



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

박사학위청구논문

2023학년도

다기준 의사결정을 통한  
무인항공기 대응체계 평가방법에  
관한 연구  
(군사보안시설을 중심으로)

A Study on the evaluation method of  
unmanned aerial vehicle response  
system through multi-criteria decision  
making method  
(Focusing on military security facilities)

광운대학교 대학원

방위사업학과

김재욱

다기준 의사결정을 통한  
무인항공기 대응체계 평가방법에  
관한 연구  
(군사보안시설을 중심으로)

A Study on the evaluation method of  
unmanned aerial vehicle response  
system through multi-criteria decision  
making method  
(Focusing on military security facilities)

광운대학교 대학원

방위사업학과

김재욱

다기준 의사결정을 통한  
무인항공기 대응체계 평가방법에  
관한 연구  
(군사보안시설을 중심으로)

A Study on the evaluation method of  
unmanned aerial vehicle response  
system through multi-criteria decision  
making method  
(Focusing on military security facilities)

지도교수 정 석 재

이 논문을 김재욱 박사학위 청구논문으로 제출함.

2023년 12월

광운대학교 대학원

방위사업학과

김 재 욱

# 김재욱의 공학 박사학위논문을 인준함

심사위원장            손 채 봉            인

심 사 위 원            정 석 재            인

심 사 위 원            김 장 엽            인

심 사 위 원            권 헌 철            인

심 사 위 원            임 남 규            인

광운대학교 대학원

2023년 12월

## 감사의 글

2021년 광운대학교 방위사업학과 박사과정에 입학하여 훌륭한 교수님들의 지도를 받으면서 원우들과 함께 진리를 탐구했던 시간이 제 인생에 있어서 무척 소중한 의미가 있었습니다.

지금의 졸업논문이 완성되기까지 지난 3년간 많은 분들의 도움과 격려가 있었지만, 특히 존경하옵는 지도교수님이신 광운대학교 방위사업학과 정석재 교수님께서 논문의 제목 선정에서부터 논문 작성 중에 어려움이 발생할 때마다 아낌없는 조언과 지도를 해 주셨기에 논문을 완성할 수 있었습니다.

다시 한번 저에게 항상 용기와 희망을 주시면서 깊이 있는 연구가 될 수 있도록 세심한 지도를 해 주셨던 정석재 지도교수님께 진심으로 감사하다는 말씀을 올립니다.

아울러, 바쁘신 학사일정 속에서도 심사위원장님을 맡아 논문심사를 꼼꼼하게 이끌어주신 존경하옵는 광운대학교 방위사업학과 주임교수님이신 손채봉 교수님과 연구방법론 측면의 진심어린 조언과 섬세한 가르침을 주셔서 논문의 수준을 높여주신 존경하옵는 광운대학교 김장엽 교수님께 감사드립니다.

또한, 국방대학교에서 학생들을 지도하시느라 바쁘신 가운데에서도 심사위원을 맡아주시고, 꼼꼼한 지도로 논문의 완성도를 높여주시면서 항상 관심과 성원을 보내주신 존경하옵는 권헌철 교수님과 공군사관학교 컴퓨터공학과 교수로 생도 교육을 수행하는 가운데도 부족한 저를 위해 귀한 시간을 내어주고, 연구의 효용성과 학문적인 가치를 배가시킬 수 있도록 도움을 준 임남규 박사님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

그리고, 논문 작성을 위해 총 5회의 설문 시에도 매번 성심성의껏 답변해준 각 분야의 최고 전문가이신 여러 선배·후배·동기생들에게도 감사의 말씀을 전합니다.

박사과정을 공부하면서부터 논문을 완성하기까지 어렵고 힘든 순간 곁에서 자리를 지켜주고 응원해 준 사랑스러운 아내 이웅선과 힘을 내어 학문에 더욱 매진할 수 있도록 원동력이 되어준 든직한 아들 김현탁 군 그리고 보석 같은 딸 김현수 양이 있어서 정말 고맙고 사랑한다는 마음을 다시 한번 전합니다.

이외에도 감사 인사를 드릴 분들이 너무 많습시다만, 항상 저에게 베풀어 주신 은혜를 잊지 않고 소중히 간직하며 살겠습니다.

그동안 박사학위 과정을 통해 습득한 지식과 논리적인 사고 능력을 바탕으로 학문에 더욱 정진하여 대한민국 군(軍)과 사회에 보탬이 되도록 항상 최선을 다하겠습니다.

감사합니다.

## 논문요지

# 다기준 의사결정을 통한 무인항공기 대응체계 평가방법에 관한 연구 (군사보안시설을 중심으로)

본 논문은 전 세계에서 자행되고 있는 무인항공기를 활용한 테러 등 각종 불법 공격에 대비하기 위해 군사보안시설을 중심으로 한 무인항공기 대응체계 구축 관련 평가방법 연구이다. 여기서 제시한 평가방법이란 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소), 평가지표[가중치(중요도), 우선순위], 환산점수표 개발, 평가배점 등을 의미한다.

현재 무인항공기는 비약적인 기술발전과 대량생산 등으로 민·관·군의 다양한 분야에 활용도가 증가하고 있으며, 가성비(저렴한 가격, 사용의 편의성, 은밀성 등)가 우수한 장점을 살려 비대칭 무기로 자리매김하고 있다. 따라서, 무인항공기에 의한 공격 등에 대비하기 위해 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 무인항공기 대응체계 구축을 위한 전문가들의 평가요소별 요구수준(기준) 제시가 필요하다.

무인항공기 관련 선행문헌을 고찰한 결과, 대부분 안티드론(무인항공기 대응) 관련 전반적인 기술동향, 산업동향 및 정책동향 등에 대한 연구이거나 합동방공작전 개념인 탐지, 식별, 무력화 등을 위한 어떤 세부 장비들이 필요한지에 대해서만 집중되어 있다. 결국, 무인항공기 대응체계 관련 소요제기 전반의 실질적인 평가방법을 연구한 문헌은 찾아보기 힘들다.

본 논문에서는 평가항목과 평가지표 등을 도출하기 위해 다기준

의사결정방법인 델파이 기법과 AHP 방법을 사용해 전문가들에게 설문하였다. 델파이 기법을 적용하기 위해 각종 문헌을 종합분석하여 잠정평가요소를 도출한 후 전문가 집단(30명) 설문을 통해 최종 평가항목으로 선정하였다. 델파이 설문 결과에 따른 최종 평가항목으로 결정하기 전에 평가요소별 내용 타당도(CVR)를 점검하여 이상 유무를 확인하였다.

또한, AHP 방법을 이용해 평가요소(제2계층 6개, 제3계층 26개)별 중요도와 우선순위에 대한 전문가 집단(30명)의 설문을 시행하였고, 설문 결과에 대한 일관성 비율(Consistency Ratio)이 신뢰할 수 있는 결과인 0.1 이하인지를 확인하였다.

환산점수표 개발을 위해 복합가중치를 사용하였는데, 이는 각 제3계층에 대한 가중치를 AHP(쌍대비교)를 이용해 산출한 다음 제2계층의 가중치와 곱하여 상대적 중요도를 계산하는 가장 일반적인 산출방법을 활용하였다.<sup>1)</sup> 각 제2계층(6개)별 가중치에 100%를 곱한 후 제2계층에 해당하는 제3계층(26개)별 가중치를 곱한 값[환산점수(복합가중치) = (제2계층 가중치 × 100%) × 제3계층 가중치]이다.

군사보안시설은 국가중요시설과 동일한 개념으로 적에게 파괴 또는 피탈 시 국방에 미치는 영향에 따라 ‘가’급, ‘나’급, ‘다’급<sup>2)</sup>으로 분류하고 있다. 전문가 설문을 통해 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급) 관련 전문가 집단의 인식변화가 발생하였는지 분석한 결과 다음 3가지를 확인할 수 있었다.

첫째, 군사보안시설 관련 무인항공기 대응체계 제2계층(6개) 우선순위는 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 상관없

---

1) 안진성, “델파이 기법과 AHP 적용을 통한 전통정원의 보존상태 평가지표 개발”,  
성균관대학교 박사학위 논문. 2010. p. 115

2) 국방부, “국방부훈령 제2425호 국방보안업무 훈령”. 2020, p. 71

이 ‘탐지 > 식별 > 무력화 > 사이버 방호 > 전투발전지원요소 > 통합 체계지원요소’ 순서로 나타났다.

둘째, 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 따른 제2계층의 각 평가요소(6개) 중요도는 ‘가급 > 미구분 > 나급 > 다급’ 순으로 분석되었다.

셋째, 군사보안시설에 무관하게 제2계층의 제3계층 각 평가요소(26개) 우선순위는 일치하지만, 평가요소별 중요도 값이 상이하게 도출된다는 점을 발견하였다. 예를 들면, 군사보안시설(가급 / 미구분 / 나급 / 다급)별 제2계층 탐지 중 제3계층 소형표적 평가요소의 중요도 값이 8.145 / 8.336 / 7.827 / 7.509로 미구분이 가급보다 높게 나왔다. 이러한 현상은 군사보안시설 ‘미구분’ 설문 시 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가 집단이 무인항공기 대응 체계 구축 관련 ‘목표시설’에 대하여 정확한 판단기준을 선정할 수 없어서 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가한 것으로 판단된다.

본 논문을 통해 확인된 학술적 기여는 ‘특정집단에 편중되지 않도록 전문가 집단을 구성하여 설문하더라도 군사보안시설 미구분 vs 구분(가급/나급/다급) 시 시설의 중요도에 따라 결과가 상이한 점’이며, 실무적 기여는 ‘무인항공기 대응체계 구축을 위한 정량화된 평가방법을 제시한 점과 보호하고자 하는 군사보안시설(가급/나급/다급)에 따라 평가요소의 전체 합계가 상이하게 도출(가급 > 미구분 > 나급 > 다급)되므로 전문가들의 의견을 수렴할 수 있도록 체계 구축이 필요하다 점’이 도출되었다.

향후 연구방향은 본 논문에서 제시한 각 계층별 평가요소에 대한 중요도, 우선순위 등 정량화된 획득기준을 사용하여 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 무인항공기 대응 관련 가성비가 최적화된 대응체계(장비 배치 등) 관련 심층 연구가 필요하다.

# ABSTRACT

## A Study on the evaluation method unmanned aerial vehicle response system through multi-criteria decision making method (Focusing on military security facilities)

KIM JAE WOOK

Department of Defense Acquisition Program  
Kwang-woon University Graduate School

This dissertation is a study on evaluation methods related to the construction of an unmanned aerial vehicle(UAV) response system focusing on military security facilities in order to prepare for various attacks such as terrorism using UAVs that are being perpetrated around the world. The evaluation method presented here refers to evaluation items (second and third tier evaluation factors), evaluation indicators [weight (importance), priority], development of converted scorecards, evaluation points, etc.

Currently, UAVs are increasingly used in various fields of civil, public, and military area due to rapid technological development and mass production. And UAVs are positioning themselves as asymmetric weapons by taking advantage of the advantages of low cost and

high efficiency (low price, ease of use, stealth, etc.). Therefore, in order to prepare for UAVs attacks, it is necessary to present the required level (standard) for each evaluation element related to the construction of an UAV response system by experts by military security facility class (Class I / Class II / Class III).

A reviews of prior literature on UAVs has focused mostly on research overall technology trends, industry trends, and policy trends related to anti-drones (UAV response). It has also focused on what detailed equipment is needed for detection, identification, and neutralization, on which is the concept of joint air defense warfare. After all, there is no literature that studies the actual evaluation of the overall UAV response system-related requirements.

In this dissertation, experts were questioned using the Delphi and AHP method. These are multi-criteria decision-making methods, to derive evaluation items and evaluation indicators. In order to apply the Delphi method, various prior literature were comprehensively analyzed to derive provisional evaluation factors. And the final evaluation items were derived through a questionnaire of a group of experts (30 people). Also, before deciding on the final evaluation item according to the results of the Delphi questionnaire, the content validity Ratio (CVR) of each evaluation element was

checked to check for abnormalities.

In addition, 30 experts questionnaires on the importance and priority of each evaluation factor (6 in the second tier and 26 in the third tier) were conducted using the AHP method. And the consistency ratio for the survey results was 0.1 or less, which is a reliable result.

Composite weights were used to develop the conversion scorecard, which used the most common calculation method to calculate the relative importance by calculating the weights for each third tier using AHP (pairwise comparison) and then multiplying with the weights of the second tier.<sup>3)</sup> The weight of each second tier (6) is multiplied by 100% and then multiplied by the weight of each third tier (26) corresponding to the second tier [conversion score (composite weight) = (second tier weight × 100%) × third tier weight].

Military security facilities are the same concept as national important facilities, and are classified into class I, class II, and class III according to the impact on national defense when destroyed or deprived by the enemy.<sup>4)</sup> As a result of analyzing whether there was a change in the perception of the expert group related to military security facilities "unclassified" and "classified"

---

3) Ahn, J. S, "Developing Evaluation Criteria for Historic Gardens Preservation Condition by Applying Delphi Technique and Analytic Hierarchy Process." Sungkyunkwan University Ph.D. thesis, 2010, p. 115.

4) R.O.K. MND, "Instruction No.2425 Defense Security Service Instructions", 2020, p. 71,

(Class I / Class II / Class III) through an expert questionnaire, the following three things were identified.

First, the priorities of the second tier (6) UAV response systems related to military security facilities were in the order of "detection > identification > neutralization > cyber protection > combat development support factors > integrated product support factors" regardless of "unclassified" and "classified" (Class I / Class II / Class III) military security facilities.

Second, according to the "unclassified" and "classified" (Class I / Class II / Class III) of military security facilities, the weight value of each evaluation factor of the second tier (6) were analyzed in the order of 'Class I > unclassified > Class II > Class III'.

Third, the priorities of each evaluation element of the third tier (26) of each military security facility are also consistent, but the weight value of some evaluation factors are derived differently. For example, among the second tier detections by military security facilities (Class I / unclassified / Class II / Class III), the value of the third tier small target evaluation factor was 8.145 / 8.336 / 7.827 / 7.509. The reason for this phenomenon is that the definition and facility standards for each military security facility were not informed in advance during the "unclassified" questionnaire of military security facilities using the converted scorecard

(composite weight). So the expert group could not select accurate judgment criteria for the "target facilities" related to the construction of the UAVs response system.

The academic contribution this dissertations are thses "even if an expert group is formed so as not to be biased towards a specific group, the results differ depending on the importance of the facility when military security facilities are unclassified versus classified (Class I / Class II / Class III)". The other practical contributions are "Presented a quantified evaluation method for building an UAVs response system. According to be protected the military security facilities (Class I / II / III), the total sum of evaluation factors is derived differently that is Class I > unclassified > Class II > Class III". It is necessary to establish a system so that expert opinions can be collected.

Future research directions require in-depth research on cost-effective response systems (equipment deployment etc.) related to UAV response by military security facility class (Class I / Class II / Class III) using quantified acquisition criteria such as importance and priority for each tier evaluation factors presented in this paper.

# 차 례

국 문 요 약 .....	i
ABSTRACT .....	iv
차 례 .....	ix
그 립 차 례 .....	xiii
표 차 례 .....	xiv
<b>I. 서 론 .....</b>	<b>1</b>
1. 연구배경 .....	1
2. 연구목적 및 필요성 .....	3
3. 연구방법 및 절차 .....	4
4. 논문의 구성 .....	6
<b>II. 무인항공기 관련 선행연구 .....</b>	<b>7</b>
1. 무인항공기 개념 .....	7
가. 용어 정의 .....	7
나. 무인항공기 분류 .....	9
2. 국내외 무인항공기를 활용한 불법 비행 및 공격 사례 .....	10
가. 무인항공기를 활용한 국내 불법 비행사례 .....	12
나. 무인항공기를 활용한 해외 공격 사례 .....	15
3. 무인항공기 대응절차 .....	17
4. 무인항공기 대응체계 적용기술 .....	18
가. 탐지 단계 .....	20
나. 식별 단계 .....	23
다. 무력화 단계 .....	24
5. 무인항공기 대응체계 구축 시 반영해야 될 평가요소 .....	27

III. 다기준 의사결정 방법론 .....	30
1. 개념 .....	30
2. 종류 .....	31
3. 다기준 의사결정 방법론 적용 사례 .....	33
4. 본 연구에 적용할 연구방법 .....	40
IV. 무인항공기 대응체계 평가방법 실증분석 .....	42
1. 문헌조사를 통한 잠정 평가요소 연구 .....	42
2. 전문가 설문을 위한 잠정 평가요소 선정 .....	49
3. 델파이 기법을 적용한 평가요소 확정 .....	51
가. 연구방법 .....	51
나. 제1차 델파이 분석결과 .....	55
다. 제2차 델파이 분석결과 .....	62
4. AHP 방법을 활용한 평가지표 도출 .....	65
가. 연구방법 .....	65
나. 쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과 .....	72
1). 제2계층의 우선순위 .....	72
2). 제2계층 ‘탐지’에 대한 평가요소의 우선순위 .....	74
3). 제2계층 ‘식별’에 대한 평가요소의 우선순위 .....	75
4). 제2계층 ‘무력화’에 대한 평가요소의 우선순위 .....	76
5). 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 평가요소의 우선순위 .....	78
6). 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 평가요소의 우선순위 ..	79
7). 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 평가요소의 우선순위 ..	81
다. 각 평가요소별 복합가중치를 이용한 환산점수표 개발 .....	83
1). 복합가중치를 이용한 각 평가요소의 우선순위 .....	83
2). 복합가중치를 이용한 변환점수 계산 .....	85
3). 환산점수를 이용한 무인항공기 대응체계 평가지표 개발 ..	89

5. 산출된 환산점수표(복합가중치)를 활용한 설문결과 .....	91
가. 군사보안시설 미구분 .....	91
나. 군사보안시설 구분 .....	92
1). 군사보안시설 ‘가급’ .....	92
2). 군사보안시설 ‘나급’ .....	93
3). 군사보안시설 ‘다급’ .....	94
6. 설문결과 분석 .....	95
가. 군사보안시설 관련 각 계층별(제2계층, 제3계층) 우선순위 분석 ...	95
1). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 우선순위 분석 .....	95
2). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘탐지’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 우선순위 분석 .....	97
3). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘식별’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 우선순위 분석 .....	98
4). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘무력화’에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 우선순위 분석 .....	100
5). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 우선순위 분석 .....	101
6). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 우선순위 분석 ·	103
7). 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 우선순위 분석 ·	104
나. 군사보안시설 등급별 전문가 집단의 인식변화 분석 .....	106
<b>V. 결론 및 논의 .....</b>	<b>108</b>
1. 연구결과 요약 .....	108
2. 향후 연구방향 .....	110

<참 고 문 헌> .....	112
<제1차 델파이 조사 설문지> .....	117
<제2차 델파이 조사 설문지> .....	126
<전문가 AHP 조사 설문지> .....	132
<군사보안시설 미구분 시 전문가 환산점수표 설문지> .....	146
<군사보안시설 구분(가급/나급/다급) 시 환산점수표 설문지> .....	153



## < 그림 차례 >

<그림 1-1> 북한 무인항공기 비행경로 .....	2
<그림 1-2> 연구 수행 절차 .....	4
<그림 2-1> 무인항공기 관련 공항 관제권 및 비행금지구역 .....	12
<그림 2-2> 북한의 무인항공기 형태 및 비행경로 .....	14
<그림 2-3> 북한 무인항공기 ‘대통령 경호구역’ 침범 비행경로 ..	15
<그림 2-4> 레이더 구성 .....	20
<그림 3-1> AHP 분석 절차도 .....	36
<그림 3-2> AHP 계층 구조화 .....	41
<그림 4-1> 무인항공기 대응체계 제2계층의 중요도 및 우선순위 ...	73
<그림 4-2> 탐지에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	75
<그림 4-3> 식별에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	76
<그림 4-4> 무력화에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	77
<그림 4-5> 사이버 방호에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 ..	79
<그림 4-6> 전투발전지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 ...	81
<그림 4-7> 통합체계지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 ...	83
<그림 4-8> 군사보안시설별 ‘제2계층’에 대한 우선순위 분석 .....	96
<그림 4-9> 군사보안시설별 제2계층 ‘탐지’에 대한 제3계층의 평가 요소별 우선순위 분석 .....	98
<그림 4-10> 군사보안시설별 제2계층 ‘식별’에 대한 제3계층의 평가 요소별 우선순위 분석 .....	99
<그림 4-11> 군사보안시설별 제2계층 ‘무력화’에 대한 제3계층의 평 가요소별 우선순위 분석석 .....	101
<그림 4-12> 군사보안시설별 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 제3계층	

의 평가요소별 우선순위 분석 .....	102
<그림 4-13> 군사보안시설별 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 제 3계층의 평가요소별 우선순위 분석 .....	104
<그림 4-14> 군사보안시설별 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 제 3계층의 평가요소별 우선순위 분석 .....	106

## < 표 차 례 >

<표 1-1> 각 단계별 적용기술 분류 .....	5
<표 2-1> 공군 무인항공기 분류 .....	10
<표 2-2> 각 단계별 적용기술 분류 .....	19
<표 2-3> 다양한 비행체들의 RCS .....	21
<표 2-4> 무인항공기 탐지 방식 비교 .....	23
<표 2-5> 제2계층 및 제3계층의 잠정 평가요소 .....	29
<표 3-1> 다목적 / 다속성 의사결정 방법 .....	31
<표 3-2> 다기준 의사결정 방법의 종류 .....	32
<표 3-3> 국방분야 다기준 의사결정 방법 적용 사례 .....	33
<표 3-4> 민간분야 AHP 방법 적용 사례 .....	34
<표 3-5> 민간분야 컨조인트 분석 적용 사례 .....	38
<표 3-6> 기존 연구에 적용된 평가지표 및 평가지표 우선순위 선정 ...	38
<표 3-7> AHP 방법과 컨조인트 분석 비교 .....	39
<표 4-1> 선행연구에서 제시한 잠정 평가지표 .....	43
<표 4-2> 사이버 방호 관련 잠정 평가지표 .....	45
<표 4-3> 전투발전지원요소 관련 잠정 평가지표 .....	46
<표 4-4> 통합체계지원요소 관련 잠정 평가지표 .....	47
<표 4-5> 잠정 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소) 근거 .....	48

<표 4-6> 전문가 설문용 잠정 평가지표 .....	50~51
<표 4-7> 델파이 기법 응답자 현황 .....	52
<표 4-8> 델파이 기법을 활용한 평가요소 확정 절차 .....	54
<표 4-9> 제1차 델파이 설문조사 결과 .....	56
<표 4-10> 통합체계지원요소 개발목적에 따른 유사항목 통합 .....	59
<표 4-11> 제1차 델파이 설문의 제3계층 평가요소 종합 .....	60
<표 4-12> 제1차 델파이 설문 시 전문가 의견 검토결과 .....	61~62
<표 4-13> 제2차 델파이 설문조사 평가요소 개수 .....	62
<표 4-14> 제2차 델파이 설문의 제3계층 평가요소 종합 .....	64
<표 4-15> AHP 방법을 활용한 연구과정 .....	66
<표 4-16> AHP 방법 및 군사보안시설 관련 응답자 현황 .....	67
<표 4-17> 평가항목 쌍대비교 방법 .....	67
<표 4-18> AHP 9점 척도의 의미 .....	68
<표 4-19> 평가항목 수(n)에 따른 RI(Satty, 1980) .....	70
<표 4-20> 전문가의 쌍대비교 설문조사 결과 .....	71
<표 4-21> 무인항공기 대응체계 제2계층의 중요도 및 우선순위 .....	73
<표 4-22> 탐지에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	74
<표 4-23> 식별에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	76
<표 4-24> 무력화에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	77
<표 4-25> 사이버 방호에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	78
<표 4-26> 전투발전지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	80
<표 4-27> 통합체계지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위 .....	82
<표 4-28> 무인항공기 대응체계 평가요소별 환산점수 및 우선순위 .....	84
<표 4-29> 무인항공기 대응체계 제2계층에 대한 평가지표 변환점수 .....	85
<표 4-30> 제2계층 탐지에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수 .....	86
<표 4-31> 제2계층 식별에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수 .....	86
<표 4-32> 제2계층 무력화에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 평가지표 환산점수 .....	87

<표 4-33> 제2계층 사이버 방호에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수	88
<표 4-34> 제2계층 전투발전지원요소에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수	88
<표 4-35> 제2계층 통합체계지원요소에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 평가지표 환산점수	89
<표 4-36> 무인항공기 대응체계 평가요소별 환산점수표	90
<표 4-37> 군사보안시설 ‘미구분’에 대한 전문가 설문결과	91
<표 4-38> 군사보안시설 ‘가급’에 대한 전문가 설문결과	92
<표 4-39> 군사보안시설 ‘나급’에 대한 전문가 설문결과	93
<표 4-40> 군사보안시설 ‘다급’에 대한 전문가 설문결과	94
<표 4-41> 군사보안시설 ‘제2계층’에 대한 우선순위 분석결과	96
<표 4-42> 군사보안시설 제2계층 ‘탐지’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석	97
<표 4-43> 군사보안시설 제2계층 ‘식별’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석	99
<표 4-44> 군사보안시설 제2계층 ‘무력화’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석	100
<표 4-45> 군사보안시설 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석	102
<표 4-46> 군사보안시설 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석	103
<표 4-47> 군사보안시설 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석	105
<표 4-48> 군사보안시설별 ‘제3계층’에 대한 우선순위 분석	107

# I. 서론

## 1. 연구배경

☞ 세계적으로 무인항공기에 적용되는 비약적인 기술발전과 양산 능력의 확충으로 인해 민·관·군의 다양한 분야에서 사용이 증가하는 추세이다. 무인항공기는 과학기술의 비약적인 발전(통신, 배터리 등)을 통해 상업용(농업, 수송 등)으로의 사용에 활기를 띠고 있으며, 가성비(저렴한 가격, 사용의 편의성, 은밀성 등)가 우수한 장점을 살려서 비대칭 무기로 자리매김을 하고 있는바 무인항공기를 활용한 다양한 형태의 공격 등에 대비하기 위해 국가중요시설(군사보안시설 등)에 대한 무인항공기 대응체계를 하루속히 구축할 필요가 있다.

2019년 9월 사우디아라비아 국영회사인 아람코가 보유한 석유시설 2곳에 무인항공기의 공격으로 인한 피해가 발생하였고, 2022년 10월 우크라이나 전쟁에서 러시아가 이란산 자폭 무인항공기를 사용하여 우크라이나 공격을 감행하는 등 ☞ 세계에서 무인항공기를 활용한 테러 등 불법 목적으로 실제 사용되는 행위가 증가하고 있다. 또한, 우리나라에서도 2020년 9월과 11월에 인천공항에 불법 무인항공기의 운용으로 인해 민간항공기의 운항이 전면 금지되는 등 피해가 발생하였다.

그러나 우리가 체감으로 느끼고 있는 무인항공기의 현실적인 위협에 대한 공감(共感)에 비해 무인항공기 공격으로부터 대응을 위한 준비 상태는 미약한 수준으로 판단된다. 2014년 3월 파주와 백령도에서 추락한 2대의 북한 무인항공기가 발견되었고, 같은 해 4월에도 북한 무인항공기가 삼척에서 추락한 채로 발견되었다. 그리고 2017년 5월 북한 무인항공기가 주한미군의 성주 THADD 기지를 촬영한 후 국내에 추락하는 등 북한의 정찰 활동에 무인항공기가 사용되었다.

특히, 2022년 12월 26일 북한 무인항공기 5대가 대한민국 영공을 침범하여 몇 시간 동안 경기도와 서울 상공에서 비행하는 초유의 사태가 벌어졌다. 당시 軍에서 적극적인 조치(KA-1 경(輕)공격기와 코브라 공격용 헬기 등을 출동시켜 100여 발의 사격 등)가 이루어졌지만, 북한의 무인항공기를 요격하는데 실패하였다.<sup>1)</sup> 이러한 적극적인 요격이 어려웠던 이유로 당시 민가 지역을 비행하고 있었던 북한의 무인항공기를 요격하기 위해 아군이 실탄사격 시 민가 지역에 발생할 수 있는 부수적 피해(낙탄 및 파편 등)가 우려되었기 때문으로 분석된다.



<그림 1-1> 북한 무인항공기 비행경로<sup>2)</sup>

그러나 국방전력발전업무훈령의 무기체계 세부분류 상에서도 무인

1) 유용원, “北 무인기, 1.8m 소형에 시속 100km…軍 “아파트 근처라 격추못해”” 조선일보, 2022.12.27.

<https://n.news.naver.com/article/023/0003736908?sid=100>

2) 정상원, “북한 무인기 MDL 침범에…미국 “한국 방위 약속 철통같다”” 한국일보, 2022.12.27.

<https://n.news.naver.com/article/469/0000715055?sid=104>

항공기 공격에 대한 방어를 위해 무인항공기 대응체계가 포함되어있지 않으며, 무인항공기 대응체계 구축을 위한 획득기준이 명확하게 정립되지 않아 이에 대한 개선이 필요하다.

따라서 전문가 설문결과가 반영된 군사보안시설에 대한 무인항공기 대응체계 관련 평가방법[평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소), 평가지표(중요도, 우선순위), 환산점수표 개발, 평가배점 등] 연구를 통해 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 전문가들의 대응체계 요구수준(기준)을 제시하고자 한다.

## 2. 연구목적 및 필요성

본 논문(다기준 의사결정을 통한 무인항공기 대응체계 평가방법에 관한 연구)의 연구목적은 첫째, 점점 고도화되고 있는 무인항공기 공격으로부터 아군의 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 방어에 필요한 대응체계 구축을 위해 획득기준이 미정립되어 있는 대응체계의 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소 등), 평가지표 등을 도출한다.

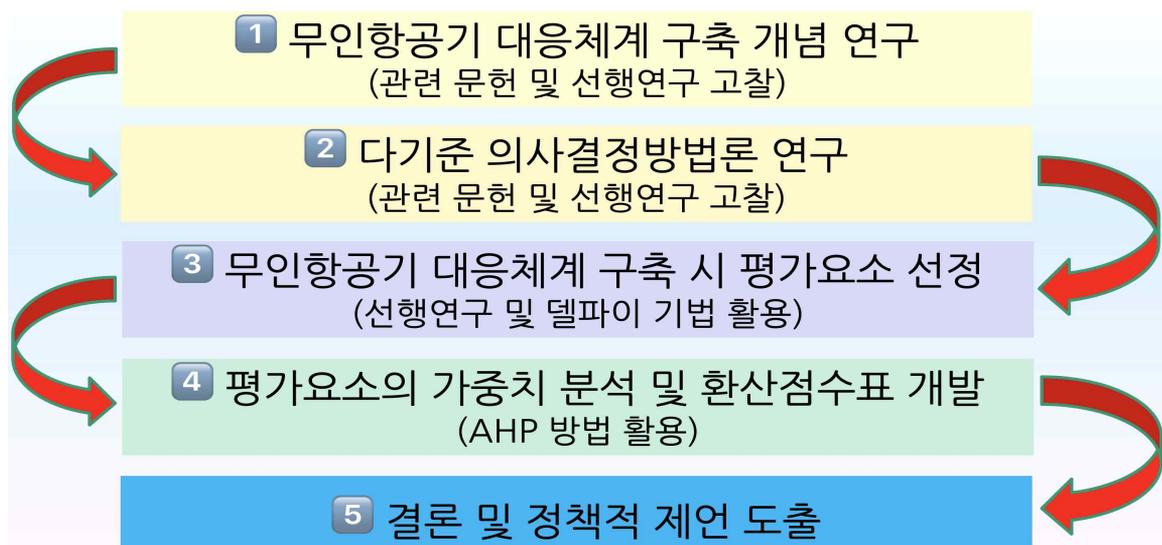
둘째, 효과적인 무인항공기 대응체계 구축을 위한 기준 선정을 위해 다기준 의사결정 방법(델파이 기법, AHP 방법 등)을 적용하여 군사보안시설의 방어를 위한 군사보안시설별 맞춤형 소요기획에 도움이 되고자 정량화된 근거(환산점수표 개발)를 제시한다.

본 논문을 통한 기대효과로 소요기획 실무자들이 군사보안시설의 무인항공기 대응체계 구축 시 군사보안시설 등급별로 계량화된 환산점수표를 적용하여 소요기획에 참고가 되고, 유사연구를 하는 사람들에게 군사보안시설 방호를 위해 무인항공기 대응체계 구축 시 평가요소(제2계층, 제3계층) 선정을 위한 다기준 의사결정 연구방법(델파이 기법, AHP 방법)에 대한 제시가 가능할 것으로 기대된다.

### 3. 연구방법 및 절차

본 논문은 군사보안시설을 중심으로 한 효율적인 무인항공기 대응 체계 구축을 위해 전문가 설문결과가 반영된 평가방법을 연구하였다. 여기서 제시한 평가방법이란 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소), 평가지표(중요도, 우선순위), 환산점수표 개발, 평가배점 등을 의미하며, 이를 통해 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 평가요소의 요구수준(기준)을 제안하고자 하였다.

이에 따라 본 연구에서는 연구 목표인 “무인항공기 대응체계 평가 방법 연구”를 위해 <그림 1-2> 절차에 의거 전문가 의견을 수렴하는 델파이 기법을 통해 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소)을 식별하고, AHP 방법으로 평가지표(가중치, 우선순위 등)를 구하고자 한다. 이러한 분석을 위해 클라우드 사회과학연구 자동화(SSRA, Social Science Research Automation)<sup>3)</sup>에서 제공하는 프로그램을 활용하여 분석하였다.



<그림 1-2> 연구수행 절차

3) 클라우드 사회과학연구 자동화, <http://www.ssra.or.kr/>

사회과학연구 자동화는 GNU 일반 공중 사용 허가서(GNU General Public License, GNU GPL 또는 GPL) 근간의 소프트웨어들인 PHP, Mysql, R 프로그래밍을 이용하여 개발되었음.

군사용어사전의 합동방공작전(合同防空作戰) 정의는 다음과 같다. “육·해·공군이 보유하고 있는 모든 방공전력 요소를 총체적으로 운용하여 영공으로 침입하거나 침투를 기도하는 적성 항체를 탐지, 식별, 요격, 격파하고 적의 공중공격으로부터 피해를 감소시키는 모든 활동”<sup>4)</sup>으로 무인항공기도 공중으로 침투하는 항적이기 때문에 합동방공작전 개념을 적용하여 작전을 수행해야 한다.

또한, KISTEP 기술동향브리프(2021-10호)에서 단계별(탐지→식별→무력화)로 구분하여 무인항공기 방어체계 구축을 위해 적용 가능한 기술<sup>5)</sup>을 <표 1-1>과 같이 분류하였다.

<표 1-1> 각 단계별 적용기술 분류

구 분	적용 기술	구 분	적용 기술	
탐지	레이더	무 력 화	Hard Kill	그물 / 네트 건
	RF 스캐너			맹금류
	광학카메라			방공용대공화기
	IR 카메라			직사에너지무기
	음향센서			
식별	육안식별		Soft Kill	통신 재밍
	전자(eID)식별			위성항법재밍
				조종권 탈취
				지오 펜싱

국방전력발전업무훈령 등에도 포함되어 있는 사이버 방호(기술적 영역, 관리적 영역, 물리적 영역)에 대한 내용을 평가요소로 추가하였다. 그리고 국방전력발전업무훈령에 소요제기서 항목으로 명시되어 있는 전력화지원요소인 전투발전지원요소 및 통합체계지원요소(총수명주기관리업무훈령)도 평가요소로 함께 포함하였다.

4) 군사용어사전, “합동방공작전”

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1539246&cid=50307&categoryId=50307>

5) 최진철·임승혁, “안티드론” KISTEP 기술동향브리프, 2021-10호

[https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&act=view&list\\_no=42258](https://www.kistep.re.kr/board.es?mid=a10306010000&bid=0031&act=view&list_no=42258)

## 4. 논문의 구성

본 연구는 크게 다섯 부분으로 구성하였다.

첫째, 무인항공기 기술의 비약적인 발전과 무인항공기 대량생산에 따른 구입의 저비용화 및 무인항공기 운영의 고효율화(사용의 편리성, 은밀성 등)로 인해 무인항공기를 활용한 불법 행위가 이루어짐에 따라 무인항공기가 점차 비대칭 무기로 등장하게 되었다. 따라서, 무인항공기를 활용한 감시정찰 / 공격 등에 대비하기 위해 무인항공기 대응체계의 필요성을 강조하고, 연구 방향 및 분석방법 등을 제시하였다.

둘째, 연구의 방법론으로 다기준 의사결정 방법에 대한 일반적인 소개와 기존 연구를 통해 고찰한 적용 사례 등을 바탕으로 본 논문에서 적용하려는 방법을 설명하였다.

셋째, 도출된 연구방향에 따라 무인항공기 대응체계 구축 시 필요한 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소)을 선정하기 위해 델파이 기법을 적용해 여러 번의 설문을 통해 전문가들의 의견을 수렴하였다.

넷째, 무인항공기 대응체계 구축을 위해 AHP 방법으로 평가지표(가중치, 우선순위 등)를 산출하여 객관적인 근거로 제시할 수 있도록 도출하였다. 또한, 군사보안시설의 방어를 위한 군사보안시설별 맞춤형 소요기획에 도움이 되고자 계량화된 근거(환산점수표 개발)를 제공하였다.

마지막으로 개발된 환산점수표를 기준으로 전문가 집단(30명)에게 군사보안시설 미구분과 구분(가급 / 나급 / 다급)하여 각 등급의 평가요소별 요구되는 중요도를 설문조사해 결과값(총점, 우선순위 변화 등)을 제시하였다. 결과값을 근거로 연구 관련 종합적인 분석(학술적 기여, 실무적 기여), 정책 제언 및 후속 연구 방향에 대해 제안하였다.

## Ⅱ. 무인항공기 관련 선행연구

### 1. 무인항공기의 개념

무인항공기(UA, Unmanned Aircraft/UAS, Unmanned Aerial System)와 드론(Drone)의 용어 관련 국내/국외 민간과 軍에서 명확하게 정의하여 사용하고 있지 않으므로 사용자 간 용어에 대한 혼돈을 유발하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 국내/국외 등의 용어사용 사례를 분석하여 합당한 용어를 적용하고자 한다.

#### 가. 용어 정의

국내에서 민간은 ‘무인항공기, 무인비행장치, 드론’이라는 용어를 혼합하여 사용하고 있다. 국토부 항공안전법 제2조에 따르면 ‘사람이 탑승하지 아니하고 원격조종 등의 방법으로 비행하는 항공기(이하 “무인항공기”라 한다)’<sup>6)</sup>로 정의하고 있다. 또한, 드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(약칭 드론법) 제2조는 드론을 무인항공기와 무인비행장치가 모두 포함된 개념으로 정의<sup>7)</sup>하고 있다. 산업표준화, 품질인증, 시험분석평가, 국제협력 등 기술 하부구조를 구축하기 위해 산업통상자원부 소속으로 설치된 기관인 국가기술표준원(이하 국표원)은 무인기 분야 국가표준(KS W 9000)에서

6) 국토교통부(항공안전정책과), “항공안전법”, 국가법령정보센터, 2023.1.19.

<https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%ED%95%AD%EA%B3%B5%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B2%95>

7) 국토교통부(첨단항공과), “드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(약칭: 드론법)”, 국가법령정보센터, 2022.6.8.

<https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EB%93%9C%EB%A1%A0%EB%B2%95>

2016. 12. 30일 부로 무인항공기 시스템을 분류하기 위해 무인비행체를 대형 무인항공기(Large UAV, 600kg 이상), 중형 무인항공기(Medium UAV, 150kg 초과 600kg 이하), 무인동력 비행장치(Light / Small / Micro UAV, 150kg 이하) 등으로 용어를 제정<sup>8)</sup>하여 사용하고 있다.

한편 軍에서는 ‘무인항공기, 무인비행장치’라는 용어를 사용하고 있다. 군용항공기 운용 등에 관한 법률 제2조에 따르면 군용항공기를 정의할 때 ‘비행기, 회전익항공기, 무인항공기, 비행선, 활공기 등’으로 명시<sup>9)</sup>하고 있다. 또한, 군용항공기 운용 등에 관한 훈령 제3조는 항공안전법과 동일하게 무인항공기를 무게가 150kg 초과하는 것으로 명시하고 있으며, 무인비행장치는 무게가 150kg 이하로 구분하여 사용<sup>10)</sup>하고 있다. 또한, 합참규정 318-01(합동공역관리)에서도 국방부 훈령과 동일하게 무인항공기와 무인비행장치의 기준을 적용하고 있으며, 공군 규정 3-7(항공교통관제관리)에서는 무인항공기(UA, Unmanned Aircraft)로 명시하고 있다.

국외의 경우에도 국제민간항공기구(ICAO)<sup>11)</sup>, 美 연방항공청(FAA)<sup>12)</sup>, 美 공군(AFI 13-201)<sup>13)</sup> 등에서 무인항공기(UA /

---

8) 산업통산자원부(기계소재표준과), “무인기 국가표준이 나온다”, 국가기술표준원, 2016.12.29.  
<https://www.kats.go.kr/mobile/content.do?cmsid=482&skin=/mobile/&mode=view&page=6&cid=19045>

9) 국방부(기본정책과), “군용항공기 운용 등에 관한 법률”, 국가법령정보센터, 2021.04.13.  
<https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B5%B0%EC%9A%A9%ED%95%AD%EA%B3%B5%EA%B8%B0%EC%9A%B4%EC%9A%A9%EB%93%B1%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0>

10) 국토교통부(항공안전정책과), “항공안전법”, 국가법령정보센터, 2023.1.19.

11) ICAO Safety, “ICAO Model UAS Regulations”, ICAO, 2022.5.30.

<https://www.icao.int/safety/UA/Pages/ICAO-Model-UAS-Regulations.aspx>

12) Federal Aviation Administration, “Aircraft Registration Unmanned Aircraft”, FAA, 2022.5.30.

[https://www.faa.gov/licenses\\_certificates/aircraft\\_certification/aircraft\\_registry/UA/](https://www.faa.gov/licenses_certificates/aircraft_certification/aircraft_registry/UA/)

UAS)라는 용어를 사용하고 있다. 또한, 국제표준화기구(ISO, International Standardization Organization)<sup>14)</sup>에서도 무인항공기(UAS)라는 용어를 사용하고 있다.

따라서 국내/국외 및 軍 명칭 사용현황 종합판단 시 세계적인 추세 등을 고려하여 다른 용어의 사용보다는 ‘무인항공기’로 용어를 일원화할 필요가 있다.

## 나. 무인항공기 분류

공군은 무인항공기를 최대 이륙중량과 운용 고도에 따라 대형급 무인항공기, 중형급 무인항공기, 소형급 무인항공기로 분류하고 있다. 또한, 국표원은 2016년 국가표준(KS W 9000, 무인 항공기 시스템-제1부:분류 및 용어)을 제정<sup>15)</sup>하여 최대 이륙중량에 의한 분류, 운용 고도에 의한 분류, 조종 방식에 의한 분류 등 다양한 방식으로 분류하고 있다. 최대 이륙중량에 의한 분류는 공군과 국표원의 무인항공기 분류와 동일하나, 운용 고도에 의한 분류는 국표원이 저고도(150m), 중고도(14km), 고고도(20km), 성층권(50km)의 4단계로 분류하였다는 것이 공군과 다른 점이다. 공군의 무인항공기 분류를 정리하면 <표 2-1>과 같다.

---

13) AIR FORCE INSTRUCTION 13-201, “Space, Missile, Command and Control AIRSPACE MANAGEMENT”, 미공군, 2018.12.18.

