

DEMATEL과 ANP를 이용한 해외구매 무기체계의 평가지표 개발*

조현기** · 김우제**†

Development of Evaluation Index for Foreign Weapon System Purchase using DEMATEL and ANP

Hyunki Cho** · Woo-Je Kim**

■ Abstract ■

Even though the final source selection of foreign weapon system purchase project in defense area is the most important phase, the standard evaluation index has not been developed. This paper provides an appropriate evaluation index using DEMATEL and ANP methods. First, the all possible evaluation criteria applied to the relevant previous literatures in domestic and overseas researches are derived and classified into groups. Second, DEMATEL method is used to determine the network structure representing the relations of cause and effect between groups and their sub-criteria. If isolated factors, not connected with other factors, are existed in the network structure, all factors except for the isolated ones are grouped as one large factor so that the independency between those ones is maintained. The weights of criteria are determined using AHP method if the criteria are independent relation and ANP method if the criteria are networked. The weights of higher and lower level criteria are then integrated and distributed as a point with respect to the decision making purpose. The developed evaluation index can be used as a standard one in various foreign weapon system purchase projects in defense area.

Keyword : DEMATEL, Analytic Hierarchy Process, Analytic Network Process, Final Source Selection

논문접수일 : 2012년 03월 03일 논문게재확정일 : 2012년 05월 15일

논문수정일(1차 : 2012년 05월 03일)

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었음.

** 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과

† 교신저자

1. 서 론

국가안보의 핵심수단 중 하나는 우리에게 위협이 되는 적보다 상대적으로 우월한 물리적 수단을 보유하는 것이다. 무기체계 도입은 안보위협에 대처하는 가장 확실한 물리적 수단으로, 이를 위하여 우리는 그동안 국내 연구개발과 해외로부터 우수한 무기를 구매하여 왔다. 국내 연구개발은 우리가 보유하지 못하거나 미래에 필요로 하는 기술을 개발하여 실용화함으로써 필요한 무기체계를 생산·획득하는 것이지만, 구매는 주로 해외에서 개발되어 생산된 다수의 무기체계 중 하나를 선택해야 하는 의사결정이 필요하다[9]. 무기체계를 획득할 경우 우리가 고려해야 할 가장 중요한 사항은 ‘군이 요구하는 성능의 무기체계를 경제적으로 적기에 전력화’하는 것이다. 하지만 무기체계 획득은 막대한 국가예산을 필요로 하고 있으며, 무기체계가 복잡화, 고정밀화, 첨단화됨에 따라 획득비와 운영유지비는 계속 증가하고 있다. <표 1>에서 보는 바와 같이 해외무기체계 구매의 경우 획득비의 규모는 전체 국방비에서 차지하고 있는 비중이 여전히 크기 때문에 기종결정 방법의 중요성이 강조되고 있다.

<표 1> 해외무기 구매액 현황[7]

(단위 : 억 원)

연도	2006	2007	2008	2009	2010
국방비	225,129	244,972	266,490	289,803	295,627
구매액	22,327	20,498	68,460	19,682	19,316

무기체계를 해외로부터 구매할 경우의 업무 절차는 소요가 결정된 무기체계의 사업추진전략 수립과 제안요청서 작성, 공고, 제안서 접수 및 평가, 협상과 시험평가의 자격이 되는 대상장비 선정, 협상 및 시험평가, 입찰, 기종결정, 계약, 장비제작, 납품 순으로 진행된다[9]. 이 중 기종결정은 협상이 완료되고 시험평가에서 전투용 적합 판정을 받은 장비를 대상으로 최적의 무기체계를 선정하는 단계로서 현재 적용하고 있는 방법으로는 요구조건이 충족된

장비 중 입찰을 통하여 최저 비용을 제시한 업체의 장비를 선정하는 ‘요구조건충족시 최저 비용에 의한 방법’과 가격과 성능, 계약조건 등 다양한 요소를 종합적으로 평가하여 선정하는 ‘종합평가에 의한 방법’이 있다[9].

그동안 대부분의 해외 구매사업은 장비의 복잡도나 고가 여부와는 관계없이 ‘요구조건충족시 최저 비용에 의한 방법’을 적용하고 있다. 이는 제안된 무기체계가 다수의 요구조건을 충족한다면 최저 비용을 제시한 업체의 제안장비를 최종 기종으로 결정하기 때문에 사업관리자 입장에서 기종결정에 대한 객관성을 확보할 수 있다. 반면 ‘종합평가에 의한 방법’은 정성적 요소에 대한 평가가 필요하기 때문에 평가 결과에 대한 객관성에 대해 문제 제기를 많이 받고 있는 반면, 이러한 평가를 위한 정성적·정량적 요소를 계량화하여 평가할 수 있는 표준화된 평가지표가 없다는 단점이 있다.

‘요구조건충족시 최저 비용에 의한 방법’은 단순 장비나 부품에 적용하는 것이 적절하지만, 그동안 복합무기체계 또는 고가의 무기체계에 대해서도 평가 결과의 객관성을 확보하기 위하여 ‘요구조건충족시 최소 비용에 의한 방법’을 적용하는 경우가 많았다. 이는 무기체계를 해외로부터 구매하는 것이 단순히 저가의 장비만을 획득하는 것이 목적이 아니라 무기체계를 구매함으로써 얻을 수 있는 다양한 이점을 함께 얻기 위한 것이었으나, 획득비만을 반영함에 따라 다음과 같은 문제점이 초래되었다. 첫째, 무기체계 도입 당시에는 저가의 비용으로 구매하였으나, 운영유지비가 상대적으로 많이 들어 결국 수명주기 비용 측면에서는 잘못된 선정이 되는 경우가 될 수 있다. 둘째, 비용 측면에서는 상대적으로 저렴하다고 할 수 있으나, 성능 측면에서 상대적으로 우수한 무기체계에 대한 평가를 할 수 없다. 셋째, 첨단기술을 적용한 고성능의 무기체계에 대한 평가를 할 수 없어 향후 국방과학기술발전에 대한 파급효과를 기대할 수 없다. 넷째, 해외무기 구매사업이라 할지라도 국내 업체의 참여가 필수적으로 요구되거나 국내업체 참여 정도에 대한 평가를 반영할 수

없다. 다섯째, 제안업체별 다양한 계약이행능력과 상대적으로 우수한 제안을 한 경우 이에 대한 우수성을 평가할 수 있는 방법이 없다.

무기체계 평가 또는 선정과 관련하여서는 그동안 몇몇 국내외 연구에서 찾아볼 수 있다. Chen[17]과 Cheng[20]은 퍼지산술연산 개념을 적용하여 평가요소별 무기체계의 우선순위를 부여하고 각각의 평가요소에 대한 가중치를 부여하여 산술적으로 계산함으로써 무기체계의 우선순위를 평가하였다. Lee et al.[27]의 경우 AHP(Analytic Hierarchy Process)와 PCA(Principal Component Analysis) 혼합접근에 의한 평가요소별 가중치를 도출하고 이를 Goal Programming 목적함수의 요소별 가중치로 적용하여 무기체계를 선정하는 방법을 제시하였다. AHP와 퍼지 TOPSIS에 의한 최적의 무기체계 선정 방법[22]을 적용한 연구도 있다. 국내에서는 고영형[3]이 기종결정 평가요소를 AHP와 네트워크 분석 과정(Analytic Network Process, ANP)를 이용하여 가중치를 도출, 두 가지 방법간의 차이를 비교 분석하였다. 그러나 대부분의 연구들은 무기체계 기종결정을 위한 평가요소를 어떻게 구성하느냐에 대한 설계방법보다는 평가요소별 가중치를 어떻게 구하고 논리적으로 대안을 결정하느냐에 중점을 두어 평가요소 설계에 대한 연구가 더욱 필요한 실정이다.

