

Development of the Unmanned Automatic Test System for a Portable Detector using TRIZ TESE

YuShin Chang*

*Principal Engineer, Division of Research and Development, Hanwha Systems, Yongin, Korea

[Abstract]

This paper propose an development of the unmanned automatic test system for a portable detector using TRIZ Methodology. A new development scheme among of the unmanned automatic test system configurations was obtained after application of the TESE(Trends of Engineering System Evolution) one of the TRIZ methods. Using Pugh matrix drives some improving ideas. The key idea of this unmanned automatic test system scheme is to minimize whole test procedure time of each portable detector and to maximize the amount of portable detectors at once. Between the before and the after configurations of the 3D mechanical model find out improvements. This paper shows that the proposed development scheme improves the test performance efficiency compared to previous scheme.

▶ **Key words:** Unmanned automatic test system, Portable detector, TRIZ, TESE, Pugh matrix

[요 약]

본 논문에서 운용자의 지속적인 작업 없이 휴대용탐지장치의 기능 및 성능시험을 원격으로 수행하기 위한 무인자동화시험시스템의 설계 개선을 위해 TRIZ 방법론의 기술적 진화법칙(TESE, Trends of Engineering System Evolution)을 적용한 방안을 제안한다. 시험에 소요되는 시간과 비용을 고려하여 휴대용탐지장치 한 대당 소요되는 시간 비용을 최소화하고 한번 시험시 최대한 많은 수의 휴대용탐지장치를 시험할 수 있도록 개선된 효율적인 설계 개발 방안을 도출한다. 또한 설계된 구조와 개선된 설계 구조에 대한 3D 모델링 형상을 설계하여 설계 개선 전과 후의 무인자동화시험시스템을 비교한다. 여기서 제안된 방안을 적용한 무인자동화시험시스템은 기존 시험시스템의 여러 가지 단점들을 해결함으로써 이상성을 높이고 휴대용탐지장치의 기능 및 성능시험 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

▶ **주제어:** 무인자동화시험시스템, 휴대용탐지장치, 트리즈(TRIZ), 기술적진화법칙(TESE), Pugh matrix

• First Author: YuShin Chang, Corresponding Author: YuShin Chang
*YuShin Chang (yushin.chang@hanwha.com), Division of Research and Development, Hanwha Systems
• Received: 2021. 03. 19, Revised: 2021. 06. 04, Accepted: 2021. 06. 05.

I. Introduction

창의적 문제 해결 이론(Theory of Inventive Problem Solving)의 러시아어의 머리글자를 조합한 단어인 트리즈(TRIZ)의 기술적 진화법칙(Trends of Engineering System Evolution : TESE)을 적용하여 휴대용탐지장치의 기능 및 성능시험을 원격으로 수행하기 위한 무인자동화시험시스템의 개선 설계 개발에 관한 논문이다. 여기서 1946년 러시아의 G.S. 알트슐러(G.S. Altshuller)에 의하여 개발된 이론인 TRIZ 이론은 기술 진화가 외견상으로 우연한 단계로 구성되어 있는 것처럼 나타나지만 결국 기술 진화는 대부분 반복되는 유형을 나타낸다는 이론이다[1-3]. 그래서 반복되는 유형들을 살펴보면 나타나는 공통점, 반복되는 패턴, 원리들을 찾기 위해서 수백만건의 특허를 연구 분석하여 데이터베이스화 함으로써 발상의 전환을 통한 아이디어 도출이 필요할 때, 구체적으로 적용할 수 있는 원리와 함께 아이디어 도출을 위한 적절한 가이드 라인을 제공할 수 있다[4-7]. 1990년대 후반 이후부터, 세계에 알려진 TRIZ 이론을 국내 및 국외의 대기업 연구개발 분야에서 기존의 연구개발 방법론으로 해결하지 못한 문제들의 해결을 위한 창의적인 아이디어 발상에 적용 가능성을 입증하는 연구가 많이 발표되고 있다[8-11]. 여기서 TRIZ 방법론을 통해 시스템의 설계 단계에서부터 발생하는 문제 내부의 모순을 찾아 자원 분석과 자원 활용을 사용하여 이상성(Ideality) 향상 검증 등의 3대 핵심개념 및 고유의 도구(tool)들을 이용하여 문제에 대한 혁신적이고 창의적인 해결책을 도출하는 과정을 다음에 소개하는 단계를 통해 단계별로 진행한다[3][4]. 첫 번째 단계는 모순 정의로 설계단계에서 기술적 모순 또는 물리적 모순을 정의한다. 두 번째 단계는 자원 분석과 자원 활용으로 유효적이며 유용한 자원을 분석하고 활용한다. 다시 말해, 시스템이나 시스템 가까이 있는 자원으로부터 쉽게 만들어지는 정보, 대상, 재료, 에너지 등을 분석하고 활용하여 시스템에 해로운 요소까지도 긍정적 자원으로 전용할 것을 확인한다. 세 번째 단계로 시스템의 이상성(Ideality)을 증가시킨다. 유해한 기능은 최소화하고 유용한 기능은 최대화하는 이상적인 최종결과(IFR : Ideal Final Result, 이상 해결책)를 지향하는 해결책을 검토하고 선택하여 비용 및 유해한 영향 없이 원하는 이익을 산출한다[9][12]. 즉, 모든 개선안 도출시 가용한 자원에 대한 고찰을 통하여 비용의 절감 및 이상성을 극대화시킨다[10][13]. 또한, 현재를 기준으로 과거의 기술진화를 정리 분석하고 기술진화의 패턴을 활용하여 미래의 기술개발의 방향성 및 시나리오

