

# 생물 환경 조절 시스템에 대한 객체 지향적 분석 Object-Oriented Analysis for Bio-Environmental Control System

강석원<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 농업기계화연구소

Kang, S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>National Agricultural Mechanization Research Institute, Rural Development Administration, Suwon 441-100

## 서 론

생물생산에 따른 생산시설 및 환경조절에 대한 생물 환경 조절 시스템은 식물이나 동물과 같은 생물을 보호하기 위한 간단한 구조물에서 환경조절, 생물의 성장, 그리고 공간과 노동력의 이용 등이 효율적으로 상호 작용하는 복잡하며 정교한 시스템도 있다. 이 시스템이 어떠한 형태로 구성되어있더라도, 가장 중요한 목표는 시스템이 이루고자 하는 목적을 달성하고, 경제적인 이윤을 남기고 또한 경제적으로 살아남을 수 있는가에 있다. 생물환경조절 시스템이 점차 복잡해지고 고가의 장비가 투입되는 경향이며, 이로 인해 시스템을 설계해 완성한 후 문제점을 발견하게되면, 이를 수정하여야 하기 때문에 경제적인 손실이 발생하며, 심한 경우 처음 설계부터 수정해야 하는 경우도 있다. 생물환경조절 시스템을 효과적으로 계획하고, 설계하고, 건설하고, 관리하며, 그리고 운영하기 위해서는 시스템을 완성하기 전에 효과적으로 분석할 수 있는 방법이 필요하다.

복잡하고 정교한 시스템의 문제를 해석하기 위해서 컴퓨터의 의존도가 더욱더 증가하고 있으며, 이를 해석하는 소프트웨어도 복잡해 가는 추세에 있다. 그러나 일반적으로 소프트웨어의 유지보수에 있어서 기존의 프로그램의 확장, 변경 및 재사용이 어려워 소프트웨어의 유지 및 보수에 상당한 시간이 소요되며, 소프트웨어 개발에 필요한 경비도 전체 예산의 80%를 차지한다고 한다 (Buzzi-Ferraris, 1993). 이러한 문제점을 해결하기 위해서 기존의 함수 중심의 프로그램에서 객체 (objective)를 중심으로 한 프로그램을 개발하는데 객체 지향적 기법이 많이 활용되고 있다.

본 연구는 생물 환경 조절 시스템들 중 온실 내 생물 생산 시설 시스템에 대한 분석으로, 시스템의 구성 요소 변동에 적극적인 대처가 가능하고, 소프트웨어의 확장성, 재활용 가능성을 개선하여 프로그래밍 효율을 향상시키고, 소프트웨어의 유지보수를 용이하게 하며 동시에 개발비용을 줄이기 위한 객체 지향적 분석을 소개하고자 한다.

## 방 법

### 가. 객체 지향적 분석 기법

객체 지향적 분석 기법은 계속 변화하는 시스템에 대해 능동적으로 대처하며 분석이 가능하며, 전문가의 도움으로 분석이나 문제 해석에 더 발전적일 수 있으며, 분석, 설계 그리고 프로그래밍의 일관성을 유지할 수 있으며 개발한 분석, 설계 그리고 프로그램을 재활용할 수 있다 (Booch, 1994).

객체는 어떤 사물의 상태를 나타내는 데이터와 그 데이터를 조작할 수 있는 멤버함수로 나뉘질 수 있다. 일반적으로 객체지향적 분석기법의 특성은 캡슐화, 계승, 다형성을 들 수 있다.

캡슐화는 데이터와 멤버함수를 묶어 주는 역할로서 특정한 객체만이 자신의 식별자로서 접근하며 데이터 조작이 가능하다. 이는 함수나 데이터를 사용자들이 직접 접근하는 기존의 방식에서 객체에게 메시지를 보내고, 메시지를 받은 객체의 반응을 중심으로 프로그램하며, 직접적인 참조에 의한 오류를 방지하며 객체 데이터가 보호될 수 있다.

계승은 선조에게서 물려받는 것으로 이미 만들어진 클래스에서 수정을 가하지 않고 필요한 속성을 계승받고 추가되는 데이터를 정의 할 수 있기 때문에 프로그램 소스코드의 길이가 상당히 짧아지며 효율적으로 코드를 관리할 수 있다.