[https://static.e-publishing.af.mil/production/1/aetc/publication/afi13-201\\_aetcsup/afi13-201\\_aetcsup.pdf](https://static.e-publishing.af.mil/production/1/aetc/publication/afi13-201_aetcsup/afi13-201_aetcsup.pdf)

14) ISO Store, “ISO 21384-2:2021 Unmanned aircraft systems - Part 2: UAS components”, ISO, 2022.5.30. <https://www.iso.org/standard/80123.html>

15) 산업통산자원부(기계소재표준과), “무인기 국가표준이 나온다”, 국가기술표준원, 2016.12.29.

<표 2-1> 공군 무인항공기 분류<sup>16)</sup>

대분류	세부분류	최대 이륙중량	운용 고도
대형급 무인항공기 (Large Class UA)	고고도 무인항공기	600kg 초과	65,000ft MSL 이하
	중고도 무인항공기		45,000ft MSL 이하
중형급 무인항공기 (Medium Class UA)	중형 무인항공기	150kg 초과 600kg 이하	20,000ft MSL 이하
소형급 무인항공기 (Small Class UA)	중소형 무인항공기	(자체중량) 25kg 초과 150kg 이하	10,000ft MSL 이하
	소형 무인항공기	2kg 초과 25kg 이하	500ft AGL 이하
	초소형 무인항공기	2kg 이하	

무인항공기는 운용목적과 무인항공기의 생김새 등을 기준으로 다양하게 분류하고 있다. 무인항공기의 운용목적에 따라 공격용, 감시정찰용, 표적용 등의 군용 무인항공기와 레저용 등의 민수용 무인항공기 등으로 분류하며, 무인항공기의 최대 이륙중량, 운용 고도와 크기 등으로 분류하기도 한다. 또한, 무인항공기의 생김새에 따라 고정익, 회전익(멀티콥터), 복합형(틸트로터) 등으로 구분하고 있다.

## 2. 국내의 무인항공기를 활용한 불법 비행 및 공격 사례

점차 무인항공기의 대중화와 활용도의 증가로 인해 우리 주변에서도 민수용 무인항공기를 쉽게 볼 수 있게 되었지만, 비행장 등 비행금지구역에서 무인항공기를 운영하면 항공안전법상 위법(違法)

16) 공군본부(항공우주전투발전단), “무인항공기시스템(UAS 운용과 위협대응)”, 2020, p. 11

이라는 것을 인지하고 있는 사람들은 많지 않은 것 같다. 항공안전법 제79조 제2항<sup>17)</sup>에 의하면 “항공기를 운항하려는 사람은 제78조 제1항에 따른 통제구역에서 비행해서는 아니 된다. 다만, 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 국토교통부장관의 허가를 받아 그 구역에 대하여 국토교통부장관이 정하는 비행의 방식 및 절차에 따라 비행하는 경우에는 그러하지 아니하다.”라고 명시되어 있다. 항공안전법 제78조 제1항에서의 통제구역은 관제권(항공안전법 제2조 제25항:비행장 또는 공항과 그 주변의 구역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정·공고한 구역)과 관제구(항공안전법 제2조 제26항:지표면 또는 수면으로부터 200미터 이상 높이의 구역으로서 항공교통의 안전을 위하여 국토교통부장관이 지정·공고한 구역)로 구성되어 있으며, 통제구역에서 허가받지 않고 무인항공기를 운영하면 불법(不法)인 것이다.

국내에서 무인항공기의 비행이 금지된 구역은 공항 관제권인 비행장으로부터 반경 9.3km 이내인 곳으로 무인항공기를 운영 시 이착륙하는 항공기와 충돌위험이 발생하는 곳과 휴전선 인근(P-518), 서울도심 상공 일부(P-73), 원자력발전소 시설 주변(P61B ~P65B) 등과 같이 국가안보로 인해 비행금지구역으로 지정된 곳을 말한다.

또한, 항공기의 비행이 이루어지는 비행항로가 설치된 구역의 150m 이상의 고도에서는 항공기와 무인항공기 간 공중충돌의 위험이 상존하기 때문에 무인항공기의 비행을 금지시키고 있다. 무인항공기 관련 공항 관제권 및 비행금지구역을 종합하면 <그림 2-1><sup>18)</sup>과 같다.

17) 국토교통부(항공안전정책과), “항공안전법”, 국가법령정보센터, 2023.1.19.

18) 국토교통부(서울지방항공청), “드론 원스톱 민원포털서비스”, 비행계획/비행가능지역 검색

<https://drone.onestop.go.kr/common/flightArea>

\* 범례 : 공항 관제권(녹색원), 비행금지구역(적색원)



<그림 2-1> 무인항공기 관련 공항 관제권 및 비행금지구역

### 가. 무인항공기를 활용한 국내 불법 비행사례

2020년 9월과 11월에 항공안전법상 허가받지 않은 무인항공기 운용이 금지되어 있는 인천공항에서 무인항공기의 불법 운용이 발견되어 인천공항의 항공기 이착륙이 잠정 금지되어 인근 공항으로 회항하는 등 항공기 운항에 차질이 발생하였고, 2019년 8월에는 고리 원자력발전소 인근에서 불법 비행하는 무인항공기로 추정되는 항적을 포착하였다. 항공안전법에서도 원자력발전소는 국가중요보안시설로 분류되어있어 주변 3.6km 내는 비행금지구역이며, 반경 18km

내에서는 비행제한구역으로 명시<sup>19)</sup>하고 있다.

북한은 무인항공기를 이용하여 대한민국의 주요 기지 등을 감시 정찰하는 불법 행위를 공공연하게 자행하고 있다.

특히, 2014년 북한 무인항공기가 백령도, 파주, 삼척에 추락하여 발견되었고, 2017년 인제에서도 추락한 무인항공기를 발견하였다. 추락한 무인항공기들을 조사한 결과 이들 무인항공기들은 중국과 일본 등 여러 나라에서 생산된 부품을 구입하여 조립한 변형 기종들로 판명되었다. 백령도에서 발견된 무인항공기는 백령도, 소청도, 대청도의 군사시설을 촬영한 영상이 발견되었고, 파주에서 발견된 무인항공기는 청와대와 서울 시가지를 촬영한 영상이 발견되었다. 또한, 삼척에서 발견된 무인항공기는 강원도 동해안 및 주둔 군부대 정보를 촬영한 영상이 발견되었다.

또한, 인제에서 발견된 북한 무인항공기의 경로를 조사한 결과, 북한에 있는 강원도 금강군에서 이륙하여 대한민국 경북 성주에 위치하고 있는 주한미군 사드(THAAD, 고고도 미사일방어체계) 기지의 사진을 촬영하고 북한으로 돌아가는 중에 추락한 것으로 분석되었다. 인제에서 발견된 북한 무인항공기에 대해 “이번 북한의 행위는 정전협정과 남북불가침 합의를 위반한 명백한 군사도발로서 우리군은 북한의 이번 도발을 강력히 규탄하며 모든 도발 행위를 즉각 중단할 것을 촉구한다.”라고 국방부가 발표<sup>20)</sup>하였다. 추락한 북한의 무인항공기 형태<sup>21)</sup> 및 비행경로<sup>22)</sup>는 <그림 2-2>와 같다.

---

19) 국토교통부(항공안전정책과), “항공안전법”, 국가법령정보센터, 2022.1.18.

20) 국방부(대한민국 정책브리핑), “북한 소형무인기 명백한 군사도발”, 2017.6.21.

<https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148838340>

21) 나무위키, “북한 무인기 추락사건”,

<https://namu.wiki/w/%EB%B6%81%ED%95%9C%20%EB%AC%B4%EC%9D%B8%EA%B8%B0%20%EC%B6%94%EB%9D%BD%EC%82%AC%EA%B1%B4>

북한의 무인항공기 형태 백령도(2014년)	북한의 무인항공기 비행경로 인제(2017년)
	<div data-bbox="810 450 1347 1167"> <p><b>북한 무인기 비행경로 분석 결과</b></p> <p>- 전체 비행시간 5시간 300분 - 전체 비행 거리 4800km - 촬영사진 총 551장 (사드기지 촬영 10여장) - 비행속도 90km/h · 고도 2.4km - 엔진 2기동 50cc (세코제)</p>  <p>① 발진: 5월2일 북한 강원금강군 (128.0777 E, 38.3856 N) ② 회항: 성주 사드기지 (128.2229 E, 38.0147 N) ③ 추락: 강원 인제군 남면 (128.1147 E, 38.0156 N)</p> <p>발진일 6월 9일 224km (회항~추락지점 거리) 266km (발진~회항지점 거리) 비행경 구간 (경북 성주~강원 경월) 촬영시작 지점 성주 사드기지</p> <p>연방뉴스 지리·관광부</p> </div>
<p>파주(2014년)</p>	
	
<p>삼척(2014년)</p>	
	

<그림 2-2> 북한의 무인항공기 형태 및 비행경로

또한, 2022년 12월 26일 북한 무인항공기 5대가 대한민국 영공을 침범(경기도 북부지역, 서울)하는 초유의 사태가 벌어졌는데 이로 인해 대한민국은 커다란 안보의 구멍이 뚫렸다는 평가가 이루어졌다. 특히 북한 무인항공기 5대 중 1대는 비행금지구역인 P-73을 침범한 사실이 나중에 밝혀짐에 따라 우리를 더욱 경악하게 만들었다. 북한 무인항공기 침범에 따른 비행경로는 <그림 2-3>과 같다. ① 2022년 12월

22) 조문규, “[서소문사진관]인제 북한 무인기, 2014년 백령도 무인기와 어떻게 다를까?”, 중앙일보, 2017.6.21.

<https://www.joongang.co.kr/article/21686506>

26일 군의 레이더가 무인항공기를 식별하였고, ② 공군작전사령부에서 추가 무인항공기 4대를 식별 및 추적하여 격추를 시도하였으나 격추를 실패하였다. ③ 2023년 1월 5일에 서울을 진입한 북한 무인항공기의 경로를 분석한 결과, 비행금지구역의 북쪽 끝을 침범한 것으로 합참이 발표하였다.



<그림 2-3> 북한 무인항공기 ‘대통령 경호구역’ 침범 비행경로<sup>23)</sup>

#### 나. 무인항공기를 활용한 해외 공격 사례

2018년 8월에 베네수엘라 마두로 대통령이 국가방위군 81주년 기념행사에서 연설하는 중 폭약을 장착한 자폭 드론 여러 대가 폭발하는 등 요인 테러에 활용되었고, 2019년 9월에도 무인항공기의 공격으로 인해 사우디아라비아 국영회사 아람코(세계 최대 산유 회사)가 보유한 석유 시설 2곳에 피해가 발생하는 등 쏠 세계적으로

23) 김지현, 하채림, “‘말바꾼軍’ 레이더 포착된 점들 일주일 넘게 무인기인지 몰랐다”, 연합뉴스, 2023.01.05.

<https://n.news.naver.com/article/001/0013683991?sid=100>

무인항공기를 테러 등에 활용하는 행위가 지속적으로 증가하고 있는 실정이다.

또한, 2020년 1월에 미국 최첨단 무인항공기 MQ-9 리퍼(Reaper)를 활용해 이란 혁명수비대에서 해외 공작을 총괄하였던 쿠스드군 사령관인 가셈 솔레이마니를 제거하는 등 무인항공기를 활용한 인원 및 국가중요시설 등에 대한 지속적인 공격이 발생하고 있다.

한편 2022년 4월에는 우크라이나와 러시아의 전쟁에서도 우크라이나가 무인항공기를 활용하여 러시아 장갑차를 파괴하는 장면이 SNS를 통해 전파되어 세계인의 관심을 끌게 되었다. 우크라이나가 사용한 터키산 무인항공기(바이락타르 TB2)의 활약으로 인해 러시아의 연료 공급차량, 트럭, 장갑차 그리고 지대공미사일 시스템을 등을 공격함으로써 러시아 군에게 상당한 타격을 가하였다고 한다.<sup>24)</sup> 이렇듯 무인항공기를 공격용 무기로 사용하여 폭탄을 싣고 공격함으로써 적의 피해를 극대화할 수 있는 가성비가 우수한 무기로 점차 자리매김하고 있다.

지난 번에 우크라이나로부터 무인항공기의 공격을 받던 러시아가 2022년 10월에는 반대로 무인항공기를 활용해 우크라이나 키이우를 비롯한 여러 곳의 주요 기반시설(에너지 인프라 등) 및 민간주택에 이란산 자폭 드론(샤헤드-136)을 이용하여 공격을 감행하였고, 이로 인해 우크라이나의 기반시설 및 민간인들 피해가 발생하였다.

---

24) 이종립, “저가·소형 드론으로 러시아군 타격 입히는 우크라이나”, 주간동아(뉴스 & 이슈) 1330호, 2022.3.17.

<https://post.naver.com/viewer/postView.naver?volumeNo=33467884&memberNo=39087579&vType=VERTICAL>

### 3. 무인항공기 대응절차

무인항공기 대응(안티드론)은 무인항공기에 의한 범죄 등을 방지하기 위해 여러 가지 방법을 동원해 무인항공기를 탐지하고 무력화시키는 기술을 말한다. 즉 ‘드론으로 인해 발생하는 범죄나 테러 등 공공의 안녕과 질서를 침해하는 행위를 예방·탐지·차단하기 위해 법집행기관, 관련 기술 및 산업 주체 등이 상호 유기적으로 결합하여 수행하는 법적·제도적·기술적 차원의 종합적 대응 활동’으로 정의할 수 있다.<sup>25)</sup>

무인항공기가 공중으로 침투할 시 이에 대한 대응체계를 구축하기 위해 군사용어사전에 있는 합동방공작전(合同防空作戰)의 개념을 적용하는 것이 바람직할 것이다. 군사용어사전의 합동방공작전(合同防空作戰) 정의는 다음과 같다. “육·해·공군이 보유하고 있는 모든 방공 전력 요소를 총체적으로 운용하여 영공으로 침입하거나 침투를 기도하는 적성 항체를 탐지, 식별, 요격, 격파하고 적의 공중공격으로부터 피해를 감소시키는 모든 활동”<sup>26)</sup>이다.

또한, ‘안티드론 기술의 이론과 실제’라는 연구에서도 “무인항공기 대응체계 구축을 위해 대한민국 공군의 작전을 수행하는 개념인 ‘감시 → 탐지 → 식별 → 대응’의 개념을 준용하여 ‘탐지 → 식별 → 대응’이라는 3단계 절차로 규정하여 적용해야 한다.”<sup>27)</sup>고 언급하고 있다.

각종 문헌에서 알아본 바와 같이 군사보안시설 방호 지역으로 침

25) 이동혁·강욱, “안티드론 개념 정립 및 효과적인 대응체계 수립에 관한 연구”, 한국경호학회지, 2019, p. 23.

26) 군사용어사전, “합동방공작전”

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1539246&cid=50307&categoryId=50307>

27) 김보람, “안티드론 기술의 이론과 실제”, 시큐리티월드, 2017.

입한 항적(무인항공기 등)을 신속하게 탐지하고, 아군의 중요시설에 대해 위해(危害)를 가할 의도(정찰 및 공격 등)로 진입한 항적의 적아 식별 후 해당 항적에 대해 무력화를 실시하여 위협을 제거하는 일련의 절차를 진행하게 된다. 군사보안시설 및 보호장비는 적에게 파괴 또는 피탈 시 국방에 미치는 영향에 따라 ‘가급’, ‘나급’, ‘다급’으로 분류한다. ‘가급’은 국가안전보장에 중대한 영향을 끼칠 수 있는 시설과 장비이고, ‘나급’은 군의 임무수행에 막대한 차질을 초래할 시설 및 장비이며, ‘다급’은 단위부대의 전투작전 임무수행에 지장을 초래할 시설 및 장비로 정의하고 있다.<sup>28)</sup> 적대 의도를 갖고 침투한 적성 무인항공기가 아군의 군사보안시설 및 보호장비가 있는 지점에서 적대 행위를 하였을 때 우리나라와 우리 軍에 미치는 파급효과는 상당할 것이다. 따라서, 군사보안시설 및 보호장비에 대한 무인항공기 대응체계를 시급히 확보하여 적성 무인항공기의 위협을 사전에 차단할 수 있는 방호체계를 확보해야 할 것이다. 군사보안시설 및 보호장비에 대한 세부적인 분류 기준은 국방보안업무훈령을 참고하기 바란다.

#### 4. 무인항공기 대응체계 적용기술

軍에서는 무인항공기 대응체계 적용기술 관련 세부적으로 연구한 자료는 없지만, 다행히 KISTEP 기술동향브리핑(2021-10호)에서 무인항공기 대응체계(드론 방어체계) 구축을 위해 각 단계별(탐지 → 식별 → 무력화)로 적용 가능한 기술을 분류하였다.<sup>29)</sup> 즉, 탐지 단계에서 적용이 필요한 기술로 레이더, RF스캐너, 광학카메라, IR

28) 국방부, "국방부훈령 제2740호 국방보안업무", 2022, p. 72.

29) 최진철·임승혁, "안티드론", KISTEP 기술동향브리프 2021-10호 2021, p. 3.

카메라, 음향센서 등을 언급하였고, 식별 단계에서 적용이 필요한 기술로 육안식별과 전자(eID)식별로 꼽았다. 그리고, 무력화 단계에서 적용이 필요한 기술을 크게 물리적(Hard Kill), 전자적(Soft Kill)으로 구분하였다. 물리적 무력화는 그물/네트 건, 맹금류를 활용한 방법, 방공용대공화기, 직사에너지무기 등이 있고, 전자적 무력화는 통신 재밍, 위성항법 재밍, 조종권 탈취, 지오펜싱(Geo-Fencing) 등이 있다. 각 단계별(탐지 → 식별 → 무력화)로 적용 가능한 기술을 종합하면 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 각 단계별 적용기술 분류

구분	적용기술	구분	적용기술	
탐지	레이더	무력화	Hard Kill	그물/네트 건
	RF 스캐너			맹금류
	광학카메라			방공용 대공화기
	IR 카메라			직사에너지 무기
	음향센서			통신 재밍
식별	육안식별		Soft Kill	위성항법 재밍
	전자(eID)식별			조종권 탈취
				지오펜싱

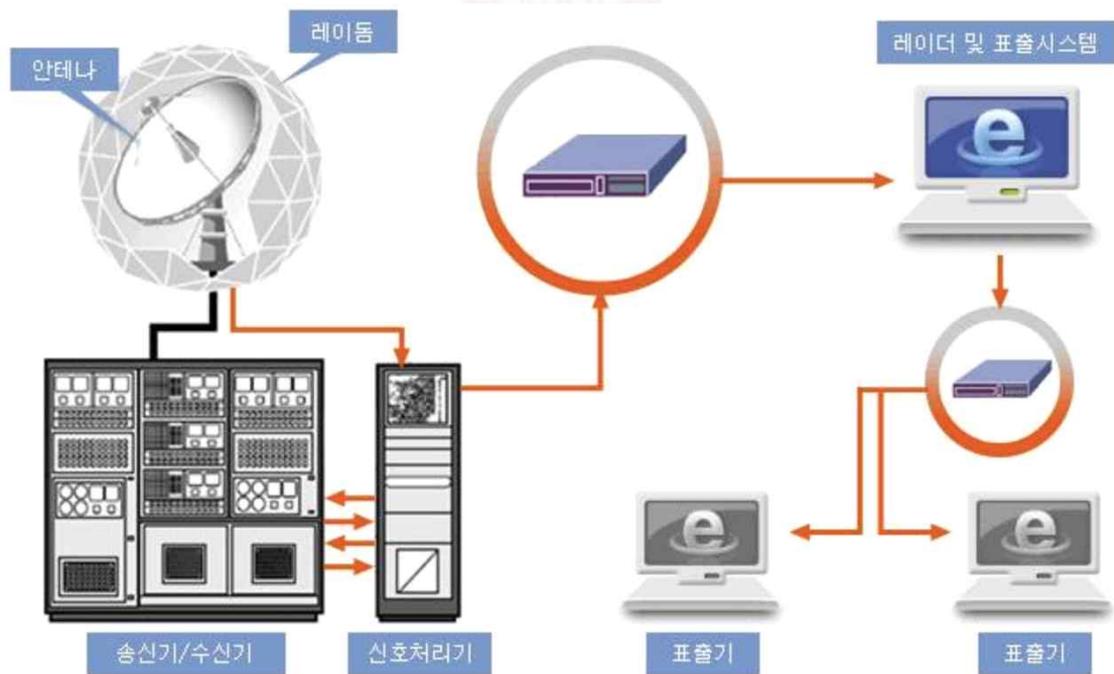
그러나 KISTEP 기술동향브리핑(2021-10호)에서 분류한 각 단계별 무인항공기 대응체계 적용기술이 100% 옳다고 할 수는 없을 것이다. 예를 들면, 탐지 단계에 포함되어 있는 광학카메라와 IR 카메라에 대해 군사전문가들의 의견을 수렴하게 된다면 광학카메라와 IR 카메라는 정확한 물체의 식별을 위해 식별 단계로 재조정할 여지가 있다.

또한, 탐지 단계로 분류되어 있는 음향센서는 소음이 없는 근접 거리에서 사용할 수 있기 때문에 “과연 탐지 단계에서 역할을 수행하기에

적합한 것이냐?”에 대한 회의적인 의견이 도출될 수도 있을 것이다.  
 각 단계별 적용된 기술에 대해 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 탐지 단계

무인항공기 대응체계에 대한 탐지 단계에서 적용되는 기술은 <표 2-5>와 같이 레이더, RF스캐너, 광학카메라, IR카메라, 음향 센서 등이 있다. 레이더(RADAR)는 전자기파를 이용하여 표적을 탐지하고 거리를 측정(Radio Detection and Ranging)한다는 말의 줄임말이다. 레이더의 일반적인 원리는 레이더 송신부에서 발사한 강한 전자기파가 표적에 맞고 반사되어 되돌아오는 전자기파를 수신부에서 분석하여 대상물과의 거리 및 방위를 측정하는 것이다. 따라서, 레이더의 구성<sup>30)</sup>은 <그림 2-4>와 같다.



<그림 2-4> 레이더 구성

30) 기상레이더센터, "지식마당 레이더 구성",  
<https://radar.kma.go.kr/lecture/radar/configure.do>

일반적인 레이더의 원리는 다음과 같다. 레이더의 구성에서 송신기는 레이더에서 공중으로 발사하는 전자기파를 만드는 곳으로 여기서 생성된 전자기파를 안테나를 통해 발사하고 나면 발사된 전자기파 중 표적(무인항공기)에 부딪쳐 반사되어 되돌아오는 전자기파를 안테나로 수집하여 수신기에서 신호처리기로 전송하게 된다, 그 후 표적에 대한 관측값을 레이더 표출기(Display)에서 화면(2차원 평면)으로 시현되기 때문에 표적의 위치, 거리, 속도 등의 상세 정보를 정확하게 확인할 수 있다. 레이더에서 방사된 전자기파가 표적(무인항공기)에 맞고 반사되는 면적을 RCS(Radar Cross Section, 레이더 반사면적)라고 하는데 RCS 값이 크면 클수록 레이더가 원거리에서 표적(무인항공기)을 탐지할 수 있지만, 반대로 RCS 값이 작으면 작을수록 레이더가 표적(무인항공기)을 근거리에서 탐지하거나 탐지하지 못할 가능성도 증가된다. 참고로 다양한 비행체들의 RCS 값<sup>31)</sup>은 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 다양한 비행체들의 RCS

비행체	B-52 (폭격기)	F-15 (전투기)	토마호크 (미사일)	하푼 (미사일)	새	F-22 (스텔스)
RCS(m <sup>2</sup> )	100	25	0.5	0.1	0.01	0.0001
크기(m)	48.5	19	6.25	4.5	0.1~1	18.9

소형 무인항공기의 RCS는 대략 0.01~0.1m<sup>2</sup>이고 X-band 레이더를 사용할 경우 최대 탐지거리는 3.2km 수준<sup>32)</sup>이라고 한다. 레이더 등과 같이 자체 생성한 전자기파를 발사해 무인항공기를 원거

31) Globalsecurity의 홈페이지 URL,

<https://www.globalsecurity.org/military/world/stealth-aircraft-rcs.htm>

32) 최진철·임승혁, 전계서, p. 4.

리에서 능동적으로 탐지하는 것을 액티브(Active) 방식이라 한다.

RF(Radio Frequency) 스캐너는 무인항공기와 조종자 사이에서 이루어지는 통신 신호를 감지하여 무인항공기의 위치를 탐지하는 장치이다. 민간에서 개발한 ‘OURANOS RF스캐너’의 경우, 다양한 주파수 대역을 사용하는 것으로 알려져 있다. 무인항공기 운용 주파수가 2.4GHz 시 RF 신호 탐지거리는 5km이고, 5GHz 시 RF 신호 탐지거리는 3km이다.<sup>33)</sup> RF 스캐너의 장점으로는 무인항공기와 조종자 간 사용하는 고유 주파수대역을 탐지함으로써 무인항공기의 사용 여부를 확인할 수 있지만, 같은 주파수대역에 대한 신호들이 혼잡한 지역일 경우 정확도가 현저히 낮아진다는 단점이 존재한다.

광학카메라 / IR(Infra-Red) 카메라는 가장 일반적으로 무인항공기의 종류를 구분할 수 있으며, 무인항공기에서 발생하는 열을 IR 카메라로 감지할 수 있다. IR 카메라로 무인항공기의 식별이 가능한 거리는 약 350m 내외인 것으로 알려져 있고, 줌 기능이 있는 광학장비의 경우에는 최대 2.5km 거리에서 무인항공기 탐지가 가능하다고 한다.<sup>34)</sup> 그러나 주변 광량이 낮거나 공기 중 습도 함량이 높을 시 카메라 성능에 영향을 주기 때문에 식별 능력이 현저하게 감소되는 단점이 있다.

음향센서는 무인항공기에서 발생하는 소음인 고유의 엔진과 프로펠러의 소리를 기억하도록 하여 최대 수 백미터의 거리에서도 주파수의 진동을 기준으로 음원과 방향을 탐지할 수 있다. 장점으로는 무인항공기 종류별 고유의 소리를 알고 있어 무인항공기의 종류를 구별하기가 쉽지만, 단점으로는 환경 잡음에 취약하므로 도심의 소

---

33) OURANOS RF스캐너 홈페이지 URL,

<http://www.dynamicshielding.com/anti-drone-2/ouranos-rf-scanner/>

34) 강인구·채인택·계동혁, “드론 바이블”, 플래닛미디어, 2021, pp. 327~328.

음 또는 바람 등과 같은 음파 산란 장애물로부터 방해받기 쉽다. 패시브(Passive) 방식은 무인항공기의 라디오 통신(Radio Frequency), 음향센서 등의 특성을 활용해 수동적으로 탐지하는 것이다. 무인항공기 탐지 방식에 대한 비교<sup>35)</sup>를 하면 <표 2-4>와 같다.

<표 2-4> 무인항공기 탐지 방식 비교

구 분	레이더	RF스캐너	광학 / IR 카메라	음향센서
탐지거리	○	△	△	×
탐지능력	○	△	△	○
정확도	○	△	△	×
추적 능력	○	○	○	×
식별 능력	△	△	○	×

## 나. 식별 단계

식별 단계는 크게 육안식별과 전자(eID)식별로 구분할 수 있다. 육안식별은 무인항공기 본체에 UAID(Unmanned Aircraft Identification Number)를 잘 보이도록 표시하거나, 부착하여 무인항공기의 소유자 또는 조종자를 식별할 수 있도록 하는 것이다, 또한, 전자(eID)식별은 통신거리 내에서 비행 중인 무인항공기가 능동 또는 수동으로 무인항공기의 속도, 고도, 방향, 이륙한 지점, 조종자 정보 등에 대한 정보를 제공하는 것을 말한다.<sup>36)</sup>

35) 강인구·채인택·계동혁, 전개서, p. 329.

36) ETRI(전자통신동향분석), “불법 드론 대응을 위한 저고도 드론 탐지 기술 동향”, 2022. 37권1호

<https://ettrends.etri.re.kr/ettrends/194/0905194003/>

## 다. 무력화 단계

무력화는 물리적(Hard Kill) 방법과 전자적(Soft Kill) 방법으로 구분할 수 있다. 물리적(Hard Kill) 방법에는 그물/네트 건, 맹금류, 방공용 대공화기, 직사에너지 무기 등을 활용하는 것이다. 그물/네트 건, 맹금류를 사용하는 방법은 비교적 이동속도가 느리고 규칙적으로 움직이는 무인항공기를 무력화할 때 많이 사용한다. 그물/네트 건은 지상에서 불법 무인항공기에 직접 발사하거나 그물로 무장한 아군의 무인항공기를 이용해 불법 무인항공기를 제거하는 방식이다. 대표적인 그물 건으로는 오픈웍스 엔지니어링(Openworks Engineering)에서 출시한 하늘의 장벽이라는 뜻의 스카이월(SkyWall)이다. 스카이월의 생김새를 보면 이동이 가능하도록 설계된 휴대용 무인항공기 포획용 견착식 바주카포 형태이며, 무인항공기를 향해 스카이월을 발사하면 내장된 탄이 날아가다가 포획용 그물이 펼쳐져서 무인항공기를 포획한 후 낙하산을 이용해 무인항공기를 부드럽게 지상으로 떨어지게 유도한다.<sup>37)</sup>



37) 김지영, “2019년, ‘안티-드론’ 시대 막 올랐다”, 로봇신문, 2019.1.8.

<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=16062>

38) FORSCUNG UND WISSEN, “Drohnenabwehr: SkyWall 100 schießt Drohnen vom Himme.”, 2016.3.17.

프랑스 공군은 2017년에 독수리 등 맹금류를 활용하여 불법 무인항공기를 포획하는 작전을 공개하였다. 맹금류를 조련하여 불법 무인항공기를 포획 시 추락으로 인한 2차 피해를 방지할 수 있다.



프랑스 공군의 독수리 활용 불법 무인항공기 포획<sup>40)</sup>

불법 무인항공기에 대해 대공포와 근거리 레이더를 결합해 요격하거나 휴대용 방공무기인 MANPAD(Man Portable Air Defense) 등 방공용 대공화기를 사용하는 것으로 현재 Rheinmetall社와 Thales社는 기존 미사일 방어체계를 개조하여 무인항공기 방어를 위한 장비를 판매하고 있으나 방공용 대공화기의 사용으로 인해 파편, 낙탄 등으로 민간인 지역의 2차 피해가 발생할 수 있는 단점이 있다.

직사에너지 무기는 고에너지 레이저를 사용하여 무인항공기를 직접 녹이거나 RF(Radio Frequency) Gun 또는 EMP(전자기펄스)를 이용해 무인항공기 내 전자 부품을 파괴할 수 있다. 고에너지 레이저는 현재 5~30kW 파워의 레이저로 2km 이내 무인항공기를 요격

<https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/technik/drohnenabwehr-skywall-100-schiesst-drohnen-vom-himmel-13372281>

39) 김규식, “日도시바, 불법드론 포획·퇴치 서비스”, 매일경제, 2021.3.23.

<https://www.mk.co.kr/news/world/9799246>

40) 성동규, “프랑스군이 나쁜 드론 퇴치를 위해 선택한 ‘신박한’ 방법”, 아주경제, 2018.7.15.

<https://www.ajunews.com/view/20180714202201488>

할 수 있는 제품들이 있으며, 독일의 Rheinmetall社는 대공무기 시스템인 스카이실드(Skyshield)에 10kW급 레이저를 탑재한 경험이 있다. RF Gun은 독일의 Diehl社의 HPM(High Power Microwave)와 같이 고출력 극초단파를 활용해 무인항공기에 장착된 반도체에 손상을 입히게 되면 손상을 입은 무인항공기가 그 기능을 상실하게 되고 안전모드로 전환되어 지정된 장소로 복귀하게 된다. 또한, EMP(전자기펄스)탄을 무인항공기에 발사하면 무인항공기에 장착된 전자기기가 무력화되어 그 기능을 상실하게 된다.

전자적(Soft Kill) 방법에는 통신 재밍, 위성항법 재밍, 조종권 탈취, 지오펜싱(Geo-fencing)<sup>41)</sup> 등을 활용하는 것이다. 통신 재밍은 무인항공기와 조종자 간 사용하고 있는 주파수를 분석해 무인항공기와 조종자의 통신을 무력화시키기 위해 더 강력한 전자기파를 발사하는 것이다. 무인항공기는 강력한 전자기파의 방해로 조종자와 통신이 두절되어 안전모드로 전환하게 되고 既 입력된 출발 지점으로 복귀하게 된다. 무인항공기에 사용되고 있는 통신 주파수가 대부분 공개되어 있으므로 통신 재밍은 수월하게 구현될 수 있으나 통신 재밍 시 다른 기기의 간섭을 최소화하기 위해 협소한 지역으로 재밍 전파를 발사하는 빔포밍(Beamforming) 등을 사용해야 한다. 다만, 무인항공기가 재밍 전파를 발사하는 지역에서 빠르게 이동할 경우 재밍 효과가 반감된다는 단점이 있다.

위성항법 재밍은 위성항법을 이용하는 불법 무인항공기에 대해 효과적으로 교란할 수 있다. 무인항공기에 위성항법 신호가 차단되면 무인항공기는 방향성을 상실하게 되지만, 우군 지역의 매우 넓은 지역에서도 위성항법을 사용하는 기기(항공기, 휴대폰, 자동차

---

41) 지오펜싱(Geo-fencing)은 지리적(Geographic)과 울타리(Fencing)의 합성어로 위치정보를 바탕으로 일정한 반경 내 특정 대상이 지역 내 존재 유·무를 판단하는 기술이다.

네비게이션 등)에 상당한 지장을 줄 수 있다는 단점이 발생한다.

조종권 탈취는 무인항공기들이 주로 사용하는 원격측정 프로토콜인 MAVLink(Micro Air Vehicle Link) 통신규약을 변조하여 무력화시키는 방법이다. 대표적인 조종권 탈취 방법은 무인항공기나 조종기에서 나오는 신호를 녹음하여 재생해 무인항공기 조종을 방해하는 “Replay-Attack”을 사용한다. 위험 물질을 탑재한 무인항공기가 추락하여 피해가 발생하는 것을 방지하고 안전한 지역에 강제 착륙시킬 수 있다는 장점이 있다.

지오펜싱(Geo-fencing)은 무인항공기의 비행이 허가되지 않은 지역을 비행하려고 좌표를 입력하여 그 지역에 무인항공기가 진입할 경우 무인항공기를 비행이 허가된 지역으로 이동시키는 것이다. 즉, 위성항법을 활용해 무인항공기 비행금지구역으로 설정하여 불법 무인항공기의 비행이 불가하도록 설정하는 기술을 말한다. 상업용 무인항공기는 대부분 위성항법을 이용하기 때문에 지오펜싱 기술을 적용할 수 있으나, 무인항공기의 펌웨어와 탑재 소프트웨어를 운영자가 변경할 수 있으므로 근본적으로 차단할 수 없다는 단점이 있다.

## 5. 무인항공기 대응체계 구축 시 반영해야 될 평가요소

앞서 언급한 각종 문헌에서 알아본 것과 같이 일반적인 무인항공기 대응절차는 3단계 절차인 ‘탐지 → 식별 → 무력화’ 단계를 적용하는 것이 바람직하다. 또한, 국방전력발전업무훈령에 포함되어 있고 점점 고도화되는 사이버 위협에 대응하기 위해 무기체계의 사이버 방호에 요구되는 능력 및 전력화지원요소(전투발전지원요소, 통합체계지원요소)도 소요제기서 작성 시 기술<sup>42)</sup>하게 되어있기 때문에

평가요소로 반드시 포함되어야 한다.

따라서, 본 논문은 ‘무인항공기 대응체계 평가방법에 관한 연구’를 목표로 하고 있으므로 제2계층은 합동방공작전 등의 무인항공기 대응절차인 3개(탐지, 식별, 무력화)와 국방전력발전업무훈령에서 언급하고 있는 3개(사이버 방호, 전투발전지원요소, 통합체계지원요소)를 포함한 총 6개의 평가항목으로 구성하였다.

또한, 제2계층의 하부 평가요소들은 각종 문헌에서 제시하였거나 델파이 기법을 통해 전문가들의 의견 수렴(추가, 삭제, 변경 등) 과정을 거쳐 구체화하였다. 우선 제2계층을 달성하기 위한 제3계층의 무인항공기 대응절차 세부 평가요소(탐지 5개, 식별 3개, 무력화 2개)를 반영하고, ‘공군 규정 7-7’과 ‘알기 쉬운 도해식 사이버전 용어사전’ 관련 정의를 적용하여 사이버 방호는 3개의 평가요소, 국방전력발전업무훈령에 명시되어 있는 전투발전지원요소의 5개 평가요소와 총수명주기업무훈령에 언급하고 있는 통합체계지원요소 12개 평가요소로 구성하였다. 이를 종합한 잠정 평가요소는 <표 2-8>과 같다.

---

42) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 14.

<표 2-5> 제2계층 및 제3계층의 잠정 평가요소<sup>43)</sup>

제2계층 잠정 평가항목	제3계층 잠정 평가요소	관련 근거
탐지 (5)	최저속도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합동방공작전(군사용어사전)</li> <li>· 안티드론 기술의 이론과 실제</li> <li>· 국가중요시설과 안티드론</li> </ul>
	저고도	
	소형표적	
	다수표적 동시	
	전방향	
식별 (3)	장거리 표적	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합동방공작전(군사용어사전)</li> <li>· 안티드론 기술의 이론과 실제</li> <li>· 국가중요시설과 안티드론</li> </ul>
	폭발물 탐재	
	다수 표적 동시	
무력화 (3)	소프트킬	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합동방공작전(군사용어사전)</li> <li>· 안티드론 기술의 이론과 실제</li> <li>· 국가중요시설과 안티드론</li> </ul>
	하드킬	
	다수 표적 동시	
사이버 방호 (3)	관리적 영역	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국방전력발전업무훈령</li> <li>· 공규 7-7 사이버안보 업무</li> <li>· 알기 쉬운 도해식 사이버 용어사전(사이버사 발간)</li> </ul>
	물리적 영역	
	기술적 영역	
전투발전 지원요소 (5)	군사교리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국방전력발전업무훈령</li> </ul>
	부대편성	
	교육훈련	
	시설	
	상호운용에 필요한 HW/SW	
통합체계 지원요소 (12)	체계지원관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국방전력발전업무훈령</li> <li>· 총수명주기관리업무훈령</li> </ul>
	연구 및 설계반영	
	유지관리	
	정비계획 및 관리	
	지원장비	
	보급지원	
	인력운용	
	교육훈련 및 지원	
	기술교범 및 기술자료	
	포장, 취급, 저장 및 수송	
	시설	
	지원정보체계	

43) 김재욱·정석재, “무인항공기 대응체계 소요제기 관련 요구기준(평가항목/평가지표)에 관한 연구”, 군사발전연구 제17권 제1호 2023, p. 91.

### Ⅲ. 다기준 의사결정 방법론

#### 1. 개념

다기준 의사결정 방법(Multi Criteria Decision Making Method)은 개인의 일상생활에서뿐만 아니라 정부의 공공정책 결정, 주요 무기 체계 도입과 각종 사업 등의 의사결정 상황에서 다양한 기준을 객관적이고 합리적으로 검토하여 최적의 방안을 결정하는 방법이다. 인간은 태어나면서부터 사망 시까지 수많은 의사결정(전공 선택, 직업 선택, 배우자 선택, 주거지역 선택 등)을 하게 되고, 의사결정을 할 때마다 서로 상충하는 평가 기준들 사이에서 가장 우수한 것을 선택해야 한다. 이는 국가의 정책결정자뿐만 아니라 일반인들도 일상생활을 영위하면서 의사결정을 하게 되며, 특히 개인이 원하는 물건 등을 구입하기 위해 여러 가지 기준들을 세밀하게 저울질하여 의사결정을 하게 된다. 예를 들면, 자동차를 구입 시 선택의 다양한 기준인 차량 가격, 외관, 편의사양, 안전성, 연비 및 색상 등에 대한 객관적이고 합리적인 판단을 위해 다양한 정보를 수집하여 개인의 선호도에 따라 다양한 기준을 평가하여 결정하게 된다. 개인의 의사결정도 고려할 사항들이 이렇게 많은데 하물며 정부가 추진하는 대규모 공공사업이나 기업의 존망에 결정적인 영향을 미치는 전략 사업에 대한 의사결정 등은 소수 인원의 단순한 직관이나 단일기준으로 판단할 수 없을 것이다. 따라서, 최적의 의사결정을 내리기 위해 다양한 대안들과 평가지표들을 최대한 객관적이고 합리적으로 분석할 수 있도록 다기준 의사결정 방법의 적용이 필요하다. 다기준 의사결정 방법은 객관적이고 합리적인 의사결정으로 비용 대 효과를 극대화하면서 미래에 대한 불확실성을 줄이고, 결과에 대한 만족도 등을 높이는 의사결정인 것이다.

## 2. 종류

다기준 의사결정 방법은 크게 대안을 무한개로 가정하고 이들 중에서 최초 목표와의 차이를 최소화하는 안을 찾아가는 다목적 의사결정(MODM, Multi Objective Decision Making) 방법과 유한개의 대안 중 선호를 가장 잘 반영하는 안을 찾아가는 정책적 결정과 같은 현실문제에서 주로 사용하는 방법인 다속성 의사결정 (MADM, Multi Attribute Decision Making) 방법으로 나눌 수 있다.<sup>44)</sup> 다목적 / 다속성 의사결정 방법의 특징을 살펴보면 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 다목적 / 다속성 의사결정 방법<sup>45)</sup>

다목적 의사결정 방법(MODM)	다속성 의사결정 방법(MADM)
대안을 무한개로 가정하고 이들 중에서 최초 목표와의 차이를 최소화하는 안을 찾는 것	유한개의 대안 중 선호를 가장 잘 반영하는 안을 찾는 것, 정책적 결정 같은 현실문제에서 주로 사용

다목적 의사결정(MODM) 방법에는 선형계획법, 목표계획법, 비선형계획법, 동적계획법 등이 있고, 다속성 의사결정(MADM) 방법에는 AHP(Analytic Hierarchy Process), TOPSIS, ELECTRE 등이 있다.

합리적 의사결정을 위해 다양한 의사결정 방법이 존재하지만 여기서는 의사결정 방법의 대표적인 평정법(델파이 기법), 목표달성 평가법, AHP 방법, 컨조인트 분석에 대해 살펴보겠다. 먼저 평정법은 평가항목별 순위와 가중치를 정하고 가중치에 따라 부여된 점수를 더하여 대안을 평가하는 방법이기 때문에 비교적 간단하나 가중치 부여 방법이 명확하게 정립되어 있지 않고 순위 부여의 일관성 검증이 제한되며, 점수 부여방식이 주관적인 단점이 있다. 목표달성 평가법은

44) 천중웅, “다기준 의사결정 방법론을 적용한 무기체계 진화적 ROC 평가지표 연구”,

광운대학교 박사학위청구논문, 2019, p. 32.

45) 천중웅, 전제서, p. 33.

