

## 기술난이도와 기술성숙도를 이용한 핵심기술 연구개발 위험도 관리에 관한 연구

이 태 형<sup>\*,1)</sup>

<sup>1)</sup> 국방과학연구소 제5기술연구본부

### A Study on the Risk Management of Core Technology R&D Project using Degree of Difficulty and Technology Readiness Level

Taehyung Lee<sup>\*,1)</sup>

<sup>1)</sup> The 5st Research and Development Institute, Agency for Defense Development, Korea

(Received 15 March 2016 / Revised 25 July 2016 / Accepted 4 November 2016)

#### ABSTRACT

In the Core Technology R&D of the defence area, the development of the related core element technology could be the foundation to develop advanced weapon system in the future. But it might make various problems if you can not accurately define the TRL of the element technology. In other words, if the technology is not sufficiently mature and then the project starts, it might require an increase in the development period and additional cost. Finally the system will be in an incomplete state and result in user dissatisfaction and the project failure. Therefore it is a very important task to properly assess the TRL for a successful project. In this study, We propose the method for risk management of core technology R&D project of the defence area using the QFD process with degree of difficulty and technology readiness level. It is also presented the process to determine the risk level using TRL and Degree of difficulty. Finally We apply this method to UGV system for verifying the result of this study.

Key Words : Risk Mitigation(위험전이), Quality Function Development(품질기능전개), Unmanned Ground Vehicle(무인 지상로봇), Technology Readiness Level(기술성숙도), Research and Development Degree of Difficulty(기술 난이도)

#### 1. 서 론

국방 분야 연구개발 사업은 크게 실제 운용 목적을 위한 체계개발 사업과 체계에 소요되는 요소기술을 개발하는 국방과학기술(S&T, Science and Technology) 사업으로 나누어진다. 체계개발에 사용되는 핵심 요소

\* Corresponding author, E-mail: thlee@add.re.kr  
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

기술의 잘 준비되지 않은 체계개발 사업은 비용의 증가, 사업기간의 연장 및 사용자의 성능 불만족으로 이어질 수 있다. 따라서 체계 연구개발 사업의 초기부터 소요되는 핵심기술의 식별과 기술들을 결합할 때 나타나는 현상으로 인해 야기되는 위험도에 대한 관리가 매우 중요하다.

이론적인 논증으로부터 장기적인 미래 원천기술에 대한 확보를 위한 기초기술의 개발로부터 기초기술로부터 확인된 이론을 바탕으로 실험실 수준에서 주요 기능과 특성에 대한 입증과 확인을 통해 부품 또는 구성품 수준의 기술이 확인된다. 이렇게 확인된 기술들은 추가적인 개발을 통해 유사 운용환경에서 실제 지원 구성품들과 결합되어 좀 더 복잡한 수준의 주요 특성을 시험하게 되며, 시제품 수준의 개발이 수행되고, 부체계 또는 시제품 수준의 개발을 통해 실제 운용환경에서 사용될 완성된 체계 개발을 하게 된다.

기술개발 과정에서 각 단계에서 주어진 환경조건에서 이용 가능한 기술이 어느 정도 성숙되어 있는가에 대한 정확한 판단이 필요하다. 또한 기술의 특성과 환경에 따라 기술개발의 난이도는 달라질 수 있다. 기술의 성숙도와 난이도에 따라 요구사항을 만족하는 기술을 개발하는데 위험도 또한 다른 양상을 나타낼 수 있다. 각 단계별로 기술의 성숙도와 난이도에 대한 위험을 식별하고 지속적으로 관리하는 것은 성공적인 프로젝트를 수행하는데 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

본 연구에서는 이해당사자들의 요구사항이 30개 이내로 비교적 작고, 상대적으로 소규모 예산 사업이 주를 이루는 국방 핵심기술 연구개발 사업과 같은 경우에 사업관리를 지원하기 위한 사용하기 쉽고, 이해당사자들 사이의 효과적인 소통을 위한 수단이 되며, 요구사항이 변경되거나 위험요소가 발견될 경우에 추적성을 관리할 수 있는 도구를 통해 위험관리 방안을 제시 한다.

체계적이며 고객의 추상적인 요구사항은 세부화, 계층화하여 고객의 요구와 개발 제품과의 차이를 최소화하기 위해 사용되는 품질기능전개(QFD, Quality Function Deployment) 프로세스의 품질집(HOQ, House of Quality) 도구를 활용하여 가지적으로 관련된 정보를 확인할 수 있도록 구성된 표준템플릿을 개발하고, 위험 요구사항에 대한 식별방법을 제시한다. 상위단계 HOQ에서 식별된 위험 요구사항에 대해 단계별 위험요소의 전이 또는 변경을 통한 위험요소 경감을 통해 기술개발의 위험도를 관리하는 방안을 제시한다.

