

# 4장 : 문제 해결 방법론

로보틱스 및 인공지능 제어 연구실  
Robotics & Artificial Intelligent Control Laboratory

<http://raic.kunsan.ac.kr>



## 4.1 TRIZ란 무엇인가?

- “발명 문제 해결 이론” 을 의미하는 러시아어의 머리글자
  - ✓ Teoriya(테오니아 : 이론)
  - ✓ Resheniya(레세니아 : 해결)
  - ✓ Izobretatelskih(이조브레타펠스키흐 : 발명)
  - ✓ Zadach(자다취 : 문제)
- 영어로는 Theory Inventive Problem Solving
- 1946년 러시아 겐리흐 알트슐러(Genrich Altchuller)에 의해 연구됨
  - ✓ 특허와 관련된 기술적 문제를 해결하던 중 서로 다른 분야의 문제들이 동일한 원리로 해결되는 것을 자주 목격하고 창의적인 해결에 어떤 공통된 원리가 존재할 것이라고 가정하고 수십만 건의 특허를 조사
  - ✓ 성과 : 발명을 정의, 발명의 수준을 나눔, 발명의 유형과 진화의 유형을 파악함.

## 1) 발명의 정의

“**모순**(시스템의 한 특성이 좋아지면 다른 특성이 나빠지는 현상)을 해결하는 것”

## 모순의 예

- ① 면도날은 수염을 잘 자르기 위해 날카로워야 하며 동시에 피부 손상을 방지하기 위해 무뎌야 한다.
- ② 비행기 날개는 이착륙 시에 양력을 받기 위해 넓어야 하지만 이륙 후에는 공기저항을 줄이기 위해 작아야 한다.
- ③ 비행기 랜딩 기어는 이착륙 시에 필요하지만 이륙 후에는 공기 저항을 줄이기 위해 없어야 한다.

## 문제 해결법

### ◆ 현재의 문제 해결법

- 대부분의 모순을 타협해서 해결한다.

예) 면도날의 경우, 적당히 날카롭게 면도날을 만들어 모순과 타협  
비행기 날개의 경우, 날개의 면적을 중간 정도로 만들어 문제를 해결

### ◆ 창의적인 해결법

- 타협에 의해 문제를 해결하는 것이 아니라  
모순 자체를 제거함으로써 문제를 해결하는 것.
- 모순 해결을 위해 TRIZ는 몇 가지 도구 제시 :  
모순행렬, 표준해, ARIZ, 40가지 분리 원리 등

## 2) 발명의 수준 분류

**창의적인 특허를  
발명의 난이도에 따라 5단계로 분류**

## 특허 분류를 통한 발명의 정의

수준	발명의 수준	점유율 (%)	필요한 지식	고려해야 할 해결책의 수	예
1	자명한 해결책	32	개인적 지식	10	• 수송 효율을 높이기 위하여 큰 트럭 사용
2	작은 개선	45	사내 지식	100	• 용접장치에 부착된 소화용 도구
3	획기적인 개선	18	산업 내 지식	1,000	• 모순이 제거됨 • 컴퓨터의 마우스
4	신개념	3	산업 외 지식	100,000	• 기술의 영역이 아닌 과학의 영역에서 해결책 발견 • 현미경, 내연기관
5	발견	1	모든 지식	1,000,000	• 현재 과학지식의 범위를 뛰어넘는 단계 • DNA, 레이저

