

QFD를 이용한 미래 공격헬기의 핵심기능 도출

Derivation of Critical Functions of the Future Attack Helicopter Using QFD

이재원* 권용수** 고남경***
 Jae-Won Lee Yong-Soo Kwon Nam-Kyoung Ko

ABSTRACT

This work describes an approach that contributes to derive from mission to critical functions of the attack helicopter under future battle space environment. An existing mission of the attack helicopter is limited to the only shooter oriented functions. In the future environment, mission and its functions of the helicopter might be much expanded. The functions should be derived by the top down approach based on systems engineering approach. In this point of view, this work describes network based future battle environment. From this environment, the missions of the attack helicopter are identified and optimized functions are derived through sequential procedures like from missions to tasks, tasks to activities, and activities to functions. The selected activities are obtained from the tasks using QFD. The weighting scores of the QFD are calculated by the AHP computational procedure. Finally the critical functions are presented through the similar procedure.

Keywords : QFD(Quality Function Development), NCW(Network Centric Warfare), AHP(Analytical Hierarchy Process), SoS Systems Engineering

1. 서론

현재 국내에서 운용중인 공격헬기는 주로 기계화된 적을 제압하는 슈터 기능으로 한정되어 왔지만, 합동 차원에서 북한의 비대칭 전략에 빠르게 대응할 수 있는 핵심 전력으로 재인식되어지고 있다. 적의 비대칭

전략에 대비하기 위하여 공격헬기의 3차원 입체기동이 가능한 빠른 기동력과 군이 필요로 하는 정밀타격 요구를 충족시킬 수 있다는 점에서 미래 헬기의 핵심 자산으로 관심을 모으고 있다. 이러한 공격헬기 능력은 미래전의 양상과 위협 속성에 따라 정의된 임무를 수행하는 네트워크 기반의 다기능 복합시스템으로 표현된다. 따라서 미래 핵심자산으로서 가치가 높아지고 있는 미래 공격헬기의 요구능력에 대한 정확한 도출 과정은 경제적인 측면뿐만 아니라 군의 임무효과도 측면에서 매우 중요하다. 능력은 미래 전장환경 분석으로부터 체계적인 하향식 접근방법에 의해 도출된 운용 개념을 기반으로 도출되는 순차적 과정의 산물이다.

† 2013년 1월 30일 접수~2013년 4월 26일 게재승인

* 육군 OO부대

** 국방대학교 무기체계학과

*** 방위사업청

책임저자 : 이재원(koreabestwing@gmail.com)

능력 도출에 대한 선행과정인 운용개념 정의는 임무(mission)로부터 과업(task), 활동(activity), 그리고 마지막으로 임무 수행에 요구되는 기능(function)까지 반복 순차적인 기능분석과정을 통해 이루어진다.

이러한 관점에서, 본 연구는 기능의 상관관계 분석에 용이한 QFD(Quality Function Development)을 활용하여 기능모형을 제시하고, 이 모델을 사용하여 미래 공격헬기에 적용 가능한 임무기반의 과업, 활동 및 기능을 도출한다. 이를 위해 미군의 미래공격헬기와 우리군의 현 운용개념을 분석했으며, 시스템 레벨의 적정 요구사항 수를 고려하여 공격헬기의 주요 임무인 ‘항공타격작전’으로 제한하였다. AHP 기법은 전용 전산프로그램인 ExpertChoice2000을 사용하였으며, QFD 전용 전산 프로그램인 CUPID를 활용하여 활동들 사이의 우선순위를 도출하고, 이 활동들을 최소화하였다. 이를 바탕으로 미래 공격헬기에 요구되는 최적기능을 도출하고, 마지막으로 미래전장 환경에서의 임무수행에 부합하는 공격헬기의 효과적인 운용을 위한 5가지 핵심기능(critical functions)을 제시하였다.

2. 미래전장환경

정보에 대한 의존성이 증가되는 미래 전장에서는 이전의 플랫폼 중심의 전쟁 양상과는 완전히 다른 네트워크 중심의 새로운 전쟁형태로의 변화가 예상된다. 또한, 빠른 기동력과 화력의 중요성은 여전히 강조될 것이다. 정보우위 기반의 상황인지 및 공유를 통해서 지상군 지휘관은 적보다 더 신속한 의사결정과 지휘결심의 완전성을 보장받게 된다. 이러한 제반 지식·정보를 지휘관 및 부대가 공유한 가운데 빠른 기동력으로 작전을 수행함으로써 상대적 전투력 우위 달성과 주도권 장악이 가능하게 될 것이다.

이를 위해서 정보·감시·정찰과 정밀유도무기를 첨단 C4I로 연결하여 하나의 복합시스템을 구성함으로써 작전의 효율성과 능률성을 극대화한다. 복합시스템은 공간적 분산 하에서도 시간적 통합성과 상호운용성을 지닌 센서, 장사정 정밀유도무기, 그리고 전장관리를 통해 통합적인 운용이 가능하다. 특히, 미래전장은 네트워크기반의 획기적인 전장관리체계 발전으로 개발 플랫폼이 마치 하나의 거대 시스템처럼 통합되어 Fig. 1과 같이 정보그리드 하에서 임무와 기능을 수행하게 될 것이다.

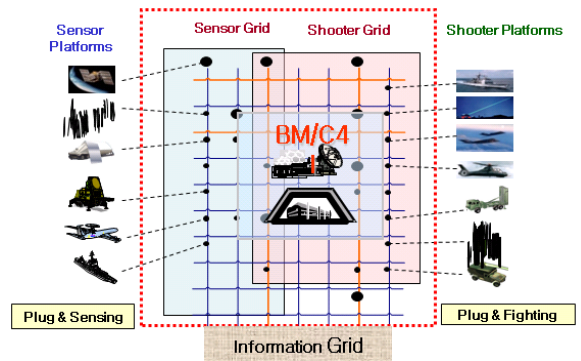


Fig. 1. 정보 그리드 기반의 NCW^[1]

3. 미래 공격헬기의 운용개념 분석

미 육군은 이라크전과 아프간전의 경험을 통해 NCW 환경 하에서의 공격헬기의 운용이 지상군의 다른 어떠한 무기체계보다 빠르고 효과적임을 알게 되었다. 그 결과 무인항공시스템(UAS : Unmanned Aircraft System)와 연동된 육군항공 작전의 효율성을 위해 2006년 UAS 운용병과가 정보병과에서 항공병과로 전환되었다. 또한, 훈련부대도 정보학교에서 항공센터로 전환시키면서 교리와 무기체계를 지속적으로 발전시키고 있다. 이러한 노력으로 2006년에는 레이저 지시기를 무인항공비행체(UAV : Unmanned Aerial Vehicle)에 탑재하였다. 이것은 Fig. 2에서 보는 바와 같이, UAV가 표적에 대하여 레이저로 지시를 하게 되면 헬콰이어 미사일을 탑재한 헬기는 안전한 지역에서 UAV가 지시한 표적에 대하여 사격이 가능하다.

