

## Pre-qualification 관리 시스템을 위한 데이터베이스 모델링

도남철<sup>1\*</sup> · 박종진<sup>2</sup> · 이정렬<sup>3</sup> · 이재현<sup>4</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 산업시스템공학부, ERI, <sup>2</sup>(주)아르고넷,  
<sup>3</sup>한국선급 융합연구팀, <sup>4</sup>대구대학교 산업경영공학과

### Database Modeling for Pre-qualification Management System

Namchul Do<sup>1\*</sup>, JongJin Park<sup>2</sup>, Jeongyoul Lee<sup>3</sup>, and Jae Hyun Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Systems Engineering, ERI, Gyeongsang Nat'l University

<sup>2</sup>Argonet Co., Ltd.

<sup>3</sup>Convergence Technology Research Team, Korean Register of Shipping

<sup>4</sup>Department of Industrial and Management Engineering, Daegu University

Received 5 March, 2013; received in revised form 12 August, 2013; accepted 21 August, 2013

#### ABSTRACT

Acting an important risk management tool for main contractors, pre-qualification has served a key marketing tool for subcontractors in various industries. Current industrial environment has required the time intensive pre-qualification ability to small and medium-size subcontractors as a matter of competitive business. In order to support the subcontractors, this paper proposes a database model for pre-qualification management system (PQMS) that automates the pre-qualification process by using information technologies. The modeling process consists of specifications for its requirements, functional modules, and a database model for the PQMS.

**Key Words:** Pre-qualification, Pre-qualification Management System (PQMS), PQMS Database

## 1. 서 론

Pre-qualification(PQ)이란 사전 입찰 자격 심사 제도로써 토목, 건설, 플랜트 등 대규모 사업에 참여하는 공급 기업을 선별하여 일정 조건을 만족하는 업체에 한하여 입찰 자격을 주는 제도를 뜻한다. 수요 기업이 주관하는 PQ는 공급 기업의 기술 능력, 시공 경험, 경영 상태, 그리고 신인도 등을 종합 평가한다. 평가를 통과한 기업의 목록이 PQ 리스트(PQ List)이며, 이에 포함된 공급 기업 만을

대상으로 입찰을 실시해 낙찰자를 결정한다.

수요 기업 입장에서 PQ 제도를 운영하는 이유는 무분별한 입찰 참여를 막아 부실 공사 위험성을 사전에 차단하고, 입찰에 참가하는 업체에 대한 검증을 미리 함으로써 입찰에서 계약까지 검증 단계에 소요되는 시간과 노력을 줄이기 위해서이다. 공급 기업 입장에서 PQ 활동에 참여하는 이유는 수요 기업과 특별한 관계를 유지함으로써 과제 정보를 얻고 과제에 참여할 수 있는 권리를 확보하기 위해서이다.

PQ를 요구하는 시장에 공급기업이 진출하기 위하여는 기자재를 납품함으로써 사업 실적을 쌓고 신뢰를 확보해야 한다. 하지만 소규모 중소 기업

\*Corresponding Author, dnc@gnu.ac.kr  
©2013 Society of CAD/CAM Engineers

은 PQ 지원에 필요한 문서 작성과 자료관리를 위해 상당한 인력과 자원을 투입해야 한다.

그러므로 정보 기술을 이용하여 PQ 활동을 효율적으로 지원하는 시스템이 제공된다면 해당 업체의 경영에 많은 도움이 될 것으로 예측된다. 이 시스템은 PQ 지원에 필요한 기업 정보를 체계적으로 관리하며, 기업이 다양한 PQ 요구에 효과적으로 대처할 수 있게 한다.

그러므로 본 연구는 PQ에 효과적으로 대응하기 위한 정보 관리 시스템인 Pre-qualification Management System (PQMS) 데이터베이스 모델을 제안한다. 제안된 데이터베이스 모델은 PQMS를 구축하기 위한 데이터베이스의 구성을 정의한다.

연구의 목적을 달성하기 위하여 PQMS의 주요 관리 대상인 PQ 문서의 구조를 분석하고 그 구성을 결정한다. PQ 문서에 대한 이해를 바탕으로 PQ 활동의 요구사항을 결정한다. 구축된 요구사항을 지원하기 위한 PQ 프로세스를 분석하고 이를 바탕으로 기능 모델을 작성한다. 최종적으로 기능 모델을 지원하여 요구사항을 달성할 수 있게 하는 데이터베이스 모델을 작성한다. 제안된 데이터베이스 모델을 검증하기 위하여 예제 데이터베이스를 구현하고 이 데이터베이스가 PQMS 주요 기능에 필요한 자료를 제공할 수 있음을 확인한다.

이 논문의 2장에서는 PQ의 구성요소와 연구 대상을 소개한다. 3장에서는 PQ의 주요 객체인 PQ 문서의 구성 요소를 결정한다. 4장에서는 요구사항, 기능 모델 그리고 배치모델로 구성된 데이터베이스 모델 준비 과정을 설명한다. 5장에서는 데이터베이스 모델을 제안하고, 예제 데이터베이스를 통하여 제안된 모델을 검증한다. 6장에서는 연구의 결론을 제공한다.

## 2. PQ 구성 요소와 PQMS

이 절에서는 PQ의 구성요소와 PQMS의 역할을 살펴본다. PQ에 참여하는 역할들이 행하는 규정화된 활동을 PQ 프로세스(PQ Process)라고 한다. PQ 프로세스를 효율화 하기 위하여 컴퓨터와 네트워크 시스템을 이용한 자동화 노력이 필요하다. Fig. 1은 PQ에 관련된 참가자, 관련 객체, 프로세스, 그리고 지원 정보 시스템 간의 관계를 포괄적으로 보여준다.

