

과목 개요

- 설계 전용 과목
 - 공학교육인증원 요구사항
 - 저학년에 입문 성격의 설계 전용 과목 시행 요구
 - 설계 18학점(하향조정) 중 3학점 비중
- 산업체 요청
 - 실무 설계 능력
 - 창의력
 - 팀워크
- 과목 목표
 - 공학적 설계에 대한 개념 확립
 - 간단한 실습을 통해 공학적 내용을 체험하여 인지
 - 공학적 창의성을 이끌어 내기 위한 사고 훈련과 팀워크 활동 연습
- 수업 방법
 - 3시간 중 이론 강의 1-2시간
 - 팀을 구성하여 과제 수행
 - 3시간 중 과제 공작 수행 1-2 시간
 - 3 번의 과제물 제작
- 성적 평가
 - 절대 평가 (A 학점은 40% 이내)
 - 학생들 자체 평가 중요
 - 이론 시험은 1회 실시 – 비중 30~40%
- 교수 요청 사항
 - 성적에 민감하지 말 것.
 - 팀원으로서 각자의 역할에 대해 충실하려고 노력할 것.

창의공학 교육의 필요성

● 학습성과

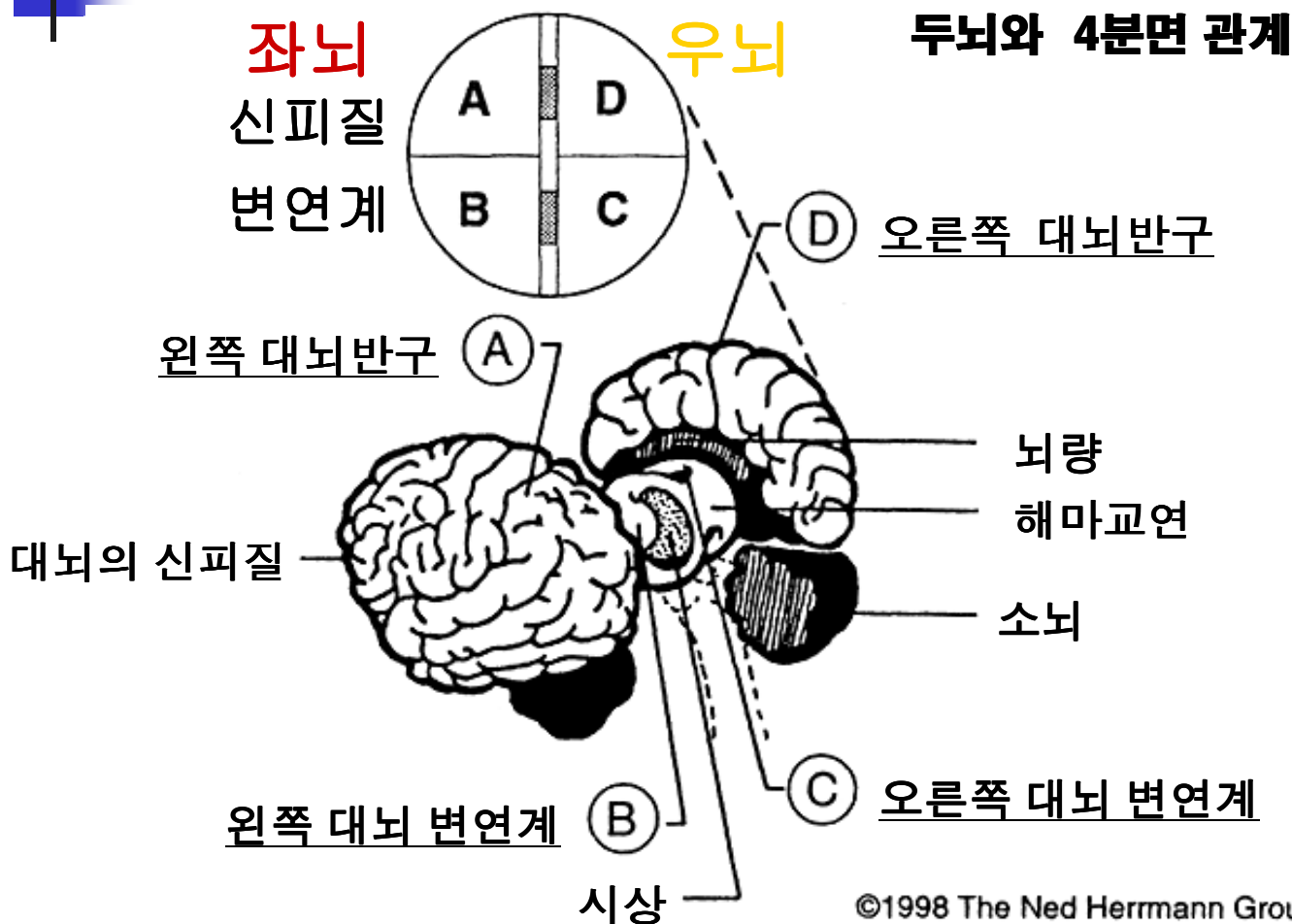
- 공학 프로그램을 이수한 졸업생이 갖추어야 할 능력과 소양

구분	공학 프로그램의 학습 성과
전공기반	요구된 필요조건에 맞추어 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력 복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력
기본소양	효과적으로 의사를 전달 할 수 있는 능력
공학실무	공학 실무에 필요한 기술, 방법, 최신 공학 도구들을 사용할 수 있는 능력

표 1.1 ABEEK의 한국형공학교육인증기준에서 채택한 학습성과(2005년 신인증기준)

- 수학, 자연과학, 공학기초 및 정보기술의 지식을 문제 해결에 응용할 수 있는 능력
- 요구조건에 맞추어 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력
- 공학문제를 정확히 파악하고 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 능력
- 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력
- 공학실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력
- 논리적인 기술력, 구두 발표력, 토론 등 효율적으로 의사를 전달할 수 있는 능력
- 복합 학제적 팀에서 구성원의 역할을 해낼 수 있는 팀워크 능력
- 평생학습에 대한 필요성의 인식과 평생학습 능력
- 기술이 환경과 사회에 미치는 영향에 대한 이해 능력
- 시사적 논점에 대한 지식
- 전문직업인으로서의 직업적, 도덕적 책임에 대한 인식
- 국제적 관점에서 사물을 보고 상호 협동할 수 있는 능력

두뇌 지능 모형(허만)



A사분면

이성적
실제적
분석적
비판적
논리적

직관적
혁신적
창의적
시각적
탐험적

D사분면

B사분면

계획적
조직적
관료적
보수적
구조적

외향적
사교적
감정적
인간적
협동적

C사분면

- 공학은 어떤 학문인가?(5분 토의)
 - 5-6명으로조를 만들어라.
 - 1. 공학이 어떤 학문인지, 과학과 어떻게 다른지 토의하라.
 - 정의와 설명
 - 목적
 - 분야
 - 특징
 - 2. 아동용 의자를 설계하라.
 - 토의 결과를 요약하여 발표하라.

공학이란?

- 공학은
- 공학문제:
 - 인간의 삶의 질 향상을 위한 환경개선, 생산, 가공 및 서비스에 관련한 개선 요구
- 공학의 학문적 특성:
 -
 -
 -
 -
 -

과목 정의

• 공학설계입문은 어떤 과목인가?

■ 공학

✦ 기본적인 자연 법칙

- 질량 보존 법칙
- 에너지 보존 법칙
- 엔트로피 증가 법칙
- 운동량 보존 법칙

■ 설계

■ 입문

- 과학법칙을 창의적으로 적용시키는 단계 중에서 쉽고 기초적인 단계로서 공학적 일을 시작하기 위해 기본적으로 필요한 지식을 실무적으로 교육하는 과목

어떠한 것을 공부 하는가?

기초 기구학

- 책에서 배운 이론적인 지식 외에 실제로 손으로 만져보면서 느껴 봄으로 해서 이론을 이해하거나 터득
 - ✦ 단순하지만 필요한 노하우
 - 볼트와 너트의 조립 방법
 - 풀림 방지 나사 조임법
 - ✦ 실제 기구의 움직임과 머리 속에서 움직이는 기구의 차이점 파악
 - 회전력이 발생하지 않는 경우
 - 지렛대의 원리 등

재료 특성 및 기계가공

- 주위에서 구할 수 있는 여러 재료들의 특성을 직접 제작을 통해 느껴봄.
 - ✦ 아크릴과 PC의 차이
 - ✦ 알루미늄, 탄소강, 스텐 등의 차이
- 가공 방법에 대한 기초지식
 - ✦ 판재 자르기
 - ✦ 구멍 뚫기
 - ✦ 구부리기
 - ✦ 선반, 밀링 작업

창의성 도출

- 여러 지식과 도구를 종합화할 수 있는 능력 배양
 - ✦ 설계 목표, 목적
 - ✦ 구체적인 방안 기획
- 브레인 스토밍
 - ✦ 여러 사람들과의 협업을 통한 창의성 향상

팀 만들기

■ 목적

■ 구성

- ✦ 팀 1차 만들기

- ✦ 팀 2차 만들기

■ 역할 분담

- ✦ 조장

- ✦ 서기

- ✦ 어느 일정기간 동안 교대로 역할을 수행

■ 평가

- ✦ 팀원 간의 상호 평가

- 팀 내부의 개인 평가

- ✦ 팀 전체에 대한 평가

- 8개 팀에 대한 팀별 상호 평가

- ✦ 교수및 조교에 의한 평가

- 8개 팀에 대한 팀별 평가

- ✦ 작품 평가

- 수시 평가

- 기말 경진대회 평가

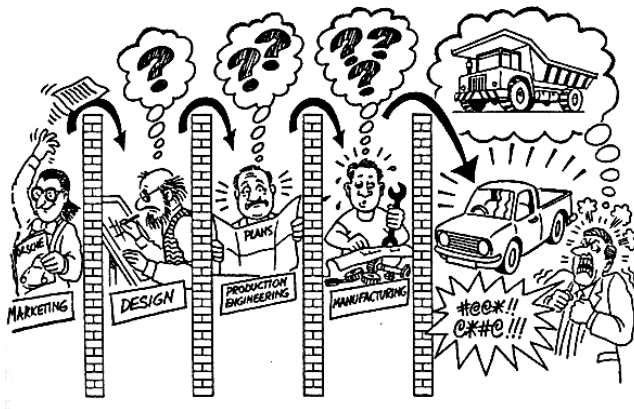
팀 워크

정의

- 각기 다른 사고력과 능력을 지닌 구성원이 한가지 목표를 달성하기 위하여 수행하는 협력 또는 협동작업

팀원의 다양성

- 팀원 구성의 다양성이 효과적인 팀의 필수이다.
- 다양한 능력과 사고력 관점을 얻을 수 있다.
- 클라이슬러 자동차의 신입사원 선발 방법



전통공학 (상호고립)

동시공학 (Concurrent Engineering)



팀의 장점

- 장점 1: 더 많은 아이디어 창출:
 - 아이디어 촉발법,
 - : “사고의 상호작용은 더 많은 아이디어를 창출한다.”
- 장점 2: 정보 및 경험의 양
 - 과거에는 개인이 발명: 레오나르도 다빈치, 알렉산더 벨등
 - 현대에는 팀이 발명: 보잉 747기 (폭발적 지식의 확대)
 - 90%의 발명 특허는 개선한 것임
 - 총체적 두뇌 팀(Whole Brain Team)
 - 동질적인 팀(Homogeneous Team)
 - ✦ 유사한 사고 방식, 신속한 해결책, “종족”형성
 - 이질적인 팀(Heterogeneous Team)
 - ✦ 우수하고 혁신적인 해결책, 시간과 노력필요

팀의 장, 단점

표 6.1 창의적 문제해결을 위한 팀 이용의 장단점

장점

1. 서로 다른 전문성과 사고능력을 갖춘 팀 구성원들로부터 문제해결을 위해 더 많은 종류의 지식을 이용할 수 있다.
2. 구성원들이 서로 긴밀히 협조하게 하여 아이디어는 더욱 창의적이고 더 나은 해결책에 도달하도록 한다.
3. 어느 특별한 문제에 최선의 해결책이 있다면, 팀을 통해 그 해결책을 발견할 가능성이 높다. 팀은 기회포착과 더 큰 모험을 감행하는 장점이 있다(따라서 혁신을 일으킬 가능성을 증가시킨다).
4. 일반적으로 문제해결과 결정과정에 참여한 구성원들의 해결책은 어느 개인에 의해 개발된 해결책보다 구성원들이 흔쾌히 받아들인다.
5. 팀 구성원들 간에 서로 배울 수 있다.

단점

1. 문제해결뿐만 아니라 팀 개발을 위한 노력과 전체 팀원의 참여 시간이 필요하기 때문에 막대한 투자가 필요하다.
2. 일반적으로, 팀에 의한 처리방식은 많은 아이디어를 창출하기는 하지만 그것들 중 몇 개만 정말로 좋은 해결책이므로 비효율적이다.
3. 그룹이나 팀을 형성하는 구성원이 다른 구성원과 잘 어울리지 못할 수도 있다. 해결되지 않는 분쟁, 부정적 감정, 때로는 적대감 등으로 인해 팀 구성원들이 다양성에 대한 가치를 인정하지 않거나 창의적인 윈-윈(win-win) 결과를 개발하지 않는 한 팀의 창의적 아이디어를 감소시킬 수 있다.
4. 팀은 “그룹사고” 현상에 빠질 수 있다. 그룹은 극도의 동질감을 보이거나 동료간의 압박감을 느낄 수 있다. 독립적인 아이디어가 용납되지 않고, 그룹 구성원들은 리더나 지시자들을 두려워하게 될 수 있다.

• 팀워크를 위한 8가지 팀 기술(표 6.4)

기술	개인적 측면	팀에 대한 측면
적극적 활동성	팀 성공에 내가 개인적으로 책임을 지겠다.	무슨 대가를 치르든 우리는 하나라는 느낌
신뢰성	말은 것은 끝까지 해낸다.	그녀가 그 일을 하겠다고 하면, 믿을 수 있다.
참여도	토의에 적극적으로 기여하고 리더와 조직의 업무 부담을 나누어 가진다.	그녀는 항상 제시간에 회의에 참석하고 또한 공헌한다.
능동적 의견청취	먼저 남을 이해하려고 하고 나서 이해받으려 한다. 남의 의견에 주의를 기울이며 중간에 가로막지 않는다.	팀의 구성원은 이해 받는다는 느낌을 갖게 되고 다른 관점의 생각을 듣고자 한다.
지도력	나는 다른 구성원들의 독특함과 장점을 인정하며 팀의 이익을 위하여 그것들을 발휘하도록 고무한다.	팀 구성원들은 자신들의 가치를 느끼게 되며 팀을 위하여 최선을 다하게 된다.
의사소통	나는 개인적으로나 공개적 발표에서나 명확하고 효과적으로 의사소통을 한다.	개인간의 의사소통은 효율적이 되고 잘못 이해하는 것을 피한다.
유용한 피드백	팀 구성원들에게 그들의 공헌도에 해가 될 만한 것들을 재치 있게 지적하는 유용한 피드백을 존중하는 마음으로 전달한다.	팀 구성원들은 인정받을 만한 행동에 대해 유용한 피드백을 제공한다.
피드백 받아들이기와 책임감	나는 다른 구성원의 기분과 관찰사항을 내가 동의하든지 아니든지 간에 받아들이고 존중하며 주의 깊게 고려하여 변화한다.	팀 구성원들은 피드백을 들을 수 있고 이해할 수 있으며 그들이 배우고 성장할 수 있는 환경에서 그 피드백을 이용한다.

팀워크 개발 단계

- 구성기(forming)
- 시련기(storming)
 - ‘Three strike out’ rule
- 안정기(norming)
- 활동기(performing)
- 팀의 생산성을 유지하기 위한 방법
 - 정확히 정의된 팀의 책임과 임무에 관한 규정문
 - 시간 계획표와 프로젝트 계획
 - 팀 구성원들의 임무에 관한 규정문
 - 팀의 기본 규칙
 - 회의 의제
 - 회의 일지록
 - 수행임무 목록
 - 팀 구성원들을 평가하기

팀 기본 규칙

- 팀의 효율성 제고
- 팀내 갈등과 분쟁을 미연에 방지
- 팀 활동 초기에 제일 먼저 제정
- 팀원 전체의 합의로 제정, (전원 서명)
- 운영중에 필요하면 개정

팀 기본 규칙의 예

팀 생산성 향상과 조화를 위하여 우리는 개인적으로나 조직으로서 다음의 규칙들이 개정되거나 폐지될 때까지 준수하기로 동의한다.

1. 우리는 존중과 친절로 서로를 대한다.
2. 우리는 팀 결정을 합의에 의해 내리는데 동의한다.
3. 우리는 팀의 논의사항을 팀 멤버가 기밀사항으로 요청하지 않는 한 팀 외부와 공유할 수 있다.
4. 우리는 제시간에 팀 회의에 참석하기로 동의하며 늦을 경우나 참석할 수 없는 경우에는 미리 회의 주재자에게 알리는 것에 동의한다.
5. 우리는 우리에게 할당된 과제를 정해진 시간 내에 완수시킬 것에 개별적으로 동의하며, 만약 정해진 스케줄 내에 과제를 완성시킬 수 없으면 미리 팀 리더에게 알리는 데에 동의하고, 과제 마감일 회의에 참석할 수 없으면 과제 결과를 어떤 방법에 의해서든지 보내는데 동의한다.
6. 우리는 _____에서 매주 ____요일 ____시에 열리는 팀 회의에 참석하는 것에 동의한다.
7. 우리들 각자는 E-mail을 매일 확인하는 것에 동의하고 팀 관련 과제의 중요한 전개사항은 즉시 팀 멤버들에게 E-mail을 통해서 알리는 것에 동의한다.
8. 우리는 회의 주재자, 서기, 진행 관찰자의 임무를 공유하여 돌아가면서 맡는 것에 동의한다. 매번 회의의 마지막에 다음 회의의 임원들을 결정한다

팀과 팀원의 임무 규정

- 팀이 수행할 과업 내용과 수행 일정을 명확하게 규정한 임무규정문 작성
 - 팀 활동 범위에 대한 제약이나 범위에 관한 기술(지역, 제조공장, 등)
 - 팀 작업 수행에 대한 시간 계획
 - 팀이 사용할 수 있는 예산
 - 팀이 완수할 수 있는 작업 리스트와 예상 완료날짜(활동계획, 진행보고서, 개념설정, 최선의 해결책, 최종 보고서)
 - 팀이 서비스를 제공할 고객이나 관련자들에게 필요한 정보(연락처 또는 대표자)
- 잘 정의 된 임무 규정문은 팀이 올바른 목표를 향해 집중하도록 해 준다.

