

조선 CIMS에서의 통합 모형화 방법론

황성룡¹ · 김재균¹ · 문치웅¹ · 장길상²

¹울산대학교 수송시스템공학부 / ²동국대학교 정보산업학과

An Integrated Modeling Methodology on the CIMS for Ship Production

Sung-Ryoung Hwang¹ · Jae-Gyun Kim¹ · Chi-Ung Moon¹ · Gil-Sang Jang²

Nowadays, the modeling of systems have been enabled by various models and methodologies that are used for different purpose and perspectives upon the systems. The integrated modeling methodology that integrates these models and methodologies has become challenging issues in system integration such as CIM and PDM. The primary objective of this paper is to propose the comprehensive integrated modeling methodology that integrates the Extended IDEF0 function model, OOIDEF0 information model, navigation model, interface model, and organization model for an effective analysis and design of the CIMS for ship production. This methodology can be used for the integrated system, and cover the systems development life cycle in an integrated fashion. In order to prove the consistency and efficiency of the proposed methodology, the CIMS for ship production is modeled.

1. 서론

조선산업은 다양한 설계 및 제조 능력과 장기간의 건조기간(lead time)을 요구하는 수주 생산형 프로젝트 사업으로, 선체와 의장 등을 포함하는 다양한 설계부문과 생산, 자재 등의 생산 부문 그리고 많은 하청업체와 공급업체들이 연관된 매우 복잡하고 반복적인 공정을 포함하고 있다. 조선생산의 형태는 내업 가공(workshop manufacturing)과 외업 조립(construction site production)이 혼합된 형태이며, 작업공정은 설계, 자재조달, 계획, 생산의 동시 다발적인 진행으로 인한 복잡성과 고려하여야 할 방대한 양의 데이터로 인하여 정보기술을 이용한 시스템 개발이 어려운 실정이다.

최근, 부분적으로 CAD(computer-aided design) 기법들이 도입되어 설계 분야에 응용되고 있으며, 구조물의 가공을 위하여 자동화된 NC(Numerically control) 설비도 일반화되는 추세에 있다. 이러한 상황에서 CAD와 CAM(computer-aided manufacturing) 간의 통합과 BOM(bills of material)을 통한 CAD와 PPC(production planning control) 간의 통합은 일부에서 이미 전산화되었다. 그러나, 사용중인 시스템의 대부분은 특정영역의 업무만을 지원하므로 전산화의 섬(island of information)으로 전락하는 경우가 많다.

생산자원의 효율 극대화와 정보의 생성 및 전달 체계의 최적

화를 위해서는 정보 공유를 통한 선박설계, 일정계획, 공정관리 및 생산실적 집계 등 조선생산시스템에 관련된 제반 활동들이 체계적으로 통합화하는 컴퓨터통합 생산시스템(computer integrated manufacturing system : CIMS)을 구축하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 우선적으로, 기업의 목표를 기반으로 업무간의 관계와 필요 정보, 동적인 특성 등이 고려되어야 한다. 또한, 업무를 명확하고, 용이하게 표현하는 모델을 사용하여야 하며, 기업의 특수한 목적 또는 관점의 용도로 사용된 다양한 모델들은 하나의 통합된 구조로 관리되어야 한다(황성룡, 김재균 외, 1997; Mertins, K., Sussenguth, W., and Jochem, R., 1992).

본 연구에서는 조선산업의 업무 및 정보의 흐름의 관점에서 현황을 분석하고 CIMS 구축에 효율적으로 적용 가능한 통합 모형화 방법론(integrated modeling methodology)을 제시하는 것이다. 본 연구의 방법론은 객체지향 패러다임(paradigm)하에서 Extended IDEF0 기능모델, 객체지향 IDEF0 정보모델, 네비게이션 모델, 인터페이스 모델, 조직모델을 체계적으로 통합한다. 또한, 기존 모델의 특성과 우수성을 유지하면서 모델간의 통합성, 사용자의 인지성 그리고 명확성 측면에서 기존 방법론들의 단점을 보완하고 있으며, 시스템 개발 수명주기의 전 영역에 적용 가능한 다양한 통합 모형화 도구를 포함하고 있다. 이들 통합 모형화 도구들은 각각 도식적 표기법, 단계별 모형화 과정, 그리고 내용량 시스템의 복잡성을 관리하는 추상화

구조로 이루어져 있다. 제시된 방법론의 효율성은 조선 생산을 위한 현장 적용 사례를 통해 보이도록 하겠다.

2. 조선 CIMS

2.1 조선생산(ship production)

조선생산은 수주 생산형 프로젝트 사업으로 선종과 선형이 다양하여 정보와 업무의 표준화와 자동화가 어려운 노동집약적 산업이다. 또한 설계가 완벽하지 않은 상태에서 자재조달 및 생산이 동시다발적으로 수행되며, 설계가 진행됨에 따라 정보가 구체화되고 세분화되어짐으로 인하여 잦은 수정 사항이 발생하고 있다.

조선생산의 제조유형을 설명하기 위하여 생산시스템의 구성 요소인 작업대상물(working object), 작업자(worker), 설비(equipment)를 고정(fixed)과 이동(moveable)의 형태로 정의하고 세 가지 유형의 서로 다른 제조 원리(manufacturing principle)를 나타내면 <그림 1>과 같다. 외업 조립(construction site production)의 경우에는, 작업 대상물은 고정되어 있으나 작업자와 설비는 이동적이다. 조산산업의 경우는 내업 가공(workshop production)과 외업 조립이 혼합된 구조이다(Brodda, J., 1991).

이러한 조선생산의 특징과 제조원리로 인하여 기본적으로 대량생산체제로 고안된 정보기술을 활용하여 정보시스템화 하는 것은 쉬운 일이 아니다.

조선생산은 수주단계에서부터 제품설계, 자재조달, 생산, 시운전 및 인도의 제단계를 거치며, 생산공정은 크게 선각작업(hull construction), 의장작업(outfitting) 그리고 도장작업(painting)으로 구분된다. 선각작업은 선체의 외형과 골격을 만드는 작업으로 가공, 조립, 탑재공정이 이에 속한다. 의장작업은 추진, 운항, 거주환경 등 중요기관과 이를 연결하는 기능을 만드는 작업으로 Block의 조립과정에서 행해지는 선행의장, Dock에서

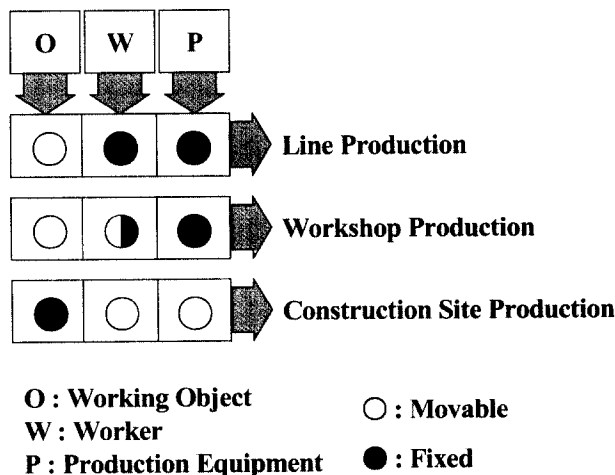


그림 1. 제조 유형.

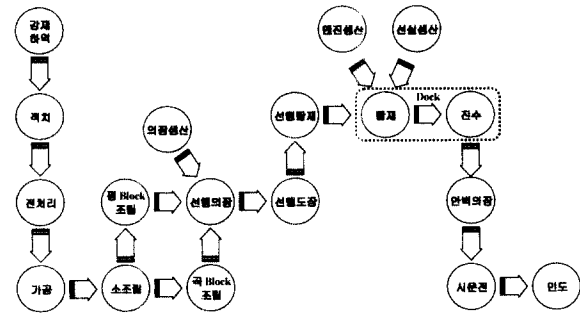


그림 2. 조선생산 공정.

행해지는 의장작업, 그리고 안벽에서 행해지는 작업으로 구분된다. 도장작업은 부식을 방지하기 위한 작업으로 의장작업과 유사하게 선행도장, Dock 도장, 그리고 안벽에서 행해지는 도장작업으로 구분된다. <그림 2>는 개략적인 조선생산공정을 표현한 것이다(박명환, 이운식 외, 1995).

제품에 대한 상세정보를 정의할 수 없는 조선공사의 초기단계에서는 관련정보의 부족을 의사결정자의 과거 공사에 대한 경험과 지식으로 보상하며, 설계 및 생산업무가 진행됨에 따라 구체적이고 확정적인 정보가 산출된다. 이러한 상황은 생산단계에서도 종종 발생하며 현장 작업자의 경험을 이용하는 경우도 있다.

