

기술문제 해결 알고리즘 - ARIP

송 용 원
한국산업기술대학교

서문

기술적인 모든 문제들은 일차적인 원인을 가지고 있다. 일차적인 원인과 문제가 발생한 장소를 찾는 후에만이 문제의 분석과 보유하고 있는 자원 활용 및 모순의 규명을 이용한 문제의 모델링이 가능하다. 만약 원하지 않은 현상이 일어나는 장소, 시간 그리고 원인을 정확하게 알아낼 수 있다면, 그리고 문제를 발생시킨 요소를 정확하게 규명하고 모순의 해결을 위해 자원을 제대로 활용할 수 있다면, 이미 문제 모델링 단계에서 해결 방법은 종종 명확해진다.

이상적으로 모델링된 과제는 이미 해답을 가지고 있다.....

이러한 이해를 바탕으로 기술문제 해결을 위한 창의적 문제해결 알고리즘이 ARIP란 이름으로 개발되었다. ARIP는 기술문제해결 알고리즘(Algorithm for Engineering Problem Solving)이란 뜻을 가진 러시아어의 두문자어(acronym)이다. 이 알고리즘의 첫 버전은 Gennady Ivanovich Ivanov와 그의 동료들에 의해서 개발되었고, 1993년 러시아 페트로자보드스크에서 열렸던 세미나에서 최초로 발표 되어 G. S. 알트슐러(Altshuller)의 인정을 받았다. 생산현장에서 발생하는 기술적인 문제를 분석하고 창의적으로 문제를 해결하는 종합적인 사고방법에 대한 요구가 커지고 있는 상황에서 이들의 연구 결과는 큰 반향을 얻고 있다.

ARIP 알고리즘이 처음으로 개발된 이후부터 최근까지 러시아, 한국 및 외국에서의 문제해결 경험을 통해 이 알고리즘이 수정 보완되었으며 기술문제를 해결할 수 있는 정교한 논리적 연관관계를 보여주는 보편적인 트리즈 문제해결 도구로 발전되어 왔다.

이 알고리즘은 알트슐러(Altshuller)의 사상과, 트리즈에 들어 있는 기본적인 변증법적 개념을 기반 하고 있다. 이런 기본 개념들로는 시스템성, 기술시스템 발전 법칙, 이상성과 IFR 모델링, 모순발견과 모순의 해결, 물질장 자원 분석과 활용 등이다. 이러한 개념은 G. S. 알트슐러가 발명 현장에 처음으로 도입한 것으로서 오랜 시간 동안 검증을 했으며 오늘날 효과적인 기술적 사고력의 근간이 되고 있는 것이다. 이 알고리즘은 조금씩 완성되었고 검증되었으며, 15년 간 계속 정확하게 다듬어져 현재의 모습이 되었다.

이 알고리즘이 트리즈의 기본을 알고 있는 사람들에게 보다 확신을 가지고 생산-기술 문제를 해결하는 데 도움을 줄 수 있다. 물론 이 알고리즘이 필요한 전문 지식을 대체하지는 않는다. 이 알고리즘의 목적은 가지고 있는 지식을 효과적이고 창의적으로 적용하는 데 있다. 만약 지식이 없다면 이 알고리즘을 사용 하더라도 긍정적인 결과를 가져오지 못할 것이다.

이 알고리즘을 이용해 실제적인 생산 문제를 100개 이상 해결하였다. 하지만 이 알고리즘을 개발한 개발자는 이것이 완성된, 완벽한 도구라고 생각하지 않는다. 이 알고리즘 안에는 자체 단점이 있고 약한 부분이 있다. 앞으로 이러한 부분들은 수정 보완되어 더 정확한 문제해결 도구로 발전 되어야 한다.

알고리즘의 기본적인 사상

- | 문제를 해결하려 하지 말고 문제가 발생하지 않는 조건을 만들어라.
- | 문제가 최초로 발생한 지점에서 문제를 분석하고 그 곳에 존재하고 있는 자원들을 가지고 문제를 해결한다.
- | 문제를 발생시킨 것으로 문제를 해결해야 한다.
- | 올바르게 모델링 된 과제는 그 안에 답변을 가지고 있다.

ARIP 알고리즘의 주요 부분

Part 1

정보수집 및 문제구성

목적: <무엇?> <어디에서?> <언제?> <왜?>에 대한 문제들의 답변 알아내기.

Part 2

문제의 진위성 검증

목적: 문제 해결의 필요성 확인

Part 3

문제분석

목적: 문제의 최초 원인 규명

Part 4

물질-장 자원 분석

목적: 문제의 해결을 위한 자원을 찾는다.

Part 5

이상적 해결안 도출

목적: 과제를 모델화 된 텍스트 구성

Part 6

물리적 모순 도출

목적: 물리적인 모순을 찾아내고 그것들을 해결하는 원칙을 선택한다.

Part 7

물리적 모순의 해결

목적: 과제의 해결을 위한 원리적 컨셉 도출

Part 8

해결안 분석

목적: 만들어진 해결책 중 가장 최적화 된 방법 선택

기술 문제 해결 알고리즘 - ARIP

알고리즘은 G. S. 알트슐러의 창의적 문제 해결 이론-TRIZ와 창의적 문제 해결 알고리즘- ARIZ 85C의 자료를 기반으로 개발되었다.

이 알고리즘은 TRIZ의 기본 개념을 이해하고 습득한 후에 적용할 수 있다. 이 기본 개념으로는 시스템성, 이상성, 모순의 단일성, 모순의 해결 원칙, 자원의 분석과 사용 등이다.

주의!

본 알고리즘을 가지고 작업을 할 경우에 긍정적인 해결은 어떠한 단계에서든 가능하다. 하지만 알고리즘의 모든 가능성을 사용하기 위해서는 전 과정을 진행하기를 조언한다.