를 예측하는 방법론인 기술적 진화법칙을 적용하여 기술 시스템에 대한 진화 예측도구로 사용하여 보다 이상성이 높은 시스템을 개발하도록 한다[6].

최근의 자동화시험장비들은 효율적인 시험을 위해 비용적인 측면과 소요 시간적인 측면을 고려하여 시험시스템을 설계 개발하는 추세이다. 따라서 본 논문에선 TRIZ 방법론 중 기술적 진화법칙을 이용하여 무인자동화시험시스템에 적용 가능한 비용과 소요시간이 효율적으로 고려된 최적의 설계 개발 방안을 제안한다.

II. Preliminaries

1. TRIZ creativity steps

일반적인 4단계 창의적 방법은 다음 그림 1과 같다 [2][14]. 사용자의 구체적인 문제를 추상화 과정을 통해 일반화된 문제로 정의하여 일반화된 해결책을 생성한다. 생성된 해결책의 구체화를 통해 사용자의 구체적인 해결책으로 도출한다. 도출된 해결책은 시행착오 과정을 거쳐 실현을 위한 사용자의 구체적이고 이상적인 해결책을 구한다.

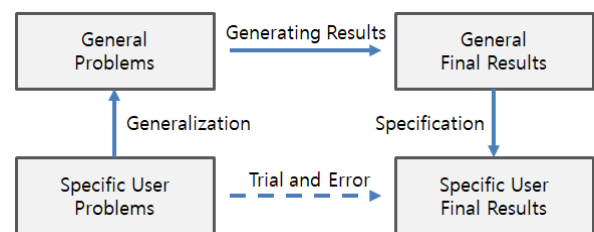


Fig. 1. 4 steps for problem solving

본 논문에서는 4단계 창의적 방법을 발전시킨 다음과 같은 트리즈의 6단계 창의적 방법을 적절히 수정하고 조합해서 적용한다. 창의적 문제 해결방법인 트리즈의 6단계 창의성은 창의적 향상을 위한 수정된 방법론이다. 6단계는 다음과 같이 문제 도식화, 요소-상호작용, 문제 해결책 평가, 시스템 기능분석, 이상해결책(IFR: Ideal Final Result), 모순을 새롭게 해석하여 도출하는 6단계로 구성된다. 이러한 방법을 적절히 조합해서 사용하면 창의적으로 문제들의 해결책을 찾을 수 있다[15]. 기존 창의적 문제 해결을 통한 많은 사례에 대해 힌트와 그것을 단서로 한 '유추적 사고'가 주된 역할을 했다고 많은 연구자들이 알고 있으며 영감을 얻는 과정에서 영감을 상세히 정의함으로써 새로운 구체적인 해결책을 얻었다[16].

1.1 Problem Situation Description

문제를 해결하기 위하여 문제의 핵심을 그림으로 도식화하는 표현이 중요하다. 따라서, 본 연구의 문제의 핵심은 그림 2에서 나타나 있는 것처럼 휴대용 탐지 장치를 장착한 무인자동화시험시스템이 땅속에 매설되어 있는 금속 탐지표적과 비금속탐지표적 위를 지나갈 때 탐지가 원하는 요구대로 효율적으로 수행되는 것이며 무인자동화시험시스템은 다중스캔구동제어부(X축, Y축, Z축), 매설토양시험부, 원격통제실로 구성된다.