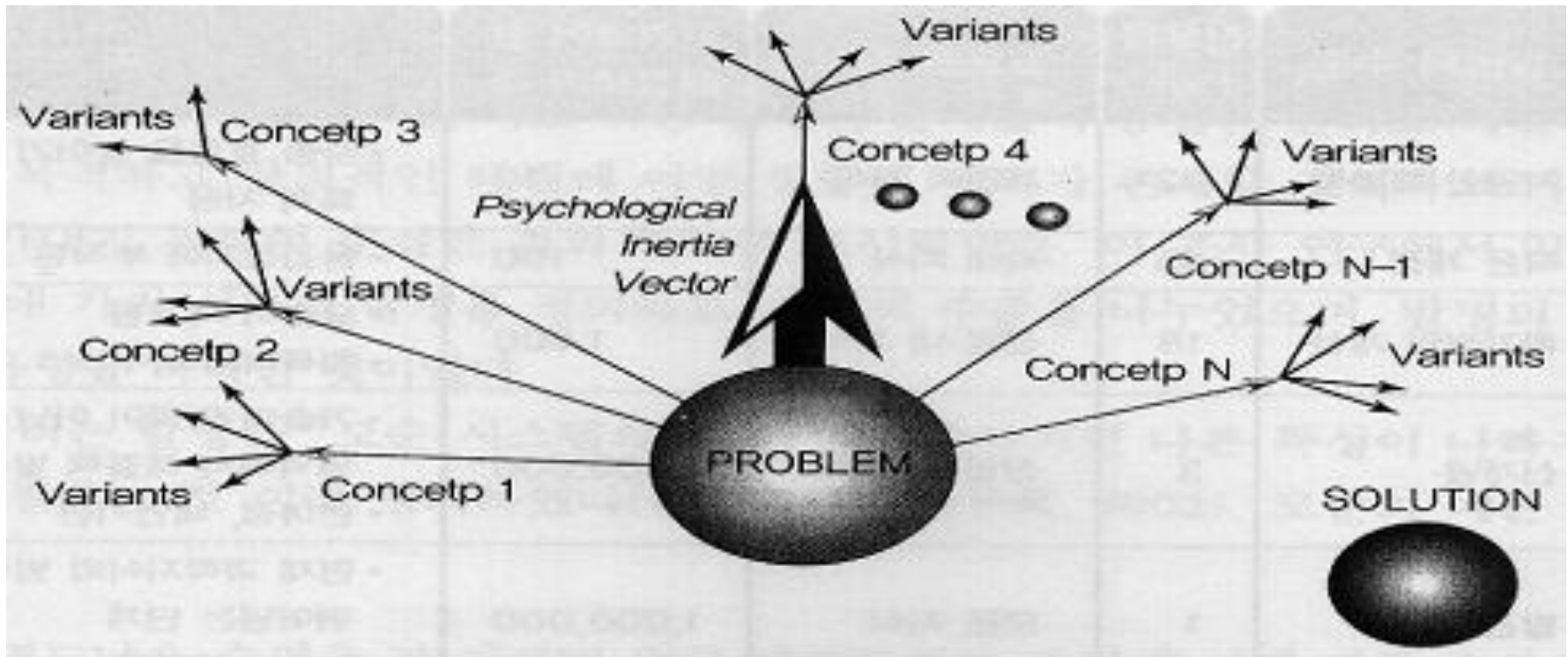
1-2 수준은 자명한 해결책으로 어려움 없이 해결 가능, 5 수준은 현재 과학 지식을 뛰어 넘는 단계이므로 TRIZ는 3-4 수준의 문제 해결에 초점이 맞추어져 있음.

## 발명의 수준을 분류하는 이유

- ① **창의적인 해결책의 범위와 공통점을 찾을 수 있기 때문**
- ② **대부분의 사람은 자신의 경험에 의해 문제를 해결하려 하지만, 발명의 수준이 높은 문제일수록 문제의 해결책이 다른 산업에서 찾을 수 있는 경우가 많다.**



사람들은 어떤 문제를 해결하려고 할 때 심리적 관성 때문에 자신의 경험에 비추는 방법으로 개념(Concept 1)을 잡고 진행하지만 거기서 답을 찾지 못할 경우 또 다른 개념(Concept 2)을 떠올리면서 해결책을 찾으려 한다. 결국, 자신의 경험에 벗어나 있는 해(Solution)의 접근은 하지 못한다.....