수요 기업(Main Contractor)은 PQ 목록을 선정

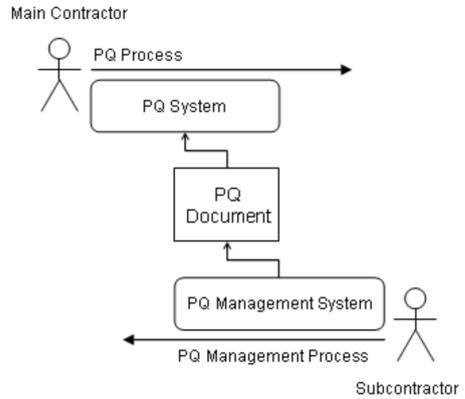


Fig. 1 The context diagram of the unit of analysis

하기 위한 PQ 프로세스를 운영한다. 이 프로세스는 PQ 문서를 공급 기업에 요구하고, PQ 문서를 접수하며, 이를 평가하고 최종 결정을 하는 과정을 포함한다. PQ 프로세스는 PQ 시스템(PQ System)을 사용하여 보다 효율적으로 진행될 수 있다.

공급 기업(Subcontractor)은 PQ 관리 프로세스(PQ Management Process)를 운용한다. 이 프로세스는 PQ 문서에 필요한 자료를 관리하며, 각 PQ 요구에 대응하여 PQ 문서를 준비하고 등록하는 역할을 한다. 이는 위에서 언급한 수요 기업의 PQ 프로세스와 대비된다. 공급 기업은 PQ 관리 프로세스를 지원하여 PQ 관련 기업 자료를 일관되게 관리하고, 다양한 PQ에 대응하기 위하여 PQ 관리 시스템(PQMS)을 사용할 수 있다. 이는 공급 기업의 PQ 시스템과 대비된다.

PQMS의 최종 결과물은 PQ 시스템에 입력될 PQ 문서(PQ Document)이다. PQ 문서는 PQ 심사를 받기 위해 공급 기업이 준비하는 문서이다. 본 논문에서는 PQ 구성 요소 중 PQMS 데이터베이스를 연구 대상으로 한다.

## 3. PQ 문서

Fig. 1에서 보듯이 PQ 문서는 PQ 프로세스의 중심이 되는 객체이다. 그러므로 PQ 문서는 데이터베이스 모델링의 주요 대상 객체로써 사용되어야 한다. 이 절에서는 PQ 문서의 일반적인 구성을 결정함으로써 다음 단계에서 이를 참조하여 다양한 모델을 작성할 수 있도록 한다.

PQ 문서는 PQ 심사를 받기 위해 수요 기업이 요구하는 공급 기업의 자료를 모아 놓은 문서이

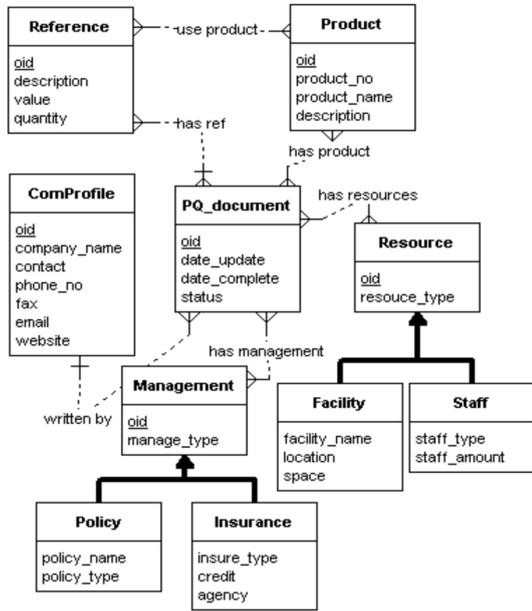


Fig. 2 Entity relationship diagram representing PQ document

다. 이 문서에는 공급 기업의 제품이나 서비스, 경영 목표, 재정 상태, 환경 노동 안전 관리, 인증, 그리고 실적 등 PQ에 필요한 정보를 포함하고 있다. PQ 문서의 형식인 PQ 템플릿은 수요 기업의 PQ 요구 시 함께 제공되며 이 템플릿의 항목을 통해 공급 기업을 평가하여 PQ 목록에 추가 여부를 결정하게 된다.

일반적인 PQ 문서의 구조를 결정하기 위하여 기존의 인쇄물 형태의 PQ 문서 형식<sup>[1,2]</sup>과 정보 시스템 입력 폼 형식<sup>[3,4]</sup>을 분석하였다. 분석한 결과 PQ 문서의 구성 요소로 Company Profile, Product, Resource, Management 그리고 Reference 객체를 결정하였다.

Fig. 2는 PQ 문서를 구성하는 5개의 객체와 객체 사이의 관계를 Entity Relationship Diagram (ERD)으로 표현하였다.

Company Profile 객체는 공급 기업의 이름, 주소, 연락처, 생산 공장 등의 식별과 기본 자료를 제공한다(Fig. 2의 ComProfile 엔티티 참고).

Product 객체는 기업의 생산 제품을 뜻하며, 종류로써 Configuration과 Product 등이 포함되며, 연결 객체로는 Drawings, Supply Parts, Support 등이 포함될 수 있다.