본 연구에서는 그동안 해외구매 무기체계의 최종 기종결정을 위한 표준화된 평가지표 개발을 위하여 DEMATEL과 ANP를 이용하였다. 기종결정은 무기선정의 마지막 단계에 해당되기 때문에 평가요소의 다양한 영향관계를 고려하여야 한다. DEMATEL은 평가요소 간의 영향관계와 정도를 파악할 수 있으며, ANP는 네트워크 구조에 따른 종속성과 영향정도를 이용한 가중치 도출이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 DEMATEL을 이용하여 네트워크 구조를 설정하고, ANP를 이용하여 가중치를 도출하였다. 이를 위해 제 2장에서는 DEMATEL 방법과 ANP에 대한 이론적 고찰을 실시하였으며, 제 3장에서는 기종결정 및 공급업체 선정 관련 문헌에서 적용된 평가요소들을 종합하여 평가지표 개발에 필요한 요소들

을 도출하고 DEMATEL과 ANP를 이용하여 평가요소간의 네트워크 구조 설계와 가중치를 도출하는 과정을 제시하였으며, 평가지표 구축 및 평가요소별 가중치 부여 결과에 대한 분석을 포함하였다. 제 4장은 본 연구에 대한 결론과 향후 연구방향에 대한 과제를 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 DEMATEL

DEMATEL(DECISION MAKING TRIAL and EVALUATION Laboratory)은 스위스의 바텔연구소(Battelle Memorial Institute)에서 세계가 직면하고 있는 복잡하고 곤란한 문제를 해결하기 위한 대규모 연구 프로젝트의 명칭으로, 그래프 이론에 기초하여 복잡하게 연결되어 있는 문제들의 인과관계를 도해적으로 설명하거나 계량화하는 기법이다[28].

DEMATEL 기법은 의사결정 문제를 구성하고 있는 다수의 요인들을 대상으로 영향을 부여하는 요인과 이에 따라 영향을 받는 요인들로 구분하여 이들에 대해 방향성을 갖는 그래프로 연결함으로써 의사결정 문제의 요인들간 인과관계를 정량적으로 분석 가능한 장점이 있다. 특히 계층구조를 가지는 복잡한 문제에 대한 이해와 해결 가능한 해를 용이하게 식별할 수 있다[28, 33]. 하지만 DEMATEL 기법은 요인간의 영향관계만을 제시할 뿐 영향 정도에 대한 해결 방안은 제시하지 못하는 단점이 있기 때문에 이를 해결하기 위해서는 ANP와 같은 방법과 통합하여 적용하는 것이 필요하다[28].

DEMATEL 기법은 다음의 5단계에 의하여 수행한다.

첫 번째는 직접 영향관계 행렬(Direct Relation Matrix, DRM)을 구축하는 단계이다. 이를 위하여, k 명의 전문가에 의하여 요인간의 관계를 평가하도록 하며, 행은 원인을, 열은 결과를 나타낸다. 일반적으로 요인간의 영향정도는 5단계로 구분하여 '0'은 영향관계가 전혀 없는 경우, '1'은 영향관계가 약

한 경우, '2'는 영향관계가 중간인 경우, '3'은 영향관계가 높은 경우, '4'는 영향관계가 매우 높은 경우로 나타낸다. k 명의 전문가에 의해 평가된 행렬은 다음의 수식에 의하여 통합하는데,

$$A = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k A_i \quad (1)$$

A 는 k 명의 전문가에 의해 평가된 행렬을 산술평균한 DRM이며, A_i 는 i 번째 전문가에 의해 평가된 행렬이다.

두 번째는 DRM을 정규화하는 단계이다. 정규화된 DRM을 행렬 M 이라고 할 경우 다음의 수식과 같이 나타낼 수 있다.

$$M = \frac{1}{s} A \quad (2)$$

$$s = \max \left(\max_{j=1}^n a_{ij}, \max_{i=1}^n a_{ij} \right) \quad (3)$$

a_{ij} 는 행렬 A 의 i 번째 행의 j 번째 열에 해당하는 값을 의미하며, $i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ 이다.

세 번째는 전체 영향관계 행렬(Total Relation Matrix, TRM)을 구축하는 단계이다. TRM을 행렬 T 라고 할 경우 다음의 수식과 같이 계산할 수 있다.

$$T = M + M^2 + M^3 + \dots M^m = \sum_{m=1}^{\infty} M^m \quad (4)$$

$$= M(I - M)^{-1}$$

네 번째는 영향을 주는 그룹과 영향을 받는 그룹으로 분리하는 단계이다. t_{ij} 를 행렬 T 의 i 번째 행의 j 번째 열에 해당하는 값이라고 하고, D 는 행렬 T 에서 행의 합, R 은 열의 합이라고 한다면, D 와 R 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D = \sum_{j=1}^n t_{ij}, \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$R = \sum_{i=1}^n t_{ij}, \text{ for } j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

D 는 의사결정 문제에 있어서 해당 요인이 차지하는 원인의 정도를 의미하며, R 은 다른 요인들이 해당 요인에 미치는 영향을 의미한다. 따라서 $D+R$ 은 원인과 결과의 관계 속에서 의사결정 문제에 대하여 해당 요인이 차지하는 중요도를 의미하게 되며, $D-R$ 은 해당 요인이 전체 요인 중에서 원인으로 작용하는지 아니면 영향을 받아 결과로 작용하는지를 나타내게 된다. 만약 $D-R > 0$ 이면 원인자가 되며, $D-R < 0$ 이면 원인에 따른 결과자가 되는 것이다[31].

마지막으로 기준 값(γ) 설정과 영향구조 그래프(Impact-digraph-map)를 작성하는 단계이다. 영향구조 그래프를 작성하기 위해서는 먼저, 영향 수준을 결정하기 위한 기준값을 설정해야 한다. 행렬 T 에서 기준 값보다 큰 값만 선택하여 영향구조 그래프로 나타내게 된다. 기준 값은 의사결정자나 전문가에 의해 결정되어야 한다[31]. 영향구조 그래프는 각각의 요인에 대하여 $D+R$ 데이터를 수평축으로 하고 $D-R$ 데이터를 수직축으로 하여 상호 1대 1일 맵핑시켜 작성할 수 있다[35].

본 연구에서는 평가요소 간의 네트워크 구조 관계를 설정하기 위해 DEMATEL을 적용하기 때문에 전체 영향관계 행렬 T 를 구한 뒤 기준 값(γ) 설정 결과에 따라 평가요소간의 상호관계에 따라 네트워크 구조를 결정하는 것으로 한정하였다.

2.2 ANP

ANP는 평가요소들간의 다양한 상호연관성을 반영하여 보다 정교한 의사결정을 수행하기 위한 방법이다[5]. ANP는 AHP를 일반화한 것으로 AHP와 ANP 모두 다수의 평가요소를 이용하여 이들간의 상호관계 정의에 의해 구조화하고 평가 참여자의 주관적 견해를 정량화하여 의사결정에 적용할 수 있다는 측면에서 유사성이 있다[4].

하지만 의사결정 문제 접근에 있어서 AHP는 평가요소간 계층 구조를 중심으로 문제를 해결하는 반면, ANP는 평가요소간의 계층적 종속관계뿐만 아니라 요소간의 시너지 및 피드백효과 등을 종합적으로 고려하여 문제를 해결한다[6, 14].

이러한 측면에서 AHP 방법은 엄격한 계층에 의한 단방향 트리구조라면, ANP 방법은 평가요소 간 내부 및 외부 종속성과 피드백을 고려한 양방향 네트워크 구조라고 볼 수 있다[10].

