이 어려운 솔루션을 도입하여, 현장의 다양한 요구사항에 대응하기 어렵다. 하지만 본 시스템의 방식에서는 관리자의 허용 범위 내에서 사용자가 원하는 기능을 직접 설정하여 구동할 수 있

게 구성하여, 소수의 관리자에 의해서 사용자의 다양한 요구사항에 쉽게 대응할 수 있다.

본 시스템의 방식을 사용하는 경우 데이터베이스에 대한 잦은 접근으로 시스템 부하가 커진다. 시스템의 성능을 비교하기 위해 기존 타 공정정보관리시스템과 본 논문의 제시한 공정관리 시스템에 대해서 기능적 비교와 데이터베이스 연산 비용 비교를 수행하였다. 데이터베이스 연산 비용의 경우 사용자에게 제공하는 필드의 수와 데이터 수를 동일하게 설정한 후 MS SQL Server Management Studio에서 쿼리를 전송하여 쿼리가 처리되는 응답시간을 계산하였다.

요구사항 A 신규개발

1	LOTID	작업	제품	LayerID	제품군	작업	작업시간	대기시간	공정시간	공정시간	공정시간	공정시간
2												
3												
4												

요구사항 B 신규개발

1	LOTID	작업	제품	LayerID	제품군	공정	장비	기동	시간	작업자	시간	공정
2												
3												
4												

<그림 16> 기존 공정관리시스템

요구사항 A 사용자 설정

No	Report Name	MODEL	LOT	START	END	LT	종도
1	발생공	MODEL-A1	L0001	2011-11-01 오후 1:00:00	2011-11-01 오후 1:10:00	51	200
2	관제 데이터	MODEL-A1	L0002	2011-11-01 오후 1:55:00	2011-11-01 오후 1:55:00	52	210
3		MODEL-A1	L0003	2011-11-01 오후 6:58:00	2011-11-01 오후 6:58:00	50	202
4		MODEL-A1	L0004	2011-11-01 오후 7:10:00	2011-11-01 오후 7:20:00	52	199
5		MODEL-A1	L0005	2011-11-01 오후 11:38:00	2011-11-01 오후 11:48:00	53	198

요구사항 B 사용자 설정

No	Report Name	MODEL	LOT	종도
1	작/장공	MODEL-A1	L0001	200
2	관제 데이터	MODEL-A1	L0002	210
3	공도	MODEL-A1	L0003	202
4		MODEL-A1	L0004	199
5		MODEL-A1	L0005	198

요구사항 C 사용자 설정

No	Report Name	MODEL	LOT	R3-공도	END	LT	START
1	작/장공	MODEL-A1	L0001	200	2011-11-01 오후 1:11:00	51	2011-11-01 오후 1:01:00
2	관제 데이터	MODEL-A1	L0002	210	2011-11-01 오후 1:55:00	52	2011-11-01 오후 1:51:00
3	공도	MODEL-A1	L0003	202	2011-11-01 오후 6:58:00	50	2011-11-01 오후 6:55:00
4		MODEL-A1	L0004	199	2011-11-01 오후 7:20:00	52	2011-11-01 오후 7:10:00
5		MODEL-A1	L0005	198	2011-11-01 오후 11:48:00	53	2011-11-01 오후 11:38:00

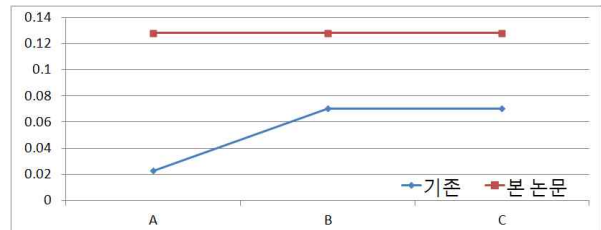
<그림 17> 본 시스템의 요구사항 및 처리 방법

<그림 16>은 타 공정정보관리시스템에서 요구사항 A와 B가 발생한 경우의 예이다. 요구사항 A와 B는 LOT 정보 및 제품, Layer ID, 제품군, 작업시간 등의 공통된 정보를 요구하고, 추가 정보로 요구사항 A는 차수, 대기시간 등을, 요구사항 B는 공정, 장비, 가동시간 등을 요구한다. 요구사항 A와 B는 서로 유사한 데이터를 제공하는 리포트 화면이지만 사용자의 요구로 요구사항 A와 B에 대해서 각각 리포트 화면을 신규개발 해야 한다. 하지만 본 논문에서 제안하는 시스템의 경우 신규 개발의 필요가 없고, 사용자의 간단한 조작으로 사용자가 원하는 데이터를 조회할 수 있다.

본 논문에서 제안한 시스템의 경우 <그림 17>과

같이 사용자의 요구사항이 다양하게 발생하여도 <그림 15> (c)를 사용하여 시스템 변경이 가능하므로 신규 개발이 발생하지 않는다. 즉, 개발자에게 발생하는 요구사항이 줄어들어 최종적인 개발 비용이 줄어든다.

본 논문에서 제안한 시스템과 기존 시스템의 데이터베이스 성능을 분석하기 위해 <그림 17>에서 사용한 쿼럼 리스트를 사용하여 데이터베이스 연산 비용을 계산하였다. <그림 18>에서 볼 수 있듯이 데이터베이스 연산 비용은 기존 시스템이 본 논문의 연산 비용보다 평균 5.9배 좋은 성능을 보인다. 하지만 기존 시스템의 경우 <그림 16>과 같이 항목수가 늘어날 경우 본 논문에서 발생하는 연산 비용에 근접한 비용을 발생시킨다. 또한 고사양의 하드웨어와 데이터베이스 최적화로 연산 비용의 차이를 극복할 수 있을 것으로 기대된다.