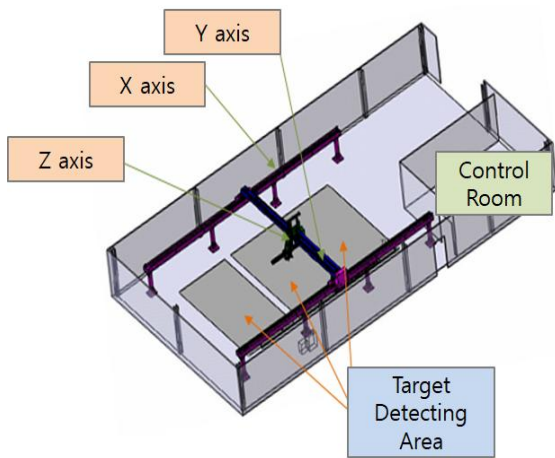


Fig. 2. Unmanned Automatic Test System Configuration

1.2 Function Analysis of the System

기능분석은 기술시스템이나 공정을 기능의 관점에서 분석하여 비교적 간단한 모델을 선정하여 기술시스템을 분석하는 새로운 방법 이론으로 기능분석의 정의에 따라 결정한 표현은 “무인자동화시험시스템은 휴대용탐지장치를 장착하여 금속표적 및 비금속표적을 탐지하는 시험을 수행하는 것”이다. 그림 3에서 시스템 기능분석에 대해 살펴보면, 실선 화살표(파란색)는 유용한 기능을 나타내고 점선 화살표(빨간색)는 유해한 기능을 나타내고 있다. 기술시스템이 휴대용탐지장치를 장착하여 표적을 탐지하는 시험을 수행할 때 해당 표적이 매설되어 있는 매설토양시험부 위를 지나가며 탐지하는데 무인으로 자동화 탐지하는 것은 유용한 기능이며 휴대용탐지장치 한 대를 장착하여 무인 자동화 탐지하므로 많은 시간이 소요되고 그로 인해 시험비용이 많이 발생하게 되는 유해한 환경요소가 나타난다. 이 환경요소들은 모든 기능수행에서 반드시 등장하게 되고, 문제 해결은 유용한 기능을 만족하면서 시간 및 비용이라는 유해한 환경요소들을 최소화하게 만드는 것이다.

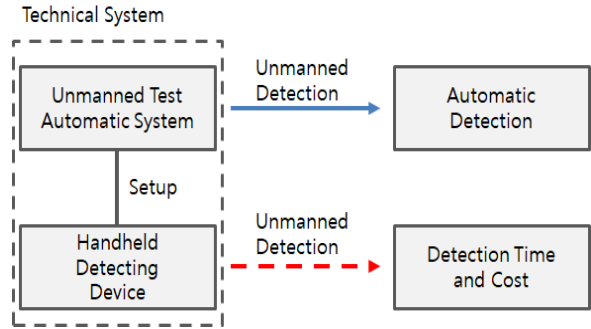


Fig. 3. Function Analysis of the System

1.3 Ideal Final Result

일반적으로 문제를 해결하기 위한 연구 과정은 자신의 지식과 경험을 바탕으로 제한된 방향에 집중하여 해결하는데, 그 문제를 해결하기 위하여 이상해결책(IFR)을 가정해 보면 고정된 사고관성을 제거하는데 도움을 준다. 문제 도식화와 시스템 기능분석을 통해 무인자동화시험시스템의 이상해결책을 가정할 수 있다.

- 1) 무인자동화시험시스템은 휴대용탐지장치를 장착한다.
- 2) 무인자동화시험시스템은 장착된 휴대용탐지장치의 기능성 시험시 시험시간이 소요된다. (시험시간 최소화 해결책. 한번에 여러대 시험 vs 한번에 한 대 시험)
- 3) 무인자동화시험시스템은 장착된 휴대용탐지장치의 기능성 시험시 시험비용이 발생한다. (시험비용 최소화 해결책. 한번에 여러대 시험 vs. 한번에 한 대 시험)

1.4 Contradiction Definition

TRIZ의 중요한 개념 중의 하나인 모순은 기술적 모순(Technical Contradiction)과 물리적 모순(Physical Contradiction)으로 구분된다[9]. 기술적 모순은 서로 다른 두 개의 인자가 모순을 일으키는 것으로 개선하고자 하는 공학적 인자에 상응하는 악화되는 공학적 인자를 선정하고 개선하고자 하는 공학적 인자와 악화되는 공학적 인자가 trade-off 값인지 확인한다. 물리적 모순은 동일한 인자가 모순을 일으키는 것으로 어떤 하나의 기술적인 인자가 서로 다른 값을 동시에 가져야 하는 경우의 모순이다 [16-18]. 물리적 모순을 해결하는 방법으로 시간에 의한 분리, 공간에 의한 분리, 전체와 부분에 의한 분리, 조건에 의한 분리 등이 있다[5].

무인자동화시험시스템의 물리적 모순은 다음과 같으며, 도출된 물리적 모순 1, 2에 대한 분리를 나열하였다.