Part 1

정보수집 및 문제구성

목적: <무엇?> <어디에서?> <언제?> <왜?>에 대한 문제들의 답변 알아내기.

1.1. 문제 상황 분석

물리적인 세계의 기본적인 카테고리(사건, 공간, 시간 그리고 관계)를 이용해서 자유스러운 문장으로 문제의 내용을 작성한다. 내용에는 다음에 대한 정확하고 확실한 정보가 있어야 한다.

무엇이 발생하고 있는가? - (대상 시스템에서 발생하고 있는 원하지 않는 물리적 현상을 적는다)

어디서 발생하고 있는가? - (대상 시스템의 구체적인 부분(원하지 않는 현상이 일어나는 연결점, 부품, 요소)을 적는다)

언제 발생하고 있는가? - (구체적인 기술 공정 또는 원하지 않는 현상이 발생하는 물리-화학적 프로세스 시간을 적는다.)

그리고 만약에 가능하다면 원인을 적는다.-- **왜 발생했는가?**

위에 제시된 질문에 대한 답변들은 자유로운 순서로 나열할 수 있다. 어떤 질문이라도 그 대답이 없다면 알고리즘을 가지고 하는 작업의 효과를 기대할 수 없다. 모든 답변은 물리적인 수준에서 기술되어야 한다(부록 2 참고)

참고 1.

신뢰도가 높은 정보를 얻기 위해서는 문제와 연관이 있는 모든 기술적인 문서들을 주의 깊게 살펴보고 전문가의 조언을 들으며 직접 문제가 발생하는 곳에 대한 연구를 해야 한다. 발생한 문제를 완벽하게 이해를 해야 본 알고리즘에 따른 작업을 성

공적으로 수행할 수 있다.

참고 2.

원하지 않는 물리적인 현상이란 대상 시스템의 기능 수행에 유해한 작용을 직접적으로 하고 있는 물리적인 현상 혹은 프로세스를 말한다.

참고 3.

만약 문제의 원인이 살펴 본 시스템 외부에 존재하고 있다면 그 문제가 첫 번째로 일어나는 곳을 찾아야 하며 그 곳에서 알고리즘에 따른 작업을 시작해야 한다.

1.2. 시스템 기능 규정

문제가 발생한 시스템의 목적(물리적 기능)을 규정한다.

다음과 같이 기록한다.

<<시스템은 ---를 위한 것이다(대상 시스템의 물리적인(!) 기능을 적는다)>>

1.3. 문제구성

1.1. 단계에서 얻어낸 내용을 사용해서 한 문장으로 문제를 구성한다. 이때 이 문장에는 문제에 대한 다음과 같은 답변이 있어야 한다. <어디서 일어나는가?> <언제 일어나는가?> <무엇이 일어나는가?>

문제구성 방법

(1.2. 단계의 기능을 지시한다)를 위한 시스템에서 (구체적인 기술적인 과정 또는 물리적인 프로세스를 기입한다) 하는 동안에 (장소, 구체적인 연결점, 요소를 기입한다)에서 (원하지 않는 현상(단점)을 기입한다)가 일어난다.

문장은 자유로운 순서에 의해서 구성될 수 있다. 하지만 문제의 주요한 내용을 반영해주어야만 한다.

Part 2

문제의 진위성 검증

목적: 문제 해결의 필요성 판단

2.1. 공정을 수행하지 않는다.

만약 문제가 발생하고 있는 기술 공정을 진행하지 않을 경우, 이후에 시스템 자체, 하부 시스템, 상위 시스템 수준에서 해로운 결과가 발생하는지의 여부를 규명한다. 만약 해로운 결과가 발생하지 않는다면 그 문제는 허위로 판단한다.

2.2. 결함을 제거하지 않는다.

만약 기술 공정 진행 시 발생하는 결함을 제거하지 않을 경우, 이후에 시스템 자체와 상위 시스템, 하위 시스템 차원에서 해로운 결과가 발생하는지 규명한다. 만약 해로운 결과가 발생하지 않는다면 그 문제는 허위로 판단한다.

다음 기술 공정에서 이 문제가 스스로 제거 되는지의 여부도 검증해야 한다. 만약 작은 변경만으로도 이런 자체 제거가 일어나거나 가능하다면 문제는 허위로 판단한다.

2.3. 과거의 잘못을 검증한다

이전 공정이나 이전의 상위 시스템에서 발생한 잘못된 작용의 결과로 문제가 발생한 것인지를 규명한다. 만약 이런 잘못이 밝혀진다면 전 단계 공정에서 문제를 해결한다.

2.4. 상위 시스템에 문제를 이전한다

문제를 상위 시스템 요소에 이전할 가능성이 있는지 밝혀낸다.

Part 2 단계에서 긍정적인 결과물들을 얻지 못한 경우 Part 3 단계를 거친다.

(알고리즘에 따른 작업의 전체 사례는 부록들을 참고할 것. 이 사례들은 필자의 직접 경험에서 각 부분에 걸친 과제들이 쓰여 있는 첨부서류를 보시오. 대부분의 사례들은 필자가 직접 해결한 것들이다.)

Part 3

문제분석

목적: 문제가 발생하는 최초의 원인을 규명한다.

3.1. 원하지 않는 현상 규정

동사와 명사로 된 몇 개의 단어를 사용해서 원하지 않는 현상(문제 현상)을 규정한다.

3.2. Operating zone 규정

Operating zone을 규정한다. 즉 시스템에서 원하지 않는 현상이 맨 처음 생기기 시작한 구체적인 물리적인 장소(연결점, 부품, 요소)를 찾아낸다.

참고 4.