ANP 네트워크 구조 설계에 대한 정형화된 방법은 없으나 주로 요소간의 상관관계분석[10]이나 Interpretive Structural Modeling(ISM)[25, 29]의 방법이 적용되고 있으나 상호간의 영향정도 파악이 어렵고 영향관계에 대한 집단 의사결정 적용이 제한된다.

DEMATEL은 일종의 시스템 분석기법으로 복잡하게 상관되어 있는 구성요소들의 인과관계를 계량화하거나 도해적으로 설명할 수 있으며, 집단 의사결정 적용이 가능하다는 측면에서 일부에서 ANP 네트워크 구조 설계에 적용되고 있다[30, 33, 34].

ANP 절차는 첫 번째로 의사결정 문제를 목표, 클러스터, 하위의 의사결정 요소인 평가요소로 도출한다. 두 번째는 도출된 평가요소 상호간의 종속성과 피드백 관계를 전문가 등의 의견을 수렴하여 도출하고 네트워크 모형으로 구축한다. 이때 상관관계 분석이나 DEMATEL 등과 같은 다양한 방법이 적용될 수 있다. 세 번째는 각 요소의 중요도를 산정하기 위하여 AHP에서 수행하는 방법과 동일한 쌍대비교를 수행한다. 다만, 종속성과 피드백 등의 관계로 인하여 상호관계가 AHP보다 많기 때문에 더 많은 쌍대비교를 수행해야 한다. 이를 통하여 부분 우선순위가 도출되면 네 번째로 수퍼매트릭스(W)를 구성하게 된다. 수퍼 매트릭스는 m 개의 클러스터, $C_h (h=1, \dots, m)$ 로 구성된 네트워크가 있고, 각 클러스터는 n_h 개의 평가요소($e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hn_h}$)를 포함하고 있다고 할 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ e_{11} \dots e_{1n_1} & e_{21} \dots e_{2n_2} & \dots & e_{m1} \dots e_{mn_n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ \vdots \\ e_{1n_1} \\ C_2 \\ \vdots \\ e_{2n_2} \\ \vdots \\ e_{m1} \\ C_m \\ \vdots \\ e_{mn_n} \end{matrix} & \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{m1} & W_{m2} & \dots & W_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

여기서 W_{ij} 는 i 번째 클러스터와 j 번째 클러스터의 상호관계, 즉 중요성을 나타내는 매트릭스이며, 상호관계가 존재하지 않을 경우에는 영행렬이 된다. 마지막으로 수퍼매트릭스를 변환시켜 최종적인 우선순위를 도출하는 단계이다. 이를 위해서는 수퍼매트릭스의 각 열의 원소값들을 정규화시켜 합이 1이 되도록 변환시킨다. 이때 클러스터의 중요도를 고려할 경우에는 각 클러스터의 가중치를 각 열의 해당하는 부분의 원소에 곱한 후 정규화 하여 가중수퍼매트릭스(W')를 구성한다. 가중수퍼매트릭스를 $\lim_{k \rightarrow \infty} (W')^k$ 와 같이 무한 곱을 할 경우 매트릭스의 각 원소 값의 변화가 없는 수렴 상태가 되는데, 이때의 값이 최종적인 가중치가 된다.

3. 평가지표 개발

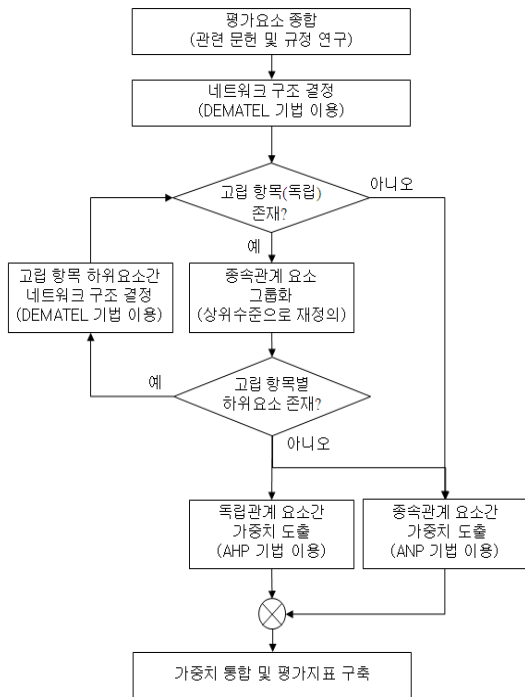
3.1 평가지표 개발 방법

본 연구에서는 해외 구매사업의 무기체계 기종결정을 위한 평가요소 도출을 위하여 먼저, 관련문헌 연구와 규정 등을 통하여 적용된 평가요소들을 종합하였다. 종합된 평가요소는 방위사업관리규정[9]에 따라 유사한 요소들을 분야별로 대분류와 중분류로 구분하였다. 각각의 요소는 상호 영향관계가 존재할 수 있어 DEMATEL 분석을 통한 네트워크

구조를 확인하였다.

네트워크 구조 확인 결과 요소 상호간에 영향 관계가 존재할 경우에는 ANP 기법에 의한 가중치를 도출하게 된다. 그러나 네트워크에 연결고리가 없는 독립항목이 존재할 경우에는 영향을 주거나 받지 않는 독립요소로 분류할 수 있다. 이러한 요소가 존재할 경우에는 영향 관계가 있는 요소를 하나의 그룹으로 묶어 독립 항목과 독립성을 유지하도록 하였다. 이는 AHP 기법 적용을 위한 구조 설계와 동일하기 때문에 가중치도 AHP 기법에 의해 도출하여야 한다. 대분류 항목의 하위요소도 동일한 방법으로 수행하였다.

구조 설계 결과 독립관계인 경우는 AHP 기법을, 종속관계인 경우는 ANP 기법을 적용하여 가중치를 도출하였으며, 이들 요소를 통합한 후 최하위 수준의 평가요소에 배점을 부여하여 평가지표를 구축하였다. [그림 1]은 본 연구에서 적용한 평가지표 개발의 프레임워크이다.



[그림 1] 평가지표 개발 프레임워크

3.2 평가요소 종합

방위사업청의 해외 구매 무기체계에 대한 최종 기종결정 방법 중에서 종합평가에 의한 기종결정의 목적은 군이 요구하는 성능의 충족여부나 비용측면에서 저렴한 기종을 선택하기 위해 평가하는 것이 아니라, 이미 사업관리자나 군의 입장에서 기본적으로 요구하는 사항들이 충족된 다수의 대안 중에서 각종 요인들을 고려하여 최선의 대안을 평가하기 위한 것이다[9]. 따라서 평가 모델은 대상 무기체계에 대한 성능과 수명주기 동안의 운영유지, 획득 및 유지비용, 사업적 관점에서의 고려사항 등 제반사항들로 구성되고 이에 대한 가중치를 포함하여야 한다. 이를 위해서는 다음과 같은 사항이 이미 모두 완료되었다고 가정해야 한다.

