

농업시설물의 통합설계시스템 개발을 위한 객체 모델링에 관한 연구

The Application of MultiLayered Primitive-Composite Model for Integrated Design System of Agricultural Facilities

배연정* · 이정재 · 윤성수 · 김한중(서울대)

Bae, Yeon Jung · Lee, Jeong Jae · Yoon, Seong Soo · Kim, Han Joong

Abstract

The design of agricultural facilities is the consistent activities, which systematically analyze all the actual conditions, design the unit structures, and improve the farming environment through efficient organization of the unit facility. The design of agricultural facilities is composed of site study, preliminary design, primary design, and detail design. Integrated design system can manage and process the information created by and used in all steps of design process. Formal data models of these design activities are important conceptual steps in development of integrated design system. However, most of existing models are not available for agricultural facilities. To support efficiently developing the integrated design system of agricultural facilities, we have developed the Multi-Layered Primitive-Composite model through object-oriented analysis of agricultural facilities. The MPC model not only satisfies the characteristics of agricultural facility, such as variety, coupling, informal data, but also improves abilities of integrated design system such as extensibility, flexibility, and granularity. The paper presents a formal definition of the MPC model.

1. 서론

농업시설물이란 농업생산량 증가 및 농지개발, 농촌환경 개선을 목적으로 설치되는 시설물을 말하며, 저수지, 양수장, 관정, 용배수로, 원예시설, 축사시설, 농산물 저장가공유통시설 등 그 종류가 다양하다.^[3] 농업시설물의 특징으로는 (1) 시설물이 넓은 지역에 분산되어 있고, (2) 독립적인 기능을 수행하기 보다는 여러 시설물이 유기적으로 연관된 시스템으로써 기능을 수행하며, (3) 지형, 수문, 수리 등 설계변수가 다양하고 비정형화 되어있다는 점이다.

농업시설물의 설계는 예비조사, 기본설계, 상세설계로 구분된다. 예비조사는 기본적인 자료를 수집하고, 사회/경제적 타당성을 분석하는 과정이고, 기본설계는 시설물의 형상 및 규모, 배치 등을 결정하고 대안을 평가하는 단계이며, 상세설계는 각 시설물의 세부구조를 설계하는 단

계이다.^{[3][9]} 따라서 효율적인 설계를 위해서는 각 단계별 설계결과를 유기적으로 연결할 수 있는 데이터 모델과, 일관성 있는 설계를 위한 통합설계시스템 개발이 필요하다.^{[1][2]}

효율적인 통합설계시스템을 개발하기 위해서는 시스템에 구현될 설계정보와 설계과정을 효과적으로 표현할 수 있는 정형화된 개념적 모델이 필요하다.^{[2][4]} 정형화된 개념적 모델은 시스템 개발 시간을 단축할 수 있으며, 시스템의 확장성, 유연성 등을 향상시킬 수 있다. 이러한 데이터모델은 건축분야에서 활발히 연구되고 있는데, 대표적으로 Structural Data Model, PC (Primitive-Composite) Model, MSD(Multilevel Selection-Development) Model, Entity-Based Model 등이 있다. 그러나 건축분야의 개념적 모델은 (1) AEC (Architecture - Engineering - Construction)에 국한되어 개발되었기 때문에 보, 기둥, 슬래브, 벽 등의 일부 구조요소에 한정되어 있고, (2) 지형, 수리, 수문, 사회/경제적 제한조건 등 비정형화 된 설계조건을 다루기 어려우며, (3) 유지보수가 어렵고 확장성이 부족하다는 단점이 있다.

본 연구에서는 농업시설물의 통합설계 시스템 개발에 필요한 정형화된 개념적 모델을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 객체지향 기법을 도입하여 다양한 농업시설물을 조직적으로 분류하는 과정과, 시설물들의 관계를 Multi-Layered Primitive-Composite (MPC) Model에 의하여 구현하는 방법을 보이고자 한다.