경험에 의해 정보의 부족을 보상해야만 하는 주된 이유는 설계, 자재조달, 계획, 생산의 동시다발적인 진행으로 인하여 일부 업무는 요구되는 정보가 산출되기 전에 수행되기 때문이다. 경험에 의하여 산출된 정보는 변경이 빈번하며 기업 내의 다른 조직(또는 시스템)을 고려하지 못하는 경우가 대부분이다. 이러한 상황에서 과거 정보의 표준화, 업무의 최적화, 그리고 정보공유를 통한 설계/계획/제조의 통합은 핵심 해결 과제이다.

통합되지 않고 개별적으로 개발/운영되는 시스템은 정보와 업무의 비효율적인 관리 및 제어로 정보 검색 난이, 정보의 중복 및 일관성 결여, 정보의 비효율적 교환, 업무의 진척과 현황 파악에 많은 자원의 소모, 그리고 객관적인 의사결정을 지원하는 정보 부족과 같은 문제를 유발한다.

2.2 조선 CIMS

시스템통합은 개개의 독립적인 시스템을 연계시켜 단위 기능의 효율성보다는 전체 시스템 차원에서의 효율성을 지향하며, 생산 및 기술 정보를 활용하고 관련 기능간의 정보를 공유하여 효율적인 시스템 관리를 목표로 한다(Beekman, D., 1989).

조선산업에서도 CAD 및 PDM 시스템들이 도입되고 있는 추세에 있다. 또한, 일부이기는 하지만 BOM을 통한 CAD와 PPC간의 통합을 위한 연구도 이루어지고 있다. 그러나 이러한 기술개발의 대부분은 단위 업무의 생산성 향상을 가져왔으나,

기업 전체 시스템과 통합되지 못하여 전체적인 성공을 거두지는 못하였다. 독립적으로 개발된 시스템들은 방대한 양의 정보를 빠르게 산출하는 능력을 보유하고 있으나, 정보공유 능력의 미흡으로 시스템간의 정보흐름이 원활하지 못하고, 유사 정보의 중복을 초래하며, 정보검색과 조작 등의 정보 제어 문제를 유발시킴으로써 조직의 전반적인 잠재능력을 감소시키는 원인이 되고 있다 (Rumbough, J. et al, 1991).

조선산업의 경쟁력 강화를 위해서는 생산자원의 효율 극대화 및 정보의 생성, 전달 체계의 최적화를 통한 낭비의 제거가 우선되어야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 선박설계, 일정계획, 공정관리 및 생산실적집계 등 조선생산시스템에 관련된 제반 활동들이 체계적으로 통합화, 자동화된 컴퓨터통합 생산시스템을 구축하는 것이 중요하다.

조선 CIMS는 제품모델(product model)을 이용하여 설계 및 생산정보를 체계적이고 통합적으로 공유하여 이를 지리적으로 분산된 타 시스템에서 쉽게 이용 가능하게 하여 그들의 업무를 효율적으로 지원하는 정보관리시스템을 의미하며, 제품모델은 형상정보, BOM/품목정보, 일정정보, 공정정보, 품질정보, 관리정보를 포함하면서 다양한 설계 및 생산 시스템간의 통합을 가능하게 한다. 이러한 다양하고 복잡한 정보를 관리하는 제품모델을 표현하기 위해서는 개체관계도를 근간으로 하는 구조적 접근방법(structural approach)보다는 다양한 데이터 타입, 복잡한 관계 등을 표현할 수 있는 객체지향 접근방법(object-oriented approach)이 바람직하다.

조선 CIMS는 선박 생산환경에서 발생하는 다양한 문제를 해결하기 위한 효율적인 방안으로 환경변화에 신속하고 유연하게 대응하게 하고 일관된 업무흐름을 지원하며, 시스템간의 양질의 정보 공유를 가능하게 함으로써 건조 리드타임 단축, 품질 향상, 투입공수 감소를 통한 경쟁력 향상에 이바지할 것으로 기대된다.

2.3 통합 모형화 방법론

시스템의 서로 다른 목적을 표현하기 위해 무수한 모델들이 다양한 정보시스템 개발에 사용되어 왔다. 이들을 기능(또는 업무), 정보(또는 데이터), 동적(또는 행위, 시뮬레이션) 모델로 구분 가능하다(Olle, T. W., Hagelstein, J., Macdonald, I. G., Rolland, C., Sol, H. G., Van Assche, F. J. M., and Verrijn-Stuart, A. A., 1991; Ramackers, G.J. and Verrijn-Stuart, A. A., 1991; van Slooten, K. and Brinkkemper, S., 1993; Wang, S., 1993, 1994). 추가적으로 네비게이션, 인터페이스, 그리고 조직모델에 관한 기존 연구가 있었다. 기능모델은 조직간의 기능 모형화와 하향식 기능의 분할을 강조한다. 이들은 정보의 흐름 및 자원의 흐름과 매우 연관이 있다. 정보모델은 개체(또는 객체)의 모형화와 그들 간의 관계를 중요시하며, 임의의 시스템과 연관된 정보의 내용과 구조를 표현한다. 동적모델은 업무 수행시간, 업무의 지연, 그리고 이벤트의 동시 유발을 통한 기능의 동적 순

서와 같은 임시적이고 시간에 따라 변하는 현상을 강조한다. 네비게이션 모델은 정보모델에서 정의된 정보를 네비게이션 단위로 재구성하고, 사용자가 정보시스템을 운영하는 방법을 정의한다. 인터페이스 모델은 많은 연구에서 구현에 관련된 사항으로 취급하였으나 구현환경과 독립적인 방법으로 외형적 모양과 상호작용을 정의함으로써 사용자에게 인지되는 방법을 제공한다. 조직모델은 조직의 구조를 표현하며 기능과 정보에 대한 부서(또는 사람)의 권한과 책임을 부여하는 데 사용된다. 기존의 연구에서 사용된 모델과 방법론들을 구분 정리하면 다음과 같다(황성룡, 김재균 외, 1997).

- 기능(업무) 모형화 : IDEF0 (ICAM Definition Language 0), IDEF0 / td(Triple -Diagonal), DFD (Data Flow Diagram)
- 정보 모형화 : IDEF1, IDEF1x, ERD(Entry Relationship Diagram), EERD(Extended ERD), SDM(Semantic Data Model), Object Model
- 동적 또는 시뮬레이션 모형화 : IDEF2, Petri-Net, State Transition Diagram (STD), SLAMII, SIMAN, 객체지향시뮬레이션
- 네비게이션 모델 : Navigational Class Schema(NCS), Navigation Context, Navigation Structure Diagram(NSD), Navigationa (Class (Node, Link, Access Structure)
- 인터페이스 모델 : StateChart, Abstract Data View (Configuration Diagram, ADV-chart)
- 조직 모형화 : 조직도(Organization Chart)

그러나, 특수한 목적으로 고안된 모델(또는 방법)은 다른 용도에 부적합할 수 있으며, 모델간의 불일치를 유발할 수 있다. 개별적인 모델은 상이한 모델간의 비일관성으로 하나의 모델에 있어서의 임의의 변화가 다른 모델에 미치는 영향을 파악하기 매우 어려우며, 시스템 개발 수명주기 내에서 각 단계간의 부드러운 전이(seamless transition)가 어렵고, 사용자, 설계자, 그리고 개발자가 공동되고 통합된 모델을 사용하지 않으므로 공동작업과 의사소통에 어려움이 있다 (Kim, J. I., 1995). 이러한 문제를 완화하기 위한 방법은 단일한 패러다임 내에서 모델들을 표현하는 통합모형화 방법론을 사용하는 것이다 (Dillon, T. and Tan, P. L., 1993). 만약, 전체 시스템 개발 수명주기 동안에 단일한 패러다임 내에서 적합한 하나의 방법론을 사용하면 추적성이 증가하고, 통합 문제가 감소되고, 설계의 개념적 무결성을 향상시키며 보다 일관된 최종 시스템이 될 것이다 (Freitas, M. M., Moreira, A., and Guerreiro, P., 1990).