〈 그림 4-1. 심리적 타성의 개념 〉

### 3) 발명의 유형이 존재한다

**다른 분야의 문제이더라도 동일한 원리로  
해결되는 경우가 많이 존재한다.**

# 문제 상황

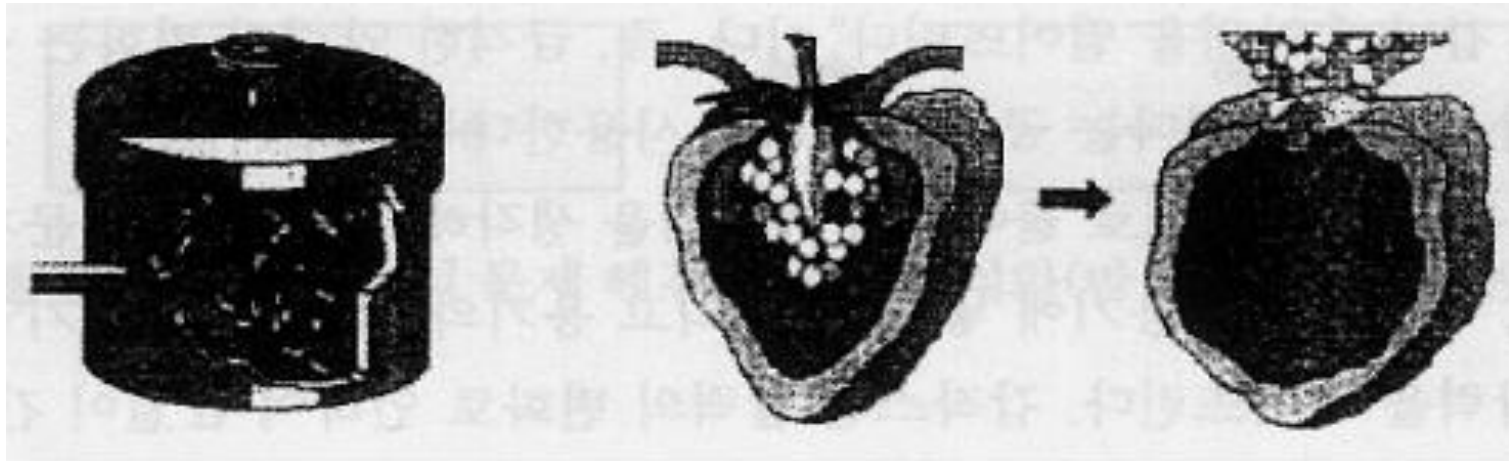
## 인공 다이아몬드의 가공

수정을 원재료로 사용하여 인공 다이아몬드를 가공하는 공장이 있다. 수정을 인공 다이아몬드로 가공하기 위해서는 수정의 균열이 간 부분을 쪼개야 한다. 그러나 불행하게도 이 공정은 종종 수정에 새로운 균열을 만들어서 수정을 못 쓰게 만든다.

어떻게 하면 수정을 새로운 균열을 발생시키지 않고 쪼갤 수 있을까?

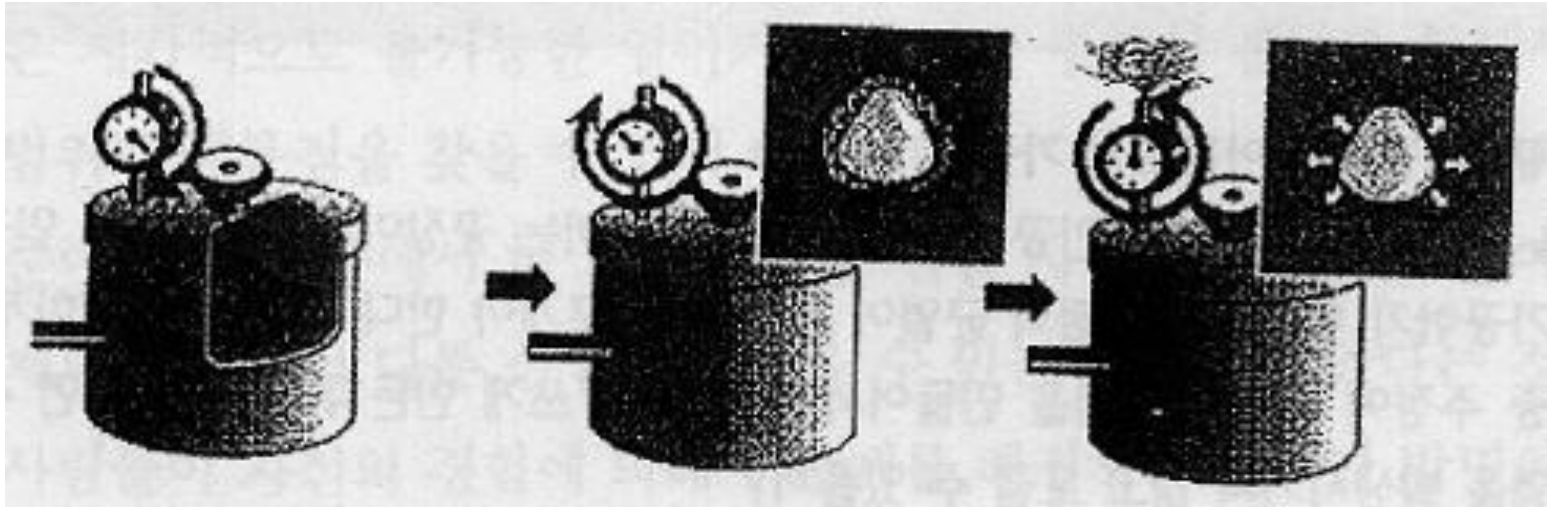
대부분의 쉽게 할 수 있는 답은 “주의를 해서 가공 한다”, “세심한 공구를 사용하다” 등의 답이 되기 쉽다. **하지만 이 문제의 해결책은 이미 다른 곳에서 사용되고 있었다.**