2. 통합설계 시스템을 위한 데이터 모델

데이터 모델이란 데이터들의 관계를 일관성 있게 표현하는 개념적 도구의 집합으로 정의할 수 있다. 복잡한 설계과정을 효과적으로 지원해 줄 수 있는 통합설계시스템을 구성하기 위해서는 시스템에 구현될 설계정보와 작업 과정들을 개념적 모델로 형상화하여야 한다. 정형화된 개념적 모델은 시스템의 유연성을 보장해 줄뿐만 아니라, 개발자나 사용자 모두에게 시스템을 쉽게 이해할 수 있도록 도와주고, 시스템의 Life-cycle을 연장한다.^[8]

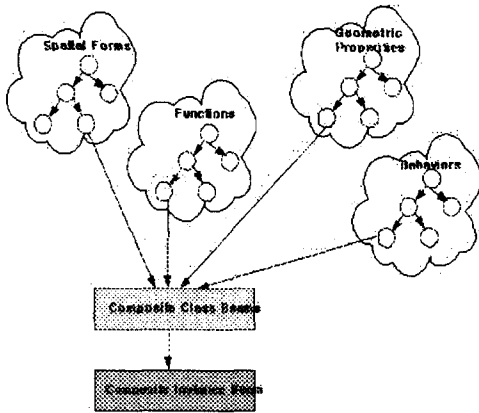
컴퓨터 공학 분야에서 Data Model은 전통적인 데이터모델(Hierarchical Model^[14], Network Model, Relational Model), Semantic Data Model(개체-관계형 데이터 모델, 확장된 개체-관계형 모델^[9]), 객체-지향 모델(Primitive-Composite Model^[10])로 분류될 수 있다. ACE 분야에서는 이러한 데이터 모델을 도입하여 건축 구조설계에 적합한 데이터 모델로 발전시켰는데, 크게 프리덕트 모델과 프로세스 모델로 구분된다. (1) 프리덕트 모델은 설계 대상에 대한 정보를 형상화하며, (2) 프로세스 모델은 설계과정을 형상화한다. 프리덕트/프로세스 모델은 E-R 모델에 바탕을 두고, 객체지향 모델에서 상속, 연관 등의 개념을 도입하여 구조물간의 관계를 표현하고 있다.

2.1 Primitive-Composite Model

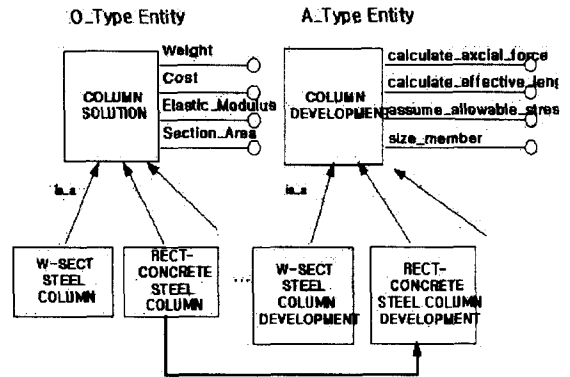
Primitive-Composite model은 기본적인 자료개념(Primitive data concept)을 이용하여 기본 객체(Primitive object)를 정의하고, 이 객체들을 합성하여 각각의 프로그램에서 요구되는 합성 객체(Composite object)를 형성한다. 이러한 방법을 통하여 객체 사이의 직접적인 사상(Mapping) 없이 다른 프로그램의 합성객체를 재구성할 수 있다. (Fig. 1)

2.2 Entity-based Model

개체형 데이터 모델^{[1][2][9]}은 기존의 프리덕트 모델과 프로세스 모델을 통합하기 위하여 Semantic Data Model을 채용하고 있다. 따라서 실제 구조물의 상속관계는 기존의 P-C 모델과 유사하며, 설계행위의 표현은 MSD 모델과 유사하다. 개체형 모델의 기본 구성요소는 Entity, Relationship, Attribute 이며, 프리덕트 모델과 관련된 속성으로는 O-Type entity valued attribute (OEVA), Data-Value Attribute(DVA)등이 있다. (Fig. 2)



<Fig. 1> Primitive-Composite Model



<Fig. 2> Entity-Based Model

2.3 농업시설물 통합설계 시스템의 특성

농업시설물은 저수지, 양수장, 지하수 이용시설, 배수장, 용배수로, 도로 등의 농업생산기반 시설과 원예시설, 축사시설, 곡물 저장시설, 농산물 가공시설, 농산물 물류시설, 축산 폐기물시설 등의 영농시설을 포함한다. 농업시설물의 특징으로는 (1) 토목, 건축, 기계, 설비 등 종류 및 속성이 매우 복잡하고 다양하며, (2) 물리적인 제한 조건 외에 지형, 수문, 사회적 요건 등 설계변수가 매우 다양하고 비정형화 되어있고, (3) 동일한 시설물에 대해 설계방법 및 설계목표가 다양하며, (4) 단위 세부설계 이외에 전체평면 계획(Layout Design)이 필요한 점등이다.