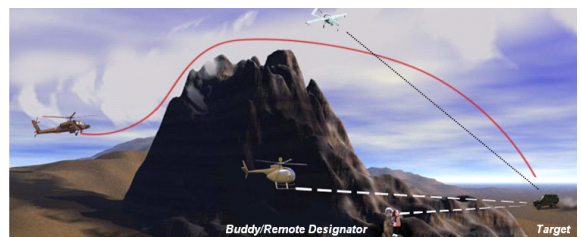


Fig. 2. UAS 레이저 지시하의 공격헬기 사격 개념도^[2]

2013년까지 미 육군은 구형 AH-64A 모델을 AH-64D Block으로 성능개량하면서, 모든 기체는 신형 레이더와 데이터링크를 장착하여 NCW를 수행하려는 계획을 갖고 있다. 2008년에는 Fig. 3에서 보는바와 같이 UAS

에서 획득한 표적에 대한 영상 정보 및 데이터를 공격 헬기에서 직접 수신하게 되었다. NCW 환경 하에서 공격 헬기 조종사는 Fig. 3과 같이 다수의 UAS 정보 중 상황에 따라 필요한 영상 정보를 선택할 수 있으며, 공격헬기에서 획득한 영상정보는 지상부대도 상호 공유가 가능하여 공격헬기는 슈터의 기능만 하는 것이 아니라, 전장에서 중요한 센서로서의 기능도 하게 된다.



Fig. 3. AH-64의 전장상황 디스플레이 cockpit^[2]

Fig. 4는 이와 같은 새로운 운용개념을 바탕으로 나타난 미국의 항공타격작전 시퀀스 다이어그램이다. 미군의 공격헬기는 전투진지 점령, JSTAR 등의 다양한 센서로부터의 정보를 획득할 수 있는 데이터링크를 탑재하고 있기 때문에 실시간으로 전장상황을 영상으로 확인이 가능하여 한국군처럼 임무 간 정찰헬기를 따로 운용할 필요가 줄어들었다. 사격 시에도 UAV를 통해서 또는, 자체 레이저표시기로 화력을 유도할 수 있기 때문에 사격의 정확도가 높으며, 사격 절차도 간단하다. 네트워크화된 C4I체계를 통해 지상작전부대와 동기되어 있기 때문에 전장상황에 대한 인지가 높아지고, 위협 노출 또한 크게 줄어들 수 있다.

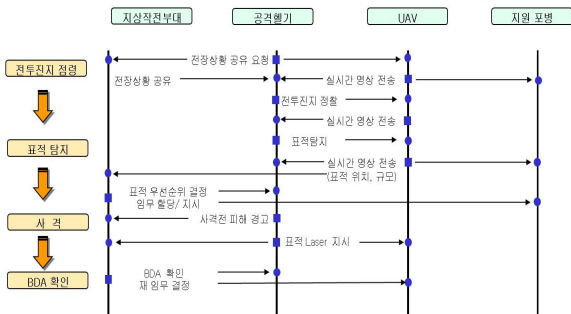


Fig. 4. 미국의 항공타격작전 시퀀스 다이어그램^[3]

반면, 우리나라를 포함한 대부분의 국가의 공격헬기 조종사는 UAV 등 다른 센서를 운용할 수 없기 때문에 임무수행이 간단해 보이지만, 모든 상황을 조종사 개인이 판단해야한다. 지상부대와 공격을 동기화하기 위해서는 모든 과업 간 지상부대와 음성 통신을 해야 하는 절차가 있고, 전장상황에 실시간으로 대응하기 위해서 전투진지 정찰, 표적 획득 등의 과업을 수행할 때 적의 대공무기에 대한 위협에 노출되어 있음을 식별할 수 있다. 항공작전의 특성상 공역통제가 필수적이거나, 공역통제 역시 음성통신으로 하기 때문에 지상작전 부대와 실시간 전파에 어려움이 있다. 즉, 실시간으로 전장상황을 영상으로 확인하고 전투진지를 점령하여 사격을 하게 되는 NCW 전쟁 수행능력을 보유한 미군이 수행하는 항공타격작전은 한국군의 항공타격작전에 비해 더 정확하고, 더 안전하게 운용할 수 있는 것이다.

또한, 미군은 주·야간 표적식별 능력이 가능한 레이더를 자체적으로 보유하고 있기 때문에 임무의 성공률이 더욱 높아지게 된다. 다행히도, 우리 육군은 NCW의 중요성을 인지하고, 중형공격헬기에 합동전술데이터링크체계(JTDLS : Joint Tactical Data Link System)의 전력화를 목전에 두고 있지만, 현재의 육군 항공 공격헬기 전력의 능력으로는 평시의 전략적 억제 전력 및 국지전과 제한전에 대비한 주·야간 신속대응 전력으로서의 작전 수행이 미흡한 실정이다.

따라서 네트워크기반의 미래전장환경에서 효과적인 공격헬기 작전을 수행하기 위해서는 임무기반의 정확한 과업(task)과 기능(function) 식별이 요구되며, 이를 바탕으로 미래 공격헬기 능력에 대한 연구가 이루어져야 한다.