팀원 임무 규정 (기간: ~)			
팀 구성원	임무와 책임	책임자	서명
팀장			
서기			
촉진자			
과정 관찰자			
...			

그림 6.2 팀원 임무 규정 (서식 예시)

회의록과 계획 명시

회의록			
회의 목적:			
일시: ____ 년 ____ 월 ____ 일 ____ 시 ____ 분 ~ ____ 시 ____ 분			
회의 구성원 :			
팀장: ____ 서기: ____ 촉진자: ____ 과정 관찰자: ____			
____: ____ ____: ____ ____: ____ ____: ____			
참석자 :			
불참자 :			
의사일정 항목	논의 결과	책임자	기한

그림 6.3 회의록 (서식 예시)

일련 번호	사업추진내용	담당자	추진 일정 (연도별)																			
			1차년도				2차년도				3차년도				4차년도				5차년도			
			1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4
1	공학소양교육 발전방향 제시 및 세부 교과목의 교육 목표 및 주요교육 내용제정	홍길동																				
2	총괄적 성격 공학소양 교과목 교육내용 구축	김개동																				
3	세부 3개 공학 소양교과목 교육내용 구축	박문수																				
4	세부 4개 공학 소양교과목 교육내용 구축	이서방																				
5	공학소양교육의 종합 시스템 구축	김선달																				

그림 6.4 간트(Gantt) 차트

본 교과 과정 중의 과제

- 과학상자를 이용한 작품 만들기
 - 기본 예제익히기
 - ✦ 모터와 회전 구동 장치를 이용하여 바퀴를 움직이기
 - ✦ 회전운동을 직선운동으로 변화시켜 구동해 보기
 - 과제 작품 만들기
 - ✦ 창의성을 발휘하여 여러 기능을 조합하여 구상하기
- 기초 재료를 가공하여 작품 만들기
 - 기초 재료를 가공하는 방법 배우기
 - ✦ 드릴링, 선반, 자르기, 굽히기 등
 - 과제 작품 만들기
 - ✦ 기계 부품을 직접 설계하고 가공까지 하여 원하는 기능을 수행하는 작품을 만듦
- 경진대회용 작품 만들기
 - 태양전지 모형 자동차 경주 대회
 - 주어진 경로를 최단시간에 운행하는 기록 경신 대회
 - 주요 핵심 부품을 제외한 외형부터 기구장치까지 자체적으로 구상하여 제작하기
- CATIA를 이용한 3D 설계
 - 모든 작품을 설계할 때 반드시 CATIA로 미리 작업하여 제출
- 포트폴리오 작성
 - 학기 전 과정을 디지털카메라로 촬영하여 기록으로 남겨서 후에 공학인증제의 포트폴리오로 활용할 것

과제 해결을 위한 단순 방법

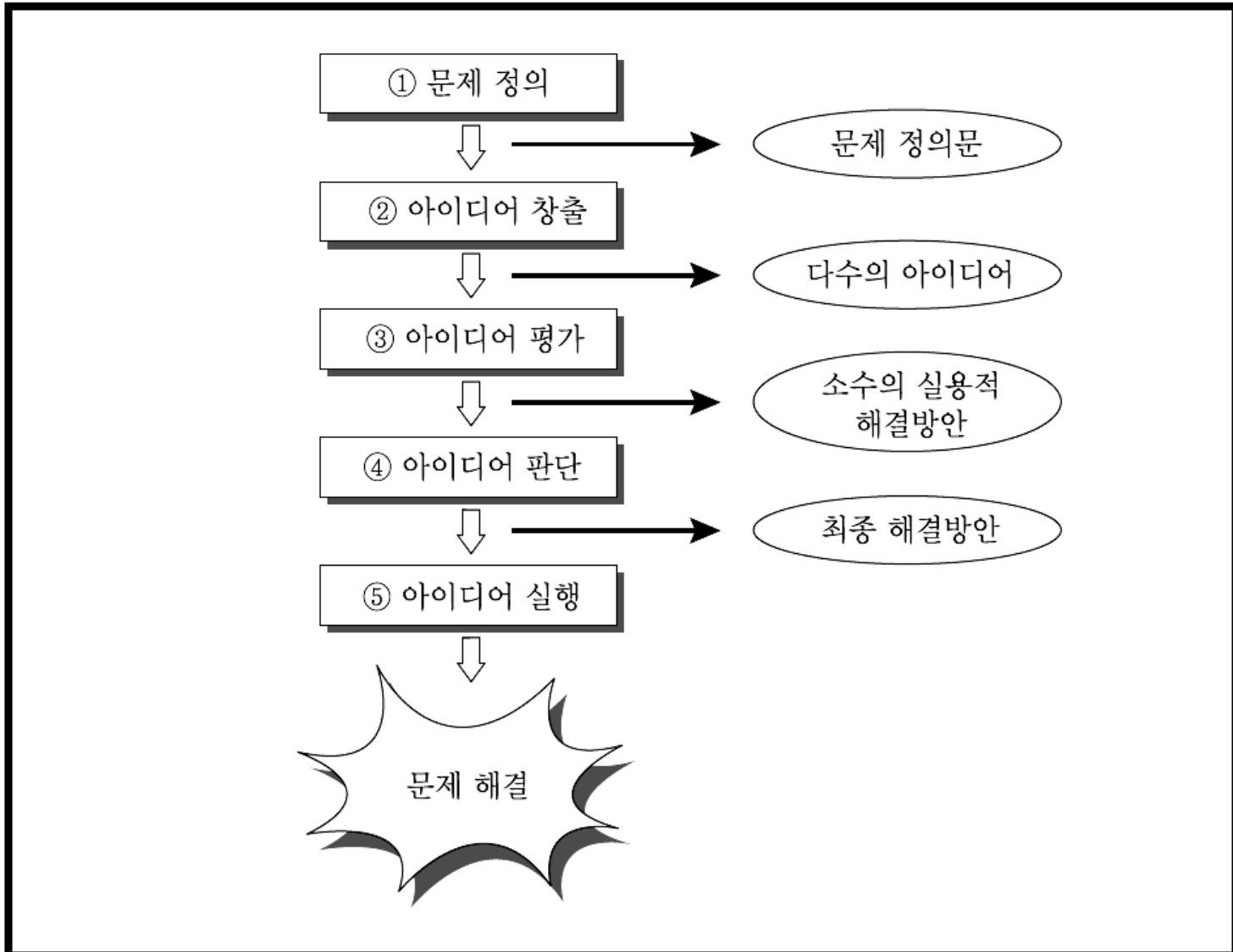


그림 1.3 창의적 문제해결 과정과 단계별 결과물들

- 실행 단계가 너무 단순함.
- 공학적 해결을 위해 여러 측면에서 좀 더 구체적인 단계가 필요

• 설계에 대한 개요

- 설계는
- 이미 존재하는 것을 더 높은 단계로 발전시키거나 이전디자인과는 다른 완전히 새로운 것을 창조하려 할 때
- 공학설계의 많은 요소는
- 수학적 모델링은 중요하다.
- 설계기술자는
- 이해력, 논리적 추론, 판단력은
- 새로운 시도는 실패와 동반자

- 체르노빌 원전 사고
- 챌린저호 폭발 사고
- 1998년 보잉747기 비행 도중 객실 천장 유실 사고
- 1981년 개장한 캔자스시티의 Hyatt Regency 호텔의 고가다리 붕괴 사고
- 1979년 DC-10기 엔진고장에 의한 폭발 사고

- 부정확하거나 과도한 가정
- 미흡한 문제인식
- 부정확한 디자인 설명서
- 불완전한 제조공정과 부품
- 디자인 계산의 오류
- 불완전한 실험과 부적합한 데이터 수집
- 제도(drawing)의 오류
- 훌륭한 가정에 어긋난 불완전한 추론

설계 과정 전체 흐름

- 고객의 요구
- 목표 정의
- 시장분석
- 기능설정
- 업무설정
- 개념화

설계과정 전체 흐름

- 대안평가
- 분석과 최적화
- 실험
- 마케팅

설계과정을 위해 필요한 도구

- 스케줄링
- 간트 차트

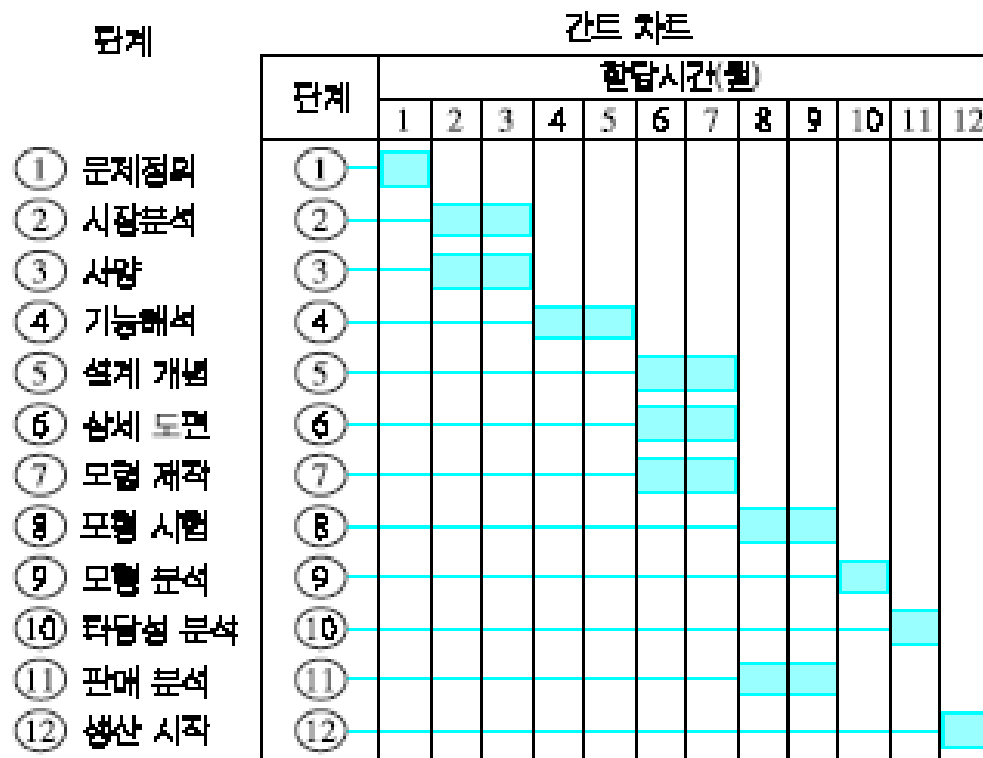


그림 2.1 간트 차트

- CPM(critical path method)

PERT(program evaluation and review technique)

- 1950년대와 60년대에 개발
- 중거리탄도탄(polaris) 프로젝트에 참여한 250여개 주요 계약업체와 9000여 개 하청업체를 모니터 하기 위해 고안
- 미국 제조업체 65%의 프로젝트에서 사용
- 특징

- CPM 구축 단계는 다음과 같다.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

표 2.2 설계프로젝트

활동 설명	활동 기호	선행 활동	활동기간(주)
필요성과 목표	A	-	1
시장 분석	B	A	2
기능분석	C	B	1
시장 결정	D	C	4
대안 모색	E	D	3
평가	F	D	4
실험	G	E, F	2
해석	H	G	2
제작	I	G	4
마케팅	J	H, I, 3	

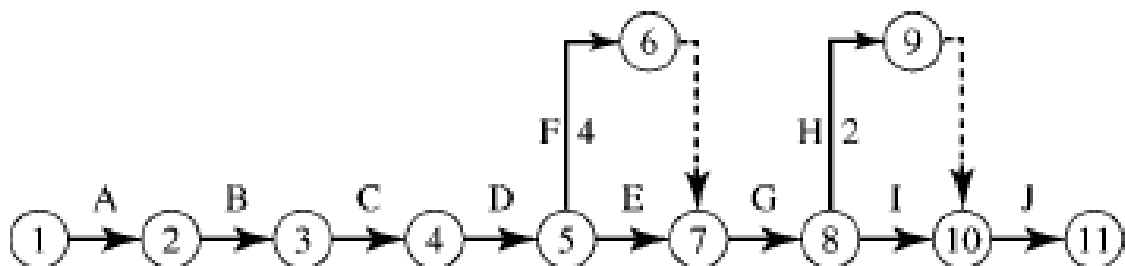


그림 2.2 CPM 차트

사진 1에서 시작하여 11번까지 종료되는 경로는 다음과 같이 나열할 수 있다.

- 1, A-B-C-D-E-G-I-J 시간 = 20
- 2, A-B-C-D-F-G-I-J 시간 = 21
- 3, A-B-C-D-E-G-H-J 시간 = 18
- 4, A-B-C-D-F-G-H-J 시간 = 19

결과로부터 가장 오래 걸리는 경로는 (A-B-C-D-F-G-I-J)이며 프로젝트의 총 예측기간은 21주가 된다.

- 적절한 재료를 선택해야 하고 부품의 생산에 사용되는 제조 방법을 결정
 - 제품의 상업적 성공과 실패를 결정한다.
 - ✦ 재료문제는 대부분 제품 개발이 어느 정도 진행 된 후, 내구 테스트에서 발생하는 경우가 많은데, 이 때에는 개발을 다시 해야 하는 등의 상당한 부작용을 일으킬 수 있으므로 초기에 선정을 잘 하는 것이 중요.
- 재료 분류와 특징
 1. 금속 : 금속 재료는 철금속, 비철금속으로 분류
 - 철 금속은 기계적 특징을 가진 탄소강(45C)로 만든다.
 - 비철금속은 구리, 알루미늄, 납 같은 재료로 구성된다.
 2. 세라믹과 유리 : 금속과 비금속의 공통적인 특성이다.
 - 부서지기 쉽고, 열적으로 안정하며, 금속과 비교해 더 많은 저항을 띠는 훌륭한 절연체이다.
 - 금속보다 경도가 높고 열팽창이 작다.
 3. 나무와 유기화합물 : 나무와 식물.
 - 장점 : 재활용이 가능.
 - 단점: 습기 흡수, 부패성, 친화성.
 4. 중합체(polymer)나 플라스틱 :
 - 장점:
 - 형태 변형 용이.
 - 훌륭한 절연체, 화학물질과 습기에 저항력이 있다.
 - 표면 마무리가 부드러움. 다양한 색이 가능.
 - 단점 :
 - 강도가 약하고, 자외선에 약하다.
 - 모든 온도에서 과도한 크리프(creep) 특성

- 재료 선택 과정

1. 재료요청서를 분석하라 : 제품이 작동해야 하는 환경, 서비스 조건을 결정한다.
2. 적절한 재료를 목록화하라 : 사용 가능한 재료인지 필터링하여 적당한 예비후보를 결정한다.
3. 가장 적절한 재료를 골라라 : 비용, 성과, 가능성, 제조능력 같은 요소를 고려해 목록을 분석하고 가장 적절한 재료를 선택한다.
4. 필요한 테스트 데이터를 구하라 : 경험적으로 실제 운영조건을 고려해 선택한 재료의 중요한 특성을 결정해야 한다.
5. 제품 사양의 충족성 : 선택한 재료는 사양서와 부합되어야 한다.
6. 비용 : 최종 제품을 마케팅하는 데 중요한 역할을 한다.
7. 재료 이용 가능성 : 선택한 재료는 적당한 가격으로 구할 수 있어야 한다.
8. 재료 결합 방법 : 실제 조건 하에서는 한 가지 재료만 사용하여 부품을 만드는 것은 불가능하다. 한 제품을 만들기 위해서는 서로 다른 재료를 결합하여 제작하는 것이 일반적이다.
9. 제조 : 공학 제품은 보통 몇 단계의 제조과정이 필요하지만 또 다른 제조기술도 유용하다. 선택한 제조방법에 영향을 주는 요소는 시간제한, 재료 유형, 제품적용, 비용, 제조량 등이다.
10. 기술적 문제 : 기술적 요소는 주로 재료의 기계적 특성과 연관된다. 예를 들면 원하는 작업량, 안전 요소, 기온 변화, 잠재적 작업 변화 등의 대한 재료 강도를 들 수 있다.

- 가장 중요한 점은 경험이다. 경험에서 느끼는 재료의 특성이 다음 개발에 중요한 인자로 작용한다.