그러나 프리덕트/프로세스 모델은 건축물 구조설계에 특화 된 모델링 기법으로 농업시설물과 같이 다양하고 복잡한 구조를 표현하기에는 다음과 같은 약점을 가진다.

1. 시설물을 정보와 기능으로 완전히 분리하였기 때문에 그 구조가 복잡하고, 세부 구성요소 단위의 소규모 문제로 분해될 수 없다.
2. 객체의 추상화 기준을 시설물의 형상에 두었기 때문에 다양한 설계 과정을 표현하기 어렵다.
3. 도형요소를 표현하는 공통된 자료구조가 없기 때문에 복잡한 형태를 표현할 수 없고, 위상 관계를 설정하기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 다양하고 복잡한 형태의 농업시설물을 조직화 하고, 설계 전과정을 효율적으로 지원할 수 있는 Multi-Layered primitive-Composite(MPC) 모델을 개발하였다.

3. MultiLayered Primitive-Composite(MPC) Model

효과적인 농업시설물 통합설계 시스템을 구성하기 위해서는 농업시설물의 특징을 잘 반영하는 정형화된 개념적 모델이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 모델을 구성하기 위하여 객체지향 기법을 도입하였고, 농업 시설물 분석과 설계 과정을 형상화 하기 위하여 OMT방법을 채용하였다. 또한 객체들의 상호 연관관계를 효과적으로 표현하기 위하여 UML 표기법을 따랐다.

3.1 객체지향 기법의 도입

객체지향 기법은 실세계를 분석하여 소프트웨어를 개발하고자 할 때 주된 대상을 실세계의 객체위주로 이해하는 것이다. 객체지향 기법은 자료구조와 그에 대한 연산을 묶어서 객체를 정의하고, 이들을 조직화 함으로써 소프트웨어 구조를 구성하는 것이다. 따라서 객체지향 기법은 실세계에 존재하는 객체를 소프트웨어로 변환시키는 과정에서 실 세계가 소프트웨어의 객체로 자연스럽게 변환되며, 자료구조와 그에 대한 연산이 단일 객체에 정의되기 때문에 재사용이 가능하다. 마찬가지로 통합설계 시스템의 구축에 있어서도 객체지향 기법의 도입은 객체지향 소프트웨어의 장점을 그대로 채용할 수 있다. 객체지향 기법은 과거 20여년 간 소프트웨어 공학에 밝혀진 여러 원리(자료의 추상화, 상속, 다형성, 동적 바인딩)를 기초로 하고 있으며, 이러한 객체지향 기법은 MPC 모델의 중요한 개념이다.

MPC Model은 농업시설물 설계과정을 추상화된 개념적 모델로 변환하기 위하여 Design Pattern¹⁾을 사용하였다. Design Pattern이란 객체지향 개념을 설계에 적용하는데 있어서의 구체적인 규격화된 기준을 제시하는 일종의 추상화된 알고리즘이다. Design Pattern의 사용은 시스템 개발과정에 있어서 (1) 프로그램의 재사용성을 높이고, (2) 시스템의 확장성 및 모듈성(Granularity)을 향상시키며, (3) 설계 Logic의 문서화가 용이해지는 장점이 있다.

MPC 모델은 Design Pattern의 대부분을 채용하고 있는데, 이중 설계과정을 추상화 하기 위한 Interface Pattern, 복잡한 형상을 효과적으로 표현하기 위한 Composite Pattern, Facility Library에서 실제 설계대상 객체를 생성하기 위한 Prototype Pattern, 클래스간의 계층구조를 표현하기 위한 Bridge pattern 등을 사용하였다.