만약 찾은 위치에 어떠한 변화를 주는 것도 금지되어 있다면 기술 공정을 따라가면서 변경이 가능한 지점을 찾는다. 이 장소가 operating zone이 되며, 3.3단계에서부터 알고리즘에 따라 진행한다. 새로운 장소에서의 원하지 않는 현상은 다른 것일 수도 있다. 따라서 3.1 단계에 변화를 주는 것이 불가피하다.

3.3. 원하지 않는 요소의 규정

찾은 장소에서 원하지 않는 요소(문제를 발생시키는 요소)를 규정한다. 즉 이 요소는 원하지 않는 현상을 발생시키는 원인이다.

참고 5.

원하지 않는 요소는 물질일 수도 있고 장(에너지)일 수도 있다. Operating zone에 원하지 않는 요소가 여러 개 존재할 때는 그 요소들 가운데 가장 에너지를 많이 보유하고 있는 요소를 선택한다.

3.4. Operating time 규정

Operating time을 규정한다. 즉 문제가 발생하는 순간의 공정이나 물리적 프로세스를 찾아낸다.

3.5. Operating zone 그리기

가지고 있는 모든 요소를 표시하고 최대한대로 크게 확대해서 그림으로 operating zone(3.2. 단계), operating time(3.4. 단계)에 발생 하는 원하지 않는 현상(3.1. 단계) 그리고 원하지 않는 요소(3.2. 단계)의 그림을 구체적으로 그린다. 그림을 보다 더 좋게 그리기 위해서는 operating zone에서 operating time에 발생 하는 모든 물리-화학적 프로세스를 자세하고 철저하게 분석하고 연구한다.

참고 6.

만약 3.5. 단계를 수행할 때 어떤 수정이나 변화가 생기면(보다 정확해지면) 해당 되는 단계에서 내용을 변경해야 한다.

3.6. 문제 정의 확인

3.1.~3.5. 단계에서 얻은 정보를 활용해서 다음과 같은 도식으로 구체화된 문제를 정의 한다.

(1.2. 단계에서 규정한 기능을 기입)를 위한 시스템에서 (3.4. 단계에서 분석한 구체적인 기술 공정 또는 물리적인 프로세스를 기입) 하는 동안에 (3.2. 단계에서 분석한 장소 기입)에서 (3.1. 단계에서 분석한 원하지 않는 현상을 기입)가 발생한다.

문장은 자유로운 순서에 의해서 구성될 수 있다. 하지만 문제의 주요 핵심을 반영해야 한다. 1.3. 단계에서 만들어낸 모델링과 3.6 단계에서 만들어낸 모델링을 비교한다. 그리고 현실에 더 부합하는 것을 선택한다.

Part 4

물질-장 자원 분석

목적: 문제의 해결을 위한 자원을 찾는다.

4.1. Operating zone에서의 자원 찾기

그림(3.5.단계)을 이용해서 operating zone(3.2.단계)과 operating time(3.4. 단계)에 존재하고 있는 물질들을 찾아낸다.

4.2. 인접한 자원 찾기

operating zone(3.2. 단계)과 operating time(3.4. 단계)에 인접한 물질을 정의한다.

4.3. 상위 시스템의 자원 찾기

근접한 상위 시스템에서 operating time과 operating time 전의 물질을 정의한다.

4.4. 자원 리스트 구성

4.1., 4.2., 4.3. 단계에서 얻어낸 자료들을 사용하여 다음의 내용이 들어있는 자원 리스트를 작성한다.

자원의 형태- 해로운 자원, 중립적인 자원, 유용한 자원

자원의 존재하는 시간- operating time에 존재하는지 아니면 존재하지 않는지를 나타낸다.

자원의 에너지 함유량의 크기- 대, 중, 소

자원의 수(물질, 장) - 작다, 충분하다. 매우 많다.

자원이 가지고 있는 장(에너지) 형태- 역학적, 음향, 열 등

참고 7.

표의 첫 번째 위치에는 항상 원하지 않는 요소(3.3. 단계 참고)를 기입하고, 그 다음에 해로운 자원, 중립적인 자원, 유리한 자원 순으로 위치시킨다.

해로운 자원은 원하지 않는 현상(3.1. 단계 참고)을 만들어내는 물질 또는 장이다.

중립적인 자원은 기술 공정에 참여를 하지 않는 물질 또는 장이다.

유용한 자원은 기술 공정의 수행을 보장 해주는 물질 또는 장이다.

1. 자원 리스트

	자원 명칭	자원 형태	자원의 양	물질이 가지고 있는 장의 종류와 물질 특성	존재하는 시간	에너지 함량
operating zone에 있는 자원						
1						
2						
n						
operating zone에 근접한 자원						
1						
2						
n						
근접한 상위시스템에 있는 자원						
1, 2 및 기타						

참고 8

가능하면 근접한 상위 시스템에서 가져온 자원은 *operating zone*의 자원 또는 *operating zone*에 근접한 지점의 자원과 유사한 것이어야 한다. 장의 존재도 고려해야 한다.

4.5. 우선 자원의 선택

표 1에서 우선 자원을 선택한다.

우선 자원은 다음과 같이 규정된다.

1. 형태에 따라 - 우선 자원은 해로운 자원이며 그 다음이 중립적인 자원 그리고 마지막으로 유용한 자원이다.
2. 존재 시간에 따라 - 우선 자원은 *operating zone*과 *operating time*에 지속적으로 존재하는 것이다.
3. 에너지 함유량에 따라 - 우선 자원은 보다 많은 에너지를 함유하고 있다.
4. 물질과 장의 수량에 따라 - 우선 자원은 양이 매우 많은 것 그 다음이 충분한 것 그리고 마지막으로 미미한 양을 가지고 있는 것이다.
5. 장의 형태에 따라 - 우선 자원은 원하지 않는 요소의 장

참고 9

만약 원하지 않는 요소의 에너지 함유량이 매우 적을 경우 우선 자원은 *operating*

zone에 근접해 있는 해로운 자원 또는 중립적인 자원이거나 근접한 상위 시스템에 위치하고 있으면서 보다 높은 에너지 함유량을 가지고 있는 자원이 된다. 각각의 zone에는 몇 개의 우선자원이 있을 수 있다.

