



2장 산업공학과 시스템 접근

1절 시스템과 모델

2절 시스템의 구조와 형태

3절 시스템 접근

4절 시스템과 산업공학

이 장의 개요

■ 핵심 주제

1. 시스템과 모델의 정의
2. 시스템과 모델의 관계
3. 시스템의 구조와 유형
4. 시스템 접근
5. 시스템 접근과 산업공학

■ 학습 목표

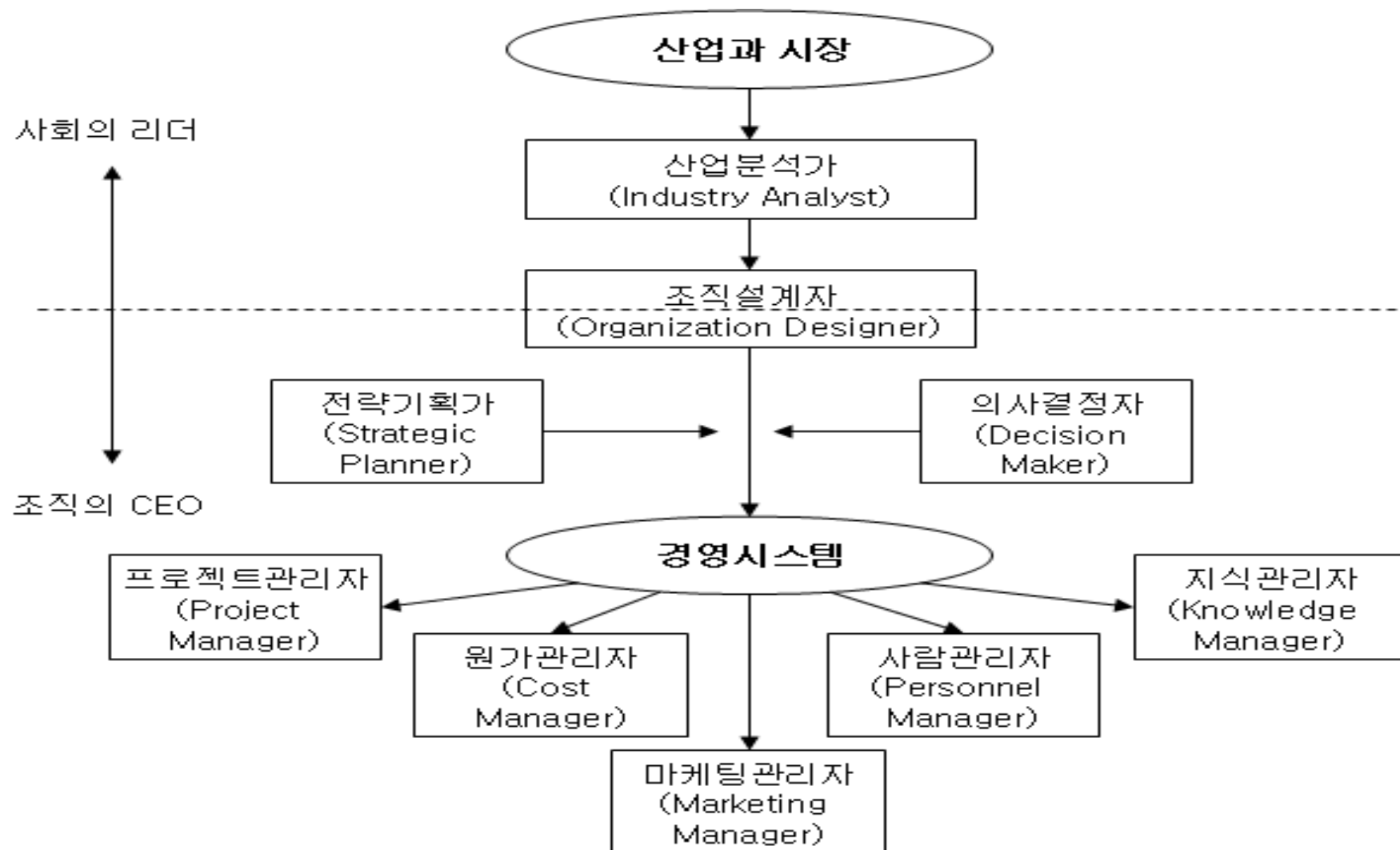
1. 시스템과 모델의 정의가 무엇이며, 시스템과 정의는 어떤 관계인지를 알아본다.
2. 시스템의 구조는 어떻게 묘사할 수 있으며, 시스템을 어떤 유형으로 나눌 수 있는지를 알아본다.
3. 시스템 접근의 의미를 이해하고, 시스템 접근의 구체적 절차를 알아본다.
4. 산업공학에서 시스템 접근을 강조하는 이유와 시스템 접근을 위한 사고방식을 알아본다.