3.2 객체지향 분석 및 모델링

데이터와 연산에 대하여 정형화된 모델을 구축하기 위해서는 시설물을 조직적으로 분석하고, 설계과정을 체계화하는 기준이 필요하다. 본 절에서는 MPC 모델을 구성하기 위한 분석 및 모델링 기준을 제시하였다.

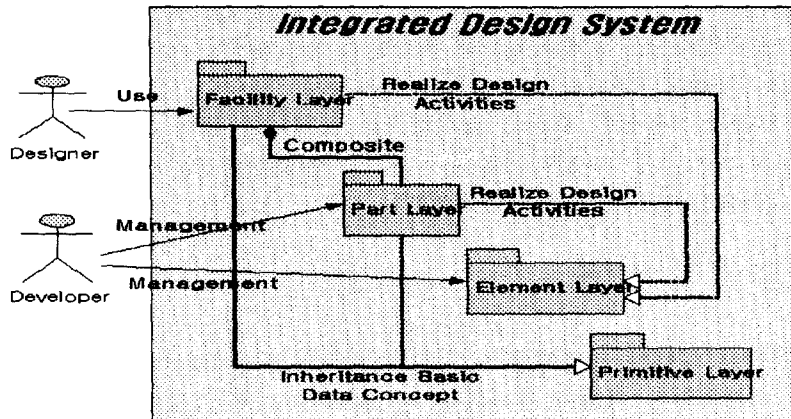
1. 시설물의 분석은 하향식 방법(Top-down Approach)을 따른다. 즉, 복합객체를 먼저 정의하고 단위객체를 나중에 정의하는 것으로, 이 방법은 세부사항을 정의하기 이전에 실 세계에서 파악되는 대표적인 특징들을 먼저 설계에 고려하는 현실적인 설계 방법을 따른 것이다.
2. 농업시설물 구성요소 명세서의 작성 기준은 다음과 같다. (1) 시설물의 기능을 중심으로 분류하고, 형태 및 재료 등은 속성으로 처리한다. (2) 일부 공통된 기능을 수행하는 시설물들은 상위 계층을 생성하고 이를 상속하여 계층구조를 작성한다.

3. 객체간 연관관계는 상향식 방법(Bottom-Up Approach)을 따른다. 상향식 방법은 객체들의 상속관계를 규명하는데 효과적이고, 모듈간 병행 구현이 가능하다.
4. 객체지향 개념을 이용하여 시설물 객체의 위상구조를 정립한다. (1) 객체의 역할은 동일하나 설계방법이 상이할 경우 Interface Class를 이용하여 계층구조를 작성한다. (2) 객체의 일부 기능에 있어서 설계방법이 상이할 경우에는 Abstract Class를 이용하여 계층구조를 작성한다. (3) 대부분의 객체가 지니고 있는 성질은 Primitive Layer에 정의한다. (4) 일반적인 설계작업은 Element Layer에 정의한다.
5. 반복(Iteration)을 통하여 객체의 속성 및 위상관계를 재 정의한다.

3.3 MPC 모델의 계층구조

MPC 모델은 4개의 계층구조로 구성되었다. Facility Layer는 단위 시설물을 형상화하고, Part Layer는 시설물을 구성하기 위한 Library를 제공하며, Element Layer는 시설물들의 공통적인 연산을 정의하는 Interface로 구성되며, Primitive Layer는 모든 객체에서 공통으로 사용하는 기본적인 정보를 형상화한다.

Facility Layer 와 Part Layer의 구분은 시스템 개발자와 사용자 계층을 분리하기 위한 것으로, 시스템의 확장성 및 모듈성을 향상시킬 수 있으며 객체의 재사용성을 용이하게 한다. Element Layer는 Interface Pattern을 적용함으로써, 객체의 추가나 수정을 전체 시스템의 변경 없이 가능하게 하며, 설계함수의 선택을 객체내부에서 일어나도록 하기 때문에 시스템의 유연성을 향상시킬 수 있다. Primitive Layer는 시설물의 기하정보, 위상정보, 재료정보 등 기본적인 정보를 공통적으로 관리해 주는 계층으로 프로그램이 간결해 지고 시스템의 유연성을 확보할 수 있다.