4. QFD를 이용한 공격헬기 최적 기능 도출

QFD는 사용자의 요구와 특성을 하향 세분화 할 수 있으며 가중치를 부여하여 임무 수준의 과업(task)으로부터 기능(function)을 체계적이며 순차적으로 도출할 수 있는 기법이다. QFD의 일반적인 형태는 Fig. 5와 같이 나타낼 수 있다. 좌측, 'what(voice of customer)' 부분에 사용자 요구를 기술하고, 상단 'how(features)'은 어떻게 요구를 만족시킬 것인지에 대한 특성을 기술한다. 또한, 'what'과 'how'의 교차부분인 'relationship matrix'는 사용자 요구를 만족시키기 위한 방법에 가중

치를 부여한다. ‘requirement correlation matrix’는 ‘how’ 영역에서 도출한 특성 상호간의 관련성을 확인할 수 있다.

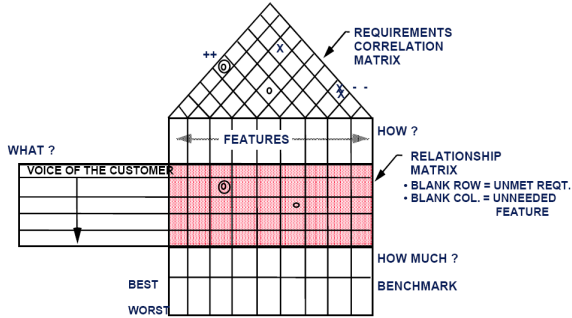


Fig. 5. 품질기능전개

가. 기능도출을 위한 QFD 모형

QFD 기법을 활용하여 공격헬기의 기능을 도출하기 위해서는 우선적으로 공격헬기의 주 임무인 항공타격 작전을 성공적으로 실시하기 위한 과업(what)을 식별해야 하고, 식별된 과업으로부터 관련이 있는 활동(how)을 선정해야 한다. 다시 선정된 활동(how)는 다음 단계의 what이 되고 이 활동을 충족하기 위한 기능(how) 식별이 요구된다. 이러한 프로세스에 따라 공격헬기의 최적 기능 도출을 위해 구축한 QFD 모형은 Fig. 6과 같이 나타낼 수 있다.

제시된 QFD 모형을 활용하여 항공타격작전 임무를 수행하기 위한 공격헬기 과업→활동→기능도출 프로세스는 크게 다음과 같은 5단계로 구분된다⁴⁾.

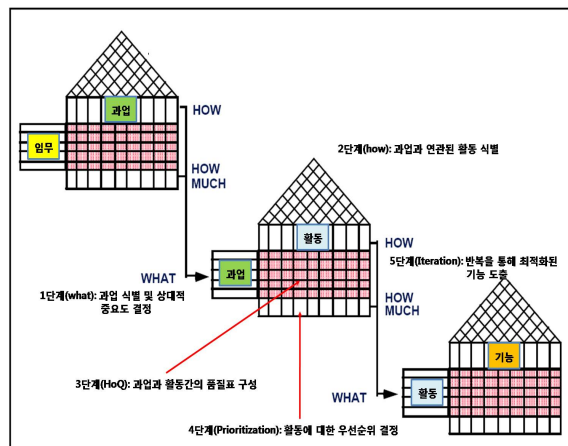


Fig. 6. QFD 기반 기능분석 과정

1) 1단계(what) : 항공타격작전 임무 수행을 위한 과업 식별 및 상대적 중요도 결정

사용자 요구(what)에 해당하는 과업식별을 통해, 항공타격작전을 수행하기 위한 과업(task)을 식별한다. 각 과업에 대한 상대적 중요도는 전문가로 구성된 집단의 설문에 의한 계층화 의사결정 기법(AHP)을 활용하여 결정했다.

2) 2단계(how) : 과업과 연관된 활동 식별

사용자의 요구를 충족시키는 기술특성(how)에 해당하는 항공타격작전의 임무를 수행하기위한 과업을 충족시키는 활동은 1단계에서 도출된 과업을 기반으로 하여 한국군과 미군의 야전교범에서 식별한다.

3) 3단계(HoQ) : 과업과 활동(activity)간의 품질표 구성

과업과 활동 간의 상관관계는 항공타격작전을 수행하기 위한 과업을 나타내는 행(whats)과 그에 따르는 활동을 나타내는 열(hows)로 나타내는 관계성 매트릭스(relationship matrix)에 표현된다. 관계성 매트릭스 내에 상관관계는 매우 강한 관계성(◎), 보통관계성(○) 약한 관계성(△)의 세 가지 기준으로 나타내며, 상관관계에 대한 정도는 각각 9, 3, 1의 수치를 부여했다. 또한, 활동간 상호 연관성은 HoQ의 지붕에 해당하는 상관매트릭스(correlation matrix)에 활동 간의 상관관계를 표시하기 위해 강한 긍정(++), 긍정(+), 부정(-), 강한 부정(--의 네가지 기준을 적용하였다. 마찬가지로 각각에 대해 3, 1, -1, -3의 수치를 부여하여 상관관계의 상대적 크기를 나타냈다.

4) 4단계(prioritization) : 활동 우선순위 결정 및 도출

과업을 수행하기 위한 세부 활동을 도출하기 위해서는 우선적으로 활동들 간의 우선순위를 결정해야 한다. 우선순위는 상대적 중요도와 상관관계 정도의 값을 곱을 중으로 합계하여 각각의 활동의 값을 구한 후, 각각의 활동의 값이 가장 큰 순으로 결정된다. 마지막으로 계산된 우선순위와 활동의 상대적 중요도 분석을 통하여 항공타격작전 임무-과업을 수행하기 위한 중요 활동을 도출한다.

5) 5단계(iteration) : 최적화된 기능 도출

마지막으로, 5단계에서는 최적화된 기능을 도출하기

위하여 위의 1단계에서부터 4단계까지의 1차 과업-활동 QFD 프로세스와 같은 방법으로 하여 활동-기능 QFD 프로세스를 반복 수행한다. 사용자 요구(what)는 4단계에서 도출된 활동이 적용이 되고, 기술특성(how)인 기능(function)을 도출 한다. 한국군의 기능을 먼저 식별한 후, 현재 한국군은 보유하고 있지 않은 기능들 중에서 선진국에서 보유하고 있거나 계획 중인 기능들을 추가하여 기술특성(how)를 완성한다. 우선순위는 상대적 중요도와 상관관계 정도의 값을 곱을 중으로 합계하여 각각의 활동의 값을 구한 후, 각각의 활동의 값이 가장 큰 순으로 결정된다. 계산된 우선순위와 활동의 상대적 중요도 분석을 통하여 항공타격작전을 수행하기 위한 최적의 기능을 도출한다.