## 해결책 1 : 피망의 꼬투리 제거 (John Terninko et al, 1998)



피망을 밀폐된 용기에 넣고 압력을 8기압으로 점차 높인다. 그러면 피망은 쭈그러들어서 가장 약한 꼭지 부분에 균열이 생긴다. 압축된 공기는 이 균열을 통하여 피망 속으로 들어가서 피망의 내부압력과 외부압력이 같아지게 된다. 이때 용기의 압력을 감소시키면 피망의 가장 약한 부분인 꼭지 부분이 터지면서 꼬투리가 씨와 함께 제거된다.

## 해결책 2 : 도토리 껍질 제거 (John Terninko et al, 1998)



도토리의 껍질을 제거하는 방법은 도토리를 봉합된 병커의 물속에 넣고, 병커의 압력을 어느 정도 압력에 도달할 때까지 열을 가한 후 갑자기 압력을 낮추는 것이다. 그렇게 하면 고압의 가열된 물이 도토리에 침투하다가 갑자기 낮아진 압력으로 인하여 도토리의 껍질이 갈라지면서 껍질이 제거된다.

# 문제 상황

## 인공 다이아몬드의 가공

### ※ 해결책

수정을 고압용기에 넣고, 용기의 압력을 수천 기압까지 높인 뒤  
갑자기 압력을 떨어뜨리면, 갑작스런 압력의 변화로 균열이 간 수정이 쪼개진다.