일반적인 방법론은 도식적 표기법, 구조화된 모형화 과정, 그리고 추상화 구조를 사용하는 기법들의 집합이다(Doumeings, G. and Chen, D., 1992; Kim, J. I., 1995). 통합모형화 방법론은 일반적인 방법론의 요소는 물론 완결성(completeness), 일관성(consistency) 그리고 유용성(usefulness)이 제공되어야 한다(Dillon, T. and Tan, P. L., 1993; Kim, J. I., 1995). 여기서 완결성은 기능, 정보, 동적, 조직과 같은 시스템의 다양한 측면을 통합하는 것이며, 일관성은 시스템 개발주기 내의 각 단계간과 각 단계에서 산출되는 모델들은 서로 일관되어야 한다는 것을 의미

단 계	모형화 과정	투입물(기법)	산 출 물
요구사항 분석 (Requirement Analysis)		<ul style="list-style-type: none"> 조직도 Interview 	<ul style="list-style-type: none"> Extended IDEF0 모델 기능객체 ICOM 객체 기능계층도(FHD)
시스템 분석 (System Analysis)		<ul style="list-style-type: none"> Extended IDEF0 모델 	<ul style="list-style-type: none"> OOIDEF0 모델 로컬정보모델 글로벌정보모델
시스템 설계 (System Design)		<ul style="list-style-type: none"> Extended IDEF0 모델 OOIDEF0 모델 	<ul style="list-style-type: none"> ICOM/기능 객체 사양서 Attribute Class Method
구현 설계 (Implementation Design)		<ul style="list-style-type: none"> Extended IDEF0 모델 OOIDEF0 모델 ICOM/기능 객체 사양서 	<ul style="list-style-type: none"> Navigation/Interface 모델 시스템계층도 Node Card 네비게이션 구조도 Interface 모델 사용자인터페이스 다이어그램
구 현 (Implementation)		<ul style="list-style-type: none"> OOIDEF0 모델 ICOM/기능 객체 사양서 Navigation/Interface 모델 	<ul style="list-style-type: none"> Physical Database Application

그림 3. 통합 모형화 방법론의 구조도.

한다. 유용성은 사용자와 개발자간의 의사소통과 모형화가 용이하도록 단순하고 명확해야 하며, 모델의 재사용성, 확장성, 그리고 용이한 유지보수를 제공해야 한다는 것을 의미한다.

시스템통합을 위한 모형화는 중요한 문제로 부각되고 있으며, 시스템의 중요한 관점을 표현하는 각각의 모델들 간의 관계와 기능을 통합한다(Alabiso, B., 1988; Kim, J. I., 1995). 이를 위한 다양한 방법론들이 개발되어 왔으나 그 효과는 매우 제한적이었다. 따라서, 서로 다른 모형화 관점을 통합하고 다른 사용자에게 일관되고 통합된 관점을 제공해 줄 수 있는 방법론이 필요하다.

3. 통합 모형화 방법론의 설계

본 연구에서 제시하고자 하는 방법론은 도식적 표기법, 구조화된 모형화 과정, 그리고 추상화 구조와 같은 일반적인 방법론의 구성요소를 포괄하고 있으며, 통합 모형화 방법론의 특성인 서로 다른 모델간의 일관성을 제공한다. 제시된 방법론은 정보와 업무의 복잡성을 모형화하기 위하여 시스템 개발의 전 수명주기 동안에 단일한 객체지향 패러다임을 사용하겠다.

제시된 방법론은 요구사항 분석, 시스템 분석, 시스템 설계, 구현 설계 그리고 구현의 5단계로 구성된다. 본 방법론의 구조와 각 단계별 투입/산출물은 <그림 3>에 표현되어 있으며, 명확하고 단순한 표현을 위하여 단계간의 피드백은 표현하지 않았다.

3.1 요구사항 분석(Requirements Analysis)

현재 대부분의 객체지향 방법론은 요구사항 수집 및 업무분석을 위하여 공식적인 또는 비공식적인 서술적 표현을 사용해 왔지만, 본 연구에서는 구조적 IDEF0 모델을 객체지향 패러다임으로 확장시킨 Extended IDEF0 모델을 사용한다.

Extended IDEF0 모델은 기능객체와 ICOM 객체로 구성된다. 기능객체는 시스템의 구성요소로서 업무의 수행을 의미하며, 기능상자라 불리는 사각형으로 표현한다. ICOM 객체는 투입(input), 제어(control), 산출(output), 기구(mechanism) 객체로 영어의 두음을 따서 ICOM이라 명명하며 화살표로 표현한다. Extended IDEF0 모델은 업무 또는 기능(기능객체)과 필요한 정보(ICOM 객체), 기능객체간의 구조와 관계, 그리고 기능객체와 ICOM 객체간의 구조와 관계를 표현한다.

Extended IDEF0 모델의 기본적인 구조는 <그림 4>와 같이

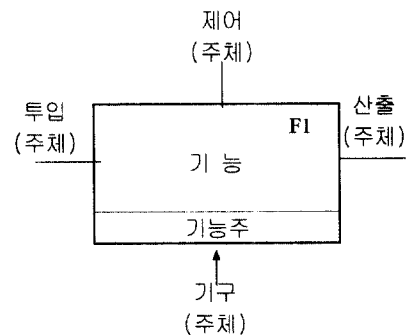


그림 4. Extended IDEF0 모델의 기본적인 구조.

표현된다. 투입객체(input object)는 산출객체(output object)를 생성하기 위하여 기능에 의하여 변형되는 객체이고, 제어객체(control object)는 기능을 수행할 때 제약사항이 되는 객체이다. 구조적인 IDEF0 모델을 확장하여 기능객체를 수행하는 부서/사람을 표현하는 기능주체를 기능객체 내에 추가시킨다. 객체주체는 ICOM 객체를 관리하는 부서/사람을 의미한다.

Extended IDEF0 모델은 정보, 조직모델과의 통합을 위하여 전통적인 IDEF0 모델을 확장하였다.

- 객체지향 정보모델과 통합하기 위하여 ICOM은 기존 IDEF0에서의 데이터 또는 데이터 그룹이 아닌 도면, 자재, 제품, 문서와 같은 객체를 의미한다.
- 조직모델과의 통합을 위하여 기능주체와 객체주체가 Extended IDEF0 모델 내에 표현된다. 기능주체와 객체주체는 조직간의 업무관계를 표현하는 데 유용하며, 기능객체에 대한 권한과 책임을 명시하게 한다.

Extended IDEF0 모형화는 조직도와 현업 담당자 또는 시스템 사용자와의 인터뷰를 통하여 최상위 기능객체로부터 시작한다. 그런 다음 최상위 기능객체는 하향식 분할방법을 이용하여 보다 세부적인 하위수준의 기능으로 분할된다. 분할과정은 업무의 요구된 상세수준까지 계속된다. Extended IDEF0 모형화가 완료되면, 기능을 계층적으로 표현한 기능계층도(function hierarchy diagram)를 작성한다. 이는 기능간의 관계를 전체적으로 파악 가능하게 한다.

3.2 시스템 분석(System Analysis)

OOIDEF0 모델은 Extended IDEF0 모델을 통합한 객체지향 정보모델이다. 객체지향 정보모델은 일반적으로 객체간의 구조(structure)와 관계(relationship)를 정의한다. 구조는 상속(generalization, is-a, is-kind-of)구조와 복합(aggregation, whole-part, part-of)구조로 나뉘어진다 (Kim, J. I., 1995; Rumbough, J. et al, 1991; Schwabe, D. and Rossi, G., 1995). 상속구조는 특정 객체가 다른 객체의 속성과 클래스 메소드를 자동적으로 포함하면서 다른 객체의 특수한 유형으로 정의되는 것을 표현한 구조이다. 복합구조는 객체가 다른 객체를 포함하는 것을 나타내는 구조이다. 관계는 객체의 인스턴스가 얼마나 많은 다른 객체의 인스턴스와의 연관 정도를 나타내는 객체간의 연관(association)관계이다. OOIDEF0 모형화 단계에서는 ICOM 객체는 이미 Extended IDEF0 모델에 정의되어 있으므로 ICOM 객체의 구조와 관계만을 정의한다. OOIDEF0 모형화는 Extended IDEF0 모델의 기능 내부에 로컬 객체지향 정보모델을 표현한다. 즉, OOIDEF0 모델은 Extended IDEF0 모델과 로컬 객체지향 정보모델을 동시에 하나의 모델에 표현한다. Extended IDEF0 모델의 기능은 로컬 객체지향 정보모델의 범위(scope)가 된다.

<그림 5>는 OOIDEF0 모델의 기본 구조이며, 구조와 관계는 ICOM 객체간의 일반적인 구조와 관계를 의미하는 것이 아니고, 단지 구조와 관계의 표기법을 설명하기 위한 것이다.

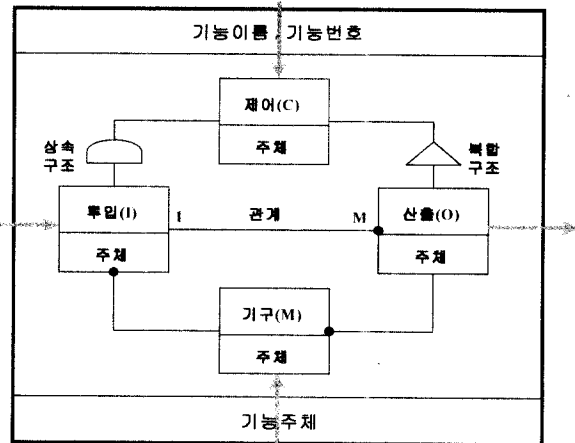


그림 5. OOIDEF0 모델의 기본 구조.

