

TRIZ와 브레인스토밍을 이용한 신뢰성 있는 공학설계 방법

- The Credible Design Method for Solving Engineering
Problems using TRIZ and Brainstorming -

서 승 우 *

Suh Seung woo

박 강 **

Park Kang

Abstract

Most of people who are engaged in research and development find it difficult to solve the engineering problems creatively due to the lack of ideas. There are two famous methods for inventive problem solving: "Brainstorming" and "TRIZ". Brainstorming is the most popular tool until now to find a creative solution and TRIZ is not so popular yet but leads us to a very useful and clear solution. These two methods whose goals are the same usually take quite different routes to the final solution; Those routes have their own unique advantages and disadvantages.

In this paper, a creative problem solving method optimized by correlating Brainstorming and TRIZ is proposed. And this method demonstrates how rough initial ideas can be quickly refined and how a problem can be solved correctly.

Keyword : TRIZ, Brainstorming, Inventive solving

1. 서 론

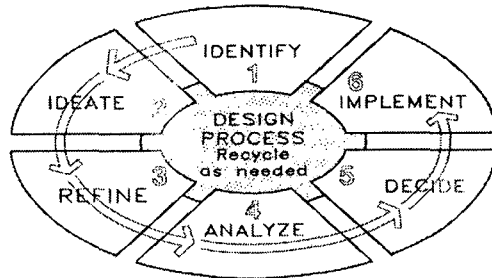
최근 산업체의 제품 연구개발 분야에 종사하는 엔지니어들은 가속화 되고 있는 기술의 진화와 혁신으로 인하여 더 복잡하고 어려운 공학적인 문제를 해결할 것을 요구받고 있다. 신제품 설계는 Fig. 1에서 보는 바와 같은 여섯 단계의 설계 과정(Six Step of Design Process)을 거치게 되는데, 새로운 설계 아이টে을 위한 문제의 정의, 아이

† 본 연구는 한국생산기술연구원 직무기피 해소 연구(유리용기 표면 부식 시스템 개발) 지원으로 수행되었음.

* 명지대학교 기계공학과 대학원

* 명지대학교 기계공학과 부교수

디어 창출, 창출된 아이디어의 정제, 아이디어의 공학적 분석, 그리고 최종 아이디어를 결정하고 개선하여 설계에 적용하는 과정이 그것이다. 이러한 설계과정 전체에서 공학적인 문제가 발생할 수 있으며 엔지니어들은 이들 문제를 해결함으로써 제품개발을 완성할 수 있다. 이러한 공학적 문제 중에서도, 특히 아이디어의 창출과 정제(ideation, refinement) 과정에 발생하는 공학문제들을 해결하기 위해서는 창의적인 아이디어가 필요하다. 하지만 이때 많은 엔지니어들은 창의적 아이디어의 부재로 인하여 문제해결에 어려움을 겪는다.



< 그림 1 > Six Steps of Design Process

공학적인 문제를 해결하기 위한 아이디어 발상법 중에서 가장 폭넓게 사용하고 있는 방법이 브레인스토밍법이다. 거기에 최근 관심을 모으고 있는 또 다른 창의적 문제해결방법으로서 TRIZ가 있다. 브레인스토밍과 TRIZ는 결과적으로는 문제해결을 위한 창의적 아이디어를 제시해 주는 도구이다. 하지만 두 개의 방법은 해결책을 이끌어내는 과정에 있어서 장단점을 각각 가지고 있다.

본 논문에서는 공학 분야에서 사용되는 대표적인 문제해결방법인 브레인스토밍과 TRIZ의 단점을 서로의 장점으로 보완하고 최적화함으로써 문제해결과정에서 시행착오를 줄인 효과적이고 실용적인 공학문제 해결방법을 제시하고자 한다.

2. 브레인스토밍

2.1 개요

브레인스토밍은 1941년 Alex F. Osborn이 광고관계의 아이디어를 내기 위해 제창한 아이디어 발상법이다. 브레인스토밍은 소수의 사람이 팀을 이루어 일정한 주제에 관하여 회의를 진행하고 팀원의 자유발언을 통해 다수의 아이디어를 찾아내는 방법으로 일종의 자유연상법이다. 이 방법은 아이디어의 발상과 평가를 철저히 분리하기 위한 것으로, 제안된 아이디어에 대한 비판 없이 “열린 마음” 혹은 “자유로운 사고”를 사용할 것을 강조한다. 브레인스토밍은 다양한 사람들이 참여하는 그룹회의를 통하여, 아이디어의 연쇄반응을 불러일으켜 가능한 한 많은 아이디어를 생성함으로써 문제에 대한 해결책을 찾기 위해 사용된다. 이 기법은 주로 다음과 같은 경우에 적용한다.

- ① 문제에 대한 존재 가능한 근본 원인을 모두 찾으려 할 때
- ② 문제의 해결책을 찾으려 할 때
- ③ 어떤 개선활동을 해야 할지를 결정할 때
- ④ 프로젝트의 각 단계에 대한 계획을 세울 때
- ⑤ 팀의 창조성을 촉진시키려 할 때
- ⑥ 공정이나 제품 또는 서비스에 대한 개선방안을 찾으려 할 때
- ⑦ 팀의 참여를 통해 공정, 제품, 그리고 서비스에서의 혁신을 시작하려 할 때

브레인스토밍은 많이 사용되는 기법이기는 하나 만능은 아니므로 실행할 때는 주의해야 할 사항이 있다. 우선 브레인스토밍은 광범위하거나 복잡한 문제일 경우에는 사용하기에 적합하지 않다. 단순하고 명료한 문제에만 사용해야 한다. 또한 문제의 성격상 시행착오를 거쳐야 하는 상황일 경우에는 적합하지 않다. 한번에 해답을 얻을 수 있는 문제가 적합하다. 마지막으로 브레인스토밍은 리더의 자질이 성패를 좌우할 수 있다. 기본적으로 참가자들에게 의존하는 방법이기는 하나 리더의 능력에 따라 그 결과가 크게 달라질 수 있기 때문이다.