평가항목별 목표의 충족 정도를 계층별로 평가하고 종합하여 대안을 평가하는 방법으로 개념적으로 쉽게 이해할 수 있으나, 가중치 부여 방법이 주관적인 단점이 있다. AHP는 1970년대 초 미국의 Thomas L. Saaty 교수에 의해 개발된 의사결정 방법으로 평가항목들을 계층화하여 쌍대비교를 통해 대안을 평가하는 방법이다. AHP는 동일 그룹 내 평가지표 간 쌍대비교를 통해 상호 명확한 비교가 가능하다는 장점이 있으나, 실제 평가방식과 차이가 발생하고 평가지표 자체만을 쌍대비교한다는 단점이 있다. 컨조인트는 가상 또는 실제 상품(대안)들을 선호 순서에 따라 평가하는 방법으로 현실적으로 유사한 의사결정 환경하에서 응답자의 평가가 가능하나 다양한 지표들을 동시에 고려하여 선호도를 결정하는 것으로 다소 복잡한 단점이 있다.<sup>46)</sup> 위에서 언급한 의사결정 방법의 종류 관련 내용 및 장점 및 단점을 정리하면 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 다기준 의사결정 방법의 종류<sup>47)</sup>

구분	개요	장점	단점
평정법	평가항목에 순위와 가중치를 부여하고, 가중치에 따라 부여된 점수를 합산하여 대안을 평가	간단 (가장 손쉬운 방법)	가중치 부여 방법 관련 미정립 순위부여 일관성 검증 제한 점수부여 방식이 주관적
목표 달성 평가법	평가항목별 목표 충족도를 계층별로 평가하고 이를 종합해 대안을 평가	개념적으로 쉽게 이해	가중치 부여 방법이 주관적
AHP	평가항목별 계층구조를 형성하고 쌍대비교를 통해 대안을 평가	동일 그룹 내 평가지표 간 쌍대비교로 명확한 비교 가능	실제 평가 방식과 차이 평가지표의 세부적인 속성 고려 없이 평가지표 자체개념으로 쌍대비교
컨조인트	가상 또는 실제 상품(대안)들을 선호 순서에 따라 평가	실제 의사결정과 유사한 환경에서 응답자 평가 가능	다양한 지표들을 동시에 고려하여 선호도를 결정하기 때문에 다소 복잡

46) 천중웅, 전게서, p. 33.

47) 천중웅, 전게서, p. 33.

### 3. 다기준 의사결정 방법론 적용 사례

평가지표 및 평가지표 간의 우선순위(가중치) 선정과 관련된 기존 연구들은 대체로 델파이 방법을 활용하여 평가지표를 선정하고 AHP 방법을 활용하여 평가지표 간의 우선순위(가중치)를 결정하였음을 알 수 있다. 국방 관련 평가지표 연구인 ‘델파이 기법을 활용한 절충교역 기술가치 평가지표 개발’에서는 평가지표 선정을 위해 델파이 기법을 활용했으며, ‘AHP를 활용한 국방 핵심기술 연구개발 사업 업체선정 평가지표 개발’에서도 평가지표 선정은 델파이 기법을 평가지표 간의 우선순위(가중치) 선정은 AHP 방법을 활용했다.<sup>48)</sup>

<표 3-3> 국방분야 다기준 의사결정 방법 적용 사례<sup>49)</sup>

연구절차		델파이 기법을 활용한 절충교역 기술가치 평가지표 개발 <sup>50)</sup>	AHP를 활용한 국방핵심기술 연구개발사업 업체선정 평가지표 개발 <sup>51)</sup>
전문가 선정		25명 선정(15~22명 내외 응답) (산업체, 학계, 연구기관, 군 등)	30명 선정(21~25명 내외 응답) (방사청, 기품원, ADD 등)
평가지표 선정	델파이	1차 개방형 설문으로 총 186개 지표 추출 후 4개 그룹 72개 지표 선정	선행연구 평가항목 35개 제시 (폐쇄형)후 35개 지표 선정
	총회수	2차 최종 4개 그룹 38개 지표 선정	3차 최종 4개 그룹 18개 지표 선정
	내용 타당도	CVR값	-
가중치 선정	AHP	-	최종 4개 그룹 18개 평가지표 AHP 기법 적용(9점 척도사용)
	일관성 비율	-	CR값

48) 천중웅·정석재, “무기체계 진화적 작전운용성능(ROC) 적용 가능성 판단을 위한 평가지표 연구”, 한국군사학논집 제75편 제3권, 2019, p. 155.

49) 천중웅, 전게서, p. 35.

50) 홍석수·서재현, “델파이 기법을 활용한 절충교역 기술가치 평가지표 개발”, 기술혁신학회지, 16권 1호, 2013, pp. 252-278.

평가지표 관련 연구한 문헌을 조사해 본 결과 ‘델파이 기법과 AHP 방법을 이용한 중력식 사방댐 준설 평가지표 및 조사야장 개발’과 ‘델파이 기법과 AHP의 적용을 통한 전통정원 보존상태 평가지표 개발’ 등의 연구에서도 평가지표 선정은 델파이 기법을 사용하였고, 가중치인 우선순위 선정은 AHP 방법을 적용하였다. 또한, 델파이 기법의 내용 타당도를 검토하기 위해 CVR(Content Validity Ratio) 값을 사용하였고, AHP 방법 적용 시 우선순위 선정의 일관성이 있는지 여부를 확인하기 위해 일관성 비율인 CR(Consistency Ratio) 값을 적용하였다.<sup>52)</sup> AHP 방법 관련 민간분야 적용 사례는 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 민간분야 AHP 방법 적용 사례<sup>53)</sup>

연구절차		델파이 기법과 AHP 방법을 이용한 중력식 사방댐 준설 평가지표 및 조사야장 개발 <sup>54)</sup>	델파이 기법과 AHP의 적용을 통한 전통정원 보존상태 평가지표 개발 <sup>55)</sup>
전문가 선정		43명 선정(24~26명 내외 응답) (관련 전문가)	50명 선정(21~40명 내외 응답) (관련 전문가)
평가지표 선정	델파이	1차 선행연구를 통해 평가항목 38개 제시(폐쇄형) 후 15개 지표 선정	개방형 설문으로 5개 항목 총 90개 지표 선정
	총회수	3차 6개 지표 선정	3차 46개 지표 선정(5개 그룹)
	내용 타당도	CVR값	CVR값
가중치 선정	AHP	분석 방법 제2계층(6개), 제3계층(3개) 항목으로 적용(9점 척도사용)	최종 5개 그룹 46개 평가지표 AHP 기법 적용(9점 척도사용)
	일관성 비율	CR값	CR값

51) 장준성, “AHP를 활용한 국방 핵심기술 연구개발사업 업체선정 평가지표 개발” 충남대학교 박사학위 논문, 2008.

52) 천중웅·정석재, 전계서, p. 155.

53) 천중웅, 전계서, p. 36.

델파이 기법은 예측하고자 하는 문제 관련 해당 분야의 전문가들의 의견을 청취하고 종합하여 집단적 판단을 정리하는 일련의 절차로서 미국의 RAND 연구소에서 1950년대에 개발하였다. 델파이 기법은 미국방성의 요청에 따라 긴급한 국방문제에 관하여 전문가들의 합의를 도출하는데 주로 활용되었으며, 10년간 비밀로 분류하여 보호할 만큼 당시에는 획기적인 의사결정 방법이었다. 델파이 기법은 동일집단을 대상으로 수차례 설문을 반복하고, 설문대상자에게 지난 설문결과를 제공해 설문대상 집단 의견과 설문자 개인 의견의 차이를 인지시킨 후 결과를 반영하여 다시 설문한다. 설문을 통해 전문가들의 의견을 객관화하고, 대면 토의과정에서 표출될 수 있는 제한점(소수의견 무시, 상급자 발언으로 인한 동조, 사전 조율 등)을 해결할 수 있다. 델파이 기법은 예측하고자 하는 문제에 대한 명확한 정보가 부재 시 다수의 판단이 소수의 판단보다 우수하다는 민주적 의사결정에 근거를 두고 있다.<sup>54)</sup> 델파이 기법은 해결하고자 하는 문제에 대해 전문가들을 대상으로 여러 번의 설문을 반복하고 설문대상자에게 이전 설문결과를 제공해 전문가 집단의 의견과 자신의 의견 사이의 차이점을 인지하면서 전체적인 의견을 모아가는 과정을 거치게 된다.

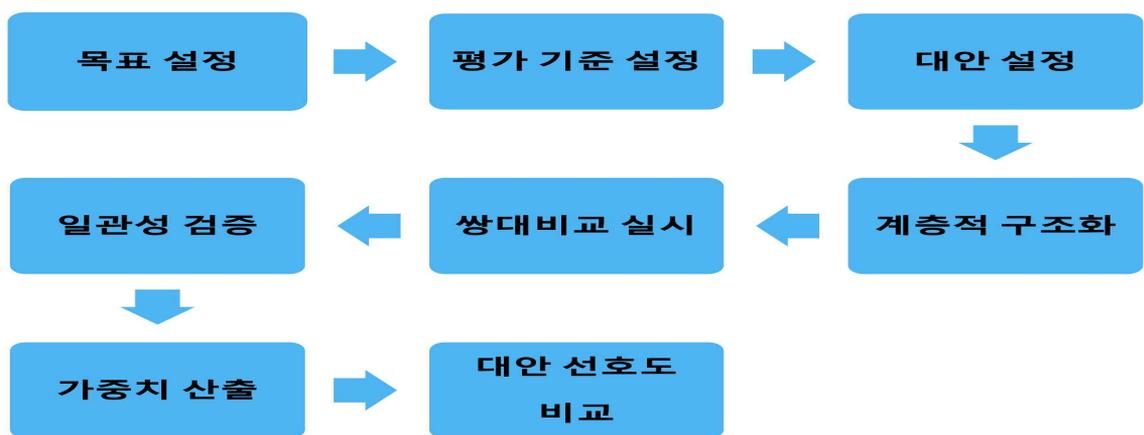
AHP 방법은 여러 가지 대안에 대하여 평가 기준과 다양한 주제에 대한 의사결정을 내리기 위해 설계된 의사결정 방법으로 1970년대 초 미국의 Thomas. L. Saaty에 의해 개발된 의사결정 방법으로 계층분석적 의사결정 방법이라고도 한다. AHP 방법은 전문가들의 평가한 것을 종합한 후 전문가들의 평가가 실질적으로 일관성 있게

54) 서준표·이창우·우충식·이현호, “델파이 기법과 AHP 방법을 이용한 중력식 사방댐 준설 평가지표 및 조사야장 개발”, 한국환경복원기술학회지, 17권 6호, 2014. pp. 1-15.

55) 안진성, “델파이 기법과 AHP 적용을 통한 전통정원의 보존상태 평가지표 개발”, 성균관대학교 박사학위 논문, 2010.

56) 권오정, “다기준 의사결정 방법론 이론과 실제”, 서울 : 북스힐, 2018, p. 164.

이루어졌는지에 대해 검증하고, 일관성 검증을 통과한 평가결과에 대해서만 종합하여 대안의 우선순위를 정하는 방법이다.<sup>57)</sup> AHP 방법을 활용해 선호하는 대안을 선정하려고 한다면 분석하고자 하는 목표, 평가 기준, 대안을 수립한 후 해결하려는 문제를 계층적으로 구조화해야 한다. 계층 구조화할 때 분석하고자 하는 목표를 최상위 계층에 두고, 목표를 달성하기 위한 다양한 요소들을 하위 계층인 제1계층의 항목들로 구성한다. 제1계층에 존재하는 여러 가지 항목들을 달성하기 위한 세부 요소들을 제2계층 항목으로 정립한다. 필요하다면 분석하고자 하는 문제에 대한 설명이 가능한 영역까지 세부적으로 계층으로 구조화할 필요가 있다. 다만 문제에 대한 계층 구조화에 치중한 나머지 계층 구조화가 너무 깊어 오히려 문제를 복잡하게 만들거나 반대로 계층 구조화가 너무 얇아서 문제에 대한 설명이 충분하지 못하면 문제를 해결할 수 없을 것이다. 계층 구조화 시 MECE(Mutually Exclusive Collectively Exhaustive) 원칙인 상호 독립적이면서 집합하였을 때 완전하게 전체를 포함하는 즉 ‘상호 겹치지 않고 누락되지 않으며 포괄하는 것’을 준수해야 한다. AHP 방법에 대한 절차를 정리하면 <그림 3-1>과 같다.



<그림 3-1> AHP 분석 절차도<sup>58)</sup>

57) 권오정, 전계서, p. 182

AHP는 까다로운 문제에 대한 최적의 대안을 선택하기 위해 각 단계별 절차를 수행하는 다기준 의사결정 방법이다. AHP 방법을 적용 시 정성적 의사결정의 문제에 대한 객관적인 정량화(수치화)가 가능하여 대안별 상대적인 중요도를 판단할 수 있지만, 전문가들에게 문의하는 설문지 자체의 오류가 발생하면 설문결과가 한쪽으로 편중되어 나올 수 있고, 설문에 대해 객관적으로 판단할 수 있도록 전문가를 선정하는 것이 중요한 성공 요인이라 할 수 있다.

컨조인트 분석(Conjoint Analysis)은 마케팅 분야에서 사용하고 있는 기법으로 어떤 제품(또는 서비스)이 보유하고 있는 각 속성에 대해 소비자가 부여하는 효용을 추정하여 고객이 선택할 제품을 예측하는 기법이기 때문에 신제품 개발, 시장 점유율 예측, 가격 설정 등에 관련된 문제에 활용되고 있다. 컨조인트의 기본적인 개념은 소비자가 어떤 제품의 구매를 결정할 때 그 제품의 가격이 중요한 속성인 것은 사실이지만, 오로지 가격만이 구매를 위한 절대적인 판단 기준이 아니라는 것이다. 다양한 속성을 비교하여 한 쪽의 속성을 선택하기 위해 다른 쪽의 속성을 포기하는 과정인 Trade-off 관계를 분석하는 ‘Consider, jointly’임을 이해할 수 있다.<sup>59)</sup> 최근 들어 컨조인트 분석은 마케팅 분야 이외에도 다양한 의사결정연구에 활용되고 있다.<sup>60)</sup> 문헌연구를 통해 살펴보면 ‘저탄소 생태관광지표 개발 및 평가’에서는 생태관광 평가중요도에 대해 컨조인트 분석을 하였고, ‘벤처캐피탈의 의사결정 기준에 관한 연구’에서는 캐피탈 투자에 대한 의사결정 시 평가지표의 중요도에 대해 컨조인트 분석을 사용하여 도출하였다. 컨조인트 분석을 활용 시 응답자들의 선택이 현실과 유사한 의사결정 환경에서 이루어진다는 장점이

---

58) 권오정, 전게서, p. 182.

59) 이근희, “사회과학 연구방법론”, 경기 : 법문사, 2009, pp. 710-713.

60) 이수용, “벤처캐피탈의 의사결정 기준에 관한 연구”, 국민대학교 박사학위 논문, 2018, p. 80.

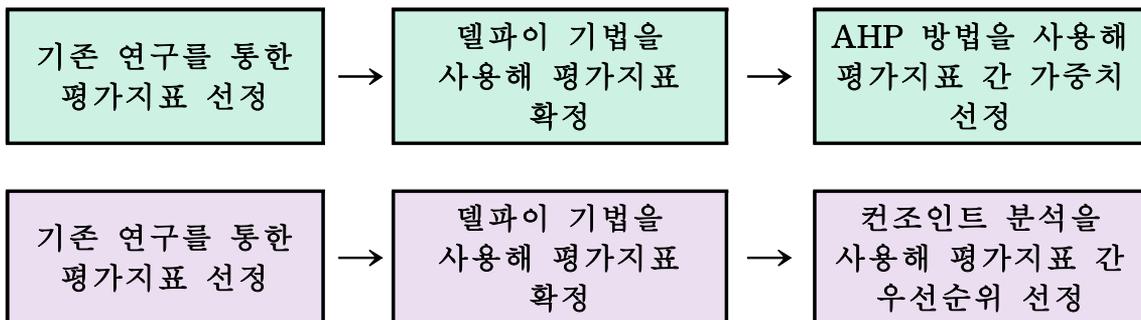
있으나, 다양한 속성을 고려해서 의사결정을 해야 하므로 AHP 방법(쌍대비교) 대비 다소 복잡하다는 단점이 있다.<sup>61)</sup> 앞서 언급한 두 가지 연구에 적용한 연구절차를 종합하면 <표 3-5>와 같다.

<표 3-5> 민간분야 컨조인트 분석 적용 사례

연구절차		저탄소 생태관광지표 개발 및 평가 <sup>62)</sup>	벤처캐피탈의 의사결정 기준에 관한 연구 <sup>63)</sup>
전문가 선정		관련 기관	관련 기관 무작위 400명 메일 발송(263부 회수)
평가지표 선정	선행연구	선행연구를 통해 평가기준(지표) 5개 선정	선행연구를 통해 평가기준(지표) 7개 선정
평가지표 간 가중치 선정	컨조인트	컨조인트 분석 실시	컨조인트 분석 실시

기존의 문헌연구 조사결과, 평가지표는 선행연구를 통해 잠재적인 평가지표를 선정하여 전문가들의 의견을 수렴하는 델파이 기법을 적용해 평가항목을 확정하고, 가중치 및 우선순위는 AHP 방법(쌍대비교)이나 컨조인트 분석을 사용하였음을 알 수 있다.<sup>64)</sup> 기존 연구에 적용된 평가지표와 평가지표 우선순위 선정은 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 기존 연구에 적용된 평가지표 및 평가지표 우선순위 선정<sup>65)</sup>



61) 천중웅·정석재, 전게서, p. 157.

62) 배민기·박창석, “저탄소 생태관광지표 개발 및 평가”, 서울: 한국환경정책평가연구원, 2009.

63) 이수용, 전게서.

64) 천중웅, 전게서, p. 38.

65) 천중웅, 전게서, p. 38.

AHP 방법과 컨조인트 분석을 상호 비교하면 <표 3-7>과 같이 정리할 수 있다.

<표 3-7> AHP 방법과 컨조인트 분석 비교

구분	질문(예)	선택 (예)							
		지표	매우 중요	중요	동등	중요	매우 중요	지표	
A H P 방 법	자동차 구매 시 평가지표들에 대해 상대적인 중요도를 선택하시오.	브랜드		✓				차량 가격	
		브랜드	✓					안전성	
		차량 가격			✓			안전성	
컨 조 인 트 분 석	귀하가 선호하는 자동차를 순서대로 평가하시오.		브랜드		차량 가격		안전성		
		차량 A	A사		8천만원		우수		
		차량 B	B사		7천만원		보통		
		차량 C	B사		6천만원		우수		
		.	.		.		.		
		.	.		.		.		
		선호하는 순서대로 나열하시오.							
		선호순위	1	2	3	4 ...			
차량 명	B	D	A	...					

즉, 위의 표에서 볼 수 있듯이 AHP 방법은 MECE 원칙에 따라 브랜드, 차량 가격, 안전성 등 각각의 독립적인 평가요소에 대한 상대적인 중요도를 쌍대 비교하는 방법이고, 컨조인트 분석은 각각의 차량이 보유하고 있는 다른 속성의 수준에 대해 응답자가 생각하고 있는 가치순위에 따라 선택하게 하여 속성별 수준에 따른 효용도를 분석하는 방법이다.

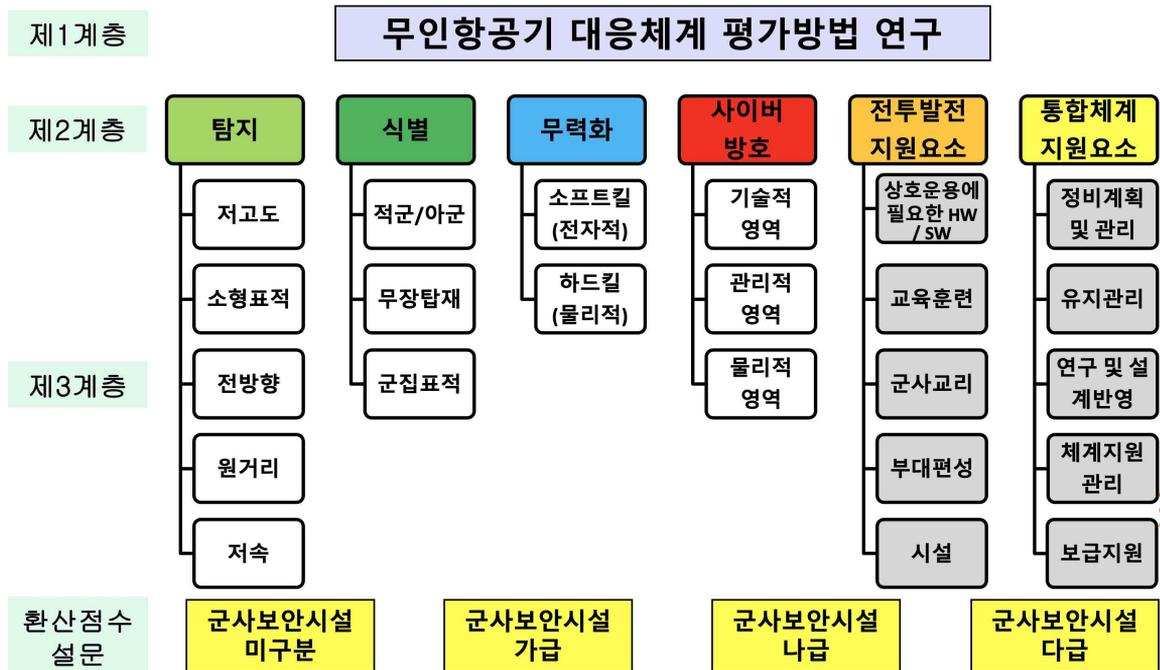
#### 4. 본 연구에 적용할 연구방법

본 연구는 <표 3-2>에서 언급한 다기준 의사결정 방법의 종류 중 평정법(델파이 기법)과 AHP 방법을 활용하였다. 먼저 델파이 기법을 활용한 평정법은 무인항공기 대응체계 획득기준 관련 판단 요인(평가항목) 등을 식별하기 위해 설문 응답자인 전문가들의 직관과 경험치를 수치화하기 위해 적용하였다. 평정법의 장점은 평가 지표에 대한 가중치(중요도)를 쉽게 구할 수 있지만, 설문 응답자 성향에 따라 질문에 대한 주관적인 점수를 부여하기 때문에 일관성을 갖지 못한다는 단점이 존재한다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 Lawshe(1975)에 의해 제안된 CVR(Content Validity Ratio) 값을 사용하여 내용 타당도를 평가하게 되면 전문가들의 평정에 대한 주관적인 점수를 객관화할 수 있게 되는 검증과정을 거치게 된다.

또한, 목표인 ‘무인항공기 대응체계 평가방법 연구’의 분석을 위해 전문가들의 의견을 종합하여 결정하는 의사결정방법인 AHP 방법을 선택한 이유는 다음과 같다.

첫째, AHP 방법은 분석하고자 하는 목표(제1계층), 제2계층, 제3계층 등을 수립한 후 해결하려는 문제를 계층적으로 구조화가 가능한 방법이다. 즉 AHP 방법으로 해결하고자 하는 목표가 최상위 계층인 제1계층이 되고, 목표(제1계층)를 달성하기 위한 다양한 제2계층의 6개 항목들(탐지, 식별, 무력화, 사이버 방호, 전투발전 지원요소, 통합체계지원요소)로 구성하였다. 제2계층을 달성하기 위한 제3계층의 각 항목별 세부 평가요소(탐지 5개, 식별 3개, 무력화 2개, 사이버 방호 3개, 전투발전지원요소 5개, 통합체계 지원요소 8개)로

구성하였다. 본 논문에서 제시할 AHP 방법의 계층 구조화를 간단하게 정리하면 <그림 3-2>와 같다.



<그림 3-2> AHP 계층 구조화<sup>66)</sup>

둘째, 위 <그림 3-2> 계층 구조화에서 확인할 수 있듯이 계층 구조화 시 MECE(Mutually Exclusive Collectively Exhaustive) 원칙인 상호 독립적이면서 집합하였을 때 완전하게 전체를 포함하는 즉 ‘상호 겹치지 않고 누락되지 않으며 포괄하는 것’을 준수할 수 있다. 합동방공작전 수행 개념과 선행연구 등에서도 각 단계별 상호 독립적으로 구분되어 있다.

셋째, AHP 방법은 계층화된 평가요소들 간에 쌍대비교를 통해 대안을 평가하는 방법으로 다수의 전문가들이 제출한 정성적인 설문 응답을 분석해 정량화(평가요소 간 중요도(가중치), 우선순위 등)가 가능하며, 일관성 비율(CR)로 객관적인 검증절차를 거치게 된다.

66) 김재욱·정석재, “무인항공기 대응체계 소요제기 관련 요구기준(평가항목/평가지표)에 관한 연구”, 군사발전연구 제17권 제1호, 2023, p. 87.

## IV. 무인항공기 대응체계 평가방법 실증분석

### 1. 문헌 조사를 통한 잠정 평가요소 연구

무인항공기 대응체계를 획득하기 위한 각 단계별(탐지 → 식별 → 무력화) 국방부 차원의 명확한 판단기준(평가항목)이 미정립된 상태이므로 선행 연구를 통해 확인된 잠정 평가요소를 바탕으로 전문가들의 그동안 작전 경험과 지식 등이 반영된 의견을 듣고 평가기준을 재정립하고자 한다.

군사용어사전의 합동방공작전(合同防空作戰) 정의는 다음과 같다. “육·해·공군이 보유하고 있는 모든 방공전력 요소를 총체적으로 운용하여 영공으로 침입하거나 침투를 기도하는 적성 항체를 탐지, 식별, 요격, 격파하고 적의 공중공격으로부터 피해를 감소시키는 모든 활동”<sup>67)</sup>이다.

한편 ‘안티드론 기술의 이론과 실제’라는 연구에서도 “무인항공기 대응체계 구축을 위해 대한민국 공군의 작전을 수행하는 개념인 ‘감시 → 탐지 → 식별 → 대응’ 개념을 준용해 ‘탐지 → 식별 → 대응’의 3단계 절차로 적용해야 한다.”<sup>68)</sup>고 언급하고 있다. ‘국가중요시설과 안티드론’ 책자<sup>69)</sup>에서도 3단계(탐지 → 식별 → 차단)로 분류해 제2계층을 제시하고 있다. 따라서, 위 사항을 종합해본다면 무인항공기 대응을 위한 각 단계에 대한 구분을 3단계(탐지 → 식별 → 무력화)로 정의하는 것이 타당하다.

또한, 제2계층과 제3계층 관련 선행연구에서 제시한 잠정 평가요소 관련 사항을 종합하면 <표 4-1>과 같다.<sup>70)</sup> 제2계층은 탐지, 식별,

67) 군사용어사전, “합동방공작전”

<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1539246&cid=50307&categoryId=50307>

68) 김보람, 전개서, 2017

69) 광해용, “국가중요시설과 안티드론” 서울 : 도서출판지식공감, 2021, p. 109.

70) 광해용, 전개서, p. 118.

차단으로 작전 단계별 3가지를 제시하였고, 제3계층은 총 11가지(탐지 단계에서 최저속도 등 5가지, 식별 단계에서는 장거리 표적 등 3가지, 차단 단계에서는 소프트킬 등 3가지)를 제시하였다.

<표 4-1> 선행연구에서 제시한 잠정 평가요소

구 분		선정 사유
제2 계층	제3계층	
탐지 (5)	최저속도	드론 테러 대비 저속(低速), 하버링 속도 탐지
	저고도	저고도에서 공격 대비 탐지
	소형표적	초소형 드론 대상까지도 탐지
	다수표적 동시	군집 드론 공격에 대비 탐지
	전방향	한가지 방향이 아닌 전(全)방향 공격에 대비
식별 (3)	장거리 표적	원거리 침투 드론 사전 식별 필요
	폭발물 탐재	드론내 폭발물 탐재 여부 식별 필요
	다수 표적 동시	군집 드론 공격을 대비한 식별 필요
차단 (3)	소프트킬	교란(재밍 등)으로 차단할 수 있는 능력
	하드킬	드론을 직접 파괴시킬 능력(방공용 대공화기 등)
	다수 표적 동시	군집 드론 공격을 대비한 차단 필요

선행연구 이외에 연구자가 추가한 평가요소에는 사이버 방호와 전력화지원요소(전투발전지원요소, 통합체계지원요소)와 관련된 사항이다. 왜냐하면, 국방전력발전업무훈령에 무기체계의 사이버 방호에 요구되는 능력과 전력화지원요소는 소요제기서 작성 시 기술<sup>71)</sup>하게 되어있기 때문에 평가요소에 반드시 포함되어야 한다.

사이버 방호는 “적대 의도가 없더라도 아(我) 정보체계에 영향을 미칠 수 있는 사이버 위협·공격 행위로부터 보호하기 위한 제반 활동을 말하며, 협의적 개념의 사이버 보안을 의미한다.”<sup>72)</sup>고 명시되어 있다.

또한, ‘알기 쉬운 도해식 사이버전 용어사전’에서 정보보안을 달성하기 위한 3대 요소로 기밀성(Confidentiality), 무결성(Integrity), 가용

71) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 14.

72) 공군본부, “공군규정 7-7 사이버안보 업무”, 2021, p. 52.

성(Availability)이라 하였고, 보안영역으로 물리적, 기술적, 관리적 활동을 통해 다양한 위협으로부터 정보를 보호하는 것<sup>73)</sup>이라 하였다.

여기서 언급하는 기밀성(Confidentiality)은 “정당한 권한이 부여된 사용자만 접근해야 한다는 원칙”이고, 무결성(Integrity)은 “네트워크를 통해 송수신되는 정보의 내용이 불법적으로 생성, 변경, 삭제되지 않도록 보호되어야 한다는 원칙”이며, 가용성(Availability)은 “자원을 필요로 할 때 언제든지 원하는 자원에 접근하여 사용할 수 있는 원칙”<sup>74)</sup>이라고 정의하고 있다.

특히 최첨단 정보통신 기술을 기반(자동화·지능화 시스템 등)으로 운용해야 하는 무인항공기 대응체계는 적의 각종 사이버 위협으로부터 아군의 사이버 공간을 안전하게 보호하기 위해 초기부터 적의 사이버 위협 노출에 대비하기 위해 정보보안에 대한 문제가 강조되어야 한다. 여기서 언급되는 정보보안의 개념은 “정보시스템 자원(하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 정보/데이터, 통신 등)에 대한 기밀성(Confidentiality)과 무결성(Integrity), 가용성(Availability) 유지와 같은 목적 달성을 위해 자동화된 정보시스템에 적용되는 보호”<sup>75)</sup>이다.

지난 2014년 한수원(한국수력원자력)이 북한 해커조직인 김수키(Kimsuky) 계열 악성코드와 구성·동작 방식이 유사한 이메일 공격에 의해 해킹을 당한 사건과 2016년 외부와 분리된 대한민국의 국방망에서 '한·미 연합 작전계획 5015' 등 군사기밀이 대거 유출됐던 해킹 사건은 북한 정찰총국 산하 110 연구소의 해킹 그룹인 '안다리엘(Andariel)'의 소행인 것으로 밝혀졌다. 이렇듯 북한의 사이버 위협은

---

73) 사이버작전사령부, “알기 쉬운 도해식 사이버전 용어사전”, 충남 : 국군인쇄창, 2019, p. 245.

74) 사이버작전사령부, 전개서, p. 245.

75) 강정호·김송현·김재철·김호길·남호림·박기택·박명환·신규용·신상복·엄영문·오명호·유대훈·유진철·이인수·이종덕·전병진·표상호·한덕수·한창희·황재룡, “사이버전 개론”, 서울 : 양서각, 2016, p. 6.

우리 군(軍)에만 한정된 것이 아니라 대한민국 사회 여러 곳에 대해 광범위하게 퍼져 있다.<sup>76)</sup>

따라서, 첨단 무인항공기 대응체계 획득 시 불순 세력으로부터 사이버 위협에 대해 처음부터 능동적으로 대비하고 최적화된 시스템을 지속 구현하기 위해 보안 영역에 대한 관리적 / 물리적 / 기술적 완전성을 기하여야 할 것이다. 관리적 영역은 보안의 종합적 관리를 위한 보안 정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행하는 것이고, 물리적 영역은 보안이 필요한 곳에 인가받지 않은 인원이 출입하는 것을 통제하는 것이며, 기술적 영역은 정보시스템, 서버, 네트워크 등에 대한 위협요소와 취약점을 분석<sup>77)</sup> 하는 것이다. 이를 정리하면 <표 4-2>와 같다.

<표 4-2> 사이버 방호 관련 잠정 평가요소

구 분		선정 사유
제2계층	제3계층	
사이버 방호 (3)	관리적 영역	보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사 수행
	물리적 영역	보안이 필요한 곳에 미인가 인원의 출입 통제
	기술적 영역	정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위협요소와 취약점 분석

또한, 국방전력발전업무훈령에 명시된 바와 같이 소요제기기관에서 소요제기 시 작전운용성능(작전운용에 필요한 무기체계 등의 성능)과 전력화지원요소(전투발전지원요소와 통합체계지원요소)에 대해 작성하여 합참으로 제출<sup>78)</sup>하여야 한다. 전투발전지원요소는 “소요제기기관의 전투발전을 위하여 무기체계 획득과 연계하여 개발·획득하여 지원하는 요소로서 군사교리, 부대편성, 교육훈련, 시설, 무기체계 상호운용에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어(주파수 확보 포함)로 구

76) 김재욱·정석재, “한국형 위협관리체계(KRMF)의 성공을 위한 첫걸음: 시스템 분류 방향 연구”, 선진국방연구 제5권 제2호. 2022 pp. 74~75.

77) 사이버작전사령부, 전개서, p. 245.

78) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 9.

분”79)하고 있다, 이를 정리하면 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 전투발전지원요소 관련 잠정 평가요소80)

구 분		선정 사유
제2계층	제3계층	
전투발전 지원요소 (5)	군사교리	무기체계 운용개념을 재정립 및 관련 교리·교범 등에 대한 발전
	부대편성	부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표 작성 및 발간
	교육훈련	무기체계 획득에 따른 교육훈련 기획소요 판단, 교육훈련 장비 및 교보재 등 확보
	시설	무기체계 운용·시험·훈련에 필요한 부동산/설비 등 확보하는 것으로 현존시설의 가용성과 장비운용에 필요한 부대시설 및 편의시설 소요, 시험평가 시설소요, 시설보안 및 전술적 측면, 운용시설의 환경대책, 특수시설 및 훈련시설 등 고려
	상호운용에 필요한 HW/SW	무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등 확보

통합체계지원요소는 “소요제기 단계부터 획득, 운용유지 및 처분 시 까지 전 과정에 걸쳐 체계를 효과적이고 경제적으로 운영 유지하기 위해 소요를 식별, 설계반영, 확보, 관리하는 제반의 지원요소”81)라고 정의하고 있다. 통합체계지원요소는 주장비의 가동율을 향상 시키고, 수명주기 비용 감소를 위하여 12개(체계지원관리, 연구 및 설계반영, 유지관리, 정비계획 및 관리, 지원장비, 보급지원, 인력운용, 교육지원 및 훈련, 기술교범 및 기술자료, 포장 취급 저장 및 수송, 시설, 지원정보체계 등)82)로 구분되어 있다. 제2계층 통합체계지원요소의 제3계층 12개 평가요소를 정리하면 <표 4-4>와 같다.

79) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 176.

80) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 176.

81) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 176, p. 180.

82) 국방부, “국방부훈령 제2654호 총수명주기관리업무”, 2022, pp. 15~31.

<표 4-4> 통합체계지원요소 관련 잠정 평가요소<sup>83)</sup>

제3계층	주요 내용
체계지원 관리	모든 통합체계지원요소의 계획, 관리, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리하는 활동
연구 및 설계반영	주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 군수지원 요구사항, 선진 기술, 소재를 설계에 반영
유지관리	체계 시험 및 운영유지단계에서 고장 원인, 정비 애로사항 분석, 신뢰도, 정비도 추이 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별 및 개선하는 활동
정비계획 및 관리	주장비에 적용할 정비단계, 정비방안, 정비주체 등 정비개념을 수립하고, 고장, 예방정비 소요, 정비소요의 정비수행 단계설정 및 절차수립, 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별
지원장비	주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동
보급지원	주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화·관리하는 활동
인력운용	주장비 운영유지에 필요한 기술과 기술수준을 가진 소요인원을 식별·확보·관리하는 활동
교육훈련 및 지원	주장비 운영·유지에 필요한 운용·정비·보급·교관 요원에 대한 교육훈련 계획을 수립하여 이행하고, 교육에 필요한 장비, 교보재 소요를 식별·확보·관리하는 활동
기술교범 및 기술자료	주장비, 지원장비, 교육훈련장비 등을 운용·정비하기 위한 기술교범과 보급품의 원활한 조달을 위한 목록화 자료, 체계 형상기준을 정의하는 규격화 자료, 설계반영·군수지원 자원 소요식별을 위한 RAM 및 체계지원분석 자료와 유지관리 요소 자료를 개발·확보·관리하는 활동
포장, 취급, 저장 및 수송	주장비, 구성품, 지원장비, 기타 지원품목들의 가용성을 최대화시키기 위해 포장, 취급, 저장 및 수송 요구조건을 식별·개발·관리하는 활동
시설	주장비의 운용·시험·훈련·정비·보급·저장을 위해 필요한 부동산과 관련 설비 등에 대한 소요와 요구조건을 식별하고 획득·관리하는 활동
지원정보 체계	획득된 기술교범·기술자료 관리, 정비·보급지원 관리 및 주장비의 주요 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 활동

83) 국방부, "국방부훈령 제2654호 총수명주기관리업무", 2021, pp. 15~31.

앞서 언급한 선행연구를 통한 잠정 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소)의 근거를 정리하면 <표 4-5>와 같다.

<표 4-5> 잠정 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소) 근거

구 분		관련 근거
제2계층	제3계층	
탐지 (5)	최저속도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합동방공작전(군사용어사전)</li> <li>· 안티드론 기술의 이론과 실제</li> <li>· 국가중요시설과 안티드론</li> </ul>
	저고도	
	소형표적	
	다수표적 동시 전방향	
식별 (3)	장거리 표적	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합동방공작전(군사용어사전)</li> <li>· 안티드론 기술의 이론과 실제</li> <li>· 국가중요시설과 안티드론</li> </ul>
	폭발물 탑재	
	다수 표적 동시	
차단 (3)	소프트킬	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 합동방공작전(군사용어사전)</li> <li>· 안티드론 기술의 이론과 실제</li> <li>· 국가중요시설과 안티드론</li> </ul>
	하드킬	
	다수 표적 동시	
사이버 방호 (3)	관리적 영역	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국방전력발전업무훈령</li> <li>· 공군규정 7-7 사이버안보 업무</li> <li>· 알기 쉬운 도해식 사이버 용어사전(사이버사 발간)</li> </ul>
	물리적 영역	
	기술적 영역	
전투발전 지원요소 (5)	군사교리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국방전력발전업무훈령</li> </ul>
	부대편성	
	교육훈련	
	시설	
	상호운용에 필요한 HW/SW	
통합체계 지원요소 (12)	체계지원관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국방전력발전업무훈령</li> <li>· 총수명주기관리업무훈령</li> </ul>
	연구 및 설계반영	
	유지관리	
	정비계획 및 관리	
	지원장비	
	보급지원	
	인력운용	
	교육훈련 및 지원	
	기술교범 및 기술자료	
	포장, 취급, 저장 및 수송	
	시설	
	지원정보체계	

## 2. 전문가 설문을 위한 잠정 평가요소 선정

앞서 제시된 제2계층과 제3계층 평가요소는 선행연구를 통해 선정된 잠정 평가항목이지만, 연구자의 연구와 전문가들의 경험 및 직관 등이 반영된다면 평가요소의 완성성을 기할 수 있다.

먼저 제2계층 중 탐지와 식별에 대한 용어는 적절한 것으로 판단되지만, 한국어 사전에 명시되어 있는 ‘다른 것과의 관계나 접촉을 막거나 끊음’<sup>84)</sup>을 의미하는 차단보다는 ‘힘이 없거나 제 기능을 잃게 함’<sup>85)</sup>을 의미하는 무력화가 적합하다. 왜냐하면, 무인항공기 대응체계는 적(敵) 무인항공기에 부여된 임무 수행(아군 군사보안시설의 공격, 감시 정찰 등)이 불가하도록 전자적(소프트킬)/물리적(하드킬) 방법을 통해 무인항공기의 기능을 제거하는 것이 최종 목적이기 때문이다.

또한, 선행문헌 대비 일부 제3계층 평가요소의 개수와 내용을 재정립하였다. 제2계층 탐지의 제3계층은 5개로 동일하나, 문헌 조사 대비 일부 내용을 수정하였다. 무인항공기 탐지를 위해 고도, 속도, 방향의 탐지가 기본인 것을 고려해 원거리 탐지를 추가하였다. 그리고 다수 표적 동시 탐지는 AHP 계층 구조화 시 MECE(Mutually Exclusive Collectively Exhaustive) 원칙인 상호 독립적이면서 집합하였을 때 완전하게 전체를 포함하는 즉 ‘상호 겹치지 않고 누락되지 않으며 포괄하는 것’을 준수할 수 있도록 제2계층의 식별 단계와 중복이 되므로 탐지에서는 생략하였다.

제2계층 식별의 제3계층은 3개로 동일하나, 장거리에서 침투하는 무인항공기를 사전 식별하는 장거리 표적보다는 실전적인 작전 개념

---

84) 차단(遮斷): 다른 것과의 관계나 접촉을 막거나 끊음. 고려대 한국어대사전

<https://ko.dict.naver.com/#/search?query=%EC%B0%A8%EB%8B%A8>

85) 무력화(無力化): 힘이 없거나 제 기능을 잃게 됨. 고려대 한국어대사전

<https://ko.dict.naver.com/#/search?query=%EB%AC%B4%EB%A0%A5%ED%99%94>

을 적용해 ‘적군인지? 아군인지?’에 대한 식별이 더욱 중요하기 때문에 피아(彼我) 식별로 변경하였다. 또한, 장거리 표적은 탐지의 제3계층 중 원거리 평가요소와 중복되는 내용이 발생하므로 제외하였다. 기존 폭발물 탑재는 무인항공기에 폭발물뿐만 아니라 미사일, 기총 등 아군 군사보안시설을 공격할 수 있도록 다양한 무장을 탑재할 수 있으므로 무장 탑재로 용어를 변경하였다. 한편, 기존 다수표적 동시 식별은 용어의 개념을 명확하게 군집 표적 식별로 변경하였다.

제2계층 무력화의 제3계층은 3개에서 2개로 조정하였다. 다수표적 동시 무력화는 무력화의 평가요소인 소프트킬, 하드킬을 통해 다수표적 무력화가 달성될 수 있으므로 생략하였다.

제2계층의 사이버 방호, 전투발전지원요소, 통합체계지원요소에 대한 제3계층 개수와 내용은 동일하다. 선행연구 대비 변경된 평가요소를 종합하면 <표 4-6>과 같다.

<표 4-6> 전문가 설문용 잠정 평가요소

선행연구		전문가 설문용	
제2계층	제3계층	제2계층	제3계층
탐지 (5)	최저속도	탐지 (5)	원거리
	저고도		저고도
	다수 표적 동시		저속
	소형표적		소형표적
	전방향		전방향
식별 (3)	장거리 표적	식별 (3)	피아
	폭발물 탑재		무장 탑재
	다수 표적 동시		군집 표적
차단 (3)	소프트킬	무력화 (2)	소프트킬(전자적)
	하드킬		하드킬(물리적)
	다수 표적 동시	-	
사이버 방호 (3)	관리적 영역	사이버 방호 (3)	관리적 영역
	물리적 영역		물리적 영역
	기술적 영역		기술적 영역

<표 4-6> 전문가 설문용 잠정 평가요소(계속)

선행연구		전문가 설문용	
제2계층	제3계층	제2계층	제3계층
전투발전 지원요소 (5)	군사교리	전투발전 지원요소 (5)	군사교리
	부대편성		부대편성
	교육훈련		교육훈련
	시설		시설
	상호운용에 필요한 HW/SW		상호운용에 필요한 HW/SW
통합체계 지원요소 (12)	체계지원관리	통합체계 지원요소 (12)	체계지원관리
	연구 및 설계반영		연구 및 설계반영
	유지관리		유지관리
	정비계획 및 관리		정비계획 및 관리
	지원장비		지원장비
	보급지원		보급지원
	인력운용		인력운용
	교육훈련 및 지원		교육훈련 및 지원
	기술교범 및 기술자료		기술교범 및 기술자료
	포장, 취급, 저장 및 수송		포장, 취급, 저장 및 수송
	시설		시설
	지원정보체계		지원정보체계

### 3. 델파이 기법을 활용한 평가항목 확정

#### 가. 연구방법

문헌 조사를 통해 <표 4-6> 전문가 설문용 잠정 평가항목(제2계층 6개, 제3계층 30개)에 대해 전문가들을 대상으로 2차에 걸쳐 델파이 기법을 활용하여 설문을 진행하였다.