Resource 객체는 보유하고 있는 생산, 연구 시설

과 그 용량, 그리고 인력 현황을 관리하며, 하위 객체로는 Factory, Laboratory, 그리고 Staff 등이 올 수 있다. 각각 생산 시설, 시험 시설, 그리고 인력 현황을 표시한다.

Management 객체는 품질, 안전, 환경을 포함한 기업의 경영 목표와 실행 절차를 관리하며, 하위 객체로는 Policy를 가지며 내용에는 Financial, Quality, HSE(Health, Safety, Environment) 등이 포함될 수 있다. 또한 과제를 수행하는데 필요한 보험 항목도 포함할 수 있다.

Reference 객체는 기업이 진행한 실적 정보를 관리한다. 기업이 참여한 과제와 이때 투입된 제품에 대한 정보가 포함되어야 한다. 그러므로 Product 정보와 연계된다.

#### 4. PQMS 요구, 기능, 그리고 배치 모델

이 절에서는 데이터베이스 모델링을 위해 작성된 요구사항(4.1), 기능모델(4.2) 그리고 배치모델(4.3)을 서술한다.

##### 4.1 요구사항

사전 조사를 거쳐 PQMS 시스템에 대한 요구 사항은 Table 1과 같이 총 4개 그룹 12개 항목이 결정되었다.

##### 4.2 기능 모델

기능 모델을 작성하기 위하여 Use Case를 개발

Table 1 Requirements for PQMS

그룹	항목
문서 생성	기존 자료 재 사용
	PQ 문서의 부분별, 단계별 승인
	템플릿을 이용한 PQ 문서 생성
일관된 정보 관리	일관된 항목에 따라 PQ 정보 관리
	PQ 자료 공유
	PQ 자료의 변경 이력 관리
지원 이력 관리	현재 PQ 지원 현황 및 상태를 관리
	과거 PQ 지원 이력 관리
	PQ 리스트 별 입찰 성공 과제 관리
변경 통보	PQ 리스트 별 변경 통보 항목 구별
	정해진 방식에 따라 변경 통보
	PQ 변경 승인

하고(4.2.1) 이를 바탕으로 기능 모델을 정의하는 프로세스 모델(4.2.2)을 작성하였다.

**4.2.1 PQMS Use Case**

Fig. 3는 PQMS에 대한 3개의 Use Case를 보여 주고 있다.

첫 번째는 PQ 데이터베이스를 생성하는 경우이다(Build PQ Database). PQ 데이터베이스는 PQMS의 기반 데이터베이스로써 PQ에 관련된 모든 자료를 체계적으로 저장하는 역할을 한다. PQ 데이터베이스 생성은 PQMS에 최초로 PQ 정보를 입력하는 과정이다.

두 번째는 PQ 프로젝트를 생성하는 경우이다(Create PQ Project). PQ 프로젝트란 PQ 데이터베이스를 기반으로 특정 PQ 리스트에 들어가기 위한 PQ 관리 작업 단위를 뜻한다. 이 Use Case는 축적된 PQ 데이터베이스를 이용하여 특정 PQ에 대응하기 위한 프로젝트를 생성한다.

마지막은 PQ 데이터베이스를 변경하는 경우이다(Update PQ Database). PQ 리스트에 속한 공급 기업은 기업 정보에 특정 변경이 일어났을 경우 해당 자료를 PQ를 관리하는 수요 기업에 통지해야 한다. PQ 데이터베이스 변경은 PQ 자료의 변경 및 이를 수요 기업에 통지하는 과정을 서술한다.

Fig. 3의 Use Case에는 세 종류의 Actor가 참여

한다. Editor는 공급 기업에 소속되어 있으면서 PQ 문서를 생성하는 실무를 맡는다. Editor는 PQ 데이터베이스와 PQ 프로젝트를 생성하여 특정 PQ에 대응한다. 또한 PQ 데이터베이스의 변경을 수요 기업에 통지하는 역할을 맡는다.

Reviewer는 공급 기업에 소속되어 있으면서 Editor가 작성한 내용을 기술적, 경영적으로 검토하고, 실효를 내기 위한 승인을 한다.

Main Contractor는 PQ를 주관하는 수요 기업을 대표하며, PQ 문서를 수령한다. 또한 PQ 변경을 통보 받는다.

각 Use Case에 포함된 하위 Case로 PQ 문서 생성(Generate PQ Document), PQ 승인(Approve PQ Data), 그리고 PQ 변경 통지(Notify PQ Update)가 있다(Fig. 3 참조).

**4.2.2 PQMS 프로세스**

이 절에서는 위에서 언급한 3가지 Use Case에 대한 상세 프로세스를 설명한다.

(1) PQ 데이터베이스 생성 프로세스(Fig. 4)

1) Company Profile 입력 - 사용자의 초기 작업으로 Company Profile을 입력한다. 입력 자료는 기업 이름, 분류, 연락처, 웹사이트 등의 정보를 포함한다. Company Profile을 입력함으로써 생성될 객체들이 이 객체를 기준으로 연결될 수 있다.