2.2 브레인스토밍 수행방법

브레인스토밍은 다음 세가지 원리를 통해 이해되어질 수 있다. 1) 그룹을 구성함으로써 한사람보다는 다수가 제시하는 아이디어가 많아진다. 2) 제시된 아이디어 수가 많을수록 질적으로 우수한 아이디어가 나올 가능성이 많다. 3) 우수한 아이디어는 비판을 가하지 않으면 더 많이 제시된다는 것이다. 그러므로 브레인스토밍에서는 어떠한 내용의 발언이라도 그에 대한 비판을 해서는 안되며, 오히려 자유분방하고 엉뚱하기까지 한 의견을 출발점으로 해서 아이디어를 전개시켜 나가도록 하고 있다. 회의에는 리더를 두고, 구성원 수는 10명 내외를 한도로 한다.

브레인스토밍은 다음의 4가지 원칙에 입각하여 회의를 진행한다.

- ① 가능한 많은 아이디어를 제안하라. (창조적이 되어라)
- ② 원한다면 다른 사람의 아이디어에 편승하라. (Hitchhike)
- ③ 절대로 비판하지 않는다. (긍정적인 피드백조차도 허용되지 않는다)
- ④ 엉뚱한 의견이 환영받는다. (Free-wheeling)

3. TRIZ

3.1 개요

TRIZ는 구 소련 해군에서 특허 업무를 담당하던 Genrich S. Altshuller가 개발한 체계적인 발명 이론이다. 그는 수학 문제를 푸는데 특정한 공식을 이용하듯이, 공학적인 문제를 해결하는데도 같은 원리들이 전혀 다른 산업분야에서 여러 해의 시차를 두고 비슷한 문제 해결에 반복적으로 사용한 것에 주목하였다. 그리고 그는 발명가나 문제 해결자들이 용이하게 사용할 수 있게 기존의 발명에 관한 지식을 조직적으로 일반화

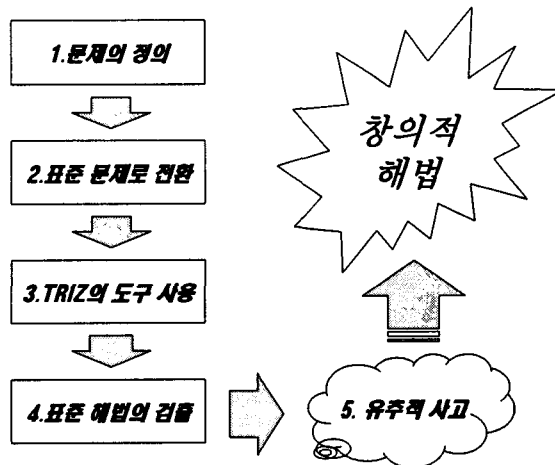
할 수 있다고 생각했다. Altshuller는 1946년에 전 세계의 40만 건의 특허를 분석하여 혁신적인 기술 발전을 이룰 수 있는 방법론으로 체계화하여 TRIZ를 만들었다.

TRIZ는 특허에서 찾아낸 발명의 문제(inventive problem), 발명의 해결책(inventive solution)의 정의와, 발명의 수준, 기술시스템의 진화법칙 발명(patterns of evolution)의 규칙성이라는 네 가지 주요 내용을 기반으로 했고, 다수의 공학적 원리와 많은 물리학적, 화학적, 기하학적 효과들을 포함한 광범위한 기술 지식 데이터베이스를 포함하고 있다. 이들을 기반으로 누구나 용이하게 반복 재사용할 수 있는 문제 해결의 기반을 조성하는 방법론으로 발전하였다.

TRIZ에서 주목할 점은 “창의력을 필요로 하는 발명의 문제는 적어도 한 개 이상의 모순(contradiction)을 갖고 있다”고 정의한 것이다. 다시 말하면 TRIZ에서의 문제는 모순으로 표현된다. 산업체의 연구개발 분야에서 TRIZ는 발생한 공학적 문제들을 이러한 모순들로 표현해주고, 각 모순들 간의 타협이나 Trade-off 없이 창의적인 아이디어로 모순을 없애는 역할을 한다.

3.2 TRIZ의 문제 해결 순서

TRIZ의 문제 해결의 시작은 직면한 문제에 대한 정확한 인식이다. 이는 개념 설계의 초기에서 반드시 필요한 단계이기도 하다. 일단 문제 인식의 단계가 지나면 해당문제를 TRIZ 도구들을 사용할 수 있는 이른 바 “표준 문제”로 전환한다. 표준문제가 확정되면 TRIZ 도구 즉 다양한 지식 데이터베이스를 이용한 여러 가지의 “표준해결책”을 찾아내어 “유추적 사고”(analogic thinking)로 검토함으로써 개념적인 문제 해법의 근간을 찾을 수 있다. 이 과정에서 다른 문제 해결방법과 다른 것은 문제 해결단계에 있어서 시행착오법(Trial & Error)을 사용하지 않고 체계적으로 빠른 해결책을 얻는다는데 있다. Fig.2는 TRIZ의 이러한 문제 해결 순서를 보여준다.



< 그림 2 > TRIZ의 문제 해결 순서^[4]

3.3 TRIZ의 도구 및 수단

TRIZ를 이용한 문제 해결 도구들은 위에서 언급한 TRIZ의 기반이 된 4가지 내용을 토대로 누구나 용이하게 반복 재사용할 수 있도록 발전하였다.

TRIZ의 도구에는 다음과 같은 것이 있다.

- 가. 이상기능 개념(Ideality Concept)
 - 나. 기능 분석(Functional Analysis)
 - 다. 모순행렬(Contradiction Table)
 - 라. 분리의 원리(Separation Principles)
 - 마. 파괴분석(Subversion Analysis)
 - 바. 물·장 분석(Su-Field Analysis)
 - 사. 공학적 시스템의 발전 법칙(Laws of Evolution of Engineering Systems)
 - 아. 효과적인 과학적 지식 (Physical, Chemical, Geometry Effects)
 - 자. ARIZ (Algorithm of Inventive Problem Solving)
 - 차. TRIZ Software
- 위에 나열된 도구들 중 가장 기초적인 것이 모순행렬과 분리의 원리이다.