델파이 기법은 설문을 위해 선택한 전문가 집단(근무 경험 16년 이상)을 대상으로 여러 번 설문을 반복하기 위해 1차에 실시한 설문결

과를 전문가 집단인 설문대상자에게 제공하여 전문가 집단의 전체 의견과 본인의 의견 사이에 차이점을 인지하면서 이전 결과를 반영해 전체적인 의견을 모아가는 과정을 거치게 된다. 본 연구에서는 연구 주제인 무인항공기 대응체계 평가방법에 대해 이해할 수 있는 각 軍의 소요기획 업무에 대한 유경험자, 방사청 사업관리 인원, 각 軍 무기 대응체계 운용 인원, 획득 관련 연구원 등 전문가 30명을 대상으로 설문을 하였다.

선정된 전문가들 중 몇 명은 설문지 제출 후에도 전화를 이용해 자신의 추가 의견을 제시하는 등 적극적인 의사를 표현하였다. 델파이 기법 응답자 현황은 <표 4-7>과 같다.

<표 4-7> 델파이 기법 응답자 현황

구분	대상 인원 수	근무 분야					근무 기간	
		소요 기획	사업 관리	체계 운용	획득 연구	기타	16 ~ 20년	21년 이상
1차 설문	30명	6명 (20%)	9명	21명				
2차 설문	30명	6명 (20%)	9명	21명				

델파이 기법에 적용하는 1차 설문은 앞서 선행연구 및 연구자의 연구를 통해 확인한 제2계층의 잠정 평가요소 6개와 제3계층의 잠정 평가요소 30개(탐지 5개, 식별 3개, 무력화 2개, 사이버 방호 3개, 전투발전지원요소 5개, 통합체계지원요소 12개)를 제시한 후 설문대상자가 판단하여 불필요해서 삭제해야 할 제2계층 및 제3계층의 평가요소, 보완해야 할 제2계층 및 제3계층의 평가요소, 추가해야 할 제2계층 및 제3계층의 평가요소 등 의견을 자유롭게 제시할 수 있도록 하였다.

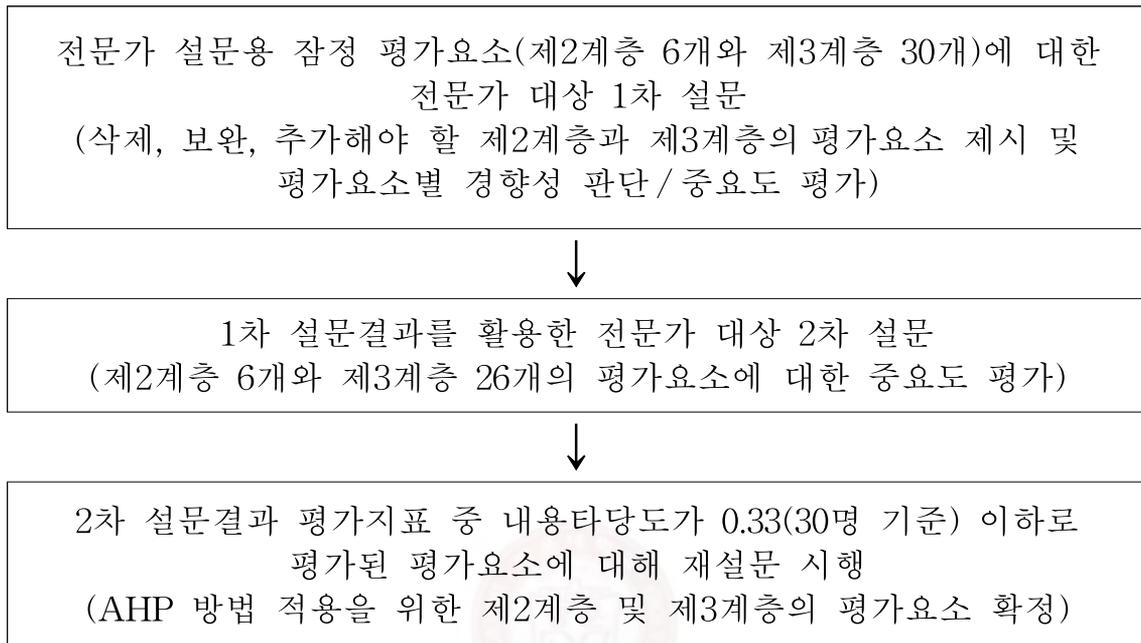
또한, 다수 평가지표에 대한 전문가들의 경향성 및 중요도 판단을 위해 Likert 5점 척도(1점 : 중요도 매우 낮음, 3점 : 중요도 보통, 5점 : 중요도 매우 높음)로 표시하게 하였다. 1차 설문결과 제2계층의 잠정 평가요소 6개에 대한 변동사항(삭제, 보완, 추가 등)은 없었으나, 제3 계층의 내용이 유사한 평가요소인 전투발전지원요소의 잠정 평가요소(부대편성, 교육훈련, 시설)와 유사한 통합체계지원요소의 3개(인력 운용, 교육훈련 및 지원, 시설)에 대한 통합이 필요하다는 의견이 있었고, 통합체계지원요소 중 포장, 취급, 저장 및 수송은 중요도 평가지표가 최저(2.87)로 평가되어 제외하였다.

2차 설문은 1차 설문을 기초로 선정된 평가요소 26개(탐지 5개, 식별 3개, 무력화 2개, 사이버 방호 3개, 전투발전지원요소 5개, 통합체계지원요소 8개)에 대해 전문가들의 의견을 요구하였고, 평가요소 결정 후 이루어지는 AHP 방법의 분석을 위해 Likert 5점 척도로 표시하도록 요청하였다. 전문가들이 평가한 평가요소의 내용 타당도를 판단하기 위해 Lawshe(1975)가 제안한 CVR(Content Validity Ratio)을 사용했다. 설문 시 Likert 5점 척도를 사용하여 측정하였으며, 이때 ‘매우 적절하지 않다’는 1점, ‘적절하지 않다’는 2점, ‘보통이다’는 3점, ‘적절하다’는 4점, ‘매우 적절하다’는 5점으로 표시하였고, 4점과 5점에 표시한 전문가 집단의 수와 설문에 참여한 전체 전문가 집단의 설문 대상자 수를 바탕으로 내용 타당도(CVR)를 판단하였다. 즉 설문에 참여한 전문가들이 선택한 평가요소 중 다수가 공감하는 평가요소와 공감하지 못하는 평가요소를 선정한 것이다.

2차 설문결과 26개의 평가요소 중 내용타당도가 0.33(전문가 30명 답변 기준) 이하로 평가된 평가지표는 없었으며, 2차 설문에서도 1차 설문에서와 동일하게 제2계층 식별의 평가요소인 피아(彼我) 식별이 가장 높은 평균점수 4.80을 획득했다.

평가요소 확정을 위해 적용한 델파이 기법의 설문절차는 다음 <표 4-8>과 같다.

<표 4-8> 델파이 기법을 활용한 평가요소 확정 절차



본 논문에서 적용한 CVR 공식은 아래와 같으며, 응답자 20명 기준으로 CVR값이 0.42 이상, 응답자 30명 기준으로 CVR값이 0.33 이상이라면 타당하다<sup>86)</sup>고 볼 수 있다.

$$CVR = \frac{n_e - (N/2)}{N/2}$$

CVR = content validity ratio

;  $n_e$  = Numbers of Panel members indicating an item 'essential', 적절하다고 판단한 응답자의 수

;  $N$  = Number of Panel members, 설문에 참가한 전문가 집단의 전체 설문대상자 수

86) Lawshe C. H, "A quantitative approach to content validity.", Personnel Psychology 28, 1975. pp. 567~568.

<i>Minimum values of CVR</i>	
<i>One Tailed Test, P = .05</i>	
<i>No. of Panelists</i>	<i>Minimum Value</i>
8	0.75
9	0.78
10	0.62
11	0.59
12	0.56
13	0.54
14	0.51
15	0.49
20	0.42
25	0.37
30	0.33
35	0.31
40	0.29

- When all say "essential," the CVR is computed to be 1.00, (It is adjusted to .99 for ease of manipulation).
- When the number saying "essential" is more than half, but less than all, the CVR is somewhere between zero and .99.<sup>87)</sup>

## 나. 제1차 델파이 분석결과

무인항공기 대응체계 평가요소 결정에 관한 제3계층 각 평가요소의 중요도를 Likert 5점 척도를 사용하여 측정한 결과, 제시한 30개의 평가요소 중 응답자들로부터 제2계층 식별의 피아(彼我) 식별이 가장 높은 평균값 4.63을 획득했고, 제2계층 통합체계지원요소의 포장/취급/저장/수송이 가장 낮은 평균값 2.87을 획득하였다. Likert 5점 척도로 평가한 평가요소 30개를 분석해보면 4점대가 13개, 3점대가 16개, 2점대가 1개의 분포를 나타내고 있으며, 제1차 델파이 설문조사 결과를 종합하면 <표 4-9>와 같다.

87) Lawshe C. H, 전계서 p.568.

<표 4-9> 제1차 델파이 설문조사 결과

제시한 평가요소		중요도 평가 점수			삭제 의견	기타 의견
번호	제3계층	평균 점수	표준 편차	평가 인원		
1	원거리	3.87	1.20	30명		용어변경
2	저고도	4.00	0.87	30명		용어변경
3	저속	3.33	0.96	30명		용어변경
4	소형표적	3.90	1.03	30명	삭제(1명)	
5	전방향	3.77	1.17	30명		
6	피아	4.63	0.56	30명		
7	무장 탑재	3.73	1.08	30명	삭제(1명)	
8	군집 표적	3.50	1.01	30명		
9	소프트킬	4.33	0.96	30명		
10	하드킬	4.23	0.77	30명		
11	관리적 영역	3.83	0.79	30명		
12	물리적 영역	3.87	0.78	30명		
13	기술적 영역	4.43	0.77	30명		
14	군사교리	4.03	0.96	30명		
15	부대편성	3.90	1.06	30명		
16	교육훈련	4.10	0.96	30명		
17	시설	3.67	0.96	30명		
18	상호운용에 필요한 HWSW	4.17	0.87	30명		
19	체계지원관리	4.10	0.71	30명		
20	연구 및 설계반영	4.03	0.89	30명		통합(1명) → 가동률 향상관리
21	유지관리	4.07	0.94	30명		
22	정비계획 및 관리	4.00	0.79	30명		
23	지원장비	3.63	1.03	30명		통합(1명) → 후속 군수지원
24	보급지원	3.47	0.97	30명		
25	기술교범 및 자료	3.47	0.73	30명		
26	포장/취급/저장/수송	2.87	1.07	30명		
27	지원정보체계	3.70	0.95	30명		통합(1명) → 운용 능력 구비
28	인력운용	3.90	0.80	30명		
29	교육훈련 및 지원	4.10	0.66	30명		
30	시설	3.63	1.07	30명		

잠정 선정된 평가요소 30개에 대해 1차 설문을 시행한 결과, 설문 의 제3계층으로 제시한 평가요소 30개 이외에 추가해야 한다는 의견으로 제2계층 탐지의 제3계층에서 적대 세력이 적(敵) 무인항공기 운용 시 아군 시설에 접근해 근거리에서 단시간 내 투입시키는 상황을 반영한 돌연(Pop-up) 표적과 제2계층 무력화의 제3계층의 평가요소로 소프트킬과 하드킬 2개만 구분되어 있지만, 소프트킬과 하드킬을 동시에 구현할 수 있도록 복합방안을 반영하자는 의견이 있었다. 그러나 갑자기 출현하는 돌연 표적은 대응체계의 탐지 수단(레이더, RF 스캐너 등) 성능을 고려 시 탐지가 가능하므로 평가요소로 반영할 사항이 아니라고 판단하였다. 그리고 무력화를 위한 복합방안도 소프트킬과 하드킬 장비의 조합으로 해결이 가능하므로 별도 평가요소로 포함하지 않았다.

또한, 평가요소 중 용어 변경 의견으로 무인항공기의 원래 속성이 저속이므로 저속을 평가요소로 명시하는 것보다 속도로 일반화하자는 의견과 원거리 / 저고도의 평가 기준도 모호하므로 거리 / 속도로 변경하자는 의견이 있었다. 그러나 무인항공기를 군사보안시설로부터 원거리에서 탐지해야 효과적인 대응 방안을 강구할 수 있고, 고고도 / 고속으로 이동하는 물체를 탐지하는 것보다 저고도 / 저속으로 이동하는 물체를 탐지하는 것이 어렵기 때문에 용어 변경 의견을 반영하지 않았다.

제2계층 탐지의 제3계층 소형표적과 제2계층 식별의 제3계층 무장 탑재를 삭제하자는 의견이 있었다. 제2계층 탐지의 제3계층 소형표적을 삭제하자는 의견 관련 <표 2-2> 공군 무인항공기 분류에 최대 이륙중량을 기준으로 대형급 / 중형급 / 소형급으로 구분되어 있고, 전문가들도 평가요소 소형표적에 대해 중요도를 평가한 평균점수가 3.9 점으로 높은 편이기 때문에 유지하였다.

제2계층 식별의 제3계층 무장 탑재를 삭제하자는 의견 관련 항공안전법 제127조 제2항<sup>88)</sup>에 따라 “동력비행장치 등 국토교통부령으로 정하는 초경량비행장치를 사용하여 국토교통부장관이 고시하는 초경량비행장치 비행제한구역에서 비행하려는 사람은 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 미리 국토교통부장관으로부터 비행승인을 받아야 한다.”는 조항이 있다. 따라서 비행제한구역 내에서 국토부 장관의 승인을 받지 않고 임의로 무인항공기의 비행 시 적대 의도(공격, 감시정찰 등)를 갖는 적성 표적으로 간주하여 무력화를 시켜야 한다는 의견도 다수 있었다. 현실적으로 원거리에서 무인항공기에 장착된 무장을 확인하는 것은 기술적인 한계(야간이나 악기상(안개, 황사 등) 상황에서 광학카메라를 사용해 원거리서 접근하는 무인항공기의 무장 탑재 여부를 식별하는데 어려움 상존)는 있지만, 호천 시 줌 기능이 있는 광학장비의 경우에는 최대 2.5km 거리에서 무인항공기 탐지가 가능<sup>89)</sup>하므로 유지하였다.

한편, 제2계층 통합체계지원요소의 제3계층은 총 12개 평가요소(체계지원관리, 연구 및 설계반영, 유지관리, 정비계획 및 관리, 지원장비, 보급지원, 인력운용, 교육훈련 및 지원, 기술교범 및 기술자료, 포장/취급/저장/수송, 시설, 지원정보체계)로 광범위하므로 효율적인 평가를 위해 통합체계지원요소를 개발하는 목적에 따라 유사항목별 4개(체계지원관리, 가동률 향상관리, 후속 군수지원, 운용능력 구비)로 그룹화가 필요하다는 전문가 1명의 의견이 있었다. 그러나 12개 요소를 유사항목별 4개로 그룹화할 시 평가요소의 왜곡이 발생할 수 있으므로 이를 반영하지 않았다. 통합체계지원요소의 개발목적에 따라 유사항목별 통합하자는 전문가가 제기한 내용은 <표 4-10>과 같다.

88) 국토교통부(항공안전정책과), “항공안전법”, 국가법령정보센터, 2023.1.19.

89) 강인구·채인택·계동혁, 전계서, pp. 327~328.

<표 4-10> 통합체계지원요소 개발목적에 따른 유사항목 통합

제시한 평가요소		중요도 평가 점수			통합 의견
구분	제3계층	평균 점수	표준 편차	평가 인원	
1	체계지원관리	4.10	0.71	30명	유지
2	연구 및 설계반영	4.03	0.89	30명	
3	유지관리	4.07	0.94	30명	
4	정비계획 및 관리	4.00	0.79	30명	
5	지원장비	3.63	1.03	30명	후속 군수지원
6	보급지원	3.47	0.97	30명	
7	기술교범 및 자료	3.47	0.73	30명	
8	포장/취급/저장/수송	2.87	1.07	30명	
9	지원정보체계	3.70	0.95	30명	
10	인력운용	3.90	0.80	30명	운용 능력 구비
11	교육훈련 및 지원	4.10	0.66	30명	
12	시설	3.63	1.07	30명	

1차 설문 중 여러 명의 전문가가 전화와 문자 등으로 추가 의견을 제시한 제2계층 중 전투발전지원요소의 평가요소(부대편성, 교육훈련, 시설)와 통합체계지원요소의 평가요소(인력운용, 교육훈련 및 지원, 시설) 중 내용이 유사한 항목 3개는 전투발전지원요소 평가지표로 통합하였다. 왜냐하면, 전투발전지원요소의 부대편성(부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표 작성 및 발간)이 통합체계지원요소의 인력운용(주장비 운영유지에 필요한 기술과 기술수준을 가진 소요인원을 식별·확보·관리하는 활동)과 유사하고 부대편성이 보다 넓은 의미의 인적소요를 의미하는 것으로 판단하였다. 또한, 전투발전지원요소의 교육훈련 평균점수(4.10)와 통합체계지원요소의 교육훈련 및 지원(4.10)의 평균점수가 동일하지만, 전투발전지원요소의 평가요소가 더 넓은 의미(전반적인 무기체계의 교육훈련)로 판단하였다. 전투발전지원요소의 시설 평균점수(3.67)가 통합체계지원요소의 시설 평균점수(3.63)가

높고 내용이 유사하므로 전투발전지원요소의 평가요소로 통합하였다.

한편, 통합체계지원요소 제3계층 중 중요도 평균점수가 가장 저조 (2.87)한 포장 / 취급 / 저장 / 수송을 삭제하였다. 따라서, 제1차 델파이 설문문을 통한 평가요소 26개의 종합은 <표 4-11>과 같다.

<표 4-11> 제1차 델파이 설문문의 제3계층 평가요소 종합

구분	제2계층	제3계층	중요도 평가 점수		
			평균 점수	표준 편차	평가 인원
1	탐지 (5개)	원거리	3.87	1.20	30명
2		저고도	4.00	0.87	30명
3		저속	3.33	0.96	30명
4		소형표적	3.90	1.03	30명
5		전방향	3.77	1.17	30명
6	식별 (3개)	피아	4.63	0.56	30명
7		무장 탐재	3.73	1.08	30명
8		군집 표적	3.50	1.01	30명
9	무력화 (2개)	소프트킬	4.33	0.96	30명
10		하드킬	4.23	0.77	30명
11	사이버 방호 (3개)	관리적 영역	3.83	0.79	30명
12		물리적 영역	3.87	0.78	30명
13		기술적 영역	4.43	0.77	30명
14	전투발전 지원요소 (5개)	군사교리	4.03	0.96	30명
15		부대편성	3.90	1.06	30명
16		교육훈련	4.10	0.96	30명
17		시설	3.67	0.96	30명
18		상호운용에 필요한 HW/SW	4.17	0.87	30명
19	통합체계 지원요소 (8개)	체계지원관리	4.10	0.71	30명
20		연구 및 설계반영	4.03	0.89	30명
21		유지관리	4.07	0.94	30명
22		정비계획 및 관리	4.00	0.79	30명
23		지원장비	3.63	1.03	30명
24		보급지원	3.47	0.97	30명
25		기술교범 및 자료	3.47	0.73	30명
26		지원정보체계	3.70	0.95	30명

앞서 언급한 제1차 델파이 설문 시 전문가들이 제시한 의견에 대한 검토결과를 요약하면 <표 4-12>와 같다.

<표 4-12> 제1차 델파이 설문 시 전문가 의견 검토결과

구 분			검토 결과		
의견	제2계층	평가요소			
추가 (1명)	탐지	돌연표적	각종 탐지수단(레이더, RF 스캐너 등)의 성능을 고려 시 돌연 표적에 대한 탐지가 가능하므로 평가지표로 미반영		
	무력화	복합방안	소프트킬과 하드킬 장비의 조합으로 무인항공기 차단이 가능하므로 별도 평가지표로 미반영		
용어 변경 (1명)	탐지	원거리 → 거리	원거리에서 탐지해야 효과적인 대응 방안을 강구할 수 있으므로 미반영		
		저고도 → 고도	저고도/저속으로 이동하는 물체 탐지가 어렵고 명확한 용어사용이 필요하므로 의견 미반영		
		저속 → 속도			
삭제 (1명)	탐지	소형표적	전문가들의 소형표적 평가지표의 중요도 평균점수 3.9점으로 높은 편이어서 평가지표 유지		
	식별	무장탐재	줌 기능이 있는 광학장비의 경우 최대 2.5km 거리에서 무인항공기 탐지가 가능하므로 유지		
통합 (1명)	통합 체계 지원 요소	연구 및 설계반영	→	가동률 향상 관리	통합체계지원요소를 개발한 목적에 부합하도록 “유사항목별로 그룹화”하는 의견이 있었으나, 그룹화 시 평가요소의 왜곡이 발생할 수 있으므로 미반영
		유지관리			
		정비계획 및 관리			
		지원장비	→	후속 군수 지원	
		보급지원			
		기술교범 및 자료			
		포장/취급/저장/수송			
		지원정보체계	→	운용 능력 구비	
		인력운용			
		교육훈련 및 지원			
시설					

<표 4-12> 제1차 델파이 설문 시 전문가 의견 검토결과(계속)

구 분			검토 결과	
의견	제2계층	평가요소(제2계층)		
통합 (다수)	통합 체계 지원 요소	인력운용 → 부대편성(전투발전)	전투 발전 지원 요소	평가지표 간 개념이 유사하고 인력운용보다도 부대편성이 넓은 의미의 인적소요로 판단
		교육훈련 및 지원 → 교육훈련(전투발전)		평가지표 간 중요도 평균 점수는 동일하나 교육훈련이 넓은 의미로 판단
		시설 → 시설(전투발전)		평가지표 간 중요도 평균 점수 비교 시 전력발전 지원요소가 높음.
삭제		포장/취급/저장/수송		중요도 평균점수가 가장 저조

#### 다. 제2차 델파이 분석결과

제1차 델파이 설문조사 시 제시한 제3계층의 최초 평가요소 30개 중 통합체계지원요소에서 삭제한 4개(인력운용, 교육훈련 및 지원, 시설, 포장 / 취급 / 저장 / 수송)의 평가지표를 제외한 총 26개의 평가요소를 제2차 델파이 설문조사에서 다음 <표 4-13>와 같이 제시하였다.

<표 4-13> 제2차 델파이 설문조사 평가요소 개수

제2계층	선행연구에서 도출된 제3계층 평가요소	1차 설문조사 시 도출된 제3계층 평가요소
탐지	5	5
식별	3	3
무력화	2	2
사이버 방호	3	3
전투발전지원요소	5	5
통합체계지원요소	12	8
총계	30	26

2차 설문은 1차 설문결과를 제시하여 제2계층 및 조정된 제3계층의 평가요소 26개에 대한 전문가들의 의견을 요구하였고, 평가요소 결정 후 이루어지는 AHP 방법의 분석을 위해 Likert 5점 척도로 표시하도록 요청하였다. 전문가들이 평가한 평가요소의 내용 타당도를 판단하기 위해 Lawshe(1975)가 제안한 CVR(Content Validity Ratio)을 사용했다. 설문 시 Likert 5점 척도를 사용하여 측정하였으며, 이때 ‘매우 적절하지 않다’는 1점, ‘적절하지 않다’는 2점, ‘보통이다’는 3점, ‘적절하다’는 4점, ‘매우 적절하다’는 5점으로 표시하였고, 4점과 5점에 표시한 전문가 집단의 수와 설문에 참여한 전체 전문가 집단의 설문대상자 수를 바탕으로 내용 타당도(CVR)를 판단하였다. 즉 설문에 참여한 전문가들이 선택한 평가지표 중 다수가 공감하는 평가지표와 공감하지 못하는 평가지표를 선정한 것이다.

본 논문에서 적용한 CVR 공식은 아래와 같으며, 응답자 30명 기준으로 CVR값이 0.33 이상이라면 타당하다<sup>90)</sup>고 볼 수 있다.

$$CVR = \frac{n_e - (N/2)}{N/2}$$

CVR = content validity ratio

;  $n_e$  = Numbers of Panel members indicating an item ‘essential’,  
적절하다고 판단한 응답자의 수

;  $N$  = Number of Panel members, 설문에 참가한 전문가 집단의 전체 설문대상자 수

2차 설문 시 1차 설문결과에서 제시한 제2계층 및 조정된 제3계층의 평가지표에 대한 전문가들의 의견(그룹 간 이동, 명칭 변경 등)은

---

90) Lawshe C. H, 전계서, pp. 567~568.

없었다. 총 2차에 걸친 전문가 30명 대상 델파이 설문을 통해 최종 도출된 무인항공기 대응체계 평가요소 종합은 <표 4-14>와 같고, 제3계층 평가요소별 평균점수, 표준편차 및 내용 타당도(CVR)는 다음과 같다.

<표 4-14> 제2차 델파이 설문 의 제3계층 평가요소 종합

구분	제2계층	제3계층	중요도 평가 점수		
			평균 점수	표준 편차	CVR
1	탐지 (5개)	원거리	4.23	0.86	0.73
2		저고도	4.63	0.49	1.00
3		저속	3.93	0.87	0.53
4		소형표적	4.47	0.57	0.93
5		전방향	4.43	0.68	0.93
6	식별 (3개)	피아	4.80	0.41	1.00
7		무장 탑재	4.20	0.61	0.80
8		군집 표적	3.87	0.94	0.47
9	무력화 (2개)	소프트킬	4.70	0.47	1.00
10		하드킬	4.33	0.84	0.87
11	사이버 방호 (3개)	관리적 영역	4.10	0.71	0.73
12		물리적 영역	4.10	0.66	0.67
13		기술적 영역	4.67	0.55	0.93
14	전투발전 지원요소 (5개)	군사교리	4.20	0.76	0.73
15		부대편성	4.07	0.78	0.73
16		교육훈련	4.27	0.87	0.73
17		시설	3.90	0.66	0.60
18		상호운용에 필요한 HW/SW	4.50	0.78	0.80
19	통합체계 지원요소 (8개)	체계지원관리	4.23	0.82	0.67
20		연구 및 설계반영	4.23	0.63	0.80
21		유지관리	4.40	0.77	0.80
22		정비계획 및 관리	4.47	0.57	0.93
23		지원장비	4.00	0.64	0.73
24		보급지원	3.87	0.78	0.53
25		기술교범 및 자료	3.93	0.83	0.53
26		지원정보체계	4.00	0.69	0.67

무인항공기 대응체계 평가방법 연구에 관한 각 평가요소(제3계층)의 중요도를 Likert 5점 척도를 사용하여 측정한 결과 제시한 26개의 평가지표 중 응답자들로부터 제2계층 식별의 제3계층 피아(彼我) 식별이 가장 높은 평균값 4.80을 획득했고, 제2계층 식별의 제3계층 군집표적과 제2계층 통합체계지원요소의 제3계층 보급지원이 가장 낮은 평균값 3.87을 획득하였다. 1차 설문에서도 2차 설문과 동일하게 제2계층 식별의 제3계층 피아 식별이 가장 높은 평균값을 기록하였다.

Likert 5점 척도로 평가한 평가요소 26개에 대해 2차 설문결과를 분석해보면 4점대가 21개, 3점대가 5개의 분포를 나타내고 있으며, 응답자 30명 기준 내용 타당도(CVR) 값이 0.33 이상으로 타당한 결과를 얻었다.

## 4. AHP 방법을 활용한 평가지표 도출

### 가. 연구방법

본 연구의 특성상 델파이 기법을 활용한 두 차례의 설문을 통해 확정된 제2계층 평가요소 6개와 제3계층 평가요소 26개를 바탕으로 AHP 분석을 위한 전문가 대상 설문을 진행하였다. AHP 방법을 활용한 이유는 ‘무인항공기 대응체계 평가방법 연구’를 위해 평가항목별 계층구조를 형성하여 전문가들의 주관적 가치판단에 대해 설문을 통해 정량화가 가능하며, 전문가들의 평가가 실질적으로 일관성 있게 이루어졌는지에 대해 검증하고, 일관성 검증을 통과한 평가결과에 대해서만 종합하여 대안의 우선순위를 정하는 방법이기 때문이다.<sup>91)</sup>

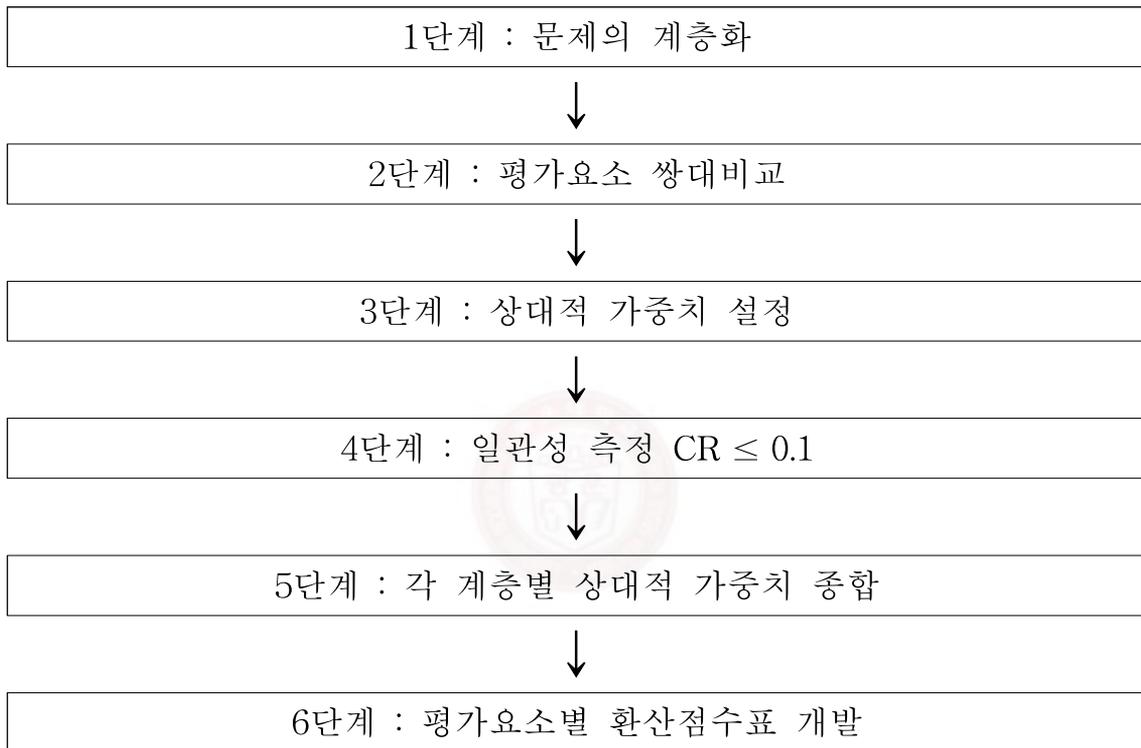
본 연구는 ‘무인항공기 대응체계 평가방법 연구’ 관련 평가지표 개발을 위해 1970년대 초 Thomas L. Satty에 의해 개발된 AHP 방법을

91) 권오정. 전계서, p. 182

평가모델로 적용하였다. 왜냐하면, ‘무인항공기 대응체계 평가방법 연구’에 대한 상대적인 중요도 및 우선순위 등을 분류하고 식별하여 계층화하는데 최적의 평가모델이기 때문이다.

AHP 방법을 활용한 연구과정을 정리하면 <표 4-15>와 같다.

<표 4-15> AHP 방법을 활용한 연구과정<sup>92)</sup>



평가요소에 대한 쌍대비교를 위한 설문을 우선 실시하여 일관성을 측정한 후 평가요소별 환산점수표(평가점수표)를 개발하였다. 최적 대안을 선택하기 위해 개발된 환산점수표를 활용하여 설문 시 전문가들에게 군사보안시설 미구분하여 설문하고, 다음 설문 시 군사보안시설 구분(가급, 나급, 다급)하여 설문결과를 도출하였다.

본 연구의 AHP 분석을 위한 설문의 전문가들은 델파이 기법 시 응답한 전문가들과 유사하다. AHP 분석 및 군사보안시설 미구분 vs 구분을 위한 응답자 현황은 <표 4-16>과 같다.

92) 천중용, 전게서, p. 55.

<표 4-16> AHP 방법 및 군사보안시설 관련 응답자 현황

구분	대상 인원 수	근무 분야					근무 기간	
		소요 기획	사업 관리	체계 운용	획득 연구	기타	16 ~ 20년	21년 이상
쌍대 비교	30명	6명 (20%)	9명	21명				
보안 시설 미구분	30명	6명 (20%)	9명	21명				
보안 시설 구분	30명	6명 (20%)	9명	21명				

일반적으로 어떤 제품에 대한 2개의 평가지표를 쌍대비교(Pairwise Comparison)하는 방법은 <표 4-17>과 같다. 이러한 양식은 답변 시 응답자들에게 혼란을 방지하고, 일관된 평가를 유도하기 위함이다.

예를 들어 <표 4-17>과 같이 어떤 제품(차량)의 평가지표 4가지(상표, 가격, 기능, 연비)에 대해 쌍대비교를 한다면  $4C_2$ 회의 비교가 필요하므로 총 6회의 쌍대비교를 실시하여야 한다.

<표 4-17> 평가항목 쌍대비교 방법

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	상표					√					가격					
2	상표				√						기능					
3	상표		√								연비					
4	가격					√					기능					
5	가격				√						연비					
6	기능					√					연비					

<표 4-17>에서 보는 것과 같이 AHP에서 주로 사용되는 평가 척도는 9점 척도이다. 이는 1980년 Satty가 빛의 밝기 측정 실험 시 27개 척도를 사용하여 실제 거리와 상대적 거리감을 구하였는데, 이 실험에서 9점 척도가 가장 신뢰성 높은 것으로 검증되었기 때문이다.<sup>93)</sup>

만약 평가항목 중 상표와 가격이 중요도 면에서 동등하다면 1점을, 약간 중요하다면 3점을, 중요하다면 5점을, 매우 중요하다면 7점을, 절대적으로 중요하다면 9점을 부여하는 방식이다. 중요도가 1, 3, 5, 7, 9 홀수 중요도 사이에 위치하면 2, 4, 6, 8과 같이 짝수 중요도도 부여할 수 있다.<sup>94)</sup> 만약 상표(브랜드)가 가격보다 약간 중요하다면 3점을 부여한다면 가격은 상표(브랜드)보다 1/3배 약간 중요(3배 덜 중요)하다고 평가된다. AHP 9점 척도의 의미는 <표 4-18>과 같다.

<표 4-18> AHP 9점 척도의 의미<sup>95)</sup>

중요도	의미
1	동일한 중요(Equal Important)
3	약간 더 중요(Moderate Important)
5	상당히 더 중요(Essential or Strong Important)
7	매우 중요(Demonstrated Important)
9	절대적으로 중요(Extreme Important)
2, 4, 6, 8	홀수 중요도 1, 3, 5, 7, 9의 중간값(Intermediate value)

상대적 가중치 설정은 기하평균법(Geometric Mean Method)을 적용하였다. 기하평균은 ‘델파이 기법과 AHP의 적용을 통한 전통정원 보존상태 평가지표 개발’의 논문<sup>96)</sup>에서도 상대적 중요도(가중치)를 구하기 위해 사용하였다. 왜냐하면, 산술평균과 조화평균 등의 다른 평균값보다 변량 중 극단적인 값의 영향을 덜 받고 비율적 비교의 방법에서 가장 적합한 방법이기 때문이다.<sup>97)</sup> 또한, 기하평균법에 의한

93) 권오정, 전계서, p. 200.

94) 권오정, 전계서, p. 193.

95) 권오정, 전계서, p. 193.

96) 안진성, 전계서, p. 99.

가중치를 구하는 방법은 오차 모델에 근거하는데, 오차 모델은 실제 사람의 의사결정에는 오차가 포함되어 있다는 가정하에 그 오차를 최소화하는 값을 가중치로 선정하여 계산하기 때문에 다소의 오차를 허용하고 중요도의 근사치를 주는 방법이다. 쌍대비교 행렬 A의 기하평균으로 가중치를 구하고 가중치와 쌍대비교 행렬을 가지고 가장 큰 고유치(Eigen Value)를 구하는 절차는 다음과 같다. ①. 쌍대비교 행렬 A의 각 행의 기하평균을 구한다. ②. 각 행 기하평균의 합을 구한다. ③. 기하평균의 합으로 각 행 기하평균을 정규화한다. ④. 쌍대비교 행렬 A와 정규화된 가중치 W를 곱한다. ⑤. ④번에서 구한 값을 가중치 W로 나눈다. ⑥. ⑤번에서 구한 값의 평균이  $\lambda_{\max}$ 이다.<sup>98)</sup>

일관성 측정은 <표 4-17>에서와 같이 어떤 제품(자동차)의 평가지표에 대해 쌍대비교를 한다면 상표(A)가 가격(B)보다 2배 좋고, 가격(B)이 기능(C)보다 3배 좋다면 상표(A)는 기능(C)보다 6배 좋아야 일관성(서수적, 기수적)이 유지된 평가라고 할 수 있다. 평가자 설문에 대한 일관성 지수(CI: Consistency Index)는  $(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ 로 정의하고 있으며, 여기서 n은 평가항목의 수를 말한다. 평가자 설문이 완전한 일관성을 가진다면,  $\lambda_{\max} = n$ 이 되어 CI = 0이 된다. 일관성이 낮아질수록  $\lambda_{\max}$ 가 n보다 크게 되어 CI는 0보다 큰 수가 된다. 그러나 n이 클수록 CI를 Random Index(RI)로 나눈 것(CI/RI)이 일관성 비율 CR(Consistency Ratio)이 되고 CR로 일관성을 평가한다.<sup>99)</sup>

RI는 평가항목 n의 크기에 따른 대각선이 1인 정방형 역수행렬을 많이 만들고 나머지 원소들을 무작위적으로 생성하여 만든 행렬의 CI 값 평균이다. RI 생성 시는 무작위 쌍대비교 행렬을 많이 만들어 이를

97) 강병서, “SPSS 통계분석에 대한 이해”, 서울 : 법문사, 2011, pp. 84 ~ 87.

98) 권오정, 전계서, p. 211.

99) 권오정, 전계서, pp. 214~215.

시뮬레이션하여 그 평균값을 구한 것이므로 CR은 무작위로 만든 행렬의 CI 평균과 평가자들이 평가한 쌍대비교 행렬의 CI 비율이라고 말할 수 있다. 즉, 일관성 비율(CR)이 0.1이라면 평가자의 무작위 비율이 10%라고 말하는 것이고, 90%는 일관성 있게 평가했다고 말할 수 있다. AHP에서의 일관성 확인의 기준치를 CR이 0.1 이하인 것은 일관성이 있다고 판단하고, 0.1 ~ 0.2 사이 값은 허용 가능한 것으로 간주한다. n의 값이 커지게 되면 CI도 같이 커지는 성질이 있으므로 이를 보완하기 위해 다수의 쌍대비교 행렬의 CI들의 평균치인 RI를 구하여 나누어준다. 평가항목 수(n)에 따른 RI는 많은 모의실험 결과로 <표 4-19>과 같이 Thomas L. Satty에 의해 제시되고 있다.<sup>100)</sup>

<표 4-19> 평가항목 수(n)에 따른 RI(Satty, 1980)

<b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
<b>n</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>					
RI	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59					

한편, 경험적인 법칙에 의해  $CR < 0.1$ 인 경우 평가자가 내린 항목들에 대한 판단이 일관성을 갖는 것에 대한 명확한 근거나 설명이 부족하다고 보는 연구도 있다. 이 기법을 적용한 행정학 분야 연구에서 일반적으로 10% 이내를 일관성 한계 범위로 설정하고 이보다 큰 값을 가지는 응답은 분석에서 제외하고 있기 때문이다.<sup>101)</sup>

그러나 본 논문에서는 일반적인 CR 판단기준( $CR < 0.1$ 인 경우 일관성이 있음)을 적용하고자 한다.

전문가들에게 쌍대비교 설문 조사를 수행하고 상대적 가중치와 일관성 검증을 하기 위해 예를 들어, 자동차의 상표(A), 가격(B), 기능

100) 권오정, 전계서, pp. 215~216.

101) 송근원·이영, “AHP의 일관성 향상을 위한 척도 재구성”, 사회과학연구 제29집 2호, 2013, p. 274.

(C)의 중요도 관련 전문가가 제출한 설문행렬이 <표 4-20>과 같다면 상대적 가중치를 결정해야 한다.

<표 4-20> 전문가의 쌍대비교 설문조사 결과

구분	상표(A)	가격(B)	기능(C)
상표(A)	1	3	7
가격(B)	1/3	1	5
기능(C)	1/7	1/5	1

상대적 가중치 결정을 위해 쌍대비교 행렬에서 각 열의 행렬값을 합하여 정규화한다. 즉, 열을 더한 값으로 각 해당 열의 셀을 나눠주면 된다.

구분	상표(A)	가격(B)	기능(C)
상표(A)	1	3	7
가격(B)	1/3	1	5
기능(C)	1/7	1/5	1
열의 합	1.476	4.200	13

↓                      ↓                      ↓

0.677	0.714	0.538
0.226	0.238	0.385
0.097	0.048	0.077

정규화한 행렬의 각 행의 행렬값을 합한 후 행렬의 크기인 평가항목 수 n(3개)으로 나눈 평균값을 산출하여 가중치(①)를 구한다.

0.677	0.714	0.538	→	1.929	①가중치	
0.226	0.238	0.385	→	0.849		
0.097	0.048	0.077	→	0.222		
					1.929/3	0.643
					0.849/3	0.283
					0.222/3	0.074

최대 고유값( $\lambda_{max}$ )을 구하기 위해 쌍대비교의 행과 열의 가중치(①)를 곱한 값을 산출(②)한 후,

구분	상표(A)	가격(B)	기능(C)	① 가중치	②
상표(A)	1	3	7	0.643	2.010
가격(B)	1/3	1	5	0.283	0.867
기능(C)	1/7	1/5	1	0.074	0.223

산출된 각 행의 값(②)을 각 요소의 가중치(①)로 나눈 후 그 값을 합한 가중치를 구한 후 행렬의 크기(평가항목 수)인 n(3개)으로 나누면 최대 고유값( $\lambda_{\max}$ )을 도출할 수 있다.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{3} \left( \frac{2.010}{0.634} + \frac{0.867}{0.283} + \frac{0.223}{0.074} \right) = 3.068$$

일관성 검증을 위해 일관성 지수(CI) 산출은  $(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$  공식을 적용하여  $(3.068 - 3)/(3 - 1) = 0.034$ 로 계산되며,

일관성 비율(CR)은  $(CI)/(RI) = (0.034)/(0.58) = 0.059$ 로 일관성 비율인  $CR < 0.1$ 보다 작으므로 평가자들의 응답 결과가 일관성이 있고 신뢰할 수 있는 결과로 판단할 수 있다.

## 나. 쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과

### 1) 제2계층의 우선순위

본 논문의 무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 제2계층의 6개에 대해 수학적으로 조합<sup>102)</sup>하면 비교 횟수가  ${}_6C_2$ , 즉 15회의 쌍대비교를 하였다.