<Fig. 3> Layers of MPC Model

4. 결 론

통합설계시스템은 농업시설물의 모든 설계과정에 있어서 일관성 있는 설계가 될 수 있도록 지원한다. 효과적인 통합설계시스템이 되기 위해서는 다양한 시설물을 효과적으로 표현할 수

있고, 다른 프로그램으로 쉽게 전이되는 유연성을 가져야 한다. 본 논문에서는 농업시설물을 효과적으로 표현하고 설계 전과정을 일관성 있게 처리할 수 있는 통합설계 시스템을 개발하기 위하여, 객체지향 기법을 이용한 MPC 모델을 제시하였다. MPC 모델은 Primitive Layer, Element Layer, Part Layer, Facility Layer의 4개 Layer로 구성되어 있어 시스템의 유연성, 모듈성 및 재사용성을 제고하였다. MPC 모델은 기본적인 설계과정을 Interface로 형상화하고, 시설물은 상속관계 및 집단화 관계로 표현하여 설계 단계별로 정보의 양을 조절할 수 있으며, 단일 객체가 여러 Element 객체를 상속하여 구체화하기 때문에 다양한 기능을 수행할 수 있다. 이러한 MPC 모델의 장점은 농업시설물이 가지는 다양성, 유기적 연결성, 평면계획 등의 특성을 만족한다.

참 고 문 헌

1. 김남희 (1998). 통합구조설계시스템개발을위한 개체형 바닥층 블록모델, 대한건축학회논문집, 14권 12호, 11-18
2. 김치경, 정종현, 홍성목 (1997). 구조계산서 작성 과정을 종합 지원하는 새로운 개념의 구조설계 프로세서, 대한건축학회논문집, 13권 8호, 129-136
3. 정하우 외 6인, 농촌계획학, 동명사, 1999
4. 홍성목, 고일두, 허명재, 김치경 (1992). 객체지향설계법에 의한 건축구조 통합시스템 개발에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 8권 11호, 129-140
5. Abdalla, J. A. (1989). Object-oriented principles and techniques for computer integrated design, thesis presented to the Department of Civil Engineering, University of California at Berkeley, Berkeley, Calif., in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
6. Bjork, B. C. (1989). Basic structure of a proposed building product model, Computer-Aided design, Butterworth & Co Ltd, 21(2), 71-78
7. Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., *The unified modeling language user guide*, Addison-Wesley, 1999
8. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., and Vlissides, J., *Design patterns*, Addison-Wesley, 1994
9. Hong, N. K., Hong, S. G. (1998). Entity-based models for computer-aided design systems, journal of computing in civil engineering, ASCE, 12(1), 30-41
10. Howard, H. C., Abdalla, J. A., and Phan, D. H. (1992). Primitive-composite approach for structural data modeling, journal of computing in civil engineering, ASCE, 6(1), 19-46
11. Larman, Craig., *Applying UML and patterns : an introduction to object-oriented analysis and design*, Prentice HallUpper Saddle River, NJ, 1998
12. Law, K. H., Barsalou, T., and Wiederholder, G. (1990). Management of complex structural engineering objects in a relational framework, Engineering with computers, Springer-Verlag, 6, 81-92
13. Neville J., G. E., Garcelon, J. H., and Tambling, K. B. (1989). Creating abstraction/feature sets for top down mechanical design: experiences with automating preliminary design of structures., Comp. In Engrg., 273-279

14. Nicklin, P. J., Powell, G. H., and Hollings, J., P. (1985). Hierarchical data management for structural analysis , *Engineering with computers*, 1, 45-54
15. Phan, D. H. d., and Howard, H. C. (1994). Functional analysis using partitioned engineering data flow model. , *Journal of civil engineering*, ASCE, 8(1), 2-19
16. Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., and Lorensen, W., *Object-oriented modeling and design*, Prentice-Hall, 1991
17. Quatrani, Terry, *Visual modeling with rational rose 2000 and UML*, Addison-Wesley, 2000
18. Sause, R., and Powell, G. H. (1990). A design process model for computer integrated structural engineering , *Engineering with computers*, Springer-Verlag, 6, 129-143
19. Sause, R., Martini, K. and Powell, G. H. (1992). Object-oriented approaches for integrated engineering design systems , *journal of computing in civil engineering*, ASCE, 6(3), 248-265