<그림 18> 데이터베이스 연산 비용 비교

6. 결론

기존 제조공정정보관리시스템에서는 사용자의 요구사항이 신규로 발생하거나 변경될 경우 이를 반영하기 위해 신규 기능을 추가하거나 기존 기능을 수정해야 하며, 이는 추가 비용을 발생시키는 단점으로 작용한다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 사용자가 직접 자신의 요구 사항을 반영할 수 있는 시스템 구축 방법을 제안하였다.

본 논문에서는 공정 기준정보의 세분화 및 코드화, 리포트 기능의 개인화를 통해 기존 시스템의 단점을 해결하였다. 공정기준 정보의 세분화 및 코드화는 설비 등의 변경에 쉽게 대응할 수 있게 하고, 리포트 기능의 개인화를 제공하기 위한 기반이 된다. 리포트 기능의 개인화는 사용자의 다양한 요구사항에 대해 유연하게 대응할 수 있게 함으로써 유지보수 비용을 절감할 수 있게 한다.

데이터베이스 연산 비용을 계산한 결과, 기존 시스템이 본 논문의 시스템보다 더 좋은 성능을 보였다. 이러한 문제는 제조 공정 관리 시스템의 유지보수에 사용되는 고비용과 정보 제공의 적시성에 비해 상대적으로 작은 문제이고, 고사양의 하드웨어와 데이터베이스의 최적화로 쉽게 극복할 수 있기 때문에 본 논문의 시스템이 기존 시스템에 비해 공정 현장에서의 유용성이 높을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 이경수, 제조공정의 MES 시스템 설계 및 구축, 공학석사학위논문, 전남대학교, 2005.
- [2] 송화섭, 정현락, 정승호, "MES 구축 방안 검토 및 대표 사례 연구", SAMSUNG SDS Consulting Review, No.1, 2007
- [3] 차석근, 2009년 MES 기술동향과 전망, 월간 자동 제어계측 2009년 1월호
- [4] 김주완, 중소기업의 효과적인 생산정보화시스템(MES) 구축 방안에 관한 연구, 경영학석사학위논문, 금오공과대학교, 2006.
- [5] 이우상, 제조실행시스템(MES) 구축 및 확산에 관한 사례연구 : 종합전자부품 제조업 중심으로, 경영학석사학위논문, 서울시립대학교, 2008.
- [6] 조중현, 배병근, 양광모, 유충열, 강경식, "MES 시스템을 이용한 생산 및 출하 신뢰성 향상에 관한 연구", 대한안전경영과학회지 제9권 제2호 (2007년 4월) pp.113-122
- [7] 전형철, 제조실행시스템(MES) 지원을 위한 통합 PLC 통신 프레임워크 설계 및 구현, 공학석사학위논문, 울산대학교, 2009.
- [8] 조성호, 창태우, 신기태, 나홍범, 박진우 "실시간 정보획득을 통한 제조공정의 지속적인 개선 방안 연구", 한국산업정보학회논문지, Vol.14, No.4 (2009년) pp.75-90
- [9] 유성열, 이강배. "텔라이방법을 이용한 비즈니스 프로세스 관리 시스템의 기능 평가에 관한 연구", 한국산업정보학회논문지, Vol.10, No.4(2005년) 40-53.
- [10] MESA International : 국제 MES 협회 (<http://www.mesa.org>)



김 태 훈 (Tae-Hoon Kim)

- 정회원
- 2002년: 울산대학교 전자계산학과 (학사)
- 2012년: 금오공과대학교 소프트웨어공학과 (공학석사)
- 2003년-현재: (주)노바소프트 대표
- 관심분야: 소프트웨어공학, 디자인패턴, 공정정보관리



문 창 배 (Chang Bae Moon)

- 학생회원
- 2007년: 금오공과대학교 컴퓨터공학부 (학사)
- 2010년: 금오공과대학교 소프트웨어공학과 (공학석사)
- 2010년-현재: 금오공과대학교 소프트웨어공학과 (박사과정)
- 관심분야: 인공지능, 감성공학, 영상처리, 정보검색



김 병 만 (Byeong Man Kim)

- 정회원
- 1987년: 서울대학교 컴퓨터공학과 (학사)
- 1989년: 한국과학기술원 전산학과 (석사)
- 1992년: 한국과학기술원 전산학과(박사)
- 1992년-현재: 국립금오공과대학교 컴퓨터공학부 교수
- 1998년-1999년: 미국 UC, Irvine 대학 방문교수
- 2005년-2006년: 미국 콜로라도 주립대학 방문교수
- 관심분야: 인공지능, 정보검색, 정보보안



이 현 아 (Hyun Ah Lee)

- 정회원
- 1996년: 연세대학교 컴퓨터과학과 (학사)
- 1998년: 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)
- 2004년: 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 2000년-2004년: (주)다음소프트 언어연구팀장
- 2004년-현재: 금오공과대학교 컴퓨터공학부 부교수
- 관심분야: 자연언어처리, 정보검색, 지식공학



김 현 수 (HyunSoo Kim)

- 비회원
- 2008년: 금오공과대학교 컴퓨터공학부 (학사)
- 2010년: 금오공과대학교 소프트웨어공학과 (공학석사)
- 2010년-현재: 금오공과대학교 대학원 소프트웨어공학과 (박사과정)
- 관심분야: 인공지능, 소프트웨어공학, 디자인 패턴

논문접수일: 2011년 12월 09일

1차수정완료일: 2012년 02월 24일

2차수정완료일: 2012년 03월 14일

게재확정일: 2012년 03월 22일