산업공학과 공학도

■ 산업공학도의 자질과 능력

- 시장과 산업을 분석할 수 있는 자질과 능력(Industry/Market Analyst)
- 경영조직을 설계할 수 있는 자질과 능력(Organization Designer)
- 전략적 사고와 기획을 할 수 있는 자질과 능력(Strategic Planner)
- 경제성에 따라 의사결정을 할 수 있는 자질과 능력(Decision Maker)
- 경영프로젝트를 관리할 수 있는 자질과 능력(Project Manager)
- 재무회계를 이해하는 자질과 능력(Managerial Economist)
- 품질관리와 원가관리를 할 수 있는 자질과 능력(Quality/Cost Manager)
- 마케팅을 이해하는 자질과 능력(Marketing Manager)
- 물적 자산을 관리할 수 자질과 능력(Production/Supply Chain Manager)
- 인적 자산을 관리할 수 있는 자질과 능력(Personnel Manager)
- 정보 자산을 관리할 수 있는 자질과 능력(Information/Data Manager)
- 지적 자산을 관리할 수 있는 자질과 능력(Knowledge Manager)

산업공학과 공학도



다기능 관리자로서의 산업공학도



1절 시스템과 모델

1.1 시스템(System)의 정의

■ 개요

- 'systema': 통합이나 전체를 의미하는 그리스어
- 다양한 '구성요소'들이 서로 '상호관계'를 가지면서 연결되는 '전체'

■ 요건

- '목표'가 존재해야 함
 - ✓ 구성요소(component)의 단순 집합은 무의미
- 목표를 달성하기 위한 '기능'이 존재해야 함
 - ✓ '투입(input)'을 받아들여 '산출(output)'로 변환하는 활동의 수행
- 유기적인 '상호작용'을 해야 함

■ 예시



시스템: 주어진 **목표**를 달성하기 위해, **투입**을 받아들여 체계적인 **변환**을 통해 **산출**을 생산하는 과정에서 **구성요소**들이 유기적으로 **상호 작용**하는 집합체

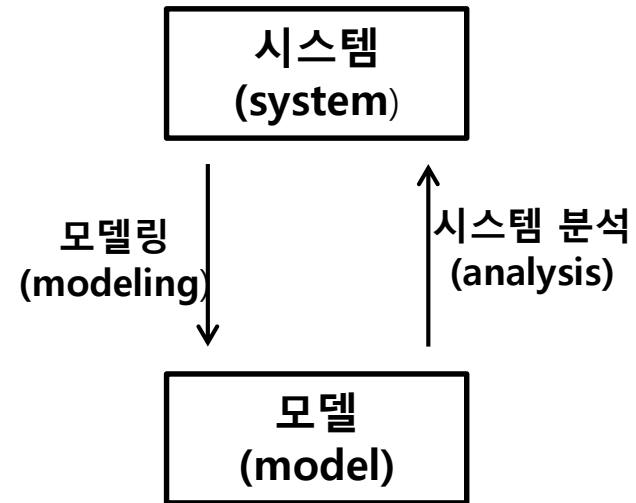
1.2 모델(Model)의 의미 (1/2)

■ 관련 개념과 용어

- 사실(fact) or 관측(observation)
: 현실에서 발견되는 현상들 또는 현실에서 많은 사람들이 사실로 믿고 있는 것들
- 시스템(system): 사실과 관측의 집합
- 모델(model): 복잡한 시스템을 단순화된 표현으로 전환시켜 분석이 가능하도록 만든 것

■ 모델의 형태

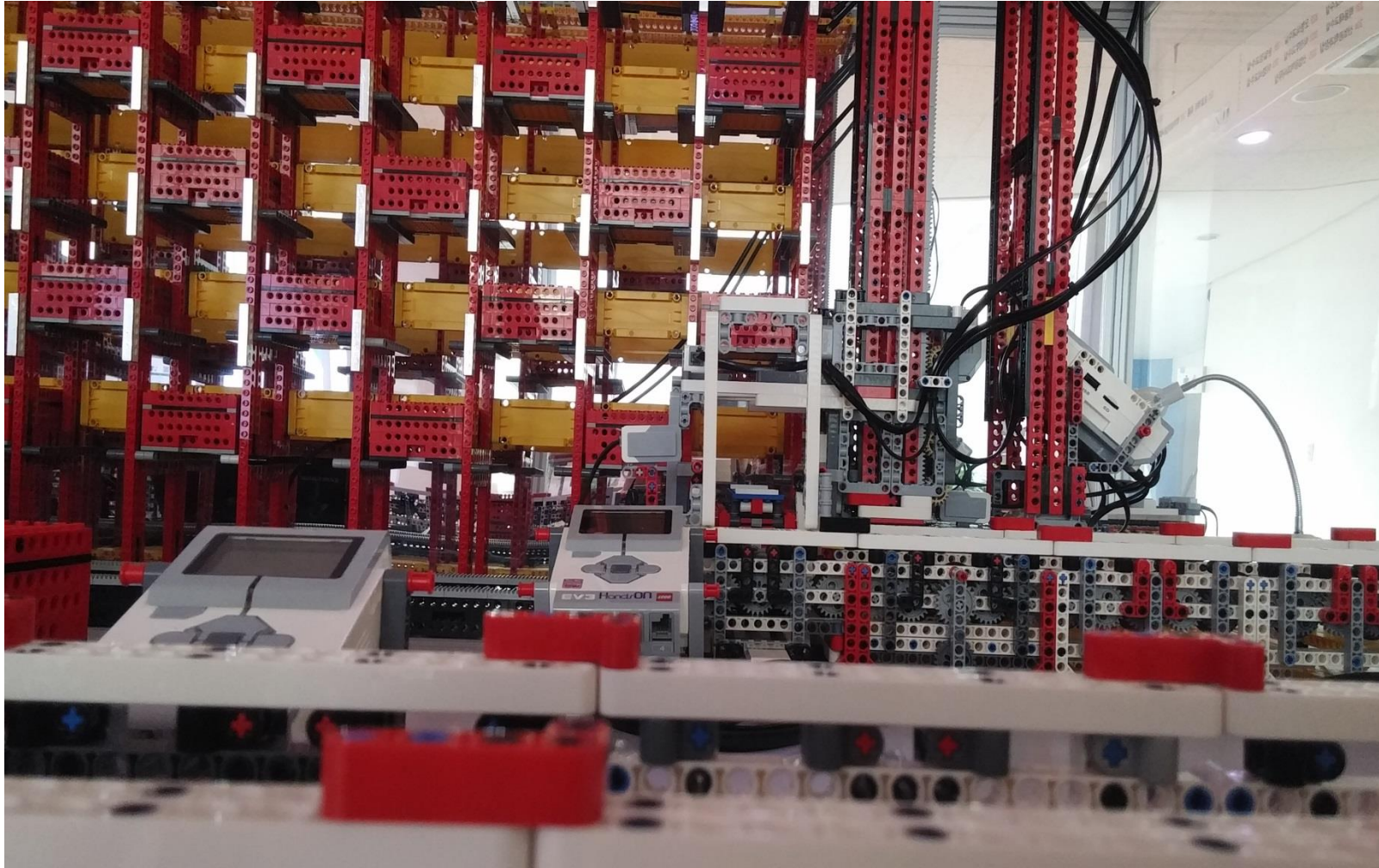
- 물리적(physical) 모델 vs. 상징적(symbolic) 모델
- E.g. 생산공장 시스템의 모델링
 - ✓ 실제 공장을 작은 규모의 가상 공장으로 -> 물리적 모델
 - ✓ 공장이 지니는 여러 속성을 수리적 상징으로 -> 상징적 모델, 수학적 모델 (mathematical model)
- 산업공학에서는 대부분 수학적 모델을 사용