무인항공기 대응체계 제2계층의 중요도(가중치)는 <탐지 : 0.357>, <식별 : 0.246>, <무력화 : 0.204>, <사이버 방호 : 0.081>, <통합체계

102) 조합( ${}_n C_r$ ) : 순서에 상관없이 서로 다른 n개 중에 r개를 선택하는 경우의 수

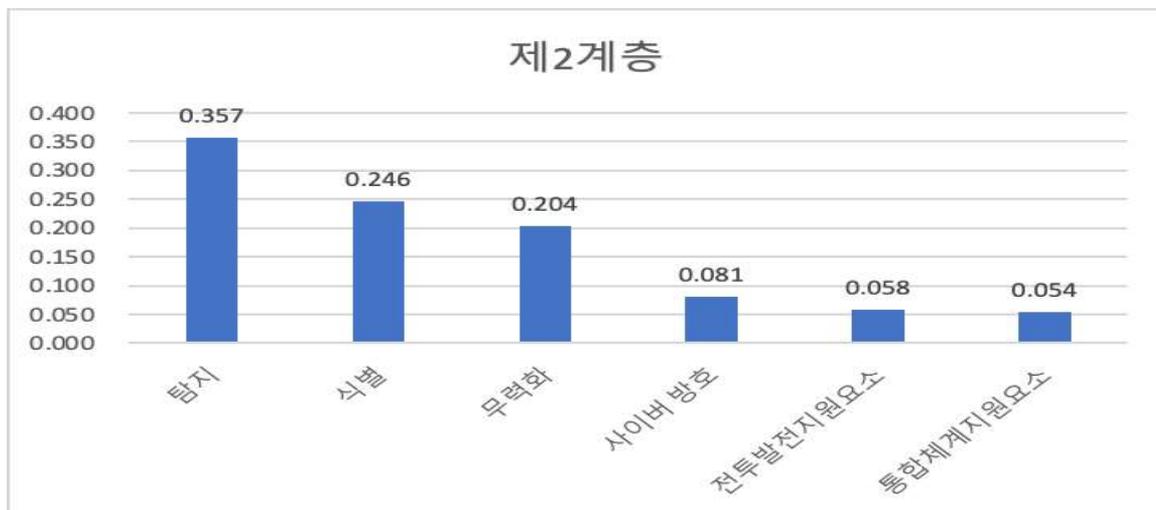
$${}_n C_r = [n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times (n-r+1)] / r!$$

지원요소 : 0.058>, <전투발전지원요소 : 0.054> 순으로 각각 나타났으며, 종합하면 <표 4-21>과 같다. 무인항공기 대응체계 구축 시 전문가들의 의견도 무인항공기는 공중으로 침투하는 항적이므로 ‘합동방공작전 수행 개념’을 적용하여 무인항공기를 우선 탐지하고 탐지된 무인항공기를 식별하며 무력화가 중요하다고 판단한 것 분석된다.

또한, 무인항공기 대응체계 관련 작전 수행과 함께 사이버 방호의 중요성이 점차 대두됨에 따라 사이버 방호 우선순위가 네번째이고, 전력화지원요소인 전투발전지원요소와 통합체계지원요소의 중요도는 거의 비슷한 경향을 보이고 있는 것으로 판단된다. 제2계층 관련 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.01180 (CR < 0.1 이내)이므로 신뢰할 수 있는 결과가 도출되었다.

<표 4-21> 무인항공기 대응체계 제2계층의 중요도 및 우선순위

구분	중요도	우선순위	일관성 비율
탐지	0.357	1	CR = 0.01180 (CR < 0.1)
식별	0.246	2	
무력화	0.204	3	
사이버 방호	0.081	4	
전투발전지원요소	0.058	5	
통합체계지원요소	0.054	6	



<그림 4-1> 무인항공기 대응체계 제2계층의 중요도 및 우선순위

2) 제2계층 ‘탐지’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 우선순위  
 제2계층 ‘탐지’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)에 대해 수학적으로 조합하면 비교 횟수가  ${}_5C_2$ , 즉 10회의 쌍대비교를 하였다.

무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 평가요소의 중요도를 분석한 결과, 제2계층 탐지의 평가요소 우선순위는 <저고도 : 0.268>, <소형표적 : 0.267>, <전방향 : 0.230>, <원거리 : 0.152>, <저속 : 0.082> 순으로 각각 나타났으며, 이를 종합하면 <표 4-22>와 같다.

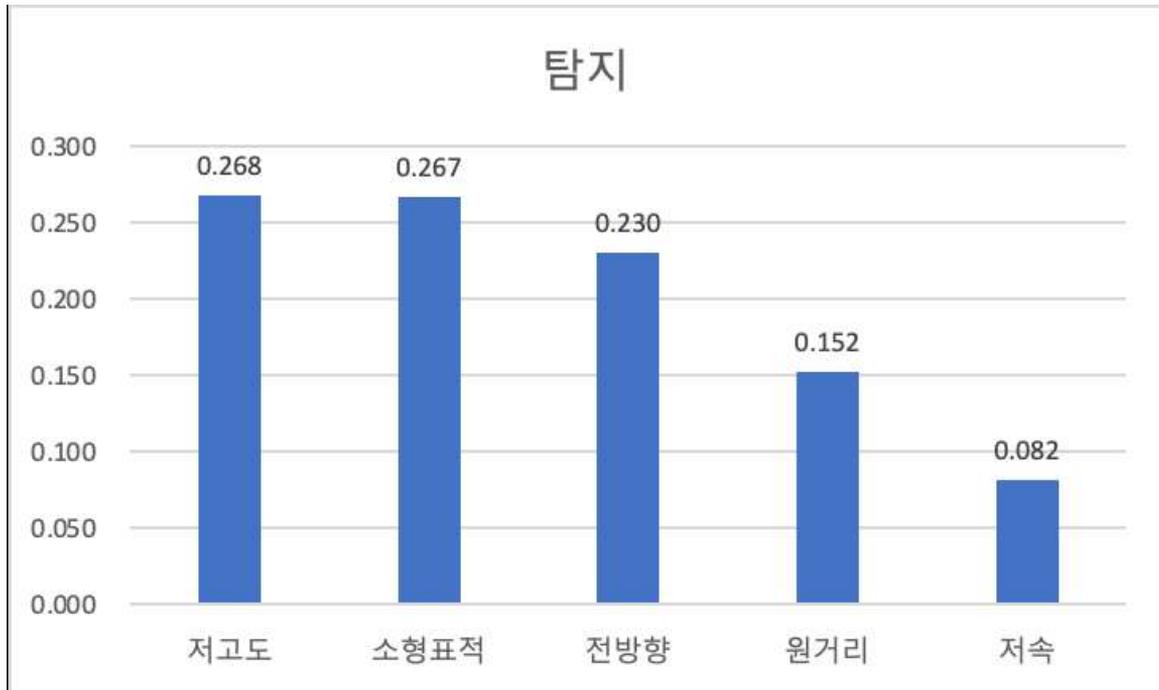
제2계층 ‘탐지’의 전문가 집단의 판단을 분석해 보면, 제3계층의 평가요소 중 ‘저고도’와 ‘소형표적’의 중요도는 0.001정도 밖에 차이하지 않는 결과가 도출된 것을 감안 시 저고도와 소형표적 모두 중요하지만, 그래도 저고도에서 접근해서 적대행위를 하는 무인항공기가 소형표적보다 더 큰 위협을 느끼고 있다는 반증일 것이다.

또한, 무인항공기 탐지를 위해 어느 한 방향에 대한 탐지능력보다는 ‘전방향(All Direction)’에 대한 탐지능력을 중요시하고 있다고 분석된다. 그리고 무인항공기는 속도가 늦기 때문에 ‘원거리’와 ‘저속’에 대한 중요도는 탐지의 다른 제3계층 평가요소보다 상대적으로 저조하게 나온 것으로 분석된다.

제2계층 ‘탐지’ 관련 제3계층 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.00341(CR < 0.1 이내)이므로 매우 양호하게 쌍대비교가 이루어졌고, 신뢰할 수 있는 결과라 분석되었다.

<표 4-22> 탐지에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

구 분	중요도	우선순위	일관성 비율
저고도	0.268	1	CR = 0.00341 (CR < 0.1)
소형표적	0.267	2	
전방향	0.230	3	
원거리	0.152	4	
저속	0.082	5	



<그림 4-2> 탐지에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

3) 제2계층 ‘식별’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 우선순위

제2계층 ‘식별’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)에 대해 수학적으로 조합하면 비교 횟수가  ${}_3C_2$ , 즉 3회의 쌍대비교를 하였다.

무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 평가요소의 중요도를 분석한 결과, 제2계층 식별의 평가요소 우선순위는 <피아:0.611>, <무장 탑재:0.215>, <군집 표적:0.175> 순으로 각각 나타났으며, 이를 종합하면 <표 4-23>과 같다.

제2계층 ‘식별’의 전문가 집단의 판단을 분석해 보면, 군사보안시설에 미상의 항체가 비행 중일 때 아군의 무인항공기인지? 적군의 무인항공기인지?에 대한 식별을 우선하고, 그에 따른 조치를 수행해야 하므로 ‘피아(彼我)’ 식별의 중요도가 제일 높은 것으로 분석되었다.

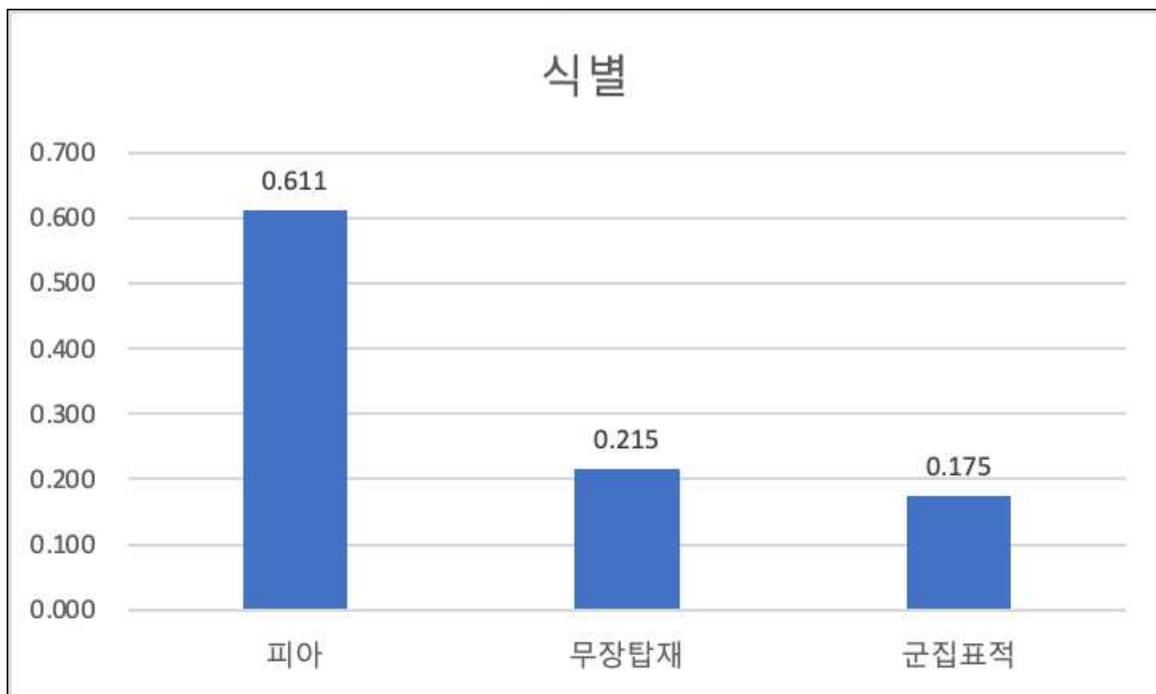
또한, 무인항공기가 군사보안시설에 대한 공격할 수 있는 ‘무장 탑재’의 식별 여부가 다음 중요도를 차지하였고, ‘군집 표적’은 다수 무

인항공기가 무리를 지어 군사보안시설의 침투를 하는지에 대한 식별이 필요하지만, 앞선 2개의 중요도보다는 다소 저조한 것으로 분석되었다.

제2계층 ‘식별’ 관련 제3계층 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.00115(CR < 0.1 이내)이므로 매우 양호하게 쌍대비교가 이루어졌고, 신뢰할 수 있는 결과라 분석되었다.

<표 4-23> 식별에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

구 분	중요도	우선순위	일관성 비율
피아	0.611	1	CR = 0.00115 (CR < 0.1)
무장 탑재	0.215	2	
군집 표적	0.175	3	



<그림 4-3> 식별에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

4) 제2계층 ‘무력화’에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 우선순위  
제2계층 ‘무력화’에 대한 평가요소(제3계층, 2개)에 대해 수학적으로 조합하면 비교 횟수가  ${}_2C_2$ , 즉 1회의 쌍대비교를 하였다.

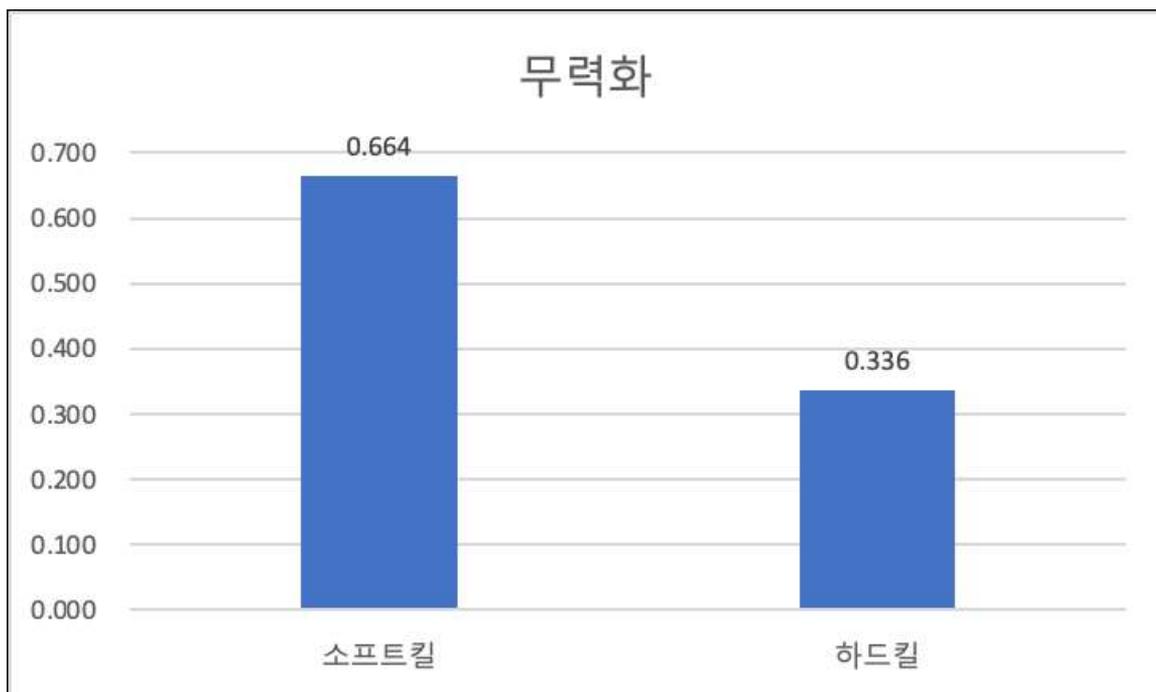
무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 평가요소의 중요도를 분석한 결과 제2계층 무력화의 평가요소 우선순위는 <소프트킬 : 0.664>, <하드킬 : 0.336> 순으로 각각 나타났으며, 이를 종합하면 <표 4-24>와 같다.

제2계층 ‘무력화’의 전문가 집단의 판단을 분석해 보면, 무인항공기에 대한 물리적인 ‘하드킬’보다 부수적인 피해가 적고, 전자적으로 무력화시킬 수 있는 ‘소프트킬’ 방식의 중요도가 높았다.

제2계층 ‘무력화’ 관련 제3계층 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.00000(CR < 0.1 이내)이므로 매우 양호하게 쌍대비교가 이루어졌고, 신뢰할 수 있는 결과라 분석되었다.

<표 4-24> 무력화에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

구 분	중요도	우선순위	일관성 비율
소프트킬	0.664	1	CR = 0.00000 (CR < 0.1)
하드킬	0.336	2	



<그림 4-4> 무력화에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

5) 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 우선순위

제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)에 대해 수학적으로 조합하면 비교 횟수가  ${}_3C_2$ , 즉 3회의 쌍대비교를 하였다.

무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 평가요소의 중요도를 분석한 결과, 제2계층 사이버 방호의 평가요소 우선순위는 <기술적 영역 : 0.619>, <관리적 영역 : 0.212>, <물리적 영역 : 0.169> 순으로 각각 나타났으며, 이를 종합하면 <표 4-25>와 같다.

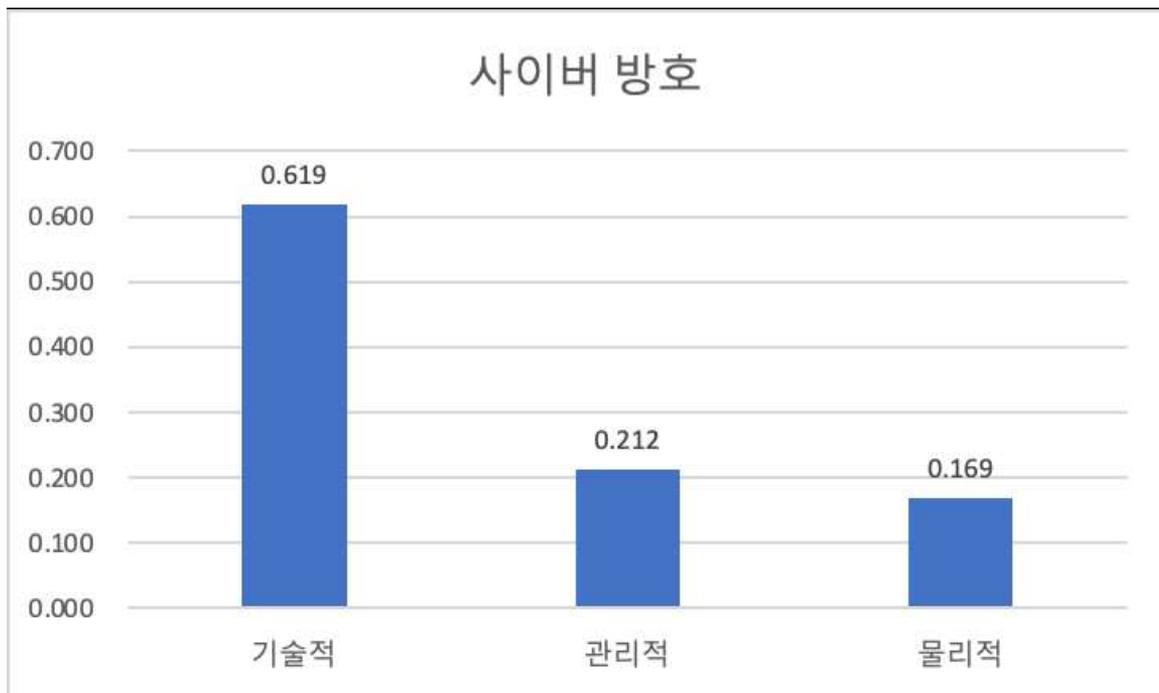
제2계층 ‘사이버 방호’의 전문가 집단의 판단을 분석해 보면, 전 세계적으로 점차 고도화되고 있는 사이버 위협 및 공격 등으로부터 아군의 정보체계를 보호하기 위해 정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위협요소와 취약점을 분석하는 ‘기술적 영역’의 중요도를 가장 높게 평가하였다.

또한, 보안의 종합적 관리를 위해 보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행하는 ‘관리적 영역’이 다음 중요도를 차지하였고, 보안이 필요한 곳에 미인가 인원이 출입하는 것을 통제하는 ‘물리적 영역’의 중요도는 다소 저조한 것으로 분석되었다.

제2계층 ‘사이버 방호’ 관련 제3계층 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.00196(CR < 0.1 이내)이므로 매우 양호하게 쌍대비교가 이루어졌고, 신뢰할 수 있는 결과라 분석되었다.

<표 4-25> 사이버 방호에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

구 분	중요도	우선순위	일관성 비율
기술적 영역	0.619	1	CR = 0.00196 (CR < 0.1)
관리적 영역	0.212	2	
물리적 영역	0.169	3	



<그림 4-5> 사이버 방호에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

6) 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 우선순위

제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)에 대해 수학적으로 조합하면 비교 횟수가  ${}_5C_2$ , 즉 10회의 쌍대비교를 하였다.

무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 평가요소의 중요도를 분석한 결과, 상위요소 전투발전지원요소의 평가요소 우선순위는 <상호운용에 필요한 HW / SW>, <교육훈련>, <부대편성>, <군사교리>, <시설> 순으로 각각 나타났으며, 이를 종합하면 <표 4-26>과 같다.

제2계층 ‘전투발전지원요소’의 전문가 집단의 판단을 분석해 보면, 무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등을 확보하는 ‘상호운용에 필요한 HW / SW’에 대한 중요도를 가장 높게 평가하였다. 다음으로 무기체계 획득에 따른 교육

훈련 기획소요(교육훈련 제도 및 체계, 학교교육, 부대훈련)를 판단하고, 교육훈련을 위한 장비(학교교육용, 부대훈련용) 및 교보재(CBT, 시뮬레이터, 시청각 교보재, 각종 절개식 교보재) 등을 확보하는 ‘교육훈련’으로 분석되었다.

세 번째 중요도는 무기체계 획득과 연계하여 부대의 부여된 임무와 기능 등을 수행하는데 필요한 최적 인적소요를 판단하여 반영하는 ‘부대편성’이, 네 번째 중요도는 무기체계 획득에 따라 운용개념을 재정립하고 관련 교리·교범 등을 발전시키는 ‘군사교리’가, 마지막 중요도는 무기체계의 운용/시험/훈련을 지원하는데 필요한 부동산과 관련 설비 등을 확보하는 ‘시설’로 분석되었다.

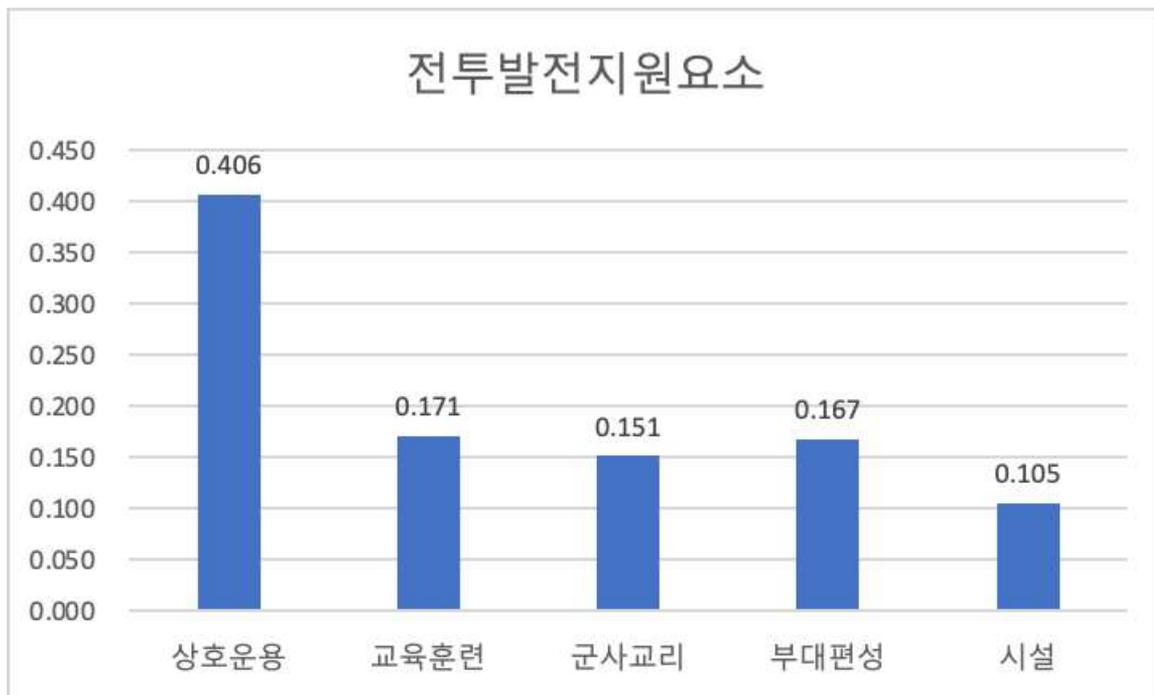
제2계층 ‘전투발전지원요소’의 평가요소 중 ‘교육훈련’, ‘부대편성’ 및 ‘군사교리’ 중요도는 격차가 크게 나지 않는 점이 발생했다.

이는 ‘전투발전지원요소’가 소요제기기관의 전투발전을 위하여 무기체계 획득과 연계하여 개발·획득하여 지원하는 요소인 만큼 전문가들이 비슷한 중요도로 판단하였기 때문으로 분석된다.

제2계층 ‘전투발전지원요소’ 관련 제3계층 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.00385(CR < 0.1 이내)이므로 매우 양호하게 쌍대비교가 이루어졌고, 신뢰할 수 있는 결과라 분석되었다.

<표 4-26> 전투발전지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

구 분	중요도	우선순위	일관성 비율
상호운용에 필요한 HW/SW	0.406	1	CR = 0.00385 (CR < 0.1)
교육훈련	0.171	2	
군사교리	0.151	4	
부대편성	0.167	3	
시설	0.105	5	



<그림 4-6> 전투발전지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

7) 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 우선순위

제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 8개)에 대해 수학적으로 조합하면 비교 횟수가  ${}_8C_7$ , 즉 28회의 쌍대비교를 하였다.

무인항공기 대응체계 평가지표를 분석하기 위해 평가요소의 중요도를 분석한 결과, 상위요소 통합체계지원요소의 평가요소 우선순위는 <정비계획 및 관리>, <유지관리>, <연구 및 설계반영>, <체계지원 관리>, <지원장비>, <보급지원>, <지원정보체계>, <기술교범 및 자료> 순으로 각각 나타났으며, 이를 종합하면 <표 4-27>과 같다.

제2계층 ‘통합체계지원요소’의 전문가 집단의 판단을 분석해 보면, ‘정비계획 및 관리’가 무기체계의 주장비에 적용할 정비개념을 수립하고, 정비수행 단계설정 등 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별을 하기 때문에 중요도가 가장 높게 평가되었으며, 다음으로 신뢰도, 정비도 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별 및 개선이 이루어

지는 ‘유지관리’가 중요한 것으로 분석되었다.

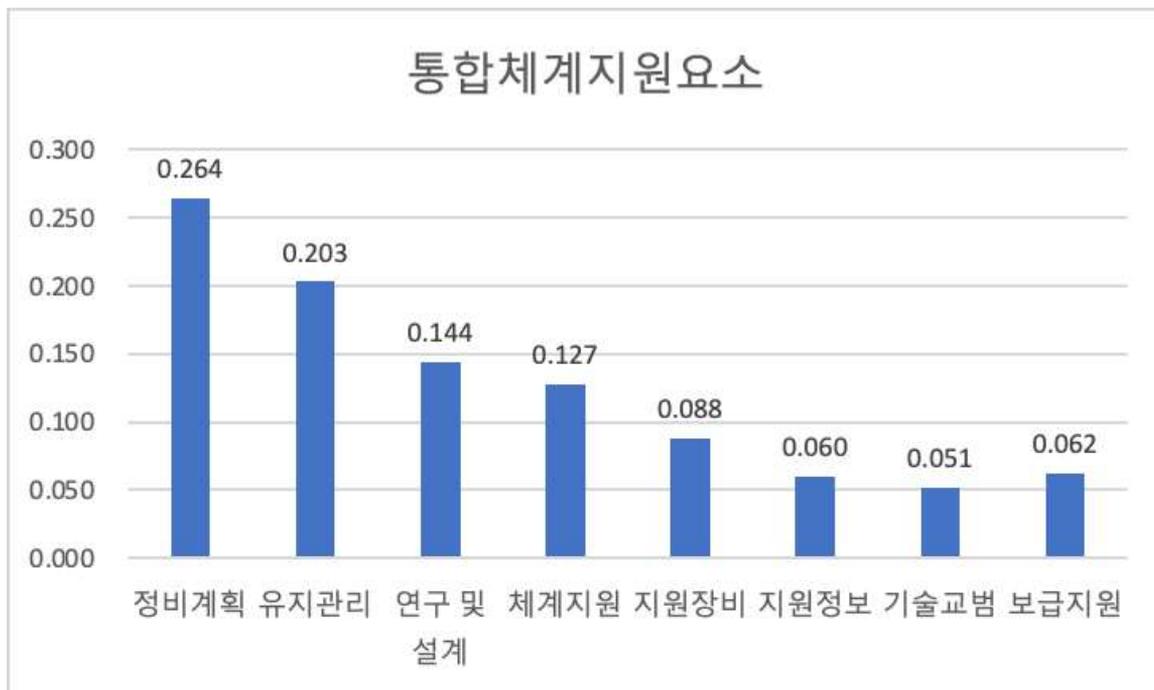
세 번째 중요도는 주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 준수지원 요구사항 등을 설계에 반영하는 ‘연구 및 설계반영’이, 네 번째 중요도는 모든 통합체계지원요소의 계획, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리인 ‘체계지원관리’가, 다섯 번째 중요도는 주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동인 ‘지원장비’로 분석되었다.

여섯 번째 중요도는 주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화·관리하는 활동인 ‘보급지원’이, 일곱 번째 중요도는 획득된 기술교범·기술자료 관리 등 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 ‘지원정보체계’가, 마지막 중요도로 주장비, 지원장비 등을 운용·정비하기 위한 기술교범과 보급품의 조달을 위한 목록화 자료 등을 개발·확보·관리하는 ‘기술교범 및 자료’로 분석되었다.

제2계층 ‘통합체계지원요소’ 관련 제3계층 전문가 집단의 쌍대비교 신뢰성과 응답 일관성을 확인하는 CR 값이 0.00572(CR < 0.1 이내)이므로 매우 양호하게 쌍대비교가 이루어졌고, 신뢰할 수 있는 결과라 분석되었다.

<표 4-27> 통합체계지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

구 분	중요도	우선순위	일관성 비율
정비계획 및 관리	0.264	1	CR = 0.00572 (CR < 0.1)
유지관리	0.203	2	
연구 및 설계반영	0.144	3	
체계지원관리	0.127	4	
지원장비	0.088	5	
지원정보체계	0.060	7	
기술교범 및 자료	0.051	8	
보급지원	0.062	6	



<그림 4-7> 통합체계지원요소에 대한 평가요소별 중요도 및 우선순위

#### 다. 각 평가요소별 복합가중치를 이용한 환산점수표 개발

##### 1) 복합가중치를 이용한 각 평가요소의 우선순위

무인항공기 대응체계 평가지표 개발을 위해 각 평가요소별 우선순위를 분석하여 복합가중치를 계산하였다. 여기서 복합가중치 계산은 제3계층의 각 평가요소에 대한 중요도를 AHP(쌍대비교)를 이용하여 산출한 다음 제2계층의 중요도에 100을 곱하여 상대적 중요도를 계산하는 가장 일반적인 산출방법을 활용하였다.<sup>103)</sup> 복합가중치(제3계층의 각 평가요소별 중요도 × 제2계층 중요도 × 100%)를 활용한 무인항공기 대응체계 평가요소 26개의 평가요소별 우선순위는 <표 4-28>과 같다. 예를 들어 제2계층 탐지의 평가요소 중 저고도의 환산점수를 계산한다면, 제2계층 탐지의 중요도(가중치)가 0.357<표 4-21>이고, 여기에 100을 곱하면 변환점수가 35.7이 나온다. 변환점수 35.7에 제2계층 탐

103) 안진성, 전개서, p. 115.

지의 저고도의 중요도가 0.268을 곱하면 환산점수가 9.576이 나온다.

<표 4-28> 무인항공기 대응체계 평가요소별 환산점수 및 우선순위

① 제2계층	제3계층	② 제3계층 가중치	복합가중치 (① × ②)	우선순위
탐지 (가중치 × 100 = 35.7)	저고도	0.268	9.576	3
	소형표적	0.267	9.545	4
	전방향	0.230	8.224	5
	원거리	0.152	5.432	7
	저속	0.082	2.920	11
식별 (가중치 × 100 = 24.6)	피아	0.611	15.005	1
	무장 탑재	0.215	5.272	8
	군집 표적	0.175	4.296	10
무력화 (가중치 × 100 = 20.4)	소프트킬	0.664	13.543	2
	하드킬	0.336	6.857	6
사이버 방호 (가중치 × 100 = 8.1)	기술적 영역	0.619	5.020	9
	관리적 영역	0.212	1.715	13
	물리적 영역	0.169	1.370	15
전투발전 지원요소 (가중치 × 100 = 5.8)	상호운용에 필요한 HWSW	0.406	2.365	12
	교육훈련	0.171	0.997	17
	군사고리	0.151	0.880	19
	부대편성	0.167	0.974	18
	시설	0.105	0.614	22
통합체계 지원요소 (가중치 × 100 = 5.4)	정비계획 및 관리	0.264	1.414	14
	유지관리	0.203	1.087	16
	연구 및 설계반영	0.144	0.771	20
	체계지원관리	0.127	0.683	21
	지원장비	0.088	0.473	23
	지원정보체계	0.060	0.321	25
	기술교범 및 자료	0.051	0.275	26
보급지원	0.062	0.334	24	

<표 4-28>의 내용을 살펴보면, 우선순위 중 상위의 평가요소 항목으로 ‘피아(彼我)’가 1위, ‘소프트킬’이 2위, ‘저고도’가 3위, ‘소형표적’이 4위, ‘전방향’이 5위 순으로 분석되었다. 한편, 하위 5개의 평가요소

항목으로 ‘시설’이 22위, ‘지원장비’가 23위, ‘보급지원’이 24위, ‘지원정보체계’가 25위, ‘기술교범 및 자료’가 26위 순으로 나타났다. 하위 5개의 평가요소 항목 중 4개가 ‘통합체계지원요소’ 관련 항목인 셈이다.

2) 복합가중치를 이용한 변환점수 계산

① 상위요소(제2계층, 6개)에 대한 평가지표의 변환점수 계산

상대적 중요도를 고려한 무인항공기 대응체계 평가지표를 개발하기 위해 제2계층 간 점수의 합이 100점이 나오도록 계산하였다. 제2계층 간 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)는 <표 4-29>와 같다.

<표 4-29> 무인항공기 대응체계 제2계층에 대한 평가지표 변환점수

제2계층	중요도	수식	변환점수
탐지	0.357	$0.357 \times 100$	35.7
식별	0.246	$0.246 \times 100$	24.6
무력화	0.204	$0.204 \times 100$	20.4
사이버 방호	0.081	$0.081 \times 100$	8.1
전투발전지원요소	0.058	$0.058 \times 100$	5.8
통합체계지원요소	0.054	$0.054 \times 100$	5.4
총계	1.000	-	100

제2계층의 변환점수를 살펴보면, ‘탐지’ 35.7점, ‘식별’ 24.6점, ‘무력화’ 20.4점, ‘사이버 방호’ 8.1점, ‘전투발전지원요소’ 5.8점, ‘통합체계지원요소’ 5.4점으로 나타났다.

② 제2계층 ‘탐지’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수 계산

‘탐지’에 대한 평가지표의 환산점수는 제2계층의 평가영역에서 중요도를 기준으로 도출된 변환점수(35.7)를 적용하였다. 탐지의 중요도는 제3계층 전체 점수의 합인 1.000점이 나오도록 산정하였다. 따라서 ‘탐지’의 평가요소들에 대한 환산점수는 ‘탐지’의 제3계층 평가요소 항

목 간 중요도와 ‘탐지’의 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)인 35.7을 곱하여 계산하였다. 제2계층 탐지에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수는 <표 4-30>과 같다.

<표 4-30> 제2계층 탐지에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수

제3계층	중요도	수식	환산점수
저고도	0.268	$0.268 \times 35.7$	9.576
소형표적	0.267	$0.267 \times 35.7$	9.545
전방향	0.230	$0.230 \times 35.7$	8.224
원거리	0.152	$0.152 \times 35.7$	5.432
저속	0.082	$0.082 \times 35.7$	2.920
총계	0.999	-	35.697

③ 제2계층 ‘식별’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수 계산

‘식별’에 대한 평가지표의 환산점수는 제2계층의 평가영역에서 중요도를 기준으로 도출된 변환점수(24.6)를 적용하였다. 식별의 중요도는 제3계층 전체 점수의 합인 1.000점이 나오도록 산정하였다. 따라서 ‘식별’의 평가요소들에 대한 환산점수는 ‘식별’의 제3계층 평가요소 항목 간 중요도와 ‘식별’의 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)인 24.6점을 곱하여 계산하였다. 제2계층 식별에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수는 <표 4-31>과 같다.

<표 4-31> 상위요소 식별에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수

제3계층	중요도	수식	환산점수
피아	0.611	$0.611 \times 24.6$	15.005
무장 탑재	0.215	$0.215 \times 24.6$	5.272
군집 표적	0.175	$0.175 \times 24.6$	4.296
총계	1.001	-	24.573

④ 제2계층 ‘무력화’에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 평가지표 환산점수 계산

‘무력화’에 대한 평가지표의 환산점수는 제2계층의 평가영역에서 중요도를 기준으로 도출된 변환점수(20.4)를 적용하였다. 무력화의 중요도는 제3계층 전체 점수의 합인 1.000점이 나오도록 산정하였다. 따라서 ‘무력화’의 평가요소들에 대한 환산점수는 ‘무력화’의 제3계층 평가요소 항목 간 중요도와 ‘식별’의 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)인 20.4점을 곱하여 계산하였다. 제2계층 무력화에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 평가지표 환산점수는 <표 4-32>와 같다.

<표 4-32> 제2계층 무력화에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 환산점수

제3계층	중요도	수식	환산점수
소프트킬	0.664	$0.664 \times 20.4$	13.543
하드킬	0.336	$0.336 \times 20.4$	6.857
총계	1.000	-	20.400

⑤ 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수 계산

‘사이버 방호’에 대한 평가지표의 환산점수는 제2계층의 평가영역에서 중요도를 기준으로 도출된 변환점수(8.1)를 적용하였다. 사이버 방호의 중요도는 제3계층 전체 점수의 합인 1.000점이 나오도록 산정하였다. 따라서 ‘사이버 방호’의 평가요소들에 대한 환산점수는 ‘사이버 방호’의 제3계층 평가요소 항목 간 중요도와 ‘사이버 방호’의 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)인 8.1점을 곱하여 계산하였다. 제2계층 사이버 방호에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 평가지표 환산점수는 <표 4-33>과 같다.

<표 4-33> 제2계층 사이버 방호에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 환산점수

제3계층	중요도	수식	환산점수
기술적 영역	0.619	$0.619 \times 8.1$	5.020
관리적 영역	0.212	$0.212 \times 8.1$	1.715
물리적 영역	0.169	$0.169 \times 8.1$	1.370
총계	1.000	-	8.105

⑥ 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수 계산

‘전투발전지원요소’에 대한 평가지표의 환산점수는 제2계층의 평가영역에서 중요도를 기준으로 도출된 변환점수(5.8)를 적용하였다. 전투발전지원요소의 중요도는 제3계층 전체 점수의 합인 1.000점이 나오도록 산정하였다. 따라서 ‘전투발전지원요소’의 평가요소들에 대한 환산점수는 ‘전투발전지원요소’의 제3계층 평가요소 항목 간 중요도와 ‘전투발전지원요소’의 변환점수(제2계층 중요도  $\times$  100%)인 5.8점을 곱하여 계산하였다. 제2계층 전투발전지원요소에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 평가지표 환산점수는 <표 4-34>와 같다.

<표 4-34> 제2계층 전투발전지원요소에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 환산점수

제3계층	중요도	수식	환산점수
상호운용에 필요한 HW/SW	0.406	$0.406 \times 5.8$	2.365
교육훈련	0.171	$0.171 \times 5.8$	0.997
군사교리	0.151	$0.151 \times 5.8$	0.880
부대편성	0.167	$0.167 \times 5.8$	0.974
시설	0.105	$0.105 \times 5.8$	0.614
총계	1.000	-	5.83

⑦ 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 평가지표 환산점수 계산

‘통합체계지원요소’에 대한 평가지표의 환산점수는 제2계층의 평가영역에서 중요도를 기준으로 도출된 변환점수(5.4)를 적용하였다. 통합체계지원요소의 중요도는 제3계층 전체 점수의 합인 1.000점이 나오도록 산정하였다. 따라서 ‘통합체계지원요소’의 평가요소들에 대한 환산점수는 ‘통합체계지원요소’의 제3계층 평가요소 항목 간 중요도와 ‘통합체계지원요소’의 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)인 5.4점을 곱하여 계산하였다. 제2계층 통합체계지원요소에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 평가지표 환산점수는 <표 4-35>와 같다.

<표 4-35> 제2계층 통합체계지원요소에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 환산점수

제3계층	중요도	수식	환산점수
정비계획 및 관리	0.264	$0.264 \times 5.4$	1.414
유지관리	0.203	$0.203 \times 5.4$	1.087
연구 및 설계반영	0.144	$0.144 \times 5.4$	0.771
체계지원관리	0.127	$0.127 \times 5.4$	0.683
지원장비	0.088	$0.088 \times 5.4$	0.473
지원정보체계	0.060	$0.060 \times 5.4$	0.321
기술교범 및 자료	0.051	$0.051 \times 5.4$	0.275
보급지원	0.062	$0.062 \times 5.4$	0.334
총계	0.999	-	5.358

### 3) 환산점수를 이용한 무인항공기 대응체계 평가지표 개발

제3계층의 각 평가요소별 중요도와 변환점수(제2계층 중요도 × 100%)를 이용해 무인항공기 대응체계에 대한 평가지표를 개발하였다. 종합점수는 100점을 기준으로 산정하였고 평가항목은 5점 척도(절대 중요, 매우 중요, 상당히 더 중요, 약간 더 중요, 보통)로 설정하

여 무인항공기 대응체계 관련 평가가 가능하도록 <표 4-36>과 같이 환산점수표를 완성하였다.

<표 4-36> 무인항공기 대응체계 평가요소별 환산점수표

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도	9.576	7.661	5.746	3.830	1.915
2		소형표적	9.545	7.636	5.727	3.818	1.909
3		전방향	8.224	6.579	4.934	3.290	1.645
4		원거리	5.432	4.346	3.259	2.173	1.086
5		저속	2.920	2.336	1.752	1.168	0.584
6	식별 (3개)	피아	15.005	12.004	9.003	6.002	3.001
7		무장 탑재	5.272	4.218	3.163	2.109	1.054
8		군집 표적	4.296	3.437	2.577	1.718	0.859
9	무력화 (2개)	소프트킬	13.543	10.834	8.126	5.417	2.709
10		하드킬	6.857	5.486	4.114	2.743	1.371
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역	5.020	4.016	3.012	2.008	1.004
12		관리적 영역	1.715	1.372	1.029	0.686	0.343
13		물리적 영역	1.370	1.096	0.822	0.548	0.274
14	전투 발전 지원 요소 (5개)	상호운용에 필요한 HMSW	2.365	1.892	1.419	0.946	0.473
15		교육훈련	0.997	0.797	0.598	0.399	0.199
16		군사교리	0.880	0.704	0.528	0.352	0.176
17		부대편성	0.974	0.779	0.584	0.389	0.195
18		시설	0.614	0.491	0.368	0.245	0.123
19	통합 체계 지원 요소 (8개)	정비계획 및 관리	1.414	1.131	0.848	0.565	0.283
20		유지관리	1.087	0.869	0.652	0.435	0.217
21		연구 및 설계반영	0.771	0.616	0.462	0.308	0.154
22		체계지원관리	0.683	0.546	0.410	0.273	0.137
23		지원장비	0.473	0.379	0.284	0.189	0.095
24		지원정보체계	0.321	0.257	0.192	0.128	0.064
25		기술교범 및 자료	0.275	0.220	0.165	0.110	0.055
26		보급지원	0.334	0.267	0.201	0.134	0.067
총계			99.963	79.969	59.975	39.983	19.992

## 5. 산출된 환산점수표(복합가중치)를 활용한 설문결과

### 가. 군사보안시설 미구분

전문가 집단 30명에게 산출된 환산점수표를 활용해 무인항공기 대응체계 구축 시 26개 평가요소별 중요도에 대한 점수를 부여하도록 설문을 하였다. 군사보안시설 ‘미구분’에 대한 설문조사 분석은 <표 4-37>과 같다.