선택한 우선 자원의 리스트를 작성한다.

4.5.1. operating zone의 자원

Nº1 - 선택한 자원을 기입한다. 그 자원이 가진 가장 대표적인 장과 이 zone에서 나타나는 특성도 기입한다.

Nº2 - 찾은 자원을 가지고 자원표 작성

4.5.2. 근접 zone에서의 자원

Nº3 - 선택한 자원을 기입한다. 그 자원이 가진 가장 대표적인 장과 이 zone에서 나타나는 자원의 특성도 기입한다.

Nº4 - 찾은 자원을 가지고 자원표 작성

4.5.3. 상위 시스템의 자원

Nº5 - 선택한 자원을 기입한다. 그 자원이 가진 가장 대표적인 장과 이 zone에서 나타나는 자원의 특성도 기입한다.

Nº6 - 찾은 자원을 가지고 자원표 작성

선택된 모든 자원은 과제 모델링에 사용될 것이다.

참고 10

- 만약 우선 자원 리스트에 있는 자원이 긍정적인 결과를 보여 주지 않는다면 Nº1의 표에 있는 다른 자원을 사용하며, 알고리즘 단계는 반복된다.
- 만약 operating zone 내 자원과 근접 자원이 고갈된다면 처음에는 근접 상위 시스템 자원을 사용하며 그 후 멀리 위치한 상위 시스템 자원을 사용한다.
- 만약 가까운 상위 시스템에서 가져온 자원이 몇 개의 요소로 구성되어 있다면 이 요소들의 순서를 결정하는데, 이때 4.5. 항에 나와 있는 지시에 따라서 우선 자원을 선택한다.

Part 5

이상적 해결안(IFR) 도출

목적: 과제 모델링을 텍스트로 구성

5.1. 이상적 해결안(IFR) 구성

과제를 4.5단계에서 선택한 우선 자원을 이용한 이상적 해결안을 텍스트화 한다. 각각의 과제에는 번호를 붙여준다. 이상적 해결안 도출은 다음과 같은 방식들이 있다.

방식 1.

(4.5. 단계에서 분석한 우선 자원 기입) 요소는

(요소가 가지고 있는 장과 특성 기입)를 사용하여

(3.1.단계에서 분석한 원하지 않는 현상 기입)이 발생하지 않게 한다.

방식 2

(4.5.단계에서 분석한 우선 자원 표시) 요소는

(그 요소가 가지고 있는 장과 특성 기입)을 사용하여

(1.2.단계에서 규정한 시스템의 기능 기입)을 수행하거나, 또는 수행에 작용하며

(3.1.단계에서 규명한 원하지 않는 현상 기입)이 발생하지 않게 한다.

참고 11.

만약 선택된 하나의 자원을 적용했을 때 만족할 만한 결과를 가져오지 않았다면 함께(동시에) 두 개의 자원을 사용해서 과제를 구성할 수 있다.

이 경우 다음과 같은 이상적 해결안을 도출할 수 있다.

(4.5. 단계에서 분석한 우선 자원 기입) 요소는

(그 요소가 가지고 있는 장과 특성 기입)을 사용하고

그리고 (4.5.단계에서 선택된 다른 자원과 그 장을 기입)을 함께 활용하여

(3.1.단계에서 규명한 원하지 않는 현상 기입)이 발생하지 않게 한다.

참고 12

만약 4.5. 단계에서 선택한 표 1에 있는 모든 자원들이 긍정적인 결과를 가져오지 못했다면 필요한 특성을 가지고 있는 일종의 가상의 <X-요소>를 적용하여서 이상적인 해결안을 만든다. 알고리즘 단계를 진행하면서 <X-요소>는 점차 실체를 알 수 있는 실제적인 성질을 가지게 된다. 그때 이 요소를 구체적인 어떤 물질 또는 장과 대체 한다.

<X-요소>를 사용하는 과제의 첫 해결안은 다음과 같이 구성된다.

(1.2.단계에서 규명한 해당 시스템의 기능 기입)을 위한 시스템은

X-요소를 사용하여 스스로

(3.1.단계에서 규명한 원하지 않는 현상 기입)이 발생하지 않게 한다.

5.2. 모순을 가지고 있는 요소 규명

모든 모델링 된 과제들(5.1단계)에서 주어진 목적을 달성하기 위해 **물리적(!)** 상태에 대해 모순적 요구 사항을 가지고 있는 요소를 규명한다.

가지고 있는 조건과 새로운 요구 사항을 구성한다.

작성 요령:

과제1: (Operation Zone에 있는 자원중예) 물리적인 모순을 가지는 것은 (요소를 기입) 이며,

과제2: (또 다른 자원중예) 물리적인 모순을 가지는 것은 (요소를 기입)이다. 등....

참고 13

만약 어떤 과제에 물리적인 상태에 대한 확실한 모순적 요구를 가지는 요소가 없다면, 이런 과제 해결에 알고리즘은 적용되지 않는다. 이런 과제는 일반적인 엔지니어 지식과 이미 잘 알려진 방법들로 해결된다. 이를 위해 요소의 변수를 규명하고 기술 분야에서 잘 알려진 방법들을 이용하여 필요한 결과를 얻는다.

5.3. 근접한 자원의 사용

5.2.단계에서 규정된 모든 요소에 operating zone에 근접한 자원들 가운데에서 가장 에너지 함유량이 많은 자원을 선택한다. 선택한 자원을 기록한다.