<시스템과 모델의 관계>



실제 시스템 - 생산공장의 예



물리적(physical) 모델 - 생산공장의 예

	제품A	제품B	제품C	제품D	자원제약
자원1	10	10	20	20	200
자원2	6	2	4	2	24
자원3	10	14	2	4	100
개당이익(원)	60	80	100	120	

$$\begin{aligned}
 \max \quad & z = 60x_1 + 80x_2 + 100x_3 + 120x_4 \\
 s.t. \quad & 10x_1 + 10x_2 + 20x_3 + 20x_4 \leq 200 \\
 & 6x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 2x_4 \leq 24 \\
 & 10x_1 + 14x_2 + 2x_3 + 4x_4 \leq 100 \\
 & x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4)
 \end{aligned}$$

상징적/수학적(mathematical) 모델 – 생산공장의 예

1.2 모델의 의미 (2/2)

■ 모델 수립(modeling)의 이유와 목적

- 시스템이 너무 크고 복잡한 경우
 - ✓ 시스템의 축소, 단순화
 - ✓ 시스템의 주요 요인만 추출하여 모델링
- 시스템이 아직 존재하지 않는 경우
 - ✓ 새로운 시스템을 설계
 - ✓ 시스템의 형태와 기능을 표현하는 모델링
- 민감도 분석과 반복이 필요한 경우
 - ✓ 민감도 분석(sensitivity analysis): 다른 조건이 일정할 때 하나의 구성요소의 값이 바뀌면 전체 시스템이 얼마나 변화하는지를 살펴보는 실험
 - ✓ 반복적 분석: 조건을 바꾸어가면서 실험을 반복하여 다양한 정보를 획득



2절 시스템의 구조와 형태

2.1 시스템의 구조 (1/3)

■ 시스템 구조와 형태의 결정요인

- 시스템의 계층(hierarchy): 계층의 폭과 깊이
- 시스템 내부와 외부의 경계(boundary): 내 · 외부의 내용물
- 시스템의 과정(process): 투입-변환-산출 및 피드백 과정의 방향, 순서

■ 기본 구조

- 투입(input): 자본, 인력, 정보, 에너지, 재료 등 유 · 무형의 요소
- 변환(transformation)
- 산출(output): 재화, 서비스