주요 제조 방법

1. 주조(casting)

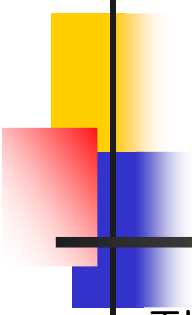
2. 단조(forging)

3. 기계가공(machining) :

4. 용접(welding) :

인간적 요소

- 인간공학적 사고
 - 인간을
 - 환경을
 - 인간적 요소는
 - 따라서 설계 단계에서
- 전형적인 인간 행위의 예
 1. 사람은
 2. 사람은
 3. 사람은
 4. 사람은
 5. 사람들
 6. 규정 절차를
 7. 사람은
 8. 사람은
 9. 사람은



패러다임 변환(paradigm shift)^{kit}

- 정의

- 1980년대까지 산업체들은
- 1970년대까지 스위스는
- 일본은 1960년대에
- 1960년대 볼펜
- 휴대폰
- 디지털 카메라
- PC의 대량 보급
- 양성평등사상
- 인터넷통신의 발달

패러다임 변환(paradigm shift)

- 전형적인
- 초기(A부분) ~
- 중반(B부분) ~
 - ✦ 문제가 잠재되어 잘 나타나지 않음
- 말기(C부분) ~
 - ✦ 문제 해결에 비용, 시간이 많이 들고, 불만족 증대
 - ✦ 해결방안도 더 이상 넓은 범위에 적용되지 못함
 - ✦ 패러다임 변환이 불가피

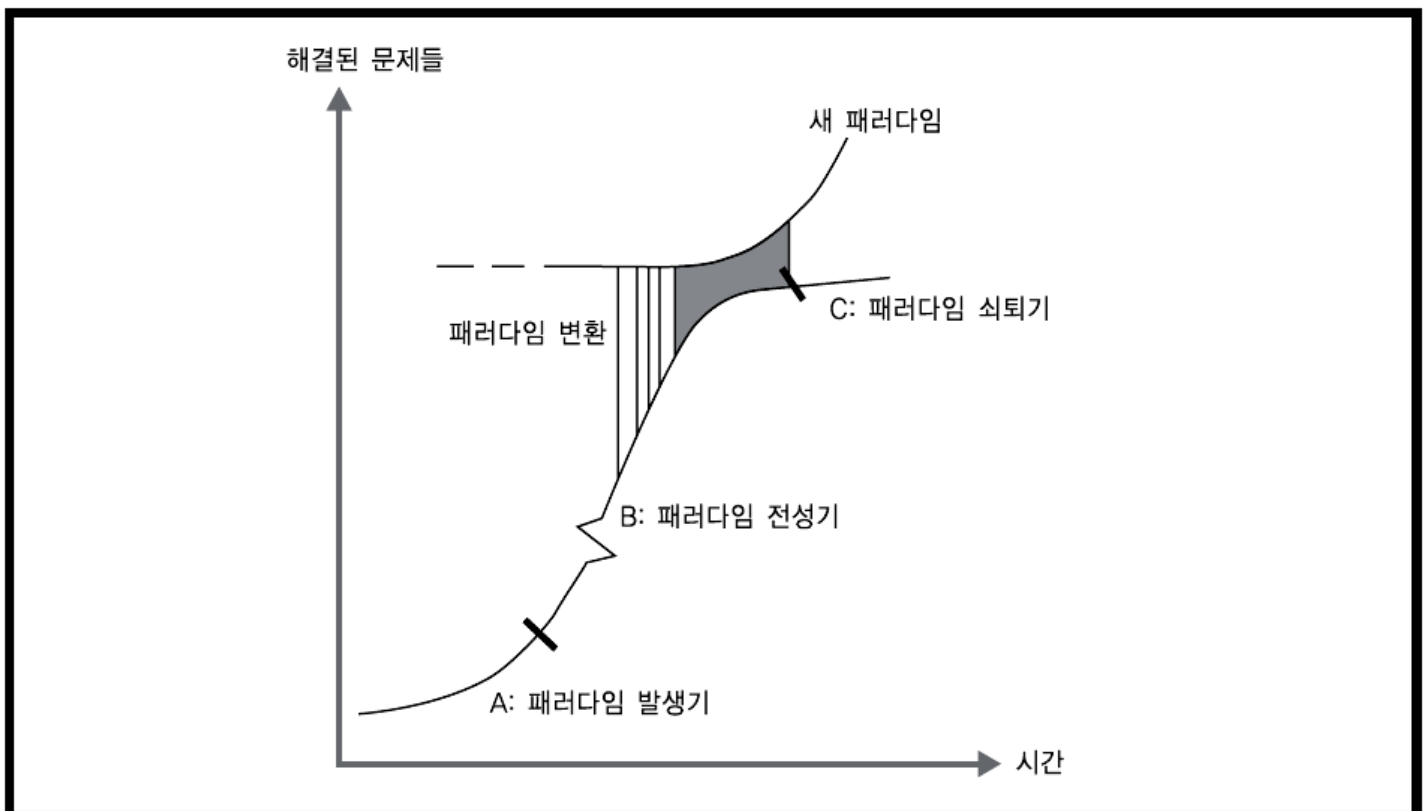


그림 1.1 패러다임 변환 주기 곡선

문제란?

- 변화를 통해서 더 좋은 상태로 개선될 수 있는 모든 것

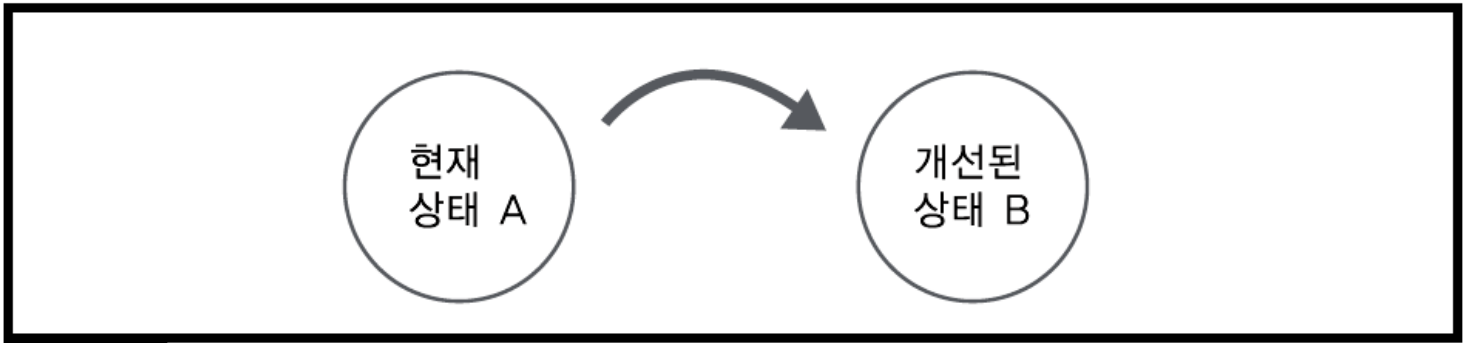


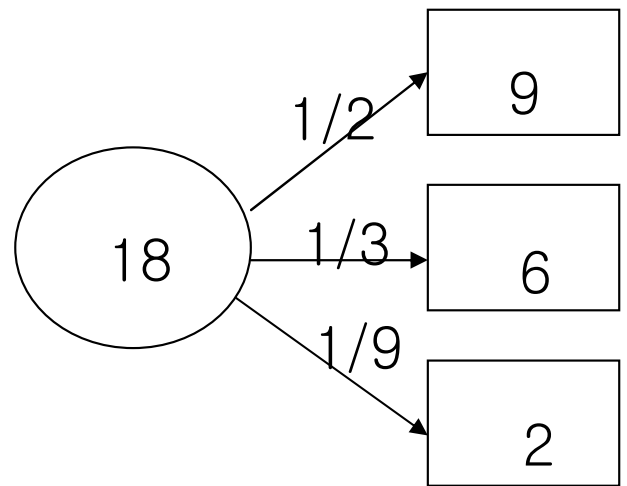
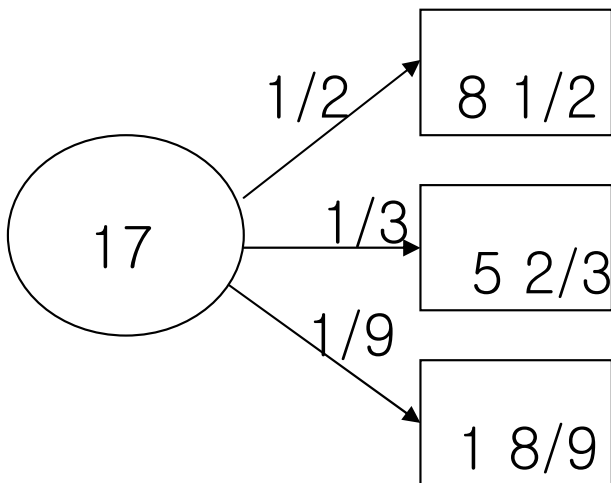
그림 1.2 문제와 문제해결

표 1.4 문제의 예

문제 예	상태 A	상태 B
기계소음 문제	소음을 내는 기계	소음이 적은 기계
학업성적 향상 문제	나쁜 학업 성적	좋은 학업 성적
출산율 저하 문제	낮은 출산율	높은 출산율

필요성과 목적-문제 정의

- 문제를 바르게 파악해야 한다.
 - 문제 파악의 실패 예
 - ✦ 낙타 배분 문제
 - ✦ 17마리 – 큰 아들 $1/2$, 둘째 $1/3$, 막내 $1/9$
 - ✦ 이 문제는 무엇이 문제인가 ?



- 문제 정의에 따라 해결책이 달라진다.
 - 큰 고래가 어떤 잠수부를 삼켰다고 상상해보자.
 - 여러 가지로 문제를 정의할 수 있을 것이다.

필요성과 목적-문제 정의

- 진짜 문제를 정의하는데 실패한 경우
 - 철수는 신음소리를 내며 배가 아프다고 하면서 학교를 갈 수 없을 것 같다고 말한다.
 - 물침대를 사용하는 영수는 아침에 일어나 침대 한가운데가 물에 흥건히 젖어 있는 것을 발견

필요성과 목적-문제 정의

- 필요성 문장
 - 엔지니어의 첫 번째 임무는
 - 문제를 정의하기 위해서는
- 어떤 문제들은 보다 큰 문제들의 부분적 문제가 될 수도 있다.
 - ✦ 공원에서 관개용 물 소비를 방지할 수 있는 방법은 무엇인가?
 - ✦ 밀도구배를 이용하여 적혈구 세포를 분리해내고 남은 백혈구만을 빛에 반응하는 약품으로 처리하는 기술을 제안

필요성과 목적-문제 정의

- 어렵פות한 요구문장으로부터는 좋은 설계가 나오지 않는다.

- 엔지니어가 문제를 적절히 정의하기 위해서는 사전에 발생할 수 있는 모든 문제점들을 인식하고 있어야만 한다.

- 문제를 정의하는 좋은 방법

필요성과 목적-문제 정의

예제

- "작업장의 컴퓨터에 대해 우리가 무엇을 해야 하는가?"
- "철수의 성적이 떨어지고 있다. 어떻게 더 열심히 공부하도록 만들 수 있을까?"
- "무중력 상태에서 우주인들이 볼펜을 사용할 수가 없다."
- "달 표면 탐사차량에서 사용되는 백열전구가 잘 깨어진다."
- 어떻게 하면 자동차 생산직 근로자들의 생산성을 높일 수 있을까?
- 종업원들이 야유회에 많이 참석하도록 하는 방법이 무엇일까?
- 최초의 문제 정의문: 차량 소통을 원활하게 하기 위해 어떻게 고속도로를 넓힐 수 있을까?

문제 정의문을 다시 작성하기

표 2.3 “왜?”를 사용하여 문제를 더욱 넓게 서술하는 과정

최초의 문제 정의문: 차량 소통을 원활하게 하기 위해 어떻게 고속도로를 넓힐 수 있을까?

문제 정의문	수정된 문제 정의문의 가능한 해결책
<질문> 왜 고속도로를 넓히려 하는가? <답> 차량소통을 원활히 하기 위하여 <수정된 문제 정의문1> 어떻게 하면 차량 소통을 원활하게 할 수 있을까?	• 새로운 차선을 건설하여 도로 폭을 넓다. • 노면을 넓힌다. • 또 다른 도로를 만든다. • 일반도로를 사용한다. • 현재의 고속도로 갓길을 길로 이용한다.
<질문> 왜 차량소통을 원활하게 하려하는가? <답> 고속도로 상의 그 지점을 지나는 사람들의 통행량을 증가시키기 위해서 <수정된 문제 정의문2> 어떻게 하면 고속도로의 이 지점을 지나는 사람들의 통행량을 증가시킬 수 있을까?	• 앞의 두 개의 문제 서술에 대한 해결책 전부. • 차량 집결지를 만든다. • 버스와 기차의 운행을 늘린다.
<질문> 왜 사람들의 통행량을 증가시키려 하는가? <답> 교통체증을 해소하기 위해서 <수정된 문제 정의문3> 어떻게 하면 고속도로의 이 지점에서 교통체증을 해소할 수 있을까?	위의 세 문제 서술에 대한 해결책 전부. 그 지역의 교통체증 현상을 널리 알리고 되도록 다른 길을 택하도록 유도한다. 그 지역 큰 공장에서의 출퇴근 시간에 체증이 가장 심한 시간에 그 지점 부근의 연락용 경사로를 모두 개방 연결한다.

수렴적/발산적 연쇄질문

● 발산적 연쇄질문의 예: 이것이 무엇에 관한 것이냐?(목적)

■ “이 문제는 무엇에 관한 것이냐?”

⌘ 답: 주택공급

■ “왜 주택공급을 하려는 것인가?”

⌘ 답: 따뜻하고 안락하기 위해서

■ “왜 따뜻하고 안락하려하는가?”

⌘ 답: 사랑 받고 보살핌 받고 안전하다고 느끼기 위해서

➤ 그 문제가 단지 육체적 필요뿐만 아니라 정신적인 필요도 포함하고 있다는 것을 보여준다

● 수렴적 연쇄질문의 예: 왜라는 질문(이유)

■ “왜 당신은 예산작성과정을 개선시키려 하십니까?”

답: “왜냐하면 나는 항상 청구서 처리기한을 넘기기 때문입니다.”

■ “왜 항상 늦게 되죠?”

답: “왜냐하면 늘 너무 꾸물대는 버릇이 있기 때문이죠.”

■ “왜 꾸물덱니까?”

답: “왜냐하면 나는 서류처리하기를 싫어합니다.”

■ “왜 서류처리를 싫어합니까?”

답: “왜냐하면 내가 싫어하는 B사분면 사고가 필요하기 때문입니다.”

➤ 진짜 문제는 예산과정이나 꾸물대는 습관에 있는 것이 아니라 사고성향이 맞지 않는 사람에게 그 일을 시킨 데 있다.

(1) 문제 주제를 선택하라.

(2) 문제의 주제에 초점을 맞추어라.

- 좋은 주제, 문제 넓힘 → 발산적 연쇄 질문
- 해결방안 위해 문제를 작은 단위로 나눔 → 수렴적 연쇄 질문

(3) 정보와 소비자 데이터를 수집하라.

(4) 정보를 분석하라.

(5) 문제 정의문 개발 :

- 긍정적인 문장으로 쓰도록

● 팀 활동

- 교육환경 개선 방안에 대하여 문제 정의를 한다.
 - ✦ 문제정의문을 작성하라.
 - ✦ 문제정의문 작성법에 따라 문제정의문을 다듬어라.
 - ✦ 최종의 문제정의문을 작성하라.

- 소비자의 요구를 명확하게 정리하고 설계자가 충분히 이해하도록 조직화하는 방법

- 예시 – 자동 커피메이커에 대한 목적 계통도를 완성.

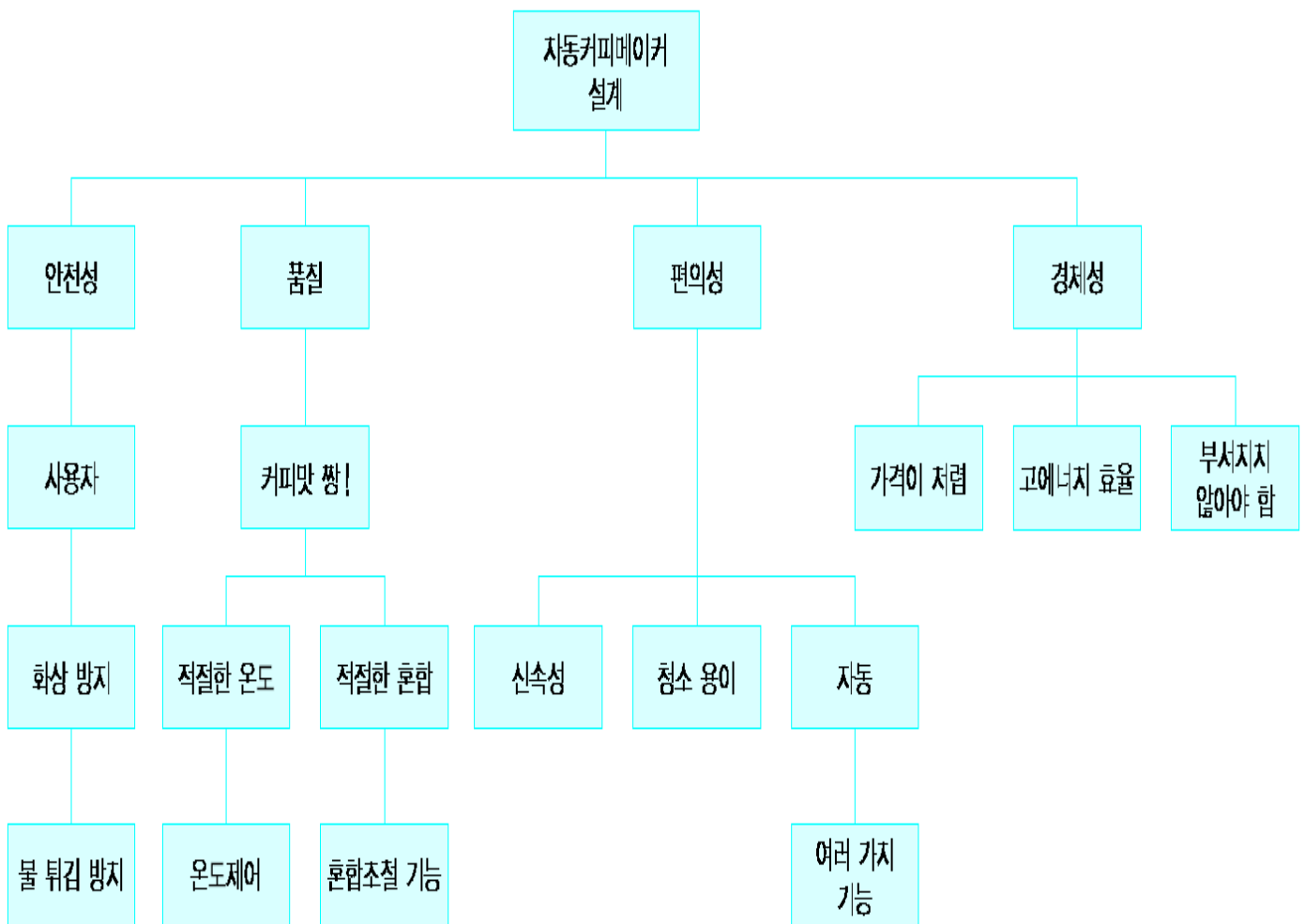
11. 설계목적 리스트를 준비.

- ✦ a. 안전도
- ✦ b. 효율
- ✦ c. 품질
- ✦ d. 편의성
- ✦ e. 사용의 용이성
- ✦ f. 신속성
- ✦ g. 좋은 커피를 만들 것
- ✦ h. 사용자가 화상을 입지 않도록 할 것
- ✦ i. 양호한 혼합
- ✦ j. 적절한 온도
- ✦ k. 액체방울이 튀지 않을 것
- ✦ l. 가격이 저렴
- ✦ m. 커피의 분량
- ✦ n. 자동
- ✦ o. 타이머 기능
- ✦ p. 에너지 절약 기능
- ✦ q. 온도 제어
- ✦ r. 설거지 용이

목적 계통도

2. 리스트를 집합으로 정리하라

안전도	품질	편의성	경제성
사용자	커피맛 짱	설거지 편리	비용저렴
화상방지	적절한 온도	자동	커피분량
튀김방지	양호한 혼합	타이머	에너지 절약형
	온도제어		신속성



- # System Mechatronics Lab.