## TRIZ에서의 문제 해결 방법의 일반화

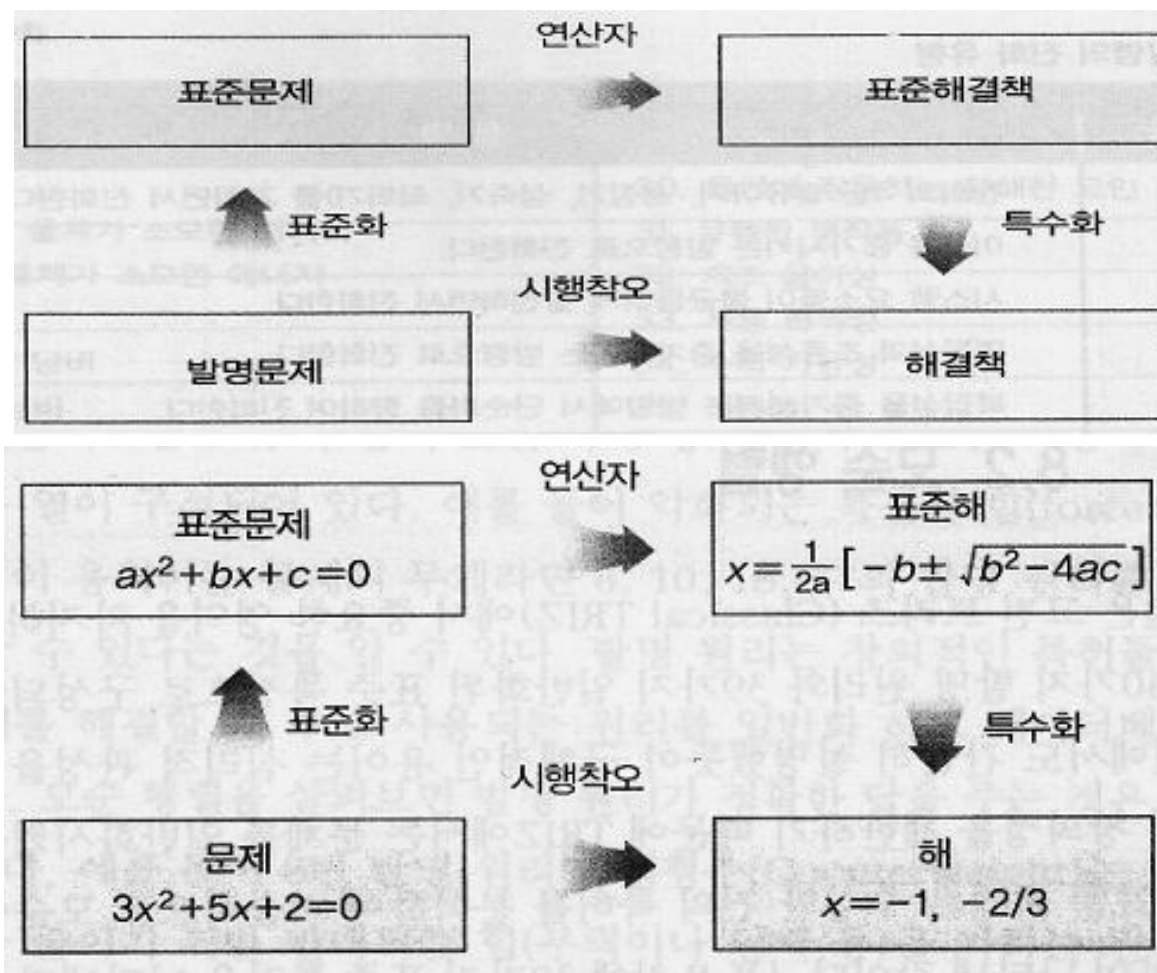


그림 4-5. 2차방정식 문제해결방법의 도식화 (박영택, 박수동, 1999)

## 4) 진화의 유형

**기계적인 시스템이든 사회적인 시스템이든  
일정한 발전 방향과 유형이 존재한다**

**지금 당장 문제가 되지는 않더라도 앞으로  
발전해 나갈 기술의 진화 방향 예측에 도움  
을 준다**



## 표 4-2 발명의 진화 유형 (황희수 2003)

진화의 유형	설 명
1	진화의 4단계(유아기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기)를 거치면서 진화한다.
2	이상을 증가시키는 방향으로 진화한다.
3	시스템 요소들이 불균등하게 발전하면서 진화한다.
4	역동성과 조종성을 증가시키는 방향으로 진화한다.
5	복잡성을 증가시키는 방향에서 단순화를 향하여 진화한다.
6	조화와 부조화를 거치면서 진화한다.
7	마이크로 레벨과 장(field)의 사용을 증가시키는 방향으로 진화한다.
8	인간의 개입을 줄이는 방향으로 진화한다.