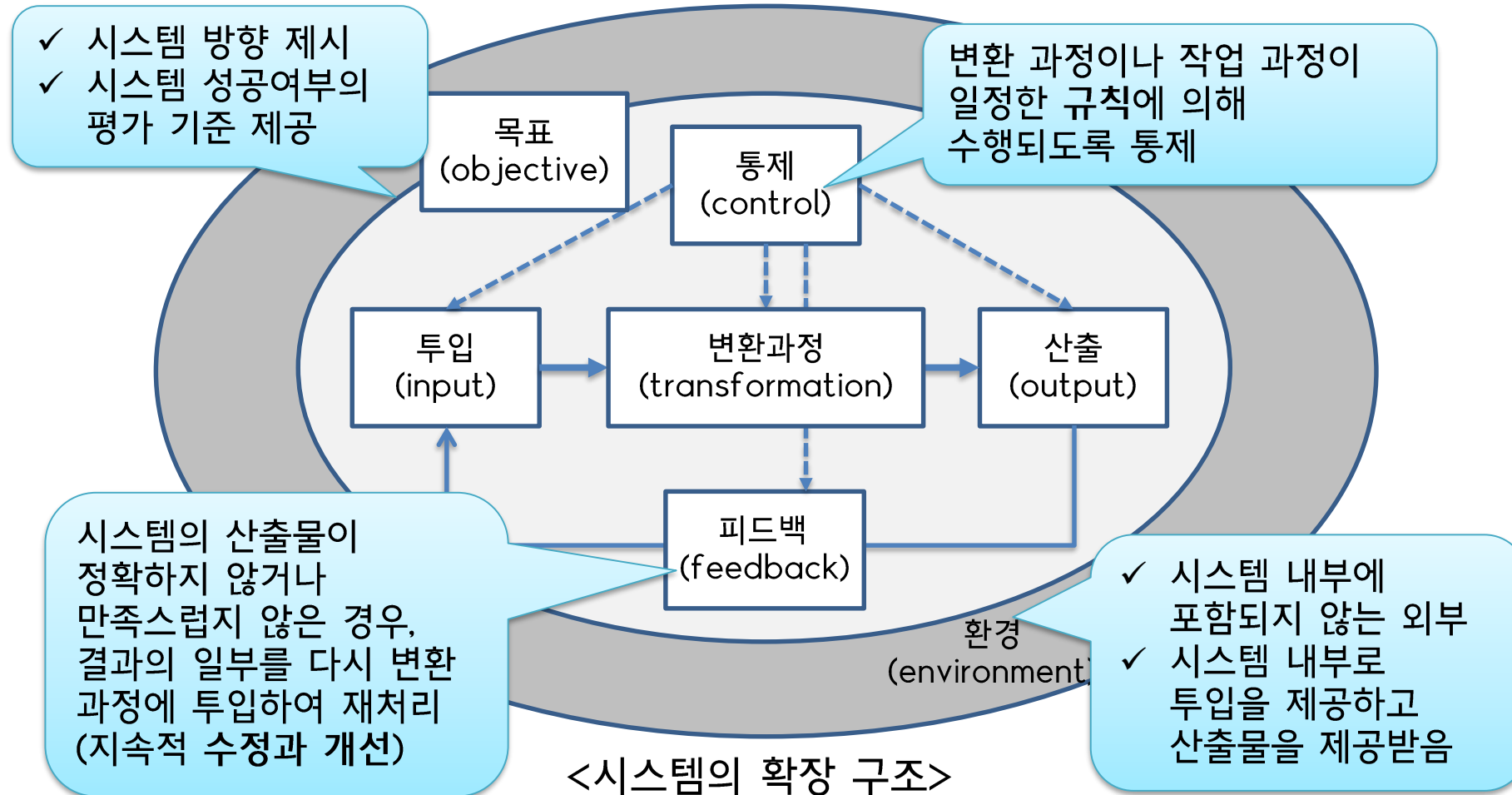


<시스템의 기본 구조>

2.1 시스템의 구조 (2/3)