- 시험평가에서 전투용 적합 판정 : 성능측면에서 군 요구사항을 충족하고 군 운용 적합성과 전투발전 및 종합군수지원요소의 실용성 측면에서 충족
- 절충교역 협상 완료 : 제안 기술에 대한 기술가치평가가 완료되고 요구 점수를 충족한 상태이며, 이행에 대한 협상이 완료된 상태
- 기본계약 협상 완료 : 일반 및 특수계약조건에 대해 제안업체에서 수락하고, 가계약이 체결된 상태
- 해외무기 구매 관련 기타 사항 충족 : 국내 협력업체에 일정 비율 이상 사업 참여, 부품 국산화 기여 등
- 정책적 고려사항은 미반영 : 정책적 고려사항은 평가의 상대적 우열을 평가할 수 없는 분야이기 때문에 제외

위의 가정을 기반으로 무기체계 선정과 성격이 비슷한 민수분야의 업체 평가에 적용하고 있는 요소들을 관련 문헌으로부터 먼저 도출하고, 무기체계 해외 구매 관련 문헌에서 그동안 적용한 요소들을 도출하여 현행 규정에서 명시하고 있는 요소들과의 공통사항으로 그룹화 하였다. <표 3>은 민수분야

〈표 2〉 민수분야 업체 선정 평가요소

평가요소	연구	분야
경제성(구입비, 유지비, 감가상각비), 기술성(항공기 설계, 기술파급효과), 운용성(항공기 활용성, 교육목적 적합도), 정비/부품조달(정비의 용이도, 보유기술의 활용, 부품조달), 안전성(항공기 안전도), 환경친화성(환경친화도)	은희봉, 권보현[13]	항공
품질, 인도조건 충족, 가격/비용, 제조능력, 서비스, 관리능력, 기술력, 연구개발, 기업재무, 융통성, 명성, 관계, 위험, 안전 및 환경	Ho et al.[24]	-
인도, 품질, 응답수준, 관리, 분야, 재무, 시설, 기술력	Bhattacharya et al.[16]	
품질(소비자 거부, 공장 감리), 반응(긴급 조달, 품질 문제), 규율(정직, 절차 수용), 인도, 재무, 관리(태도, 사업기술), 기술능력(기술적 문제해결, 제품 분야), 시설(기계, 인프라, 배치)	Yahya and Kingsman[32]	-
제품개발능력(최대 주물크기, 최소두께, 주물 복잡도, 소프트웨어 보조), 제조능력(형상, 모래준비, 몰딩, 코어제작, 용해 및 주입), 품질능력(열전달, 기계장치, 외형 크기 정확도, 표면처리, 시험시설), 비용 및 시간(품질인증, 품질 수상실적, 주물 비용, 인도시간)	Akarte et al.[15]	주물
사업구조(일반사항, 조직 프로파일, 재무상태), 제조능력(장비상태, 제조능력, 제품인도능력), 품질체계(품질체계인증, 품질체계문서, 품질체계적용)	Gencer and Gürpınar[23]	전자 제품

의 공급업체 선정 평가요소이다.

국내의 경우 무기체계 해외 구매와 유사한 분야는 교육훈련용 항공기 선정으로 크게 경제성과 기술성, 운용 적합성, 도입 후 운용유지, 안전성과 환경친화성 등이 주요 요소로 적용되었다. 해외의 경우 크게 품질 측면과 경제성 측면, 제조능력 측면에서 평가요소들을 적용하고 있었다. 이는 공공의 이익보다는 제품 자체에 대한 성능, 기능, 품질의 신뢰성, 가격 등이 주요 고려사항으로 적용된 것으로 판단된다.

무기체계는 적대국가와의 상대적 전력 균형 또는 우위를 선점하기 위해 도입되고 한 번 도입하면 수십 년간 사용해야 하기 때문에 성능과 후속군수지원에 대한 고려가 무엇보다도 많이 고려되었다. 또한 일반 민수제품과는 달리 무기체계는 국가의 안보와 직결되는 부분이기 때문에 업체의 제작능력과 신뢰성을 평가하였으며, 일부 연구에서는 도입에 따른 반대급부로 절충교역도 평가요소로 추가하였다. <표 4>는 해외 구매사업에서 무기체계 선정을 위한 요소를 종합한 것이다.

<표 3>과 <표 4>의 내용을 기초로 현행 방위사업관리규정에서 명시하고 있는 해외 구매 무기체계의 기준결정시 고려해야 할 분야로 요소를 재분류하였다. 먼저, 수명주기비용 측면에서는 대부분의 문

헌에서 무기 또는 제품의 구입비와 수명기간동안 소요되는 운영유지비, 감가상각비로 구분하여 요소를 적용하고 있으나, 무기체계는 영업이익을 추구하는 것이 아니라 국가안보를 목적으로 도입되는 것이기 때문에 획득비와 운영유지비가 고려되어야 한다.

다음은 시험평가에 해당하는 성능의 우수성 측면으로, 시험평가 목적이 사용자의 요구사항이 모두 반영되었는지를 검증하는 절차이기 때문에 이를 통하여 대상장비별 우수성이 평가되어야 한다. 이를 위하여 기본능력이나 작전운용능력 등을 고려한 임무수행능력, 장비의 군 운용 적합성이 고려되어야 하며, 이에 추가하여 타 무기체계와의 연동을 위한 상호운용성이 추가되어야 한다[9].

무기체계가 도입되면 이를 운용할 수 있는 인력과 교리/교육훈련, 시설 등을 고려하는 전투발전지원요소분야와 후속군수 지원분야에 해당하는 전력화지원요소 측면에서는 대부분의 문헌에서 후속군수지원, 하자보증체계 등을 주요요소로 고려하였으나, 이중 하자보증체계는 계약조건에 언급이 되는 부분이기 때문에 제외하였다. 이에 추가하여 전투발전지원요소 중 장비 운용을 위한 인력/시설요소, 교육훈련소요는 무기체계에 따라 대별되는 정도가 크기 때문에 평가요소에 포함되어야 한다[9].

〈표 3〉 해외무기 선정을 위한 의사결정 평가요소

평가요소	연구	적용무기
경제성(획득비, 운영유지비), 계약조건(입찰가, 인도시기/조건, 대금지불조건, 하자처리 등), 전력화지원요소(전투발전지원요소, 종합군수지원요소), 시험평가 결과, 절충교역, 대외 판매실적	방위사업청[9]	-
수명주기비용(획득비, 운영유지비 등), 임무수행능력(장거리 공중전 능력 등), 군 운용 적합성(항공기 제원, 종합군수지원, 임무효율성 등), 기술이전/계약조건(계약조건, 절충교역 충족도, 항공산업육성, 핵심기술획득)	유윤식[11]	전투기
국방과학기술력 제고 및 국내산업발전 기여(기술확보, 국내제작 작업량), 경제적 획득 및 운영(획득비, 운영유지비), 성능보장(임무수행능력), 운영유지보장(후속군수지원), 기타 정책적 고려사항(업체제안의 신뢰성, 계약조건, 생산국가와의 관계, 여건 변화 등)	강인호, 심인섭[1]	-
경제성(구입비, 유지비, 감가상각비), 기술성(기술이전도, 국내 산업의 연계, 기술과급 효과), 전투능력(기동성, 전투행동 반경, 무장탑재능력, 전자전 능력), 정비/군수지원(정비의 용이도, 보유기술의 활용, 후속군수지원), 환경친화성(항공기 소음, 대기오염), 안전성(항공기 설계, 항공기 안전특성)	은희봉, 김봉선[13]	전투기
비용(획득비, 운영유지비), 성능(주요성능, 일반성능), 운용적합성(종합군수지원, 운용 여건), 계약 및 기타조건(계약조건, 절충교역, 기타조건)	고영형[3]	-
기술발전, 군수지원능력, 무장능력, 항공능력, 하부체계능력	Cheng et al.[21]	공격헬기
전술(유효사거리, 운항고도, 운항속도, 신뢰성, 화력 정확도, 파괴율, 살상반경), 기술(미사일 범주, 반응속도, 사격속도, 항재밍, 전투능력), 정비(운용조건, 안전, 차폐, 단순성, 조립성), 경제(체제 비용, 체제 수명, 재료의 한계), 첨단(모듈화, 기동능력, 표준화)	Cheng[19, 20]	해군 전술미사일
기본능력(사거리, 고도, 명중률, 반응시간, 설정시간, 탐지표적수, 처리표적수), 작전능력(상호운용성, 전자방어, 대레이더미사일, 기동, 훈련, 종합군수지원능력), 비용 및 기술효과(획득비, 정비비, 절충교역, 기술적 효과, 산업과급효과, 협력적 성장)	Lee et al.[27]	미사일
공격(무장-연막탄발사기; 대공포; 주포; 공축기관총, 탄약-연막탄; 대공포탄; 공축기관총탄; 전차포탄), 기동(일반기동-최대거리; 최대속도; 출력대 중량비, 장애물극복-교통호; 수직장애물; 횡경사; 종경사; 하천통과; 개척능력), 방어(은폐; 위장 및 기만; 장갑방호), 통신(정찰 및 감시; 항법; 통신; 지휘통제)	Cheng and Lin[18], Jiang et al.[26]	전차

절충교역 측면에서는 절충교역이 외국으로부터 군수품을 획득할 때 외국 계약자에게 기술이전 및 부품 역수출 등 일정한 반대급부를 요구하는 조건 부교역이기 때문에 이에 대한 요소들이 포함되어야 한다[8]. 따라서 기술이전이 될 경우 얻을 수 있는 과학기술 제고 효과, 국내 산업과급효과가 고려되어야 하며, 이에 추가하여 국내 제품을 해당국에서 수입하거나 국내업체가 해외업체의 국내 협력업체로 참여하는 등의 해외수출(역수출) 수준에 대한 평가가 필요하다[9].