나. QFD를 활용한 공격헬기의 최적기능 도출

1) 1단계(what)

항공타격작전은 육군항공부대가 합동 및 제병협동 부대의 일부, 또는 단독으로 주로 적 기갑 및 기계화 부대, C4I시설, 화력지원부대 등의 주요 핵심표적을 타격하여 지상작전부대의 작전목적 달성에 기여하기 위한 작전이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 야전교범에 명시된 과업은 ‘임무수행 준비’로부터 ‘복귀’까지 11단계 이며, 세부 과업 내용은 Table 1과 같다.

Table 1. 항공타격작전 수행 과업

| 구 분 | 항공타격작전 과업 |
|------|---------------|
| T.1 | 임무수행을 준비하라 |
| T.2 | 최종임무브리핑을 실시하라 |
| T.3 | 공격대기지역기동하라 |
| T.4 | 전투진지를 정찰하라 |
| T.5 | 전투진지를 점령하라 |
| T.6 | 표적을 인계 / 인수하라 |
| T.7 | 표적을 확인하라 |
| T.8 | 사격을 실시하라 |
| T.9 | 차후진지로 이동하라 |
| T.10 | 재사격을 실시하라 |
| T.11 | 복귀하라 |

과업간의 상대적 중요도 결정을 위한 신뢰성을 보장하기 위해서 설문은 Table 2와 같이 현재 핵심 역할을 수행하고 있는 조종사들 중 비행시간 500시간 이상, 고군반이나 이에 준하는 교육을 수료한 준사관 이상의 조종사 집단 50명을 대상으로 하였다. 이러한 모집단의 설문결과를 기반으로 AHP 기법 중 Saaty & Vargas

상대비교기법^[5]을 사용하여 상대적 중요도를 결정하였다. 본 연구에서는 Table 3과 같이 총 9단계의 중요도를 나누어서 각 단계 사이에 2, 4, 6, 8을 중간 값으로 사용하였다.

Table 2. 설문조사 대상 그룹

| 구분 | 대 상 | 요구경력 |
|------|--------------|----------------------------|
| 조종경력 | 공격헬기 조종사 | 비행경력 500시간 이상 준사관 이상 장교 |
| 훈련경험 | 항공타격작전 훈련 | 3년 이상 공격헬기부대 근무 |
| 관련교육 | 항공타격작전 관련 교육 | 고군반, 준고급반 교육 이수 |

Table 3. Scale for Pairwise Comparison

| 입력값 | 의 미 |
|---------|---------------------------|
| 1 | 행과 열의 항목이 같은 정도로 중요 |
| 3 | 행의 항목이 열의 항목보다 약간 중요 |
| 5 | 행의 항목이 열의 항목보다 중요 |
| 7 | 행의 항목이 열의 항목보다 상당히 중요 |
| 9 | 행의 항목이 열의 항목보다 절대적 중요 |
| 2,4,6,8 | 위 수치에 대하여 보간적인 역할 |
| 역수 | 역수 행의 항목이 열의 항목보다 중요하지 않음 |

AHP 점수계산은 다음과 같은 4단계의 과정을 거쳤으며, Fig. 7은 AHP 중요도 점수계산과정을 나타낸다.

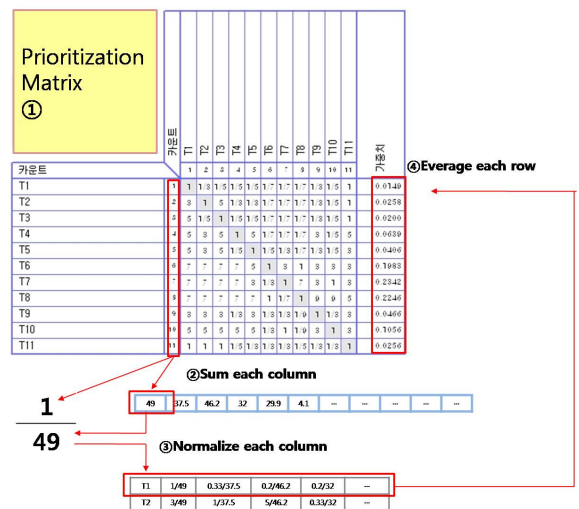


Fig. 7. AHP 중요도 점수 계산 프로세스

① 먼저, 1~9 사이의 상대선호도 설문결과를 AHP 매트릭스에 적는다. 본 설문 조사의 쌍대비교의 요소는 T.1부터 T.11까지 총11가지이므로 11×11의 AHP 매트릭스로 구성된다. 쌍대비교 매트릭스는 역수행렬의 속성을 가지고 있다. “A는 B보다 중요하다”이면 $X_{AB} = \theta$, “B는 A보다 중요하다”이면 $X_{BA} = 1/\theta$ 로 적는다.

② 다음으로, 각각의 열의 합계를 구한다.

$$1+3+5+5+5+7+7+7+3+5+1=49$$

③ 2단계로부터 얻은 값 49를 기준으로 각각의 열의 설문선호도를 일반화 시킨다.

$$\frac{1}{49}, \frac{3}{49}, \frac{5}{49}, \frac{5}{49}, \frac{5}{49}, \frac{7}{49}, \frac{7}{49}, \frac{7}{49}, \frac{3}{49}, \frac{5}{49}, \frac{1}{49}$$

④ 마지막으로 각각의 행에 대한 값을 구한다. 예를 들어 T1의 평균값은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\left(\frac{1}{49} + \frac{0.33}{37.5} + \frac{0.2}{46.2} + \frac{0.2}{32} + \dots\right) \div 11 = 0.0149$$

이러한 방식으로 T.1부터 T.11까지의 각각의 AHP값이 계산된다. Fig. 7의 결과에 따르면 AHP설문자는 T.7과 T.8이 가장 중요하다고 생각하고 있으며, 반면에 T.1과 T.11의 중요도가 매우 낮다고 생각함을 알 수 있다. 단, 이것은 설문자 1인에 대한 AHP계산 절차이며, 각각의 설문자에 대한 반복수행을 통해 종합적인 AHP 결과를 얻게 된다.