[물리적 모순 1]

시험 시간은 짧아야 하고 길어야 한다. : 자동화시험시

시스템을 이용한 휴대용탐지장치의 기능 성능 시험 시 탐지기 한 대당 시험에 소요되는 시간은 짧아야 하고 하루에 확보할 수 있는 시험시간은 많아야 한다. (대당 시험시간은 빨리 수행하거나 여러대를 한꺼번에 시험한다.)

- 전체/부분분리 : 자동화시험시스템의 시험 시간은 전체 휴대용탐지장치 물량 기준으로는 짧게 한다. 부분 휴대용탐지장치 1대 물량 기준으로는 충분히 많게 한다.

[물리적 모순 2]

시험 비용은 적게 들어야 하고 많이 확보해야 한다. : 자동화시험시스템을 이용한 휴대용탐지장치의 기능 성능 시험 시 탐지기 한 대당 시험에 소요되는 비용은 적게 들어야 하고 하루에 확보할 수 있는 시험 비용은 많아야 한다. (대당 시험 비용을 최소화하기 위해 시험 항목을 단순화 하거나 여러대를 동시에 시험한다.)

- 전체/부분분리 : 자동화시험시스템의 시험 비용은 전체 휴대용탐지장치 물량 기준으로는 적게 들어야 한다. 부분 휴대용탐지장치 1대 물량 기준으로는 충분히 많게 해야 한다.

1.5 Element-Interaction

다소 복잡한 시스템을 좀 더 깊이 있게 연구할 수 있는 요소-상호작용 단계는 6단계 창의성 방법론 중에서 가장 강력한 문제 해결 능력을 가진 단계이며, 시스템과 연관된 문제를 자세히 모델링하기 위한 핵심적인 도구이다. 다음 그림 4의 Multi-screen thinking을 이용하여 자원 분석을 수행하여 확인한다. 시간적인 구분에서는 과거-현재-미래의 3단계로 구분하여 문제 발생 전 과거와 문제 발생한 현재를 기준으로 문제 발생 후의 미래 개선안을 도출해 본다. 또한 시스템 수준의 구분에서는 현재의 기존 시스템을 기준으로 하위(sub)의 시스템을 고려하고 향상된 상위(super) 시스템을 종합적으로 생각하여 보다 나은 개선안을 도출한다. 이와 같은 시간과 시스템 수준의 교차부분에서 고려될 수 있는 방안(자동화 유무, 원격 확인유무, 구동축 방식, 탐지 장비 수량(Mono-Bi-Multi), 소요시간(단기-중기-장기)) 들을 상세히 비교한다. 이를 통해 향후 미래에 상위시스템으로 도출된 개선 방안은 자동화되고 원격 확인가능하며 다수의 Multi 장비를 장착하여 X-Y-Z축 구동이 가능한 탐지 소요시간이 비교적 짧은 자동화시험시스템으로 고려할 수 있다.

Time / Level	Past	Present	Future
Supersystem	Automatic Remote X,Y,Z One device Short time	Automatic Remote X,Y,Z,Linear One device Short time	Automatic Remote X,Y,Z Multi devices Short time
System	Automatic X,Y,Z One device Mid time	Automatic X,Y,Z,Linear One device Mid time	Automatic X,Y,Z Bi(two)devices Mid time
Subsystem	Manual One human One device Long time	Manual Two humans Two devices Long time	Manual Multi humans Multi devices Long time

Fig. 4. Multi-Screen Thinking

1.6 Results and Evaluation

여기까지의 6단계 창의성 방법론 중 5단계까지 진행을 통해 도출된 문제에 대한 여러 가지 해결책들을 선택하고 평가하여 최종적인 이상해결책을 구하는 것은 매우 중요하므로 종합적 분석으로 해결책의 적용 여부를 판단한다.

2. Inventive Principals and TESE

TRIZ의 40가지 발명 원리는 다음과 같다[14]. 분할(1), 추출(빼내기, 회수, 제거)(2), 국소적 성질, 비대칭, 통합, 범용성/다용도, 포개기, 평형추, 사전반대 조치, 선행 조치, 사전 예방, 높이 맞추기, 반대로 하기, 구형화, 역동성(15), 과부족 조치(16), 차원 바꾸기(17), 기계적 진동, 주기적 작동, 유용한 작용의 지속, 고속처리, 전하위복, 피드백, 매개체, 셀프서비스, 복제, 일회용품, 기계시스템의 대체, 공기/수압식 구조물, 유연한 막/얇은 필름, 다공성 재료, 색깔 변경, 동질성, 폐기 및 재생, 속성 변환, 상전이, 열팽창, 산화 가속, 불활성 환경(39), 복합재료(40). 이 40가지 발명 원리들은 직접적인 원리와 그와 상반되는 원리의 쌍으로 되어 있다[4].