<표 4-37> 군사보안시설 ‘미구분’에 대한 전문가 설문결과

제2계층	제3계층		환산점수 평균	비고
탐지 (5개)	1	저고도	8.363	28.976
	2	소형표적	8.336	
	3	전방향	6.853	
	4	원거리	3.730	
	5	저속	1.694	
식별 (3개)	6	피아	13.905	21.037
	7	무장 탑재	4.183	
	8	군집 표적	2.950	
무력화 (2개)	9	소프트킬	11.015	16.044
	10	하드킬	5.029	
사이버 방호 (3개)	11	기술적 영역	4.016	6.057
	12	관리적 영역	1.109	
	13	물리적 영역	0.932	
전투발전 지원요소 (5개)	14	상호운용에 필요한 HWSW	1.720	3.897
	15	교육훈련	0.684	
	16	군사고리	0.499	
	17	부대편성	0.630	
	18	시설	0.364	
통합체계 지원요소 (8개)	19	정비계획 및 관리	0.905	3.218
	20	유지관리	0.695	
	21	연구 및 설계반영	0.472	
	22	체계지원관리	0.369	
	23	지원장비	0.303	
	24	지원정보체계	0.156	
	25	기술교범 및 자료	0.132	
	26	보급지원	0.185	
계				79.229

## 나. 군사보안시설 구분

### 1) 군사보안시설 ‘가급’

환산점수표를 활용해 군사보안시설 ‘가급’에 대한 무인항공기 대응 체계 구축 시 각 평가요소(26개)의 요구수준 관련 전문가의 설문조사 분석은 <표 4-38>과 같다.

<표 4-38> 군사보안시설 ‘가급’에 대한 전문가 설문결과

제2계층	제3계층	환산점수 평균	비고
탐지 (5개)	1	저고도	8.682
	2	소형표적	8.145
	3	전방향	7.073
	4	원거리	4.128
	5	저속	2.025
식별 (3개)	6	피아	14.305
	7	무장 탐재	4.499
	8	군집 표적	3.122
무력화 (2개)	9	소프트킬	11.376
	10	하드킬	5.349
사이버 방호 (3개)	11	기술적 영역	3.949
	12	관리적 영역	1.166
	13	물리적 영역	0.959
전투발전 지원요소 (5개)	14	상호운용에 필요한 HWSW	1.671
	15	교육훈련	0.698
	16	군사교리	0.563
	17	부대편성	0.656
	18	시설	0.417
통합체계 지원요소 (8개)	19	정비계획 및 관리	0.961
	20	유지관리	0.739
	21	연구 및 설계반영	0.519
	22	체계지원관리	0.442
	23	지원장비	0.294
	24	지원정보체계	0.188
	25	기술교범 및 자료	0.150
	26	보급지원	0.207
계			82.282

2) 군사보안시설 ‘나급’

환산점수표를 활용해 군사보안시설 ‘나급’에 대한 무인항공기 대응 체계 구축 시 각 평가요소(26개)의 요구수준 관련 전문가의 설문조사 분석은 <표 4-39>와 같다.

<표 4-39> 군사보안시설 ‘나급’에 대한 전문가 설문결과

제2계층	제3계층		환산점수 평균	비고
탐지 (5개)	1	저고도	8.236	28.395
	2	소형표적	7.827	
	3	전방향	6.634	
	4	원거리	3.791	
	5	저속	1.908	
식별 (3개)	6	피아	13.705	20.991
	7	무장 탐재	4.394	
	8	군집 표적	2.892	
무력화 (2개)	9	소프트킬	10.744	16.001
	10	하드킬	5.257	
사이버 방호 (3개)	11	기술적 영역	3.581	5.548
	12	관리적 영역	1.108	
	13	물리적 영역	0.859	
전투발전 지원요소 (5개)	14	상호운용에 필요한 HWSW	1.640	3.793
	15	교육훈련	0.651	
	16	군사교리	0.522	
	17	부대편성	0.604	
	18	시설	0.376	
통합체계 지원요소 (8개)	19	정비계획 및 관리	0.886	3.216
	20	유지관리	0.703	
	21	연구 및 설계반영	0.447	
	22	체계지원관리	0.401	
	23	지원장비	0.268	
	24	지원정보체계	0.173	
	25	기술교범 및 자료	0.145	
	26	보급지원	0.194	
계				77.944

3) 군사보안시설 ‘다급’

환산점수표를 활용해 군사보안시설 ‘다급’에 대한 무인항공기 대응 체계 구축 시 각 평가요소(26개)의 요구수준 관련 전문가의 설문조사 분석은 <표 4-40>과 같다.

<표 4-40> 군사보안시설 ‘다급’에 대한 전문가 설문결과

제2계층	제3계층	환산점수 평균	비고
탐지 (5개)	1	저고도	7.597
	2	소형표적	7.509
	3	전방향	6.195
	4	원거리	3.513
	5	저속	1.908
식별 (3개)	6	피아	12.904
	7	무장 탐재	4.037
	8	군집 표적	2.635
무력화 (2개)	9	소프트킬	10.022
	10	하드킬	4.846
사이버 방호 (3개)	11	기술적 영역	3.380
	12	관리적 영역	1.029
	13	물리적 영역	0.822
전투발전 지원요소 (5개)	14	상호운용에 필요한 HWSW	1.545
	15	교육훈련	0.651
	16	군사교리	0.481
	17	부대편성	0.597
	18	시설	0.376
통합체계 지원요소 (8개)	19	정비계획 및 관리	0.914
	20	유지관리	0.703
	21	연구 및 설계반영	0.400
	22	체계지원관리	0.387
	23	지원장비	0.265
	24	지원정보체계	0.167
	25	기술교범 및 자료	0.134
	26	보급지원	0.194
계			73.209

## 6. 군사보안시설 설문결과 종합분석

### 가. 군사보안시설 관련 각 계층별(제2계층, 제3계층) 우선순위 분석

#### 1) 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 우선순위 분석

전문가 집단이 참여한 설문결과에 대해 각 계층(제2계층, 제3계층)별 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급) 관련 우선순위 변화가 발생하였는지를 분석하였다. 이때 사용할 분석의 기준은 앞서 제시한 전문가 설문결과 관련 각 계층(제2계층, 제3계층)별 평가요소에 대한 중요도 평균점수의 합으로 계산하였다. 우선 제2계층(6개)에 대해 분석을 해보면 <표 4-41>과 같다.

군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 무관하게 무인항공기 대응체계 제2계층의 우선순위는 ‘탐지 > 식별 > 무력화 > 사이버 방호 > 전투발전지원요소 > 통합체계지원요소’ 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하다.

즉 무인항공기 대응체계 구축 시 전문가들의 의견도 무인항공기는 공중으로 침투하는 항적이므로 ‘합동방공작전 수행 개념’을 적용하여 무인항공기를 우선 탐지하고, 탐지된 무인항공기를 식별하며 무력화가 중요하다고 판단한 것으로 분석되었다. 또한, 무인항공기 대응체계 관련 작전 수행과 함께 사이버 방호의 중요성이 점차 대두됨에 따라 사이버 방호 우선순위가 4번째로 분석되었다. 전력화지원요소인 전투발전지원요소(소요제기기관의 전투발전을 위하여 무기체계 획득과 연계해 개발·획득하여 지원하는 요소)<sup>104)</sup>가 5번째이며, 통합체계지원요소(소요제기 단계부터 획득, 운용유지 및 처분 시까지 전 과정에

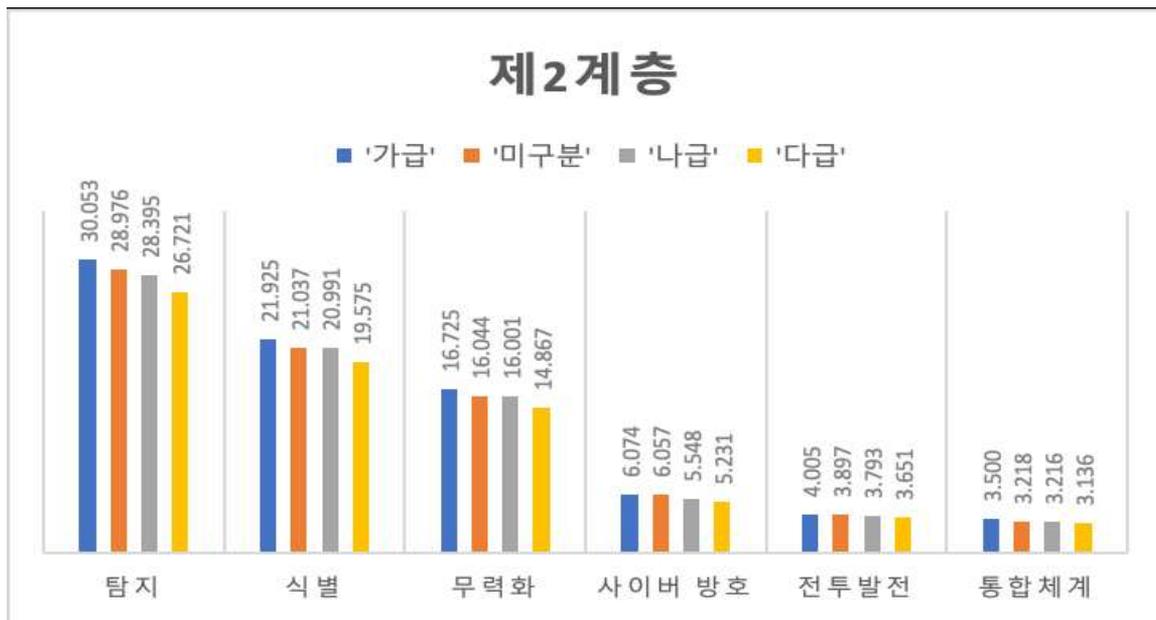
104) 국방부, “국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022, p. 176.

걸쳐 체계를 효과적이고 경제적으로 운영 유지하기 위해 소요를 식별, 설계반영, 확보, 관리하는 제반의 지원요소)<sup>105)</sup>의 6번째로 분석되었다.

또한, 군사보안시설별 ‘제2계층’의 중요도 종합점수 합계를 비교해보면 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 나타났다. 전문가들은 군사보안시설 ‘미구분’ 수준을 군사보안시설 ‘가급’과 ‘나급’ 사이로 인식하고 있다.

<표 4-41> 군사보안시설별 ‘제2계층’에 대한 우선순위 분석

제2계층	가급	미구분	나급	다급	비고
탐지	30.053	28.976	28.395	26.721	1
식별	21.925	21.037	20.991	19.575	2
무력화	16.725	16.044	16.001	14.867	3
사이버 방호	6.074	6.057	5.548	5.231	4
전투발전	4.005	3.897	3.793	3.651	5
통합체계	3.500	3.218	3.216	3.136	6
합계	82.282	79.229	77.944	73.181	-



<그림 4-8> 군사보안시설별 ‘제2계층’에 대한 우선순위 분석

105) 국방부, "국방부훈령 제2749호 국방전력발전업무", 2022, p. 176, p. 180.

2) 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급/나급/다급)의 제2계층 ‘탐지’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 우선순위 분석

군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급/나급/다급)에 무관하게 무인 항공기 대응체계 제2계층 ‘탐지’의 우선순위는 ‘저고도 > 소형표적 > 전방향 > 원거리 > 저속’ 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하다.

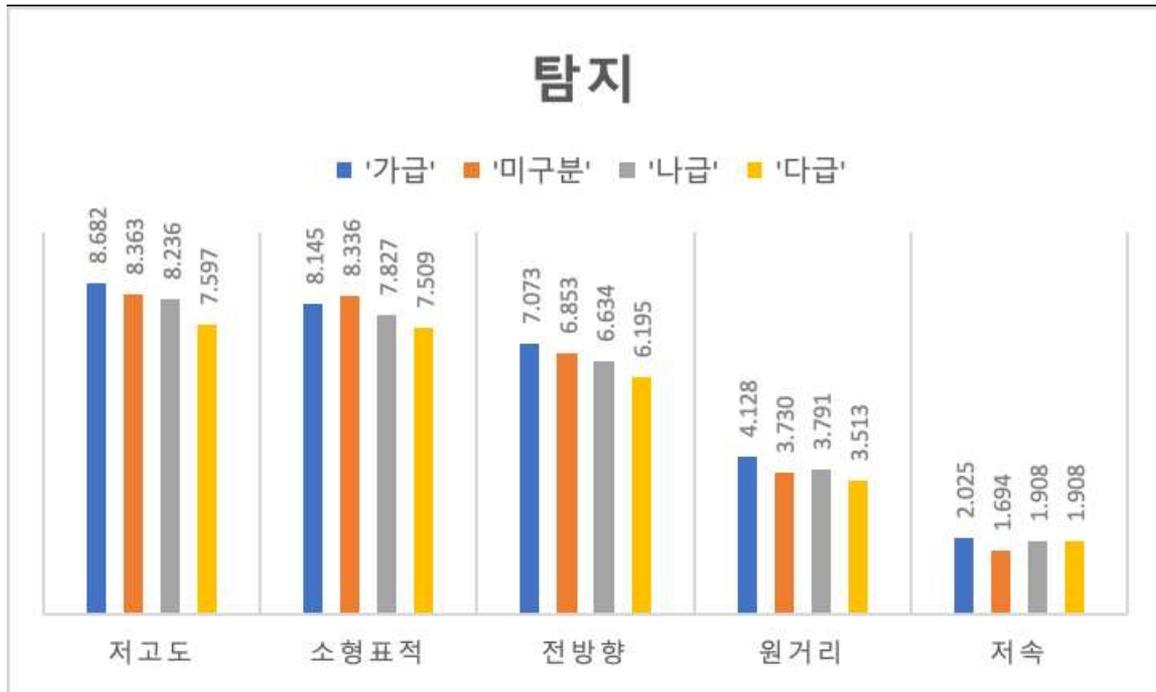
또한, 군사보안시설별 제2계층 ‘탐지’의 중요도 종합점수 소계를 비교해보면 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 나타났다.

다만, 세부 평가요소별 우선순위가 항상 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 일정하게 나타나지 않는다는 특이한 점을 발견하였다. 제2계층 ‘탐지’의 소형표적에서 ‘가급’보다 ‘미구분’의 평가요소 점수가 높은 이유는 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 듯 하다.

마찬가지로 제2계층 ‘탐지’의 원거리에서 ‘미구분’보다 ‘나급’의 평가요소 점수가 높고, 저속에서 ‘미구분’보다 ‘나급’과 ‘다급’의 평가요소 점수가 높은 이유는 앞서 설명한 이유와 동일하게 군사시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 발생된 것으로 분석된다. 이를 종합해보면 <표4-42>와 같다.

<표 4-42> 군사보안시설별 제2계층 ‘탐지’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
저고도	8.682	8.363	8.236	7.597	1
소형표적	<b>8.145</b>	<b>8.336</b>	7.827	7.509	2
전방향	7.073	6.853	6.634	6.195	3
원거리	4.128	<b>3.730</b>	<b>3.791</b>	3.513	4
저속	2.025	<b>1.694</b>	<b>1.908</b>	<b>1.908</b>	5
소계	30.053	28.976	28.396	26.722	-



<그림 4-9> 군사보안시설별 제2계층‘탐지’에 대한 제3계층의  
평가요소별 우선순위 분석

### 3) 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘식별’에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 우선순위 분석

군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 무관하게 무인 항공기 대응체계 제2계층 ‘식별’의 우선순위는 ‘피아식별 > 무장탐재 > 군집표적’ 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하게 도출되었다.

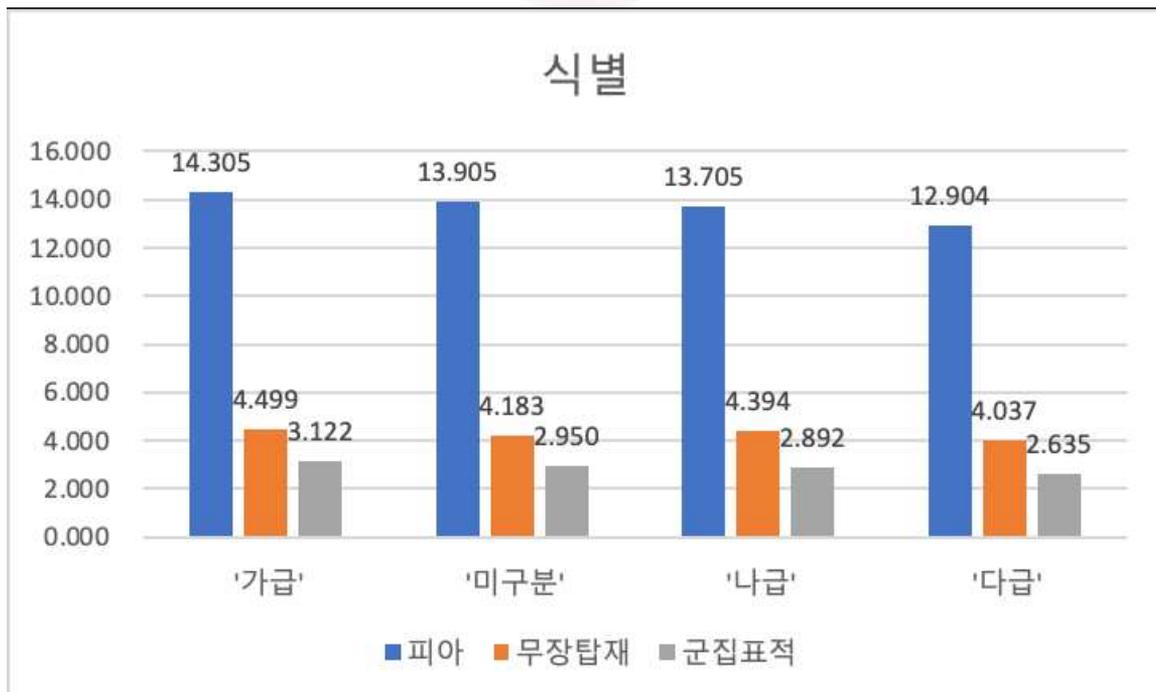
또한, 군사보안시설별 제2계층 ‘식별’의 중요도 종합점수 소계를 비교해보면 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 나타났다.

그러나 여기에서도 군사보안시설별 세부 평가요소의 우선순위가 항상 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 일정하게 나타나지 않는다는 특이한 점을 발견하였다.

제2계층 ‘식별’의 무장탐재에서 ‘미구분’보다 ‘나급’의 평가요소 점수가 높은 이유는 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 듯하다. 즉 명확한 목표시설에 대한 정보의 부재가 전문가들의 응답에도 영향을 미칠 수 있다는 것으로 판단된다. 이를 종합해보면 <표 4-43>과 같다.

<표 4-43> 군사보안시설별 제2계층 ‘식별’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
피아식별	14.305	13.905	13.705	12.904	1
무장탐재	4.499	<b>4.183</b>	<b>4.394</b>	4.037	2
군집표적	3.122	2.950	2.892	2.635	3
소계	21.926	21.038	20.991	19.576	-



<그림 4-10> 군사보안시설별 제2계층 ‘식별’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

4) 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)의 제2계층 ‘무력화’에 대한 평가요소(제3계층, 2개)의 우선순위 분석

군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 무관하게 무인 항공기 대응체계 제2계층 ‘무력화’의 우선순위는 ‘소프트킬 > 하드킬’ 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하다.

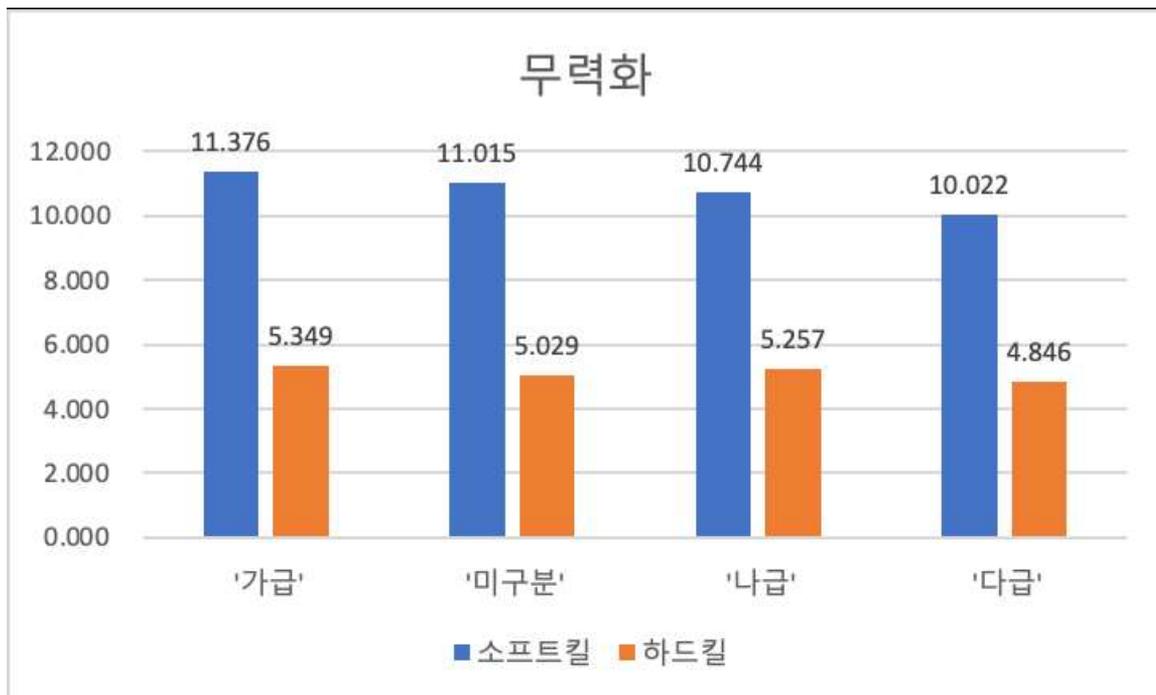
또한, 군사보안시설별 제2계층 ‘무력화’의 중요도 종합점수 소계를 비교해보면 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 나타났다.

그러나 여기에서도 군사보안시설별 세부 평가요소의 우선순위가 항상 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 일정하게 나타나지 않는다는 특이한 점을 발견하였다.

제2계층 ‘무력화’의 하드킬에서 ‘미구분’보다 ‘나급’의 평가요소 점수가 높은 이유는 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 듯하다. 즉 사전에 전문가들에게 알려줘야 할 명확한 목표시설에 대한 정보의 부재가 전문가들의 응답에도 영향을 미칠 수 있다는 것으로 판단된다. 이를 종합해보면 <표4-44>와 같다.

<표 4-44> 군사보안시설별 제2계층 ‘무력화’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
소프트킬	11.376	11.015	10.744	10.022	1
하드킬	5.349	<b>5.029</b>	<b>5.257</b>	4.846	2
소계	16.725	16.044	16.001	14.868	-



<그림 4-11> 군사보안시설별 제2계층 '무력화'에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

5) 군사보안시설 '미구분' vs '구분'(가급/나급/다급)의 제2계층 '사이버 방호'에 대한 평가요소(제3계층, 3개)의 우선순위 분석

군사보안시설 '미구분'과 '구분'(가급/나급/다급)에 무관하게 무인 항공기 대응체계 제2계층 '사이버 방호'의 우선순위는 '기술적 영역 > 관리적 영역 > 물리적 영역' 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대 비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하다.

또한, 군사보안시설별 제2계층 '사이버 방호'의 중요도 종합점수 소계를 비교해보면 '가급' > '미구분' > '나급' > '다급' 순서로 나타났다.

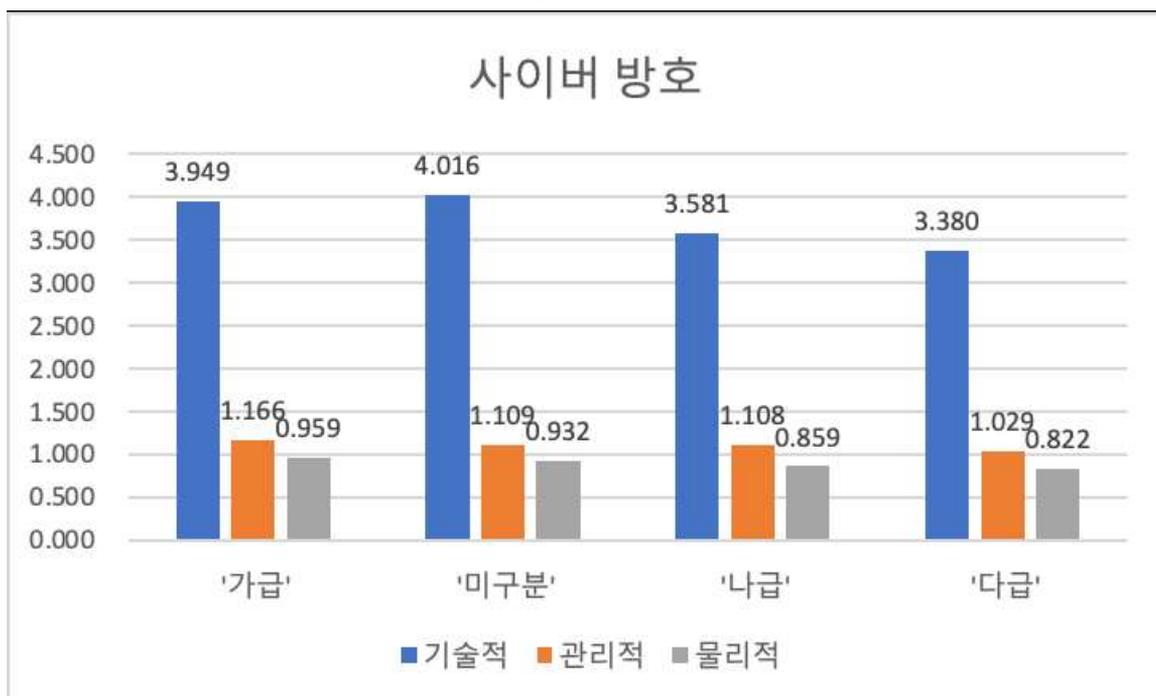
그러나 군사보안시설별 세부 평가요소의 우선순위가 항상 '가급' > '미구분' > '나급' > '다급' 순서로 일정하게 나타나지 않는다는 특이한 점을 발견하였다.

제2계층 '사이버 방호'의 기술적 영역에서 '가급'보다 '미구분'의 평

가요소 점수가 높은 이유는 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 듯 하다. 즉 사전에 전문가들에게 알려줘야 할 명확한 목표 시설에 대한 정보의 부재가 전문가들의 응답에도 영향을 미칠 수 있다는 것으로 판단된다. 이를 종합해보면 <표4-45>와 같다.

<표 4-45> 군사보안시설별 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
기술적 영역	3.949	4.016	3.581	3.380	1
관리적 영역	1.166	1.109	1.108	1.029	2
물리적 영역	0.959	0.932	0.859	0.822	3
소계	6.074	6.057	5.548	5.231	-



<그림 4-12> 군사보안시설별 제2계층 ‘사이버 방호’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

6) 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급/나급/다급)의 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 5개)의 우선순위 분석

군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급/나급/다급)에 무관하게 무인 항공기 대응체계 제2계층 ‘전투발전지원요소’의 우선순위는 ‘상호운용 > 교육훈련 > 부대편성 > 군사교리 > 시설’ 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하다.

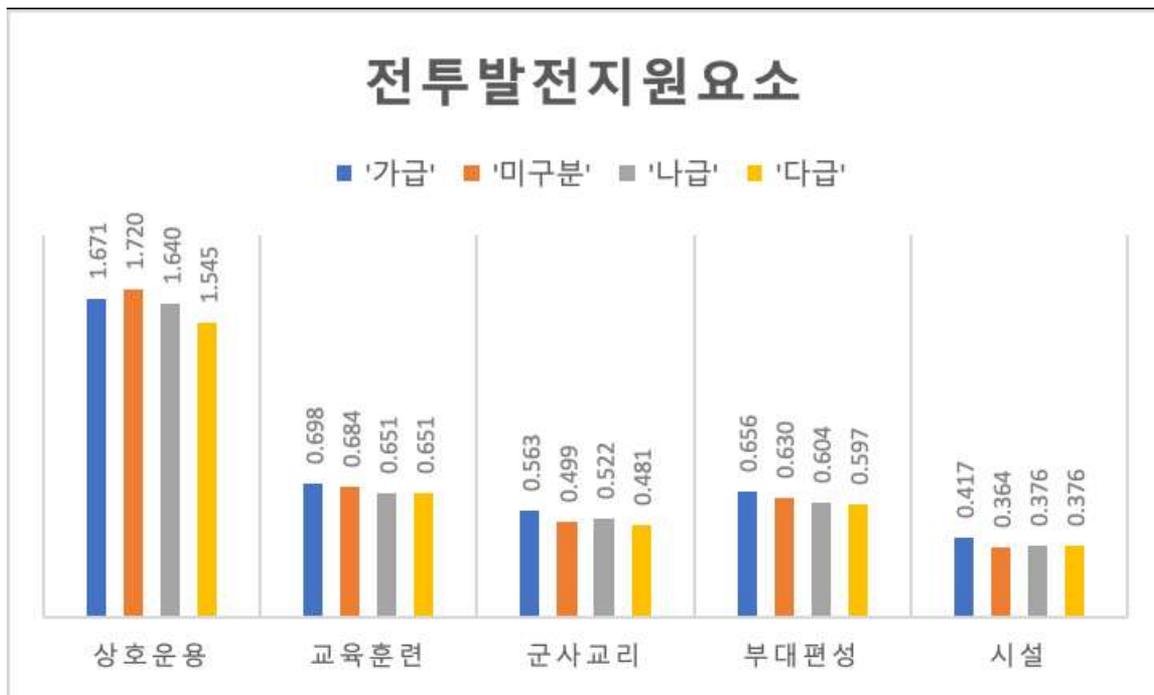
또한, 군사보안시설별 제2계층 ‘전투발전지원요소’의 중요도 종합점수 소계를 비교해보면 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 나타났다.

그러나 군사보안시설별 세부 평가요소의 우선순위가 항상 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 일정하게 나타나지 않는다는 특이한 점을 발견하였다.

제2계층 ‘전투발전지원요소’의 상호운용에서 ‘가급’보다 ‘미구분’의 평가요소 점수가 높은 이유와 군사교리에서 ‘미구분’보다 ‘나급’의 평가요소 점수가 높고, 시설에서 ‘미구분’보다 ‘나급’의 평가요소 점수가 높은 이유는 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 듯 하다. 이를 종합해보면 <표4-46>과 같다.

<표 4-46> 군사보안시설별 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
상호운용	1.671	1.720	1.640	1.545	1
교육훈련	0.698	0.684	0.651	0.651	2
부대편성	0.656	0.630	0.604	0.597	3
군사교리	0.563	0.499	0.522	0.481	4
시설	0.417	0.364	0.376	0.376	5
소계	4.005	3.897	3.793	3.650	-



<그림 4-13> 군사보안시설별 제2계층 ‘전투발전지원요소’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

7) 군사보안시설 ‘미구분’ vs ‘구분’(가급/나급/다급)의 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 평가요소(제3계층, 8개)의 우선순위 분석

군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급/나급/다급)에 무관하게 무인 항공기 대응체계 제2계층 ‘통합체계지원요소’의 우선순위는 ‘정비계획 > 유지관리 > 연구 및 설계 > 체계지원 > 지원장비 > 보급지원 > 지원 정보 > 기술교범’ 순서로 나타났다. 이는 AHP 방법(쌍대비교를 통한 각 평가요소별 우선순위 분석결과)의 중요도에서 확인한 결과와 동일하게 도출되었다.

또한, 군사보안시설별 제2계층 ‘통합체계지원요소’의 중요도 종합점수 소계를 비교해보면 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 나타났다.

다만, 군사보안시설별 세부 평가요소의 우선순위가 항상 ‘가급’ > ‘미구분’ > ‘나급’ > ‘다급’ 순서로 일정하게 나타나지 않는다는 특이한 점을 발견하였다.

특히, 제2계층 중 우선순위가 제일 낮은 ‘통합체계지원요소’의 평가요소 점수 중 ‘나급’과 ‘다급’의 평가요소 점수가 동일한 3개(정비계획, 유지관리, 보급지원)가 있다. 이는 평가요소 점수가 동일한 3개에 대해 전문가들이 같은 중요도로 여겨서 평가하였기 때문일 것이다.

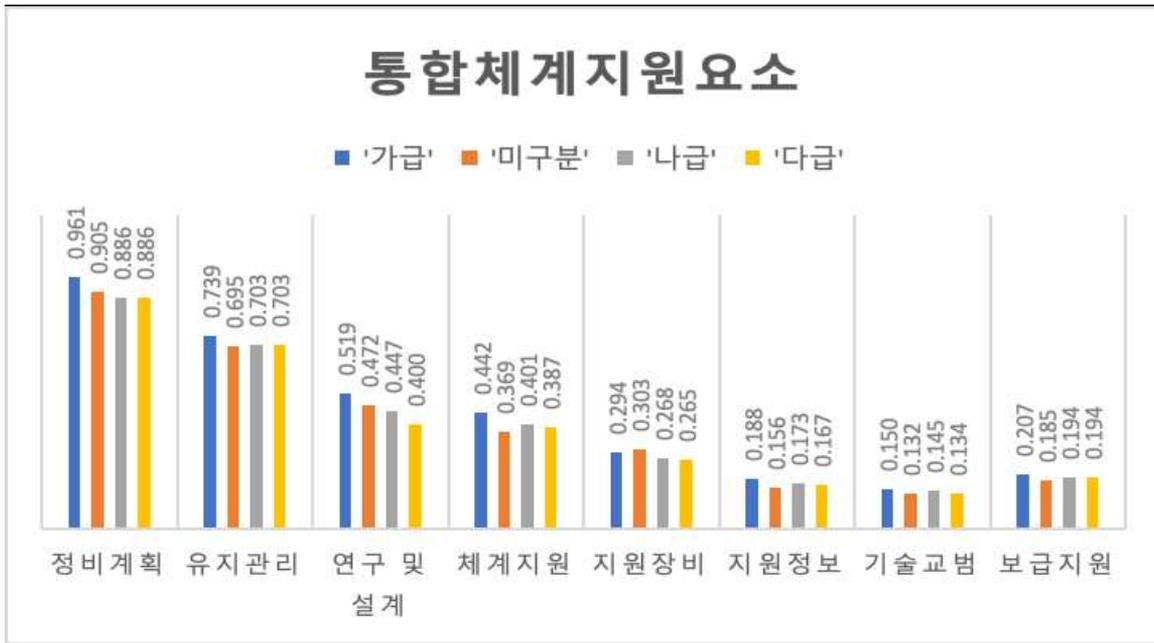
유지관리와 체계지원에서 ‘나급’과 ‘다급’이 ‘미구분’보다 높은 이유는 ‘미구분’ 설문 시 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 것으로 판단된다.

지원장비에서 ‘미구분’이 ‘가급’보다 높은 이유도 ‘미구분’ 설문 시 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 듯 하다.

마찬가지로 보급지원, 지원정보 및 기술교범에서 ‘나급’과 ‘다급’이 ‘미구분’보다 높은 이유는 ‘미구분’ 설문 시 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 것으로 판단된다. 이를 종합해보면 <표 4-47>과 같다.

<표 4-47> 군사보안시설별 제2계층 ‘통합체계지원요소’에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
정비계획	0.961	0.905	0.886	0.886	1
유지관리	0.739	<b>0.695</b>	<b>0.703</b>	<b>0.703</b>	2
연구및 설계	0.519	0.472	0.447	0.400	3
체계지원	0.442	<b>0.369</b>	<b>0.401</b>	<b>0.387</b>	4
지원장비	<b>0.294</b>	<b>0.303</b>	0.268	0.265	5
보급지원	0.207	<b>0.185</b>	<b>0.194</b>	<b>0.194</b>	6
지원정보	0.188	<b>0.156</b>	<b>0.173</b>	<b>0.167</b>	7
기술교범	0.150	<b>0.132</b>	<b>0.145</b>	<b>0.134</b>	8
소계	3.500	3.218	3.216	3.136	-



<그림 4-14> 군사보안시설별 제2계층 '통합체계지원요소'에 대한 제3계층의 평가요소별 우선순위 분석

#### 나. 군사보안시설 등급별 전문가 집단의 인식변화 분석

군사보안시설 '미구분'과 '구분'(가급 / 나급 / 다급)에 따라 평가요소의 전체 합계인 우선순위가 '가급' > '미구분' > '나급' > '다급' 순으로 일치하나, 모든 평가요소(26개)별 우선순위는 항상 '가급' > '미구분' > '나급' > '다급' 순으로 일치하지 않는다는 점을 발견하였다.

이러한 현상이 나타난 것은 환산점수표(복합가중치)를 활용해 처음 군사보안시설 '미구분' 설문 시 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문가 집단이 무인항공기 대응체계 구축 관련 '목표시설'에 대하여 정확한 판단기준을 선정할 수 없어서 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가해서 발생한 결과인 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 군사보안시설 '미구분'에 대한 전문가 집단의 평균 인식이 군사보안시설 '나급'보다 높은 이유는 다수의 북한 무인항공기 영공 침범 및 추락 사건(2014년 국내 3대 추락, 2017년 사드기지 촬영, 2022년 경기북부 / 서울 침범), 우크라이나 전쟁 시 러시아 군이

우크라이나 키이우의 인프라 시설 등에 이란산 자폭 드론으로 공격한 것 등에 기인한 것으로 분석된다. 군사보안시설 ‘가급’, ‘미구분’, ‘나급’, ‘다급’ 관련 ‘제2계층’별 ‘제3계층’ 평가요소 관련 전문가 설문조사 우선순위 분석에 대한 종합은 <표 4-48>과 같다.

<표 4-48> 군사보안시설별 ‘제3계층’에 대한 우선순위 분석

제2계층	제3계층	가급	미구분	나급	다급	비고
탐지 (5개)	저고도	8.682	8.363	8.236	7.597	1
	소형표적	8.145	8.336	7.827	7.509	2
	전방향	7.073	6.853	6.634	6.195	3
	원거리	4.128	3.730	3.791	3.513	4
	저속	2.025	1.694	1.908	1.908	5
식별 (3개)	피아	14.305	13.905	13.705	12.904	1
	무장 탐재	4.499	4.183	4.394	4.037	2
	군집 표적	3.122	2.950	2.892	2.635	3
무력화 (2개)	소프트킬	11.376	11.015	10.744	10.022	1
	하드킬	5.349	5.029	5.257	4.846	2
사이버 방호 (3개)	기술적 영역	3.949	4.016	3.581	3.380	1
	관리적 영역	1.166	1.109	1.108	1.029	2
	물리적 영역	0.959	0.932	0.859	0.822	3
전투발전 지원요소 (5개)	상호응에 필요한 HWSW	1.671	1.720	1.640	1.545	1
	교육훈련	0.698	0.684	0.651	0.651	2
	군사고리	0.563	0.499	0.522	0.481	4
	부대편성	0.656	0.630	0.604	0.597	3
	시설	0.417	0.364	0.376	0.376	5
통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리	0.961	0.905	0.886	0.886	1
	유지관리	0.739	0.695	0.703	0.703	2
	연구 및 설계반영	0.519	0.472	0.447	0.400	3
	체계지원관리	0.442	0.369	0.401	0.387	4
	지원장비	0.294	0.303	0.268	0.265	5
	보급지원	0.207	0.185	0.194	0.194	6
	지원정보체계	0.188	0.156	0.173	0.167	7
	기술교범 및 자료	0.150	0.132	0.145	0.134	8
계		82.283	79.229	77.946	73.183	-

## V. 결론

### 1. 논문결과 요약 및 시사점

본 논문은 무인항공기의 비약적인 기술발전과 대량생산 등으로 민·관·군의 다양한 분야에서 활용도가 증가하고 있으며, 가성비(저렴한 가격, 사용의 편의성, 은밀성 등)가 우수한 장점을 살려 비대칭 무기로 사용되고 있음에 착안하여 군사보안시설 등급(가급/나급/다급)별 무인항공기 대응체계 구축 관련 평가방법에 관한 연구를 진행하였다.

본 논문에서 제시한 평가방법이란 평가항목(제2계층 및 제3계층 평가요소), 평가지표[가중치(중요도), 우선순위], 환산점수표 개발, 평가배점 등을 의미하며, 평가항목과 평가지표 등을 도출하기 위해 다기준 의사결정방법인 델파이 기법과 AHP 방법을 사용해 전문가들에게 설문하였다.

우선 델파이 기법을 적용하기 위한 평가요소 선정 시 각종 문헌 조사를 종합분석하여 잠정평가요소를 도출한 후 전문가 집단(30명) 설문을 통해 최종 평가항목(제2계층 6개, 제3계층 26개)을 도출하였다. 그리고 델파이 설문 결과에 따른 최종 평가항목으로 선정하기 전에 평가요소별 내용 타당도(CVR)를 점검하여 설문 답변의 이상 유무를 확인한 결과, 내용 타당도(CVR) 값이 0.33 이상(30명 기준)으로 타당한 결과를 확인하였다.

AHP 방법을 이용해 평가요소(제2계층 6개, 제3계층 26개)별 중요도와 우선순위에 대한 전문가 집단(30명)의 설문을 시행하였고, 설문 결과에 대한 일관성 비율(Consistency Ratio)이 신뢰할 수 있는 결과인 0.1 이하로 분석하였다. 쌍대비교를 통한 제2계층의 중요도(가중치)는 <표 4-21>과 같이 도출되었고, 그 중 <사이버 방호:

0.081>, <통합체계지원요소 : 0.058>, <전투발전지원요소 : 0.054>의 중요도 합이 0.193으로 <무력화 : 0.204>의 중요도와 유사할 정도로 전문가들도 사이버 방호, 통합체계지원요소, 전투발전지원요소에 대해 무인항공기 대응체계 평가항목으로 선정됨에 있어서 의미 있다고 판단하였다.

또한, 환산점수표 개발을 위해 복합가중치를 사용하였는데, 이는 각 제3계층에 대한 가중치를 AHP(쌍대비교)를 이용해 산출한 다음 제2계층의 가중치와 곱하여 상대적 중요도를 계산하는 가장 일반적인 산출방법[환산점수(복합가중치) = (제2계층 가중치 X 100%) X 제3계층 가중치]이다.

군사보안시설은 적에게 파괴 또는 피탈 시 국방에 미치는 영향에 따라 ‘가’급, ‘나’급, ‘다’급으로 분류되고 있으며, 전문가 설문을 통해 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급) 관련 전문가 집단의 인식변화가 발생하였는지 분석한 결과 다음 3가지를 확인할 수 있었다.

첫째, 군사보안시설 관련 무인항공기 대응체계 제2계층(6개) 우선 순위는 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 상관없이 ‘탐지 > 식별 > 무력화 > 사이버 방호 > 전투발전지원요소 > 통합체계지원요소’ 순서로 나타났다.

둘째, 군사보안시설 ‘미구분’과 ‘구분’(가급 / 나급 / 다급)에 따른 제2계층의 각 평가요소(6개) 중요도는 ‘가급 > 미구분 > 나급 > 다급’ 순으로 분석되었다.