다형성은 서로 다른 객체가 같은 이름의 함수를 사용하는 것으로, 서로 다른 객체가 같은 메시지를 받더라도 서로 다른 반응을 보인다.

시스템 분석 순서는 다음과 같다.

- Step 1. 시스템과 시스템의 사용 목적을 정의한다.
- Step 2. 시스템내 각 구성을 서술할 수 있는 서술자를 확인한다.
- Step 3. 각 서술자들간의 상호관계를 구명한다.
- Step 4. 시스템 수행 시 평가 인자를 명시한다.
- Step 5. 시스템과 시스템의 운영에 관한 모델을 개발한다.
- Step 6. 모델을 검정한다.
- Step 7. 모델을 이용해 시스템을 분석한다.
- Step 8. 시스템의 운용 가능성, 경제성, 다른 시스템간의 비교분석, 개선 등에 관해 결론을 내린다.

위의 시스템 분석 방법을 위해서는 다음 네 가지의 개념을 추가로 이용하였다.

### 1. 자동화-경작-환경-시스템 개념

온실 내 생물 생산 시스템은 자동화, 경작, 환경 그리고 시스템의 네 가지 클래스로 분류할 수 있다 (Ting 과 Giacomelli, 1992). 이 개념은 위의 시스템 분석 중 두 번째와 세 번째에 이용된다.

### 2. 객체 지향적 분석 개념

시스템이나 시스템의 구성요소들을 모두 객체로 볼 수 있으며 각각의 객체는 여러 가지의 특성 (attribute)으로 설명할 수 있고 각 객체는 방법 (method)을 가지고 있다. 객체로 구성된 그룹은 클래스 (class)로 나타낼 수 있다. 특성이 가지고 있는 정보는 방법을 통해 접근 가능하거나 처리된다. 방법에 의해 나타난 결과는 특성이 가지고 있는 정보를 바꾸기도 한다.

### 3. 기술적 운용 가능성 개념

시스템은 주어진 조건하에서 원하는 목적을 달성하고 수행할 수 있어야 한다.

### 4. 경제성 개념

어느 시스템이건 투자에 대한 반환이 적정 수준으로 이뤄져야 한다.

이상과 같은 개념과 객체 지향적 분석 방법을 이용해 현재 그리고 앞으로 개발될 생물환경조절 시스템에 대한 분석이 가능하고, 기술적 운용 가능성과 경제성에 대한 평가를 위한 결정지원 시스템 개발에 활용될 수 있을 것이다.

## 결과 및 고찰

가. 시스템과 시스템의 사용목적을 정의한다.

분석하고자 하는 시스템은 현재 그리고 앞으로 개발될 상용 생물 생산 시스템에 대한 것이다. 이 시스템의 목적은 주어진 생물 생산 설비 및 장비를 이용해, 환경 조절이 가능한 조건하에서 고품질 고부가가치의 작물을 생산함에 있어 이익을 남기고자 하는데 있다.

나. 시스템내 각 구성을 서술할 수 있는 서술자를 확인한다.

생물 생산 시스템에 대한 서술에는 자동화-경작-환경-시스템 개념과 객체 지향적 분석방법을 이용하였으며, 생물 생산 시스템을 서술하기 위한 기본 클래스에 대한 것은 표 1과 같이 예비적으로 구축하여 보았다.

다. 각 서술자들간의 상호관계를 구명한다.

기술적으로 생물생산시스템은 주어진 조건들 내에서 원하는 양이나 품질을 갖는 생물을 생산할 수 있어야 한다. 예를 들어 자동화 카타고리 내에서의 인지 클래스는 환경 장비, 구조물, 경작, 그리고 작물에 대한 클래스 상태나 변동에 대한 정보를 입수한다. 주어진 작업에 대해 수행 클래스는 주어진 도구, 장비 그리고 경작에 필요한 작

업에 대해 수행 명령이 주어진다. 각각의 클래스간에 물리적 그리고 기능적 호환성은 전체 생물 생산 시스템의 운용 가능성에 중요한 요소다.