본 논문의 구성은 제2장에서 기술위험도 평가를 위한 기술성숙도와 기술난이도에 대한 개념과 연구개발 현황 및 관련된 QFD 프로세스에 대해 확인해 본다. 다음으로 제3장에서 HOQ 표준템플릿의 개발과 위험도 경감방안에 대한 연구내용을 기술한다. 제4장에서 개발된 표준템플릿과 위험도 경감 프로세스를 활용하여 무인로봇기술에 대한 핵심기술 연구개발의 사례연구로 결과를 제시한다. 마지막으로 연구결과에 대한 결론을 맺는다.

## 2. 기술위험도 평가의 연구개발 현황

무기체계 획득과 과학기술 프로그램들의 사업관리 과정에서 기술의 위험도의 확인은 다음 단계로 추진을 위한 중요한 의사결정의 요소이다. 기술 위험도의 판단요소인 기술성숙도와 기술난이도를 확인하고, 위험도 관리와 QFD 프로세스에 대한 연구개발 동향을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 기술성숙도와 기술난이도

기술개발의 수준에 따른 의사결정을 위한 기술적 측면에서 판단을 지원하는 기술성숙도와 기술난이도에 대한 개념은 기술의 위험수준을 평가하는데 상호 보완적인 측면을 가지고 있다.

연구개발 사업의 기술개발 목적을 달성하기 위해 필요한 기술의 준비상태를 기술성숙도(TRL, Technology Readiness Level)로 표현한다. 성숙되지 않은 기술을 활용한 연구개발의 착수는 개발기간의 증가와 추가적인 예산의 투입을 요구한다. 또한 시스템의 늦은 인도, 불완전한 성능 등은 사용자의 불만족과 사업 실패의 요인이 된다. 따라서 사용자의 요구를 시스템의 요구사항으로 전환하는 과정에서 정확하게 기술성숙도를 평가하는 것은 성공적인 사업을 위한 매우 중요한 업무가 될 것이다.

그러나 기술성숙도가 현재 시점에서 기술이 가지고 있는 준비수준을 나타내고 있지만, 사업의 특성과 환경에 따라 기술이 성숙되는 시기와 방법 등은 다르게 나타날 수 있다. 즉, 기술성숙도의 한 단계에서 다음 단계로 성숙하는데 어느 정도 어려움이 있는지를 계량함으로써 기술성숙도와 다른 측면에서 판단기준을 가질 수 있다.

기술성숙도는 1974년에 미국 항공우주국(NASA)에

서 개발된 이후 여러 단계를 거쳐 현재 9단계로 정의되어 있으며, 한국군도 ACTD(Advanced Concept Technology Demonstration) 사업관리 규정에 동일하게 적용하고 있다<sup>[1,2]</sup>. 기술성속도가 현재의 기술개발 수준만을 표현하는 문제점을 보완하여 연구개발 기술난이도(R&D3, R&D Degree of Difficulty)는 연구개발의 목적을 달성하는데 요구되는 어려움의 정도를 나타낸다. 기술성속도와 기술난이도는 상호 연관성이 있지만 비선형적인 특성을 가지고 있으며, 기술의 특성에 따라 각기 다른 방법으로 성숙되고 난이도의 특성도 다르게 나타난다. 아래의 그림은 3개의 서로 다른 기술이 성숙해 가면서 다른 기술난이도를 나타낼 수 있음을 보여준다.

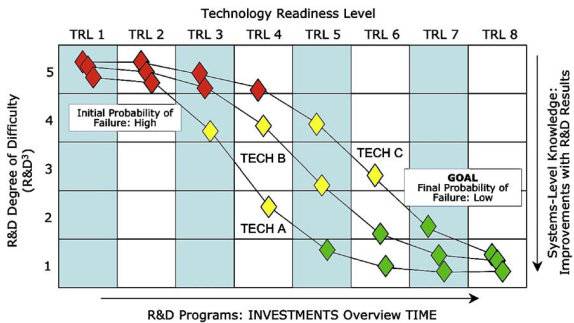


Fig. 1. Generic scenario for technology development<sup>[3]</sup>

따라서 이들 상호간의 조합을 통해 사업관리에 대한 위험도를 평가하는 방안을 제시할 수 있으며, 해당 사업의 기술에 대한 정보는 직접적으로 사업관리의 위험요소와 연관될 수 있다.

사업관리자는 사용자가 정의한 요구의 무기체계에 대한 성능목표에 대해 기술성속도, 기술난이도 등에 대한 기술적인 판단을 통해 사업관리 요구사항이 사용자가 원하는 무기체계를 조달할 수 있을 지를 판단해야 한다. 이것은 사업관리자가 요구사항에 대한 정확한 정의, 즉 요구사항의 기술 수준이 어느 상태에 있는가에 대한 판단을 해야 한다.

또한 기술개발에 대한 위험도 평가를 위해 위험요소들을 분류하고 요소별 위험 척도를 확인해야 한다. 위험척도가 높다고 식별되는 요소는 경감하는 정책을 수립해야 하며, 사업관리자를 비롯한 이해당사자들은 지속적인 관심을 가지고 위험이 낮은 상태로 유지되도록 요구사항을 관리하고 협력과 협의를 통해 문제를 해결하도록 해야 한다.