근접한 자원 작성법 예:

(5.2.단계에서 규명한 요소 기입) 요소에

(4.4.단계에서 규명한 근접 자원 기입)이 근접해 있다. 등

Part 6장

물리적 모순 도출

목적: 물리적인 모순을 찾아내고 그것들을 해결하는 원칙을 선택한다.

6.1. 모순적인 물리 상황 정의

모순적인 물리 상황을 기술한다.- 5.2. 단계에서 선택된 요소들이 가지고 있는 첫 번째와 두 번째 물리적인 상황.

물리적 상황의 기술은 다음과 같은 도식으로 이루어진다.

1번 과제에서의 첫 번째 물리적인 상황

(5.2단계에서 선택한 요소 기입) 요소는

(기존의 기능, 작동, 특성 등을 기입)을 수행하거나, 또는 특성을 가지기 위해

(현재의 물리적 상태, 작동, 특성 등을 기입)이 되어야 한다.

두 번째 물리적인 상황

(5.2단계에서 선택한 요소 기입) 요소는

(3.1 단계에서 분석한 원하지 않는 현상을 기입) 나타나지 않게 하기 위해

(요구되는(!) 물리적 상황, 특성, 작용을 기입)이 되어야 한다.

단계 5.2.의 모든 요소들을 위해서 물리적인 상황을 기록한다.

6.2. 모순 해결의 원칙 선택

과제(6.1 단계)에서 살펴보는 모든 요소들을 위해서 가지고 있는 모순 해결 원칙을 아래 법칙에 따라 선택한다. 이것을 위해서는 어떤 파라미터(공간, 시간 및 기타)와 규명된 물리적 모순이 연관이 있는지 알아야 한다. 선택한 파라미터에 따라서 세 가지 법칙 중 하나를 적용한다.

제1원칙

만약 (단계 6.1.) 요소의 모순된 작용이 동시에 나타나는 것이 요구된다면 그러한 모순은 시간과 관계가 있으며 다음을 선택한다.

원칙 1 - 모순을 공간으로 분리한다 (원칙의 실제 적용은 7.1. 단계에 나타나 있다)

제2원칙

만약 요소(단계 6.1.)의 모순적 작용이 한 장소에서 드러나는 것이 필요하다면, 그러한 모순은 공간과 관계가 있으며 다음을 선택한다.

원칙2 - 모순을 대상의 기능 시간으로 분리한다(원칙의 실제 적용은 7.2. 단계에 나타나 있다).

제3원칙

만약 요소(단계 6.1.)의 모순적 작용이 동시에 한 장소에서 나타난다면, 다음을 선택한다.

원칙3 - 시스템적인 관계를 변경한다. (원칙의 실제 적용은 7.3. 단계에 나타나 있다)

모든 요소를 대상으로 다음과 같은 도식으로 선택된 원칙을 기입한다.

과제 1번을 위해 원칙№ (원칙을 적고 그 원칙을 설명한다)이 선택되었다. 등
만약 선택한 원칙이 해결점을 찾아주지 못했다면 다른 원칙을 가지고 알고리즘의 단계를 반복한다.

참고 14.

보다 긍정적인 해결의 가능성을 높여주기 위해서는 각각의 과제들을 모순 해결의 세 가지 원칙 모두로 검증하는 것을 조언한다.

Part 7

물리적 모순의 해결

목적: 가능한 해결 방안 도출(해결 컨셉 도출)

7.1. 공간 분리를 통한 모순 해결 원리를 적용한 과제 구성

만약 6.2단계에서 원칙 N°1 «모순을 공간으로 분리»하는 것을 선택했다면 과제는 다음과 같은 도식으로 구성된다.

«(5.2 단계에서 규명한 모순적 요구사항을 내포하는 요소를 기입한다) 요소는 두 부분으로 나뉜다.

첫 번째 부분은 (6.1단계에서 규명한 요소의 첫 번째 물리적 상태를 기입한다) 이며, 두 번째 부분은 (5.3단계에서 규명한 주위의 물질 자원을 기입한다)을 이용하여, (6.1단계에서 규명한 동일한 요소가 가져야 하는 두 번째 물리적 상태를 기입한다)을 수행한다. 이 때 (3.1에서 규명한 불필요한 현상을 기입한다)의 발생을 허용하지 않는다.

원칙 N° 1을 선택한 과제 텍스트 구성.

모든 과제는 모순 해결 원리를 보여주는 그림을 통해 설명한다. 어느 경우에는 두 가지 그림, 즉 «현재 어떻게 존재하고 있는가»와 «어떻게 존재해야 하는가»라는 두 개의 그림을 사용하는 게 좋다.

본 단계에서 잘 알려진 기술적 모순 제거 원리(40가지 발명원리) N° 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 24, 26, 30, 33을 활용하는 것이 가능하다.

7.1.1. 사고의 관성을 줄이는 것

만약 7.1.단계에서 만족할만한 결과물을 얻지 못했다면 작은 사람 모델링 기법(부록 N° 11 참고)을 이용해서 다시한번 반복해 본다. 필요하다면 두 가지 그림, 즉 «무엇이 발생하고 있는가»와 «무엇이 발생해야 하는가»에 대한 그림을 그려 본다. 그 다음 «작은 사람들»을 operating zone이나 그 근접 장소에서 찾을 수 있는 물질들로 대체한 후 일반적인 기술적 지식이나 설계 지식을 가지고 «무엇이 발생해야 하는가»에 대한 현실적인 구현 방안에 대해 연구해 본다.

7.2. 모순을 시간 분리를 통해 해결하는 원리를 이용하여 과제 구성

만약 6.3단계에서 원칙N° 2- «모순을 시간으로 분리»한다는 것을 선택했다면 과제는 다음과 같은 도식으로 만들어진다.