TRIZ에서 수백만 건의 특허 및 혁신 사례를 분석한 결과를 보면 기술 시스템의 진화는 우연히 일어나는 것이 아니라 일정한 규칙을 가지고 있음을 발견하여 모든 기술 시스템의 진화를 지배하는 객관적 법칙이 존재함을 확인한 기술 시스템 진화의 9가지 법칙(TESE) 유형은 다음과 같다[6][19-21].

- 시스템 완전성의 법칙(1)
- 에너지 전도성의 법칙(2)
- 리듬 조화성의 법칙(3)
- 이상성 증가의 법칙(4)
- 시스템 구성요소의 불균등적 발전법칙(시스템의 부품과 특성들의 불균일 진화)(5)
- 상위시스템으로 전이 법칙(거시 수준으로 전이 또는 상위 수준의 더 큰 시스템과 통합)(6)
- 거시계에서 미시계로의 전이법칙(미시 수준으로 전이 또는 더 작은 부품으로 시스템의 분할)(7)
- 물질-장 수준 증가의 법칙(시스템 사이의 상호 작용의 증가)(8)
- 역동성 증가의 법칙(9)

이러한 기술 시스템의 진화 과정은 다음 그림 5의 S-Curve를 따라 발전 한다는 것이 입증 되어 기술 시스템의 진화 단계 분석에 다음과 같은 S-Curve가 활용된다.

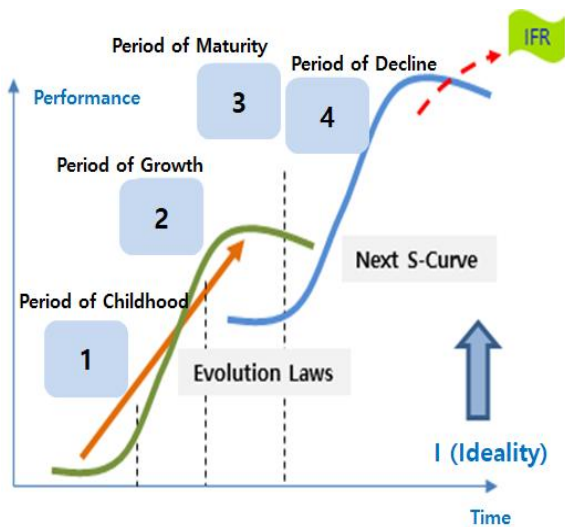


Fig. 5. S-curve for TESE

이와 같은 기술적 진화법칙(TESE)을 기술시스템에 대한 진화예측 도구로써 보다 이상성이 높은 무인자동화시험시스템을 개발한다.

III. The Proposed Scheme

기술적 진화법칙을 통한 무인자동화시험시스템의 설계 개선안을 도출한다. 모든 개선안 도출시 가용한 자원에 대한 고찰을 통하여 비용의 절감 및 이상성(Ideality)을 극대화 시킨다.

1. The System Configuration Before Improving

제안된 방법으로 설계 개선하기 이전의 기존의 무인자동화시험시스템은 한 개의 휴대용탐지장치만 장착하여 기능 및 성능시험을 한 번에 한 개만 수행할 수 있는 구조이다. 한 번에 한 개의 탐지기만 장착하여 탐지 기능 및 성능 시험을 할 수 있으므로 시간적, 비용적으로 효율성이 좋지 않은 방식이다. 개선 전 형상은 다음 그림 6과 같다.

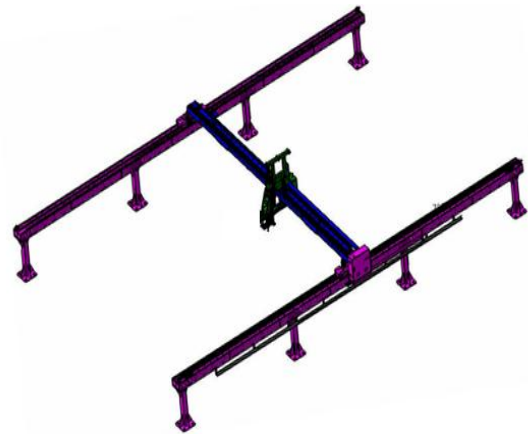


Fig. 6. Configuration before improving

2. The system configuration after improving

이상성을 증가시키기 위해서 무인자동화시험시스템의 구조를 기술적 진화 법칙 단계에 따라 과거-현재-미래 및 Mono(휴대용탐지장치 1개 장착)-Bi(휴대용탐지장치 2개 장착)-Poly(Multi)(휴대용탐지장치 여러개 다중 장착)에 대해 다음 표 1의 PUGH matrix를 통해 분석하여 최종적으로 평가치가 제일 높은 휴대용탐지장치 8개 장착이 가능한 무인자동화시험시스템 구조의 설계 개선 5안을 선정한다.