(1) 모순 행렬(Contradiction Table)

모순 행렬은 초기에 사용되었던 재래식 TRIZ 도구로서 Altshuller가 방대한 기술 자료를 분석하여 추출한 총 1,263개의 “기술적 모순“의 종류들을 39×39 행렬에 정리하여 만든 것이다. 여기서 모순(Contradiction)이란 주어진 문제를 해결하기 위하여 하나의 공학적 특성을 개선할 경우, 그 시스템의 다른 공학적 특성이 약화되는 관계를 뜻한다. 행렬의 좌측 1열에는 개선하고자 하는 공학적 특성, 상단 1행에는 약화되는 공학적 특성을 할당한 후, 행과 열이 교차하는 곳에 40가지의 발명 원리 중에서 해당 모순을 제거하는데 사용될 수 있는 발명원리의 숫자들이 열거되어 있다. 이 발명의 원리들은 여러 다른 공학 분야의 특허 등을 연구하여 얻어낸 것으로 각 교차점은 통계적으로 그 모순 해결에 가장 빈번히 이용된 발명의 원리들이 나열된 것이다. 39×39의 전체 모순 행렬은 8절의 참고 문헌 [11] 에서 찾아볼 수 있다.

Undesired Result (Conflict)	Feature To Improve	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Weight of moving object	Weight of non-moving object	Length of moving object	Length of non-moving object	Area of moving object	Area of non-moving object	Volume of moving object	Volume of non-moving object	Speed	Force	Tension, pressure	Shape	Stability of object
1	Weight of moving object			15, 8, 28, 34		23, 17, 30, 34		29, 2, 40, 28		2, 8, 15, 30	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 33, 19, 39
2	Weight of non-moving object				10, 1, 20, 30		35, 30, 15, 2		6, 35, 14, 9		8, 10, 19, 28	13, 20, 10, 15	13, 10, 28, 39	1, 40, 1, 40
3	Length of moving object	8, 15, 29, 34				18, 17, 4		7, 17, 4, 35		13-4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34
4	Length of non-moving object		35, 28, 40, 29				17, 7, 10, 60		38, 6, 2, 14		28, 10	1, 14, 35	13, 14, 38, 37	18, 7, 35
6	Area of moving object	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4				7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	15, 30, 35, 2	10, 15, 35, 29	6, 54, 29, 4	11, 2, 13, 39
6	Area of non-moving object		30, 2, 14, 19		20, 7, 9, 39						1, 18, 10, 19, 38, 39			2, 38
7	Volume of moving object	2, 28, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17				29, 4, 38, 34	16, 35, 36, 37	6, 35, 38, 37	1, 16, 28, 10, 29, 4	1, 38
8	Volume of non-moving object		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14					2, 18, 37	24, 28	7, 2, 34, 28, 35, 38, 40		
9	Speed	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		28, 30, 34		7, 29, 31		13, 28, 18, 19	8, 18, 28, 40	35, 15, 28, 33, 19, 34		
10	Force	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 6, 38	28, 10	18, 10, 1, 19, 36, 37	1, 19, 15, 9, 12, 37	2, 34, 15, 12		13, 28, 36, 40	28, 19, 21, 11	16, 21, 10, 35, 40, 34	35, 10, 21	
11	Tension, pressure	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 19	35, 10, 38	35, 1, 14, 18	10, 15, 14, 18, 34, 25	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 34, 36	36, 35, 21	35, 4, 18, 10	35, 4, 35, 33, 10, 2, 40	
12	Shape	8, 10, 29, 40	15, 10, 28, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10		14, 4, 18, 22	7, 2, 38	26, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	33, 1, 18, 4	
13	Stability of object	21, 35, 8, 39	26, 30, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 34, 28, 18, 39	34, 28, 36, 40	32, 15, 28, 19	10, 35, 21, 18	5, 35, 18, 4	22, 1, 40, 34	
14	Strength	1, 8, 40, 28, 40, 18	1, 40, 1, 28	1, 15, 1, 8, 35	15, 14, 28, 28	3, 34, 28, 40, 29	8, 40, 29, 28	10, 15, 14, 7	8, 14, 17, 15	8, 13, 28, 14	10, 3, 1, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 13, 3, 35	
15	Durability of moving object	19, 3, 34, 31		2, 19, 9		3, 17, 19		10, 2, 19, 30		3, 35, 18, 2	19, 2, 27	19, 2, 27	14, 26, 13, 3, 36	
16	Durability of non-moving object		5, 27, 18, 18		1, 10, 39			35, 34, 38					38, 3, 38, 33	
17	Temperature	38, 22, 5, 38	22, 35, 5, 38	15, 15, 9	15, 18, 9	3, 35, 28, 38	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 29, 35, 30	38, 10, 2, 27	35, 39, 18, 2, 18, 32	14, 22, 1, 35, 32	1, 35, 22, 19
18	Brightness	19, 1, 32	2, 35, 32			19, 32, 28								
19	Energy spent by moving object	12, 18, 28, 31		12, 28		15, 19, 25		35, 13, 25		8, 15, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 28	12, 2, 19, 13, 17, 24	
20	Energy spent by non-moving object		18, 9, 6, 37								38, 37		27, 4, 28, 19	

< 그림 3 > 모순행렬 (일부)

(2) 분리의 원리(Separation Principles)

모순에는 물리적 모순, 행정적 모순, 기술적 모순이 있는데, Altshuller는 공학적인 문제에서 도출되는 물리적 모순을 극복하고자 할 때 모순되는 성질을 “분리의 원리”를 사용하여 제거하도록 하였다. 가장 보편화된 분리의 법칙은 공간, 시간, 규모, 조건에 대하여 분리하는 것이다. 문제 해결자는 (1) 물리적으로 모순되는 파라미터들이 시간, 공간, 규모로 분리가 가능한지를 생각해봐야 하며, (2) 또는 같은 물질 안에서 상반되는 성질이 공존할 수 있는가를 따져봐야 한다. Table 1은 분리의 원리의 각 요소에 대해 간략히 설명하고 있다.