방위사업관리규정에서 언급하고 있는 계약조건인 경우 대부분 동일한 계약조건을 모든 업체에게 요구하기 때문에 업체별 대별되는 차이가 없어 평가요소에서 제외하였다. 마지막으로 해외 업체능력인 경우 무기체계 도입은 계약기간이 장기간 소요되고

막대한 예산이 투입되어야 하기 때문에 계약 상대자인 해외 업체의 능력을 평가하는 것은 무엇보다 중요하다. 따라서 기존 문헌을 기초로 해외업체능력에 해당하는 장비제작/기술능력과 업체의 사업관리능력이 고려되어야 하며, 신용평가기관에 의한 해외업체의 신용등급과 대외판매실적, 신뢰성 있는 계약이행 등에 해당되는 계약이행 신뢰성을 포함하여야 한다. 이를 분야별로 종합하면 <표 4>와 같다.

3.3 네트워크 구조 결정

의사결정 목표 달성을 위해 도출된 평가요소 간의 관계 결정을 위한 단계로, 이를 위하여 먼저 대분류 항목을 대상으로 네트워크 구조를 결정하였다. 네트워크 구조 결정은 DEMATEL을 이용하였으며, 해외 구매사업 경험이 있는 전문가 10명에게

〈표 4〉 분야별 평가요소 도출 결과

분야	평가요소	관련 문헌
수명주기 비용 (C ₁)	획득비 입찰 결과(C ₁₁)	유윤식[11], 강인호, 심인섭[1], 은희봉, 김봉선[12], 은희봉, 권보현[13], 고영형[3], Cheng et al.[21], Cheng[19, 20], Lee et al.[27], Ho et al.[24], Akarte et al.[15]
	운영유지비 추정 결과(C ₁₂)	Cheng[19, 20], Lee et al.[27]
성능의 우수성 (C ₂)	임무수행 능력(C ₂₁)	유윤식[11], 강인호, 심인섭[1], 은희봉, 김봉선[12], 은희봉, 권보현[13], 고영형[3], Cheng et al.[21], Cheng[19, 20], Lee et al.[27], Ho et al.[24], Akarte et al.[15], Cheng and Lin[18], Jiang et al.[26], Gencer and Gürpınar[23]
	군 운용 적합성(C ₂₂)	유윤식[11], 강인호, 심인섭[1], 은희봉, 김봉선[12], 은희봉, 권보현[13]
	상호 운용성(C ₂₃)	방위사업청[9]
전력화 지원요소 (C ₃)	후속군수 지원(C ₃₁)	강인호, 심인섭[1], 은희봉, 김봉선[12], 은희봉, 권보현[13], 고영형[3]
	교육훈련 소요(C ₃₂)	추가 요소(방위사업관리규정)
	인력/시설 소요(C ₃₃)	추가 요소(방위사업관리규정)
절충교역 효과 (C ₄)	국내산업 파급효과(C ₄₁)	유윤식[11], 강인호, 심인섭[1], 은희봉, 김봉선[12], 은희봉, 권보현[13], 고영형[3], Cheng et al.[21], Cheng[19, 20]
	과학기술 체고효과(C ₄₂)	Lee et al.[27], Ho et al.[24], Yahya and Kingsman[32], Bhattacharya et al.[16]
	해외수출 수준(C ₄₃)	추가 요소(방위사업관리규정)
해외 업체능력 (C ₅)	장비제작 기술능력(C ₅₁)	Ho et al.[24], Akarte et al.[15], Cheng and Lin[18], Jiang et al.[26], Gencer and Gürpınar[23]
	사업관리 능력(C ₅₂)	Ho et al.[24], Akarte et al.[15]
	계약이행 신뢰성(C ₅₃)	강인호, 심인섭[1], Ho et al.[24], Bhattacharya et al.[16]

설문을 통하여 평가하도록 하였다. 네트워크 구조 결정을 위해 적용된 기준 값(γ)은 전문가 자문을 구한 결과로 적용하였다. 식 (1)을 이용하여 DRM 행렬을 산술평균한 결과(A)는 <표 5>과 같다.

〈표 5〉 대분류 항목의 행렬 A

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	0	3.8	3.6	1.9	1.7
C ₂	3.9	0	3.5	1.4	2.1
C ₃	3.3	3.1	0	1.5	1.3
C ₄	0.9	1.0	1.7	0	1.6
C ₅	1.1	1.2	0.7	1.4	0

식 (2)와 식 (3)을 이용하여 행렬 A를 정규화한 결과는 <표 6>과 같으며, 식 (4)를 이용한 전체 영향 관계 행렬 T에 대한 계산 결과는 <표 7>에 제시하였다.

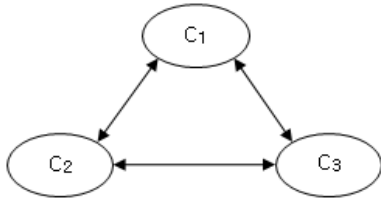
〈표 6〉 대분류 항목의 행렬 M

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	0	0.345	0.327	0.173	0.155
C ₂	0.355	0	0.318	0.127	0.191
C ₃	0.300	0.282	0	0.136	0.118
C ₄	0.082	0.091	0.155	0	0.145
C ₅	0.100	0.109	0.064	0.127	0

〈표 7〉 대분류 항목의 행렬 T

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	0.852	1.096	1.110	0.704	0.729
C_2	1.111	0.836	1.099	0.671	0.750
C_3	0.983	0.961	0.762	0.613	0.633
C_4	0.467	0.468	0.523	0.263	0.407
C_5	0.428	0.431	0.410	0.343	0.247

전문가 자문에 의해 기준 값(γ)은 0.95로 결정하였으며, 만약 이 보다 작으면 영향관계가 없는 것으로 고려하였다. 〈표 7〉에 대한 네트워크 구조는 [그림 2]와 같이 나타낼 수 있다.



[그림 2] 영향관계가 존재하는 대분류 항목 네트워크 구조

DEMATEL 분석 결과 수명주기비용(C_1)과 성능의 우수성(C_2), 전력화 지원요소(C_3) 항목은 상호 영향관계가 존재하지만, 절충교역 효과(C_4)와 해외업체 능력(C_5)은 상호 영향관계가 존재하지 않았다. 즉, 고립항목이 존재한다는 것을 의미하며, 이는 네트워크 구성에 포함되지 않아 타 항목에 대해 영향을 주거나 받지 않는 독립관계에 있음을 알 수 있다.

이러한 고립항목이 존재할 경우에는 다음과 같은 절차에 의해 이 문제를 해결할 수 있다.