위험도에 대한 평가 척도는 사용하는 기관 및 목적에 따라 다르게 사용되고 있는데 미국의 비영리 정보보안연구 개발 기관인 MITRE, 호주 국방연구개발 기관인 DSTO(Defence Science and Technology Organisation), Mankins<sup>[3]</sup> 등의 위험도 매트릭스가 대표적인 사례로 볼 수 있다.

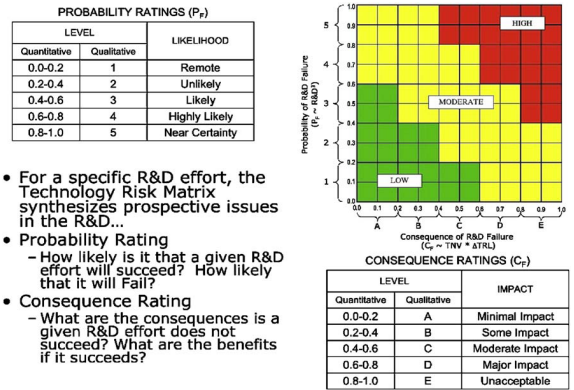


Fig. 2. The risk matrix of technology development program(Mankins)<sup>[3]</sup>

### 2.2 QFD 프로세스 및 연구동향

QFD는 고객의 요구를 만족하는 제품을 만들고 이해 당사자간 소통을 위한 기법으로 유용하게 사용되고 있으며, 고객의 소리(VOC, Voice of Customer)를 특정한 제품이나 품질에 직접적으로 영향을 미치는 부품의 특성으로 진화하는 구조화된 양식이라 할 수 있다<sup>[4]</sup>. 또한 물리적인 제품을 대상으로 사용자 혹은 고객의 요구사항을 명확하게 정의하고 이를 만족시키기 위해 대상 제품이나 서비스 특성을 체계적으로 평가할 수 있게 하는 구조화된 제품 기획 및 개발 방법이다. QFD의 프로세스를 구현하기 위한 도구인 HOQ(House of Quality)는 다수의 기능적 부분들을 포괄하는 계획과 의사소통을 위한 수단을 제공하는 개념지도라고 할 수 있다<sup>[4]</sup>.

QFD 프로세스는 일반적으로 제품기획단계, 상세설계단계, 공정기획단계, 생산기획단계의 4단계로 구성된다. HOQ를 이용하여 제품기획단계에서 고객의 요구(What)와 설계 요구사항(How)간의 관계를 분석하고, 상세설계단계에서는 설계 요구사항은 Part 설계(How)의 수행대상이 되는 목표(What)가 된다. 이러한 원리에 의한 QFD의 4단계 프로세스는 Fig. 3과 같이 표현될 수 있다.

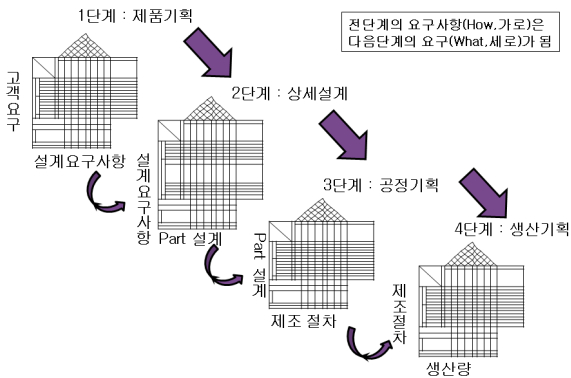


Fig. 3. Planning process of QFD

기존의 QFD 연구에서는 요구사항을 효과적으로 획득하는 방법으로 사용되거나, 고객의 요구가 목표를 초과했을 때 사업에 미치는 비용예측을 통해 요구사항 획득에 비용개념을 추가하여 의사결정을 지원하는 방법이 제시되었으며, QFD의 요구사항의 중요도 결정에 AHP를 기법을 적용하거나, QFD 프로세스가 품질향상의 결과로 이어지는 효용성에 대한 연구들이 진행되었다. 그러나 본 연구에서는 QFD 프로세스에 기술성숙도와 기술난이도 개념을 반영하여 사용자의 요구와 요구사항의 변경으로 발생하는 위험도를 측정하고 경감하는 프로세스를 제시하고자 한다.

### 3. 기술성숙도와 난이도를 이용한 HOQ 템플릿

#### 3.1 HOQ 표준템플릿

QFD 프로세스를 위해 단위 HOQ의 기능방을 아래와 같이 변형 및 구체화 시킬 수 있다.