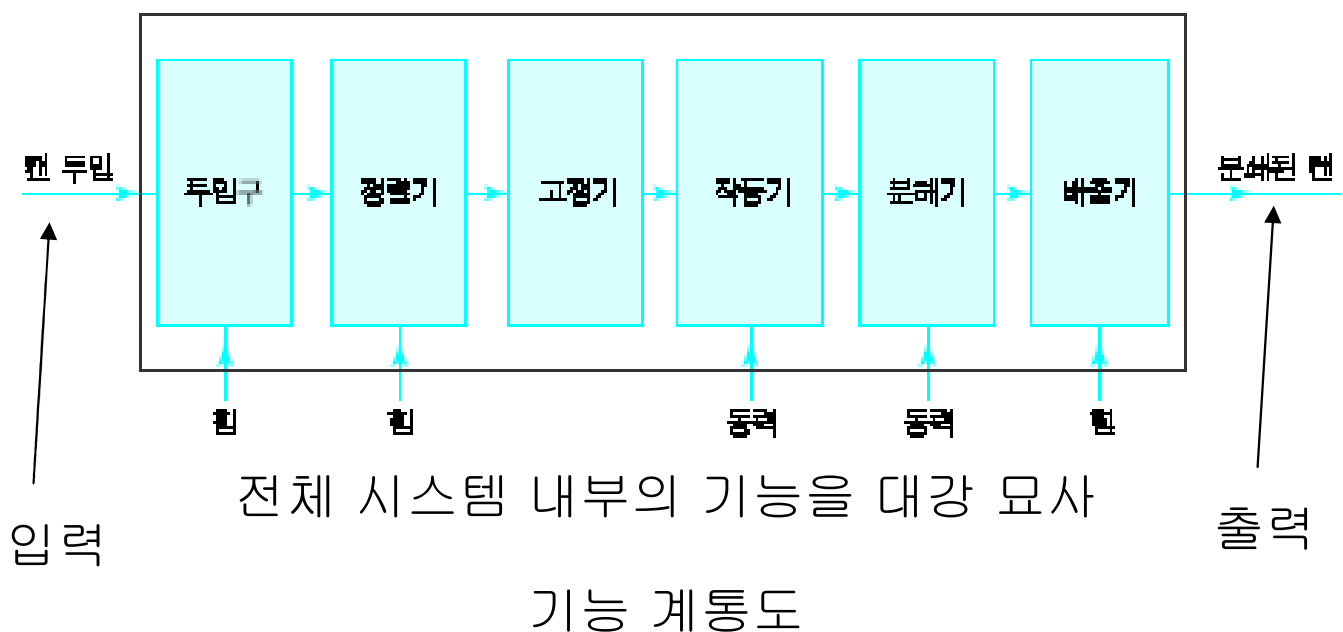
관련 정보 공급원

- 제조업체 정보
- 회사 정보
- 시장 정보
- 인구통계 정보

기능적 구조의 수립

- 설계전략
 - 공학설계자는
 - 경험이외의
 - 생산을 고려한

- 자동 캔 분쇄기



기능의 블록화

- 기능 다이어그램은 에너지의 흐름, 시스템 구성을 위한 재료 및 정보를 포함한 입력 값과 출력 값을 나타내는 블랙박스에 의해 표현
 - 많은 하부 기능들은 또다시 여러 개의 하부-하부기능으로 나눌 수 있다.
 - 하위단계의 기능은 복잡성의 정도가 낮으며, 설계를 단순화 할 수 있다.
 - 장점은 각각의 요소와 시스템들이 필요에 따라 독립적으로 분석 가능하고 개선될 수 있다
- 예시 - 쇼핑몰 카트의 기능 계통도
 - 시스템의 입력은 쇼핑 물건과 어린이이며, 출력은 동일하다.



기능의 블록화

1. 쇼핑 물건
 - a. 무게를 지탱한다.
 - b. 큰 물건을 담는다.
 - c. 작은 물건을 담는다.
 - d. 말랑말랑한 물건이나 음료수를 담는다.
2. 어린이
 - a. 무게를 지탱한다.
 - b. 어린이를 고정한다.
3. 카트 이동
 - a. 카트의 전진
 - b. 카트의 회전
 - c. 카트의 정지

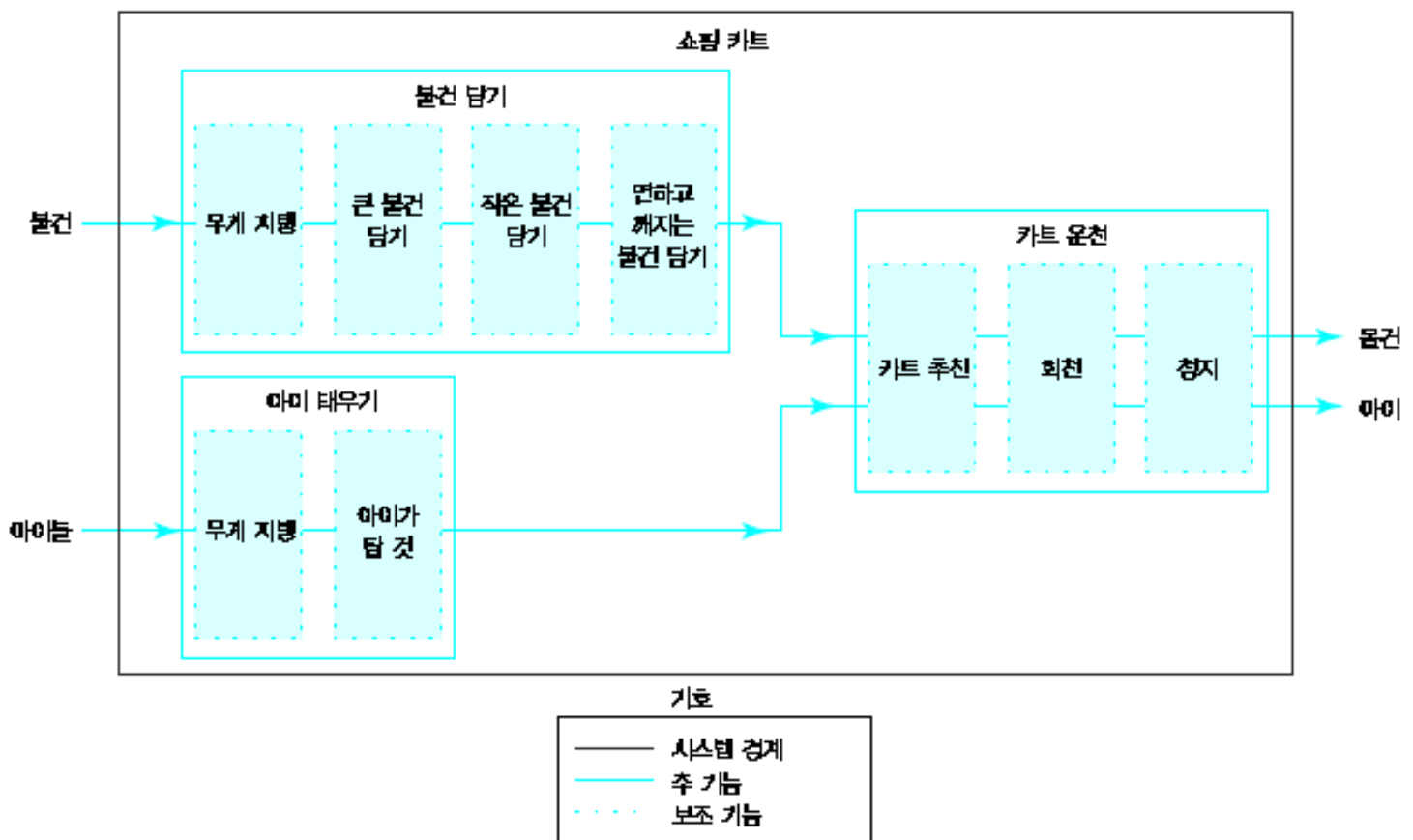
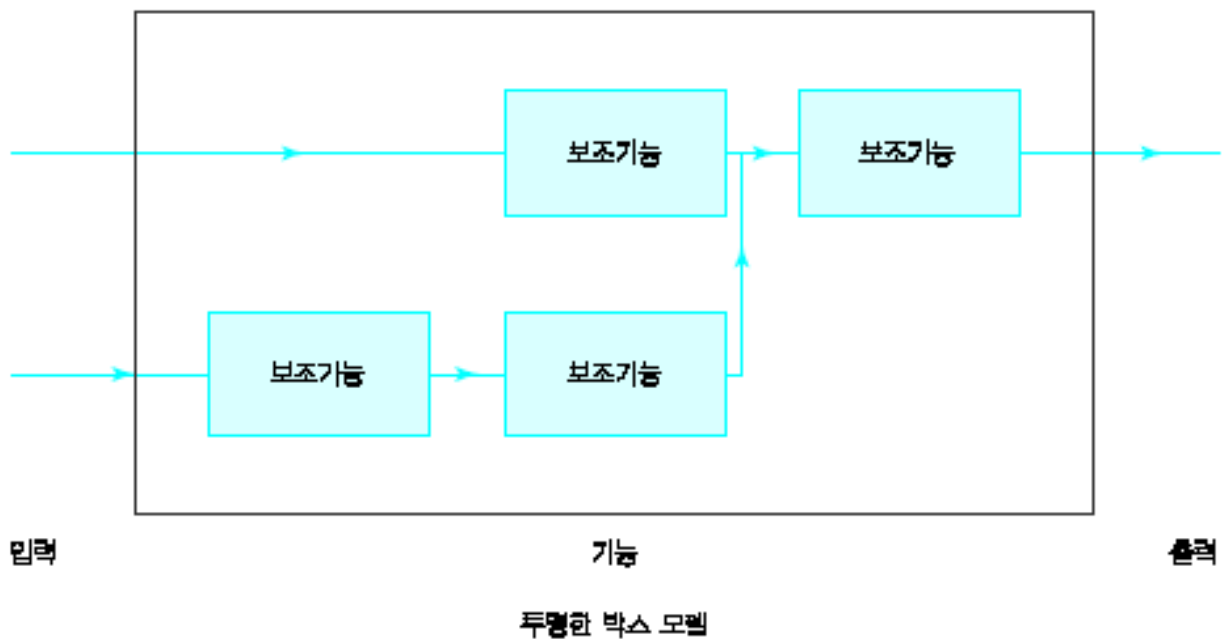


그림 5.3 집화점 카트의 기능 구조

기능적 구조의 수행 절차

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



기능적 구조의 수행 절차

세탁기 예

필수적 하부기능	하부기능 수행방법
먼지 분해	물 또는 세제 첨가
먼지 분리	세탁
먼지 제거	린스
수분 제거	탈수
옷 말림	더운 공기 공급
옷의 유연성	다림질



세탁기에 대한 블록다스 모형

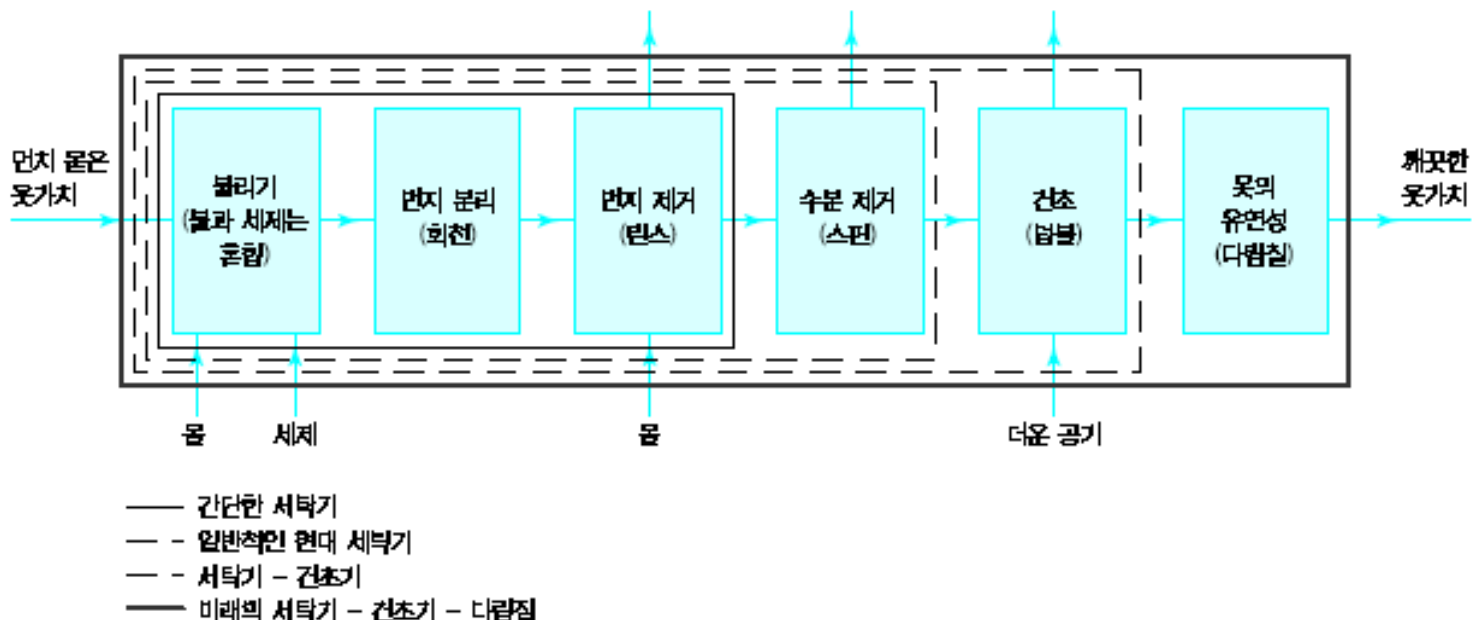
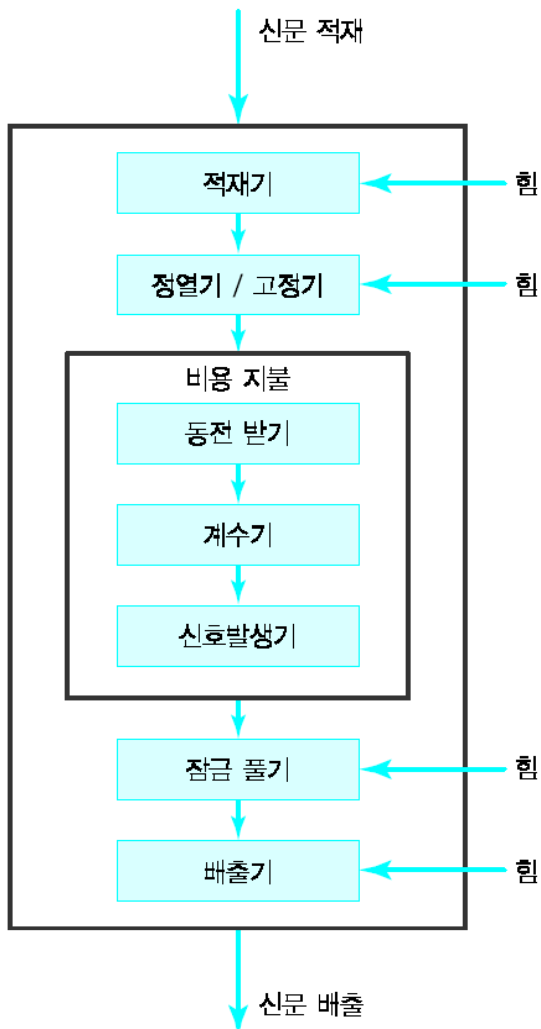


그림 5.8 세탁기의 기능 계층도

기능 구조도

- 세 가지 종류의 종이를 내보낼 수 있는 신문 판매대를 개발
 - 기능적 구조 제안 사항
 - ✦ 1. 신문을 쌓는다.
 - ✦ 2. 신문을 배열한다.
 - ✦ 3. 신문을 고정한다.
 - ✦ 4. 지불
 - a. 금액 접수
 - b. 금액 계산
 - c. 금액 작동
 - ✦ 5. 신문을 내보낸다.
 - ✦ 6. 신문을 가져가게 한다.



설계사양의 구체화

설계 사양의 구체화 작업은

- 설계자에게 주어지는 80~90%의 요구조건은
- 공학적인 설계 사양을 작성할 수 있는 능력은

설계 사양 도출 방법

1.

- ✦ 최고수준에서는 알루미늄 캔을 부수거나 녹이거나 찢거나 화학적 작용 등을 통한 다양한 방법으로 처리
- ✦ 중간 단계의 수준에서는 발로 작동하거나 자동으로 캔을 분쇄
- ✦ 가장 낮은 단계에서는 벽에 걸거나, 혼자 독립적으로 그냥 서 있거나 하는 간단한 수준

2.

고객이 안전하고 신뢰도가 높은 알루미늄 캔 분쇄기
->소비자가 제품의 형태를 결정

3.

4.

설계 사양표

휠체어

- 설계자는 사양에 구체적인 수준을 결정해야 하고, 시장 분석결과가 이 때에 적용되어야 한다.
- 사용자의 범위를 표시
- 절대 요구사항(D)과 희망사항(W)이 구분

다음의 요구사항을 만족하는 휠체어를 설계하라.

- 장치의 크기는 1ft³ 이내
- 1분 안에 환자에게 도달한다.
- 100ft 이내에 있는 간호사에게 응답할 수 있어야 한다.
- 최종 제품은 2년 내에 판매되어야 한다. 제작 비용은 생산성을 고려하여 50달러를 넘지 않아야 한다.