- ① 상호 영향관계가 있는 항목을 고립항목으로부터 분리하여 하나의 그룹으로 구성한다.
- ② 다수의 고립항목이 존재할 경우 별도의 그룹으로 구성이 필요한지에 대해 판단한다.
- ③ 새로운 그룹으로 구성한 경우에는 그룹을 대표할 수 있는 그룹명을 부여하되, 고립항목을 별도 그룹으로 구성하지 않은 경우 고립항목명을 그룹명으로 사용한다.

본 연구에서는 상호 영향관계가 있는 수명주기비용과 성능의 우수성, 전력화 지원요소를 하나의 네트워크 그룹으로 묶어 ‘무기체계 획득 및 운영유지’라는 새로운 항목으로 정의하였으며, 고립항목인 절충교역 효과와 해외업체능력은 별도의 그룹으로 구성할 필요가 없기 때문에 각각의 고립항목명을 그룹명으로 사용하였다. 이로써 재 정의된 그룹 상호간에는 독립관계가 유지된다고 볼 수 있어 AHP 방법에 의한 가중치 도출이 가능하다.

절충교역 효과와 해외업체능력의 하위요소들간 영향 관계도 동일하게 DEMATEL 분석을 실시하여 확인 가능하며 이에 대한 결과는 〈표 8〉 및 〈표 9〉과 같다.

〈표 8〉 절충교역 효과 하위요소의 DEMATEL 결과

(a) 행렬 A

	C_{41}	C_{42}	C_{43}
C_{41}	0	3.4	3.3
C_{42}	2.7	0	1.2
C_{43}	3.0	3.0	0

(b) 행렬 M

	C_{41}	C_{42}	C_{43}
C_{41}	0	0.507	0.493
C_{42}	0.403	0	0.179
C_{43}	0.448	0.448	0

(c) 행렬 T

	C_{41}	C_{42}	C_{43}
C_{41}	1.519	1.993	1.598
C_{42}	1.323	1.134	1.034
C_{43}	1.720	1.848	1.178

절충교역 효과와 해외업체능력의 하위요소들에 대한 네트워크 구조 결정을 위한 기준 값(γ)도 대분류 요소의 네트워크 구조 결정에서 적용한 것과 동일한 값인 0.95를 적용하였다. 〈표 8〉와 〈표 9〉에 대한 네트워크 구조는 [그림 3] 및 [그림 4]와 같다.

<표 9> 해외업체능력 하위요소의 DEMATEL 결과

(a) 행렬 A

	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃
C ₅₁	0	2.1	2.6
C ₅₂	1.7	0	3.3
C ₅₃	3.2	3.9	0

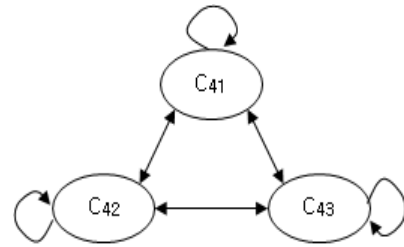
(b) 행렬 M

	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃
C ₅₁	0	0.296	0.366
C ₅₂	0.239	0	0.465
C ₅₃	0.451	0.549	0

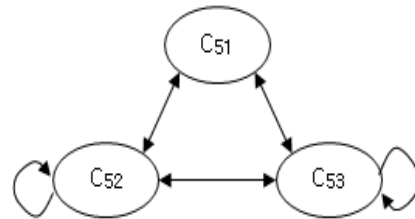
(c) 행렬 T

	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃
C ₅₁	0.868	1.246	1.263
C ₅₂	1.126	1.094	1.386
C ₅₃	1.460	1.712	1.330

절충교역 효과에 대한 하위 요소들은 상호 영향관계가 존재하였으며 각각의 요소들은 피드백이 존재하였다. 해외 업체능력에 대한 하위 요소들의 경우에도 상호 영향관계가 있으며, 장비제작 기술능력(C₅₁)을 제외한 나머지 요소들만 피드백이 존재하였다.

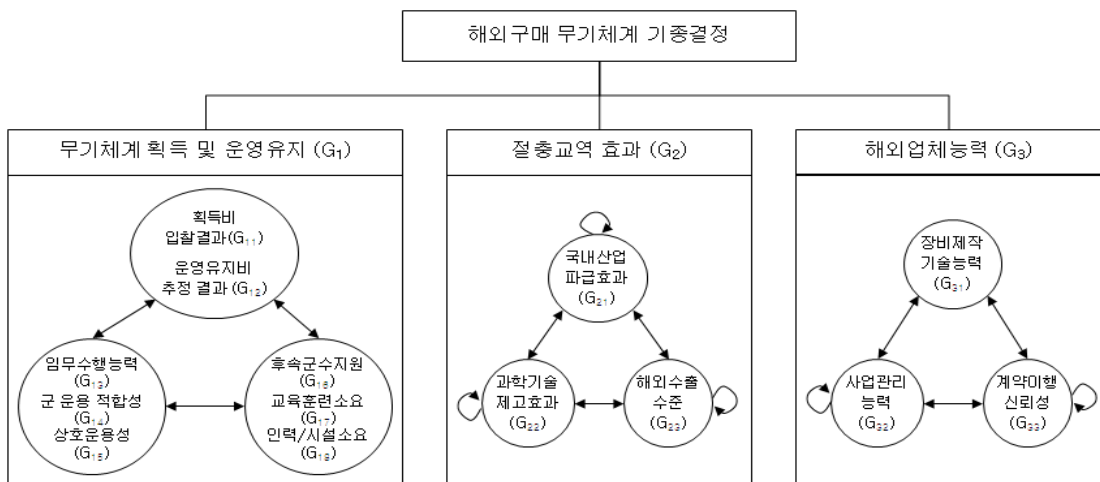


[그림 3] 절충교역 효과 하위요소의 네트워크 구조



[그림 4] 해외업체능력 하위요소의 네트워크 구조

지금까지 결과를 종합하면 수명주기비용과 성능의 우수성, 전력화 지원요소를 그룹화하여 별도의 항목으로 정의한 무기체계 획득 및 운영유지 항목과 절충교역 효과, 해외업체능력은 상호간 독립관계가 유지되는 한편, 하위요소들은 [그림 2]와 [그림 3], [그림 4]와 같은 네트워크 구조에 따른 상호 영향관계가 존재하였다. 따라서 이러한 결과는 [그림 5]와 같은 구조로 나타낼 수 있다.



[그림 5] 네트워크 구조 결정 결과

3.4 가중치 도출

[그림 5]의 네트워크 구조 결정에 따라 그룹간 상호 독립이 유지되기 때문에 AHP 기법에 의한 가중치를 도출하고, 각각의 그룹을 구성하고 있는 하위 요소들은 네트워크 구조에 따라 ANP 기법에 의한 가중치를 도출하였다. 설문대상은 방위력 개선 사업을 담당하고 있는 방위사업청 실무 담당자와 전력증강 업무를 수행하는 각 군 및 합참의 실무자 18명을 대상으로 실시하였다. 해당분야 실무지식과 전문적 경험이 있는 집단이 선발된 경우에는 그 집단의 특성이 동질적일 때 설문대상 규모는 10~15명이면 충분하다고 볼 수 있기 때문에 설문대상자는 충분한 것으로 판단하였다[2]. 또한 일관성 비율(C.R.)은 0.1보다 작거나 같은 경우에만 가중치 산정에 적용하였다. 대부분의 설문대상자는 그동안 쌍대비교에 의한 설문 평가에 참여한 경험이 많아 일관성 비율을 충족하였으며, 일관성 비율을 위반한 경우에는 재확인을 통하여 설문평가를 수정 적용하였다.

3.4.1 그룹간 가중치 도출

무기체계 획득 및 운영유지(G_1), 절충교역 효과(G_2), 해외업체 능력(G_3) 그룹간의 가중치는 해외 구매 무기체계 기종결정 관점에서 상대적 중요도를 AHP 기법을 이용하여 도출하였으며, 결과는 <표 10>과 같다.