		⑤요구사항 상관관계 매트릭스	
		③시스템 요구사항	
What	How		
①사용자 요구	②소요군 요구 중요도	④상관관계 매트릭스	
→		⑦시스템 요구사항의 목표성능	
		⑧기술 난이도	
→		⑨시스템 요구사항의 기술성숙도	
→		⑩시스템 요구사항의 중요도	
→		⑪시스템 요구사항의 위험도	
		⑥사용자 요구의 경쟁력평가	

Fig. 4. The HOQ standard template for defense R&D

1번부터 7번 기능방은 기존의 HOQ 기능을 재활용하고 8번 기능방의 기술난이도는 난이도 척도를 5단계로 구분한 Mankins 제안을 반영하며, 9번 기능방은 국방 연구개발의 신개념기술시범사업(ACTD)의 기술성숙도 9단계를 활용한다.

10번 기능방의 시스템 요구사항 중요도는 상관관계 매트릭스를 통해 확인된 소요군의 요구 중요도와 시스템 요구사항의 누적점수를 반영하였다. 관계식으로 나타내면 식 (1)과 같다.

위험요소 점수는 Mankins의 기술난이도 척도에 시스템 요구사항의 중요도를 곱하여 산출한다. 기술난이도가 높고 중요도가 높은 요구사항은 사업관리자가 관리해야 할 위험요소가 높은 것으로 판단할 수 있으므로 사업의 전체 생애주기에 있어 관심의 대상이 된다. 또한 높은 위험요소 점수를 가진 요구사항은 위험도 경감 프로세스를 통해 방안을 수립하고, 결과를 피드백하여 소요군의 요구 또는 요구사항을 수정하거나 변경하도록 한다. 관계식으로 나타내면 식 (2)와 같다.

따라서 11번 기능방의 시스템 요구사항의 위험도는 위험요소 점수가 높은 요구사항은 기술성숙도, 기술난이도와 더불어 이해당사자 사이의 주요 협의 대상이 된다. 그러나 위험요소 점수는 사업의 형태에 따라 위험요소 점수의 크기가 유동적이므로 해당 사업의 최대 점수를 기준으로 0과 1 사이의 스케일로 위험도를 정리한다. 하위 단계의 위험도를 분석할 때는 상위단계의 최댓값을 기준으로 위험도를 계산한다. 시스템 요구사항의 위험도에 대한 최종 수식으로 표현하면 식 (3)과 같다

$$P_j = \sum_{i=1}^m C_j R_{ij}, \quad j = 1, 2, 3, 4, \dots, n \quad (1)$$

$$PD_j = \left( \sum_{i=1}^m C_j R_{ij} \right) \times D_j, \quad j = 1, 2, 3, 4, \dots, n \quad (2)$$

$$RR_j = \frac{\left( \sum_{i=1}^m C_j R_{ij} \right) \times D_j}{\text{Max}_{(1,n)} \left[ \left( \sum_{i=1}^m C_j R_{ij} \right) \times D_j \right]}, \quad j = 1, 2, 3, 4, \dots, n \quad (3)$$

여기에서  $P_j$ 는 시스템 요구사항의 중요도,  $C_i$ 는 소요군 요구의 우선순위,  $R_{ij}$ 는 개별 방의 상관관계 매트릭스 점수,  $D_i$ 는 기술난이도,  $PD_j$ 는 시스템 요구사항의 위험요소 점수,  $RR_j$ 는 시스템 요구사항의 위험도를 나타낸다.

### 3.2 위험도 관리 프로세스

요구사항에 대한 위험요소 관리를 위해서는 우선적으로 문제점이 예상되는 요구사항을 식별해야 한다. 식별된 위험대상 요구사항은 분석을 통해 위험을 경감할 수 있도록 계획을 수립 및 집행한다. 위험요소는 사업관리 생애주기 동안 지속적으로 추적 및 관리해야 한다.

사업을 수행동안 모든 위험요소는 감시(Monitoring)를 통해 관리의 대상이 되어야 하지만 특별히 높은 위험을 가지는 요구사항은 사업 종료 때까지 부담이 될 수 있으므로 적극적인 경감 계획을 수립하여 위험대상 요구사항을 수정/변경 또는 삭제하여 안정적인 사업관리가 되도록 해야 한다.