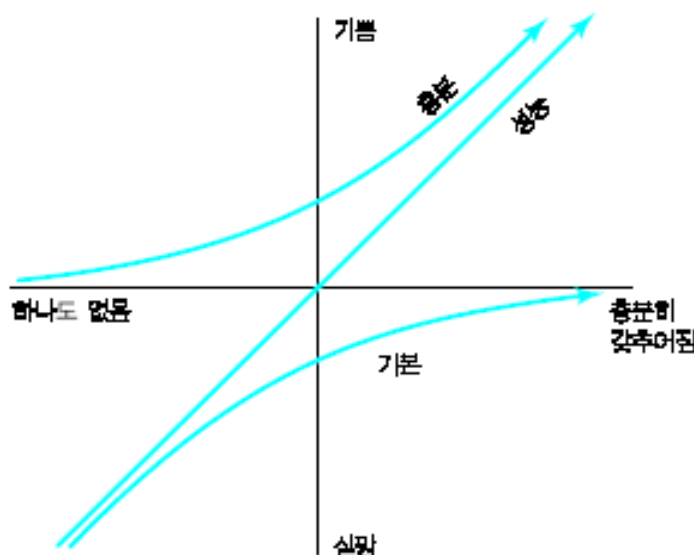
표 6.1 휠체어 유닛의 설명서

D 또는 W	설명서	중요도(1~10)
D	크기 1 × 1 × 1.5ft ³	10
D	1분 이내에 환자에게 도달하라.	10
D	방수	10
D	안정성	10
D	환자의 체중을 지탱할 수 있는 능력	10
D	운반능력과 의자로서의 역할	10
D	작동 용이성	10
D	저가의 유지비	10
D	내구성	10
D	안전성	10
W	빨리 멈추어라.	7
W	안락함	6
W	제어 용이성	7
W	작동하지 않을 때는 파워소비를 최소화	5
W	최소 부품 수	6
W	경량성	4
W	간편하고 접을 수 있어야 한다.	3
W	낮은 생산 가격	7
W	자체적으로 작동되어야 한다.	3
W	작은 회전 반경	5
W	장애물을 피할 수 있는 능력	8

- QFD :
- 1972년 일본 미쓰비시의 고베(Kobe) 조선소에서 개발되고 1986년에 Ford 와 Xerox사에 의해 미국에 도입된 종합적 품질관리 기법
- QFD의 사용으로 Toyota는 신차 출시가격을 60% 이상 낮추었으며, 제품 출시 시간도 33%나 줄였다.
- 단어의 의미
 - 품질 : 고객의 기대를 만족시키거나, 뛰어 넘는 제품의 품질, 속성, 특성, 특징, 성능을
 - 기능 : 측정 가능한 기능의 용어로 나타내어
 - 전개 : 하부단계로 전개한다.

제품 속성을 이용하여 소비자의 요구조건을 표현한다.

✦ QFD에서는 고객이 가장 중요한 요소가 되며, 설계는 그들의 요구 조건을 만족시키는 방법을 따라야 한다.



QFD방법의 절차

- 속성에 대한 상대적 중요도를 결정한다.
- 경쟁 제품에 대한 속성을 파악한다.
- 공학적 특성에 대비되는 제품 속성 매트릭스를 작성한다.
- 공학적 특징과 제품 속성 간의 관계를 규명한다.
- 공학적 특징 간에 관련성을 규명한다.
- 경쟁 업체 제품을 극복할 수 있는 방안을 표시한다.

QFD의 단계

단 계		완성해야 할 행렬	목 적
1	제품 계획	계획행렬(planning matrix) 품질의 집(house of quality, HQ)	품질의 집이라는 분석행렬을 통하여 고객의 욕구를 기술적 변수(engineering characteristics, ECs)로 변환시킨다.
2	부품 전개	제품전개행렬 (product deployment matrix)	부품과 제품 특성들 간의 중요한 관계가 표시된다.
3	공정 계획	부품개발행렬 (component development matrix)	부품설계의 파라미터
4	생산 계획	운영지시서 (operator instruction sheet)	운영의 필요품목과 공정계획점검표, 및 품질계획차트

품질의 집 예제

• 통풍제어에 관한 품질

공학특징
상호연관성

공학특징

소비자
요구사항

	설계자	소음 30데시벨 이하	순익 25%	부품 수 15개 이하	작동순서 5단계 이하	무지비용 연간 20달러 이하	분해 15분 이하	원 15뉴톤 이하	제작비용 개당 200달러 이하	통풍기 열림 시간 5초 이하	사용료 월간 5달러 이하
작동용이성	9			9							
저렴한 유지비	3		1	9		9	3			1	
적은 수의 부품	5			9	3		3				
사용자의 안전성	11	3			3						
환경에 대한 안전성	9	3									3
파워	4				3			9		3	
통풍기의 체결성	4		9								
저소음	2	9		3	3						
저렴한 운용 가격	4		3			1			3		9
거슬리지 않는 모양	1	3		3							
수익성	8		9	3		3			9		3
분해 용이성	2			3			9				
저진동	2	3			3			9		3	
지속성	2			9	3			3		3	
작은 작용력	1							3		3	
작동시간	2	3		3	9					9	
저렴한 재료비	4		9			3			9		
저렴한 소비자비용	4		1	3		3			9		3
에너지절약형	2			1	3			3			9
저렴한 보수비용	2			9		3	9				
재료의 품질	3		3								
설치	4		3		3		3				3
원격조정	12		9	9			1		3		
계	100										

개념 전개

- 브레인스토밍

- 규칙

- ✦ 다른 아이디어에 대한 비판 삼가
- ✦ 분위기를 재미있고, 재치 있게
- ✦ 가능한 많은 아이디어 창출
- ✦ 도출된 아이디어 개선 환영

- 창의성

- 개인의 창의성은

- 그룹이

- 참석자들

- ✦ 어느 정도 사회적 연관성이 있어야
- ✦ 도출된 아이디어를 어느 정도 활용해 본 경험
- ✦ 문제해결에 뛰어난 기술적인 경험
- ✦ 다른 업무를 독립적으로 일해 본 경험

창의성의 발휘

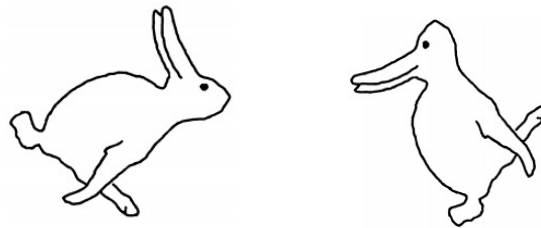
- 창의성은
 - 문제에 대한 지속적인 관심과 호기심은 그 문제에 대한 이해의 폭을 넓히고 그와 관련된 많은 정보와 지식 그리고 경험을 축적하고 사고를 집중하게 되어 많은 아이디어를 떠오르게 한다.
- 창의성은
 - 부정적이고 회의적인 사고를 지니고 있으면 창의성은 발현되기 어렵다.
 - ✦ 신중한 것과 부정적인 것을 구별할 줄 알아야 한다.
- 창의성은
 - 다른 생각, 다른 문화, 다른 가치관에 대하여 너그럽게 받아들이며 사물을 보는 각도를 바꾸어 가며 다양한 시각으로 보는 습관이 창의성을 기른다.
- 창의성은
 - 좋은 아이디어로 얻은 개선에 대하여 주위의 칭찬과 적절한 보상이 주어지면 그 격려에 힘입어 창의성은 크게 자라게 된다.
- 창의성은
 - 잘 이루어진 팀에서는 구성원들의 아이디어는 상호 시너지 효과를 발휘하여 아이디어 창출이 활성화되므로 팀 활동은 창의적 문제해결에 매우 효과적이다.
- 창의성은
 - 여러 가지 기법 – 스캠퍼, 트리츠 등
 - 직무발명 보상 제도

오스본의 스캠퍼(scamper)법

Scamper :

- 5분 활동, 5분 발표
- 이미 개발된 아이디어를

✦ 헨리 포드(Henry Ford)가 자동차 모델“the Model T”를 발표할 당시

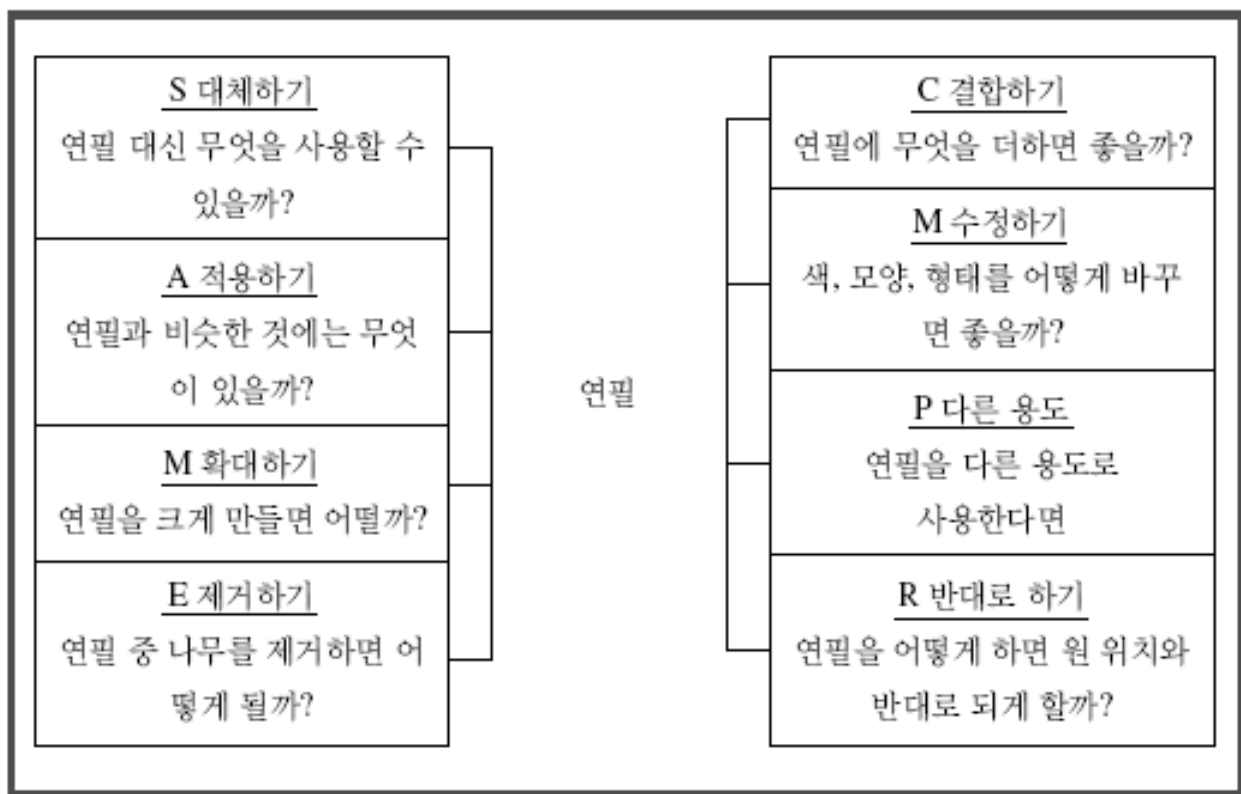
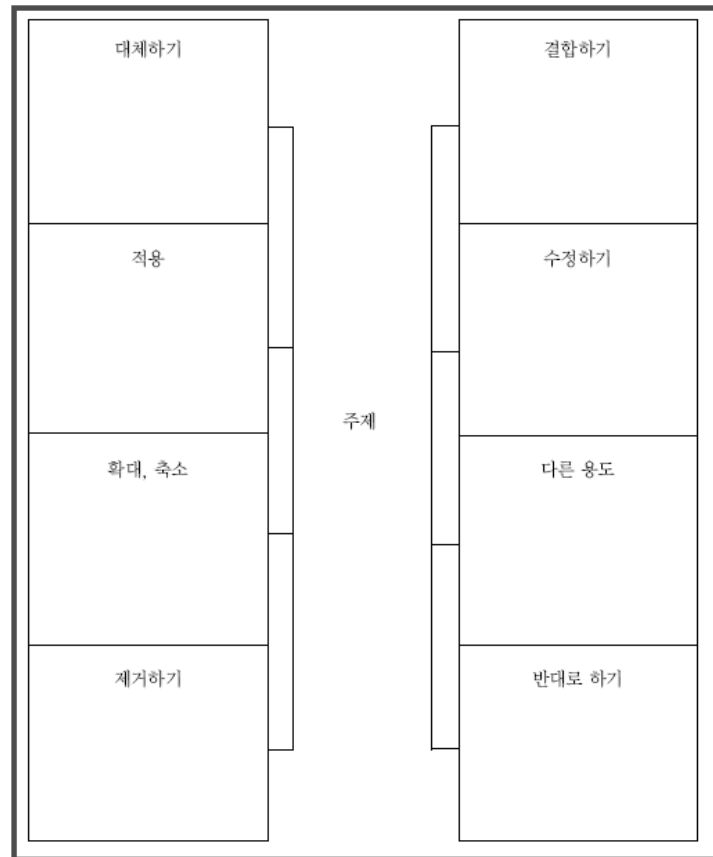


스캠퍼법 요약

약자	의미	설명	예
S	대체 (Substitute)	다른 재료, 요소, 원동력, 프로세스 등	페타이어를 이용한 신발떨이 깔개 연탄재로 만든 벽돌, 종이컵
C	Combine (결합)	혼합, 조립, 그리고 작동, 단위, 방법, 아이디어 등의 결합	지우개 달린 연필, 필터 담배, 시계점용, 라디오, 보온점용 밥솥, 스위스군용칼
A	Adapt (적용)	다른 용도, 과거의 적용, 다른 아이디어의 도용.	산우엉나무 가시(사진 3.1)를 본뜬 매직테이프(벨크로 또는 찍찍이) 장미덩쿨을 철조망에 적용
M	Modify, Magnify (변형 및 확대)	뜻, 색깔, 동작, 모양 등을 변형, 더할 수 있는 요소는?, 더 크게, 높게, 강하게, 두껍게, 과장되게 등	비누에 공기를 주입하여 만든 물에 뜨는 비누, 실패하 접착제를 이용한 Post-it 개발
P	Put to other use (다른 용도)	원래의 용도를 바꾸기 등	계란판으로 만든 방음재, 쓰레기를 이용하여 블록 또는 건설재로 개발, 페타이어를 발전소의 원료 사용
E	Eliminate, Minify(최소화)	취소, 분리, 가볍게, 짧게, 여러 개로 나누기 등	트랜지스터, 노트북PC
R	Reverse, Rearrange (역방향)	방향을 바꾸기, 거꾸로, 용도의 교환 등	전기모터와 발전기

오스본의 스캠퍼(scamper)법

스캠퍼법 실습용지



형태학적 분석법

- 형태학적 분석법(Morphological Analysis)

	대체	결합	적용	변형/확대	다른 용도	최소화	역방향
크 기							
높 이							
무 게							
체 적							
모 양							
위 치							
지 역							
배 열							
내구력							
구 성							
성 분							
경 도							
안정성							
부 착							
처 리							
색 깔							
시 간							
동 력							
전 기							
전달성							
화 학							

형태학적 분석법

표 3.3 형태학적 분석법의 활동 예

문제 폐품을 이용하여 시내버스 환경을 개선할 수 있는 방법					
폐품변수 시내버스 환경변수	신문	병뚜껑	우유곽	헌 스타킹	다 쓴 볼펜
좌석	각 좌석에 신문 을 볼 수 있 도록 한다.	의자 바닥 또 는 등받이에 병뚜껑을 붙여 지압 효과가 있도록 한다.	우유 곱을 이 용하여 좌석에 개별 휴지통을 부착한다.		경로석에 앉는 사람에 경고를 할 수 있도록 사용한다.
운전석	신문을 이용하 여 햇빛가리개 를 만들어 부 착한다.	운전석 핸들에 작은 병뚜껑을 붙여 핸들을 돌리기 쉽도록 한다.			
벨		벨 주변에 병뚜껑 을 붙여 나이 드 신 분들이 벨 위 치를 쉽게 찾을 수 있도록 한다.			벨 옆에 끈으 로 볼펜을 부 착하여 벨을 쉽게 누르는데 사용한다.
손잡이				손잡이가 너무 높아 잡지 못 하는 사람들을 위하여 스타킹 으로 길게 늘 여 뜨려 준다.	손잡이에 줄을 달아 끝에 볼 펜을 매달아 잡기 편하게 한다.
요금함		병뚜껑을 예쁜 게 꾸며 요금 함에 장식한다.		요금 함을 열어 금액을 분류할 때 주머니로 사 용한다.	지폐를 넣었을 때 잘 들어가 지 않을 때 쓸 수 있도록 매 단다.
유리창	신문에서 예쁜 그림을 오려 장식한다.		우유 곱을 퍼 서 햇빛 가리 개로 설치한다.	유리창 손잡이 에 스타킹을 달아 창문을 쉽게 열 수 있 도록 한다.	
바닥	비 오는 날 신 문을 깔아 미 끄러지지 않도 록 한다.		바닥에 우유 곽으로 번호를 서서 붙여둔다. 탄 차례로 번호에 서 있 을 수 있도록 하고, 자리가 나면 번호 차 례대로 좌석에 앉는다.		