Table 1. Foundation class descriptions of the Bio-Environment control System

Category	Class	Semantics
Automation	Perception	An understanding of system's surroundings
	Reasoning/ Learning	The capabilities of logical deduction and mathematical analysis or reaching a decision
	Communication	The flow of information among system components
	Task_Planning	A direction of automated operation
	Task_Execution	Execution of control functions and physical work
Culture	Crop	A crop
	Cultural_Task	Activity required supporting growth of healthy plant growth
	Cultural_Support	Nutrient delivery support for the crop growth
Environment	Environment_Structure	A structure that houses all growth chambers
	Environment_Equipment	Tools utilized to perform culture tasks and control the system
System Level	System_Requirement	The specified constraints
Result of Analysis	Model_Output	Technical workability and economical viability

또한, 경제적으로 생물 생산 시스템은 주어진 기간 내에 투자에 대한 원하는 수준의 회수가 이뤄져야 한다. Ting (1989) 등은 다음과 같은 수식을 통해 수익계산을 하였다.

현재 가치

$$\begin{aligned}
 &= (\text{수입} - \text{지출}) \times (\text{현재 가치 요인}) \\
 &= (\text{수입} - \text{지출}) / [(1 + \text{예상 투자 회수 비율})^{**}(\text{현재 연도} - \text{투자시작 연도})] \quad \text{--- (1)}
 \end{aligned}$$

축적된 현재 가치

$$= - \text{초기 투자액} + \text{투자 시작부터 현재 연도까지 현재 가치의 합산} \quad \text{--- (2)}$$

위 식에서 예상 투자 회수 비율(unit: decimal)에 따라 현재 가치가 같이 변동된다. 전체 축적된 현재 가치가 영이 될 때 투자 회수가 완료된다. 또한 축적된 현재 가치

가 영이고 주어진 예상 투자 회수 비율에 대해 수식 (2)를 통해 투자 회수가 되기까지의 시간 (연도)을 계산해 낼 수 있다. 이러한 형태의 공학적 경제 분석이 생물생산과제의 경제성 판단에 중요하다.

라. 시스템 수행 시 평가 인자를 명시한다.

시스템을 수행하는 동안 제대로 원하는 수준을 달성하는지 등을 감시할 수 있는 인자들이 필요하다. 다음 그 몇 가지 예이다.

#### 1. 기술적인 평가 인자

각각의 구성 요소들은 원하는 수준까지 실행이 되는지?

모든 구성요소들은 호환성이 있는지?

전체 시스템이 만족스럽게 실행이 되는지?

#### 2. 경제적인 평가 인자

투자회수가 예상 수준까지 이뤄지는지?

투자 위험이 받아들일 수 있는 정도인지?

가장 영향을 미치는 요소들은 무엇인지?

위와 같은 인자들로 시스템의 기술적 운용 가능성 및 경제성이 평가되고 난 후 시스템이 설계되고 건설되어 운영된다면 경제적 손실을 최소화 할 수 있다.

## 요약 및 결론

생물생산시스템에 필요한 각각의 구성요소들과 작업수행 과정에 대해 자동화-경작-환경-시스템 개념과 객체 지향적 분석 개념을 이용해 분석하고, 기술적 운용 가능성과 경제성 개념으로 평가 방법을 제시하였다. 객체 지향적 분석 기법을 이용하면 필요성에 따라 기존의 객체를 확장, 축소, 변경하거나 또는 새로 생성할 수 있어, 복잡하고 다양한 요구사항이 필요하고, 기술적 운용 가능성, 경제성, 효율성이 보장되어야 하는 생물 환경 조절 시스템의 시스템 분석, 통합 및 설계에 효과적이다. 시스템 운용에 있어 기술적 운용 가능성과 경제성이 평가되어야 하며 생물생산시스템에 이용 가능한 일반적인 경제적 평가인자가 소개되었다.

## 인용문헌

1. Booch, G. 1994. Object Oriented Analysis and Design with Applications, 2nd ed. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.
2. Buzzi-Ferraris, G. 1993. Scientific C++ Building Numerical Libraries the Object-Oriented Way. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.
3. Ting, K.C., J. Dijkstra, W. Fang, and M. Giniger. 1989. Engineering Economy of Controlled Environment for Greenhouse Production. Transactions of the ASAE. 32(3): 1018- 1022.
4. Ting, K.C., and G.A. Giacomelli. 1992. Automation-Culture-Environment based Systems Analysis of Transplant Production. In: Kurata, K., and T. Kozai (eds.) Transplant Production Systems, pp. 83-102.