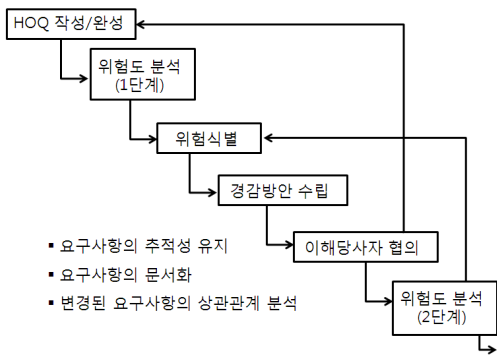


Fig. 5. The risk mitigation process of requirements management

QFD의 상위단계 프로세스로부터 작성된 HOQ는 위험도 분석을 통해 위험관리 대상을 식별한다. 식별된 위험도가 높은 요구사항은 위험경감 방안을 수립하여 사용자를 비롯한 이해당사자들과의 협력을 통해 사업관리 요구사항을 수정하고 개선할 수도 있지만 그렇지 못한 경우에는 하위 단계의 요구사항에 대한 분석을 실시한다. 상위 단계에서 협의되지 못한 요구사항에 대해 별도의 하위 단계 HOQ를 작성한다. 하위 단계의 HOQ의 작성목적은 요구사항에 대한 상세화, 구체화를 통해 사용자의 요구에 대한 시스템 요구사항의 불충분한 정의를 하위단계를 통해 명확히 하고 하위 단계의 요구사항 분석으로 확인된 요구사항이 기술의 성숙도 및 난이도의 추가적인 판단을 통해 요구사항을 구체화하는 것이다. 사업관리 생애주기 동안 해결할 수 없는 요구사항은 이해당사자와의 협의를 통해 시스템 요구사항을 재정의 할 수 있다.

하위단계에서 위험요소의 경감방안이 수립되면 이해당사자와 협의를 통해 결과를 상위 요구사항으로 피드백 한다. 피드백된 변경사항은 상위 단계 HOQ의 시스템 요구사항을 제거, 수정한다. 또한 요구사항간의 상관관계를 검토하여 변경된 요구사항에 대한 연관되는 요구사항에 대한 문제점을 확인한다. 요구사항 사이의 상관관계의 검토결과에 따라 문제점이 없는 요구사항은 위험도가 최종적으로 경감된다. 2단계의 요구사항 분석이 불충분할 경우에는 3단계의 분석을 수행한다.

이러한 요구사항의 위험요소를 경감하기 위한 분석 절차는 반복하여 위험도가 낮은 상태의 요구사항으로 개선한다. 그러나 요구 및 요구사항의 변경 및 삭제할 때에는 이해당사자간의 협의가 필수적이며 반드시 협의 결과는 프로세스 단계별로 문서화(document)하여 이력을 기록함으로써 요구사항에 대한 추적성에 활용한다.

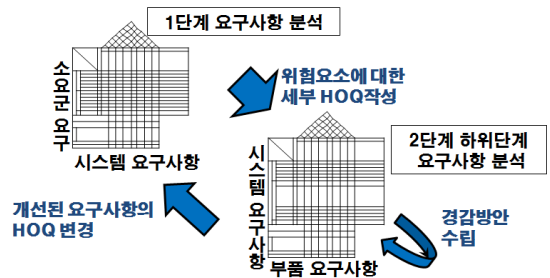


Fig. 6. Risk management process

시스템 요구사항에 대한 위험요소 경감을 위한 피드백 구조를 간단히 표현하면 1단계 요구사항을 식별하고 위험요소에 대한 세부 HOQ를 작성하여 2단계 요구사항 세부분석을 통해 경감 방안을 수립하고 수립된 결과는 1단계로 피드백 하여 개선된 시스템 요구사항의 HOQ를 완성한다.

## 4. 사례연구

### 4.1 무인로봇 핵심기술 연구개발

미래 전장에서 위험지역 및 인간능력을 초월하는 영역에서 무인로봇체계가 임무를 수행함으로써 전장에서 인명의 피해를 최소화하고, 운용인력을 절감하며, 작전의 지속능력을 확보하여 작전의 효과를 극대화하기 위한 기술들이 다양하게 개발되고 있다. 특히 환경의 변

화를 인지하고 상황에 적합하게 행동하도록 하는 자율 기술은 무인로봇의 핵심기술 분야에 해당한다. 탑재된 레이더, 라이더, 영상정보, 위치 센서 등으로부터 환경 정보를 분석하고 판단하여 경로계획/분석, 위치추정, 경로제어를 통해 자율 시스템을 구현하는 기술 분야는 미래 무인전투체계를 개발하기 위해 우선적으로 확보해야하는 요소기술로써 지속적인 기술개발과 관심을 가지고 추진되어야한다.

그러나 사용자의 요구에 적합한 기술 개발은 항상 일정한 격차가 발생한다. 따라서 무인로봇기술 체계를 개발하기 위해 필요한 기술개발의 난이도가 어느 정도 인지, 기반 기술의 수준이 어느 정도 인지 정확하게 판단하는 것이 매우 중요하다.

본 연구의 결과에 따라 요구사항 관리 및 위험도 관리에 관한 프로세스를 무인로봇의 자율도 향상을 위한 핵심기술 개발을 위한 요구 및 요구사항에 적용하여 사례 연구를 하고자 한다.

4.2 무인로봇 시스템의 위험도 관리

HOQ의 작성 절차에 따라 개발하려는 무인로봇 시스템의 요구와 요구사항을 국방의 핵심기술 연구개발의 무인로봇의 문서를 바탕으로 도출한다. 요구 중요도, 요구/요구사항에 대한 상관관계 매트릭스를 작성하고 중요도 점수를 계산한다. 또한 개별 요구사항에 대한 기술난이도 및 성숙도를 확인하여 위험도 척도를 산출한다. 무인로봇 시스템의 위험도 관리를 위한 부분 HOQ는 Fig. 7과 같다.