- 아이디어가 완전히 고갈된 듯 더 이상 아이디어가 나오지 않을 경우
 - 성공을
 - 무관한
 - 연상을 수행하라
 - 생체공학 응용

아이디어 다듬기

- 브레인스토밍의 두 번째 단계
- 첫 번째 단계의 “엉뚱하고 무모한” 아이디어를 좀더 나은, 그리고 실용적인 개념으로 개선, 순화
- 아이디어 다듬기의 4가지 규칙
 - 질이 “좀더 나은” 아이디어를 찾아라.
 - ✦ “양”보다는 “질”을 개선- 각 아이디어의 장점 개발
 - “엉뚱한” 아이디어를 좀더 실용적으로 만들어라.
 - ✦ 실용적 아이디어 개발을 위해 창의적 사고와 분석적 사고를 반복
 - 좀더 완벽한 해결방안을 얻기 위해 아이디어를 종합하라.
 - ✦ 최적의 아이디어 개발을 위해 창출된 아이디어를 통합, 종합, 끼워맞춤, 융합
 - 비판적인 판단을 계속 유보하라.
 - ✦ 긍정적 태도, 분석적, 논리적, 실용적 사고 필요

창의성 향상

- 생각스타일 파악
- 시각적 상상 이용
- 개혁
 - Einstein은
 - 현재의
- 재치
- 정보수집

아이디어 다듬기 과정

- 아이디어 분류
 - 관련된 아이디어를 여러 개의 범주로 분류한다
- 아이디어 조합, 종합, 융합
 - 각 범주 내에서 양질의 아이디어를 도출해 낸다.
- 아이디어 억지 끼워 맞추기
 - 무관한 아이디어를 억지로 끼워 맞추어 최종의 아이디어를 도출

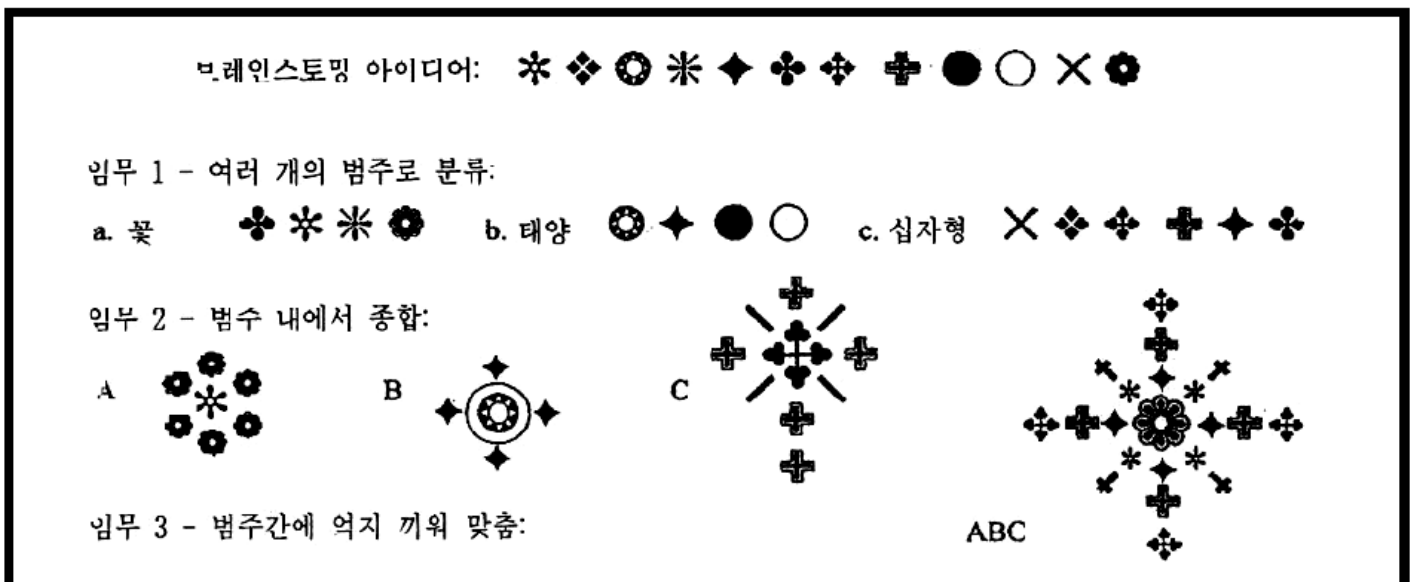


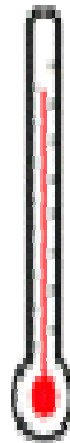
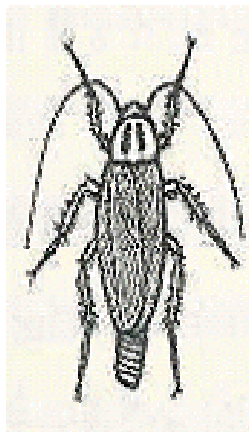
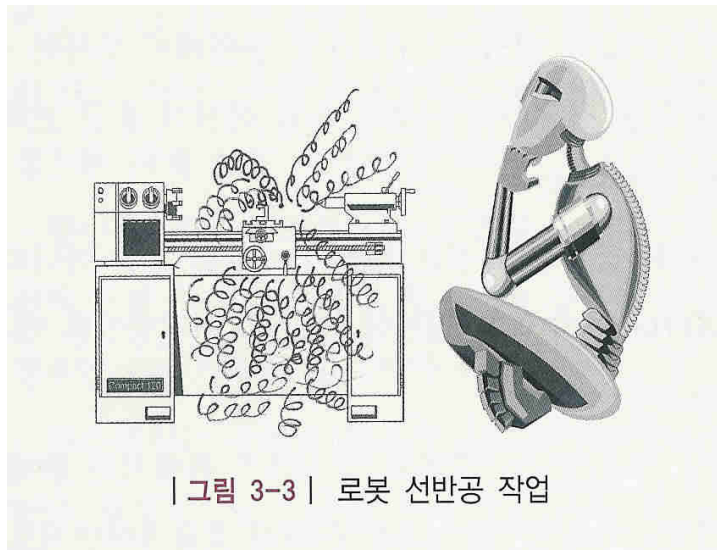
그림 4.1 도식적으로 나타낸 아이디어 다듬기 과정

팀 과제 4.1: 다음 중 하나를 선택하여 수행하라.

1. 주말을 보내기 위해 친구들과 집을 떠나 제주도로 여행을 갔다. 준비된 여비를 다 쓴 상태에서 태풍으로 돌아오는 비행기와 배를 탈 수 없는 상황이 되었다.
 - 이 상황을 긍정적 사고를 통하여 전화위복의 경험으로 전환시킬 방법을 30가지 이상 찾아라.
 - 아이디어 다듬기를 실시한다. 당신은 이러한 아이디어를 통합하거나 다듬어서 몇 개의 실용적인 해결안으로 만들어 보아라.
2. 당신이 다니고 있는 대학을 가장 다니고 싶어 하는 대학으로 발전시킬 수 있는 방법에 대하여 아이디어를 창출하고 아이디어 다듬기를 실시하시오.

재치 있는 창의성

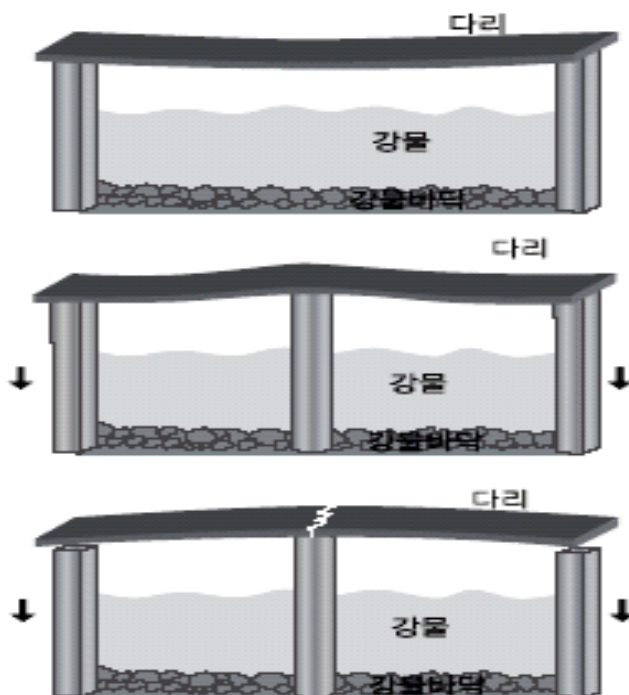
- 선반공이 하던 작업을 로봇으로 교체하였다.
- 아주 작은 벌레의 체온을 재는 간단한 방법을 제안해보자.



아이디어 판정

- 아이디어 판정은 “아이디어 창출” 과 “아이디어 다듬기” 과정을 거친 아이디어 중에서 **최상의 아이디어를 고르는** 과정이다.
- 아이디어 판정은 문제해결 방안을 결정하는 단계로서 판정 결과가 **문제해결의 질**을 좌우한다.
- 판정을 하는 엔지니어는 “**판사**”의 마음가짐이 필요하다.
- 아이디어 판정은 먼저 **판정기준**을 설정하고 그 기준에 따라 수행된다.
- “판사”의 마음가짐
 - 비판과 공평
- “판사”로서의 임무
 - 완벽하지 않아도 최상의 아이디어 찾기
 - 시간감각, 시대감각
- “판사”로서의 책임
 - 제안된 해결방안에 대해 내포된 위험을 검토

- **훌륭한 판정은** 문제해결 과정과 결과에서 발생할 수 있는 실수, 위험, 부작용, 불확실성을 미리 발견하여 제거한 최상의 해결방안을 도출하는 것이다.
- **우수한 판정을 위한 엔지니어의 능력:**
 - 문제해결과정 또는 설계과정에서 발생할 수 있는 실수를 발견하는 능력
 - 결점을 제거하는 능력
 - 아이디어에 포함된 위험, 결과, 불확실성 등을 평가하는 능력
 - 판단에 영향을 미치는 편견, 편향된 가치관, 선입견 등을 인식하여
 - ✦ 제거하는 능력
 - 비판적 사고력
 - 윤리적 판단력



잘못된 판단의 결과

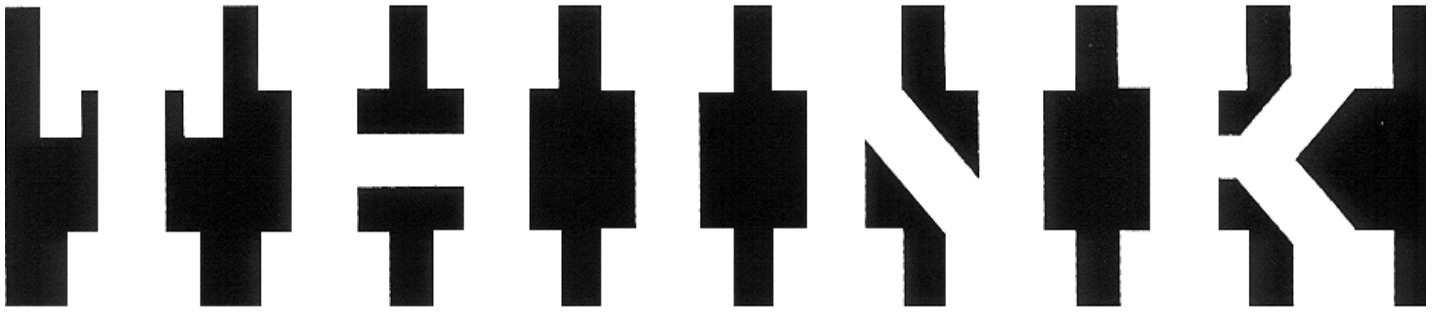
훌륭한 판정이란?

- 실패와 지혜
 - 실패 경험은 판단력을 향상시킨다

- 비판적 사고
 - 아이디어 판정에서 필수적인 사고 방식
 - 논쟁과 증거를 바탕으로 상황이나 입장을 논리적으로 표현하는 능력
 - 제시된 아이디어나 해결방안, 설계, 생산품이 가지고 있는 결점, 위험 등을 발견하고 그 개선을 위한 제안, 검토과정

- 비판적 소양 기르기
 - 방송매체에서 보여주는 세상에는 왜곡의 가능성이 있음을 알고 있다.
 - 각종 통계수치는 정확한 상황을 표현하지 않을 가능성이 있음을 안다.
 - 현실인식과 그것의 심리적 해석에 육체적 한계를 알고 있다.(즉, 수면 부족 또는 피로가 판단에 어떻게 영향을 미칠 수 있는가를 안다.)
 - 정신적 장애, 지나친 일반화, 그리고 잘못된 합리화를 인식할 수 있다.
 - 문제와 아이디어의 언어적 표현 속에 내포되어 있는 사고와 언어의 편향성을 평가할 수 있다.
 - 자신에게 정직하다.
 - 사실과 느낌을 인식하고 그것에 가치를 부여한다.
 - 사실의 조작을 거부하고, 항상 의문을 제기하며, 주위의 압력에 관계 없이 균형있는 판단을 내릴 수 있다.

각각의 형상들에서 어떤 패턴을 볼 수 있습니까?



- 각각의 심볼들을 분석하는 대신에 나열된 형상들을 다른 각도에서 바라보라-
- 형상들 사이의 빈 공간에 어떤 뜻이 숨어 있다면 그것이 무엇일까?
- 당신은 왜 어떤 사람들은 답을 즉시 아는 것을 어렵다고 생각하나?
- 이 과제의 성격과 그것을 푸는 방법에 대한 당신의 전제조건은 무엇이었나?
- 문제를 뒤집어서 선이 아닌 면적으로 인식하면 개개의 (하얀) 형상들을 연속된 사각형으로 구성시키는 일은 아주 쉬운 일이 된다.

아이디어 판정

- 판정기준을 정한다.
 - 고르기 기준을 브레인스토밍한다.
 - 고르는 기준을 중요도에 따라 순서를 매긴다.
(2안 비교법)
 - 상위 몇 개를 최종 판정기준으로 정한다.
- 가중순위 결정법을 이용하여 아이디어의 순위를 매긴다.
- 최고 점수를 받은 아이디어의 단점을 보완한다.
 - 선택된 아이디어의 단점을 보완할 방안을 모색한다.
 - 탈락한 아이디어의 장점을 활용할 방안을 모색한다.
- 아이디어 판정 기법
 - 직관법
 - 장점/단점 기법
 - 2안 비교 순위 결정법(Pair Ranking)
 - 가중순위결정법(Weighted Ranking)
 - 기타 판단 기법
 - 신속법
 - 역브레인스토밍
 - 실험법
 - 시행착오법

아이디어 판정 기법

장점/단점 기법

표 10.5 장점/단점 매트릭스 예						
판단기준 목록	직업					
	1	2	3	4	5	
월급	+	0	0	0	+	
기타 혜택	+	+	0	0	+	
개인적 성장	0	+	+	0	0	
가족의 행복	+	+	0	+	0	
독립성	0	+	+	+	0	
지위	0	+	0	0	+	
흥미/모험	+	+	+	0	0	
공동작업자의 수준	+	0	+	+	+	
상관	+	+	0	+	0	
인생목표와의 일치	+	+	0	0	+	
합계	+	7	8	4	4	5
	0	3	2	6	6	5

2안 비교 순위 결정법

순위		대안 A	대안 B	대안 C	대안 D
4	대안 A		대안 B	대안 C	대안 D
1	대안 B	—		대안 B	대안 B
2	대안 C	—	—		대안 C
3	대안 D	—	—	—	

아이디어 판정 기법

가중순위 결정법 (Weighted Ranking)

- 1 단계: 판단기준을 모두 나열
- 2 단계: 판단기준에 대하여 순위
- 3 단계: 가중치를 총합이 1이 되도록 할당
- 4 단계: 가중순위행렬을 판단기준들을 선택
- 5 단계: 각 판단기준들에 대하여 해결방안들을 pair ranking 방법에 의하여 투표
- 6 단계: 얻은 투표수에 판단기준의 가중치를 곱하여 가중점수
- 7 단계: 각 해결방안에 대하여 가중 점수들을 다 더하여 총점
- 8 단계: 총점 순서대로 최종 순위를 매기고 맨 마지막 열에 최종 순위
- 9 단계: 이렇게 얻어진 최종 순위가 타당한지 검토

예제 - 새 차를 구매하기 전에 5가지 종류의 차(차Ⅰ, 차Ⅱ, 차Ⅲ, 차Ⅳ, 차Ⅴ)에 대한 순위를 매기고자 한다

1 단계: 순위를 매기기 위한 판단기준을 모두 나열한다.

① 신차 구입 가격, ② 차량 유지비, ③ 안전성, ④ 운전 편의성, ⑤ 차체 미관, ⑥ 승차감, ⑦ 회사의 평판

2 단계: 2안 비교순위 결정법에 의해 판단기준의 순위를 결정

판단기준	얻은 투표	총투표수
① 신차 구입 가격	1111	4
② 차량 유지비	11	2
③ 안전성	111111	6
④ 운전 편의성	11	2
⑤ 차체 미관	111	3
⑥ 승차감	111	3
⑦ 회사의 평판	1	1

아이디어 판정 기법

3 단계: 상위 몇 개의 판단기준을 선택하여 가중치를 총합이 1이 되도록 할당한다.

- 상위 판단기준인 가격, 차체미관, 신뢰성을 판단기준으로 선택
- 가중치 (안전성: 가격: 차체미관: 승차감) = 0.3: 0.3: 0.2 : 0.2
- 가중치의 총합은1이 되도록 만듦

4 단계: 가중순위행렬을 만들고, 가장 왼쪽 열에 순위가 매겨질 해결 방안들을 적고, 판단기준들과 가중치를 적는다.

차종	판단기준	안전성	가격	차체미관	승차감	총 점	최종순위
		가중치:0.3	가중치:0.3	가중치: 0.2	가중치:0.2		
차 I							
차 II							
차 III							
차 IV							
차 V							

6 단계: 얻은 투표수에 판단기준의 가중치를 곱하여 가중 점수를 얻는다.

7 단계: 각 해결방안에 대하여 가중 점수들을 다 더하여 총점을 얻는다.

8 단계: 총점에 의거하여 최종 순위를 매기고 맨 마지막 열에 최종순위를 적는다.

차종	판단기준	안전성	가격	차체 미관	승차감	총 점	최종 순위
		0.3	0.3	0.2	0.2		
차 I		1(0.3)	3(0.9)	3(0.6)	1(0.2)	2.0	3
차 II		3(0.9)	1(0.3)	2(0.4)	3(0.6)	2.2	2
차 III		4(1.2)	0(0.0)	0(0.0)	2(0.4)	1.6	4
차 IV		2(0.6)	3(0.9)	4(0.8)	3(0.6)	2.9	1
차 V		0(0.0)	3(0.9)	1(0.2)	1(0.2)	1.3	5

아이디어 판정 기법

9 단계: 이렇게 얻어진 최종 순위가 타당한지를 검토한다.

- 계산오류 또는 가중치 오류 등이 있는지 검토한다.

○ 최종 선택된 차종이 자기가 직관적인 방법으로 선택한 차종과 차이가 있을 경우

- 직관적인 판단에서 중요한 판단기준을 제대로 고려하지 않은 경우

(예: 가격만 고려하고 안전성을 고려하지 않은 경우)

- 판단기준의 가중치의 비중을 적절히 배분하지 못한 경우
- 2안 비교 순위법과 합산을 수행할 때 계산상에 실수를 한 경우

○ 따라서 가중순위 결정법에 의해서 나온 결과를 무조건 받아들이지 말고 계산오류가 있었는지, 가중치를 적절히 배분했는지를 따져보고 최종 판단을 해야 한다.

10 단계: 최고 점수를 받은 아이디어의 단점을 보완한다.

- 선택된 아이디어의 단점을 보완할 방안을 모색한다.
- 탈락한 아이디어의 장점을 활용할 방안을 모색한다.