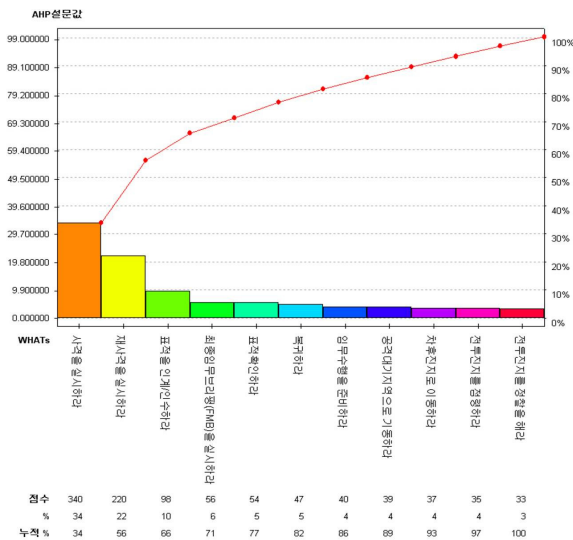


Fig. 8. 항공타격작전 과업 중요도, 우선순위(CUPID 산출물)

Fig. 8은 AHP 전문 전산도구인 Expert2000을 사용하여 Table 1의 과업의 중요도에 관한 전체설문자에 대한 결과를 종합한 것이다. 앞에서 특정 설문자를 대상으로 도출했던 중요도와 달리 전체 설문자에 대해 종합적으로 분석한 결과는 ‘사격을 실시하라’(T.8)와 ‘재사격을 실시하라’(T.10) 과업이 가장 높은 중요도를 나타냈다. 반면, ‘전투진지를 정찰하라’(T.4), ‘전투진지를 점령하라’(T.5)의 활동 중요도는 각각 0.035, 0.03으로 가장 낮게 나타났다. 이것은 조종사들이 미래전장 환경에서도 적을 타격하는 과업을 가장 중요하게 생각하고 있고, 전투진지의 정찰이나, 전투진지를 점령하는 과업은 UAV와 다양한 센서를 통해서 정보를 획득할 수 있기 때문에 상대적으로 그 중요도가 낮게 평가된 것으로 판단된다.

2) 2단계(How)

1단계에서 선정된 11개의 과업을 실시하기 위한 공격헬기의 활동은 앞에서 분석한 00교범에서 적용하고 있는 필수 항목을 중심으로 선정하였다. 이를 바탕으로 미래의 관점에서의 활동을 도출하기 위해서 미군의 FM 3-04-126 ‘공격·정찰헬기 작전’을 참고하여 미군의 활동을 추가했다. 이를 통해 도출된 활동(activity)는 총 36가지이며 세부 내용은 Table 4와 같다.

Table 4. 과업을 수행하기 위한 활동

| 구분 | 항공타격작전간 수행하는 활동 |
|------|------------------------------|
| A.1 | 항공기 무장상태 점검 |
| A.2 | 통신망 점검 |
| A.3 | 항공기 시동 및 이륙시간 재확인 |
| A.4 | 작전지역 최신상황 확인 |
| A.5 | TIME HACK |
| A.6 | 이륙 방향 및 호기별 행동절차 확인 |
| A.7 | 지휘기: 비행대형 및 속도, 시간 통제 |
| A.8 | 적방공무기의 집중사격을 받았을 경우 예비항로로 전환 |
| ⋮ | ⋮ |
| A.33 | 지상작전부대와 공격을 동기화 |
| A.34 | 적 무기체계 유효 사거리로부터 거리유지 |
| A.35 | 적이 예상할 수 없도록 지형을 이용 |
| A.36 | BDA와 효과평가를 제공 |

3) 3단계(How)

HoQ는 1단계에서 식별한 과업(task) 간의 상대적 중요도와 2단계에서 선정한 활동(activity) 간의 상관관계의 정도를 판단하여 Fig. 9와 같이 작성된다. 우선적으로 상관관계의 정도에 따라 9점(◎), 3점(○), 1점(△)을 부여하였다.

과업(T) 중 중요도가 가장 높은 ‘사격을 실시하라(T.8)’는 ‘적이 예상할 수 없도록 지형을 이용하라(A.35)’, ‘적 무기체계의 유효사거리로부터 거리 유지(A.34)’ 그리고 ‘지상 작전부대와 공격을 동기화하라

(A.33)’의 활동이 강한 상관관계(◎)를 가지는 것으로 부여하였다. ‘사격진지에서 TOW 한 발만 사격하라(A.25)’, ‘지휘기 BDA 종합하라(A.26)’ 활동과는 일반적인 상관관계 3점(○)을 가지는 것으로 가정하였다.

다음으로 중요도가 높은 과업인 ‘재사격을 실시하라(T.10)’의 경우 ‘사격을 실시하라(T.8)’와 마찬가지로 ‘적이 예상할 수 없도록 지형을 이용하라(A.35)’, ‘적 무기체계의 유효사거리로부터 거리 유지하라(A.34)’ 그리고 ‘지상 작전부대와 공격을 동기화하라(A.33)’의 활동과 강한 상관관계(◎)를 가지며, 재사격을 실시하기