«(5.2단계에서의 모순 요소를 기입) 요소는, 어느 순간에는 (6.1단계에서 규명한 모순 요소의 일차 물리적 상태(특성)을 기입)이 발생하고, 다른 때에는, (단계5.3에서

규명한 근접 물질이나 장 자원 혹은 상위 시스템 자원(4.5단계) 기입)을 이용하여 (6.1단계에서 규명한 이차 물리적 상태(특성)를 기입)을 수행하고 ... (3.1단계에서 규명한 불필요한 현상을 기입)을 허용하지 않는다.

원칙 № 2.를 선택한 과제를 구성한다. 모든 과제는 모순 해결 원리를 보여주는 그림을 통해 설명한다.

이 단계에서 기술적 모순을 해결하는 원리 № 6, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 28, 19, 20, 21, 27, 34, 36을 사용할 수 있다.

참고 №15.

만약 근접 장소에서 획득한 자원(5.3단계)을 이용해도 만족할만한 결과를 얻지 못했다면 4.5단계에서 찾을 수 있는 다른 자원을 이용하거나 근접 상위 시스템 자원을 이용한다..

사고의 관성을 줄이기 위해서 7.1.1단계를 거쳐야 한다.

7.3 시스템 관계 변화를 통해 모순을 해결하는 방법

만약 단계 6.3에서 원칙 № 3- «시스템 관계 변화»를 선택했다면 과제는 다음의 도식으로 구성된다.

방안 №1 - 다중시스템이 가지고 있는 가능성을 이용.

«(5.2단계에서 규명한 모순 요소 기입) 요소는... (단계 5.3에서 규명한 근접 자원이나 근접 상위시스템 자원을 기입(단계4.5) 을 이용해서

다중 시스템이 되고... (단계6.1에서 규명한 이차 물리적 상태(특성)를 기입)를 만족시키고... (단계 3.1에서 규명한 불필요한 현상 기입)를 허용하지 않는다.

모든 과제는 모순 해결 원리를 보여주는 그림을 통해 설명한다.

이 단계에서 기술적 모순 해결 원리 № 1, 3, 5, 7, 17, 24, 31, 40 를 적용할 수 있다.

사고의 관성을 줄이기 위해 단계 7.1.1.를 수행한다.

방안 № 2 - 반대(antisystem)시스템이 가지고 있는 가능성을 이용

«요소의 일부는 ... (단계 5.2에서 규명한 모순 요소 기입) ... (단계5.3에서 규명한 자원 기입)을 이용하여 반대 시스템이 되어 ... (단계6.1에서 규명한 이차 물리적 상태(특성)를 기입)를 만족시키고... (단계3.1에서 규명한 불필요한 현상을 기입)을 허용하지 않는다.

모든 과제는 모순 해결 원리를 보여주는 그림을 통해 설명한다.

이 단계에서 기술적 모순 해결 원리 № 4, 8, 12, 13, 22, 37를 적용할 수 있다.

사고의 관성을 줄이기 위해 단계 7.1.1.를 수행한다.

방안 №3 -물질 상태 변화 시 발생하는 가능성 이용

«(단계5.2에서 규명한 모순 요소 기입)요소는 ...

(단계5.3에서 규명한 근접 자원 기입)을 이용하여

(다른 상태나 상의 변화)가 되어 ,

(단계6.1에서 규명한 이차 물리적 상태(특성)를 기입)를 만족시키고

(단계3.1에서 규명한 불필요한 현상 기입)을 허용하지 않는다.

사고의 관성을 줄이기 위해 단계 7.1.1.를 수행한다.

이 단계에서 기술적 모순 해결 원리 29, 34, 35, 36, 40을 적용할 수 있다.

사고의 관성을 줄이기 위해 단계 7.1.1.를 수행한다.

방안 №4 - 물리적-화학적 효과 사용.

«(단계5.2에서 규명한 모순 요소 기입) 요소는... (적용되는 물리-화학 효과 기입)을 이용하여

... (단계6.1에서 규명한 요소의 두 번째 물리적 상태(특성)를 기입)를 만족시키고 (단계3.1에서 규명한 불필요한 현상을 기입)을 허용하지 않는다.

모든 과제는 모순 해결 원리를 보여주는 그림을 통해 설명한다.

이 단계에서 기술적 모순 해결 원리 № 14, 18, 23, 25, 28, 32, 34, 37, 38, 39 을 적용할 수 있다.

사고의 관성을 줄이기 위해 단계 7.1.1.를 수행한다.

Part 8

해결안 분석

목적: 가장 좋은 해결안을 선택하고 적용할 수 있는 방안을 모색한다.

8.1. 이상성 근접의 수준

얻어진 결과물 가운데 가장 좋은 것은 이상성에 가장 근접한 것이다. 즉 필요한 기능을 수행하는데 소요되는 재료, 에너지, 시간이 가장 적게 들어가는 것이다.

참고16.

실제 현장에서는 이상성에 근접한 해결 방안이 항상 가장 좋은 방안이 되지는 않는다. 많은 부분 구체적인 상황과 조건, 문제를 결정하는 전문가의 개인적 동기 등의 영향을 받는다. 만약 적용을 위해 기술 공정을 오랜 시간 중지하거나 기본 재료와 복합품의 교체가 필요하다면 대체로 이 해결방안은 채택되지 않는다. 어떤 장비를 적용하는 문제는 그 기능성과 경제성, 기존 시스템과의 조화 등에 따라 결정된다.

8.2 해결안 도입시 현재 발생할 수 있는 새로운 문제발생 가능성 점검

만약 해결 방안을 적용한다면 그로 인해 기술 공정 상 그 전 단계나 그 다음 단계에서 새로운 문제가 발생할 수 있는지 검토해 본다. 만약 그 변화가 부정적인 결과를 초래한다면 그 변화를 없애버릴 가능성을 연구하거나 새로운 해결 방안을 찾아야 한다.