< 표 1 > 분리의 원리

- ① Separation in TIME:
 - 시스템의 파라미터나 요소가 시간에 따라 존재하기도 하고 존재 하지 않기도 함.
- ② Separation in SPACE:
 - 시스템의 파라미터나 요소가 공간이나 방향에 따라 존재하기도 하고 존재 하지 않기도 함.
- ③ Separation in SCALE/ Structural Level:
 - 시스템의 파라미터나 요소가 분석하는 규모에 따라 존재하기도 하고 존재 하지 않기도 함.
- ④ 동일한 물질내의 다른 조건 하에서 상반되는 성질이 공존

4. 브레인스토밍과 TRIZ 의 장단점

브레인스토밍과 TRIZ는 창의적 아이디어 창출과 문제 해결도구라는 측면이 매우 유사하나, 문제해결 과정은 매우 상이하다. 브레인스토밍은 아이디어 발상위주의 방법이므로 시행착오 접근이 반드시 동반되며, 아이디어의 내용보다는 양에 의존하여 사고의 방향성을 갖고 있지 않다. 반면 TRIZ는 여러 문제에 대한 폭넓은 분석으로 제시된 문제를 표준화하여 그에 적절한 해결 방향으로 이끌어나가 창의적인 해법을 만들어내는 방법을 사용한다. 특히, TRIZ의 경우에는 처음 생성시점부터 공학문제 해결을 위한 방법론으로 시작하여 그 내부에 과학적 요소가 포함되어 있어 브레인스토밍보다 전문화된 방법이기도 하다.

해결과정의 전개를 보면 브레인스토밍은 ‘연역법’에 기초한 방법이고 TRIZ는 ‘귀납법’에 기초한다. 연역법에 기초한 브레인스토밍은 전제된 문제에 따라 파생되는 여러 가지 결과들, 즉 아이디어들이 나오게 되고, 귀납법에 기초한 TRIZ는 하위단계의 지식으로부터 단계적로 진행되어 결론에 다다른다.

위에 언급한 것을 종합해 보면 브레인스토밍보다 TRIZ가 월등히 우수한 문제 해결방법임에 틀림없다. 하지만 TRIZ의 문제 해결 방법론은 단지 발생한 공학적인 문제를 기존의 해결 방법에 입각하여 그대로 투영한 방법론일 뿐 문제를 직접 해결해 주는 도구가 될 수는 없다. 즉, TRIZ의 방법은 단순한 공식의 적용으로 문제의 해결의 실마리는 풀어낼 수 있지만 브레인스토밍에서 지향하는 창의성이 배재된 문제해결의 첫 단계를 이끌어 주는 역할을 하는 것이다.

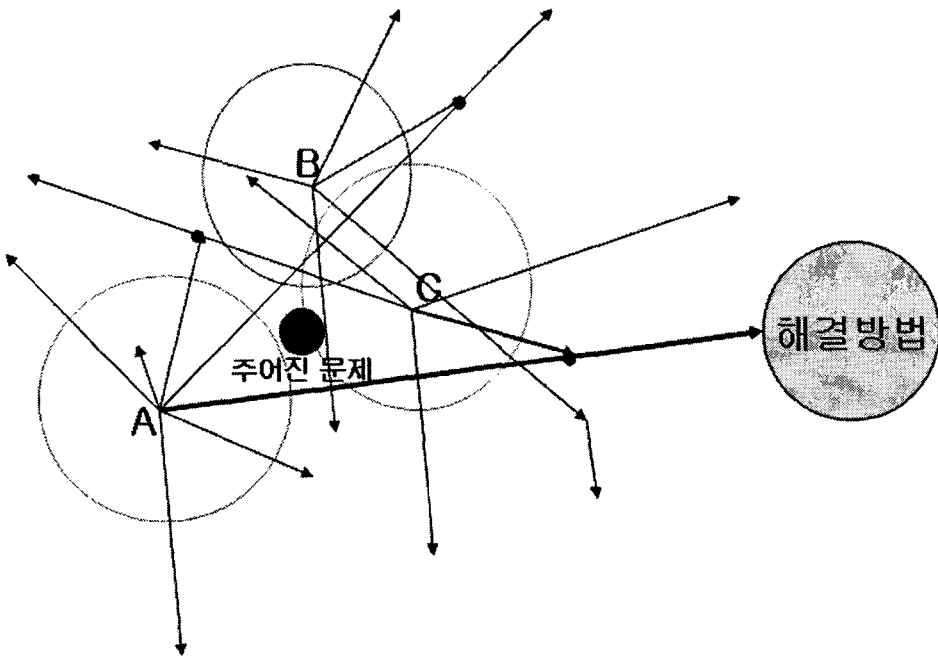
가장 보편적으로 널리 쓰이고 있는 브레인스토밍과 문제에 창의적 기법을 빠르게 제시하는 TRIZ의 장·단점을 정리하면 다음과 같다.