2) Management 정보 입력 - Company Profile과 연결된 Management 정보를 입력한다. Management 정보는 Policy, Financial, 그리고 Insurance로 나누어 입력한다. Policy에는 환경, 안전, 그리고 품

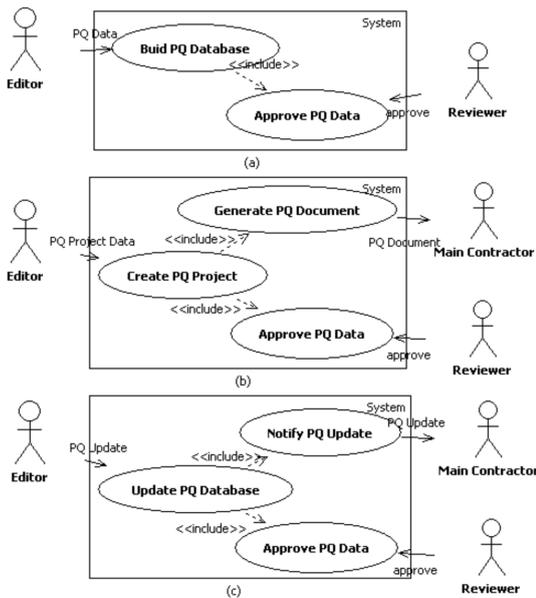


Fig. 3 PQMS use case (a) build PQ databases (b) create PQ project (c) update PQ database

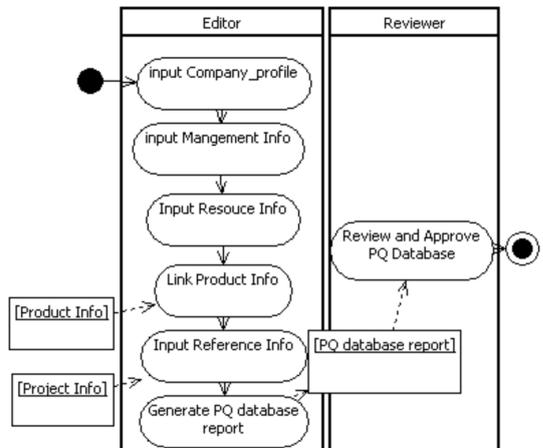


Fig. 4 Activity diagram of PQ database creation

질에 대한 기업 내 선언, 지침, 절차, 그리고 조직을 입력한다. 매뉴얼 등 문서가 존재할 경우 추후 PQ 문서에 첨부할 수 있도록 일반 문서로 첨부한다.

3) Resource 정보 입력 - Company Profile과 연결된 Resource 정보를 입력한다. Resource 정보는 Facility 정보와 Staff 정보로 나누어 입력한다. Facility 정보는 공장과 연구시설로 나누어지며, 시설의 면적이나 특정 기계 류 등을 포함할 수 있다. 연구 시설은 시험 시설을 포함한다. Staff 정보는 인력의 종류와 수를 포함한다.

4) Product 정보 입력 - PQ에 사용할 제품 정보를 입력한다. 관련 정보로는 제품 구성(Product Configuration), 지원 부품(Supply Parts), 도면, 그리고 설치 방법 등이 될 수 있다.

5) Reference 정보 입력 - Reference 정보는 과제 참여 이력 정보로써, 앞에서 입력한 Product 정보 중에 해당 과제에 사용한 제품 정보를 연결해야 한다. 또한 기존 수요 기업 정보를 검색하여 연결하거나 새로 입력해야 한다(Fig. 4. Product Info 참조). 만일 과거 PQ 프로젝트를 통해 PQ 리스트에 등록되었고, 이를 통해 과제화한 기록(Projects)이 있을 경우 이를 이용하여 Reference를 연동한다(Fig. 4의 Project Info 참조).

6) PQ 데이터베이스 보고서 작성 - 현재 PQ 데이터베이스의 내용을 포함한 보고서를 이용하여 승인을 받기 위한 준비를 한다. 데이터베이스 내용을 부분별로 나누어서 승인 신청 할 수 있다.

7) PQ 데이터베이스 확인 및 승인 - PQ 데이터베이스에 대한 내용을 확인하고 이를 승인한다. 이 과정은 전체 데이터베이스를 대상으로 할 수도 있고, 각 하위 주제별로 실행할 수도 있다.

## (2) PQ 프로젝트 생성 프로세스(Fig. 5)

1) PQ 프로젝트 생성 - 수요 업체의 PQ 요청(Fig. 5의 PQ invitation 참조)에 대응하기 위한 PQ 프로젝트를 생성한다. PQ 프로젝트는 특정 PQ에 대응하는 PQ 자료의 특정 버전으로 이해할 수 있다. PQ 프로젝트의 목적은 PQ 문서의 작성이며, 이를 통해 PQ 리스트에 참여할 수 있게 하는 것이다. 그러므로 PQ 프로젝트는 현재 PQ 데이터베이스의 내용을 모아 만들어진 PQ 문서와 연결되어 있고, 이를 작성하기 위한 지침인 PQ 문서 템플릿과도 연결되어 있다.

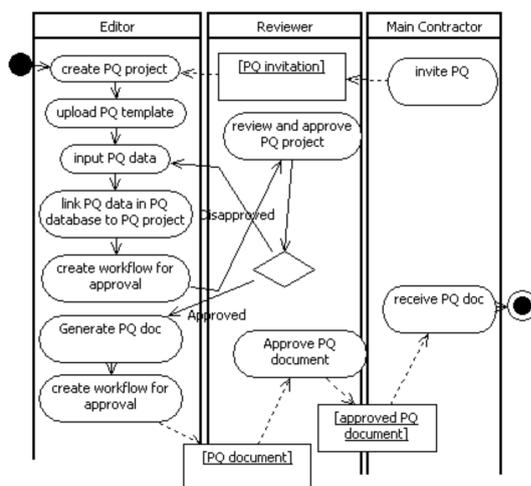


Fig. 5 Activity diagram for PQ project creation

2) PQ 템플릿 Upload - 생성된 PQ 프로젝트에 PQ 템플릿을 Upload 한다. PQ 템플릿은 매우 다양한 형태가 적용될 수 있다. 예로 자료를 입력하는 단순 문서형식에서 데이터베이스에서 직접 자료를 검색하여 연결하는 폼 형태까지 고려할 수 있다.