ICOM 객체는 기능객체와 로컬 정보 모델간의 정보와 물류의 흐름을 표현한다. 추가적으로 기능주체, ICOM 객체주체가 OOIDEF0 모델의 기본 구조에 포함된다.

<그림 5>의 각 OOIDEF0 모델의 기본구조는 하나의 기능과 로컬 정보모델을 표현한다. OOIDEF0 모형화는 상향식 총괄방식(bottom up aggregation)을 사용한다. 이는 우선 최하위 기능에 해당하는 로컬 정보모델을 작성한 다음 기능계층도에 따라 상향식으로 글로벌 정보모델을 작성한다. 상향식 총괄과정에서 중복 객체는 제거되고 부가적인 구조와 관계가 정의된다.

3.3 시스템 설계(System Design)

OOIDEF0 사양서는 속성(attribute)과 클래스 메소드(class method) 측면에서 기능객체와 ICOM 객체를 정의한 것이다. 시스템 분석단계에서 시스템 설계단계로의 일관된 전이는 OOIDEF0 모델의 동일한 ICOM 객체, 구조, 관계를 사용함으로써 가능하다. OOIDEF0 사양서 작성 단계는 ICOM 객체와 기능객체의 사양서 작성 단계로 구분된다.

3.3.1 ICOM 객체 사양서 작성

ICOM 객체와 그들의 구조와 관계는 OOIDEF0 모델에 정의되어 있으므로 ICOM 객체 사양서는 속성과 클래스 메소드 측면에서 ICOM 객체를 정의한다. 이는 OOIDEF0 모형화의 글로벌 정보모델을 기반으로 수행된다. <그림 6>은 ICOM 객체 사양서의 기본구조이다.

ICOM 객체의 인스턴스는 키 속성에 의해 식별된다. ICOM 객체에서 키속성을 제외한 구성요소로 일반속성, 객체주체, 관련기능 그리고 클래스 메소드가 있다. 모든 객체에 공통적인 클래스 메소드로는 "create(initialize)", "connect(send message)", "access(get, set)", "delete" 그리고 "update(modify, change)"가 있다. 일부 객체는 "calculate", "monitor", "print", 그리고 "display"와 같은 클래스 메소드를 포함할 수 있다. 위에서 기술한 클래스 메

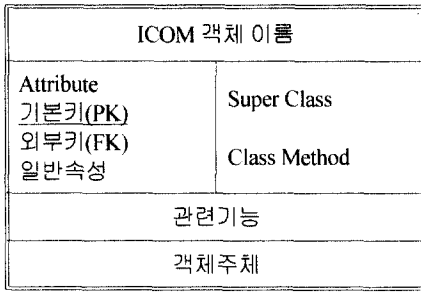


그림 6. ICOM 객체 사양서의 기본구조.

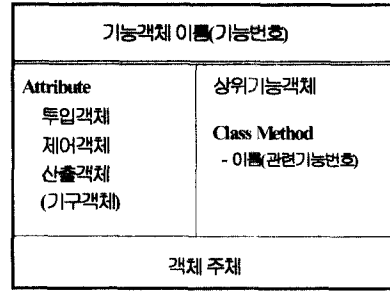


그림 7. 기능객체 사양서의 기본구조.

쏘드는 최하위 트랜잭션을 의미하며, 이는 객체지향 프로그래밍이 실질적으로 최하위 트랜잭션 수준에서 수행되므로 매우 합리적이며 프로그래밍을 위하여 별도의 조처를 취하지 않아도 되는 특징이 있다.

3.3.2 기능객체 사양서 작성

Extended IDEF0 모델의 기능이 기능객체가 되며, 기능객체는 하위수준의 여러 기능객체로 분할되므로 일반적으로 기능객체간의 구조는 복합 구조이다. 기능객체는 ICOM 객체와 유사하게 속성, 클래스 메소드 등을 정의한다. 속성과 클래스 메소드는 Extended IDEF0 모델의 기능 계층도에 따라 정의된다.

<그림 7>은 기능객체 사양서의 기본구조이다. 기능객체의 구성요소는 ICOM 객체, 상위 기능객체, 그리고 객체주체이다. 기능객체의 클래스 메소드는 ICOM 객체의 클래스 메소드와 유사한 형태로 정의된다 그러나 기능객체의 클래스 메소드는 데이터가 아닌 ICOM 객체를 취급한다. 기능객체의 클래스 메소드에 대한 실제적인 데이터 처리는 해당하는 ICOM 객체의 클래스 메소드를 통하여 실행한다. 기능객체의 클래스 메소드는 데이터 처리를 위하여 해당하는 ICOM 객체로 메시지를 보내는 역할만을 수행한다.

3.3.3 ICOM 객체와 기능객체간의 관계

<그림 8>은 ICOM 객체와 기능객체간의 구조, 관계, 그리고 메시지 전달을 보여준다. 하나의 기능객체가 다수의 ICOM 객체

를 포함하고 있으므로 그들 간에는 복합구조이다. 하나의 기능객체는 다수의 ICOM 객체와 연관되어 있고, 반대로 하나의 ICOM 객체는 다수의 기능객체와 연관될 수 있으므로 이들 간의 관계는 다대다 관계이다. 메시지는 양방향으로 전달된다.

3.4 구현설계(Implementation Design)

구현설계는 네비게이션 설계(navigation design)와 인터페이스 설계(interface design)의 하위 단계를 가진다.

3.4.1 네비게이션 설계(Navigation Design)

네비게이션 설계단계는 조직의 업무를 효과적으로 지원하고, 최종 사용자의 요구사항이 충실히 반영된 운영 가능한 정보시스템을 개발하기 위하여 객체지향모델에서 정의된 정보를 데이터 중복, 성능 등을 고려하면서 네비게이션 단위(page)로 재구성하는 단계와 사용자가 정보시스템을 운영하는 방법을 정의하는 단계로 구성된다. 네비게이션 설계는 시스템계층도 작성, 노드(node)설계 그리고 네비게이션 구조도(navigation structure diagram)를 작성하는 과정을 거쳐서 설계된다.

시스템계층도 작성은 Extended IDEF0 모델의 기능계층도를 시스템계층도로 변환하는 단계로 기능계층도에서 수작업으로 수행되는 기능을 제거하고, 시스템의 효율적인 운영을 위하여 지원기능(support function)을 추가하여 시스템계층도를 작성한다. 지원기능의 예로는 시스템 초기화, 감사, 백업과 복구,

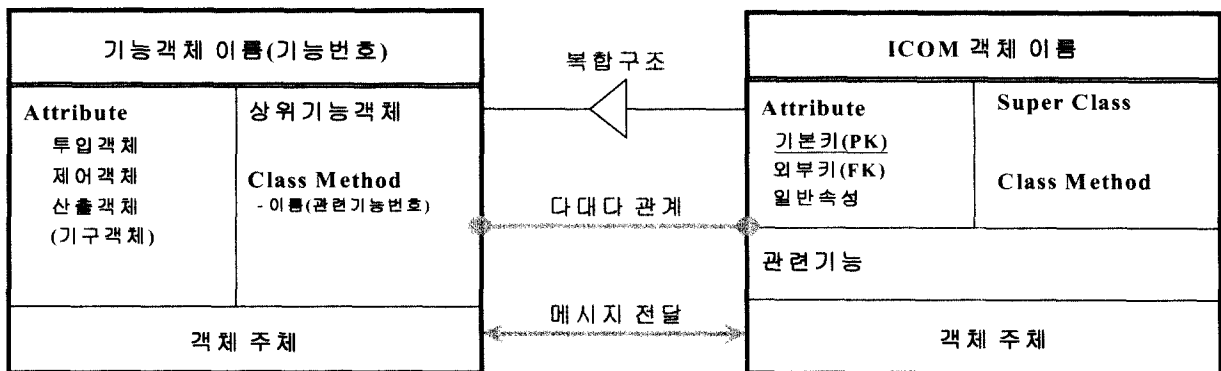


그림 8. ICOM 객체와 기능객체간의 관계.

통계자료 수집, 권한관리 등이 있다 (Baker, R., Longman, C., 1992).