## 4.2 모순 행렬

- 고전 트리즈(Classical TRIZ)에서 중요한 영역을 차지하는 도구
- 40가지 발명원리와 39가지 표준 특징으로 구성되어 있는 행렬
- 40가지 발명 원리
  - 창의적인 특허들은 분석하여 각각의 문제를 해결할 때 주로 사용되는 원리를 일반화하고 데이터베이스화하여 만든 것
- 39가지 표준 특징
  - 수십만 건의 특허를 분석하여 기술적으로 모순이 되는 요소를 일반화하여 나타낸 값

## 표 4-3. 39가지 표준 특징 (John Terninko et al, 1998)

1. 움직이는 물체의 무게	9. 속도
2. 고정된 물체의 무게	10. 압력
3. 움직이는 물체의 길이	11. 압력
4. 고정된 물체의 길이	12. 모양
5. 움직이는 물체의 면적	13. 물체의 안정성
6. 고정된 물체의 면적	14. 강도
7. 움직이는 물체의 부피	15. 움직이는 물체의 내구력
8. 고정된 물체의 부피	16. 고정된 물체의 내구력
17. 온도	29. 제조의 정확성
18. 밝기	30. 물체에 작용하는 유해한 요인
19. 움직이는 물체가 소모한 에너지	31. 유해한 부작용
20. 고정된 물체가 소모한 에너지	32. 제조 용이성
21. 동력	33. 사용 편의성
22. 에너지의 낭비	34. 수리 가능성
23. 물질의 낭비	35. 적응성
24. 정보의 손실	36. 장치의 복잡성
25. 시간의 낭비	37. 조절의 복잡성
26. 물질의 양	38. 자동화의 정도
27. 신뢰성	39. 생산성
28. 측정의 정확성	

모순 행렬은 <그림 4-6>과 같이 표준 특징 중 개선이 필요한 특징과 악화되는 특징으로 행과 열이 구성되어 있다. 예를 들어 악화되는 특징이 힘(force)이고 개선이 필요한 특징이 움직이는 물체의 무게라면 8, 10, 18, 37의 발명 원리를 이용하여 문제를 해결할 수 있다는 것을 알 수 있다.

Feature in need of improvement \ Undesired Result (Degraded Feature)	1		10		39
	Weight of a Moving object		Force		Productivity
1 Weight of a Moving object			8, 10 18, 37	→	
2 Weight of a non Moving object					
39 Productivity					

**Solution Paths**

8. Counterweight  
 10. Prior Action  
 18. Mechanical Vibration  
 37. Thermal Expansion

그림 4-6. 모순 행렬



## 표 4-4. 40가지 발명 원리

1. 분할	21. 건너뛰기
2. 분리	22. 유해물 이용
3. 국소 품질	23. 피드백
4. 비대칭	24. 중간 매개물
5. 병합	25. 셀프서비스
6. 범용성	26. 대체 수단
7. 포개기	27. 일회용품
8. 평형추	28. 기계식 시스템의 대처
9. 사전 예방조치	29. 공압 및 수압
10. 사전 준비조치	30. 연한 겹질이나 얇은 막
11. 사전 보호조치	31. 다공성 소재
12. 높이 유지	32. 색상 변화
13. 반전	33. 동질성
14. 타원체	34. 폐기 또는 복구
15. 유연성	35. 모수변화
16. 초과나 과부족	36. 상태 전이
17. 다른 차원	37. 열팽창
18. 기계적 진동	38. 강한 산화제의 이용
19. 주기적 조치	39. 불활성 환경
20. 유용한 조치의 지속	40. 복합재료

## 4.3 40가지 발명 원리

### ◆ 원리 1 : 분할(Segmentation)

#### ➤ 설명

- ✓ 물체를 독립된 부분으로 나눈다.
- ✓ 물체를 조립식으로 만든다.
- ✓ 물체의 분할 정도를 늘린다.

#### ➤ 예

- ✓ 모듈로 된 컴퓨터 부품
- ✓ 거대한 트럭을 트럭과 트레일러로 나눈다.
- ✓ 조립식 기구
- ✓ 신속하게 조립할 수 있는 배관의 관절
- ✓ 원하는 길이만큼 쉽게 이을 수 있는 정원용 호스
- ✓ 베니스식 블라인드