3) PQ 자료 입력 - 현재 PQ 데이터베이스에 자료가 최신 정보로 갱신되어 있지 않거나 정보 항목이 없을 경우 새로 PQ 데이터베이스를 갱신해야 한다. 항목이 관리되지 않는 자료는 PQ 데이터베이스 추가 관리 항목으로 고려해야 한다.

4) PQ 데이터베이스를 PQ 프로젝트에 연결 - PQ 데이터베이스 자료는 복사 되지 않고 PQ 프로젝트에 연결된다. 과제에 연결된 자료는 추후 최종 승인을 거치며, PQ 문서가 작성되면 PQ 문서에 해당 자료들이 복사되어 영구 보존된다. 그러므로 이 단계는 PQ 문서 작성을 위해 PQ 데이터베이스의 내용을 PQ 프로젝트에 연결하는 과정으로 이해할 수 있다. 연결된 PQ 데이터베이스 자료와 추가 자료를 모아 승인 과정을 거치고 승인된 자료로 PQ 문서를 생성하게 된다.

5) 승인을 위한 워크플로우 작성 - PQ 프로젝트에 PQ 문서를 위한 정보가 준비되면 검토 및 승인을 위하여 워크플로우를 준비한다. 검토와 승인은 각 구성 분야 별로 진행할 수 있다. 검토 및 승인 단계에서 추가 작업 결정이 내려지면 PQ 자료 입력 단계로 다시 돌아가 자료를 보완한다. 검토 및 승인이 완료되면 PQ 문서를 생성하게 된다. 검토 및 승인 워크플로우가 활성화되고 PQ 문서가

생성되는 단계까지 PQ 데이터베이스 변경은 금지되어야 한다.

6) PQ 문서 생성 - PQ 프로젝트를 통해 연결된 PQ 데이터베이스의 내용과 PQ 프로젝트에 저장된 자료를 바탕으로 PQ 문서가 생성된다. PQ 문서는 해당 자료를 복사하여 기존 데이터베이스와 독립된 버전을 만들고 추가 변경이 금지된다.

7) 최종 승인을 위한 워크플로우 작성 - PQ 문서의 내용이 완성되었으므로 효력을 발생시키는 승인을 받기 위한 워크플로우를 작성한다.

8) PQ 문서 최종 승인 및 제출 - PQ 문서의 최종 승인은 문서에 효력을 발생시키는 날인과 같은 효과를 가진다. 그러므로 전자적으로 제출할 경우 필요한 인증 정보가 포함되게 된다. 승인이 완료된 문서는 수요 기업으로 전송된다.

(3) PQ 데이터베이스 변경 프로세스(Fig. 6)

1) PQ 데이터베이스 변경 제안 - 규정에 의하여 자료 변경에 대한 승인을 요청한다. 이 상태에서는 PQ 데이터베이스의 내용을 변경하지 않는다.

2) PQ 변경 검토 및 승인 - 제안된 PQ 변경에 대하여 검토 및 승인을 한다.

3) PQ 데이터베이스 변경 - 승인이 난 변경 요청을 PQ 데이터베이스에 적용한다. 이 때 변경 이력 저장 기능을 이용하여 이력을 저장한다.

4) 변경 통지 - 변경된 내용을 수요 기업에 통보한다.

4.3 배치 모델

배치 모델(Deployment Model)은 예상 시스템이

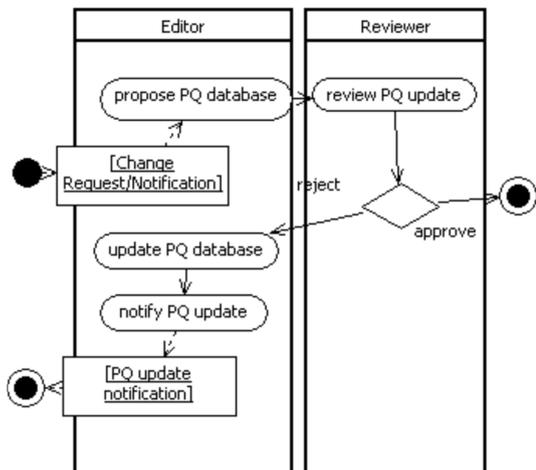


Fig. 6 Activity diagram for PQ database update

컴퓨터와 네트워크를 통해 구현될 경우를 모델링한 것이다. 배치 모델을 통하여 예상 시스템을 보다 구체적으로 예측하고 이를 토대로 주요 대상 객체(예, PQ 문서) 뿐만 아니라 시스템 운영에 필요한 객체들(예, PQ 프로젝트)을 데이터베이스 모델에 포함시킬 수 있다.

배치 모델을 구현하기 위하여 기능들을 모듈 형태로 표현하였다. 요구 사항과 기능 모델에 대응하여 아래와 같이 총 11개의 기능 모듈을 계획하였다. Fig. 7은 각 기능 모듈의 관계를 통해 작성된 배치 모델을 그림으로 나타낸 것이다.

Data Base Management System - PQ 정보를 사용자와 응용 프로그램이 공유하고 일관되게 관리하기 위하여 자료 관리의 기본 도구로 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)을 사용한다. 적용된 DBMS를 이용하여 대용량 자료 처리, 자료 공유, 클라이언트 서버 자료 통신, 보안, 그리고 자료구조 정의 및 관리 기능을 구현한다.