노드설계 단계는 시스템계층도, OOIDEFO 모델의 관계와 구조, 그리고 OOIDEFO 사양서의 속성과 클래스 메소드를 기반으로 노드를 추출하는 단계이다. 노드는 속성, 링크(link), 클래스 메소드를 가지는 정보객체로 객체지향뷰(OO view)의 역할과 유사하며 시스템계층도의 기능을 정보시스템의 네비게이션 단위로 분할한 것이다. 시스템계층도의 최하위 수준 기능과 지원기능은 하나 이상의 노드로 분할되며, 지원기능이 아닌 상위수준의 기능은 메뉴형식으로 하나의 노드를 가진다. 동일한 기능객체와 ICOM 객체는 하나 이상의 노드에 사용될 수 있고, 하나의 노드는 다수의 기능객체 또는 ICOM 객체를 포함할 수 있다. 본 연구에서는 시스템계층도상에서 기능의 유형에 따라 노드를 기능노드(P-node, atomic function), 지원노드(S-node, support function) 그리고 메뉴노드(M-node, non-atomic function)로 구분하였다. 노드의 속성과 클래스 메소드는 OOIDEFO 사양서의 속성과 클래스 메소드로부터 유도되며, 노드의 링크는 노드간의 관계를 의미하는 것으로 OOIDEFO 모델의 관계와 구조로부터 유도되며, 자체 링크 속성을 가질 수 있다. <그림 9>는 노드 카드의 기본구조이다. 네비게이션 구조도 작성단계는 시스템계층도상에 노드를 추가하여 네비게이션 구조도를 작성하는 단계이다. 네비게이션 구조도는 사용자에게 정보시스템의 구조를 제공함으로써 정보시스템을 보다 효율적으로 운영할 수 있게 한다. 네비게이션 구조도의 각 노드는 인터페이스 설계단계의 사용자 인터페이스 다이어그램과 일대일 대응 관계를 가진다.

3.4.2 인터페이스 설계(Interface Design)

인터페이스 설계는 사용자 인터페이스 객체(user interface object : UIO)를 사용하여 네비게이션 구조도의 노드와 링크에 해당하는 사용자 인터페이스 다이어그램(user interface diagram : UID)을 작성하는 단계이다. 인터페이스 설계는 구현환경과 독립적으로 수행되므로 다양한 사용자의 기호, 구현시 제반 제약사항, 그리고 사용자 인터페이스에 대한 정보기술에 대한 요구조건 등을 만족시킬 수 있다.

UIO의 도식적 표기법은 <그림 10>에 표현되어 있다. 노드

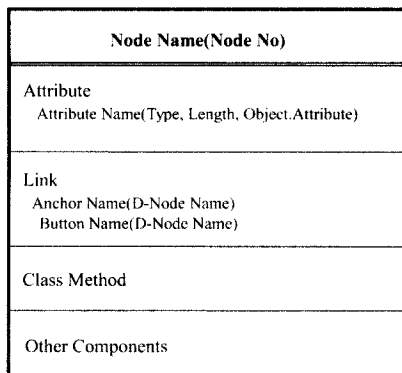


그림 9. 노드카드.

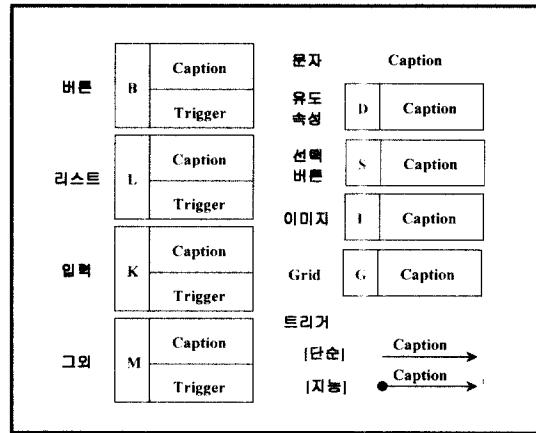


그림 10. User Interface Object의 도식적 표기법.

는 UID와 일대일 대응되며, 노드의 속성은 UID의 속성이 된다. 노드의 링크는 UID 내의 버튼 또는 아이콘이 된다.

3.5 구현(Implementation)

본 방법론의 최종 단계인 구현은 개발자가 OOIDEFO 모델, 기능객체 사양서와 ICOM 객체 사양서, 네비게이션 모델(Node), 네비게이션 구조도, 그리고 사용자 인터페이스 다이어그램을 이용하여 특정 문제영역에 대한 데이터베이스, 응용프로그램과 같은 물리적인 정보시스템을 프로토타이핑 또는 프로그래밍하는 단계이다. 프로토타입의 각 버전은 사용자에 의해 검증되고, 반복적으로 Extended IDEF0 모델, OOIDEFO 모델 그리고 기능객체 사양서와 ICOM 객체 사양서 등을 개정하는데 사용된다.

4. 사례연구 : 조선 CIMS 모형화

본 절에서는 제시된 통합 모형화 방법론을 개발 진행중인 조선 CIMS를 통해 모형화 과정을 보이도록 하겠다.

연구 대상인 조선CIMS의 구조를 간단히 표현하면 <그림 11>과 같다. 이것은 조선 생산을 위한 형상, BOM, 품목, 자재, 공정(activity), 일정, 예산, 도면 등의 정보를 포함하는 제품모델을 통하여 CAD, 제품정보관리, 생산계획, 자재/조달, 일정계획, 생산지원 그리고 기존 시스템인 견적, 구매, 원가, 인사급여 시스템의 업무를 효율적으로 지원하는 통합한 구조도이다.

4.1 요구사항 분석

요구사항 분석단계에서는 조직도와 인터뷰 기법을 이용하여 기능간의 관계와 기능과 ICOM 객체간의 관계를 분석하기 위하여 Extended IDEF0 모형화를 수행한다. <그림 12>는 모델화 대상의 조직도를 간략히 표현한 것으로, 이는 Extended

그림 11. 조선 CIMS의 구조도.

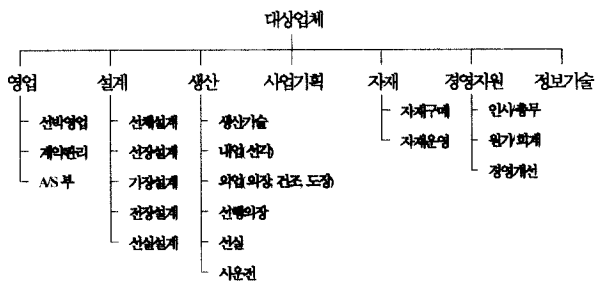


그림 12. 대상업체의 조직도.

IDEFO 모형화 단계의 입력 정보로, 기능객체와 ICOM 객체에 대한 권한과 책임을 부여함으로써 서로 다른 조직간의 기능과 정보 모형화를 가능하게 한다. Extended IDEFO 모델은 동일한 기능, ICOM 객체, 기능주체와 객체주체를 사용하여 이 모델로부터 정보 모델을 유도할 수 있으며, 최종 사용자와의 원활한 의사소통을 지원하여 빠르고 정확한 모델을 생성하게 하며, 생성된 모델을 검증하는 데 용이하다. 이는 표현된 기능모델과 실질적인 업무간의 차이를 줄이는 역할을 한다.

조선 CIMS 내의 주요 시스템간의 정보흐름을 Extended IDEFO에 의하여 거시적으로 표현하면 <그림 13>과 같다. 이

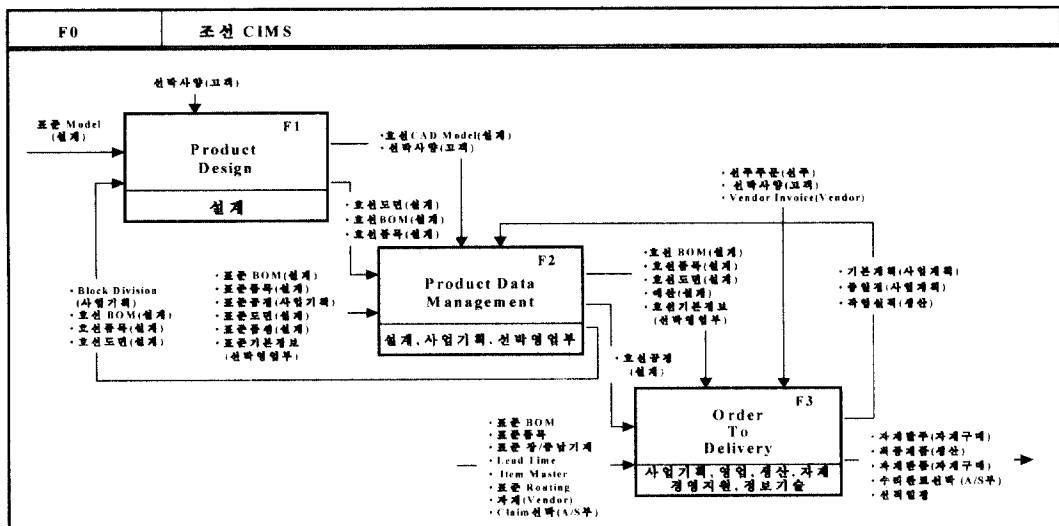


그림 13. 조선 CIMS에 대한 Extended IDEFO 모형화(level 0).