■ 확장 구조

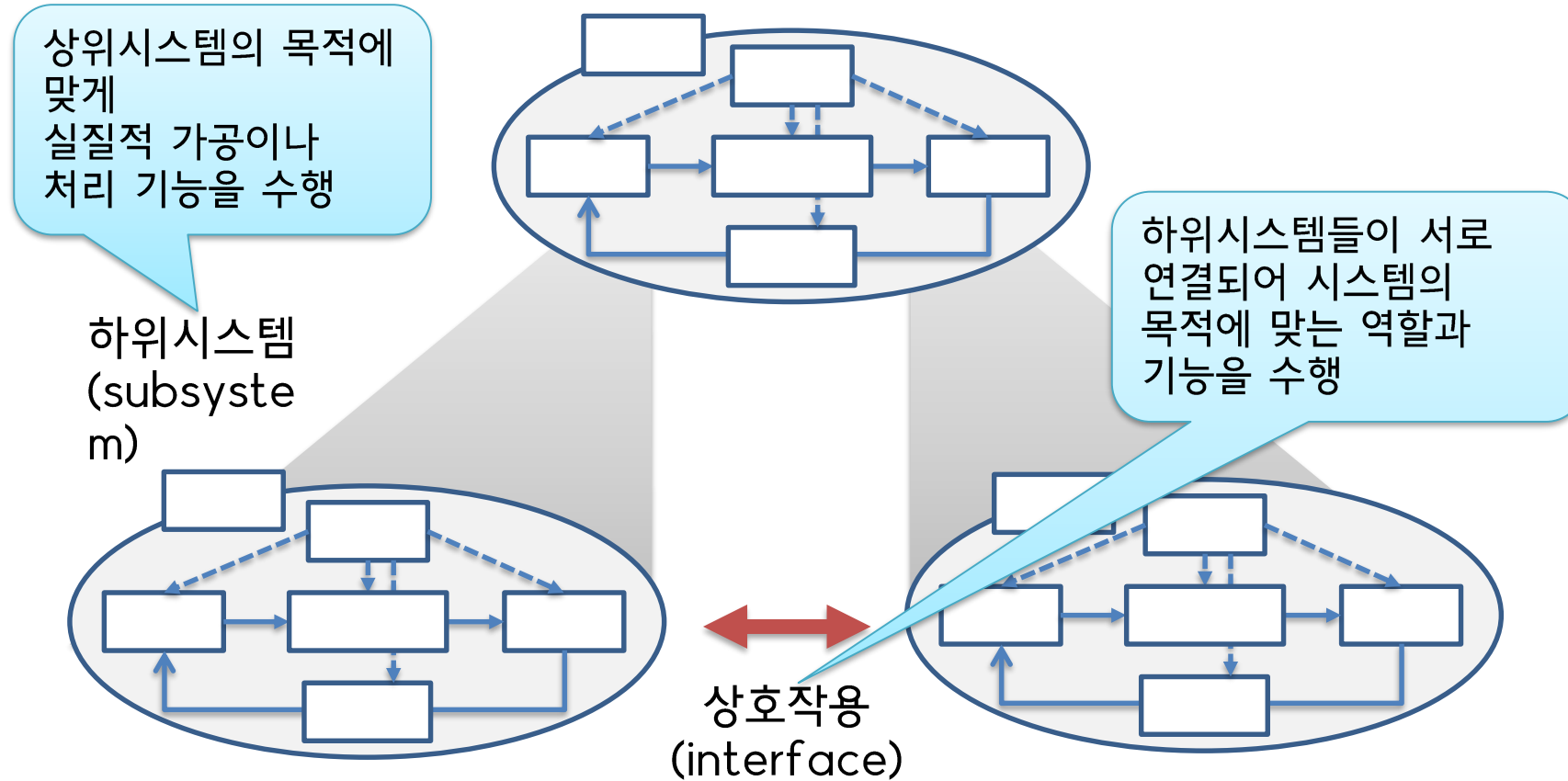
- 기본 구조 + 목표, 환경, 상호작용, 통제, 피드백



2.1 시스템의 구조 (3/3)

■ 확장 구조 (cont.)

- 기본 구조 + 목표, 환경, 상호작용, 통제, 피드백 + 하위시스템



<시스템의 확장 구조>

2.2 시스템의 형태 (1/2)

■ 시스템 형태의 분류

- 물리적 형태의 여부

- ✓ 물리적 시스템(physical system): 자원, 인력, 에너지, 정보 등의 요소로 구성
 - E.g. 생산시스템, 물류시스템, 회계시스템, 혈액순환시스템
- ✓ 추상적 시스템(abstract system): 개념과 논리로 구성
 - E.g. 생각하는 사고체계나 공부하는 학문체계

- 인간의 관련 여부

- ✓ 자연적 시스템(natural system): 자연계에 존재하는 시스템
 - E.g. 생태계, 태양계
- ✓ 인위적 시스템(artificial system): 사람에 의하여 조직되고 관리되는 시스템
 - E.g. 운송시스템, 통신시스템, 제조시스템, 자동화 시스템, 교육시스템, 경제시스템, 의료시스템

2.2 시스템의 형태 (2/2)

■ 시스템 형태의 분류 (cont.)

- 시스템 운영의 임의성 여부

- ✓ 확정적 시스템(deterministic system): 확실히 예측할 수 있는 방식으로 작동
 - 시스템 구성요소의 상태와 상호관계를 파악할 수 있음
- ✓ 확률적 시스템(probabilistic system): 항상 예측의 오류가 발생하는 경우
 - 구성요소의 상호관계를 확률적으로만 설명할 수 있음
 - 미래에 대한 불확실성이 항상 존재

- 외부환경과의 상호작용 여부

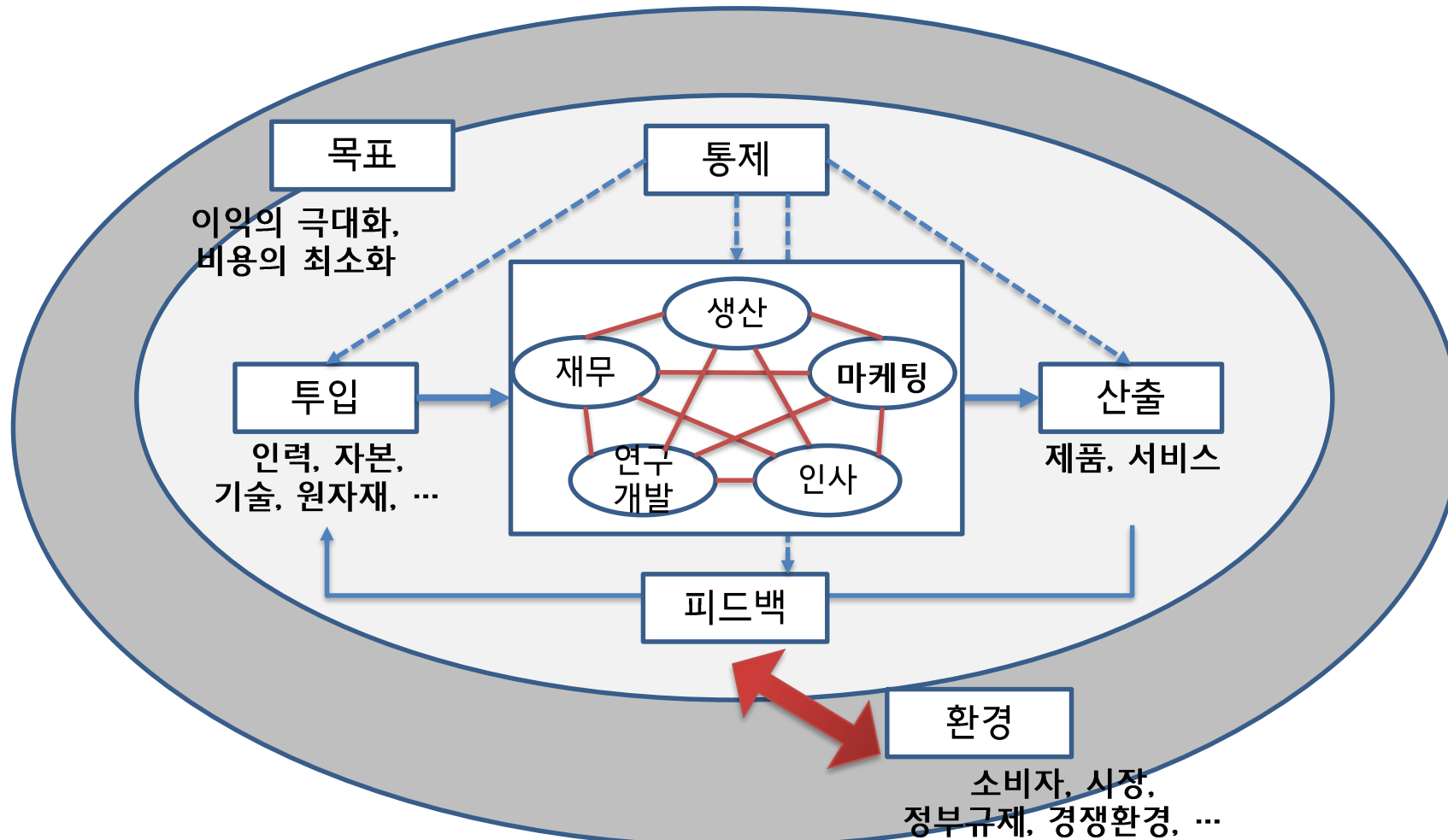
- ✓ 폐쇄형 시스템(closed system): 환경과의 상호작용이 없는 시스템
 - E.g. 프로그램에 따라 작동되는 신호체계나 로봇의 제어시스템
- ✓ 개방형 시스템(open system): 입력과 출력장치를 통해 다양한 정보, 물질, 에너지 등을 외부와 주고 받는 시스템
 - E.g. 생태계, 경영조직, 정보시스템