< 표 2 > 브레인스토밍과 TRIZ의 장단점

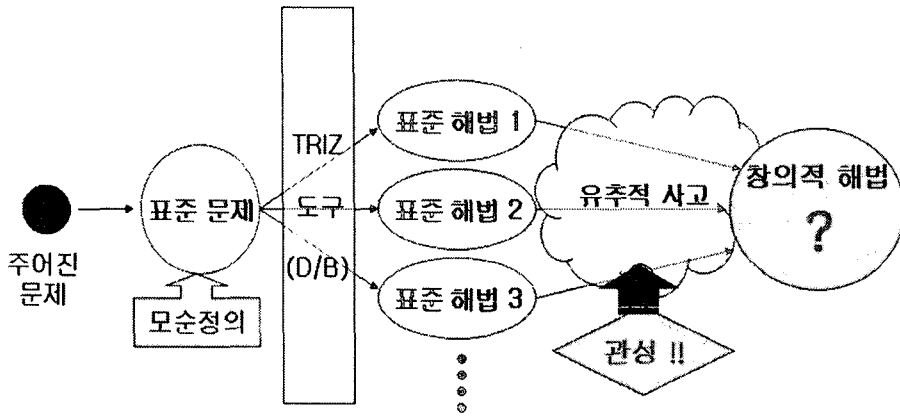
	브레인스토밍	TRIZ
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 습득과 활용이 용이 · 공학적 문제뿐 아니라 다양한 사안에 대해 사용가능 · 문제 인식만 명확하다면 준비기간이 불필요 · 다양한 아이디어 구사 가능 · 단시간에 창의적 사고 유발 · 부정적 사고를 탈피할 수 있는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> · 문제인식과 모순을 찾아내면 유용한 방법 도출 가능 · 단시간에 문제 해결의 돌파구 확보 · 참여자의 수와 무관한 도구 · 경험에 의한 도구 · 이미 제시된 유용한 기술을 즉시 응용 가능 · 공학문제 해결에 기초
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 대전제인 문제정의가 잘못되면 해결책 불신 · 뚜렷한 결론 도출 불가 · 아이디어 제시를 위한 시간 소요 · 참석자의 수가 많아야 함 (팀 협력이 우선) · 목표 지향적인 탐색 방법이 아님 (無 방향성) · 경험을 통한 방법이 아님 · 불필요한 아이디어 누적 · 최적에 해법에 도달여부가 불확실 	<ul style="list-style-type: none"> · 습득과 활용이 어렵다 · 아직은 공학적 문제 해결을 위주로 함 · 문제에 대한 인식부족으로 모순도출에 실패하면 불필요한 해결책으로 진행 · 많은 사고의 습득이 우선됨 · 창의성의 미흡 · 해결 과정 중 다른 문제에 봉착하면 다음단계의 진행이 어려움

아래의 Fig. 4, 5는 각각 브레인스토밍과 TRIZ의 문제해결과정의 문제점을 표현하였다. Fig. 4에서는 A, B, C 세 사람은 문제점에 대한 해결 방안을 브레인스토밍하여 여러 가지 방향(화살표가 아이디어를 의미)으로 제시하고 있다. 주어진 아이디어뿐 아니라, 남의 아이디어에서 시작하여 자신의 관점에서 새로운 아이디어를 났으로써 새로운 아이디어를 제시하기도 한다. Fig. 4에서 A는 C가 낸 아이디어에 편승(굵은 선)하여 아이디어를 제시함으로써 창의적인 해결방법에 접근하는 것을 나타낸다. 이러한 편승 아이디어를 통해 또다른 아이디어를 창출하고, 문제의 해를 얻을 때까지 계속된다. 하지만 브레인스토밍을 하게 되면 그 문제의 해결책으로 가기 위해서는 많은 시간과 시행착오를 겪게 되고, 최악의 경우 전혀 다른 해결책을 받아들이게 된다.

Fig. 5에서 보면 TRIZ에서 제시하는 표준문제를 이용해 표준해법을 찾는데까지는 매우 효과적으로 문제를 풀어나가는 듯 보이지만, 유추적 사고를 이용하여 TRIZ의 표준해법을 원래 문제의 해법으로 풀어나가는 과정에서 또다른 아이디어 제시라는 문제에 봉착하게 되어 진행에 어려움을 겪을 수 있고, 그 해결방법 또한 관성을 갖고 창의성이 미흡한 해법으로 진행될 수 있다.



< 그림 4 > 브레인스토밍의 문제 해결



< 그림 5 > TRIZ의 문제 해결

위 표와 그림을 통해서 정리해보면 브레인스토밍과 TRIZ는 유사한 목적을 가지고 있는 방법이지만 장단점이 대비되는 것을 볼 수 있다. 다시 말하면 이렇게 대비되는 두 방법은 상호 보완적인 효과를 기대할 수 있다.

5. 브레인스토밍과 TRIZ의 연계

브레인스토밍과 TRIZ를 연계함으로써 두 가지 방법의 단점을 보완해 줄 수 있다. 본 논문에서는 누구나 실용적으로 사용할 수 있는 브레인스토밍과 TRIZ가 연계된 창의적 문제해결 방법을 제안하고자 한다.

TRIZ는 이미 검증되어진 문제 해결 방법이다. 하지만 그 이론을 실무에서 사용하기 위해서는 오랜 학습 시간과 실무 경험을 필요로 하기 때문에 TRIZ의 초보자들이 사용하기에는 많은 어려움이 있다. 또한 이론에 근거한 해법체시로 창의성이 결여되어 있을 뿐만 아니라, 최종적으로 TRIZ가 제시한 문제해결을 위한 발명원리를 실제 문제에 적용하기 위해서는 다시 아이디어를 창출해야 한다.

브레인스토밍은 발산적인 사고를 근간으로 한 방법이므로 불필요한 아이디어를 포함한 과다한 수의 아이디어를 다루어야 하므로 구체적인 해결방법에 도달하기까지가 힘들고 오랜 시간이 소요된다.

이러한 두 가지 이론의 장점은 계승하고 단점을 보완한 연계방법은 다음과 같다.

제1단계 : 발생한 공학적 문제에 대해 TRIZ를 바탕으로 모순을 도출하여 표준문제로 전환한다.

제2단계 : TRIZ의 도구(모순행렬과 분리의 법칙)를 사용하여 표준해법(발명의 원리)을 얻어낸다.

제3단계 : 얻어진 발명원리를 실제 문제의 해결책으로 적용하는 브레인스토밍을 수행한다. 여기서는 기존의 TRIZ 방법에서 사용하던 강제 연상을 사용하지 않기 때문에 더 많은 아이디어가 제안될 수 있으며, 방향성 있는(제한적인) 브레인스토밍을 수행함으로써 발산적 브레인스토밍의 단점도 보완하게 되었다.

제4단계 : 앞에서 제안된 다수의 창의적인 아이디어를 다듬어서 실용적인 소수의 아이디어로 만든다.

