

창의적 문제 해결이론 (TRIZ, 트리즈)를 이용한 공기 정화 기능의 모기 유인 퇴치기 개발

이 경 원* (한국산업기술대학교 기계설계공학과)

Development of Mosquito Trap with Effect of Air Cleaning by Using Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

Kyeong-Won Lee (Mechanical Design Dept., Korea Polytechnic University)

ABSTRACT

This paper describes the development process of mosquito trap with the effect of air cleaning by using the substance-field analysis and evolution pattern of systems in the theory of inventive problem solving (TRIZ).

By the concept of standard solution about introducing S3 substance, modification of S1 (human) and S2 (mosquito) between first substance S1 and second substance S2 with harmful effect, we got the concept of the mosquito trap with mosquito attractants instead of mosquito reluctantants such as mosquito stick coil and skin medicine with bad and toxic smell.

The number of mosquitos trapped by one trap near cattle shed per one night in summer, was over 10 thousands with some effects of air cleaning.

Key Words : Mosquito Trap (모기 유인 퇴치기), Theory of Inventive Problem Solving (창의적 문제해결이론), TRIZ (트리즈), Conceptual Design (개념 설계), Air Cleaning Effect by Photocatalysis of TiO₂ (TiO₂ 광촉매 공기 정화 효과)

1. 서론

고정 관념을 타파하는 방법, 공학적 모순을 해결하는 방법, 시스템의 기능에 대한 분석과 문제를 창조적으로 해결하는 표준적인 방법, 차세대 제품 및 차세대 프로세스의 개발, 경쟁 회사의 특허를 회피하는 체계적인 방법이 있다면 공학 설계를 담당하고 있는 설계자는 누구나 배워서 실제 설계에 도입하고 싶은 욕망을 느낄 것이다.

이상과 같은 해결 방법을 가장 공학적으로 접근한 사람이 있다. 제 2 차 세계대전 직후, 소련 해군에서, 특허 업무를 담당하고 있었던 Genrich S. Altshuller 는 창조성을 높이는 방법을 알아내기 위하여 약 40 만건의 특허를 분석하여 체계적인 방법을 찾아내었다.

Altshuller 는 1946 년 20 세의 젊은 나이에 이러한 활동을 시작하였다. 수 많은 특허를 통계적으로 분석하여 도출한 정보를 이용해서 창의적으로

문제의 해결책을 도출하고자 하는 과학적이고 체계적인 접근 방법이 TRIZ 이론이다. "TRIZ" 는 창의적 문제해결이론을 의미하는 러시아어 머리문자를 쓴 것이고, 영어로는 "Theory of Inventive Problem Solving" 라고 한다. 구 소련 시대부터 소련 내에서는 TRIZ 에 대한 교육이 초등학교로부터 대학에 이르기까지 계속되고 있으며, 여러 가지 공학적 문제를 해결하는데 TRIZ 를 활용하였다. 이 이론이 서방측에 본격적으로 전해진 시기는 페레스트로이카를 계기로 해 구 소련의 TRIZ 전문가나 기술자가 해외로 나온 때부터이다. TRIZ 에 관한 문헌은 다수 존재하지만 대부분이 러시아어로 쓰여져 있어서, 이 이론이 아직 널리 알려지는데 걸림돌이 되고 있다고 생각된다.

TRIZ 를 이용하여 Microsoft, GE, Ford, Boeing, Xerox 등 미국의 우수 기업들이 상품개발에 적극 나서고 있고 좋은 결과를 얻고 있다. 국내에는 1996 년 소개되어 대기업체와 대학에서 이를 도입

하여 제품 개발 단계에서의 공학적 문제 해결 및 창의적 기계설계 교육에 활용하기 시작하였다.⁽¹⁻⁶⁾

본 연구는 모기를 퇴치하는 방법에, TRIZ 이론 중에서 물질-장 분석방법 (Substance-Field Analysis) 과 기술시스템 진화 패턴법 (Evolution Pattern of Technological Systems)을 적용하여, 모기 유인 퇴치기란 개념안과 공기 정화 부가 기능 추가의 효과적인 방법을 찾았던 과정을 설명하고 있다.

또한 실제로 만들어진 모기 유인 퇴치기 (공기 정화 부가기능)을 모기가 많은 여름 축사 주변에서 실제 실험을 해서 하룻밤에 한 기계로 만마리 이상의 모기를 잡아 줌을 확인할 수 있었고 상품화되어 팔리고 있기도 하다.

2. 물질 - 장 분석법에 의한 모기 유인 퇴치기 개념안 도출

2.1 물질-장 분석법 소개

물질-장 분석법 (Substance-Field Analysis) 이란 문제 해결을 원하는 시스템을 모델링하기 위한 트리즈의 분석 도구 중 하나이다. 두 개의 물질 S1, S2 로 두 개 물질의 관계에 영향을 주는 하나의 장 (Field) 으로 아래 Fig. 1 의 삼각형 구성 요소를 시스템의 문제가 되는 부분을 모델링한다.