<표 10> 그룹별 가중치 도출 결과

	G_1	G_2	G_3
가중치	0.6822	0.1284	0.1894

무기체계 획득 및 운영유지 측면에서 가중치가 가장 높게 나왔으며, 계약을 이행하는 해외업체의 능력이 다음으로 중요하게 평가되었다. 절충교역 효과는 해외구매 무기체계 기종결정 측면에서는 직접적인 영향이 그리 크게 나타나지 않았으나, 여전히 해외업체 능력과 비슷한 수준에서 중요도가 평가되었다.

3.4.2 무기체계 획득 및 운영유지(G_1)

하위요소의 가중치 도출

무기체계 획득 및 운영유지를 구성하고 있는 하위요소들은 [그림 5]와 같이 수평적 관계에 있기 때문에 ANP 기법에 의한 가중치 도출이 필요하다. 또한 각각의 하위요소 클러스터는 피드백이 존재하지 않기 때문에 내부 종속은 없는 것으로 볼 수 있다. 따라서 각각의 하위요소 클러스터를 구성하고 있는 요소에 대하여 다른 클러스터 내의 요소들의 중요도를 평가하여 부분 우선순위를 결정하고, 이를 슈퍼 매트릭스(W)로 구성한 다음 Stochastic 프로세스 적용을 위하여 행렬내 열의 합이 1이 되도록 정규화(W')를 하였다. 정규화된 행렬은 $\lim_{k \rightarrow \infty} (W')^k$ 와 같이 무한 곱을 하여 행렬내 각 행을 구성하는 원소 값이 동일하면 곱을 중지하였다. ANP에 의한 가중치 도출 과정과 결과는 <표 11>에서 <표 13>와 같다.

<표 11> 하위요소 우선순위 벡터 도출 결과

	G_{11}	G_{12}	G_{13}	G_{14}	G_{15}	G_{16}	G_{17}	G_{18}
G_{11}	0.0000	0.0000	0.6161	0.5978	0.6144	0.2911	0.2996	0.3111
G_{12}	0.0000	0.0000	0.3839	0.4022	0.3856	0.7089	0.7004	0.6889
G_{13}	0.5177	0.5486	0.0000	0.0000	0.0000	0.3128	0.3791	0.3932
G_{14}	0.3168	0.2701	0.0000	0.0000	0.0000	0.5083	0.4299	0.4213
G_{15}	0.1655	0.1813	0.0000	0.0000	0.0000	0.1788	0.1910	0.1855
G_{16}	0.6969	0.7098	0.5110	0.4120	0.4010	0.0000	0.0000	0.0000
G_{17}	0.1393	0.1437	0.2711	0.3841	0.3225	0.0000	0.0000	0.0000
G_{18}	0.1638	0.1465	0.2179	0.2039	0.2765	0.0000	0.0000	0.0000

<표 12> 하위요소 정규화 결과

	G_{11}	G_{12}	G_{13}	G_{14}	G_{15}	G_{16}	G_{17}	G_{18}
G_{11}	0.0000	0.0000	0.3081	0.2989	0.3072	0.1456	0.1498	0.1556
G_{12}	0.0000	0.0000	0.1919	0.2011	0.1928	0.3544	0.3502	0.3444
G_{13}	0.2589	0.2743	0.0000	0.0000	0.0000	0.1564	0.1895	0.1966
G_{14}	0.1584	0.1350	0.0000	0.0000	0.0000	0.2542	0.2150	0.2106
G_{15}	0.0827	0.0907	0.0000	0.0000	0.0000	0.0894	0.0955	0.0928
G_{16}	0.3484	0.3549	0.2555	0.2060	0.2005	0.0000	0.0000	0.0000
G_{17}	0.0696	0.0719	0.1355	0.1921	0.1613	0.0000	0.0000	0.0000
G_{18}	0.0820	0.0731	0.1090	0.1019	0.1382	0.0000	0.0000	0.0000

〈표 13〉 하위요소 Stochastic 프로세스 결과

	G ₁₁	G ₁₂	G ₁₃	G ₁₄	G ₁₅	G ₁₆	G ₁₇	G ₁₈
G ₁₁	0.1509	0.1509	0.1509	0.1509	0.1509	0.1509	0.1509	0.1509
G ₁₂	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824	0.1824
G ₁₃	0.1463	0.1463	0.1463	0.1463	0.1463	0.1463	0.1463	0.1463
G ₁₄	0.1275	0.1275	0.1275	0.1275	0.1275	0.1275	0.1275	0.1275
G ₁₅	0.0595	0.0595	0.0595	0.0595	0.0595	0.0595	0.0595	0.0595
G ₁₆	0.1929	0.1929	0.1929	0.1929	0.1929	0.1929	0.1929	0.1929
G ₁₇	0.0775	0.0775	0.0775	0.0775	0.0775	0.0775	0.0775	0.0775
G ₁₈	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630	0.0630

3.4.3 절충교역 효과(G₂) 하위요소의 가중치 도출

절충교역 효과 그룹의 하위요소는 내부 종속에 따른 영향관계를 고려하여 가중치를 도출하여야 하며, 절차는 무기체계 획득 및 운영유지 그룹 하위요소 가중치 도출과 동일하다.

〈표 14〉 하위요소 우선순위 벡터 도출 결과

	G ₂₁	G ₂₂	G ₂₃
G ₂₁	0.5476	0.3024	0.2878
G ₂₂	0.3022	0.5283	0.3444
G ₂₃	0.1502	0.1693	0.3678

〈표 14〉는 각 열의 합이 1이기 때문에 정규화는 불필요하다. Stochastic 프로세스에 의한 각 요소의 가중치는 〈표 15〉과 같다.

〈표 15〉 하위요소 Stochastic 프로세스 결과

	G ₂₁	G ₂₂	G ₂₃
G ₂₁	0.3968	0.3968	0.3968
G ₂₂	0.4014	0.4014	0.4014
G ₂₃	0.2018	0.2018	0.2018

3.4.4 해외업체능력(G₃) 하위요소의 가중치 도출

해외업체능력 그룹의 하위요소에 대한 가중치 도출도 절충교역 효과 그룹의 하위요소 가중치 도출과 동일한 과정에 의해 도출할 수 있으며, 결과는

〈표 16〉 및 〈표 17〉과 같다.

〈표 16〉 하위요소 우선순위 벡터 도출 결과

	G ₃₁	G ₃₂	G ₃₃
G ₃₁	0.0000	0.4150	0.3417
G ₃₂	0.5600	0.3032	0.2848
G ₃₃	0.4400	0.2818	0.3735

〈표 17〉 하위요소 Stochastic 프로세스 결과

	G ₃₁	G ₃₂	G ₃₃
G ₃₁	0.2747	0.2747	0.2747
G ₃₂	0.3672	0.3672	0.3672
G ₃₃	0.3581	0.3581	0.3581

3.5 평가지표 구축 및 결과 분석

각각의 그룹 내 하위요소들의 가중치는 상위요소인 그룹의 가중치 도출 결과와 곱하여 최종 가중치를 도출하여야 한다. 최종 가중치 도출 결과와 해외구매 무기체계 기종결정을 위한 평가지표는 〈표 18〉와 같다.