8.3. 해결안 도입시 미래에 발생할 수 있는 새로운 문제발생 가능성 점검

만약 해결 방안을 적용한다면 그로 인해 발생한 변화가 미래 단계에서 시스템, 하위시스템, 상위시스템 수준에서 새로운 문제를 발생시킬 수 있는지 검토해 본다. 만약 변화가 부정적인 결과를 초래한다면 그것을 없애버릴 가능성을 연구하거나 새로운 해결방안을 찾아야 한다.

8.4. 수요가 증가할 때의 변화

다음의 요구 사항이 제기될 때 어떤 문제가 발생할 것인지 구명한다.

- 생산성을 두 배, 세 배, 그 이상으로 증가한다.
- 용량 크기를 늘리거나 줄인다. • 필요한 에너지를 줄인다.
- 작업 환경이나 조건을 변경한다.

8.5. 다른 분야에서의 적용가능성 점검

얻어진 결과물을 다른 생산 부분에 적용할 수 있는지 점검한다.

8.6. 해결안 적용

해결 방안을 제조와 생산에 적용한다.

기술문제정의를 위한 알고리즘 ARIP2009 활용에 대한 몇 가지 조언

1장 관련 (문제에 대한 정보가 충분한지에 대한 검토)

실제로 생산 현장에서 비전문가에게는 어떤 알고리즘도 도움이 되지 못한다. 문제에 대해서는 모든 것을 알고 있어야 한다. 정확한 정보 수집에 문제 해결에 투입되는 시간의 80% 이상이 소요된다. 이것은 매우 중요하고 어려운 작업이다. 발생한 현상에 대한 이해에 알고리즘을 활용하는 작업의 성공이 달려있다. 만약 스스로 어떤 문제를 검토하기로 했다면 그 문제에 대해 책임 엔지니어, 공장의 책임자 혹은 관리자에게 물어보지 않도록 한다. 이 사람들은 자신들의 업무에 바빠서 아무것도 제대로 알려주지 못하며 단지 장비가 안 좋아서 장비를 바꿔야 한다고 말할 뿐이다. 기계기사에게 가서 물어본다면 이 사람들이 무엇이 안 좋고, 언제 안 좋으며, 왜 안 좋은지 보다 정확한 정보를 제공해 줄 것이다. 이 때 이 사람들의 말을 통해 딱 필요한 정보 뿐 만 아니라 추가 정보 역시 얻게 될 것이다.

살펴보는 시스템의 기능을 규정할 때 많은 수의 실수가 발생한다. 시스템의 행정적 기능이나 기술적 기능이 아니라 물리적 기능(!)을 규정해야 한다. 예를 들면 «전등의 스위치 레버를 누른다»이지 «전등을 끈다»거나 «전기회로가 단절되다»가 아니다.

2장 관련 (문제의 진위성 검증)

가장 좋은 해결 방안은 아무것도 할 필요가 없는 것이다. 현명한 사람은 문제를 제거하는 일을 하는 것이 아니라 문제가 발생하지 않는 조건을 만들어 낸다. 가끔 아르메니아의 격언을 기억할 필요가 있다.- «서둘러서 명령을 이행하려 하지 마라. 금방 이 명령을 철회하는 명령이 떨어질 것이다»

문제의 진위성을 검토해야 할 필요성은 인류의 오랜 역사를 통해 검증된 것이다. 고대 그리스 철학자 소크라테스는 다음과 같이 격렬하게 말했다 — «우리 주위에 필요 없는 물건이 어찌 이렇게 많은 것인가!» 우리 역시 불필요한 일은 너무나 많이 하고 있다. 항상 검사해라!

3장 관련 (최초 원인과 불필요한 요소의 규명)

문제를 제기한 사람은 문제의 원인을 모를 있다. 때문에 가끔 주문자가 요구하는 일을 하는 것이 아니라 그에게 정말로 필요한 일을 하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 문제의 최초 원인을 밝혀내는 것이 필요하며 그 원인을 제거해야 한다. 최초 원인을 제거하지 않는다면 모든 해결 방안은 어렵고 많은 자원이 소요되고 이상성에서 멀어지는 것이다. 인내심을 가지고 작은 것이라도 최초 원인에 대한 정보를

수집해라. 이 정보는 아주 가까이 있을 수도 있고 아주 멀리 상위 시스템에 있을 수도 있다. 문제는 문제가 발생한 지점에서 살펴보아야 한다.

4장 관련 (자원 분석)

우리는 우리가 무엇을 가지고 있는지 별로 생각하지 않는다. 자원을 분석하면서 아주 세세한 것에도 신경을 쓰게 될 것이다. 자원은 도처에 있다. 심지어 빈 공간에서도 발견할 수 있다. 우리는 그것을 그저 보지 못할 뿐이다. 유능한 사람은 그 주위에 있는 모든 것을 필요에 따라 사용한다. 첫 번째로 유해하고 무상으로 얻을 수 있는 자원을 사용하며 가장 마지막으로 유용한 자원을 활용한다.

만약 발코니에 염소가 있다면 옆 사람에게 그 염소똥을 농장에 가져가도록 하고 가을에 그 농장에서 따온 채소들을 대신 받도록 해 보자. 유해하고 무상의 자원을 통해서만이 간단하고 경제적인 해결 방안을 얻을 수 있다. 원칙을 따르도록 하라 — 고장난 것은 반드시 고쳐야 한다!