3절 시스템 접근

3.1 기본개념 (1/2)

■ 산업공학에서 다루는 시스템 - 경영시스템



<시스템 관점에서의 기업 경영시스템>

3.1 기본개념 (2/2)

■ 시스템 접근(systems approach)

- 정의

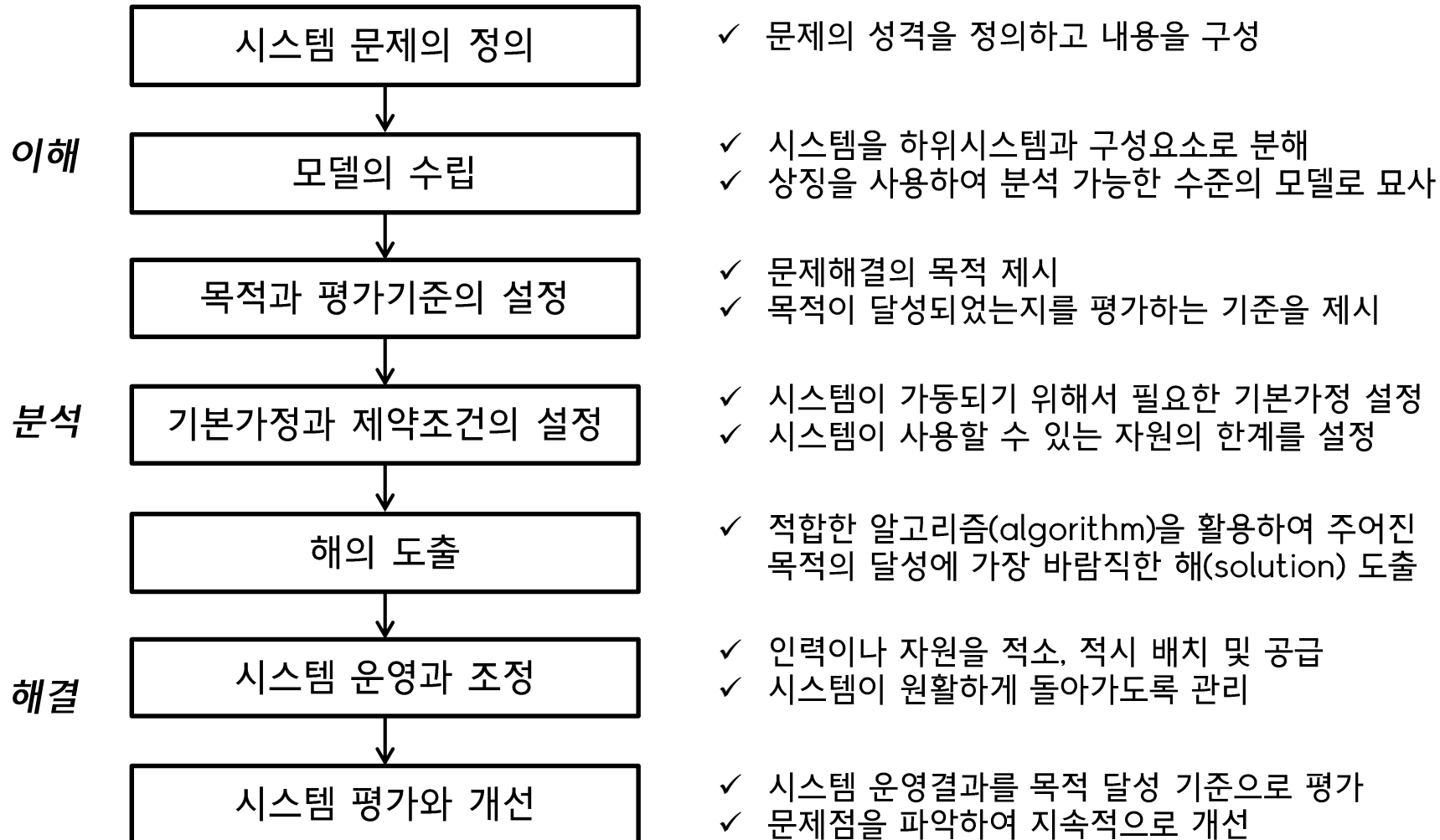
- ✓ 시스템 개념을 이용하여 주어진 문제의 해결을 시도하는 접근방법
- ✓ 시스템 구성요소들의 개별활동과 전체 시스템의 활동을 동시에 고려
- ✓ 부분을 전체의 일부로 보면서 동시에 전체를 부분의 종합으로 보는 접근