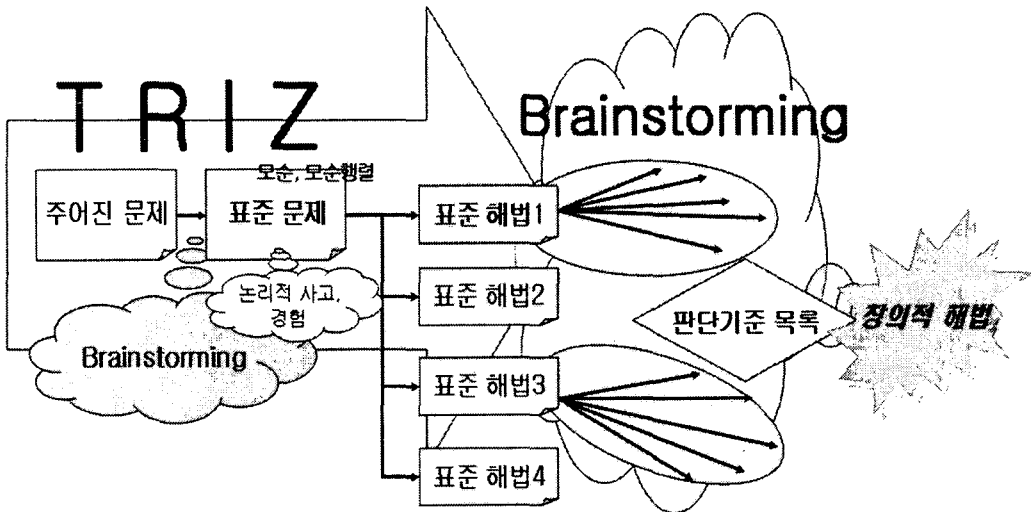
제5단계 : 판단 기준목록을 만들어 최종 아이디어를 채택하여 개념 설계를 완료한다.

앞에서 설명한 연계방법의 제1단계에서 보다 정확한 모순 도출을 위해서 브레인스토밍방법을 사용할 수도 있고, 브레인스토밍 중간에 자신의 아이디어에 대해 스스로의 모순을 찾아내어 TRIZ이론을 적용하는 것도 또 하나의 방법이 될 수 있다.

제2단계에서 사용하는 TRIZ의 도구는 전문적인 TRIZ 교육을 받지 않더라도 비교적 간단하게 사용할 수 있는 “모순행렬”과 “분리의 법칙”, “물-장 분석”등을 적용하여 실용성을 부여한다.

제3단계에서 사용하는 브레인스토밍은 이미 표준해법이 나온 이후에 진행되므로 아이디어의 폭이 좁아지고 소수의 참여 인원으로도 최종 단계에 필요한 해답을 얻을 수 있다.

이렇게 브레인스토밍은 TRIZ를 통하여 문제의 범위를 좁게 만든 후 적절한 시기에 사용되어져 실용적인 해결책을 쉽게 낼 수 있도록 하였다. Fig. 6은 제시한 연계방법을 도식화 한 것이다.



< 그림 6 > 브레인스토밍과 TRIZ의 연계

6. 브레인스토밍과 TRIZ의 연계방법의 적용

6.1 문제 정의와 표준문제화 : 제1단계

제시된 브레인스토밍과 TRIZ의 연계 방법을 이용한 설계사례이다. 유리병의 외부를 반투명하게 부식시키는 공정의 자동화된 라인에서 부식액인 불산(HF)이 병의 내부로 침투하는 것을 막고 부식경계선을 나선부분 아래에 일정하게 생성해 주는 홀더를 설계해야 한다.

홀더의 가장 중요한 조건은 장·탈착이 용이하고 병이 장착된 홀더가 이동시 병을 안정되게 고정시켜줘야 하는 것이다. 모순 행렬에서 개선하고자 하는 대상의 특성은 (1) 부식액인 불산이 병 내부와 나선부분에 침투하지 않도록 완전한 밀폐, (2) 홀더와 병이 이동할 때 안정을 위해 강한 압력이 필요하다는 것이고, 그에 따라 악화되는 특성은 (1) 홀더의 압력이 강해지면 홀더를 탈·부착이 어렵다는 것이다.

이 두 가지를 TRIZ의 39개 공학적 특성에 적용시켜 보기로 한다. 문제점을 공학적 특성으로 전환하게 위해서는 대상의 특성을 39가지 특성에 어느 것에 맞추어야 할지 민해야 한다. 이 부분에서 대부분의 TRIZ를 사용하는 문제 해결자들은 시행착오법(Trial & Error)을 사용하여 변수들을 맞춰가게 되는데 이런 과정에서 잘못된 공학지식이나 좁은 소견으로 인해 부적합한 변수를 연관시키게 되어 결국은 해결에 실패하는 요인이 되기도 한다. 본 문제의 해결과정에서는 이 부분에서 브레인스토밍을 사용하기로 했다. 서로 다른 전공 지식을 가지고 있는 4명에게 39가지 특성은 공개하지 않고 위의 두 가지의 모순이 어떠한 공학적인 변수가 될지 브레인스토밍을 유도했다. 브레인스토밍 완료 후에 작성된 플립차트를 확인하여 정리한 결과는 Table 3과 같다.

< 표 3 > 공학 매개변수로 전환

<ul style="list-style-type: none"> 개선하고자 하는 대상의 특성 : 홀더는 불산이 나선부분에 침투하지 않도록 완전히 밀폐시키고, 이동시 병을 고정시키기 위해서 강한 밀폐 압력이 필요하다. 	<p>☞ 11. 압력</p>
<ul style="list-style-type: none"> 악화되는 대상의 특성 : 홀더의 밀폐 압력이 강해지면 홀더에 병을 넣고 뺄 때 힘이 많이 든다. 힘을 조정하기 위한 장치를 추가하게 되는 경우 홀더가 복잡한 형상을 갖게 된다. 	<p>☞ 10. 힘, 37. 조절의 복잡성</p>

6.2 표준 해법 : 제 2 단계

정해진 한 쌍의 매개변수(useful & harmful parameter)를 모순 행렬에 적용하여 발명원리를 찾아낸다. 찾아낸 발명의 원리는 아래 Table 4, 5와 같다.