5장 관련 (IFR 구성)

이 부분에서부터 문제와의 진정한 싸움이 시작된다. 이 부분에서 최대한의 용기가 요구된다. 나폴레옹이 한 말을 되새겨 보자. — «불가능을 시도해라. 그러면 최고를 얻으리라!» 설정한 목표를 어떻게 달성할 것인가에 대해서는 아직 생각하지 마라. 가장 용감한 목표를 설정하라. 그리고 검토하라. 이 목표를 달성하기 위한 수단을 반드시 찾을 것이다. 심지어 그 목표를 달성하지 못했다 하더라도 그 목표에 근접한 것이며, 그 목표에서 떨어지지 않도록 하라. 고대 사람들이 말하길 완벽을 목표로 하고 그 목표에 도달하지 못하는 것이 불완전을 목표로 해서 그것을 달성하는 것보다 더 낫다라고 했던가. .

6장 관련 (물리적 모순 구성)

모순을 구성하면서 정상적인 논리로 보았을 때 해결되지 않는 아주 곤란한 모순을 만들어내도록 노력하라. 만약 이런 모순을 만나게 된다면 이것을 아주 기뻐하라. 이것은 해결 방안이 아주 가까이 있다는 것을 의미하는 것이다. 따라서 두 배의 에너지를 가지고 알고리즘을 방패로 삼아 해결 방안에 가깝게 다가가시오. 알고리즘을 따라 진행하면서 우리의 창의적 사고도 세 단계를 거치게 된다. : 1-«이것은 불가능하다!», 2 - «무엇인가 있구나...», 3 - «내가 이것은 아주 좋은 생각이라고 이미 말했잖아!»

7장 관련 (물리적 모순 해결)

모든 일은 우리가 생각한 것보다 많은 시간이 필요하다. 이것은 머피의 법칙 뿐만 아니라 우리 삶 자체가 그렇다. 모든 거대한 과제 내부에는 아주 작은, 외부로 튀어 나오려고 애쓰는 것이 자리잡고 있다. 하나의 모순을 해결하는 방법을 찾은

후, 즉 큰 과제를 해결한 후 아마도 다른, 이것보다는 작은 과제를 접하게 될 것이다. 실제 기술 현장에서 하나로 해결되는 과제는 없다. 이런 과제들은 그저 교재에서만 나올 뿐이다. 이런 하부과제들 역시 첫 번째 과제처럼 해결해야 한다. 즉 원인을 찾고 자원을 탐색하며 IFR을 구성하고 모순을 제거해야 한다. 머피의 법칙을 기억하라. 만약 모든 것이 한번에 잘 이루어졌다면 이 과제의 해결은 그다지 좋은 것이 아니며 무엇인가 완전히 살펴 본 것이 아니거나 놓친 것이다.

8장 관련 (해결 방안 선택과 적용)

만약 얻어진 결과물이 기대한 것보다 좋지 않다면, 예를 들어 «더 좋은 것을 원했으나 얻은 것은 역시나 옳다» 라면, 이것은 필요한 과제를 해결한 것이 아니라는 의미이다. 여기에서는 한 가지 조언을 할 수 있다. 모든 것을 새로 시작하라.

만약 좋은 해결 방안을 얻었다면 자신을 자랑스러워하라. 그러나 기억하라. 모든 해결 방안은 새로운 문제를 만들어낸다. 새로운 문제가 누구에게 필요한가? 아무에게도 필요 없다! 2차적인 문제를 해결해야 한다. 더 이상 문제가 발생하지 않는 완전한 해결안을 도출하여 적용하도록 해야 한다.

사용된 용어들.

알고리즘 - 설정한 목표를 달성하기 위한 연속된 행위의 순서.

물질 - 물질적 대상물.

원하지 않는 현상 - 물리적 세계나 화학적 세계에 나타나는 원하지 않는 불필요한 현상으로 기술 공정에 유해한 영향을 끼치는 것.

원하지 않는 요소 - 불필요한 현상을 발생시키는 요소(물질이나 장).

Operating zone - 원하지 않는 불필요한 현상이 발생하는 공간..

Operating time - 최초로 불필요한 현상이 발생하는 기술 작업이나 물리-화학 프로세스 시간

행정적 모순 - 기술시스템과 인간을 포함한 상위시스템 사이의 충돌. 원하는 것과 실제 사이의 불일치.

기술적 모순 - 기술 시스템 사이의 충돌, 이것은 한 가지 기술 시스템의 어떤 파라미터의 변화(개선)가 일어날 때 발생한다.

물리적 모순 - 하나의 하위 시스템 요소에서의 충돌. 이것은 한 가지 요소를 대상으로 물리적 상태에 대한 모순적 요구 사항이 충족될 수 없을 때 발생한다.

하위 시스템 - 문제 시스템의 요소가 되는 대상.

다중 시스템 - 한 종류 혹은 여러 종류의 요소로 구성된 대상.

생산-기술 문제 - 기술 파라미터가 허용 가능한 기준을 벗어나는 경우, 불량 발생, 비효과, 환경에 대한 악영향 등.

장 - 모든 종류의 상호 작용 형태 - 기계적, 음향, 열, 화학, 전기, 자기, 광, 중력 등.

자원 - 과제 해결을 위해 사용되는 물질과 장.

유용한 자원 - 기술 공정에 사용되며 그 수행을 보장하는 물질과 장.

유해한 자원 - 기술 공정 수행에 유해한 영향을 미치는 물질과 장.

중립 자원 - operating zone에 위치하고 있는 물질과 장으로 기술공정에 사용되지 않고 유해한 영향을 주지도 않는 것

기술 시스템 - 인간이 규정한 기능을 수행하는 자연적, 혹은 인위적 요소들로 구성된 대상물.

상위 시스템 - 문제의 시스템이 소속되는 대상물.

하위 시스템 - 문제 시스템의 부분이 되는 대상물.

안티 시스템 - 반대적 기능을 수행하는 시스템.

문제 구성 - «무엇을?» «어디서?» «언제?» «왜?»라는 질문에 대한 간단한 대답