[기술적 진화 법칙 단계]

기존안) 과거, Mono(one) : X-Y-Z(1개 장착) 구조

1안) 현재, Mono : X-Y-Z-Linear(1개 장착) 구조

2안) 미래, Bi(two) : X-Y-Z(2개 장착) 직렬 구조

* 미래, Bi : X-Y-Z-Linear(2개 장착) 구조==>설치 비용 과다 및 저효율성으로 제외함

3안) 미래, Poly(Multi) : X-Y-Z(4개 장착) 병렬 구조

4안) 미래, Poly(Multi) : X-Y-Z(4개 장착) 직렬 구조

5안) 미래, Poly(Multi) : X-Y-Z(8개 장착) 병렬 구조

6안) 미래, Poly(Multi) : X-Y-Z(8개 장착) 직렬 구조

* 요구형상크기 과다 초과로 6안 형상 설계 제외함

Table 1. Pugh Matrix

Criteria	Weight	Base	1	2	3	4	5	6
Driving axis(X,Y,Z,Linear)	1	S	+	S	S	S	S	S
Detecting direction	1	S	S	S	S	S	S	S
Detecting velocity	2	S	S	S	S	S	S	S
Target amount per one detecting test	1	S	S	+	+	+	+	+
Device amount per one detecting test	5	S	S	+	+	+	+	+
Multi device array type	4	S	S	+	+	+	+	+
Test time per one device	5	S	-	+	+	+	+	+
Test efficiency per one device	5	S	-	-	S	S	+	S
Reusability	3	S	-	S	S	S	S	S
Productivity	4	S	S	-	-	+	+	-
Sum of Positives		0	1	4	4	5	6	4
Sum of Negatives		0	3	2	1	0	0	1
Sum of Same		10	6	4	5	5	4	5
Weighted Sum of Positives		0	1	15	15	19	24	15
Weighted Sum of Negatives		0	13	9	4	0	0	4
Evaluation			-12	6	11	19	24	11

개선 후 무인자동화시험시스템은 총 8개 휴대용탐지장치를 장착할 수 있어 8대를 동시에 기능 및 성능 시험을 수행할 수 있는 구조이다. 한 번에 8개의 탐지기 시험을 할 수 있으므로 시간적, 비용적 효율성이 매우 높은 방식이다. 여러 개선안들의 개선 후 형상은 다음 그림 7~11과 같다. 다음 그림 7은 개선 1안으로 현재 기존인 탐지장치 한 개를 장착하여 탐지 시험을 수행하는 구조이고, 그림 8은 개선 2안으로 미래인 탐지장치 2개 장착하여 탐지 시험을 수행하는 구조이다. 그림 9와 10은 개선 3안과 4안으로 탐지장치 4개를 병렬 또는 직렬로 장착하여 탐지 시험을 수행할 수 있는 구조이며, 그림 11은 최종 평가를 통해 선정된 개선 5안으로 탐지장치 8개를 병렬로 장착하여 탐지 시험을 수행할 수 있는 구조이다.



Fig. 7. Configuration after the 1st improving



Fig. 8. Configuration after the 2nd improving



Fig. 9. Configuration after the 3rd improving



Fig. 10. Configuration after the 4th improving



Fig. 11. Configuration after the 5th improving

개선된 무인자동화시험시스템을 적용한 탐지 시험의 동작 프로세스 흐름은 다음 흐름도(Flow chart) 그림 12와 같이 수행한다.

1. 탐지영역의 토양에 시험을 위한 탐지표적을 매설한다.
2. 매설된 탐지표적의 위치정보를 확인한다.
3. 휴대용탐지장치를 장착어댑터부에 장착한다.
4. 장착어댑터부에 설치되어 있는 음성 및 영상 정보 전송을 위한 원격카메라를 작동시킨다.
5. 휴대용탐지장치를 작동시켜 탐지 시험이 가능하도록 동작 상태를 확인한다.
6. 무인자동화시험시스템을 작동시켜 시험 초기 위치로 초기화 구동한다.
7. 무인자동화시험시스템을 휴대용탐지장치의 기능 성능 시험을 위한 시나리오 조건으로 탐지영역 위를 탐지 스캔 구동한다.
8. 탐지 스캔 구동 시 각 휴대용탐지장치들은 탐지 작업을 수행하고 설치된 원격카메라로부터 전송된 음성 및 영상 정보를 실시간으로 획득하여 탐지 기능 성능 시험결과를 확인한다.
9. 확인된 시험결과를 기준으로 시험 합격/불합격을 판정한다. 판정은 판정시험관이 직접 육안 확인 하여

판정할 수도 있고 무인화된 자동 프로세스를 통해 판정결과를 도출할 수도 있다.

10. 무인자동화시험시스템의 1회 탐지 시험을 종료한다.