- 구성

- ✓ 시스템 마인드(systems mind): 인식과 사고의 체계
 - 현상, 사물에 대한 전체적 큰 그림과 부분적 작은 그림을 그리는 자세
- ✓ 시스템 분석(systematic analysis): 체계적이며 과학적으로 문제를 해결
 - 크고 복잡한 문제를 작고 단순한 모델로 변환한 후 모델의 구조와 행동을 분석
- ✓ 시스템 경영(systems management): 구성요소간의 관계를 적절하게 조정·통합
 - 모든 요소들을 유기적인 네트워크로 묶을 수 있는 관리기술과 운영기준

3.2 주요 절차

■ 시스템 접근의 단계와 절차



예시: 시스템 접근

■ 시나리오

어느 기업에서 생산공장을 신설하려고 한다. 이 공장에서는 여러 가지의 제품을 생산하게 된다. 따라서 복수의 제품을 생산하는 대규모 공장이 하나의 시스템이 된다.

- 1단계: 공장이 앞으로 무슨 일을 해야 하고 어느 방향으로 나갈지를 결정
- 2단계: 공장의 구조와 내용을 정량적 또는 정성적 요소(상징)들로 모델링
- 3단계: 최대화/최소화의 목적을 설정하고 평가할 수 있는 기준을 제시
- 4단계: 목적 달성의 과정에 어떤 가정이나 제약조건이 있는지를 파악
- 5단계: 문제의 해(solution)를 도출
- 6단계: 해의 implementation에 의한 시스템의 실질적인 운영과 조정
- 7단계: 시스템의 평가 및 개선