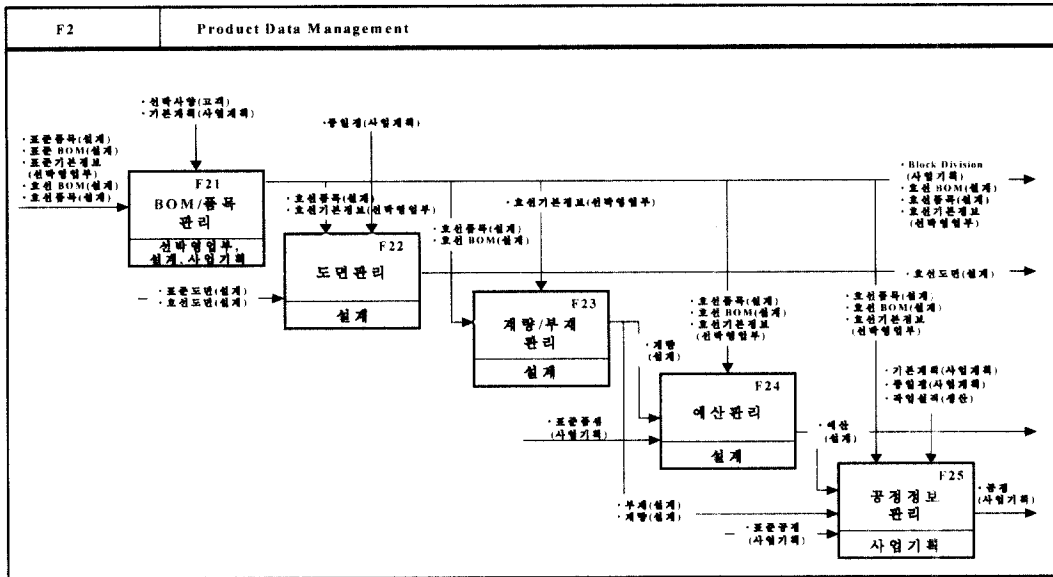


그림 14. PDM에 대한 Extended IDEF0 모형화(level 1).

것은 표준 CAD 모델을 이용하여 3차원 CAD 시스템상에서 제품을 설계하는 Product Design과 설계와 생산의 연계 역할을 하면서 BOM, 품목, 예산, 공정정보 등의 제품에 관련된 제반 정보를 관리하는 Product Data Management, 그리고 수주, 생산계획, 자재조달, 일정계획, 생산 등의 업무를 지원하는 Order To Delivery 기능객체로 구분하여 그들 간의 정보 연관관계를 ICOM 객체를 이용하여 표현한 것이다.

Product Data Management(F2)를 보다 세부적으로 나타내면 <그림 14>와 같으며, 이때 PDM(F2)은 하위기능으로 BOM/품목관리(F21), 도면관리(F22), 계량/부재관리(F23), 예산관리(F24), 공정정보관리(F25)를 포함한다.

<그림 15>는 BOM/품목관리(F21) 기능객체 내의 하위 기능

들을 표현하고 있다. BOM/품목관리(F21)는 호선기본정보관리(F211), Block Division 관리(F212), 호선 BOM 관리(F213) 그리고 호선품목관리(F214)의 하위 기능을 포함한다.

4.2 시스템 분석

시스템 분석단계는 OOIDEF0 모형화 과정을 통하여 ICOM 객체의 구조와 관계를 정의하는 단계이다. <그림 16>은 BOM/품목관리(F21) 기능에 대한 OOIDEF0 모델을 보여준다. Extended OOIDEF0 모형화 과정에서 도출된 ICOM 객체는 기능 간의 인터페이스 역할을 담당하는 것이다. 일부 ICOM객체는 기능 내부에서만 표현된다. OOIDEF0 모형화 과정에서 기능내

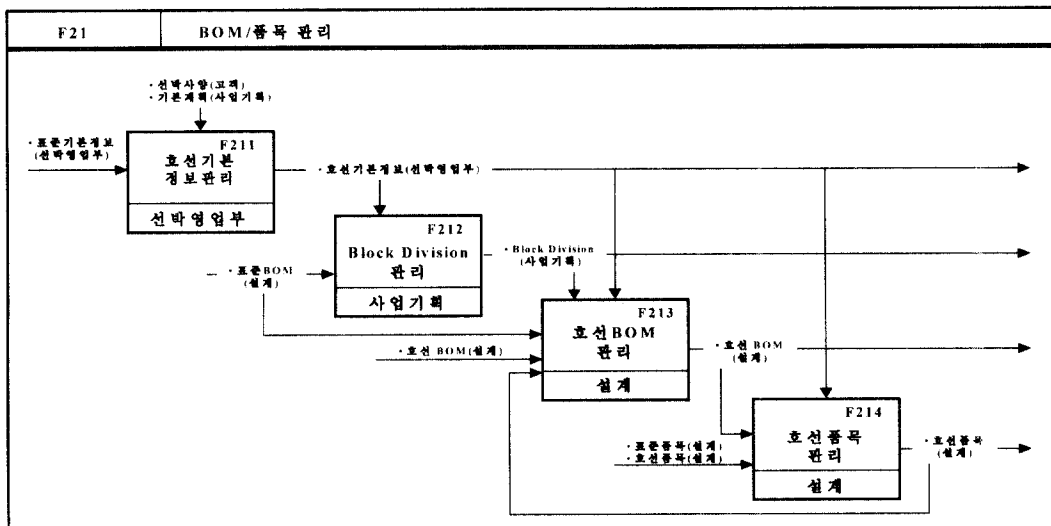


그림 15. BOM / 품목관리에 대한 Extended IDEF0 모델(level 2).

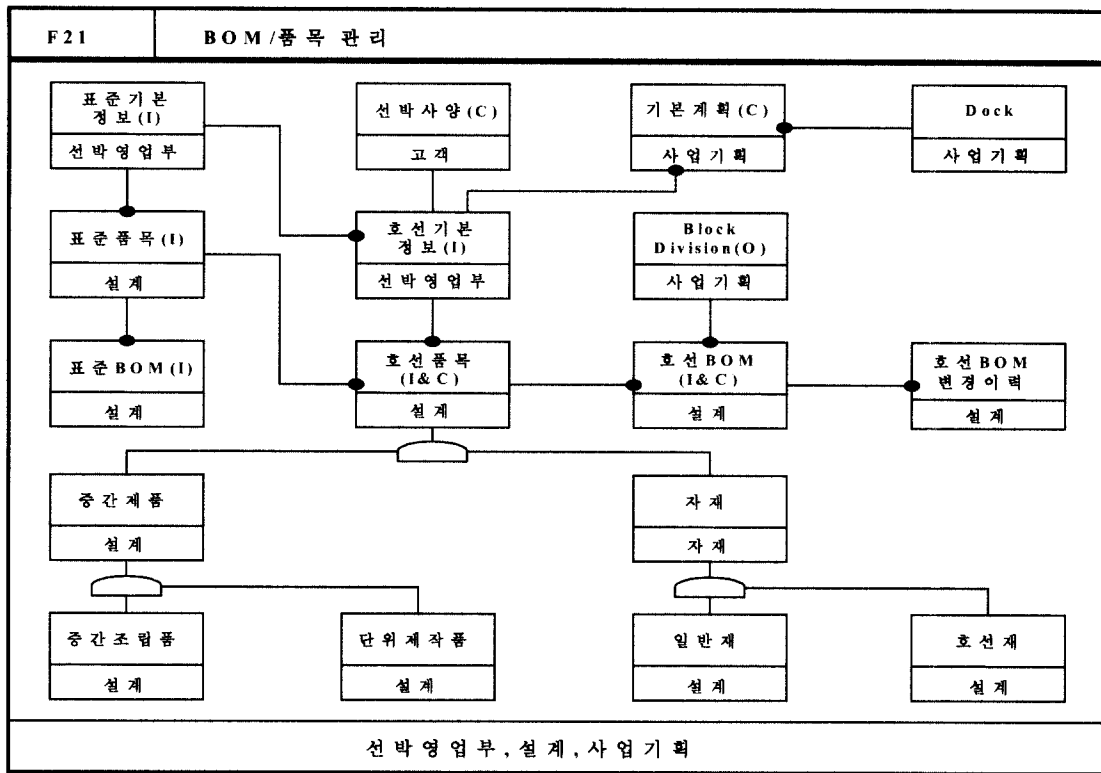


그림 16. BOM/품목관리에 대한 OOIDEF0모델.