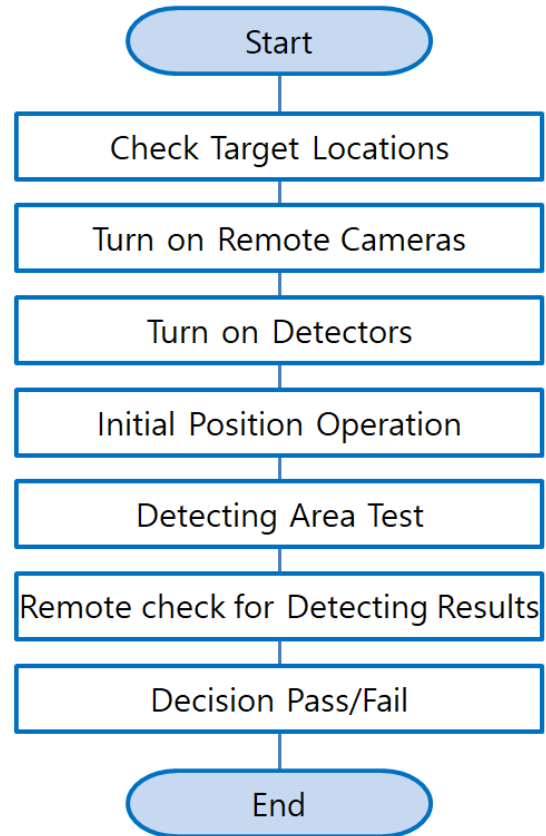


Fig. 12. Flow chart for the process

TRIZ 방법론 중 기술적 진화법칙을 통해 개선된 최종선정 개선안인 5안의 무인자동화시험시스템은 총 8개 휴대용탐지장치를 장착할 수 있어 8대를 동시에 기능 및 성능 시험을 수행하고 시험 평가할 수 있는 구조이다. 한 번에 8개의 탐지기 시험을 할 수 있으므로 시간적, 비용적 효율성이 매우 높은 방식이다.

IV. Conclusions

본 논문에서 휴대용탐지장치의 기능 및 성능시험을 위한 무인자동화시험시스템 구조의 설계 개선을 위해 TRIZ 방법론의 기술적 진화법칙을 적용한 방안을 제안하였다. 문제 해결이 가능한 체계적인 문제해결 도구인 트리즈(TRIZ)의 6단계 창의성 방법론을 활용하여 도출된 개선안들은 실제 현장 적용에 있어서 발생될 수 있는 여러 문제

들을 해결할 수 있으며, 다양한 연구 개발 프로젝트의 품질을 향상시킬 수 있다[20][21].