셋째, 군사보안시설별 제2계층의 제3계층 각 평가요소(26개) 우선 순위는 일치하지만, 평가요소별 일부 중요도 값이 상이하게 도출된다는 점을 발견하였다. 이러한 현상은 군사보안시설 ‘미구분’ 설문 시 군사보안시설별 정의와 시설기준 등을 미리 알려주지 않아 전문

가 집단이 무인항공기 대응체계 구축 관련 ‘목표시설’에 대하여 정확한 판단기준을 선정할 수 없어서 전문가별 중요도(가중치)를 다르게 평가한 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 확인된 학술적 기여는 ‘특정집단에 편중되지 않도록 전문가 집단을 구성하여 설문하더라도 군사보안시설 미구분 vs 구분(가급/나급/다급) 시 시설의 중요도에 따라 결과가 상이한 점’, 실무적 기여는 ‘무인항공기 대응체계 구축을 위한 정량화된 평가방법을 제시한 점과 보호하고자 하는 군사보안시설(가급/나급/다급)에 따라 평가요소의 전체 합계가 상이하게 도출(가급 > 미구분 > 나급 > 다급)되므로 전문가들의 의견을 수렴할 수 있도록 체계 구축이 필요한 점’이 도출되었다.

## 2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

학문적·실무적 기여에도 불구하고, 본 논문에서 제시한 각 계층별 평가요소에 대한 중요도, 우선순위 등을 기준으로 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 최적화된 장비 선정을 위한 구체적인 방안(각 등급별 어떤 장비를 도입해야 하는지?)을 제시하지 못하였다.

또한, 제3계층 평가요소의 갯수가 제2계층별로 다르기 때문(제2계층 ‘무력화’의 경우 제3계층 평가요소 2가지(소프트킬, 하드킬)로 다른 2계층의 3계층 평가요소보다 상대적으로 적은 숫자)에 환산점수표 작성 시 타 가중치보다 다소 높게 계산될 가능성도 상존하였다.

향후 연구과제로 다음 2가지를 제시해보고자 한다.

첫째, 군사보안시설 등급(가급 / 나급 / 다급)별 무인항공기 공격을 효과적으로 방어하기 위한 대응체계 구축을 위해 정량화된 획득기준을 중심으로 가성비가 극대화된 대응체계를 구성될 수 있도록 방

공작전 단계별 요구 장비 선정을 위한 추가 연구가 필요하다.

둘째, 무기체계 구축 시 전문가들의 의견을 적극적으로 수렴할 수 있도록 국방부 차원의 체계적인 시스템을 구축하여 예산의 낭비를 방지하고, 대상 시설에 최적화된 맞춤형 소요가 이루어지도록 노력해야 하겠다.

연구의 한계점에도 불구하고 본 연구는 무인항공기 대응체계 평가 방법 관련 처음으로 전문가들의 정성적인 판단을 정량적으로 분석한 연구라는 점에서 가치가 있다고 판단되며, 향후 이와 관련된 후속 연구들이 지속 이루어지기를 기대해 본다.



## < 참 고 문 헌 >

- 1) 강병서, “SPSS 통계분석에 대한 이해”, 서울 : 법문사, 2011.
- 2) 강인구·채인택·계동혁, “드론 바이블”, 서울 : 플래닛미디어, 2021.
- 3) 강정호·김송현·김재철·김호길·남호림·박기택·박명환·신규용·신상복·엄영문·오명호·유대훈·유진철·이인수·이종덕·전병진·표상호·한덕수·한창희·황재룡, “사이버전 개론”, 서울 : 양서각, 2016.
- 4) 곽해용, “국가중요시설과 안티드론”, 서울 : 도서출판지식공감, 2021.
- 5) 국방부, “국방부 훈령 제2645호 총수명주기관리업무” 2022.
- 6) 국방부, “국방부 훈령 제2740호 국방보안업무”, 2022.
- 7) 국방부, “국방부 훈령 제2749호 국방전력발전업무”, 2022.
- 8) 국방부(기본정책과), “군용항공기 운용 등에 관한 법률”, 국가법령정보센터, 2021.04.13.
- 9) 국방부, “북한 소형무인기 명백한 군사도발”, 대한민국 정책브리핑, 2017.6.21.
- 10) 국토교통부(서울지방항공청), “드론 원스톱 민원포털서비스”, <https://drone.onestop.go.kr/common/flightArea>
- 11) 국토교통부(항공안전정책과), “항공안전법”, 국가법령정보센터, 2023.1.19.
- 12) 국토교통부(첨단항공과), “드론 활용의 촉진 및 기반조성에 관한 법률(약칭 : 드론법)”, 국가법령정보센터, 2022.6.8.
- 13) 군사용어사전, “합동방공작전”, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1539246&cid=50307&categoryId=50307>

- 14) 권오정, “다기준 의사결정 방법론 이론과 실제”, 서울 : 북스힐, 2018.
- 15) 공군본부, “공군규정 7-7 사이버안보 업무”, 2021.
- 16) 공군본부(항공우주전투발전단), “무인항공기시스템(UAS 운용과 위협대응)”, 2020, p. 11
- 17) 고려대 한국어사전, <https://ko.dict.naver.com>, (차단, 무력화)
- 18) 기상레이더센터, “지식마당 레이더 구성”,  
<https://radar.kma.go.kr/lecture/radar/configure.do>
- 19) 김규식, “日도시바, 불법드론 포획·퇴치 서비스”, 매일경제, 2021.3.23.
- 20) 김보람, “안티드론 기술의 이론과 실제”, 시큐리티월드, 2017.
- 21) 김재욱·정석재, “한국형 위협관리체계(KRMF)의 성공을 위한 첫걸음 : 시스템 분류 방향 연구”, 선진국방연구 제5권 제2호, 2022.
- 22) 김재욱·정석재, “무인항공기 대응체계 소요제기 관련 요구기준 (평가항목/평가지표)에 관한 연구”, 군사발전연구 제17권 제1호, 2023.
- 23) 김지영, “2019년, ‘안티-드론’ 시대 막 올랐다”, 로봇신문, 2019.1.8.
- 24) 김지현·하채림, “‘말바꾼軍’ 레이더 포착된 점들 일주일 넘게 무인기인지 몰랐다”, 연합뉴스, 2023.01.05.
- 25) 나무위키, “북한 무인기 추락사건”,  
<https://namu.wiki/w/%EB%B6%81%ED%95%9C%20%EB%AC%B4%EC%9D%B8%EA%B8%B0%20%EC%B6%94%EB%9D%BD%EC%82%AC%EA%B1%B4>
- 26) 배민기·박창석, “저탄소 생태관광지표 개발 및 평가”, 서울 : 한

- 국환경정책평가연구원, 2009.
- 27) 사이버작전사령부, “알기 쉬운 도해식 사이버전 용어사전”, 충남 : 국군인쇄창, 2019.
  - 28) 산업통산자원부(기계소재표준과), “무인기 국가표준이 나온다”, 국가기술표준원, 2016.12.29.
  - 29) 서준표·이창우·우충식·이현호, “델파이 기법과 AHP 방법을 이용한 중력식 사방댐 준설 평가지표 및 조사야장 개발”, 한국환경복원기술학회지, 17권 6호, 2014.
  - 30) 성동규, “프랑스군이 나쁜 드론 퇴치를 위해 선택한 ‘신박한’ 방법”. 아주경제, 2018.7.15.
  - 31) 송근원·이영, “AHP의 일관성 향상을 위한 척도 재구성”, 사회과학연구 제29집 2호, 2013.
  - 32) 안진성, “델파이 기법과 AHP 적용을 통한 전통정원의 보존상태 평가지표 개발”, 성균관대학교 박사학위 논문, 2010.
  - 33) 유용원, “北 무인기, 1.8m 소형에 시속 100km…軍 “아파트 근처라 격추못해””, 조선일보, 2022.12.27.
  - 34) 이균희, “사회과학 연구방법론”, 경기 : 법문사, 2009.
  - 35) 이동혁·강욱, “안티드론 개념 정립 및 효과적인 대응체계 수립에 관한 연구”, 한국경호학회지, 2019.
  - 36) 이수용, “벤처캐피탈의 의사결정 기준에 관한 연구” 국민대학교 박사학위 논문. 2018.
  - 37) 이인재·최상혁·주인원·전진우·차지훈·안재영, “불법 드론 대응을 위한 저고도 드론 탐지 기술 동향”, ETRI(전자통신동향분석), 37권 1호(통권 194), 2022.
  - 38) 이종림, “저가·소형 드론으로 러시아군 타격 입히는 우크라이나”, 주간동아(뉴스 & 이슈) 1330호, 2022.3.17.

- 39) 장준성, “AHP를 활용한 국방 핵심기술 연구개발사업 업체선정 평가지표 개발”, 충남대학교 박사학위 논문, 2008.
- 40) 정상원, “북한 무인기 MDL 침범에...미국 “한국 방위 약속 철통같다””, 한국일보, 2022.12.27.
- 41) 조문규, “[서소문사진관]인제 북한 무인기, 2014년 백령도 무인기와 어떻게 다를까?”, 중앙일보, 2017.6.21.
- 42) 천종웅, “다기준 의사결정방법을 활용한 무기체계 진화적 작전 운용성능(ROC) 평가지표 연구”, 박사학위청구논문. 2019.
- 43) 천종웅·정석재, “무기체계 진화적 작전운용성능(ROC) 적용 가능성 판단을 위한 평가지표 연구”, 한국군사학논집 제75편 제3권, 2019.
- 44) 최진철·임승혁, “안티드론”, KISTEP 기술동향브리프 2021-10호, 2021.
- 45) 클라우드 사회과학연구 자동화, <http://www.ssra.or.kr/>
- 46) 홍석수·서재현, “델파이 기법을 활용한 절충교역 기술가치 평가지표 개발”, 기술혁신학회지, 16권 1호, 2013.
- 47) AIR FORCE INSTRUCTION 13-201, “Space, Missile, Command and Control AIRSPACE MANAGEMENT”, 2018.12.18.  
[https://static.e-publishing.af.mil/production/1/aetc/publication/afi13-201\\_aetcsup/afi13-201\\_aetcsup.pdf](https://static.e-publishing.af.mil/production/1/aetc/publication/afi13-201_aetcsup/afi13-201_aetcsup.pdf)
- 48) Dynamic Shielding, OURANOS RF스캐너 홈페이지 URL, <http://www.dynamicshielding.com/anti-drone-2/ouranos-rf-scanner/>
- 49) Federal Aviation Administration, “Aircraft Registration Unmanned Aircraft”, FAA, 2022.5.30.
- 50) FORSCUNG UND WISSEN, “Drohnenabwehr: SkyWall 100

schießt Drohnen vom Himme.”, 2016.3.17.

- 51) Globalsecurity, Radar Cross Section (RCS) 관련 URL,  
<https://www.globalsecurity.org/military/world/stealth-aircraft-rs.htm>
- 52) ICAO Safety, “ICAO Model UAS Regulations and Advisory Circulars”, ICAO, 2022.5.30.
- 53) ISO Store, “ISO 21384-2 : 2021 Unmanned aircraft systems – Part 2 : UAS components”, ISO, 2022.5.30.
- 54) Lawshe C. H, “A quantitative approach to contnet validity.”, Personnel Psychology 28, 1975.



## < 제1차 델파이 조사 설문지 >

### □ 무인항공기 대응체계 평가요소 선정을 위한 델파이 설문

안녕하십니까?

현업으로 바쁘신 가운데도 소중한 시간을 내어 설문에 참여해 주셔서 감사드립니다. 저는 광운대학교 방위사업학과 박사과정에 재학 중인 공군대령 김재욱입니다.

현재 무인항공기의 기술발전과 대량생산 등으로 인해 민·관·군에서의 활용도가 증가함에 따라 우리 군도 무인항공기를 이용한 공격 등에 대비하기 위해 군사보안시설(가급, 나급, 다급)에 적합한 방어체계 구축이 필요합니다. 그러나 안타깝게도 무인항공기의 현실적 위협에 대한 공감대 형성에 비해 무인항공기 위협에 대비하기 위한 대응체계의 획득기준이 명확하게 정립되어 있지 않습니다.

따라서, 군에서 운영 중인 군사보안시설별 효과적인 무인항공기 대응체계 구축을 위한 획득기준을 선정하기 위해 전문가들의 의견을 수렴한 후 객관적 검증을 통해 보완하고자 합니다.

본 설문은 무인항공기 대응체계 관련 획득기준을 판단하기 위한 평가지표를 도출하고, 각 요소의 중요도를 파악하는데 목적이 있습니다.

배부된 설문지에는 다양한 문헌연구와 설문자의 연구를 통해 도출한 선정요소를 나열하였습니다. 귀하께서는 각 선정요소에 대한 중요도를 판단해주시고, 추가, 보완(용어 변경 포함)하거나 삭제가 필요하다고 생각하시는 요소가 있으시면 자유롭게 제시해 주시기 바랍니다.

설문에 포함된 모든 개인정보는 비공개로 진행할 것이며, 오직 연구목적으로만 사용될 것입니다. 다시 한번 설문에 참여해 주셔서 진심으로 감사드리며, 귀하의 건승을 기원합니다.

귀하께서 받으신 설문지에 응답하신 후 제출 버튼을 눌러주시기 바라며, 언제라도 궁금한 사항이 있으시면 문의해 주시기 바랍니다.

e-mail : 000000@gmail.com / 인트라넷: 00000@af.mil

문의전화: 000-0000-0000.

○ 다음은 귀하의 인적사항에 대한 질문입니다. 일반적인 인구통계학적 사항으로 연구 목적으로만 활용됩니다.

1. 귀하의 소속기관은?

- 가. 국방부      나. 육·해·공군(해당군에 ○표시)      다. 방위사업청  
라. 연구기관(KIDA 연구원, 합동대 교수, 각군 사관학교 교수)  
마. 방위사업청      바. 기타(합동군사대학교 합동고급 정규과정)

2. 귀하의 업무 관련분야는? (중복 체크 가능)

- 가. 소요기획      나. 사업관리      다. 체계운용      라. 획득연구  
마. 기타(합동군사대학교 합동고급 정규과정)

3. 귀하의 근무 기간은?

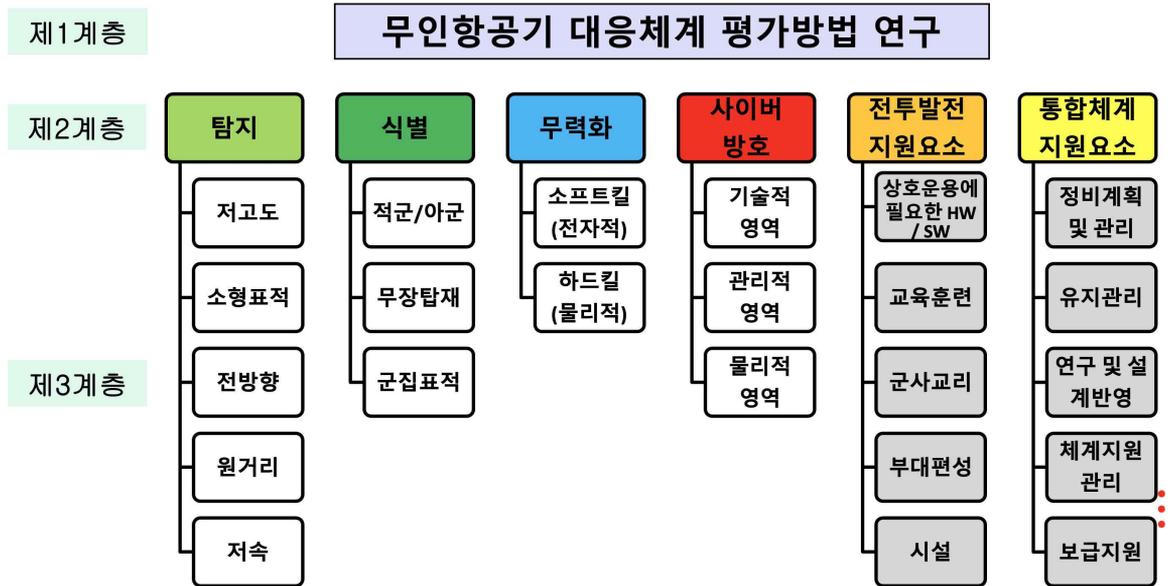
- 가. 9년 이하      나. 10~15년      다. 16~20년      라. 21년 이상

이번 연구에 활용할 델파이 기법은 전문가들의 직관과 경험치에 대한 수치화를 위해 선정된 전문가 집단(30명)을 대상으로 여러 번 설문을 반복하게 됩니다. 1차 설문 후 설문결과를 전문가 집단인 설문 응답자에게 제공되기 때문에 전문가 집단의 의견과 자신(응답자)의 의견 사이의 차이점을 인지하게 됩니다. 2차 설문 시 설문 결과를 반영하여 재응답하는 과정을 통해 전체적인 의견을 모아가는 과정을 거치게 됩니다.

1차 설문은 문헌연구를 통해 선정된 잠정 평가요소와 연구자가 추가한 사이버 방호 평가요소 및 전력화지원요소(전투발전지원요소와 통합체계지원요소)에 대한 평가요소를 제시합니다. 제시된 평가요소 중 응답자가 불필요하다고 판단되어 삭제해야 할 평가요소, 보완해야 할 평가요소, 추가해야 할 평가요소 등 의견을 자유롭게 제시할 수 있도록 설문을 진행하게 됩니다.

참고로 아래 그림은 목표(제1계층)인 무인항공기 대응체계 평가방법을 선정하기 위해 제2계층의 평가요소를 6개[탐지, 식별, 무력화, 사이버 방호, 전투발전지원요소, 통합체계지원요소]로 구분하였고, 제3계층의 평가요소를 30개로 구성하였습니다.

\* 무인항공기 대응체계 평가방법에 관한 연구를 위해 다음과 같은 계층 구조화를 구성하였습니다.



○ 아래의 표는 선행연구 등을 통해 식별한 무인항공기 대응체계에 적용해야 될 제2계층, 제3계층 및 선정 사유를 제시하였습니다.

제2 계층	제3계층	선정 사유
탐지 (5)	원거리	장거리에서 침투하는 무인항공기 탐지
	저고도	저고도에서 공격 대비 탐지
	저속	무인항공기 테러 대비 느린 속도 탐지
	소형표적	초소형 드론 대상까지도 탐지
	전방향	일방향이 아닌 전방향 공격에도 대비
식별 (3)	피아	적군과 아군을 식별하는 것
	무장 탐재	무인항공기에서 아군 시설 등을 공격하기 위한 무장 탐재 여부 식별
	군집 표적	다수 무인항공기들의 공격을 대비한 식별 필요
무력화 (2)	소프트킬 (전자적)	교란(재밍 등)으로 차단할 수 있는 능력
	하드킬 (물리적)	드론을 직접 파괴시킬 능력(방공용 대공화기, 드론건 등)

제2 계층	제3계층	선정 사유
사이버 방호 (3)	관리적 영역	보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행
	물리적 영역	보안이 필요한 곳에 미인가 인원의 출입을 통제
	기술적 영역	정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위험요소와 취약점을 분석
전투 발전 지원 요소 (5)	군사교리	무기체계 운용개념을 재정립 및 관련 교리·교범 등을 발전
	부대편성	부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표를 작성 및 발간
	교육훈련	교육훈련 기획소요 판단, 교육훈련 장비 및 교보재 등 확보
	시설	무기체계 운용·시험·훈련에 필요한 부동산/설비 등 확보
	상호운용에 필요한 HW/SW	무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등 확보
통합 체계 지원 요소 (12)	체계지원 관리	모든 통합체계지원요소의 계획, 관리, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리 활동
	연구 및 설계반영	주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 군수지원 요구사항, 선진 기술, 소재를 설계에 반영
	유지관리	체계 시험 및 운영유지단계의 고장 원인, 정비 애로사항 분석, 신뢰도, 정비도 추이 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별/개선 활동
	정비계획 및 관리	주장비에 적용할 정비개념을 수립하고, 정비수행 단계설정 및 절차수립, 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별
	지원장비	주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동
	보급지원	주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화·관리하는 활동
	인력운용	주장비 운영유지에 필요한 인원을 식별·확보·관리하는 활동

제2 계층	제3계층	선정 사유
통합체계지원 요소 (12)	교육훈련 및 지원	주장비 운영·유지에 필요한 교육훈련 계획을 수립/이행하고, 교육에 필요한 장비, 교보재 소요를 식별·확보·관리하는 활동
	기술교범 및 기술자료	운용·정비를 위한 기술교범과 목록화 자료, 규격화 자료, RAM 및 체계지원분석 자료 등을 개발·확보·관리하는 활동
	포장, 취급, 저장 및 수송	주장비 등의 가용성을 최대화시키기 위해 포장, 취급, 저장 및 수송 요구조건을 식별·개발·관리하는 활동
	시설	주장비의 운용·시험·훈련·정비·보급·저장을 위해 필요한 부동산과 관련 설비 등의 소요와 요구조건을 식별·획득·관리하는 활동
	지원정보 체계	획득된 기술교범·기술자료 관리, 정비·보급지원 관리 및 주장비의 주요 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 활동

4. 탐지 항목의 제3계층 중에 추가, 보완(용어 변경 등)하거나 삭제가 필요한 항목과 사유를 기술하여 주십시오.

구분	항목	사유
추가		
보완(용어변경 등)		
삭제		

4-1. 탐지 항목의 제3계층 중에 추가가 필요하다고 답변한 항목의 중요도(Likert 5점 척도)를 표시해 주십시오.

번호	제2 계층	제3계층	중요도 척도					
			← 낮음		높음 →			
			1	2	3	4	5	
1	탐지	추가						

5. 식별 항목의 제3계층 중에 추가, 보완(용어 변경 등)하거나 삭제가 필요한 항목과 사유를 기술하여 주십시오.

구분	항목	사유
추가		
보완(용어변경 등)		
삭제		

5-1. 식별 항목의 제3계층 중에 추가가 필요하다고 답변한 항목의 중요도(Likert 5점 척도)를 표시해 주십시오.

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도				
			← 낮음		높음 →		
			1	2	3	4	5
1	식별	추가					

6. 무력화 항목의 제3계층 중에 추가, 보완(용어 변경 등)하거나 삭제가 필요한 항목과 사유를 기술하여 주십시오.

구분	항목	사유
추가		
보완(용어변경 등)		
삭제		

6-1. 무력화 항목의 제3계층 중에 추가가 필요하다고 답변한 항목의 중요도(Likert 5점 척도)를 표시해 주십시오.

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도				
			← 낮음		높음 →		
			1	2	3	4	5
1	무력화	추가					

7. 사이버 방호 항목의 제3계층 중에 추가, 보완(용어 변경 등)하거나 삭제가 필요한 항목과 사유를 기술하여 주십시오.

구분	항목	사유
추가		
보완(용어변경 등)		
삭제		

7-1. 탐지 항목의 제3계층 중에 추가가 필요하다고 답변한 항목의 중요도(Likert 5점 척도)를 표시해 주십시오.

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도					
			← 낮음		높음 →			
			1	2	3	4	5	
1	사이버 방호	추가						

8. 전투발전지원요소 항목의 제3계층 중에 추가, 보완(용어 변경 등)하거나 삭제가 필요한 항목과 사유를 기술하여 주십시오.

구분	항목	사유
추가		
보완(용어변경 등)		
삭제		

8-1. 전투발전지원요소 항목의 제3계층 중에 추가가 필요하다고 답변한 항목의 중요도(Likert 5점 척도)를 표시해 주십시오.

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도					
			← 낮음		높음 →			
			1	2	3	4	5	
1	전투 발전 지원 요소	추가						

9. 통합체계지원요소 항목의 제3계층 중에 추가, 보완(용어 변경 등) 하거나 삭제가 필요한 항목과 사유를 기술하여 주십시오.

구분	항목	사유
추가		
보완(용어변경 등)		
삭제		

9-1. 통합체계지원요소 항목의 제3계층 중에 추가가 필요하다고 답변한 항목의 중요도(Likert 5점 척도)를 표시해 주십시오.

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도					
			← 낮음		높음 →			
			1	2	3	4	5	
1	통합체계지원요소	추가						

10. 무인항공기 대응체계 관련 획득기준 선정 시 위에서 제시된 제3계층별 중요도(Likert 5점 척도)를 표시(○ 또는 √)해 주시기 바랍니다.

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도				
			← 낮음		높음 →		
			1	2	3	4	5
1	탐지	원거리					
2		저고도					
3		저속					
4		소형표적					
5		전방향					
6	식별	피아					
7		무장 탑재					
8		군집 표적					
9	무력화	소프트킬(전자적)					
10		하드킬(물리적)					

번호	제2계층	제3계층	중요도 척도				
			← 낮음		높음 →		
			1	2	3	4	5
11	사이버 방호	관리적 영역					
12		물리적 영역					
13		기술적 영역					
14	전투 발전 지원 요소	군사교리					
15		부대편성					
16		교육훈련					
17		시설					
18		상호운용에 필요한 HW/SW					
19		체계지원관리					
20		연구 및 설계반영					
21	통합 체계 지원 요소	유지관리					
22		정비계획 및 관리					
23		지원장비					
24		보급지원					
25		인력운용					
26		교육훈련 및 지원					
27		기술교범 및 기술자료					
28		포장, 취급, 저장 및 수송					
29		시설					
30		지원정보체계					

11. 기타 설문과 관련한 추가 의견이 있으시면 자유롭게 제시해 주시기 바랍니다.

## < 제2차 델파이 조사 설문지 >

### □ 무인항공기 대응체계 평가요소 결정을 위한 델파이 설문

안녕하십니까?

현업으로 바쁘신 가운데도 소중한 시간을 내어 설문에 참여해 주셔서 감사드립니다. 저는 광운대학교 방위사업학과 박사과정에 재학 중인 공군대령 김재욱입니다.

이번 설문은 1차 설문을 통해 확인된 무인항공기 대응체계 관련 평가 요소에 대한 전문가 30명의 평가결과를 2차 설문응답자분들에게 Feedback해 드리고, 2차 설문을 통해 제2계층과 제3계층을 확정하는데 목적이 있습니다.

2차 설문 시 귀하께서 평가한 평가지표의 내용 타당도를 판단하기 위해 Lawshe(1975)가 제안한 CVR(Content Validity Ratio)을 사용합니다. 이때 Likert 5점 척도를 사용하여 측정하며, 5점 척도의 의미로 '매우 적절하지 않다'는 1점, '적절하지 않다'는 2점, '보통이다'는 3점, '적절하다'는 4점, '매우 적절하다'는 5점으로 표시하고, 4점과 5점에 표시한 전문가 집단의 수와 설문에 참여한 전체 전문가 집단의 설문대상자 수를 바탕으로 내용 타당도(CVR)를 판단합니다. 이는 설문에 참여한 전문가들이 선택한 평가지표 중 다수가 공감하는 평가지표와 공감하지 못하는 평가지표를 선정하기 위함입니다.

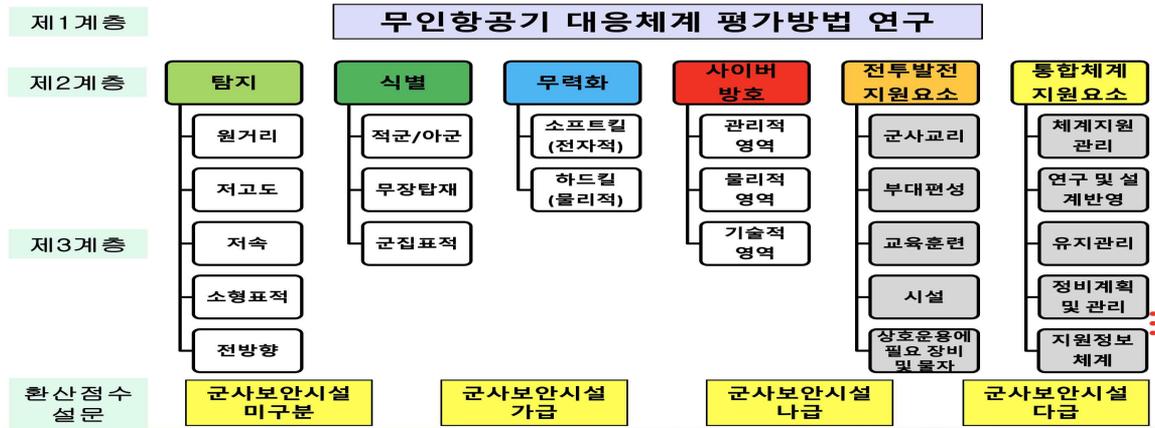
1차 설문 시 본인이 답변한 제2계층별 제3계층의 중요도 점수와 전문가 집단이 응답한 1차 설문 결과의 제3계층 평균점수 및 표준편차를 비교하여 1번 항목의 제3계층 중요도(Likert 5점 척도)에 표시해 주시기 바랍니다.

귀하께서 받으신 설문지에 응답하신 후 제출 버튼을 눌러주시기 바라며, 언제든지 궁금한 사항이 있으시면 문의해 주시기 바랍니다.

e-mail : 000000@gmail.com / 인트라넷: 00000@af.mil

문의전화: 000-0000-0000.

\* 아래의 그림과 표는 1차 설문(전문가 30명 참여)을 통해 선정된 무인항공기 대응체계에 적용할 상위요소(제2계층) 6개와 평가지표(제3계층) 26개입니다.



제2계층	제3계층		중요도 평가 점수	
			평균점수	표준편차
탐지 (5개)	1	원거리	3.87	1.20
	2	저고도	4.00	0.87
	3	저속	3.33	0.96
	4	소형표적	3.90	1.03
	5	전방향	3.77	1.17
식별 (3개)	6	피아	4.63	0.56
	7	무장 탐재	3.73	1.08
	8	군집 표적	3.50	1.01
무력화 (2개)	9	소프트킬	4.33	0.96
	10	하드킬	4.23	0.77
사이버 방호 (3개)	11	관리적 영역	3.83	0.79
	12	물리적 영역	3.87	0.78
	13	기술적 영역	4.43	0.77
전투발전 지원요소 (5개)	14	군사교리	4.03	0.96
	15	부대편성	3.90	1.06
	16	교육훈련	4.10	0.96
	17	시설	3.67	0.96
	18	상호운용에 필요한 HW/SW	4.17	0.87
통합체계 지원요소 (8개)	19	체계지원관리	4.10	0.71
	20	연구 및 설계반영	4.03	0.89
	21	유지관리	4.07	0.94
	22	정비계획 및 관리	4.00	0.79
	23	지원장비	3.63	1.03
	24	보급지원	3.47	0.97
	25	기술교범 및 자료	3.47	0.73
	26	지원정보체계	3.70	0.95

○ 아래의 표는 1차 설문을 통해 식별한 무인항공기 대응체계에 적용해야 될 제2계층, 제3계층 및 선정 사유입니다.

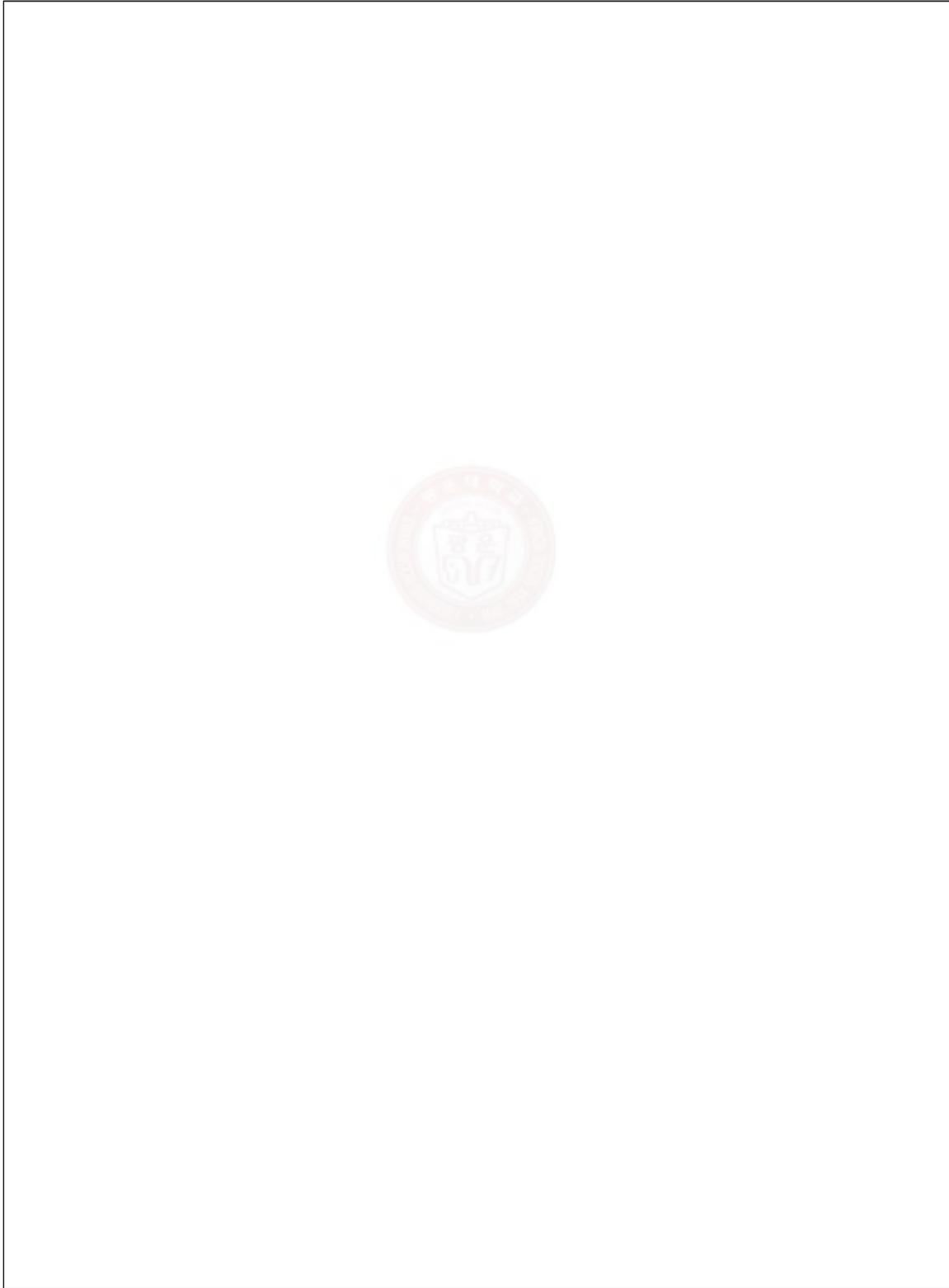
제2 계층	제3계층	선정 사유
탐지 (5)	원거리	장거리에서 침투하는 무인항공기 탐지
	저고도	저고도에서 공격 대비 탐지
	저속	무인항공기 테러 대비 느린 속도 탐지
	소형표적	초소형 드론 대상까지도 탐지
	전방향	한가지 방향이 아닌 전(全)방향 공격에 대비
식별 (3)	피아	적군과 아군을 식별하는 것
	무장 탑재	무인항공기에서 아군 시설 등을 공격하기 위한 무장 탑재 여부 식별
	군집 표적	다수 무인항공기들의 공격을 대비한 식별 필요
무력화 (2)	소프트킬 (전자적)	교란(재밍 등)으로 차단할 수 있는 능력
	하드킬 (물리적)	드론을 직접 파괴시킬 능력(방공용 대공화기, 드론건 등)
사이버 방호 (3)	관리적 영역	보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행
	물리적 영역	보안이 필요한 곳에 미인가 인원의 출입을 통제
	기술적 영역	정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위험요소와 취약점을 분석
전투 발전 지원 요소 (5)	군사교리	무기체계 운용개념을 재정립 및 관련 교리·교범 등을 발전
	부대편성	부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표를 작성 및 발간
	교육훈련	교육훈련 기획소요 판단, 교육훈련 장비 및 교보재 등 확보
	시설	무기체계 운용·시험·훈련에 필요한 부동산/설비 등 확보
	상호운용에 필요한 HW/SW	무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등 확보

제2 계층	제3계층	선정 사유
통합 체계 지원 요소 (8)	체계지원 관리	모든 통합체계지원요소의 계획, 관리, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리 활동
	연구 및 설계반영	주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 준수지원 요구사항, 선진 기술, 소재를 설계에 반영
	유지관리	체계 시험 및 운영유지단계의 고장 원인, 정비 애로사항 분석, 신뢰도, 정비도 추이 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별/개선 활동
	정비계획 및 관리	주장비에 적용할 정비개념을 수립하고, 정비수행 단계설정 및 절차수립, 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별
	지원장비	주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동
	보급지원	주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화·관리하는 활동
	기술교범 및 기술자료	운용·정비를 위한 기술교범과 목록화 자료, 규격화 자료, RAM 및 체계지원분석 자료 등을 개발·확보·관리하는 활동
	지원정보 체계	획득된 기술교범·기술자료 관리, 정비·보급지원 관리 및 주장비의 주요 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 활동

1. 무인항공기 대응체계 관련 획득기준 확정을 위해 평가지표별 중요도 (Likert 5점 척도)를 표시(○ 또는 √)해 주시기 바랍니다.

제2계층	제3계층		중요도 척도				
			← 낮음		높음 →		
			1	2	3	4	5
탐지 (5개)	1	원거리					
	2	저고도					
	3	저속					
	4	소형표적					
	5	전방향					
식별 (3개)	6	피아					
	7	무장 탑재					
	8	군집 표적					
무력화 (2개)	9	소프트킬(전자적)					
	10	하드킬(물리적)					
사이버 방호 (3개)	11	관리적 영역					
	12	물리적 영역					
	13	기술적 영역					
전투발전 지원요소 (5개)	14	군사교리					
	15	부대편성					
	16	교육훈련					
	17	시설					
	18	상호운용에 필요한HWSW					
통합체계 지원요소 (8개)	19	체계지원관리					
	20	연구 및 설계반영					
	21	유지관리					
	22	정비계획 및 관리					
	23	지원장비					
	24	보급지원					
	25	기술교범 및 기술자료					
	26	지원정보체계					

2. 설문과 관련된 추가 의견이 있으시면 자유롭게 제시해 주시기 바랍니다.



A large empty rectangular box with a thin black border, intended for providing additional comments or opinions related to the survey. In the center of this box, there is a faint, circular watermark logo of Kyungwon University, featuring a shield with a cross and the university's name in Korean and English.

## < 전문가 AHP 조사 설문지 >

### □ 무인항공기 대응체계 평가요소 결정에 관한 AHP 설문

안녕하십니까?

현업으로 바쁘신 가운데도 소중한 시간을 내어 설문에 참여해 주셔서 감사드립니다. 저는 광운대학교 방위사업학과 박사과정에 재학 중인 공군대령 김재욱입니다.

이번 설문은 델파이 2차 설문의 결과인 확정된 평가요소 제2계층(6개)와 제3계층(26개) 관련 Feedback해 드리고, 제2계층 간, 제3계층 간의 쌍대비교를 통해 가중치(중요도)를 확인하는데 목적이 있습니다.

\* 쌍대비교 요령은 아래에 별도로 설명해 드리겠습니다.

이때 사용하는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법은 여러 가지 대안에 대하여 다양한 평가 기준과 여러 주체에 의한 의사결정을 위해 설계된 의사결정 방법으로 1970년대 초 미국의 Thomas. L. Saaty에 의해 개발된 의사결정 방법으로 계층분석적 의사결정 방법이라고도 합니다. AHP 방법은 전문가들의 평가한 것을 종합한 후 전문가들의 평가가 실질적으로 일관성 있게 이루어졌는지에 대해 검증하고, 일관성 검증을 통과한 평가결과에 대해서만 종합하여 대안의 우선순위를 정하는 방법입니다.

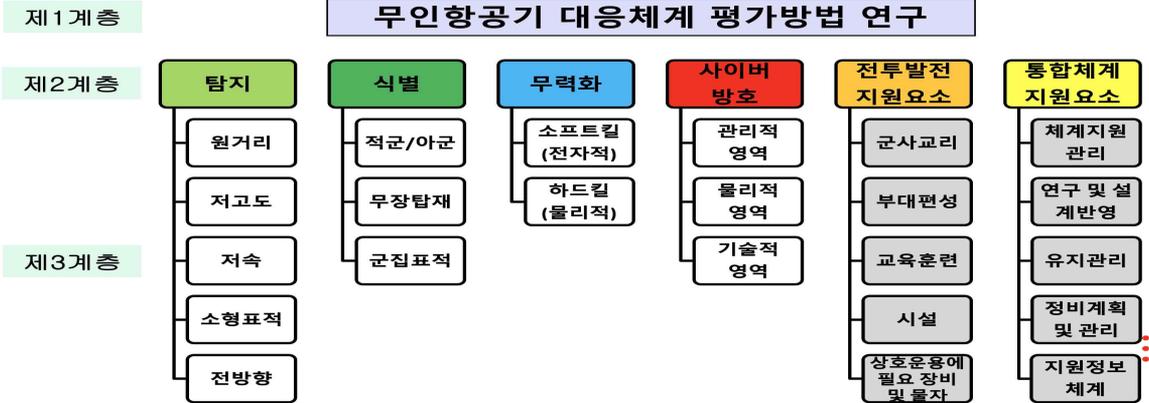
다시한번 바쁘신 가운데 귀중한 시간을 내어 설문지 작성에 협조해 주셔서 감사드립니다.

귀하께서 받으신 설문지에 응답하신 후 제출 버튼을 눌러주시기 바라며, 언제라도 궁금한 사항이 있으시면 문의해 주시기 바랍니다.

e-mail : 000000@gmail.com / 인트라넷: 00000@af.mil

문의전화: 000-0000-0000

\* 아래의 그림과 표는 1차 설문(전문가 30명 참여)을 통해 선정된 무인항공기 대응체계에 적용할 제2계층(6개)과 제3계층(26개) 평가요소입니다.



구분	제2계층	제3계층	중요도 평가 점수		
			평균 점수	표준 편차	CVR
1	탐지 (5개)	저고도	4.63	0.49	1.00
2		소형표적	4.47	0.57	0.93
3		전방향	4.43	0.68	0.93
4		원거리	4.23	0.86	0.73
5		저속	3.93	0.87	0.53
6	식별 (3개)	피아	4.80	0.41	1.00
7		무장 탐재	4.20	0.61	0.80
8		군집 표적	3.87	0.94	0.47
9	무력화 (2개)	소프트킬	4.70	0.47	1.00
10		하드킬	4.33	0.84	0.87
11	사이버 보호 (3개)	기술적 영역	4.67	0.55	0.93
12		관리적 영역	4.10	0.71	0.73
13		물리적 영역	4.10	0.66	0.67
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW	4.50	0.78	0.80
15		교육훈련	4.27	0.87	0.73
16		군사교리	4.20	0.76	0.73
17		부대편성	4.07	0.78	0.73
18		시설	3.90	0.66	0.60
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리	4.47	0.57	0.93
20		유지관리	4.40	0.77	0.80
21		연구 및 설계반영	4.23	0.63	0.80
22		체계지원관리	4.23	0.82	0.67
23		지원장비	4.00	0.64	0.73
24		지원정보체계	4.00	0.69	0.67
25		기술교범 및 자료	3.93	0.83	0.53
26		보급지원	3.87	0.78	0.53

○ 아래의 표는 1차 설문을 통해 식별한 무인항공기 대응체계에 적용해야 될 제2계층, 제3계층 및 선정 사유입니다.