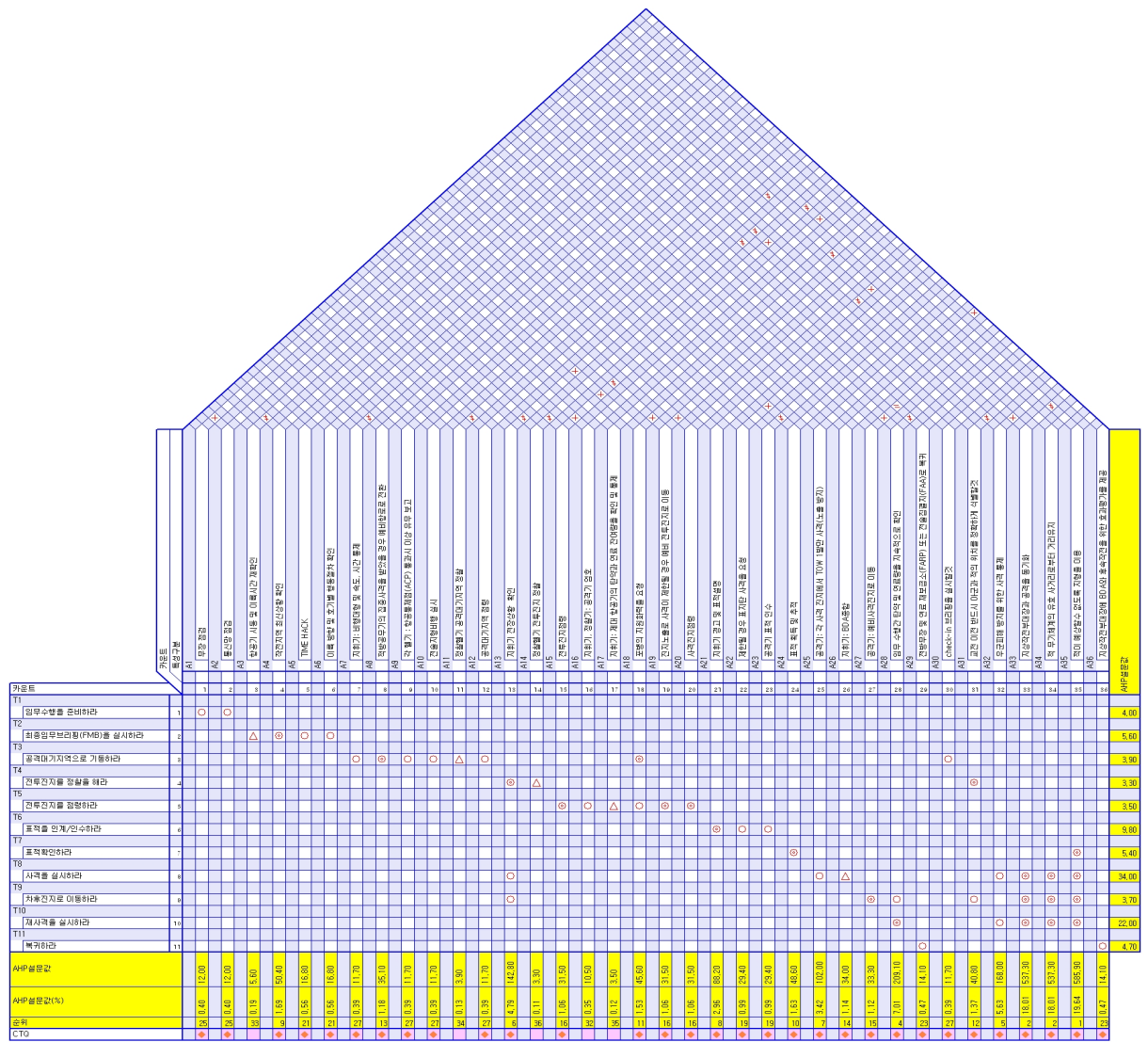


Fig. 9. 미래 공격헬기의 과업(task)와 활동간의 HOQ

위해서 ‘임무수행간 탄약 및 연료량을 지속적으로 확인하라(A.28)’ 활동 역시 강한 상관관계(⊙)를 가지는 것으로 가정했다.

활동간 중요도는 간단하며 널리 사용되고 있는 단순 가중합(simple weighted sum) 방법을 사용하여 산출하였다. 이를 위해, HoQ의 행에 해당하는 과업의 상대적 중요도를 d_i , $i = 1, 2, 3, \dots, m$ 라 하고, i 번째 활동(T)과 j 번째 간의 상관 정도를 나타내는 값을 r_{ij} (여기서 $i = 1, 2, 3, \dots, m : j = 1, 2, 3, \dots, n$)라 할 때, HoQ의 열에 해당하는 활동 간의 상대적 중요도, w_j 는 식 (1)에 의해 구할 수 있다.

$$w_j = \sum_{i=1}^m d_i \cdot r_{ij} \quad (1)$$

또한, 과업 간의 절대가중치, w_j^r 는 식 (1)로부터 계산된 과업의 w_j 를 다음 식에 대입하여 쉽게 계산된다.

$$w_j^r = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2)로부터 계산된 w_j 와 w_j^r 는 4단계에서 수행되는 활동 간의 우선순위결정 및 활동을 도출하는데 활용된다. 3단계에서 중요도 계산을 통하여 QFD 전문 프로그램인 CUPID를 사용하여 Fig. 9와 같이 전체 36개 활동에 관한 결과를 얻을 수 있었다.

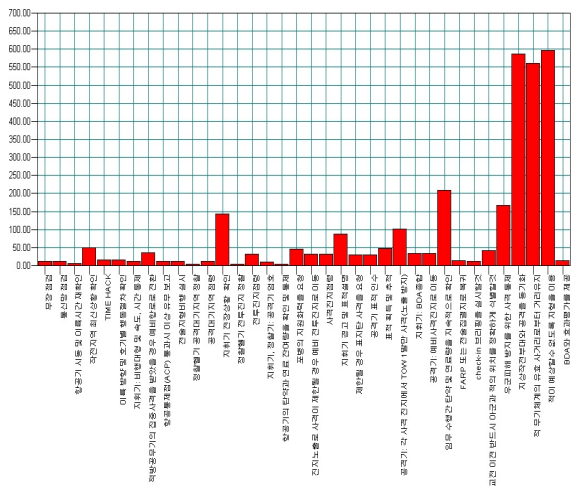


Fig. 10. 항공타격작전 활동의 중요도(CUPID 산출물)

4) 4단계(prioritization)