File Repository - 데이터베이스 레코드로 저장되는 PQ 자료 외에 파일로 저장되는 다양한 자료를 관리하기 위하여 파일 저장소(File Repository)를 사용한다. File Repository는 상용 파일이나 디렉터리 관리 시스템을 사용하며 파일의 저장, 보안, 전송, 그리고 공유 기능을 제공한다. 파일 저장소에 저장된 파일에 대한 위치 정보가 데이터베이스에 저장되어 관련 정보와 연계되어야 하며, PQMS 이외의 통로를 통한 접근이 제어되어야 한다.

Interface Manager - PQ 정보를 외부의 전산 시스템과 연동할 경우, Batch 과정이나 온라인 연결을 가능하게 하는 모듈이다.

PQ Database Model - PQ 데이터베이스의 자료 구조로서 필요에 따라 사용자가 정의하도록 할 수 있다. 보다 고급 기능으로는 객체를 만들거나 객체 간의 새로운 관계를 정의하게 할 수 있다. 사용자 정의 자료 구조는 관련된 시스템 제공 자료 구조와 함께 최종적으로 데이터베이스 테이블로 변경된다.

Data Model Designer - 사용자 정의 자료구조를 제공할 경우, 사용자가 자료 구조를 정의할 수 있도록 도와주는 소프트웨어 도구이다.

PQM Session Manager - PQMS 시스템 작동 시 각 응용 프로그램에 공통적으로 필요한 login, Session, 그리고 데이터베이스 연결 등을 제공하는

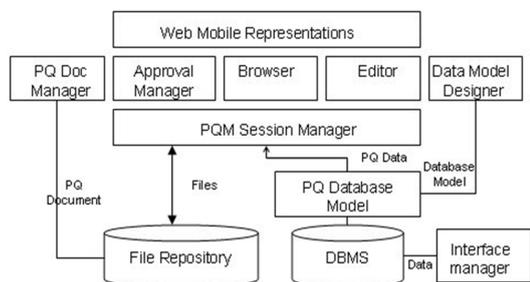


Fig. 7 A deployment diagram with functional modules

기능이다. 아울러 파일 저장소에 대한 안전한 연결도 제공해야 한다.

Editor - PQM 데이터베이스의 내용을 추가, 변경, 그리고 삭제하는 클라이언트이다.

Browser - 데이터베이스와 File Repository 내용을 확인하는 기능을 제공한다.

Approval Manager - 생성되거나 변경된 자료에 대한 승인, 그리고 최종 PQ 문서에 대한 승인을 하기 위하여 사용된다.

PQ Document Manager - PQ 문서를 준비하는 모듈로써 템플릿을 이용하여 PQ 데이터베이스의 자료를 PQ 문서로 변환한다. 또한 PQ 문서로 작성된 내용을 영구 저장하는 역할을 한다.

Web Mobile Representation - Editor, Browser, 그리고 Approval Manager의 기능을 웹이나 모바일 클라이언트에서 사용할 수 있도록 한다.

### 5. 데이터베이스 모델

이 절에서는 4절의 결과를 바탕으로 작성된 개념적 데이터베이스 모델과 제안된 모델의 검증을 위한 검색 질의 작성 및 실행 예를 설명한다.

#### 5.1 개념적 데이터베이스 모델

Fig. 8은 PQMS 데이터베이스를 위한 ERD를 보여준다. ERD는 개념적 데이터베이스 모델로써 구현에 독립적인 자료와 자료 간의 관계를 표현한다. 이 자료 모델은 기존의 PQ 문서 중심의 자료 구조(Fig. 2)에서 벗어나 PQMS를 지원하기 위한 PQ 프로젝트와 Company Profile 중심의 모델을 제시한다.

Company Profile (Fig. 8에서 ComProfile로 표시)은 공급 기업의 기본 정보를 제공하는 엔티티(Entity)이다. 이 엔티티는 공급 기업의 구별 정보

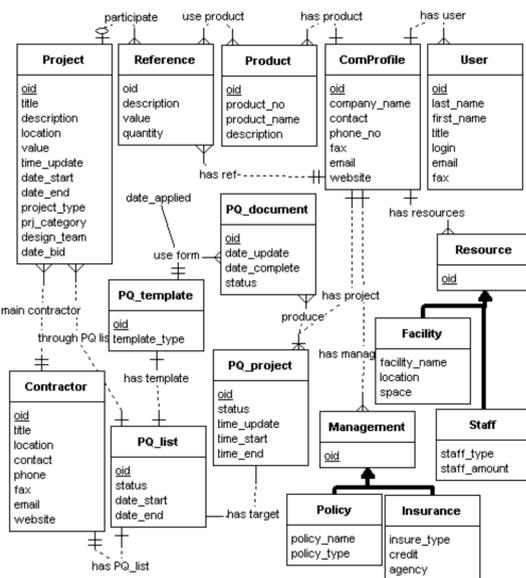


Fig. 8 An entity relationship diagram for PQMS

와 연락처를 저장하고 있으며, PQ 문서에 필요한 구성 요소를 연결하는 역할을 한다. PQ 문서에 필요한 구성요소는 Management, Resource, Product, 그리고 Reference 엔티티가 있다.