WHAT (사용자 요구)	HOW (시스템 요구사항)	상관관계 매트릭스										
		운행인식	센서 데이터 처리	운행	요구지 변경	주행 가능영역 인식	영상 데이터 처리	레이더 데이터 처리	자율 제어	자율 제어 데이터 처리	고정밀 SLAM	운행계획 수립(무인로봇) 수행(제어) (주요)
운행인식 수동운전의 70% 속도로 주행해야 한다.	5	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
정해진 목표지점(오차범위 10m)까지 자율로 이동해야 한다.	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
주/야간에 야시에서 운용이 가능해야 한다.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
인공장애물을 자율로 회피할 수 있어야 한다.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
환경인식을 위해 다양한 센서를 융합하여 사용할 수 있어야 한다.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
통신단절시 기 주행경로를 따라 통신재개 지점까지 복귀해야 한다.	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
지휘통제방향을 통해 로봇이 원격제어를 운용이 가능해야 한다.	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
원격으로 임계치를 설정 가능해야 한다.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
로봇의 영상 및 음성 신호를 무선으로 수신할 수 있어야 한다.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
지도상에 로봇의 위치를 전신할 수 있어야 한다.	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
로봇은 주위의 물체를 이용하여 위치 설정이 가능해야 한다.	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
기타												
요구사항 목표성능		-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
기술적 난이도(1-5)		-	4	3	3	3	2	-	5	4		
기술성숙도(1-9)		-	5	6	7	7	8	-	4	5		
상관관계 중요도(P=C*R)		-	73	77	58	56	55	-	98	75		
요구사항의 위험도 점수(RR=P*D)		-	292	231	174	168	110	-	490	300		
		-	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	-	1	0.6		

Fig. 7. HOQ for UGV(Unmanned Ground Vehicle)

HOQ의 작성 결과로부터 기술성숙도, 기술난이도, 위험도 점수를 확인해보면 Mankins의 위험도 매트릭스 High 구간에 존재하는 요구사항을 확인할 수 있다. 높은 위험구역에 존재하는 요구사항은 경감방안을 수립하거나 사업관리 기간 동안 지속적인 관리가 요구되는 항목으로 분류할 수 있다.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
R&D3	4	3	3	3	2	5	4
TRL	5	6	7	7	8	4	5
RR	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	1	0.6

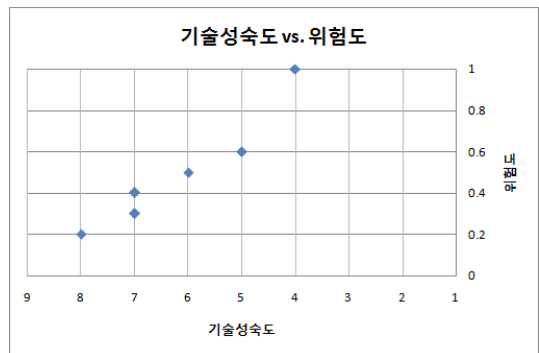
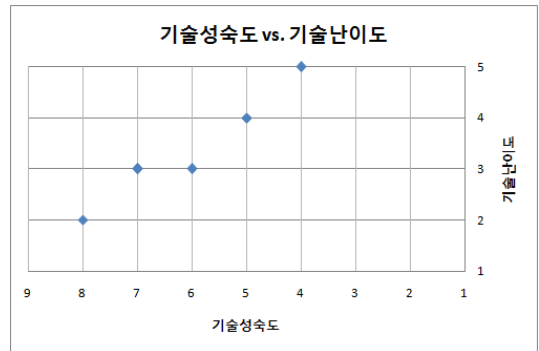
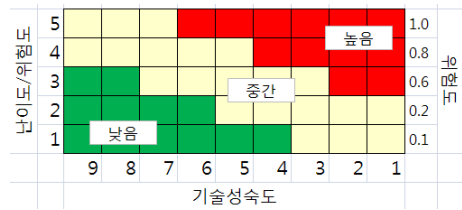


Fig. 8. TRL vs. R&D3 vs. risk level analysis for UGV

최초 작성된 HOQ로부터 기술성숙도와 기술위험도 분포도의 위험구역에 존재하는 요구사항에 대한 하위 단계 HOQ를 추가로 작성하면 다음과 같다.