< 표 4 > 모순행렬

악화되는 매개변수		1	2	..	10	..	37	38	39
		움직이는 객체의 무게	고정된 객체의 무게		힘		조절의 복잡성	자동화의 정도	생산성
1	움직이는 객체의 무게								
	·								
11	압력				35, 36, 21		2, 36, 37		
	·								
39	생산성								
	·								

< 표 5 > 11행 10열의 발명원리

- 36 상태 전이 [Phase Transition]
 - a. 상태전이 시 발생하는 현상(즉, 부피변화, 열발산, 열흡수 등을 이용한다.
- 35. 특성 변형 [Transformation of Properties]
 - a. 시스템의 물리적 상태를 변화시킨다.
 - b. 농도나 밀도를 변화 시킨다.
 - c. 유연성의 정도를 변화 시킨다.
 - d. 온도나 부피를 증가시킨다.
- 21. 고속처리 [Rushing Though]
 - a. 유해하거나 위험한 작업은 고속으로 수행한다.

6.3 브레인스토밍 : 제3단계

다음 단계에는 위에서 제시된 각 발명 원리와 하위의 설명을 검토하여 아이디어를 제시하게 되는데, TRIZ에서는 이 부분에 있어 아이디어 발상을 위한 기본 모델을 잡고 강제연상에 의한 즉, 유추적 사고에 의한 방법을 통해 아이디어를 도출하고 이것을 기술적 모순의 해결로 이어가게 된다. 강제연상에 의한 방법은 아이디어를 내는데는 무리가 없으나 창의적인 요소가 결여되어 있고 다양한 해결 방법을 회피하여 더 나은 해결방법을 간과할 수 있다. 여기서는 이 과정에서 역시 브레인스토밍을 사용하여 제시된 발명의 원리 안에서 보다 창의적인 아이디어를 얻고 다양한 지식 영역에서 효과적인 최종 해결 방법을 얻어 낸다. 이 단계에서의 브레인스토밍은 방향성이 없다는 브레인스토밍의 단점을 TRIZ의 방향성 있는 해결 방법의 영향으로 일정한 영역을 갖는 방향성을 갖고 진행된다.

< 표 6 > 발명의 원리를 이용한 브레인스토밍 내용

<p>36 상태 전이 [Phase Transition]</p> <ul style="list-style-type: none"> -상태전이 시 발생하는 현상(즉, 부피변화, 열발산, 열흡수 등)을 이용한다. 가변 홀더이용 <ul style="list-style-type: none"> · 홀더에 공압기구를 두고 수축팽창이 가능한 튜브 장치 · 홀더에 강자성체와 자기장을 이용한 부피변화가 가능한 튜브장치 · 홀더에 기구적 운동으로 수축팽창이 가능한 구조(고무장치) · 홀더를 부피변화가 가능한 고무재료로 성형 <p>35. 특성 변형 [Transformation of Properties]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유연성 변화 <ul style="list-style-type: none"> · 병을 홀더에 장입할 때는 고무의 유연성을 높여주고 장입 후 고정을 위해 고무의 유연성을 저하는 메커니즘의 고안 → 솔레노이드와 링크를 이용한 그리핑 메커니즘의 삽입 · 병의 홀더를 하나의 재료가 아닌 여러 개의 재료로 구성하여 병과 닿는 부분은 유연한 재료 사용 - 농도나 밀도의 변화 : <ul style="list-style-type: none"> · 장을 강자성 입자와 함께 사용(물·장 해석 적용) · 홀더의 내부에 자속 밀도의 변화에 반응하는 강자성 분말의 사용하여 그리핑 효과를 얻음.
--

6.4 아이디어 조합, 최종 해법 : 제4, 5단계

브레인스토밍을 통해 제시된 아이디어는 TRIZ의 표준해법 즉, 발명의 원리를 기준으로 나열된 아이디어들이다. 이러한 아이디어 중에 같은 시스템에서 사용할 수 있는 것이나 브레인스토밍의 편승아이디어처럼 진보된 해법으로 조합한다.

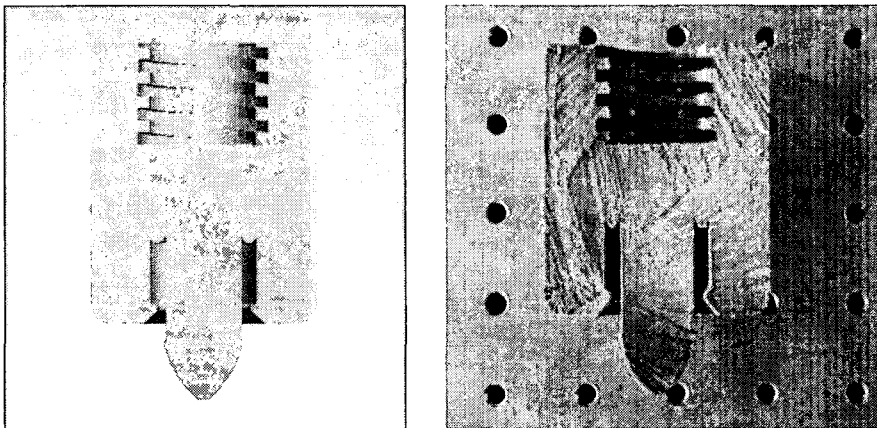
조합된 아이디어 중에는 적용가능 여부를 확인할 필요가 있다. 예를 들면 생산비용과 시스템과의 조화, 환경적인 제약 등이다. 아무리 창의적이고 효과적인 해법이라도 공학에서 가장 중요한 경제적 효율이 떨어진다면 창의성은 무색해질 것이다.

이러한 각종 제약 조건들을 아이디어의 “판단 기준 목록”으로 만들어 4단계까지의 아이디어를 최종 해법화 하기 위한 기준으로 삼는다.