4절 시스템과 산업공학

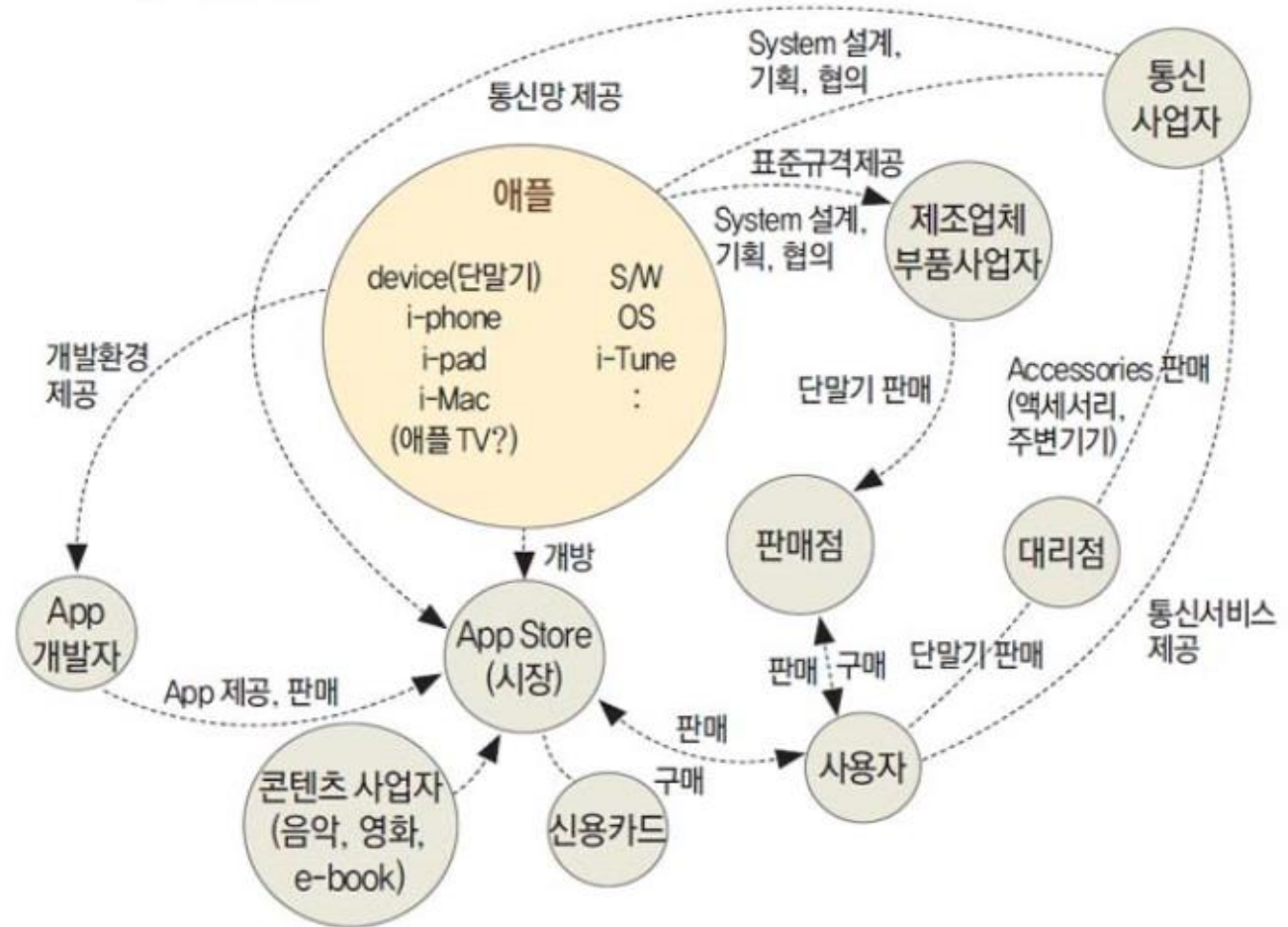
4. 시스템과 산업공학

■ 산업공학과 다른 공학의 근본적인 차이

	다른 공학	산업 공학
시스템의 영역	기업시스템 중 연구개발이나 생산부문	산업시스템, 시장시스템, 경영시스템, 제조시스템, 서비스시스템 등을 포괄
시스템의 성격	기술적 시스템 (요소기술들의 집합)	기술적인 것뿐 아니라 사회적이고 경제적인 시스템을 모두 포함 (사람, 물류, 시설, 정보의 순차적 흐름과 유기적 관계)
시스템의 목적	부분의 최적화 (local optimization)	부분의 최적화와 시스템 전체의 최적화(global optimization)를 균형적으로 강조
시스템의 범위	설계, 개발	설계, 개발, 분석, 평가(기술성, 경제성, 효율성, 효과성, 품질)

4. 시스템과 산업공학

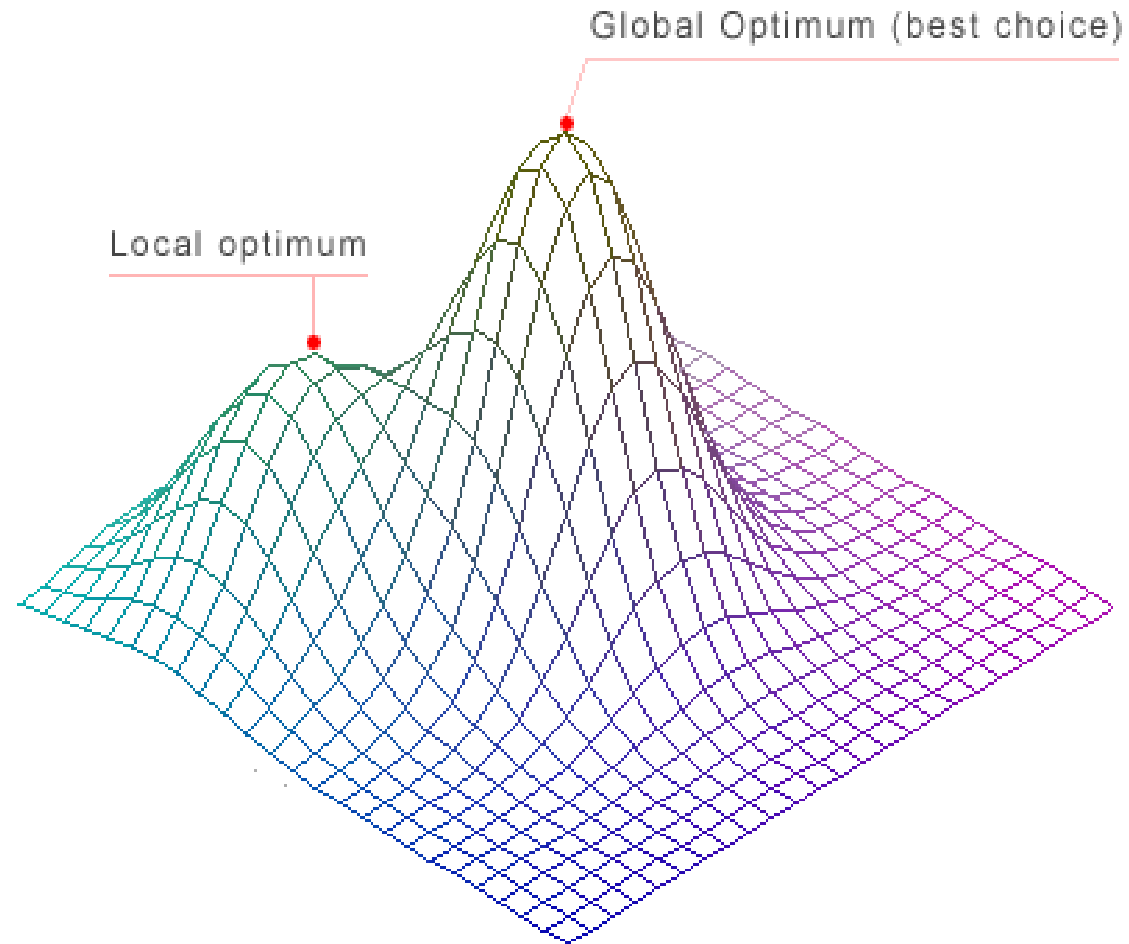
■ 산업공학과 다른 공학의 근본적인 차이 – 시스템의 영역과 성격



< 산업공학의 시스템 – 시장, 제조기업, SCM, 서비스제공자, 인프라 >

4. 시스템과 산업공학

■ 산업공학과 다른 공학의 근본적인 차이 – 시스템의 목적



< 산업공학의 Solution: 부분 최적해와 전체 최적해 >