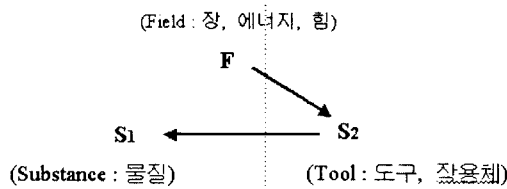


Fig 1. Triangle model in substance field analysis

관계의 표시로 서로 바람직한 효과, 불충분한 효과, 유해한 효과로 표시해서 문제가 되는 시스템의 유형을 나눈다. 각각의 유형에 대해서 표준해결책으로 77 가지 패턴을 그 동안의 혁신적인 특허, 기술 혁신 사례에서 도출된 해결책의 개념과 그 사례들을 보고 문제 해결의 개념 아이디어를 도출하는, 트리즈의 문제 해결 분석 도구이다.

2.2 물질-장 분석법에 의해서 모기를 유인해서 퇴치하는 개념 도출

기존의 모기퇴치 방법들, 모기향으로 모기를 쫓는 방법, 유충 방제 방법, 바르는 모기약 에 대해서,

물질-장 분석을 위한 모델링으로 살펴 보면 Fig. 2 과 같다.

바르는 모기약을 보면, 사람 S1 과 모기 S2 사이의 유해한 효과인 “피를 빨려고 문다” 것의 해결책으로 이물질인 바르는 모기약 S3 를 중간 보호층으로 사용하고 있다. 그렇지만 바르는 모기약은 사람한테 심한 독성이 있는 냄새를 풍기기도 하며 시간이 몇 시간 지나면 그 냄새가 약화되어서 모기 압력이 사람을 다시 부는 경우가 있어서, 완전한 해결책으로 한계가 있음을 사용 상에서도 알 수 있다

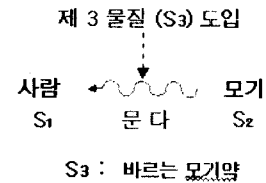


Fig 2. Symbols and modeling of skin medicine against mosquito in substance field analysis

이와 같은 물질-장 분석의 패턴에 대해서, 트리즈의 표준해결책은, 유해한 영향을 주는 S1, S2 사이에 중간 보호층 S3 을 도입하되, S1 과 S2 그 자체 또는 그 변형물로 해야 한다는 표준해결책을 제시하고 있다.

이 문제에서는 Fig. 3 와 같이, S3 는 S1 (사람), S2 (모기)의 변형체, 또는 그 자체인 것인 좋은 표준해결책이 된다는 개념을 얻을 수 있다. 이 개념을 만족시킬 수 있는 방법을 생각해 보면 S3 는 “모기에 잘 물리는 인공사람” 이란 개념을 도출할 수 있다.

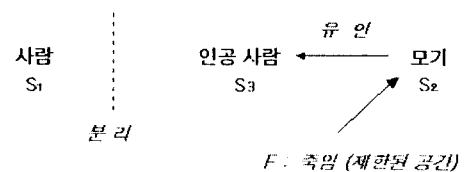


Fig 3. Concept-generating process of artificial human (machine) that mosquito likes very much

즉 모기에 잘 물리는 인공 사람을 기계적으로 구현해서, 사람과 모기 사이에 두어서 모기를 적극적으로 유인해서 퇴치하면 효과적이라는 것을 알 수 있다. 이는 태우는 모기향, 전자 모기향, 암모기가 싫어하는 초음파로 모기가 덜 오게 하는 식의 모기를 쫓는 종래의 개념과 반대로, 오히려 모기를 적극적으로 유인해서 퇴치한다는 새로운 개념이 도출된다. 모기를 유인하는 방법은 모기 곤충학에서

모기가 좋아하는 유인원으로는, 특별한 파장의 빛 (300 ~ 400 nm, 약한 자외선 파장), 호흡 중의 이산화탄소, 땀냄새, 체온 정도의 열, 검은 색깔이 있음을 알 수 있다.⁽⁷⁾ 이 중, 경제성, 실현 가능성을 고려해서 구체적으로 모기가 좋아하는 특별한 파장의 빛을 내는 벌레 유인 등의 아이디어가 먼저 선택되었고 퇴치, 죽이는 방법으로는 고압 방전시키는 종래의 방법 외에 흡인 팬으로 등 주변에 모인 모기를 빨아들여 죽이는 구체적인 방법이 Fig. 4 와 같이 적용되어 제품화되었다.