부의 객체가 정의되고 표현된다. <그림 16>의 호선BOM변경이력, Dock, 중간제품, 자재 등이 기능내부에서만 표현되는 객체들이다.

하나의 기능에 대한 로컬 정보모델이 다른 기능의 로컬 정보모델과 서로 연결되어 있지 않다면 기능과 정보모델이 완전히 통합되기에 불충분하다. 기능과 정보모델의 완전한 통합을 위하여 기능과 정보모델간의 인터페이스가 모델에 표현되어야 한다. 이 인터페이스는 Extended IDEF0 모델의 기능간의 인터페이스와 일치한다. OOIDEF0 모형화는 기능계층도에 따라 상향식 총괄방식으로 글로벌 정보모델을 작성한다.

OOIDEF0 모형화 과정에서 산출된 로컬정보모델은 분산 정보시스템 개발에 사용 가능하고, 글로벌 정보모델은 분산 및 통합 데이터베이스 시스템 개발에 사용 가능하다.

4.3 시스템 설계

시스템 설계단계는 OOIDEF0 모형화의 글로벌 정보모델을 기반으로 기능객체와 ICOM 객체의 속성과 클래스 메소드를 정의하는 단계이다.

<그림 17>은 호선BOM관리(F213)의 ICOM 객체 중의 하나인 호선BOM의 ICOM객체 사양서이다. 호선BOM의 기본키는 호선번호, 모품목번호, 자품목번호의 복합키(composite key)이며, 일반 속성정보로는 수량, lead time offset 등을 포함한다. 기본키는 Underline과 "PK"로 표현되며, 외부키는 "FK"를 사용해

호선 BOM	
Attribute <u>호선번호(PK,FK)</u> <u>모품목번호(PK,FK)</u> <u>자품목번호(PK,FK)</u> 수량 lead time offset 도면번호(FK) 등록일 수정일 등록자사번 인수부서	Super Class - 없음 Class Method - delete 호선 BOM - update 호선 BOM - insert 호선 BOM - access 표준/호선 BOM - access 호선품목 - access Block Division - access 호선기본정보 - etc.
관련기능 Product Design(F1), Order To Delivery(F3), 예산관리(F24), 계량부재관리(F23), 공정정보관리(F25), 호선기본정보관리(F211), Block Division 관리(F212), 호선품목관리(F214)	
설계	

그림 17. 호선BOM의 ICOM 객체 사양서.

서 표현된다. 외부키는 객체간의 관계로부터 유도되며, 이는 OOIDEF0 모델이 이미 정의되어 있다. 관련 기능은 호선BOM을 ICOM 객체로 가지는 기능들이다.

기능객체는 구성요소로서 ICOM 객체, 기능주체, 하위기능을 포함하므로 복합객체(composite object)이다. 이들 구성요소

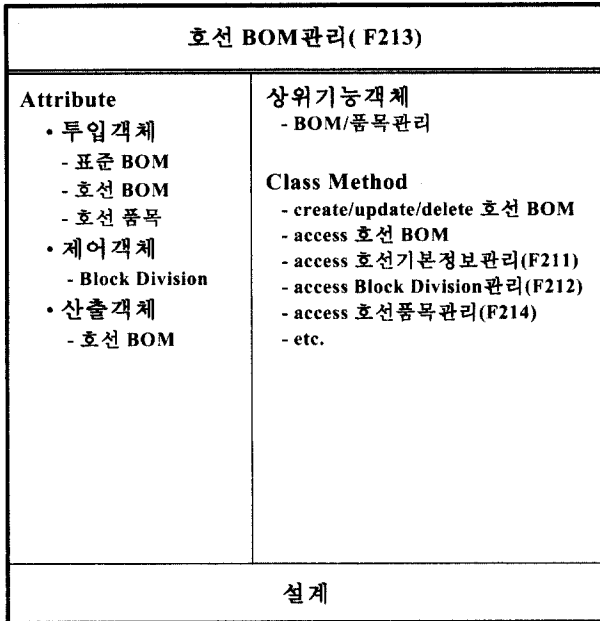


그림 18. 호선BOM관리의 기능객체 사양서.



그림 19. 호선BOM 조회 노트 카드.

들은 하나의 기능 내에 여러 개의 ICOM 객체와 하위기능들이 포함되므로 다중값(multi-value)을 갖는다. 기능객체 사양서는 기능계층도의 하위기능에서 시작하여 상향식 방식으로 작성된다.

<그림 18>은 호선BOM 관리(F213)에 기능객체 사양서이다. 속성으로 호선 BOM 관리와 연관된 ICOM객체를 가지며, 상위 기능객체는 BOM / 품목관리이고, Class Method는 데이터 처리를 위하여 해당하는 ICOM 객체로 메시지를 보내는 역할을 수행한다.

4.4 구현 설계

구현 설계 단계는 구현과 밀접한 단계로 객체지향모델에서 정의된 정보를 데이터 중복, 성능 등을 고려하면서 네비게이션 단위로 재구성하고 사용자에게 시스템의 구조를 제공하는 네비게이션 설계단계와 도식적 표기법을 사용하여 네비게이션 모델의 외형적 모양을 정의함으로써 사용자에게 인지되는 방법을 제공하는 인터페이스 설계단계로 구성되어 있다.

네비게이션 설계는 기능계층도의 수직업 기능을 제거하고,

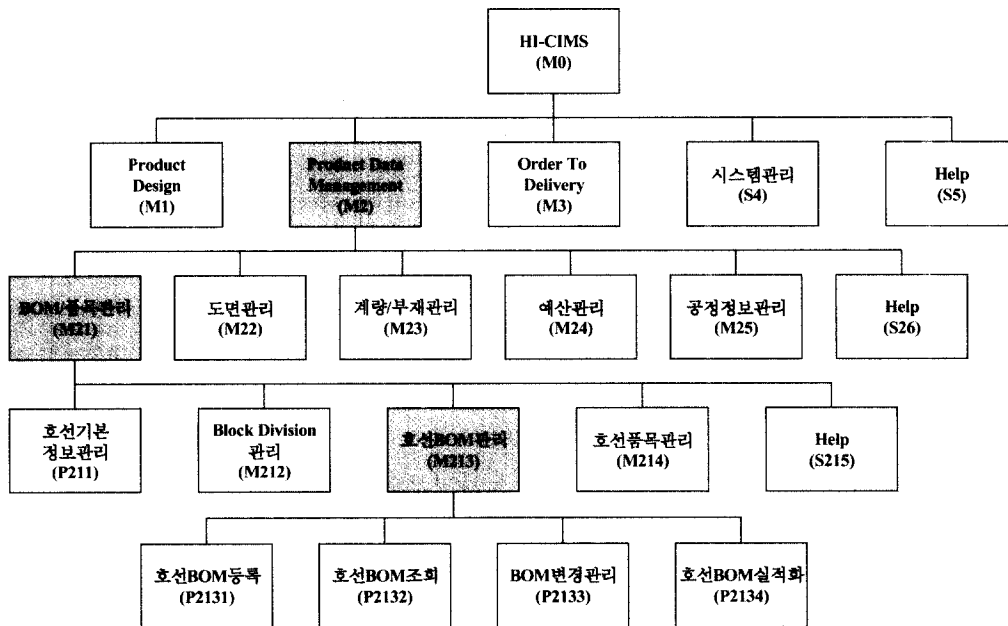


그림 20. 네비게이션 구조도.

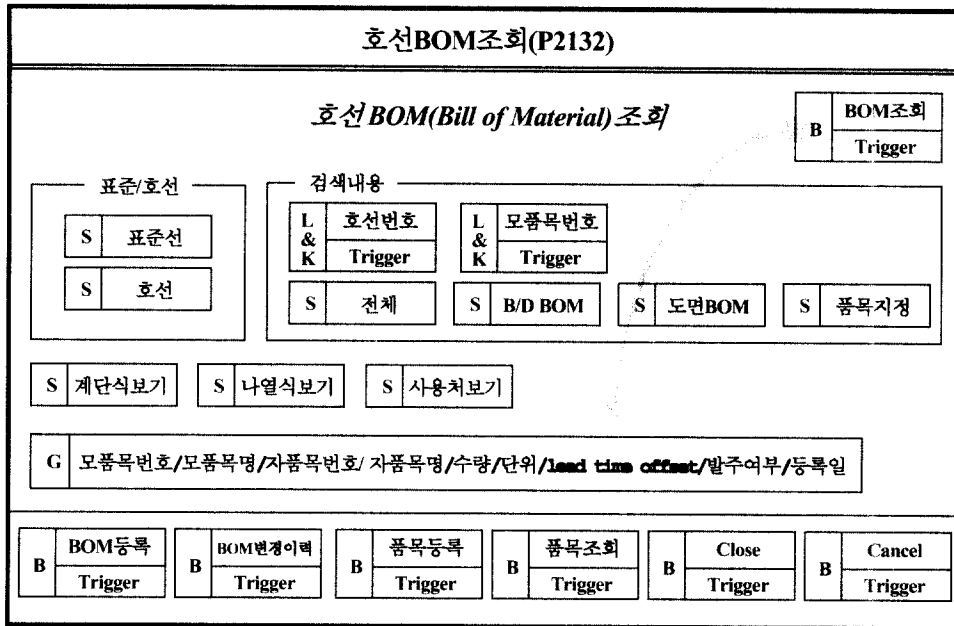


그림 21. 호선BOM 조회의 사용자 인터페이스 다이어그램.