Table 5는 3단계로부터 도출된 위 Fig. 10의 결과를 가지고 각각의 활동의 상대적 중요도를 비교하여 우선 순위를 결정한 것이다. Table 5에서 알 수 있듯이 ‘적이 예상할 수 없도록 지형을 이용하라(A.35)’, ‘지상작전부대와 공격을 동기화하라’가 각각 1순위와 2순위로 결정되었다. 반면, ‘지휘기의 제대 항공기의 탄약과 연료량 통제하라(A.17)’, 그리고 ‘정찰헬기 전투진지 정찰하라(A.14)’가 우선순위가 전체 36개의 활동 중 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 5. 활동 우선순위

| 순위 | 활동(activity) | 중요도 (%) | |
|-----|--------------|-------------------------|-------|
| 1 | A.35 | 적이 예상할 수 없도록 지형을 이용 | 19.46 |
| 2 | A.33 | 지상작전부대와 공격을 동기화 | 19.11 |
| 3 | A.34 | 적 무기체계의 유효사거리로부터 거리유지 | 18.29 |
| 4 | A.28 | 임무 수행 간 탄약 및 연료량 지속적인확인 | 6.82 |
| 5 | A.32 | 우군 피해방지를 위한 사격 통제 | 5.48 |
| 6 | A.13 | 지휘기 전장상황 확인 | 4.66 |
| 7 | A.25 | 각 사격 진지에서 TOW 1발만 사격 | 3.33 |
| 8 | A.21 | 지휘기 경고 및 표적 설명 | 2.88 |
| 9 | A.4 | 작전지역 최신상황 확인 | 1.64 |
| 10 | A.24 | 표적 획득 및 추적 | 1.59 |
| 11 | A.18 | 포병의 지원화력 요청 | 1.49 |
| ... | ... | ... | ... |
| 34 | A.11 | 정찰헬기 공격대기지역 정찰 | 0.13 |
| 35 | A.17 | 제대 항공기의 탄약과 연료량 통제 | 0.11 |
| 36 | A.14 | 정찰헬기 전투진지 정찰 | 0.11 |

항공타격작전 활동 w_j 분포를 Fig. 11과 같이 세 개의 영역으로 구분할 수 있다. w_j 분포 값이 가장 높게 나온 ‘적이 예상할 수 없도록 지형을 이용하라(A.35)’,

‘지상작전부대와 공격을 동기화하라(A.33)’, ‘임무 수행 간 탄약 및 연료량을 지속적으로 확인하라(A.28)’의 A 영역에 포함되어 있는 활동들은 나머지 B 영역에 포함되어 있는 활동들 보다 약 5~10배의 중요도 값을 가진다. 이는, 공격헬기 조종사들은 미래전장환경에서 공격헬기의 중요한 활동이 우군에는 피해를 주지 않으면서 적에게는 효과적인 공격을 하는 것임을 나타낸다. 반면에, ‘정찰헬기 공격대기지역 정찰하라(A.11)’, ‘계대 항공기의 탄약과 연료 잔여량을 확인 및 통제하라(A.17)’, ‘전투진지 정찰하라(A.14)’의 w_j 값은 각각 0.13, 0.12, 0.11로 다른 활동에 비해 현저히 낮다. 이 경우 미래항공타격작전 임무수행을 위한 활동들에서 배제시킴으로서 활동을 최소화시킬 수 있다.

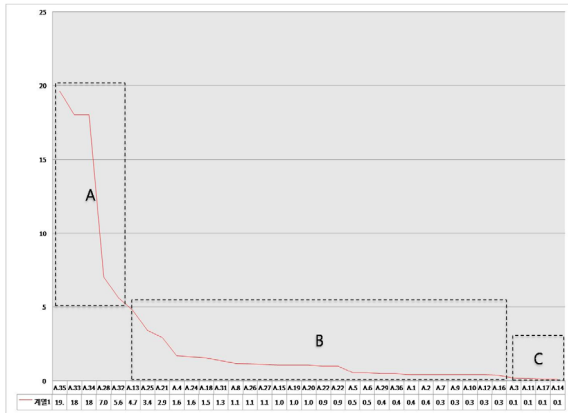


Fig. 11. 항공타격작전 활동 w_j 분포도

5) 5단계(iteration)

최적화된 기능을 도출하기 위하여 1단계에서부터 4 단계까지 적용했던 QFD 프로세스를 기능도출 과정에서도 동일한 방법으로 수행한다. 이때, 고객의 요구(what)는 4단계에서 도출된 최소활동이 되고, 기능특성(how)은 활동을 충족시키기 위한 기능들이다. 그리고 4단계에서 도출한 활동의 중요도 및 우선순위는 활동→기능 QFD의 중요도 결과 값이 그대로 적용되어 임무→과업→활동→기능간의 중요도가 순서대로 반영된다. 마지막으로 최적의 기능을 도출할 수 있게 되는 것이다.

공격헬기 기능은 2단계에서 식별된 활동을 도출한 방법과 같이 항공타격작전 교범을 통해 먼저 식별했다. 다음으로 현재는 없지만 미국 등 선진국에서 보유하고 있거나 계획·구상중인 기능을 추가하여 Table 6

을 완성했다. 기능우선순위를 나타내는 Table 6은 QFD 도구인 CUPID의 전산도구를 통해 식별된 Fig. 12의 기능 중요도로부터 직접 식별하였다. HoQ는 4단계에서 식별된 최소활동(activity)과 6단계에서 선정한 기능(function) 간의 상관관계의 정도를 판단하여 중요도에 따라 9점(◎), 3점(○), 1점(∧)을 각각 부여하였다.

Table 5에서 중요도가 가장 높은 ‘적이 예상할 수 없도록 지형을 이용하라(A.35)’ 활동은 Table 6의 ‘Laser로 표적 유도하라(F.47)’, ‘레이더로 전장 확인하라(F.48) 그리고 ‘디지털 C4I 체계에서 지형 분석 및 전투진지 분배하라(F.49)’의 세 가지 기능이 강한 상관관계(◎)를 가지며, ‘최대유효사거리를 고려한 사격하라(F.31)’, ‘직접사격하라(F.32)’ 기능과는 일반적인 상관관계(○)를 가지는 것으로 가정했다.

다음으로 중요도가 높은 활동인 ‘지상작전 부대와 공격을 동기화하라(A.10)’의 경우 ‘디지털 C4I 체계 확인하라(F.43)’, ‘지상부대와 지속적인 상황교신하라(F.44)’와 ‘Laser로 표적 유도하라(F.47)’이 강한 상관관계(◎)를 가지는 것으로 점수를 부여하였다.