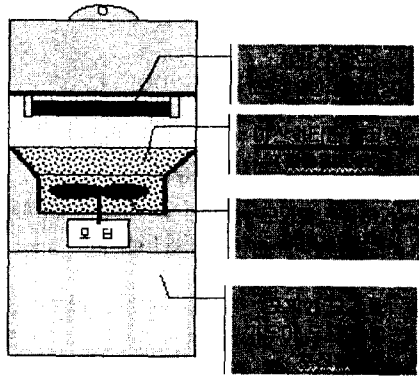


Fig 4. Schematic drawing of mosquito trap

3. 기술 시스템 진화 패턴에 의한, 공기 정화 부가 기능을 갖는 개념 도출

3.1 기술 시스템 패턴 소개

트리즈에서는 좋은 특허, 기술 혁신 사례가 불규칙적으로 발명자의 경험, 직관에 의해서, 우연한 경우에 의해서 만이 아니라, 어떤 일정한 패턴, 즉 진화 패턴을 있음을 찾아 내었다. 이 패턴을 크게 8 개가지, 최근 10 가지로 정리하고 그 패턴 내에 몇 개의 경향 (Trend) 을 갖는 것을 구성되어 있으며 계속 그 내용이 추가 보완되고 있다. 이 기술 진화 패턴에는 진화하는 단계 (Stage) 가 몇 개 있어서 현재 있는 시스템이 개발되어 온 이력을 보고서 각 패턴에 어떤 단계가 있는 가를 보고서 그 다음의 진화된 단계의 개념을 도출하는 데 도움을 얻을 수 있다. 즉 성능이 향상된 혁신적인 시스템에 관한 큰 흐름, 개념 안을 찾는 데 도움을 준다.

3.2 이상성이 증가하는 시스템으로 진화한다는 패턴과 슈퍼시스템으로 진화한다는 패턴에 의한, 공기 정화 부가 기능 개념 도출

차세대 모기 유인퇴치에 대해서도 적용한 기술 시스템 진화 패턴은 이상성 증가와 슈퍼 시스템으로의 전이한다는 법칙이다.

트리즈에서는 이상적인 시스템 (Ideal Final System)으로, 비용이 전혀 없으면서 원하는 기능을 만족하는 이상적인 시스템으로의 진화를 시스템 발전, 진화의 큰 흐름으로 본다. 이상성 (Ideality) 을 시스템에서의 모든 유익한 기능들을 유해한 기능들로 나눈 것을 지표로 해서 이 이상성을 극대화하는 방향으로 기술 시스템이 진화한다는 법칙을 추출하여 자원, 비용 (유해한 기능 중 하나)을 적게 하면서 유익한 기능들 (주기능, 부가 기능)을 더 얻을 수 있도록 시스템을 혁신적으로 개선하려고 한다.

$$\begin{aligned} \text{이상성 (Ideality)} &= (\text{모든 유용한 기능의 합}) \\ &\quad / (\text{모든 유해한 기능의 합}) \\ &= \text{기능} / \text{비용} \end{aligned}$$

모기 유인 퇴치기에서 이상성을 높이는 방법에는, 비용을 크게 들이지 않고 모기 유인 효과를 높일 수 있는 방향과 모기 유인 효과 외에 다른 좋은 기능을 추가하는 방향과 유해한 기능을 없애는 방향으로, 비용을 크게 들이지 않는 방법을 고려해 볼 수 있다.

큰 비용이 들지 않고 실현 가능성이 높은, 모기 유인퇴치방법으로 모기 유인 자외선 등으로 유인하여 모인 주변의 모기를 흡입 팬으로 빨아들이는 방법에 대해서 비용을 크게 들이지 않으면서 모기를 유인하는 대표적인 물질 중, 이산화탄소를 발생시키는 여러 방법들을 고려할 수 있으며 또 한편 모기 유인 퇴치 기능 외에 유익한 추가 기능을 찾는 구체적인 방법을 찾아 보도록 개발자의 개념 설계 방향, 정보 검색 방향을 잡도록 도와 줄 수 있다.

우선 부가되는 유익한 기능으로, 주로 모기가 가축사 주변에서 말라리아, 가축병을 옮기는 매개원이라는 것과 가축사 주변에서 악취가 많이 나고 각종 세균이 많음에 착안하여 공기 정화, 살균 기능이 필요함에 착안하여 이 기능을 비용을 적게 들이면서 구현하는 아이디어들을 찾기로 하였다.

모기를 유인하는 자외선 등과 공기 정화/ 살균 기능을 낼 수 있는 아이디어 중에서 최근 환경물질로 재료 분야에서 크게 각광을 받고 있는 이산화티타늄 (TiO₂) 가 자외선 등에 의해서 활성화되어 공기 정화/ 살균 기능이 있음을 찾게 되었다.