지원기능을 추가하여 시스템계층도를 작성한 후 시스템계층도의 기능을 네비게이션 단위로 분할하여 네비게이션 구조도를 작성한다. 호선 BOM 관리 기능은 호선 BOM 등록, 호선 BOM 조회, 호선 BOM 변경관리 그리고 호선 BOM 실적화 네개의 노드로 분할되며, <그림 19>는 그 중에서 호선 BOM 조회 노드 카드를 표현한 것이다. <그림 20>은 기능계층도에서 시스템관리와 Help(도움말)와 같은 지원기능을 추가한 후, 기능을 노드단위로 분할하여 표현한 네비게이션 구조도이다. <그림 20>의 노드번호에서 “M”은 메뉴노드를 의미하며, “S”는 지원노드, 그리고 “P”는 기능노드를 의미한다.

인터페이스 설계는 <그림 10>의 UIO를 이용하여 사용자 운영 인터페이스를 설계하는 단계이다. <그림 21>은 호선 BOM 조회 노드에 해당하는 호선 BOM 조회 UID이다.

5. 결론

본 연구에서는 조선산업의 정보 및 업무 흐름의 관점에서 현황을 분석하고 일관된 구조하에서 Extended IDEF0 기능모델, 객체지향 정보모델, 조직모델을 체계적으로 통합하는 통합모형화 방법론을 제시하였다. 제시된 방법론을 이용하여 조선 CIMS를 대상으로 모형화 과정을 입증하였다.

제시된 방법론은 기존 모델들의 특성과 우수성을 유지하면서 기존 방법론을 보완하고 있다. 또한 기존 방법론들의 특징을 적극 수용하여 다양한 통합 모형화 도구를 포함할 수 있도록 하였으며, 이 도구들은 도식적 표기법, 단계별 모형화 과정, 그리고 대용량 시스템의 복잡성을 관리하는 추상화 구조로 이

루어져 있다. 제시된 방법론의 주요 특성을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기능, 정보, 네비게이션, 인터페이스, 그리고 조직모델을 단일한 객체지향 패러다임 내에서 통합하였다. 통합된 모델은 다른 모델간의 일관성을 유지하므로 임의의 한 모델의 변화에 대한 영향은 다른 모델에 반영될 수 있도록 하였다. 이는 서로 다르지만 상호 연관된 모델들을 유지하고 수정하는데 소요되는 시간, 비용, 노력을 최소화하며, 개별적인 모델을 사용할 때보다 시스템 사용자와 시스템 개발자간의 공동작업을 용이하게 한다.

둘째, 분석, 설계, 구현으로 구성되는 시스템 개발 전 수명주기를 통합화하였다. 체계적이고 통합된 방식으로 시스템 개발 수명주기의 전 영역을 취급하는 것을 목적으로 하면서 특히 시스템 구현을 고려한 분석과 설계적 측면에 역점을 두었다.

본 연구와 관련하여 업무 수행시간, 업무의 지연, 그리고 이벤트의 동시 유발을 통한 기능의 동적 순서와 같은 임시적이고 시간에 따라 변하는 현상을 강조하는 동적모델과의 통합과 멀티미디어, 비구조화, 동적 특성을 가지는 데이터를 취급하면서 복잡한 정보공간을 탐험하는 하이퍼미디어 정보시스템에 적용 가능한 방법론에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

박명환, 이운식 외 (1995), 국내 조선산업의 개요와 국내외 산업공학관련 연구, *대한산업공학회지*, 8(2), 5-22.
 황성룡, 김재균 외 (1997), 해양구조물 산업의 통합 모형화 방법, *대한산업공학회 '97 추계학술대회 논문집*.

- Alabiso, B. (1988), Transformation of Data Flow Analysis Models to Object Oriented Design, *OOPSLA '88 Proceedings*, 1988, 335-353.
- Baker, R., Longman, C. (1992), *CASE*Method: Function and Process Modeling*, Addison-Wesley.
- Beeckman, D. (1989), CIM-OSA: Computer Integrated Manufacturing-Open System Architecture, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2(2), 94-105.
- Brodka, J. (1991), Shipyard Modeling An Approach to a Comprehensive Understanding of Functions and Activities, *Journal of Ship Production*, 7(2), 79-93.
- Dillon, T. and Tan, P. L. (1993), *Object-Oriented Conceptual Modeling*, Prentice Hall.
- Doumeings, G. and Chen, D. (1992), State-of-the-Art on Models, Architecture and Methods for CIM System Design, *Human Aspects in Computer Integrated Manufacturing*, 27-40.
- Freitas, M. M., Moreira, A., and Guerreiro, P. (1990), Object Oriented Requirements Analysis in an Ada Project, *Ada Letters*, X(6), 97-109, 1990.
- Kim, J. I. (1995), Function, Information, Dynamics, and Organization Integrated Modeling Methodology for Enterprise Systems Integration, *Dissertation, Arizona State University*.
- Mertins, K., Sussenguth, W., and Jochem, R. (1992), An Object Oriented Method for Integrated Enterprise Modeling as a Basis for Enterprise Coordination, *Proceedings of the First International Conference on Enterprise Integration Modeling*, 249-258.
- Olle, T. W., Hagelstein, J., Macdonald, I. G., Rolland, C., Sol, H. G., Van Assche, F. J. M., and Verrijn-Stuart, A. A. (1991), *Information Systems Methodologies*, Addison-Wesley.
- Ramackers, G.J. and Verrijn-Stuart, A. A. (1991), Integrating Information System Perspectives with Objects, *Proceedings of the IFIP TC8/WG8.1 Working Conference on Object Oriented Approach in Information Systems*, 39-59.
- Rumbough, J. et al. (1991), *Object-oriented Modeling and Design*, Prentice Hall.
- Rusk, P. S. (1990), The Role of the Bill of Material in Manufacturing Systems, *Engineering Costs and Production Economics*, 9, 205-211.
- Schwabe, D. and Rossi, G. (1995), The Object-oriented Hypermedia Design Model, *Communication of the ACM*, 38(8).
- van Slooten, K. and Brinkkemper, S. (1993), A Method Engineering Approach to Information Systems Development, *Proceedings of the IFIP WG 8.1 Working Conference on Information System Development Process (A-30)*, 167-186.
- Wang, S. (1993), The Advantages of an Object-Oriented CASE Environment, *Software Engineering Strategies*, 1(3), 14-21.
- Wang, S. (1994), OO Modeling of Business Processes: Object-Oriented Systems Analysis, *Information Systems Management*, 36-43.



황성룡

1995년 울산대학교 산업공학 학사
 1997년 울산대학교 산업공학 석사
 2000년 울산대학교 산업공학 박사
 현재: 울산대학교 산업공학과 전임연구원
 관심분야: Enterprise Modeling and Integration, Data Modeling, PDM, CIM

문치웅

1990년 울산대학교 산업공학 학사
 1992년 건국대학교 산업공학 석사
 1996년 건국대학교 산업공학 박사
 1997년 일본국 Ashikaga 공대 경영정보시스템 공학과 Post Doc.
 현재: 울산대학교 산업공학과 전임연구원
 관심분야: System Integration, Computational Intelligence, CALS/EC 등



김재균

1979년 인하대학교 산업공학 학사
 1981년 한국과학기술원 산업공학 석사
 1992년 한국과학기술원 경영과학 박사
 현재: 울산대학교 산업공학과 교수
 관심분야: CIM, PDM, DB응용, WEB Application, 통신망설계 등



장길상

1986년 울산대학교 산업공학과 학사
 1988년 한국과학기술원 산업공학 석사
 1997년 한국과학기술원 경영정보공학 박사
 현재: 동국대학교 정보산업학과 교수
 관심분야: 데이터베이스, 정보공학, ERP, EC, DW, 생산시스템 등