Management 엔티티는 기업의 품질, 안전, 그리고 환경에 관한 정책과 경영 환경, 그리고 보험관련 정보를 포함하고 있다. 그러므로 Management 엔티티는 정책을 표현하는 Policy와 보험 보장을 표시하는 Insurance 엔티티를 하위 엔티티로 가지고 있다. 추후 보다 세분화된 자료가 필요할 경우 이를 하위 엔티티로 추가할 수 있다.

Resource 엔티티는 기업의 공장과 시험설비 그리고 인력 상황을 표시한다. 그러므로 하위 엔티티로 시설을 나타내는 Facility와 인력을 나타내는 Staff 엔티티를 가진다.

Product 엔티티는 공급 기업의 생산 제품을 표시하며, 속성으로는 제품 번호, 이름, 그리고 설명을 포함한다. 문서와 디렉토리 관리 기능을 이용하여 제품에 관련된 카탈로그, 도면, 그리고 부품리스트 등을 포함할 수 있다.

Reference 엔티티는 공급 기업의 과제 참여 이력을 표현한다. 그러므로 Reference 엔티티는 기업이 제공한 제품을 표시하는 Product 엔티티와 기업이 참여한 과제를 표현하는 Project 엔티티와 연결되어 있다. 하나의 Reference 엔티티는 하나의 참여 과제와 연계될 수 있으며, 복수의 제품(Product

엔티티)을 공급 할 수 있다. 그러므로 Reference 엔티티는 과제에 제공한 제품의 수량과 가격 정보를 속성으로 가지고 있다.

Project 엔티티는 공급 기업이 참여한 과제를 표현하고 있다. 과제에 참여하기 위하여 공급 기업은 특정 수요 기업이 제공하는 PQ 리스트에 소속되어 있어야 하며, 이는 공급 기업이 수요 기업의 PQ를 통과했다는 의미이다. 그러므로 Project 엔티티는 과제의 수요 기업인 Contractor 엔티티와 해당 기업의 PQ 리스트를 표현하는 PQ\_list 엔티티와 연결되어 있다.

PQ\_project 엔티티는 PQ에 지원하기 위한 과제를 표현하고 있다. 그러므로 PQ\_project 엔티티는 Company Profile 엔티티와 다대 일 관계를 가지고 있다. PQ\_project는 특정 PQ리스트에 소속되는 것을 목표로 하므로 PQ\_list와도 연관 관계를 가지고 있다. 아울러 결과로 PQ에 적용할 PQ 문서를 생성하므로 PQ\_document와 연계되어 있다.

PQ\_project는 목표인 PQ\_list와 연결되어 있고, PQ\_list와 과제 정보를 포함하는 Project 엔티티와 연결되어 있다. 그러므로 공급 기업은 이 자료 구조를 이용하여 PQ 지원, PQ 선정, 과제입찰 참여, 과제입찰, 그리고 과제결과 정보를 통합적으로 관리할 수 있다.

PQ\_document는 PQ 문서를 나타내며 PQ\_project에 연결되어 있으며, PQ\_project에 연결된 Company Profile 엔티티를 통하여 PQ 문서에 필요한 구성요소 정보를 모아 PQ 문서를 생성한다.

PQ\_template는 PQ 문서 작성을 위한 템플릿을 나타내며, PQ 문서와 PQ 리스트와 연결되어 있다.

5.2 질의에 의한 모델 검증

PQMS 데이터베이스는 구현될 PQMS 기능에 필요한 자료를 통합적으로 제공해야 한다. 그러므로 실제 기능을 구현해 보지 않더라도 제안된 데이터베이스 모델이 각 기능에 필요한 자료를 제공할 수 있음을 확인 할 수 있다면 데이터베이스가 유효함을 보여줄 수 있다.

기능 모델에서 언급된 각 기능에 필요한 정보를 제공할 수 있는지를 검증하기 위하여 Fig. 8의 ERD를 기반으로 MySQL<sup>[5]</sup> 데이터베이스를 작성하였다(Fig. 9 Database Schema 참조). 이 데이터베이스에 예제 자료를 입력한 후에 데이터베이스 질의(Database Query)를 통하여 각 기능에서 필요한 자

료를 제공할 수 있는 지 확인하였다.

질의는 관계형 데이터베이스 표준 질의어인 SQL (Structured Query Language)를 이용하여 작성되었으며, 다음은 검증을 위한 검색 항목들이다.

- 특정 기업 Profile 정보 출력
- 경영과 정책 정보 출력
- 관리와 보험정보 출력
- 시설 및 사업장 정보 출력
- 인력 정보 출력
- 제품 포함 과제 이력 출력
- 제품 정보 출력
- PQ 프로젝트 이력 및 현황 출력

다음은 검색 항목 중 ‘제품 포함 과제 이력’을 출력하게 하는 SQL 질의 명령이다. 이 질의 명령은 ‘Petro Controls B.V.’라는 기업의 과제 참여 이력(Reference)를 Profile, Product, Project 그리고 Contractor 테이블 간의 관계를 연결하여 검색한다(질의에 참여한 테이블 간의 관계가 Fig. 9에 굵은 선으로 표시).

```
SELECT year(c.time_start) year, e.title client, c.title, c.location, a.value, a.quantity, d.product_no, d.product_name FROM reference a, profile b, project c, product d, contractor e WHERE a.oid_profile = b.oid AND b.company_name = 'Petro Controls B.V.' AND a.oid_project = c.oid AND a.oid_product = d.oid AND c.oid_contractor = e.oid;
```