Table 6. 공격헬기의 기능

| 구분 | 공격헬기의 기능 | 구분 | 공격헬기의 기능 |
|-----|----------------------------|------|-------------------------|
| F.1 | 조종사 : 헬멧 보싸이팅 점검 | : | : |
| F.2 | 정비사 : 헬기 무장상태 확인 | F.47 | Laser로 표적 유도 |
| F.3 | 무장사 : TOW, RKT, 발칸 점검 | F.48 | 레이더로 전장을 확인 |
| F.4 | 무장사 : Hellfire, RKT, 발칸 점검 | F.49 | 디지털 C4I체계에서 위협평가 정호를 획득 |
| F.5 | UAS 연결 확인 | F.50 | 지휘기 : 표적분배 |
| F.6 | 자체망, 전술망 주·예비 확인 | F.51 | 공격기 : 전투진지 점령 |
| F.7 | 임무 숙지 확인 | F.52 | UAV가용시 : UAV로 BDA 확인 |
| F.8 | 지상부대 협조 | F.53 | UAV불가용시 : 지휘기 상황 종합 |

이어서, 3단계에서 사용했던 것과 동일하게 단순가 중합법을 사용하여 해당 기능별로 상관관계의 점수를 산출했다. 우선순위는 상대적 중요도와 상관관계 정도

의 값의 곱을 증으로 합계하여 각각의 활동의 값을 구한 후, 각각의 활동의 값이 가장 큰 순으로 결정된다. 이 값을 통해서 항공타격작전을 수행하기 위한 기능의 우선순위를 판단하고, 핵심 기능을 도출할 수 있게 된다.

Fig. 12는 이러한 계산을 통하여 공격헬기의 기능 중요도를 종합하여 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 ‘Laser로 표적 유도하라(A.47)’가 가장 높은 기능 중요도를 나타냈으며(13.63%), ‘디지털 C4I체계를 확인하라(A.43)’(11.61%), ‘지휘기 : 디지털 C4I 체계에서 위협평가 정보 획득하라(A.49)’(9.26%) 등 디지털 C4I체계와 관련된 정보획득기능이 고르게 높은 중요도를 보였다. ‘UAV확인 및 UAS와 동기화하라(A.41)’(6.44%) 역시 높은 중요도를 보이고 있는데, 이렇게 높은 중요도를 보이고 있는 기능들은 우리 공격헬기가 아직 보유하고 있지 않지만, 미군이 보유하고 있거나 계획 또는 구상 중인 기능으로 미래전을 대비하기 위해서 군이 반드시 보유해야할 핵심기능(critical functions)이다.

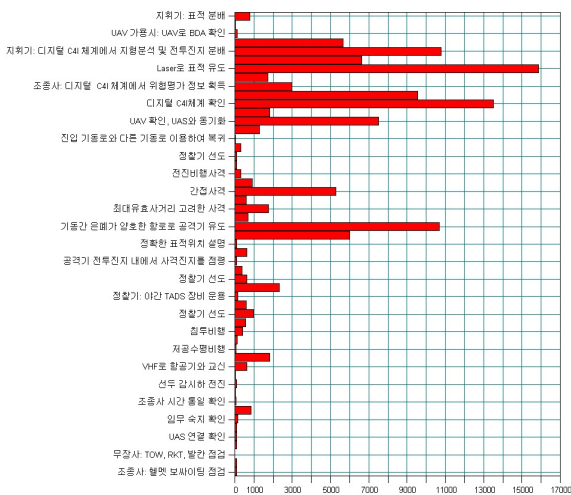


Fig. 12. 기능 중요도(CUPID 프로그램 산출물)

도출된 최적기능으로부터 미래전장 환경에 부합하는 공격헬기의 능력을 나타내는데 요구되는 핵심기능은 다음과 같은 5가지로 나타낼 수 있다. 이러한 핵심기능은 Table 6의 기능우선순위를 기반으로 도출하였다. 즉, 상위 11개의 기능이 실질적인 영향을 미치므로, 이들 간의 기능성분석을 통해서 유사기능을 통폐합하여 최종적으로 다음과 같은 5개의 핵심기능을 도출하였다.

- ① 미래 공격헬기의 무장시스템은 UAV로부터의 탐지/추적, 발사, 유도 단계의 트랙정보 공유를 통한 협동교전(cooperative engagement)이 가능해야한다.
- ② 미래 공격헬기의 C4I시스템은 전장상황(BDA포함)에 대한 트랙정보의 실시간 공유가 가능해야 한다.
- ③ 미래 공격헬기의 네트워크시스템은 UAV와 지상군으로부터 항로정보를 받을 수 있어야 한다.
- ④ 미래 공격헬기는 표적정보 획득을 위한 UAV 통제 기능이 보유되어야 한다.
- ⑤ 미래 공격헬기의 레이더는 다중 표적에 대해 주·야간 장거리 탐지·추적(track while scan)이 가능해야 한다.

5. 결론

본 연구는 기능분석 도구인 QFD를 사용하여 미래공격헬기에 적용할 수 있는 임무기반의 최적기능을 도출하였다. 도출된 최적기능으로부터 미래전장 환경에 부합하는 공격헬기의 요구능력을 나타내는데 필수적인 핵심기능을 제시했다. 본 연구에서 사용한 최적기능 도출프로세스는 군의 무기체계 소요제기 단계에서 적용할 수 있는 시스템엔지니어링 기반의 접근방법으로서 의미를 갖는다.

References

- [1] 권용수, 함병운, 김하철, “공중·미사일방어의 네트워크 중심 전장관리체계 발전방안”, 한국군사과학기술학회지, 제9권 제4호, p. 54, 2016. 12.
- [2] “AH-64D Apache Longbow/Video From UAS for Interoperability Teaming Level II(VUIT-2) Aircrew Workload Assessment”, US. Army Research Laboratory, p. 2, 2009. 4.
- [3] “Systems of systems Engineering Handbook”, INCOSE, p. 319, 2000. 7.
- [4] 고남경, “QFD를 활용한 국방획득사업 선행연구단계의 인간요소통합 활동 도출”, 한국국방경영분석학회지, 제37권 제4호, 2011. 11.
- [5] N. K, Jaiswal, “Military Operations Research Quantitative Decision Making”, p. 213, 1997.