제2 계층	제3계층	선정 사유
탐지 (5)	저고도	저고도에서 공격 대비 탐지
	소형표적	초소형 드론 대상까지도 탐지
	전방향	한가지 방향이 아닌 전(全)방향 공격에 대비
	원거리	장거리에서 침투하는 무인항공기 탐지
	저속	무인항공기 테러 대비 느린 속도로 이동하는 항체 탐지
식별 (3)	피아	적군과 아군을 식별하는 것
	무장 탑재	무인항공기에서 아군 시설 등을 공격하기 위한 무장 탑재 여부 식별
	군집 표적	다수 무인항공기들의 공격을 대비한 식별 필요
무력화 (2)	소프트킬 (전자적)	전자적(재밍, 스푸핑 등)으로 무인항공기를 차단할 수 있는 능력
	하드킬 (물리적)	물리적(방공용 대공화기, 드론건 등)으로 무인항공기를 직접 파괴시킬 수 있는 능력
사이버 방호 (3)	기술적 영역	정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위험요소와 취약점을 분석
	관리적 영역	보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행
	물리적 영역	보안이 필요한 곳에 미인가 인원의 출입을 통제
전투 발전 지원 요소 (5)	상호운용에 필요한 HW/SW	무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등 확보
	교육훈련	무기체계의 획득에 따른 교육훈련 기획소요 판단, 교육훈련 장비 및 교보재 등 확보
	군사교리	무기체계 운용개념을 재정립 및 관련 교리·교범 등을 발전
	부대편성	부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표를 작성 및 발간
	시설	무기체계 운용·시험·훈련에 필요한 부동산/설비 등 확보

제2 계층	제3계층	선정 사유
통합 체계 지원 요소 (8)	정비계획 및 관리	주장비에 적용할 정비개념을 수립하고, 정비수행 단계설정 및 절차수립, 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별
	유지관리	체계 시험 및 운영유지단계의 고장 원인, 정비 애로사항 분석, 신뢰도, 정비도 추이 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별/개선 활동
	연구 및 설계반영	주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 군수지원 요구사항, 선진 기술, 소재를 설계에 반영
	체계지원 관리	모든 통합체계지원요소의 계획, 관리, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리 활동
	지원장비	주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동
	지원정보 체계	획득된 기술교범·기술자료 관리, 정비·보급지원 관리 및 주장비의 주요 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 활동
	기술교범 및 기술자료	운용·정비를 위한 기술교범과 목록화 자료, 규격화 자료, RAM 및 체계지원분석 자료 등을 개발·확보·관리하는 활동
	보급지원	주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화 관리하는 활동

○ 만약 평가항목 중 브랜드(상표)와 가격이 중요도 면에서 동등하다면 1점을, 약간 중요하면 3점을, 중요하면 5점을, 매우 중요하면 7점을, 절대적으로 중요하면 9점을 부여하는 방식이다. 중요도가 1, 3, 5, 7, 9 홀수 중요도 사이에 위치하면 2, 4, 6, 8과 같이 짝수 중요도도 부여할 수 있다. 만약 브랜드(상표)가 가격보다 약간 중요하여 3점을 부여한다면 가격은 브랜드(상표)보다 1/3배 약간 중요(3배 덜 중요)하다고 평가됩니다.

#### AHP 9점 척도의 의미

중요도	의미
1	동일한 중요(Equal Important)
3	약간 더 중요(Moderate Important)
5	상당히 더 중요(Essential or Strong Important)
7	매우 중요(Demonstrated Important)
9	절대적으로 중요(Extreme Important)
2, 4, 6, 8	홀수 중요도 1, 3, 5, 7, 9의 중간값(Intermediate value)

- 쌍대비교 요령은 다음과 같습니다.
  - 두 요인의 중요도가 같다면 "동등"에 표시해 주세요.
  - 왼쪽에 위치한 요인이 오른쪽에 위치한 요인보다 중요하다면 "동등" 왼쪽으로 표시해 주세요.
  - 오른쪽에 위치한 요인이 왼쪽에 위치한 요인보다 중요하다면 "동등" 오른쪽으로 표시해 주세요.

평가항목(A)이 평가항목(B)과 비교하여 상대적으로 얼마나 중요한지를 평가합니다. 예를 들어, 제품의 “브랜드(상표)”가 “가격”에 비해 “매우 중요”하다고 판단되면 숫자 ‘⑦’란에 ‘V’를 표기하면 됩니다.

반대로 제품의 “가격”이 “상표(브랜드)”에 비해 “매우 중요”하다고 판단되면 숫자 ‘⑦’란에 ‘○’를 표기하면 됩니다.

(예시) 자동차의 상표(브랜드)가 기능(안전성)보다 매우 중요하다고 판단될 경우 ⑦에 V 표기하시고, 자동차의 가격이 상표(브랜드)보다 매우 중요하다고 생각할 경우 ⑦에 ○ 표기하시기 바랍니다.

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	상표 (브랜드)		V								기능 (안전성)					
2	상표 (브랜드)									○	가격					

어떤 제품(차량)의 평가지표에 대해 쌍대비교를 한다면 상표(A)가 가격(B)보다 2배 좋고, 가격(B)이 기능(C)보다 3배 좋다면 상표(A)는 기능(C)보다 6배 좋아야 일관성[서수적(A > B > C), 기수적(A가 C보다 6배 좋다)]이 유지된 평가라고 할 수 있습니다.

본 설문에서 가장 경우의 수가 많은 통합체계지원요소에 대한 평가지표(8가지의 쌍대비교)를 예로 들어본다면...

응답자가 쌍대비교를 보다 용이하게 하기 위해 평가지표 8가지의 우선순위(중요도)를 정한 후 예를들면, A(정비계획 및 관리)가 B(유지관리)보다 얼마나 (몇 배) 더 중요한지를 아래 표와 같이 숫자로 기록합니다. B는 C보다, C는 D보다, D는 E보다, E는 F보다, F는 G보다, G는 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지를 기록하면 다음과 같습니다.

A	2	B	3	C	2	D	2	E	3	F	2	G	1	H
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

응답자가 작성한 중요도를 행렬(8\*8)로 기록하면 아래 표의 숫자와 같습니다.

구분	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1	2						
B	1/2	1	3					
C		1/3	1	2				
D			1/2	1	2			
E				1/2	1	3		
F					1/3	1	2	
G						1/2	1	1
H							1	1

행렬의 나머지 빈칸도 위 방법을 활용하여 쌍대비교를 해야 일관성이 유지됩니다. A는 C보다, A는 D보다 얼마나(몇 배) 중요한지?

○ A행 관련...

의 미	A행	중요도	렬
A가 C보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	A	4	C
A가 D보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	A	5	D
A가 E보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	A	6	E
A가 F보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	A	7	F
A가 G보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	A	8	G
A가 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	A	8	H

○ B행 관련...

의 미	B행	중요도	렬
B가 D보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	B	4	D
B가 E보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	B	5	E
B가 F보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	B	6	F
B가 G보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	B	7	G
B가 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	B	7	H

○ C행 관련...

의 미	C행	중요도	렬
C가 E보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	C	3	E
C가 F보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	C	4	F
C가 G보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	C	5	G
C가 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	C	6	H

○ D행 관련...

의 미	D행	중요도	렬
D가 F보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	D	3	F
D가 G보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	D	4	G
D가 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	D	4	H

○ E행 관련...

의 미	E행	중요도	렬
E가 G보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	E	4	G
E가 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	E	4	H

○ F행 관련...

의 미	F행	중요도	렬
F가 H보다 얼마나(몇 배) 중요한지?	F	3	H

이를 종합하면 다음 행렬과 같습니다.

구분	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1	2	4	5	6	7	8	8
B	1/2	1	3	4	5	6	7	7
C	1/4	1/3	1	2	3	4	5	6
D	1/5	1/4	1/2	1	2	3	4	4
E	1/6	1/5	1/3	1/2	1	3	4	4
F	1/7	1/6	1/4	1/3	1/3	1	2	3
G	1/8	1/7	1/5	1/4	1/4	1/2	1	1
H	1/8	1/7	1/6	1/4	1/4	1/3	1	1

1. 제2계층 간 쌍대비교를 통해 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 탐지와 식별에 대한 쌍대 비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 탐지가 식별보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 탐지와 식별이 '동등하다'는 1점, 식별이 탐지보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 1) 제2계층 간 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	탐지										식별					
2	탐지										무력화					
3	탐지										사이버 방호					
4	탐지										전투발전 지원요소					
5	탐지										통합체계 지원요소					
6	식별										무력화					
7	식별										사이버 방호					
8	식별										전투발전 지원요소					
9	식별										통합체계 지원요소					
10	무력화										사이버 방호					
11	무력화										전투발전 지원요소					
12	무력화										통합체계 지원요소					
13	사이버 방호										전투발전 지원요소					
14	사이버 방호										통합체계 지원요소					
15	전투발전 지원요소										통합체계 지원요소					

2. 제2계층 탐지의 제3계층(5개)에 대한 쌍대비교로 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 저고도와 소형표적에 대한 쌍대비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 저고도가 소형표적보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 저고도와 소형표적이 '동등하다'는 1점, 소형표적이 저고도보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 2) 제2계층 탐지의 제3계층(5개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	중요도									평가항목 (B)								
		절대중요	매우중요	상당히 더중요	약간 더중요	동등	약간 더중요	상당히 더중요	매우중요	절대중요									
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
1	저고도																		소형표적
2	저고도																		전방향
3	저고도																		원거리
4	저고도																		저속
5	소형표적																		전방향
6	소형표적																		원거리
7	소형표적																		저속
8	전방향																		원거리
9	전방향																		저속
10	원거리																		저속

3. 제2계층 식별의 제3계층(3개)에 대한 쌍대비교로 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 피아와 무장탐재에 대한 쌍대비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 피아가 무장탐재보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 피아와 무장탐재가 '동등하다'는 1점, 무장탐재가 피아보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 3) 제2계층 식별의 제3계층(3개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	피아											무장탐재				
2	피아											군집표적				
3	무장탐재											군집표적				

4. 제2계층 무력화의 제3계층(2개)에 대한 쌍대비교로 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 소프트 킬과 하드 킬에 대한 쌍대비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 소프트 킬이 하드 킬보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 소프트 킬과 하드 킬이 '동등하다'는 1점, 하드 킬이 소프트 킬보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 4) 제2계층 무력화의 제3계층(2개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	소프트킬											하드킬				

5. 제2계층 사이버 방호의 제3계층(3개)에 대한 쌍대비교로 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 관리적 영역과 물리적 영역에 대한 쌍대비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 기술적 영역이 관리적 영역보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 기술적 영역과 관리적 영역이 '동등하다'는 1점, 관리적 영역이 기술적 영역보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 5) 제2계층 사이버 방호의 제3계층(3개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히 더중요	약간 더중요	동등	약간 더중요	상당히 더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	기술적 영역											관리적 영역				
2	기술적 영역											물리적 영역				
3	관리적 영역											물리적 영역				

6. 제2계층 전투발전지원요소의 제3계층(5개)에 대한 쌍대비교로 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 군사교리와 부대편성에 대한 쌍대비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 군사교리가 부대편성보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 군사교리와 부대편성이 '동등하다'는 1점, 부대편성이 군사교리보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 6) 제2계층 전투발전지원요소의 제3계층(5개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	상호운용에 필요한HWSW											교육훈련				
2	상호운용에 필요한HWSW											군사교리				
3	상호운용에 필요한HWSW											부대편성				
4	상호운용에 필요한HWSW											시설				
5	교육훈련											군사교리				
6	교육훈련											부대편성				
7	교육훈련											시설				
8	군사교리											부대편성				
9	군사교리											시설				
10	부대편성											시설				

7. 제2계층 통합체계지원요소의 제3계층(8개)에 대한 쌍대비교로 가중치를 확인하기 위해 Likert 9점 척도를 사용하여 측정합니다. 예를들어 정비계획 및 관리와 유지관리에 대한 쌍대비교 시 9점 척도의 의미는 다음과 같다. 정비계획 및 관리가 유지관리보다 '상당히 더 중요하다'는 5점, 정비계획 및 관리와 유지관리가 '동등하다'는 1점, 유지관리가 정비계획 및 관리보다 '약간 더 중요하다'는 3점으로 표시해 주세요.

(질문 7) 제2계층 통합체계지원요소의 제3계층(8개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
1	정비계획 및 관리											유지관리				
2	정비계획 및 관리											연구 및 설계반영				
3	정비계획 및 관리											체계지원 관리				
4	정비계획 및 관리											지원장비				
5	정비계획 및 관리											지원정보 체계				
6	정비계획 및 관리											기술교범 및 기술자료				
7	정비계획 및 관리											보급지원				
8	유지관리											연구 및 설계반영				
9	유지관리											체계지원 관리				
10	유지관리											지원장비				
11	유지관리											지원정보 체계				
12	유지관리											기술교범 및 기술자료				
13	유지관리											보급지원				
14	연구 및 설계반영											체계지원 관리				
15	연구 및 설계반영											지원장비				
16	연구 및 설계반영											지원정보 체계				
17	연구 및 설계반영											기술교범 및 기술자료				
18	연구 및 설계반영											보급지원				

(질문 7) 제2계층 통합체계지원요소의 제3계층(8개)에 대한 쌍대비교를 한다면 어느 항목이 더 중요하다고 생각하십니까?

구분	평가항목 (A)	절대중요	매우중요	상당히더중요	약간더중요	동등	약간더중요	상당히더중요	매우중요	절대중요	평가항목 (B)					
		⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①		②	③	④	⑤	⑥
19	체계지원 관리										지원장비					
20	체계지원 관리										지원정보 체계					
21	체계지원 관리										기술교범 및 기술자료					
22	체계지원 관리										보급지원					
23	지원장비										지원정보 체계					
24	지원장비										기술교범 및 기술자료					
25	지원장비										보급지원					
26	지원정보 체계										기술교범 및 기술자료					
27	지원정보 체계										보급지원					
28	기술교범 및 기술자료										보급지원					

8. 제2계층(6개)과 제3계층(26개)의 평가요소가 서로 독립적이어야 하지만 만약 종속적이라고 판단된다면 평가항목과 그 사유를 적어주세요.

## < 군사보안시설 미구분 시 전문가 환산점수표 설문지 >

### □ 무인항공기 대응체계 관련 환산점수표 설문(군사보안시설 미구분)

안녕하십니까?

현업으로 바쁘신 가운데도 소중한 시간을 내어 설문에 참여해 주셔서 감사드립니다. 저는 광운대학교 방위사업학과 박사과정에 재학 중인 공군대령 김재욱입니다.

본 설문은 "광운대학교 방위사업학과"에서 "무인항공기 대응체계 평가방법" 관련한 연구를 하기 위한 목적으로 만들어진 것입니다. 제공하신 정보는 학문적인 연구 이외의 어떠한 목적으로도 사용하지 않을 것을 약속 드리며, 많은 협조 바랍니다.

우선 AHP 설문결과인 평가요소에 대한 제2계층(6개)과 제3계층(26개) 관련 가중치(중요도), 우선순위, 일관성 비율(CR) 등을 Feedback해 드리겠습니다.

그리고 환산점수표(복합가중치)를 활용해 군사보안시설 관련 무인항공기 대응체계 구축 시 각 평가요소(26개)에 대한 평가요소별 전문가들의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 중요, 약간 중요, 보통)을 알아보기 위함입니다.

이때 사용하는 환산점수표(복합가중치)는 무인항공기 대응체계 평가요소 개발을 위해 각 평가요소별 우선순위를 분석하여 계산하였습니다. 환산점수표(복합가중치) 계산은 제3계층의 각 평가요소에 대한 중요도를 AHP 설문을 이용하여 산출한 다음 제2계층의 중요도와 곱하여 상대적 중요도를 계산하는 가장 일반적인 산출방법을 활용하였습니다. 즉, 환산점수표는 종합점수를 100점으로 만들기 위해  $(\text{제2계층 각 평가요소 가중치} \times 100\%) \times \text{제3계층으로 각 평가요소별 가중치}$ 로 계산한 후 평가항목별 5점 척도\*를 활용하여 재산정하였습니다.

\* 5점(절대 중요): 100, 4점(매우 중요): 80, 3점(상당히 중요): 60,

2점(약간 중요): 40, 1점(보통): 20

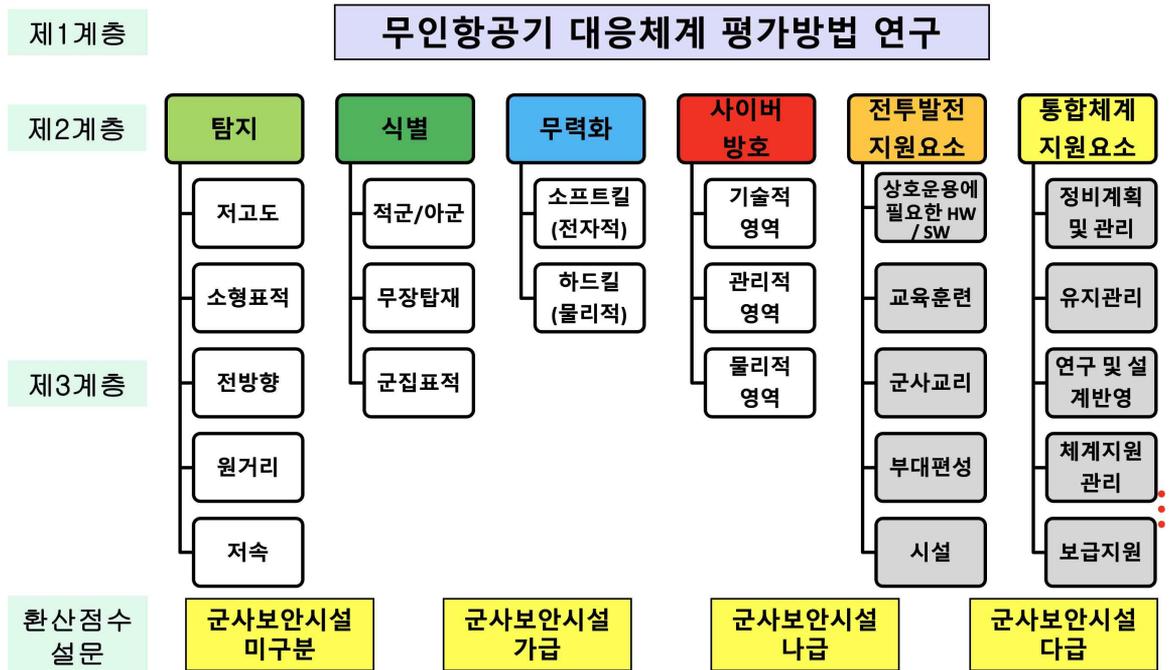
다시 한번 바쁘신 가운데 귀중한 시간을 내어 설문지 작성에 협조해 주셔서 감사드립니다.

귀하께서 받으신 설문지에 응답하신 후 제출 버튼을 눌러주시기 바라며, 언제라도 궁금한 사항이 있으시면 문의해 주시기 바랍니다.

e-mail : 000000@gmail.com / 인트라넷: 00000@af.mil

문의전화: 000-0000-0000

\* 아래의 그림과 표는 AHP 설문(전문가 30명 참여)을 통해 도출된 무인항공기 대응체계 제2계층(6개)과 제3계층(26개) 가중치(중요도)입니다.



\* 제2계층(6개)에 대한 전문가 30명의 가중치(중요도)입니다.

구분	제2계층	가중치 (중요도)	우선순위	일관성 비율 (CR)
1	탐지	0.357	1	CR = 0.01180 (CR < 0.1)
2	식별	0.246	2	
3	무력화	0.204	3	
4	사이버 방호	0.081	4	
5	전투발전 지원요소	0.058	5	
6	통합체계 지원요소	0.054	6	

\* 제2계층 아래에 있는 제3계층(26개)에 대한 전문가 30명의 가중치 (중요도)입니다.

구분	제2계층	제3계층	가중치 (중요도)	우선순위	일관성 비율 (CR)
1	탐지 (5개)	저고도	0.268	1	CR = 0.00341 (CR < 0.1)
2		소형표적	0.267	2	
3		전방향	0.230	3	
4		원거리	0.152	4	
5		저속	0.082	5	
6	식별 (3개)	피아	0.611	1	CR = 0.00115 (CR < 0.1)
7		무장 탑재	0.215	2	
8		군집 표적	0.175	3	
9	무력화 (2개)	소프트킬	0.664	1	CR = 0.00000 (CR < 0.1)
10		하드킬	0.336	2	
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역	0.619	1	CR = 0.00196 (CR < 0.1)
12		관리적 영역	0.212	2	
13		물리적 영역	0.169	3	
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW	0.406	1	CR = 0.00385 (CR < 0.1)
15		교육훈련	0.171	2	
16		군사교리	0.151	4	
17		부대편성	0.167	3	
18		시설	0.105	5	
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리	0.264	1	CR = 0.00572 (CR < 0.1)
20		유지관리	0.203	2	
21		연구 및 설계반영	0.144	3	
22		체계지원관리	0.127	4	
23		지원장비	0.088	5	
24		지원정보체계	0.060	7	
25		기술교범 및 자료	0.051	8	
26		보급지원	0.062	6	

○ 아래의 표는 설문을 통해 식별한 무인항공기 대응체계에 적용해야 될 평가요소 선정 사유입니다.

제2계층	제3계층	선정 사유
탐지 (5)	저고도	저고도에서 공격 대비 탐지
	소형표적	초소형 드론 대상까지도 탐지
	전방향	한가지 방향이 아닌 전(全)방향 공격에 대비
	원거리	장거리에서 침투하는 무인항공기 탐지
	저속	무인항공기 테러 대비 느린 속도로 이동하는 항체 탐지
식별 (3)	피아	적군과 아군을 식별하는 것
	무장 탑재	무인항공기에서 아군 시설 등을 공격하기 위한 무장 탑재 여부 식별
	군집 표적	다수 무인항공기들의 공격을 대비한 식별 필요
무력화 (2)	소프트킬 (전자적)	전자적(재밍, 스푸핑 등)으로 무인항공기를 차단할 수 있는 능력
	하드킬 (물리적)	물리적(방공용 대공화기, 드론건 등)으로 무인항공기를 직접 파괴시킬 수 있는 능력
사이버 방호 (3)	기술적 영역	정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위험요소와 취약점을 분석
	관리적 영역	보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행
	물리적 영역	보안이 필요한 곳에 미인가 인원의 출입을 통제
전투 발전 지원 요소 (5)	상호운용에 필요한 HW/SW	무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등 확보
	교육훈련	무기체계의 획득에 따른 교육훈련 기획소요 판단, 교육훈련 장비 및 교보재 등 확보
	군사교리	무기체계 운용개념을 재정립 및 관련 교리·교범 등을 발전
	부대편성	부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표를 작성 및 발간
	시설	무기체계 운용·시험·훈련에 필요한 부동산/설비 등 확보

제2계층	제3계층	선정 사유
통합 체계 지원 요소 (8)	정비계획 및 관리	주장비에 적용할 정비개념을 수립하고, 정비수행 단계설정 및 절차수립, 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별
	유지관리	체계 시험 및 운영유지단계의 고장 원인, 정비 애로사항 분석, 신뢰도, 정비도 추이 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별/개선 활동
	연구 및 설계반영	주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 군수지원 요구사항, 선진 기술, 소재를 설계에 반영
	체계지원 관리	모든 통합체계지원요소의 계획, 관리, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리 활동
	지원장비	주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동
	지원정보 체계	획득된 기술교범·기술자료 관리, 정비·보급지원 관리 및 주장비의 주요 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 활동
	기술교범 및 기술자료	운용·정비를 위한 기술교범과 목록화 자료, 규격화 자료, RAM 및 체계지원분석 자료 등을 개발·확보·관리하는 활동
	보급지원	주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화·관리하는 활동

○ 군사보안시설의 무인항공기 대응체계 구축을 위해 평가항목별 환산점수(복합가중치)가 절대적으로 중요하면 5점을, 매우 중요하면 4점을, 상당히 더 중요하면 3점을, 약간 중요하면 2점을, 보통이면 1점을 부여하는 방식입니다. 설문 시 평가요소별 환산점수표 5점 척도를 사용하였지만, 부여된 실제 각 평가요소별 환산점수(복합가중치)의 점수와 차이가 있습니다. 예를 들어, 탐지의 저고도 평가요소가 절대 중요하다면 5점을 표시하게 되어있지만 실제 환산점수는 0.00점으로 계산됩니다.

#### 환산점수표 5점 척도의 의미

중요도	의미
1	보통(Normal Important)
2	약간 더 중요(Moderate Important)
3	상당히 더 중요(Essential or Strong Important)
4	매우 중요(Demonstrated Important)
5	절대적으로 중요(Extreme Important)

○ 각 평가요소별 환산점수표(복합가중치)는 아래와 같습니다.

\* 환산점수(복합가중치)=(제2계층 가중치 X 100) X 제3계층 가중치

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도	9.576	7.661	5.746	3.830	1.915
2		소형표적	9.545	7.636	5.727	3.818	1.909
3		전방향	8.224	6.579	4.934	3.290	1.645
4		원거리	5.432	4.346	3.259	2.173	1.086
5		저속	2.920	2.336	1.752	1.168	0.584
6	식별 (3개)	피아	15.005	12.004	9.003	6.002	3.001
7		무장 탑재	5.272	4.218	3.163	2.109	1.054
8		군집 표적	4.296	3.437	2.577	1.718	0.859
9	무력화 (2개)	소프트킬	13.543	10.834	8.126	5.417	2.709
10		하드킬	6.857	5.486	4.114	2.743	1.371
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역	5.020	4.016	3.012	2.008	1.004
12		관리적 영역	1.715	1.372	1.029	0.686	0.343
13		물리적 영역	1.370	1.096	0.822	0.548	0.274
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW	2.365	1.892	1.419	0.946	0.473
15		교육훈련	0.997	0.797	0.598	0.399	0.199
16		군사교리	0.880	0.704	0.528	0.352	0.176
17		부대편성	0.974	0.779	0.584	0.389	0.195
18		시설	0.614	0.491	0.368	0.245	0.123
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리	1.414	1.131	0.848	0.565	0.283
20		유지관리	1.087	0.869	0.652	0.435	0.217
21		연구 및 설계반영	0.771	0.616	0.462	0.308	0.154
22		체계지원관리	0.683	0.546	0.410	0.273	0.137
23		지원장비	0.473	0.379	0.284	0.189	0.095
24		지원정보체계	0.321	0.257	0.192	0.128	0.064
25		기술교범 및 자료	0.275	0.220	0.165	0.110	0.055
26		보급지원	0.334	0.267	0.201	0.134	0.067
총계			99.963	79.969	59.975	39.983	19.992

(질문 1) 환산점수표(복합가중치)를 활용해 군사보안시설 관련 무인항공기 대응 체계 구축 시 각 평가요소(26개)에 대한 전문가의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 더 중요, 약간 더 중요, 보통)을 표시해 주세요.

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도					
2		소형표적					
3		전방향					
4		일거리					
5		저속					
6	식별 (3개)	피아					
7		무장 탑재					
8		군집 표적					
9	무력화 (2개)	소프트킬					
10		하드킬					
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역					
12		관리적 영역					
13		물리적 영역					
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW					
15		교육훈련					
16		군사교리					
17		부대편성					
18		시설					
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리					
20		유지관리					
21		연구 및 설계반영					
22		체계지원관리					
23		지원장비					
24		지원정보체계					
25		기술교범 및 자료					
26		보급지원					

## < 군사보안시설 구분 시 전문가 환산점수표 설문지 >

### □ 무인항공기 대응체계 관련 환산점수표 설문(군사보안시설 구분)

안녕하십니까?

현업으로 바쁘신 가운데도 소중한 시간을 내어 설문에 참여해 주셔서 감사드립니다. 저는 광운대학교 방위사업학과 박사과정에 재학 중인 공군대령 김재욱입니다.

본 설문에 제공하신 정보는 학문적인 연구 이외의 어떠한 목적으로도 사용하지 않을 것을 약속 드리며, 많은 협조 바랍니다.

지난 설문은 무인항공기 대응체계 관련 환산점수표(복합가중치)를 활용해 군사보안시설 관련 무인항공기 대응체계 구축 시 각 평가요소(26개)에 대한 평가요소별 전문가들의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 중요, 약간 중요, 보통)을 알아보았습니다.

이번 설문은 지난 설문에 이어 동일한 방법으로 환산점수표(복합가중치)를 활용해 무인항공기 대응체계 구축 시 군사보안시설(가급 /나급 /다급)별 전문가들의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 중요, 약간 중요, 보통)을 수렴하고자 합니다.

이때 사용하는 환산점수표(복합가중치)는 무인항공기 대응체계 평가요소 개발을 위해 각 평가요소별 우선순위를 분석하여 계산하였습니다. 환산점수표(복합가중치) 계산은 제3계층의 각 평가요소에 대한 중요도를 AHP 설문을 이용하여 산출한 다음 제2계층의 중요도와 곱하여 상대적 중요도를 계산하는 가장 일반적인 산출방법을 활용하였습니다. 즉, 환산점수표는 종합점수를 100점으로 만들기 위해  $(\text{제2계층 각 평가요소 가중치} \times 100\%) \times \text{제3계층으로 각 평가요소별 가중치}$ 로 계산한 후 평가항목별 5점 척도\*를 활용하여 재산정하였습니다.

\* 5점(절대 중요): 100, 4점(매우 중요): 80, 3점(상당히 중요): 60,

2점(약간 중요): 40, 1점(보통): 20

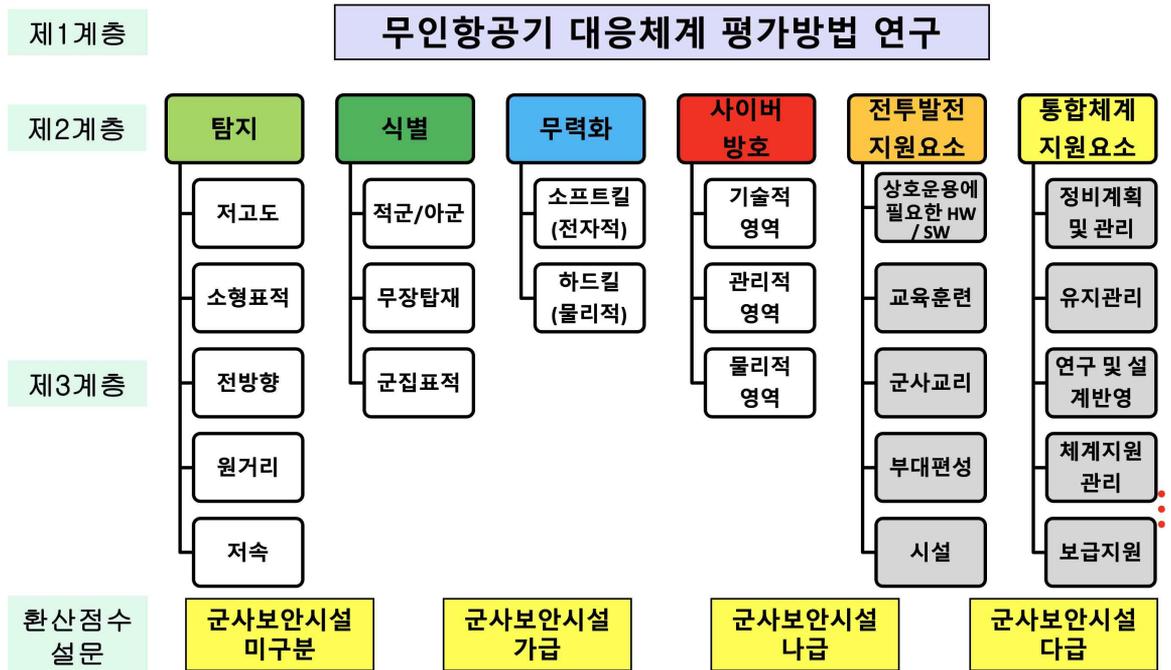
다시 한번 바쁘신 가운데 귀중한 시간을 내어 설문지 작성에 협조해 주셔서 감사드립니다.

귀하께서 받으신 설문지에 응답하신 후 제출 버튼을 눌러주시기 바라며, 언제라도 궁금한 사항이 있으시면 문의해 주시기 바랍니다.

e-mail : 000000@gmail.com / 인트라넷: 00000@af.mil

문의전화: 000-0000-0000

\* 아래의 그림과 표는 AHP 설문(전문가 30명 참여)을 통해 도출된 무인항공기 대응체계 제2계층(6개)과 제3계층(26개) 가중치(중요도)입니다.



\* 제2계층(6개)에 대한 전문가 30명의 가중치(중요도)입니다.

구분	제2계층	가중치 (중요도)	우선순위	일관성 비율 (CR)
1	탐지	0.357	1	CR = 0.01180 (CR < 0.1)
2	식별	0.246	2	
3	무력화	0.204	3	
4	사이버 방호	0.081	4	
5	전투발전 지원요소	0.058	5	
6	통합체계 지원요소	0.054	6	

\* 제2계층 아래에 있는 제3계층(26개)에 대한 전문가 30명의 가중치

(중요도)입니다.

구분	제2계층	제3계층	가중치 (중요도)	우선순위	일관성 비율 (CR)
1	탐지 (5개)	저고도	0.268	1	CR = 0.00341 (CR < 0.1)
2		소형표적	0.267	2	
3		전방향	0.230	3	
4		원거리	0.152	4	
5		저속	0.082	5	
6	식별 (3개)	피아	0.611	1	CR = 0.00115 (CR < 0.1)
7		무장 탑재	0.215	2	
8		군집 표적	0.175	3	
9	무력화 (2개)	소프트킬	0.664	1	CR = 0.00000 (CR < 0.1)
10		하드킬	0.336	2	
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역	0.619	1	CR = 0.00196 (CR < 0.1)
12		관리적 영역	0.212	2	
13		물리적 영역	0.169	3	
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW	0.406	1	CR = 0.00385 (CR < 0.1)
15		교육훈련	0.171	2	
16		군사교리	0.151	4	
17		부대편성	0.167	3	
18		시설	0.105	5	
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리	0.264	1	CR = 0.00572 (CR < 0.1)
20		유지관리	0.203	2	
21		연구 및 설계반영	0.144	3	
22		체계지원관리	0.127	4	
23		지원장비	0.088	5	
24		지원정보체계	0.060	7	
25		기술교범 및 자료	0.051	8	
26		보급지원	0.062	6	

○ 아래의 표는 설문을 통해 식별한 무인항공기 대응체계에 적용해야 될 평가요소 선정 사유입니다.

제2계층	제3계층	선정 사유
탐지 (5)	저고도	저고도에서 공격 대비 탐지
	소형표적	초소형 드론 대상까지도 탐지
	전방향	한가지 방향이 아닌 전(全)방향 공격에 대비
	원거리	장거리에서 침투하는 무인항공기 탐지
	저속	무인항공기 테러 대비 느린 속도로 이동하는 항체 탐지
식별 (3)	피아	적군과 아군을 식별하는 것
	무장 탑재	무인항공기에서 아군 시설 등을 공격하기 위한 무장 탑재 여부 식별
	군집 표적	다수 무인항공기들의 공격을 대비한 식별 필요
무력화 (2)	소프트킬 (전자적)	전자적(재밍, 스푸핑 등)으로 무인항공기를 차단할 수 있는 능력
	하드킬 (물리적)	물리적(방공용 대공화기, 드론건 등)으로 무인항공기를 직접 파괴시킬 수 있는 능력
사이버 방호 (3)	기술적 영역	정보시스템, 서버, 네트워크 등의 위험요소와 취약점을 분석
	관리적 영역	보안정책, 기준, 절차, 수립·교육 및 감사를 수행
	물리적 영역	보안이 필요한 곳에 미인가 인원의 출입을 통제
전투 발전 지원 요소 (5)	상호운용에 필요한 HW/SW	무기체계 간 상호연동 및 통합운용을 위해 필요한 장비 (HW, SW), 물자, 주파수 등 확보
	교육훈련	무기체계의 획득에 따른 교육훈련 기획소요 판단, 교육훈련 장비 및 교보재 등 확보
	군사교리	무기체계 운용개념을 재정립 및 관련 교리·교범 등을 발전
	부대편성	부여된 임무, 기능 등을 수행하기 위해 최적 인적소요를 판단하여 중기 부대계획에 반영하고 편제표를 작성 및 발간
	시설	무기체계 운용·시험·훈련에 필요한 부동산/설비 등 확보

제2계층	제3계층	선정 사유
통합 체계 지원 요소 (8)	정비계획 및 관리	주장비에 적용할 정비개념을 수립하고, 정비수행 단계설정 및 절차수립, 정비수행에 필요한 인적·물적 자원에 대한 식별
	유지관리	체계 시험 및 운영유지단계의 고장 원인, 정비 애로사항 분석, 신뢰도, 정비도 추이 등 운용자료 분석을 통한 문제점 식별/개선 활동
	연구 및 설계반영	주장비 설계의 신뢰성, 정비성, 표준화 및 호환성과 군수지원 요구사항, 선진 기술, 소재를 설계에 반영
	체계지원 관리	모든 통합체계지원요소의 계획, 관리, 예산 반영 등 획득 및 운용유지 단계에서 일관된 체계지원관리 활동
	지원장비	주장비 운용 및 정비에 필요한 지원장비 소요에 대한 식별·확보·관리하는 활동
	지원정보 체계	획득된 기술교범·기술자료 관리, 정비·보급지원 관리 및 주장비의 주요 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원의 소요를 식별·확보·관리하는 활동
	기술교범 및 기술자료	운용·정비를 위한 기술교범과 목록화 자료, 규격화 자료, RAM 및 체계지원분석 자료 등을 개발·확보·관리하는 활동
	보급지원	주장비와 동시에 공급해야 할 초도 보급소요와 운영유지를 위한 후속 보급소요에 대한 식별·확보·목록화·관리하는 활동

○ 군사보안시설의 무인항공기 대응체계 구축을 위해 평가항목별 환산점수(복합가중치)가 절대적으로 중요하면 5점을, 매우 중요하면 4점을, 상당히 더 중요하면 3점을, 약간 중요하면 2점을, 보통이면 1점을 부여하는 방식입니다. 설문 시 평가요소별 환산점수표 5점 척도를 사용하였지만, 부여된 실제 각 평가요소별 환산점수(복합가중치)의 점수와 차이가 있습니다. 예를 들어, 탐지의 저고도 평가요소가 절대 중요하다면 5점을 표시하게 되어있지만 실제 환산점수는 9.576점으로 계산됩니다.

#### 환산점수표 5점 척도의 의미

중요도	의미
1	보통(Normal Important)
2	약간 더 중요(Moderate Important)
3	상당히 더 중요(Essential or Strong Important)
4	매우 중요(Demonstrated Important)
5	절대적으로 중요(Extreme Important)

○ 각 평가요소별 환산점수표(복합가중치)는 아래와 같습니다.

\* 환산점수(복합가중치)=(제2계층 가중치 X 100) X 제3계층 가중치

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도	9.576	7.661	5.746	3.830	1.915
2		소형표적	9.545	7.636	5.727	3.818	1.909
3		전방향	8.224	6.579	4.934	3.290	1.645
4		원거리	5.432	4.346	3.259	2.173	1.086
5		저속	2.920	2.336	1.752	1.168	0.584
6	식별 (3개)	피아	15.005	12.004	9.003	6.002	3.001
7		무장 탑재	5.272	4.218	3.163	2.109	1.054
8		군집 표적	4.296	3.437	2.577	1.718	0.859
9	무력화 (2개)	소프트킬	13.543	10.834	8.126	5.417	2.709
10		하드킬	6.857	5.486	4.114	2.743	1.371
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역	5.020	4.016	3.012	2.008	1.004
12		관리적 영역	1.715	1.372	1.029	0.686	0.343
13		물리적 영역	1.370	1.096	0.822	0.548	0.274
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW	2.365	1.892	1.419	0.946	0.473
15		교육훈련	0.997	0.797	0.598	0.399	0.199
16		군사교리	0.880	0.704	0.528	0.352	0.176
17		부대편성	0.974	0.779	0.584	0.389	0.195
18		시설	0.614	0.491	0.368	0.245	0.123
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리	1.414	1.131	0.848	0.565	0.283
20		유지관리	1.087	0.869	0.652	0.435	0.217
21		연구 및 설계반영	0.771	0.616	0.462	0.308	0.154
22		체계지원관리	0.683	0.546	0.410	0.273	0.137
23		지원장비	0.473	0.379	0.284	0.189	0.095
24		지원정보체계	0.321	0.257	0.192	0.128	0.064
25		기술교범 및 자료	0.275	0.220	0.165	0.110	0.055
26		보급지원	0.334	0.267	0.201	0.134	0.067
총계			99.963	79.969	59.975	39.983	19.992

○ 각 군사보안시설(가급 / 나급 / 다급)에 대한 정의는 다음과 같습니다.

1. 군사보안시설 '가급' : 국가안전보장에 중대한 영향을 끼칠 수 있는 시설
2. 군사보안시설 '나급' : 군의 임무수행에 막대한 차질을 초래할 시설
3. 군사보안시설 '다급' : 단위부대의 전투작전 임무수행에 지장을 초래할 시설

○ 각 군사보안시설(가급 / 나급 / 다급)에 대한 분류 기준은 국방보안업무훈령을 참고하시기 바랍니다.



(질문 1) 환산점수표(복합가중치)를 활용해 군사보안시설 '가급'에 대한 무인항공기 대응체계 구축 시 각 평가요소(26개)의 요구수준 관련 전문가의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 더 중요, 약간 더 중요, 보통)을 표시해 주세요.

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도					
2		소형표적					
3		전방향					
4		일거리					
5		저속					
6	식별 (3개)	피아					
7		무장 탑재					
8		군집 표적					
9	무력화 (2개)	소프트킬					
10		하드킬					
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역					
12		관리적 영역					
13		물리적 영역					
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW					
15		교육훈련					
16		군사교리					
17		부대편성					
18		시설					
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리					
20		유지관리					
21		연구 및 설계반영					
22		체계지원관리					
23		지원장비					
24		지원정보체계					
25		기술교범 및 자료					
26		보급지원					

(질문 2) 환산점수표(복합가중치)를 활용해 군사보안시설 '나급'에 대한 무인항공기 대응체계 구축 시 각 평가요소(26개)의 요구수준 관련 전문가의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 더 중요, 약간 더 중요, 보통)을 표시해 주세요.

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도					
2		소형표적					
3		전방향					
4		일거리					
5		저속					
6	식별 (3개)	피아					
7		무장 탑재					
8		군집 표적					
9	무력화 (2개)	소프트킬					
10		하드킬					
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역					
12		관리적 영역					
13		물리적 영역					
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW					
15		교육훈련					
16		군사교리					
17		부대편성					
18		시설					
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리					
20		유지관리					
21		연구 및 설계반영					
22		체계지원관리					
23		지원장비					
24		지원정보체계					
25		기술교범 및 자료					
26		보급지원					

(질문 3) 환산점수표(복합가중치)를 활용해 군사보안시설 '다급'에 대한 무인항공기 대응체계 구축 시 각 평가요소(26개)의 요구수준 관련 전문가의 의견(절대 중요, 매우 중요, 상당히 더 중요, 약간 더 중요, 보통)을 표시해 주세요.

구분	제2계층	제3계층	환산점수(복합가중치)				
			절대 중요	매우 중요	상당히 더 중요	약간 더 중요	보통
			⑤	④	③	②	①
1	탐지 (5개)	저고도					
2		소형표적					
3		전방향					
4		일거리					
5		저속					
6	식별 (3개)	피아					
7		무장 탑재					
8		군집 표적					
9	무력화 (2개)	소프트킬					
10		하드킬					
11	사이버 방호 (3개)	기술적 영역					
12		관리적 영역					
13		물리적 영역					
14	전투발전 지원요소 (5개)	상호운용에 필요한 HW/SW					
15		교육훈련					
16		군사교리					
17		부대편성					
18		시설					
19	통합체계 지원요소 (8개)	정비계획 및 관리					
20		유지관리					
21		연구 및 설계반영					
22		체계지원관리					
23		지원장비					
24		지원정보체계					
25		기술교범 및 자료					
26		보급지원					