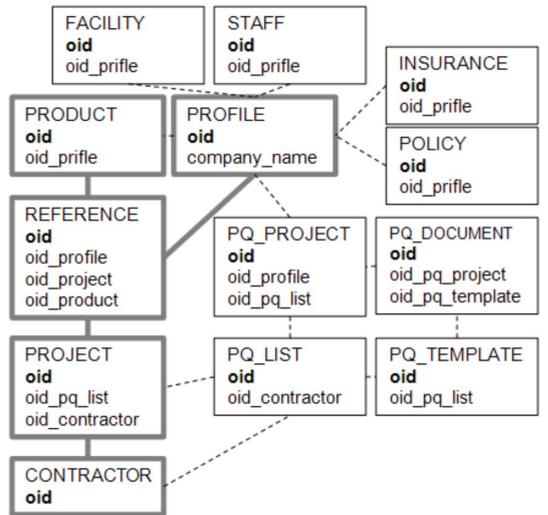


Fig. 9 Relationship between tables for an example query

```
mysql> select year(c.time_start) year, e.title client, c.title, c.location, a.value 'val', a.quantity 'qty', d.product_no 'p no', d.product_name 'p name' from reference a, profile b, project c, product d, contractor e where a.oid_profile = b.oid and b.company_name = 'Petro Controls B.V.' and a.oid_project = c.oid and a.oid_product = d.oid and c.oid_contractor = e.oid;
```

year	client	title	location	val	qty	p no	p name
2006	Baker Control System	P086	Onshore	100,000 usd	5 set	SCCS TYPE E	Self Contained
2006	Total Control System	Can.	Onshore	100,000 usd	8 set	SCCS TYPE D	Self Contained
2005	Total Control System	Can.	Onshore	100,000 usd	8 set	SCCS TYPE D	Self Contained
2002	China Petroleum	China Pet	Onshore	100,000 usd	4 set	SSV	Control System

4 rows in set (0.00 sec)

```
mysql>
mysql>
mysql>
mysql>
```

Fig. 10 Result window of the example query

Fig. 10은 명령의 실행 결과 화면을 보여준다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 PQMS 개발을 위한 데이터베이스 모델을 제안하였다. 데이터베이스 모델 작성을 위하여 기본이 되는 PQ 과정과 목적을 확인하였으며, 주요 객체인 PQ 문서의 구조를 분석하였다. 분석된 PQ 문서와 PQ 활동을 위한 3개의 Use Case를 바탕으로 PQMS를 위한 요구사항, 기능모델, 그리고 구현 모델을 작성하였다. 작성된 모델들을 기반으로 ERD로 표현된 개념적 데이터베이스 모델을 제안하였다. 제안된 모델을 검증하기 위하여

구현한 예제 데이터베이스가 기능 모델을 위한 자료를 지원할 수 있는지를 질의 명령을 통해 확인하였다.

추후 연구로써 PQ 시스템과 PQMS가 하나의 시스템으로 통합된 PQ 통합 시스템을 위한 데이터베이스 모델의 확장이 필요하다.

## 감사의 글

This work was supported by Industrial Infrastructure Program (Infrastructure for Offshore Plant Resources R&D Center) through The Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) grant funded by the Korea government Ministry of Knowledge Economy (N009700001).

## References

1. Petro Controls Europe BV, 2006, *Pre-Qualification Manual for Safety Control Systems*, Petro Controls Europe BV PQ Report.
2. NPC, 2010, *Pre-qualification Manual*, National Projects and Construction L.L.C.
3. isqft, 2013, <http://isqft.com>.
4. Textura Corporation, 2013, <http://www.textura-corp.com>.
5. MySQL, 2013, <http://mysql.com>.



### 도 남 철

1991년 포항공과대학교 산업공학과  
학사  
1993년 포항공과대학교 산업공학과  
석사  
1996년 포항공과대학교 산업공학과  
박사  
1996년 삼성중공업 중앙연구소 선  
임연구원  
1998년 불보건설기계코리아(주) CAD/  
PDM팀 과장  
2001년 한국전자통신연구원 동시공  
학연구팀 선임연구원  
2002년~현재 경상대학교 산업시스  
템공학부 부교수  
관심분야: Product Data Re-  
presentations for Product Data  
Management, Product Lifecycle  
Management, Sustainable Product  
Development, and Life Cycle  
Design



### 박 종 진

1994년 KAIST 기계공학과 학사  
1996년 KAIST 기계공학과 석사  
1996년 삼성중공업 대덕중앙연구소  
연구원  
1998년 불보건설기계코리아(주) 주임  
1999년 (주)오름정보 개발팀장  
2004년 (주)케이피넷 이사  
2006년~현재 (주)아르고넷 대표이사  
관심분야: Research Data Manage-  
ment, Document Lifecycle  
Management, Open Source  
Solutions for Findability &  
BigData



### 이 정 렬

1985년 서울대학교 조선공학과 학사  
2000년 충남대학교 선박해양공학과  
석사  
2006년 충남대학교 선박해양공학과  
박사  
1985년~1990년 대우조선공업(주) 기  
술연구소  
1990년~현재 한국선급 IT융합연구팀  
관심분야: CAE, Ship Lifecycle  
Management, IT Convergence



### 이 재 현

1999년 한국과학기술원 산업공학과  
학사  
2001년 한국과학기술원 산업공학과  
석사  
2008년 한국과학기술원 산업공학과  
박사  
2008년 5월~2013년 8월 미국표준기  
술연구원(NIST) 방문연구원  
2013년 9월~현재 대구대학교 산업  
경영공학과 조교수  
관심분야: Product Lifecycle Manage-  
ment, Sustainable Manufacturing,  
and Product Design Data Analysis