실습활동 : 계란낙하 프로젝트

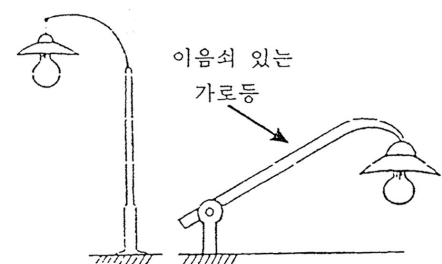
● 발명이 갖추어야 할 요건

1. 발명일 것
2. 산업상
3. 신규성이 있을 것

● 발명 수준

■ 1 수준 : (32%) : 자명한 해결안 (모순 없음)

- ✦ 조금만 생각하면 간단히 해결 가능.
- ✦ 문제와 해결책이 단일 직업 영역 내에 존재.
- ✦ 시행 착오 횟수 : 1~10
 - 비가 오면 모터에 빗물이 들어간다
 - →
 - 산소통 용기 뚜껑~ 강철로 만든 무거운 뚜껑
 - →
 - 가로등~ 교체가 어려움
 - →

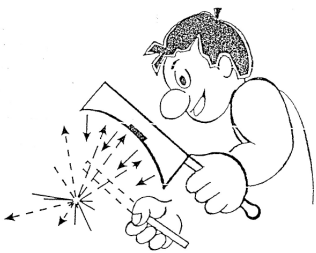


발명 특허 분석

■ 2 수준 : (45%) : 개선 (해당 분야 지식 이용)

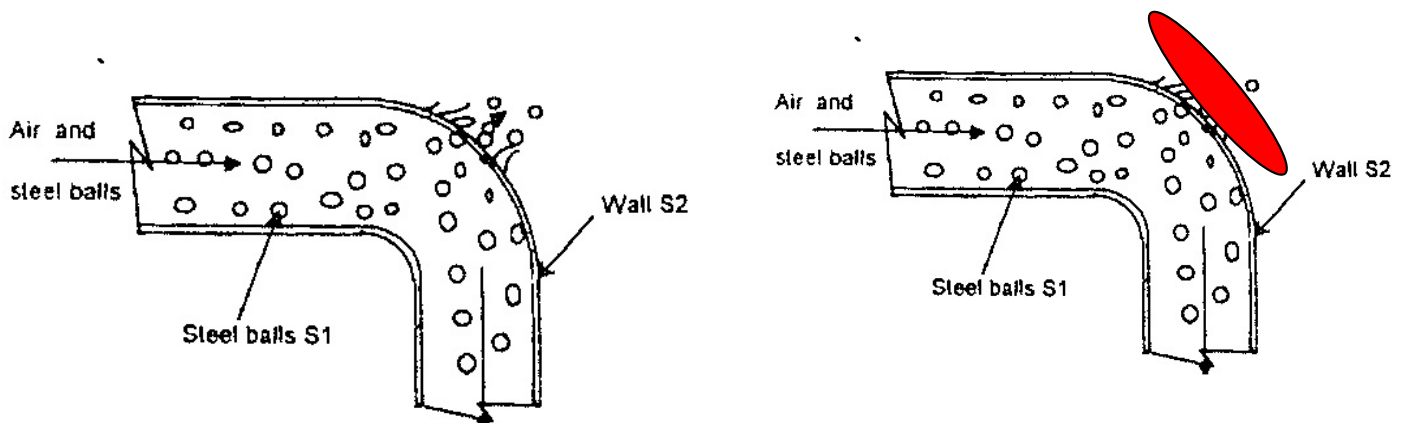
- ✦ 문제와 해결 수단이 단일 산업 범주 안에 존재
- ✦ 동일 산업내의 지식 응용으로 해결 가능
- ✦ 시행 착오 횟수 : 10~100
- ✦ 손잡이 아크 전기용접 때

➤ 용접 구역의 빛에 대해 많은 전기에너지를 요구하는 강한 조명이 필요



■ 3 수준 : (19%) : 혁신 (다른 분야 지식 이용)

- ✦ 문제가 야기된 동일 과학 내의 지식 응용으로 해결 가능
- ✦ 시행 착오 횟수 : 100~1,000
- ✦ 산탄 분산기의 파이프를 따라 산탄이 고속으로 이동한다. 산탄은 분산기 출구에서 주물 부품 표면을 가공한다.



발명 특허 분석

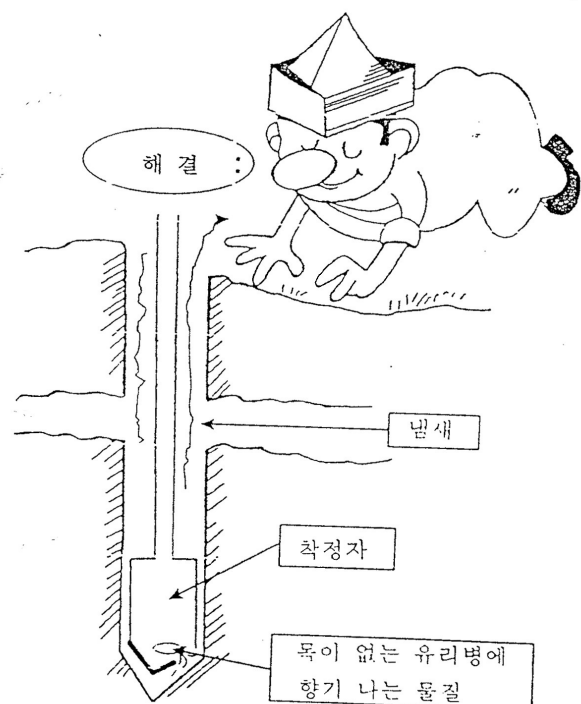
■ 4 수준 : (4% 이하) : 발명 (자연 과학원리 이용)

- ✦ 다른 분야의 과학을 응용하여 해결 가능
- ✦ 시행 착오 횟수 : 1000~10,000
- ✦ 땅을 깊이 팔 때, 착정자의 노화시기를 결정함은 어려운 일이다. 검사하기 위해서는 천공 도수관을 위로 올려야 하며, 막대한 시간과 자금이 필요하다



■ 5 수준 : (0.3%이하) : 발견 (과학적 원리 발견/응용)

- ✦ 새로운 원리의 발견을 응용하여 해결 가능.
- ✦ 해결수단이 동시대의 과학의 범주 밖에 존재함.
- ✦ 시행 착오 횟수 : 10,000~100,000이상
- ✦ 스크루(프로펠러) 없는 선박



- 트리즈(TRIZ)의 탄생

<u>Teoriya</u>	<u>Reshniya</u>	<u>Izobretatelskikh</u>	<u>Zadatch</u>
째오리아	레셔널리아	이조브레따펠스키흐	자다취
이론	해결	발명	문제
Theory of Inventive Problem Solving			

- 창의성, 발명, 혁신 능력은 선천적 능력만은 아니다
- ⊕
- TRIZ는 엔지니어가 해결해야 할 많은 근본적인 문제들이
- TRIZ 는 여러 산업 분야의 기술적인 문제들에 대해서 가장 효과적인 해결책을 제공한 발명(획기적인 개선) 가들의 경험들의 집대성

트리즈(TRIZ)의 활용

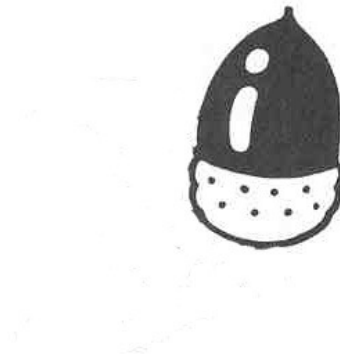
- 다른 기술군에서 찾은 해법
 - 다이아몬드 흠집 없애는 방법?



- 피망 꼬투리 따기
(1968년 특허)



- 도토리 껍질 까기
1986년 특허등록



- 해바라기씨 껍질까기



- 필터 청소

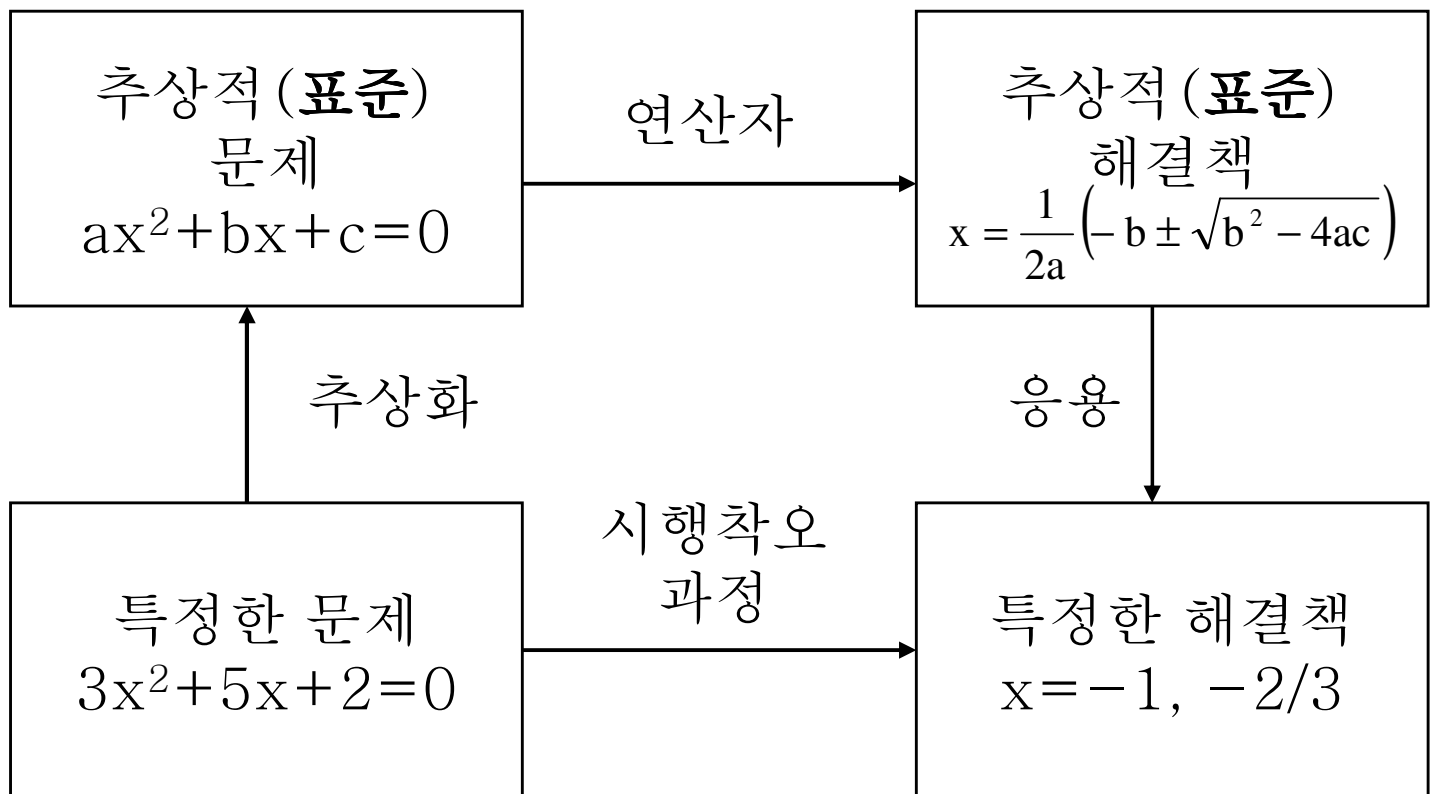
트리즈(TRIZ)의 활용

- 피망에서 줄기, 씨를 분리하는 자동화 방법 (1968년 특허 등록)
 - 꼬투리의 모양, 크기가 불균일해서 곤란

- 삼나무 열매의 껍질을 벗기는 과정

- 공기 먼지 제거 용도의 필터~벽이 다공, 펄트 형태의 물질로 코팅된 관으로 됨

- 발명 유형 : 피망 꼬투리· 씨 제거, 도토리 껍질 까기, 해바라기씨 껍질 까기
- 발명유형을 이용한 일반적 해결책:
- 문제해결책 - 수정 균열 부분 가공방법
- 문제해결의 일반원리(보편성)
- 해결책 추출 → 유형별 분석 → 조직화



기술적 모순과 40가지 발명원리 kit

- 창의적 해결방안이
- 페라이트 링 전선 감기 사례
- 시행착오/행운 의존이 아닌 체계적인 해결방법 도출이 필요
- 특허 조사 → 동일한 해결책의 반복적인 사용 사례를 수집해서 정리 → 40가지 발명원리 도출(1970년대)

1. 분할	2. 분리	3. 국소적 성질	4. 대칭 변환	5. 통합
6. 다기능성	7. 포개기	8. 무게 보상	9. 선행 반대 조치	10. 선행 조치
11. 사전 보상	12. 높이 맞추기	13. 다른 길로 돌아가기	14. 곡률 증가	15. 동적 부품
16. 과부족 조치	17. 차원 바꾸기	18. 기계적 진동	19. 주기적 작동	20. 유익한 작용의 지속
21. 고속 처리	22. 전화 위복	23. 피드백	24. 매개체	25. 셀프 서비스
26. 복제	27. 값싼 일회용품	28. 기계적 상호작용의 대체	29. 공기압과 수압	30. 유연한 막과 얇은 필름
31. 다공질 재료	32. 광학 특성 변경	33. 동질성	34. 폐기 및 재생	35. 속성 변경
36. 상전이	37. 열팽창	38. 강산화제	39. 불활성 환경	40. 복합 재료

적용 예

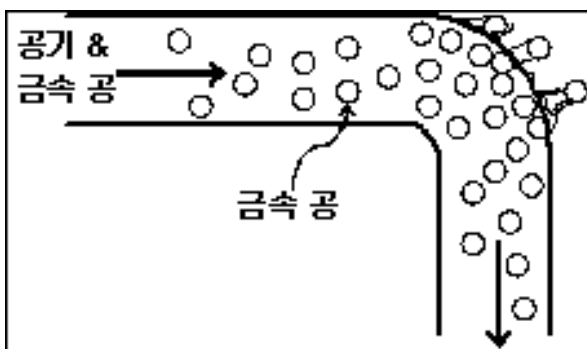
산탄 분사기 파이프 마모

- 상황 : 산탄 분사기에서, 파이프를 통해서 빠른 속도로 날아가는 금속 알갱이(금속 공)들이 파이프에서 빠른 속도로 이동

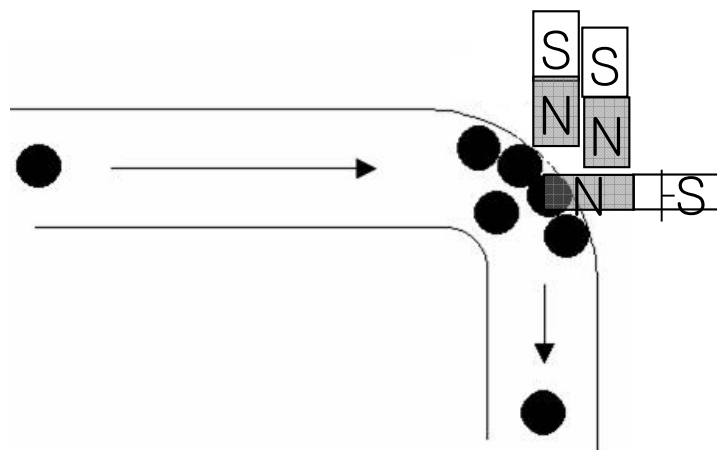
⊕ 문제 :

⊕ 과제 :

⊕ 모순 :



통상적 아이디어 (좋은 해결책은 아님)



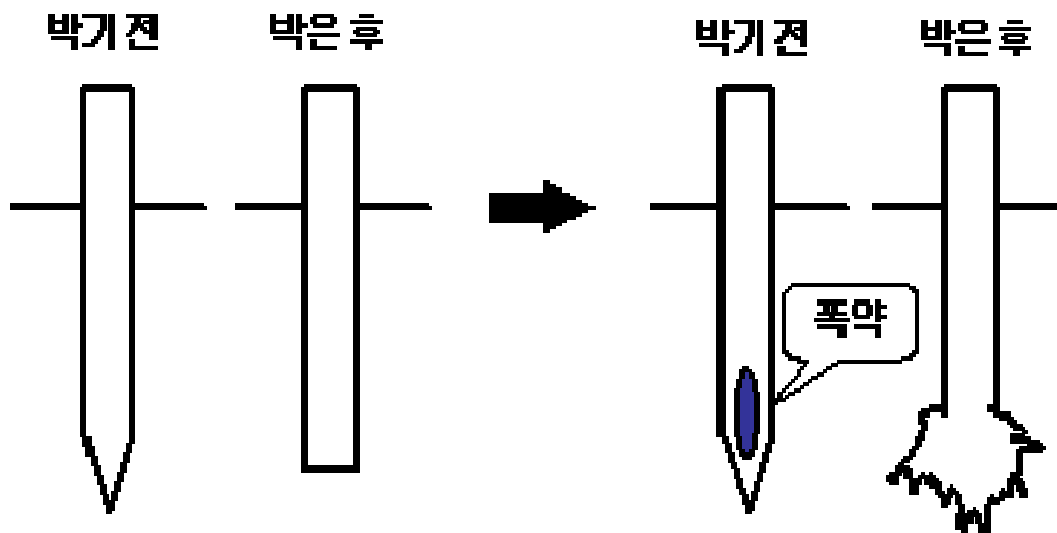
발명원리	발명원리 설명	창의적 아이디어 도출
원리 22. 유해한 것을 좋은 것으로 바꿈, 전화위복	▪ 긍정적인 효과를 얻기 위해서 해로운 인자(특히 환경이나 주위의 해로운 효과)를 사용한다. ▪ 해로운 작용에 또 다른 해로운 작용을 결합함에 의거해서 해로운 작용을 제거한다. ▪ 더 이상 해롭지 않을 정도까지 해로운 인자를 증대시킨다.	▪ 해로운 작용에 또 다른 해로운 작용을 결합함에 의거해서 해로운 작용을 제거한다. ☞ 금속공이 금속공과 부딪침으로써 파이프를 손상시키는 에너지를 상쇄시킨다.
원리 24. 중간매개물 이용	▪ 중간매개 전달자 또는 중간매개 공정을 사용한다. ▪ 쉽게 제거될 수 있는 대상물에 원래 대상물을 임시로 결합한다.	▪ 중간매개 전달자 또는 중간매개 공정을 사용한다. ☞ 이동 중인 금속공을 사용한다.
원리 28. 기계 시스템 또는 기계적 상호작용의 대체	▪ 기계적인 방법을 감각(광학, 음향, 맛 또는 냄새) 방법으로 대체한다. ▪ 대상물과 상호작용하는 전기, 자기 또는 전자기장을 사용한다. ▪ 장을 구조화하기 위해서 고정된 장을 움직일 수 있는 장으로 바꾼다. ▪ 장을 활성화시키는 입자(강자성체)와 관련이 있는 장을 사용한다.	▪ 대상물과 상호작용하는 전기, 자기 또는 전자기장을 사용한다. ☞ 자기장을 사용해서 금속공을 파이프에 붙잡아 둔다.
원리 33. 동질성	▪ 대상물을 똑같은 재료(또는 동일한 특성을 가진 재료)와 상호작용하게 한다.	▪ 대상물을 똑같은 재료(또는 동일한 특성을 가진 재료)와 상호작용하게 한다. ☞ 금속공을 사용해서 파이프를 보호한다.