## 4.4 표준 해결책

- 40가지 발명 원리로 해결이 어려운 문제를 해결하기 위하여 알트슐러와 그의 동료들에 의해 1975년과 1985년 사이에 76가지로 정리함.
- 76가지 표준 해는 물질-장(Substance – Field) 분석을 물체의 유형별로 나누어 정리한 것.
- 시스템의 문제를 모델링하기 위한 TRIZ의 고급 분석 도구로 활용됨.
- **표준 해결책 유형**
  - ✓ 클래스 1 : 거의 변화가 없거나 약간의 변화를 통해 시스템을 개선  
(13개 해결책)
  - ✓ 클래스 2 : 시스템 변경을 통해 개선(23개 해결책)
  - ✓ 클래스 3 : 시스템의 천이(6개 해결책)
  - ✓ 클래스 4 : 감지와 측정(17개 해결책)
  - ✓ 클래스 5 : 단순화와 개선을 위한 전략(17개 해결책)

## 4.5 ARIZ (Algorithm for Inventive Problem Solving)

- TRIZ의 방법론들을 체계화해 놓은 알고리즘
- 발명자가 창의적이고 체계적인 해결책에 접근하도록 도와줌.
- TRIZ의 마지막 단계로 사용하는 도구
- 개발년도를 뒤에 붙여서 버전을 표시 : ARIZ-61, ARIZ-71 등
- ARIZ-85
  - ✓ 문제 분석, 자원분석, 이상 해결책과 물리적 모순의 정의, 물질장-자원의 활용, 지식 DB의 활용, 문제해결 과정 분석의 총 9단계
  - ✓ 각 단계는 3~7개의 세부 단계를 가짐
- ARIZ의 문제해결 과정 3단계
  - ✓ 문제 정립 (Problem formulation)
  - ✓ 문제 모델링 (Problem modeling)
  - ✓ 문제 해결 (Problem solving)



## 4.6 ASIT(Advanced Systematic Inventive Thinking)

- 일반인을 대상으로 TRIZ를 쉽게 가르치기 위해 개발된 TRIZ의 한 형태
- 예루살렘 공과대학 호로위치(Dr. Roni Horowitz) 교수에 의해 개발된 창의성 개발 프로그램
- TRIZ에서 나오는 많은 원리와 효과들을 주로 사용되는 것 위주로 재편한 것임.
  - ✓ 1 단계 : TRIZ의 이상적 해결책을 한정된 세계의 원리로,
  - ✓ 2 단계 : 모순의 극복이라는 개념을 관계 변화의 원리로 설명했으며,
  - ✓ 3 단계 : TRIZ의 40가지 원리 중 자주 사용되는 원리를 뽑아 5가지(용도 변경, 복제, 분할, 대칭 파괴, 제거) 문제 해결 기법으로 정리한 것

## TRIZ의 문제점 분석

트리즈는 40가지 원리를 ‘모순 행렬표’로 조직화 하였다. 즉, 문제 내 존재하는 모순의 유형을 찾아내 상호 갈등을 일으키는 물리적 매개 변수로 묶은 뒤, 이 유형들끼리 짝을 지어 몇 개의 소단위 원리로 구성하였다.

이렇게 한 결과 다음과 같은 문제들이 발생하였다.

- 변수를 식별하는 데 시간이 많이 걸리며 해결하지 못할 경우 좌절감을 느끼게 된다.
- 변수들이 공학적인 문제와 관련이 있어 이를 정확히 유추하지 못하는 경우에는 문제 해결이 어렵다.
- 트리즈를 익히는데 시간이 너무 많이 소요된다.

**이러한 트리즈의 문제점을 해결하기 위해서 ASIT에서는 40가지 발명 원리를 다음과 같이 5가지로 요약.**

- **용도변경(Unification)**
- **복제(Multiplication)**
- **분할(Division)**
- **대칭 파괴(Breaking Symmetry)**
- **제거(Object Removal)**

## 4.7 CID(Creative Image Development)

- 어린이를 대상으로 TRIZ의 개념을 교육시키기 위해 개발된 교재
- 러시아에서는 학생들의 교육에 TRIZ를 활용하고 있음.
- 초등 1학년부터 3학년까지의 교육과정에 사용되는 교재

## 4.8 기타 TRIZ 관련 이론

- TRIZ와 ASIT을 기초로 개발된 **USIT** (Unified Structure Inventive Thinking)
- 독일에서 개발된 **MAI** (Meta-Algorithm of Inventing)