구체적으로 모기를 유인하는 벌레 유인 등 (300~400 nm) 주변에 이산화티타늄 코팅을 하는 아이디어를 내게 되었다. 이는 이산화티타늄의 광촉매 반응을 일으키도록 하는 별도의 자외선 등으로 모기 유인 등을 그대로 사용할 수 있어 큰 비용이

들지 않으면서 공기 정화/살균 부가 기능을 추가도 얻을 수 있어서 모기 유인 퇴치기의 이상성을 크게 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

또한 모기 유인 효과를 높이는 데 기여도가 큰 이산화탄소를 쉽게 얻을 수 있는 아이디어를 찾게 되었다. 기존의 이산화탄소를 얻는 방법은 이산화탄소를 다루고 보관하기 힘든 드라이아이스를 사용하는 방법, 고압의 액체 이산화탄소 가스통을 사용하거나 석회석을 태우고, 어떤 물질을 연소시켜서 발생시켜야 하는 데 그 비용이 상당히 증가하는 문제점이 있었다.

앞서 찾았던 아이디어인, 이산화티타늄 광촉매 반응 메커니즘을 더 자세히 보니, 공기정화/살균 기능의 부산물로 이산화탄소가 다음과 같이 얻어짐을 알 수 있었다.

TiO_2 표면 + 자외선 조사 → 수산화기(OH⁻) 대량 생성 (수산화기가 오존 O₃ 보다 산화력이 매우 큼)

여기서 나온, 수산화기(OH⁻)가 공기 오염물, 세균, 미생물이 탄소 결합물과 반응하여, 공기를 정화, 세균을 살균하면서 탄소가 떨어져 나간 무기물과 그 부산물로 이산화탄소(CO₂), 수분(H₂O)가 나옴을 알 수 있었다. 공기 오염 정도에 따라서 차이가 나지만 부가적으로 찾고 있는 이산화탄소 발생 장치가 얻어졌다.

정리하면, 공기 정화/살균과 이산화탄소의 부가적인 발생에 모기 유인 효과의 유익한 기능들이 증가하면서 유해한 기능, 비용이 TiO₂ 코팅 비용만 추가되면서 모기 퇴치 시스템의 이상성을 높이는 방향으로 상당히 진화될 수 있는 아이디어가 도출되었고 기존에 이런 방법이 소개되어 있지 않아서 공기 정화 기능의 모기 유인 퇴치방법으로 특히 출원하게 되었다. 이 개념을 또 하나의 기술 진화 패턴으로 슈퍼 시스템(Super System)으로 발전한다는 기술 진화 방향에서도 살펴보았다.

여기서 슈퍼 시스템이란 상위시스템과 결합하거나 새로운 기능과 결합되어 복합 다기능 또는 더 큰 상위 시스템으로 발전해 간다는 것이다. 따라서 공기 정화 기능까지 있는 복합 다기능 시스템, 슈퍼 시스템으로 발전해 갔음을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

모기 퇴치기 개발의 개념 설계에서 창의적 문제 해결 이론의 물질-장 분석과 기술시스템 진화패턴의 기술 예측 방법을 이용해서, 모기 유인 퇴치라는 개념과 광촉매인 이산화티타늄과 모기를 유인하는 자외선 등을 이용해서 공기 정화 효과도 줄 수

있는 새 개념의 모기 유인 퇴치기 개념을 얻고서 제품으로 개발할 수 있었다.

Fig. 5 와 같이 실제로 만들어진 모기 유인 퇴치기(공기 정화 부가기능)을 모기가 많은 여름 축사 주변에서 실제 실험을 해서 하룻밤에 한 기계로 10,000 마리 이상의 모기를 잡아 죽을 확인할 수 있었고 상품화되어 팔리고 있기도 하다.



Fig 5. Mosquito trap with air cleaning implemented

트리즈에서 제안된 방법들은 이 개발 과정의 개념 설계 단계에서, 좋은 또한 더 많은 아이디어들을 체계적으로 도출하는 데 큰 도움이 되는 도구임을 확인할 수 있었다.

후 기

본 연구는 2000 년 하반기 산업자원부 신기술 벤처 창업(TBI) 기술개발자금지원에 의해서 개발된 것으로 관계자 분한테 감사의 뜻을 전합니다.

참고 문헌

1. 김영일, 이경원, "TRIZ 이론에 대하여," 기계저널, 대한기계학회, 제 36 권, 제 6 호, June, pp. 57-63, 1999
2. 이경원, "트리즈 이론," 지적재산권제도개론, 전자출원 시범대학 교수용 교재, 특허청, 한국발명진흥회, pp. 62-78, 2001
3. 김익철, "발명특허의 과학," 현실과 미래사 2001
4. Yuri Salamatov, "The Right Solution at The Right Time," Insytec B.V., 1999
5. 조형희, "트리즈", 현실과 미래사, 1998
6. 박영택, 박수동, "발명 특허의 과학," 현실과 미래사, 1999
7. 이한일, "위생곤충학," pp. 139-197, 고문사, 1997