먼저 모순 정의로 설계단계에서 기술적 모순 또는 물리적 모순을 정의하고, 자원 분석과 자원 활용으로 유효적이며 유용한 자원을 분석하고 활용하며, 시스템의 이상성(Ideality)을 증가시킨다. 다음으로 현재를 기준으로 과거의 기술진화를 정리 분석하고 기술진화의 패턴을 활용하여 미래의 기술개발의 방향성 및 시나리오를 예측하는 기술적 진화법칙을 적용하여 보다 이상성이 높은 시스템을 개발함으로써 휴대용탐지장치의 기능 성능 시험에 소요되는 시간과 비용을 고려하여 효율적인 설계 개발 방안을 도출하였다. 또한 기존에 설계되었던 구조와 개선된 설계안에 대한 3D 모델링 형상을 구현하여 설계 개선 전과 후의 무인자동화시험시스템 구조의 효율성을 확인하였다. 여기서 제안된 개선 설계 방안을 적용한 무인자동화시험시스템은 기존 시험시스템의 여러 가지 단점들을 해결함으로써 이상성을 높이고 휴대용탐지장치의 시험 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Hui Geon Hwang, Won Jee Chung, Sang Suk Sul, Dae Young Kim, "A Study on Variable Mold for Improving the Forging Process of Transition Nozzle using TRIZ and DEFORM," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol.19, No.6, pp.29-35. 2020. <http://doi.org/10.14775/ksmpe.2020.19.06.029>
- [2] Lim Tai Hun, "Interpretation of Formative Elements of Refrigerator Design Through TRIZ Principles," *The Korean Society of Science and Art*, Vol.38, No.4, pp.327-337, 2020. <http://doi.org/10.17548/ksaf.2020.09.30.327>
- [3] Jung San Cho, "Design of Attachments for Dual Arm of Disaster-Responding Special Function Machinery by TRIZ," *Journal of Drive and Control*, Vol.15, No.3, pp.29-35, 2018. <http://dx.doi.org/10.7839/ksfc.2018.15.3.029>
- [4] Daeun Hwang, Hunwook Nam, Agnes Jihae Kim, O Seong Kweon, "A Study on the Correlation Between TRIZ Principle and Universal Design : Focused on the Case of Universal Design Project," *Korea Society of Design Science, Archives of Design Research*, Vol.31, No.3, pp.121-131, 2018. <http://dx.doi.org/10.15187/adr.2018.08.31.3.121>
- [5] Jaejung Kang, Jin Ock Kim, Lim Chul, "A Solution of Channel Conflict and Showrooming in Multi Channel - Application of Thinking Process and TRIZ Principles," *The Journal of Internet Electronic Commerce Research*, Vol.18, No.6, pp.395-408, 2018.
- [6] Il Seong Hong, Seung Jun Shin, Min Kyu Lee, "A Method of TRIZ and Portfolio-based Core Technology Identification for Open R&D Innovation in Small and Medium-sized Enterprises," *Korea Society of Innovation, Innovation Studies*, Vol.13, No.4, pp.65-97, 2018.
- [7] Jung Suk Hyun, Chan Jung Park, "Principles and Cases of Contradiction Solving for Creative Innovation," *Korea Business Review*, Vol.22, No.2, pp.99-126, 2018. <http://dx.doi.org/10.17287/kbr.2018.22.2.99>
- [8] Jong Hyeong Kim, Hyung Jik Kim, Jae Nam Jung, Dong Hee Jang, Hyuk Dong Kwon, "Portable-size Drone Design Using TRIZ Method," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, Vol.26, No.2, pp.230-237, 2017. <http://doi.org/10.7735/ksmte.2017.26.2.230>
- [9] Jae Young Han, Kwon Hee Kim, "Design Improvement of a Product with Variable Curvature Based on TRIZ," *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, Vol.34, No.10, pp.715-721, 2017. <http://doi.org/10.7736/kspe.2017.34.10.715>
- [10] Eun Gyung Kim, Bon Chul Koo, Young Jin Kim, "Development of a Software Do-TRIZ for TRIZ Learning," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol.19, No.8, pp.1883-1892, 2015. <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.8.1883>
- [11] Y. S. Chang, H. J. Huh, "Conflict Resolution Using TRIZ for the Land Mine Detectable Test Platform Control System," *Conference of KSPE (Korean Society for Precision Engineering)*, pp.122-123, 2015.
- [12] Jiyoung Jung, Jintae Kim, Sooyong Park, "Creative Resolution for Requirement Conflict Using Conflict Resolution Theory of TRIZ," *Journal of KISS : Software and Applications*, Vol.37, No.5, 411-415, 2010.
- [13] Victor. F. and Eugene. R., "Innovation on Demand : New Product Development Using TRIZ," *Cambridge University Press*, 1st Ed., 2005.
- [14] S.K.Park and B.J.Kim(T), Kalevi Rantanen(W), *TRIZ Simplified*, GS Intervention, 2012
- [15] Ho Jong Kim, "Successful Case of Technical Problem Solution using Practical TRIZ," *Conference of CAD/CAM Society for Computational Design and Engineering*, pp.313-316, 2007.
- [16] Taeseok Jin, "Evolutionary Analogy of 6-Step Problem Solving Method Based on TRIZ," *Journal of The Korean Society of Industry Convergence*, Vol.23, No.1, PP.33-39, 2020.
- [17] H.J.Kim, *TRIZ : An other name of the Creativity*, Infinitybooks, 2009
- [18] Jeon Hyun Joo, Youn Ho Chang, Oh Jeong Seok, "Smartphone UX Design Process using TRIZ Methodology," *KSDS Conference Proceeding*, pp.142-143, 2016.
- [19] Isak Bukhman, *Technology for Innovation, TRIZ*, GS Intervention, 2013
- [20] G. Altshuller, "The innovation algorithm: TRIZ, Systematic

innovation, and technical creativity." Technical innovation center, 1999.

- [21] J.Y. Lee, "The TRIZ Theory and it's Application," Korea Academy Industrial Cooperation Society, Vol.2, No.2, pp.25-31, 2001.

Authors



YuShin Chang received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Intelligent Mechanical Engineering from Pusan National University, Korea, in 1996, 1998 and 2006, respectively.

Dr. Chang joined the Division of Research

and Development, Hanwha Systems, Yongin, Korea in 2006. He is currently a Principal Engineer in the Division of Research and Development, Hanwha Systems. He is interested in Power and Servo Control, System Identification, TRIZ, Unmanned Automation Control Systems, Unmanned Robot Systems, Wearable Robot Systems, Vehicle-Mounted Mine Detection Systems (VMMD), Hand-Held Mine Detectors (HHMD), Robot-Mounted Mine Detecting Systems (RMMD), Penetrating Radar System and Surveillance Systems.