기술난이도와 기술성숙도를 이용한 핵심기술 연구개발 위험도 관리에 관한 연구

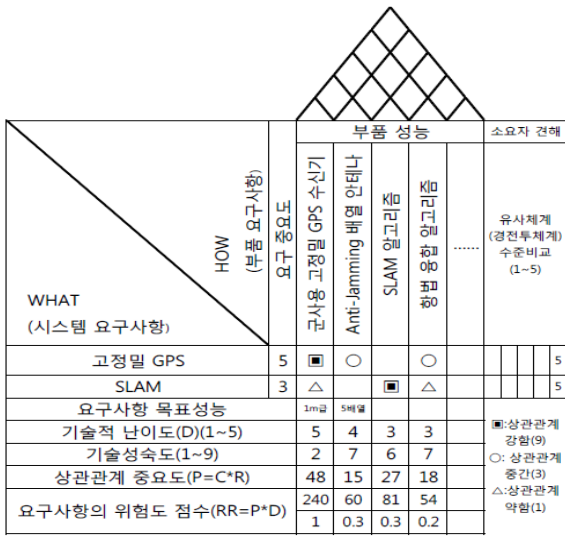


Fig. 9. 2<sup>nd</sup> HOQ for UGV

하위 요구사항으로부터 위험대상으로 확인된 사항은 요구사항 항목의 목표성능의 변경, 수행방법의 변경 등을 통해 위험경감 방안을 수립한다. 시스템 요구사항이 잘못 정의되었거나, 과도하게 정의된 경우에 소요군의 요구를 만족하도록 하위단계의 요구사항을 수정한다. 사례에서는 고정밀 GPS 수신기의 부품요구사항에 대해 설정된 목표성능을 줄이고 SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), INS(Inertial Navigation System), 항법 융합 알고리즘 설계 등을 통해서 시스템 전체의 요구사항은 만족하도록 위험경감 방안을 수립한다.

하위 시스템경감방안이 수립 결과로부터 1단계 요구사항을 다시 정의하고 최초로 작성된 HOQ의 기술난이도 및 성숙도의 수준을 수정하여 변경된 HOQ를 작성한다.

변경된 HOQ로부터 위험도가 중간정도로 보완되었

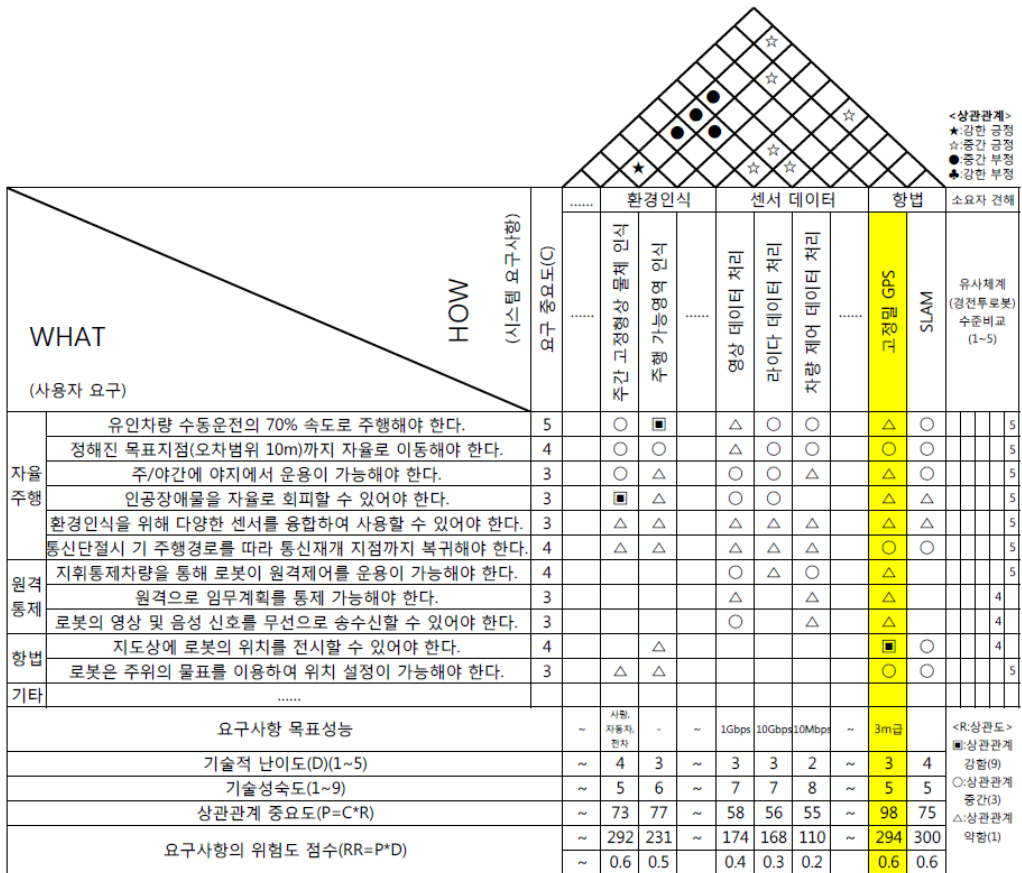


Fig. 10. Upgraded HOQ for UGV

음을 확인할 수 있다. HOQ는 프로젝트 수행기간 동안 새로운 위험의 식별, 인지를 통해 수정/보완하여 이해 당사자들 사이의 소통의 도구로써 활용될 수 있다.