적용 예제들

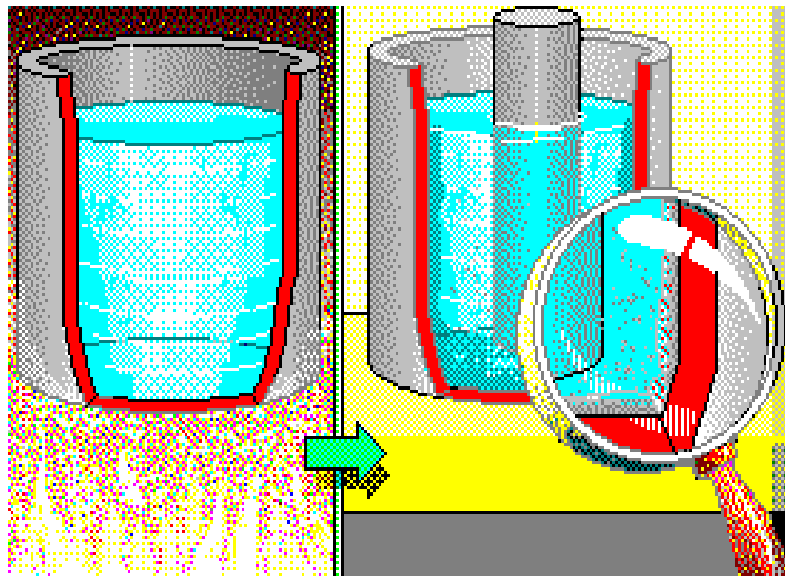
- 고유 모순이란
- 고유 모순의 특징
- 고유 모순을 해결하는 분리
 - 시간 분리 :
 - 공간 분리 :
 - 규모 분리 :
- 안경의 경우
- 모순 예제
 - 도금
 - 실린더와 수증기는

적용 예제들

- 말뚝 박기 ;
 - ✦ 해결책 →



- 금속 용액의 온도는 높아야 하지만, 또한 낮아야 한다.



적용 예제들

- 제임스 와트 증기기관 개발
 - 뉴커먼 증기기관의 구체적인 결함->증기를 경제적으로 쓰기 위한 필수 조건
 - ~ 모순 발생;
 - 혁명적인 해결방안; 분리-공간
 - 모순 :
 - 모순 해결~ (실린더를 가열/냉각)
 - 해결책;
- 열효율 4배로 향상, 석탄 절약

- # System Mechatronics Lab.

형태학적 차트 예제1

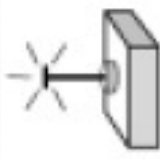
	भाग 1	भाग 2	भाग 3	भाग 4	भाग 5	भाग 6
배기구 스위치	 스위치 보드	 휴대형 리모컨	 2 방향 배부착 스위치	 1 방향 배부착 스위치	 다이얼 스위치	
신호 전달	 전선	 무선	 결여감	 케이블 / 물리	 호스(공압/유압)	
신호 접수	 무선 리시버	 전기장치	 지렛대 장치	 손 레버	 피스톤(공압/유압)	
신호 변환	 공기압축기	 유압 모터	 전기모터	 전자석	 연소	 손 힘
배기구 개폐	 기어	 벨트	 전기장	 케이블	 음각판	

그림 7.3 기계적 배기구대 대한 형태학적 차트

형태학적 차트 예제2

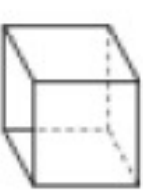
투입구	필요 1	필요 2	필요 3	필요 4	필요 5	필요 6
정렬 장치						
고정구						
동작부						
분쇄기						
배출기						

그림 7.5 자동 먼 분쇄기에 대한 형태학적 차트

상세 설계

- 상세설계

- 도면의 목적

스케치도면

상세 설계

- 상세 도면

- 조립도면

- 재료 청구서

목록번호	부품번호	수량	품명	재료	공급처
1	G-9042-1	1	거버너 몸체	알루미늄 주조	Lowe's
2	G-9138-3	1	거버너 플랜지	알루미늄 주조	Lowe's
9	X-1784	4	거버너 볼트	도금강	Fred's

그림 9.4 재료 청구서

시제품 개발 단계

1. 실물모형(mock-up)

2. 모델(model)

- 시제품의 검증 단계에서 통상 사용

3. 시제품(prototype)

4. 가상 시제품

- 제품이 잘 정의되고 나면 완벽한 해석(Analysis)이 진행되어야 한다.

1. 각 구성요소에 작용하는 힘을 계산하여

2. 각 부품의 제작가능성을 체크

3. 각 부품에 대한 비용해석을 수행

4. 제품의 심미적 가치, 즉 외관에 대한 요구사항이 만족하는 지 체크

제품의 성능보다 외관에 더욱 가치를 부여하는 사람들이 의외로 많다.

X 를 위한 설계

- 동시공학(concurrent engineering)

- X 를 위한 설계

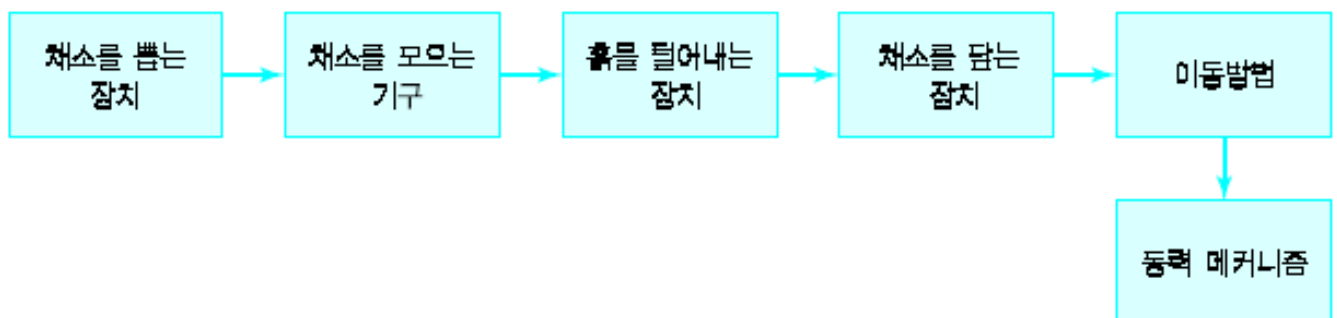
- 제조를 위한 설계

- DFM에 사용되는 기법

X 를 위한 설계

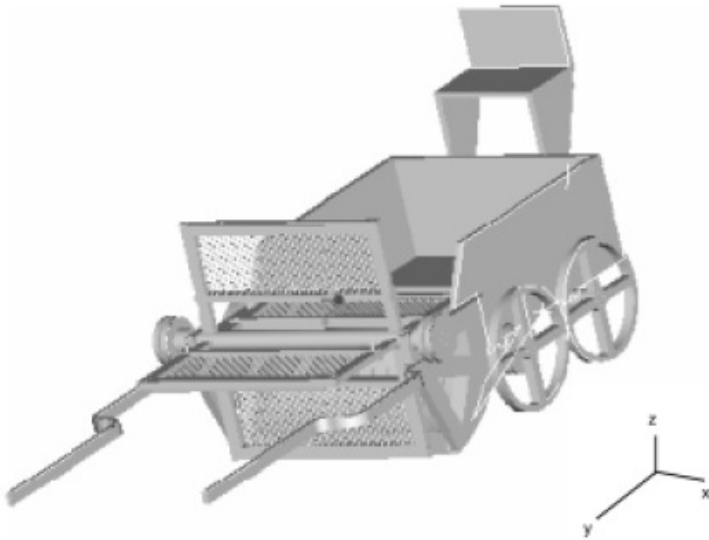
- 조립을 위한 설계 (Design for Assembly ; DFA)
- 환경을 위한 설계 (Design for Environment ; DFE)
- 상세 설계 사례 : 기계식 채소 수확기
 - 설계 요건

- 기능 해석



상세 설계 예제

채소 수확기

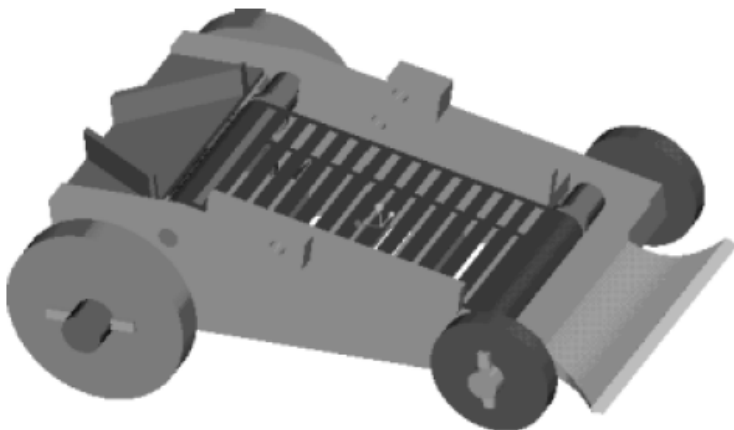


말을 이용

전륜벨트가 블레이드 회전

블레이드와 승강기가 흙 분리

수작업으로 채소 포장

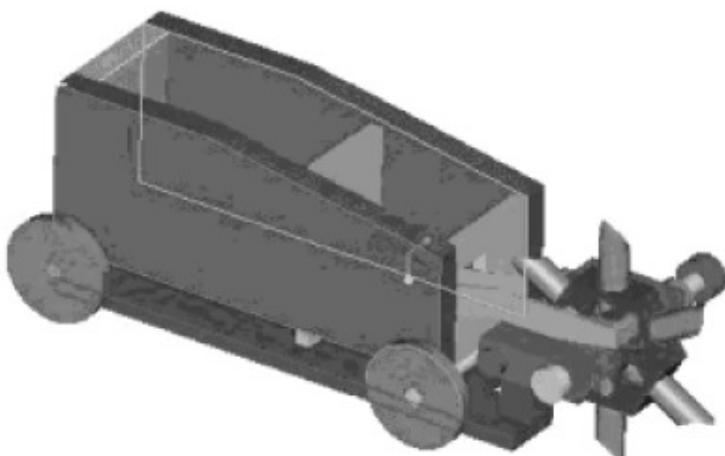


쟁기 이용 야채를 뿌리로부터 분리

쟁기 진행에 따라 채소가 벨트로 이송

벨트 사이로 돌과 흙이 분리

탁자 후미의 가이드를 따라 이동 적재



말이 이송

튜브 형태 칼날이 채소를 잘라 마차쪽으로 운반

비용 분석

- 새로운 제품의 생산비용을 예측
- 비용예측
- 비용 절감 방안
- 비용 증가 요인

비용 분류

- 비순환비용
- 순환비용
- 고정비용

비용의 종류

- b. 유동비용

- a. 직접비

- b. 간접비

비용 예측법

부품 획득 방법

제작해야 할 이유	구입해야 할 이유
제조하는 것이 저렴	구입하는 것이 저렴
기업의 제조경험	생산시설이 없음
유휴생산량이 가능	가격변동 혹은 계절적인 수요변화를 회피
생산라인의 적합 및 상호교환	제조과정이 저렴
부품의 특허	공급자가 있고 활용 가능할 때
공급자로부터 종속을 회피	기존의 공급자를 유지 및 관리
부품이 파손되기 쉬워 철저한 포장을 요하는 경우	고신뢰성과 고품질
운송비용이 많은 경우	

■ 공학적 방법(산업공학적 접근)

■ 유사성

■ 통계방법

$$C = 0.13937 x_1^{0.7435} x_2^{0.0775}$$

비용 예측법

• 노동 비용

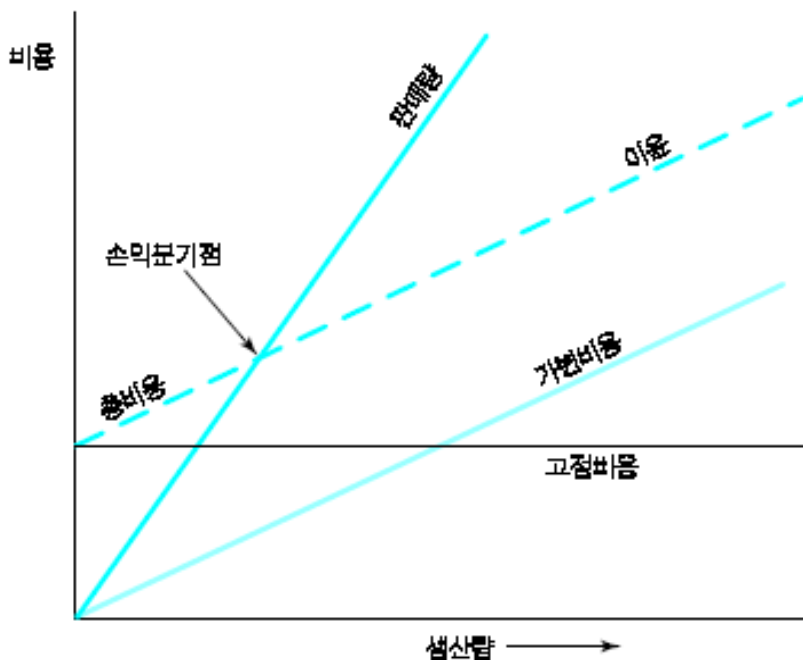
$$\frac{\text{가용인원} - \text{시간}}{\text{제품무게}} = K \frac{\text{공정단계의 수}}{(\text{무게/일})^{0.76}}$$

K = 전체작업일 때 23

K = 평균노동필요시 17

K = 자동과정일 경우 10

• 제품 가격



제조비용

1. 재료 : 부산물과 재생부분을 고려하여야 한다.
2. 구입부품
3. 노동
4. 공작기계
5. 간접비

1. 유동비용 결정
 - a. 재료
 - b. 구입부품
 - c. 노동
2. 고정비용 결정
3. 총비용 결정 (=고정+유동비용)
4. 제품 판매가 결정
5. 총 가격과 판매량의 교차부분이 손익분기점

비용 예측법

선행 프로그래밍

스테이플러 생산 예제

표 10.1 스테이플러 모델

	수동	자동
판매가격	12.5	31.25
이윤	\$2	\$5
제한 조건		하루에 200개의 전원공급기가 필요
노동력	18명-분	54명-분
조정	3명-분	5.4명-분
검사	1명-분	1.5명-분

수익 제약조건 $P = 2Q_M + 5Q_A$ P 는 수익함수, Q_A 는 자동스테이플러의 양

생산 제약조건 Q_M 는 수동스테이플러의 양,

일일 생산량이 200으로 제한 $Q_A \leq 200$

하루 생산능력 $18Q_M + 54Q_A \leq 21,600$

매일 생산능력 $3Q_M + 5.4Q_A \leq 2880$

검사능력 $Q_M + 1.5Q_A \leq 960$

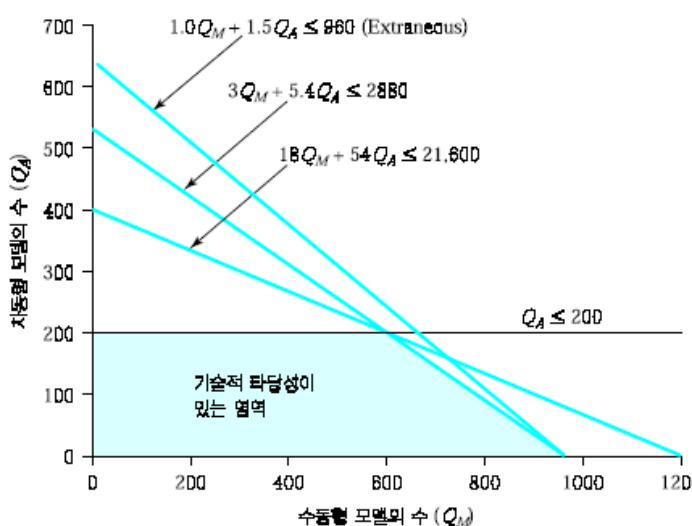


그림 10.2 이윤을 생각하지 않은 구속조건 방정식

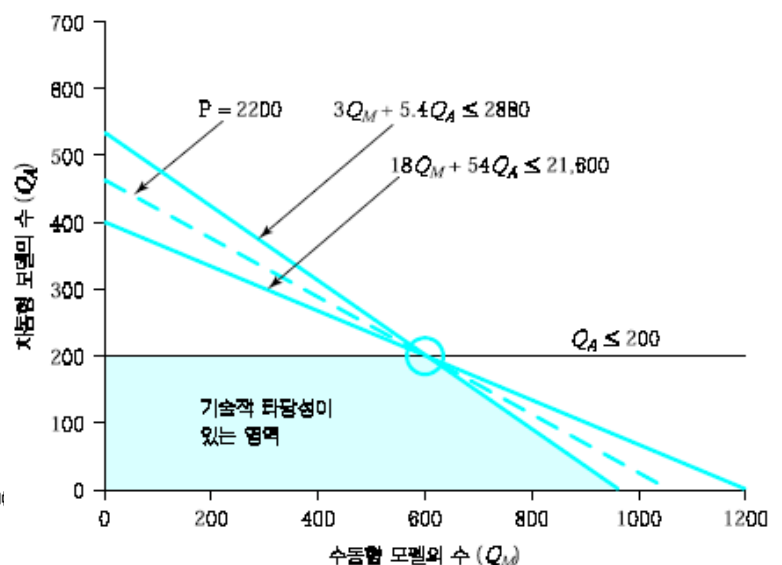


그림 10.3 이윤을 고려한 구속조건 방정식