< 표 7 > 판단 기준 목록

- | |
|--|
| <p>1. 경제성 - 홀더 단가를 1만원 이하로 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 복잡한 기구부 제거 - 홀더의 재료 - 홀더의 수 <p>2. 제조의 용이성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 홀더 내부의 기구구조 최소화 - 새로운 메커니즘 적용 가능 여부 - 취부부분의 호환 및 장착 용이성 |
|--|

위의 기준에 부합하는 아이디어를 정리한 결과 (1) 홀더는 기구부를 제외한 간단한 구조 (2) 유연성과 부피변화를 동시에 만족하는 고무 이용 (3) 마찰력과 밀폐압 유지를 동시에 이용하기 위한 병 내측과 외측의 접촉구조 의 3가지를 기준으로 기본 설계안을 결정했다. Fig. 7은 기본 설계안으로 설계한 홀더이다.

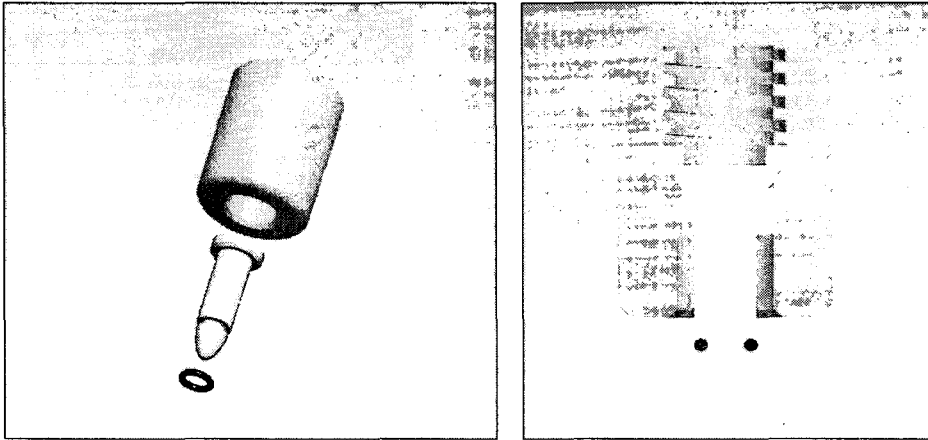


< 그림 7 > 기본 설계안에 따른 홀더

기본 설계안으로 설계, 제작된 홀더는 병의 밀폐와 고정에는 문제가 없었으나, 고무의 특성(property)과 병과의 공차부분에서 오차가 있어 장·탈착시 힘이 다소 소요되었다. 또한 홀더가 고무라는 한가지 재료로만 이루어져 지나치게 유연함을 갖고 있어 안정성을 떨어뜨린다는 문제가 있었다.

따라서 최종 설계안에서는 공차부분에 대한 개선, 강성을 가져야 할 코어부분을 플라스틱

재질로 바꾸었다. 이는 표준해법에서 브레인스토밍을 이용한 부분에서 아이디어를 편승한 것이다(Table 6. 참조). Fig. 8은 최종설계안의 3차원 설계 조립도와 단면도이다.



< 그림 8 > 홀더 최종안

발명의 원리를 이용한 브레인스토밍 결과, 해결자 개인의 강제 연상(유추적사고)에 의한 방법보다 다양하고 효과적인 아이디어들을 포집할 수 있었고 각 발명의 원리 가운데서 편승되고 반복적으로 원리가 사용되어 명확한 해결책으로 정제되어 최적화를 이끌었다.

7. 결 론

브레인스토밍과 TRIZ는 공학적인 문제해결 과정에 있어서는 다른 성격을 갖고 있는 방법들이다. 브레인스토밍의 경우 연역적 방법에 기초하여 다수의 아이디어를 수집하고 그중에서 창의적인 해결방법을 찾아가는 방법이고, TRIZ는 귀납적인 방법에 기초하여 공학 문제를 TRIZ에서 제시하는 표준 문제로 전환하고 표준해법을 얻어내어 유추적 사고를 통해 역시 창의적 해결방법을 찾는 방법이다. 이 두 가지 방법은 방향성의 유무와 공학 문제의 공식화된 해결 과정, 다양한 아이디어의 수용이라는 점에서 연계되어 사용할 수 있었다. TRIZ의 표준화된 해결 과정 중에서 표준문제로의 정의, 모순의 정의 그리고 표준해법을 기초로 창의적 해법을 얻기 위한 과정에서 브레인스토밍을 사용한다. 이로써 표준해법의 영역 안에서 다양한 아이디어를 제시하고 창의적인 해법을 도출하게 된다. 이렇게 두 가지 방법을 연계하여 각각 해결방법의 장점을 이용하고 단점을 보완해 줄 수 있는 효과적인 문제 해결 방법이 될 수 있음을 보였다.

연구 개발에서 발생하는 공학적 문제의 해결책을 빠르고 효과적으로 도출하기 위하여 전문적인 방법인 TRIZ와 널리 사용되는 브레인스토밍을 혼합해 사용하였다. TRIZ를 이용하여 문제를 일으키는 모순을 찾아내고 이 모순 해결을 위한 표준 해결 방법을 찾아냈다. 이 표준 해결방법을 기초로 브레인스토밍을 통하여 창의적인 아이디어를

제안하였다. 이러한 과정은 소수의 인원으로 시행착오 없이 체계적으로 직면한 공학적 문제를 해결하는 효과적인 기법으로 사용될 수 있다. 제시된 방법을 연구개발 영역뿐 아니라 간단한 공학 문제를 해결 하는데 적용할 수 있다.

8. 참 고 문 헌

- [1] James H. Earle, Graphics for Engineering, 4th edition, Addison-Wesley, 1996.
- [2] Charles Clark, 신민정 역, 브레인스토밍(Brainstorming: how to create successful ideas), 거름, 2003.

저 자 소 개

서 승 우 : 명지대학교 기계공학과 졸업
現 명지대학교 일반대학원 기계공학과 석사과정
관심분야는 CAD/CAM, 메카트로닉스

박 강 : 現 명지대학교 기계공학과 부교수, 공학 박사.
관심분야는 CAD/CAD, 메카트로닉스, Telerobotics