#### 4.3 사례연구의 고찰

본 연구에서 개발한 QFD기법을 이용한 표준 템플릿을 적용하여 국방 핵심기술 사업인 무인로봇을 통해 연구결과를 확인하였다. 표준 플랫폼에는 소요군 요구(Needs), 소요군 요구 중요도, 시스템 요구사항(Requirements), 요구 및 요구사항 사이의 상관관계 매트릭스, 요구사항 상관관계 매트릭스, 해외 유사체계 분석, 시스템 요구사항의 목표성능, 시스템 요구사항의 기술성숙도, 기술난이도, 시스템 요구사항의 중요도, 시스템 요구사항의 위험도를 포함하였다.

본 연구의 개발 방법을 적용한 위험도 분석 및 분석 결과를 활용한 요구사항의 변경 관리는 소요군의 요구에 부합하고 위험도를 낮추는 요구사항을 좀 더 명확히 정의할 수 있다. 또한 최종으로 작성된 HOQ는 이해당사자들 사이의 의사소통을 원활히 하고, 사업관리 중간에 발생할 수 있는 위험을 줄여 성공적인 사업관리를 보장할 수 있다.

## 5. 결론

최종 사용자인 군의 요구에 부합하는 첨단 복합 무기체계의 설계 및 제작을 위한 최적의 요구사항을 도출하는 문제는 매우 어려운 문제이며, 동시에 그것은 사업을 성공적으로 수행하기 위한 사업관리의 중요한 요소이다. 또한 요구사항의 관리에서 발생하는 위험요소에 대한 해결방법은 찾는 일은 매우 중요한 업무이다.

본 연구를 통해 소규모 국방 연구개발을 위한 HOQ 표준 템플릿 개발을 위해, QFD의 프로세스를 활용한 기존의 연구동향을 분석하여 국방 연구개발에 적용 가능한 HOQ 표준 템플릿을 개발하였으며, 사업관리의 위험도 경감 수립에 유용하게 사용되는 기술성숙도에 대한 연구를 통해 표준 템플릿을 사용하는 이해당사자들의 의사소통 범위를 넓히고, 요구사항의 위험정도를 확인하기 위한 기본정보로 활용할 수 있도록 하였다. 또한 개발된 표준 템플릿을 활용하여 불충분하거나 잘못된 소요군의 요구와 요구사항에 대한 위험요소를 식별하고 문제를 해결하기 위한 프로세스를 제시하였다.

소요군의 요구 및 시스템 요구사항을 통해 위험도 확인을 위한 유용한 지표들을 추출하고 요소간의 상관관계를 비교하여, 위험도 매트릭스를 작성하였다. 위험도 매트릭스를 통해 위험이 높은 지역으로부터 위험이 낮은 지역으로 이동하도록 경감 방법을 제시하도록 하였다. 또한 연구결과를 적용하여 무인로봇의 요구 및 요구조건을 분석을 통한 사례연구를 통해 연구내용의 적용 가능성을 확인하였다.

본 연구의 결과로 핵심기술 연구개발의 요구사항 관리 및 위험도를 평가하고 경감하는 방안을 제시하였다. 또한 상호 보완적인 관계를 가지는 기술성숙도와 기술난이도를 이용하여 위험의 수준을 판단할 수 있는 방안을 제시하였다. 본 연구의 결과를 활용하여 핵심기술 연구개발의 사업관리 및 위험도 관리를 위한 유용한 방법으로 사용될 수 있을 것으로 판단한다.

그러나 본 연구가 HOQ를 이용한 위험도관리의 새로운 방안을 제시하고 있으나, 사례연구의 데이터는 관련문서의 추출정보를 바탕으로 국방과학연구소 유관 전문가의 자문으로 확인하였으나, 점수 부여체계의 객관성 및 실효성의 증대를 위해 향후 추가적으로 다양한 과제의 적용을 통해 HOQ의 작성을 최적화하고 활용성을 높이는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## References

- [1] DAPA, "The Rules of Advanced Concept Technology Development(ACTD)", p. 1, 2012.
- [2] US Department of Defense, "Technology Readiness Assessment(TRA) Deskbook," 3.1-4.4, 2009.
- [3] Mankins, John C., "Technology Readiness and Risk Assessments : A New Approach," Acta Astronautica 65.9 : 1208-1215, 2009.
- [4] Han, K. H., and C. W. Park, "A QFD-Based Requirements Analysis for the Development of Integrated Design & Manufacturing Information System," IE interfaces 17.3 : 261-268, 2004.
- [5] Lee, T. H., "On the Requirements and Risk Management using QFD Methods for ACTD Programs," Ajou University, Ph.D's thesis, 2013. 6.
- [6] Frank Moisiadis, "The Fundamentals of Prioritising Requirements," Systems Engineering, Test & Evaluation Conference, 2002. 10.