〈표 18〉 평가지표 구축 및 배점 도출 결과

그룹	평가요소	배점
무기체계 획득 및 운영유지 (0.6822)	획득비 입찰 결과(0.1509)	0.1029
	운영유지비 추정 결과(0.1824)	0.1244
	임무수행 능력(0.1463)	0.0998
	군 운용 적합성(0.1275)	0.0870
	상호운용성(0.0595)	0.0406
	후속군수지원(0.1929)	0.1316
	교육훈련소요(0.0775)	0.0529
절충교역 효과 (0.1284)	국내 산업 파급효과(0.3968)	0.0510
	과학기술 제고효과(0.4014)	0.0515
	해외수출 수준(0.2018)	0.0259
해외 업체능력 (0.1894)	장비제작 기술능력(0.2747)	0.0520
	사업관리 능력(0.3672)	0.0695
	계약이행 신뢰성(0.3581)	0.0679

평가지표에서 후속군수지원이 0.1316으로 가장 중

요한 요소로 평가되었으며, 다음으로 운영유지비 추정 결과가 0.1244로 중요도가 높게 나왔다. 제안서 평가나 연구개발사업의 경우 높게 평가되었던 임무 수행능력과 획득비 입찰 결과, 군 운용의 적합성 요소는 후속군수지원이나 운영유지비 추정 결과에 비해 상대적으로 낮게 중요도가 평가 되었는데, 이러한 결과는 해외 구매사업의 경우 기종결정 단계 진입을 위해서는 이미 시험평가와 협상 단계에서 성능이나 획득비에 대한 분야가 평가되었기 때문에 향후 운영유지 단계에서 얻을 수 있는 장점이 많은 무기체계 선정에 보다 많이 기여할 수 있는 평가요소에 보다 가중치를 상대적으로 높게 부여한 것으로 분석된다.

해외업체의 사업관리 능력과 계약이행 신뢰성에 대한 평가요소도 각각 0.0695와 0.0679로 상대적으로 높은 가중치가 부여되었는데, 이는 적기에 무기체계 인도에 필요한 가장 중요한 요소가 해외업체의 사업관리 능력과 그동안의 계약이행 실적 및 신용등급평가 등이 반영된 계약이행의 신뢰성이기 때문인 것으로 분석된다.

절충교역 효과 그룹의 경우 과학기술 제고효과(0.0515)와 국내산업 파급효과(0.0510)의 가중치가 해외수출 수준에 비해 비슷한 수준으로 높게 평가 되었다. 이는 절충교역의 목적과 연계되는 것으로, 해외구매사업을 통하여 단순히 무기체계를 구매하는데 끝나지 않고 우리가 확보하기 못한 핵심기술을 절충교역을 통하여 확보함으로써 국내 기술능력을 제고는 물론 국내 산업발전에 기여한다는 취지를 잘 반영한 것으로 볼 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구방향

기종결정은 무기선정의 마지막 단계에 해당되는 중요한 과정이기 때문에 평가요소의 다양한 영향관계를 고려하여야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 먼저, 무기체계 구매 또는 공급자 선정과 관련된 국내 및 해외 문헌 연구와 해외구매 무기체계 관련 규정 검토를 통하여 평가를 위한 요소를 도출하였

다. 도출된 평가요소 상호 영향 관계는 DEMATEL 기법을 이용하여 네트워크 구조를 결정하였으며, 가중치는 네트워크 구조 존재 여부에 따라 AHP와 ANP 기법을 이용하여 도출하고 통합함으로써 평가지표를 구성하는 평가요소의 가중치를 부여하였다. 본 연구를 통하여 다음의 두 가지 측면에서 연구의 의의를 찾아볼 수 있다.

첫째, 국방분야 해외구매 무기체계의 최종 기종결정을 위하여 그동안 정립되지 않은 평가지표를 DEMATEL과 ANP 기법을 이용하여 개발하였다. 지금까지는 대부분 수준의 평가요소만 존재할 뿐, 무기체계 해외구매를 위한 구체적인 요소 도출은 미흡하였다. 본 연구 결과는 다양한 무기체계 해외구매사업에 표준화된 기종결정 평가지표로 적용할 수 있는 기반을 마련하였다고 볼 수 있다.

둘째, DEMATEL 기법 적용 측면에서 네트워크 구조에 포함되지 않는 고립 항목이 존재할 경우에 대한 해결 절차를 제시함으로써 보다 융통성 있는 기법의 적용뿐만 아니라, 이 결과에 따라 ANP 기법과 AHP 기법의 혼합 적용을 위한 방법론을 제시하였다. 이는 ANP 기법이 갖는 계산의 복잡성을 보다 단순화하면서도 요소간의 중요도를 도출할 수 있다는 측면에서 연구의 의의가 있다고 볼 수 있다.

향후에는 DEMATEL에도 각각의 평가요소에 대한 의미 있는 정보가 포함되어 있기 때문에 ANP와 같은 복잡한 가중치 도출 절차를 대체하거나 일부를 보완하여 가중치를 부여하는 방법론의 개발이 필요하겠다. 또한 개발된 평가지표는 실제 사례 적용을 통하여 평가지표를 구성하는 각각의 평가요소별 중요도에 대한 유효성 분석이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 강인호, 심인섭, “국방획득 사업의 의사결정 방법에 대한 소고”, 『한국방위산업학회지』, 제5권(2003), pp.95-108.
- [2] 경태원, 김상국, “AHP 기법을 이용한 IT 프로젝트 관리 우선순위 수립에 대한 연구”, 『Infor-

- mation Systems Review, 제9권, 제3호(2007), pp.157-181.
- [3] 고영형, “방위사업청 국외구매사업 제안서의 효율적 평가체계에 관한 연구 : AHP/ANP 기법을 사용”, 석사학위논문, 국방대학교, 2007.
- [4] 김재희, “네트워크 의사결정기법을 활용한 감축 의사결정 평가 요소의 가중치 산정”, 『정책분석평가학회보』, 제21권, 제2호(2011), pp.199-218.
- [5] 박용태, “차세대 기술혁신을 위한 기술지식 경영”, 생능출판사, 2008.
- [6] 박 현, 고길곤, 유석현, “2001년도 예비타당성조사 연구보고서 : 예비타당성조사 수행을 위한 다기준분석 방안 연구(Ⅱ)”, 한국개발연구원 공공투자센터, 2001.
- [7] 2011년 방위사업청 통계연보, 방위사업청, 2001.
- [8] 방위사업청 지침 제2011-03호 절충교역 지침서, 방위사업청, 2011.
- [9] 방위사업청 훈령 제170호 방위사업관리규정, 방위사업청, 2012.
- [10] 심용호, 변기섭, 이봉규, “AHP와 ANP 방법을 이용한 그린 ICT 정책의 전략적 우선순위 도출 방안”, 『한국 인터넷정보학회지』, 제12권, 제1호(2010), pp.85-97.
- [11] 유윤식, “차기 전투기 기종결정의 평가-합리성을 중심으로”, 『한국 사회와 행정 연구』, 제14권, 제1호(2003), pp.391-414.
- [12] 은희봉, 김봉선, “계층화의사결정법(AHP)을 이용한 전투기 기종선택에 관한 연구”, 『항공운항학회지』, 제6권(1998), pp.51-69.
- [13] 은희봉, 권보현, “AHP를 이용한 경항공기 기종선택표의 개발”, 『한국항공운항학회지』, 제11권, 제2호(2003), pp.43-58.
- [14] 이충성, “유역치수계획 최적대안 결정을 위한 의사결정모형의 개발”, 박사학위논문, 인하대학교 대학원, 2007.
- [15] Akarte, M.M., N.V. Surendra, B. Ravi, and N. Rangaraj, “Web based casting supplier evaluation using analytic hierarchy process,” *Journal of the Operational Research Society*, Vol.52, No.5(2001), pp.511-522.
- [16] Bhattacharya, A., J. Geraghty, and P. Young, “Supplier selection paradigm : An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment,” *Applied Soft Computing*, Vol.10(2010), pp.1013-1027.
- [17] Chen, S.M., “Evaluating weapon systems using fuzzy arithmetic operations”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.77(1996), pp.265-276.
- [18] Chen, C.H. and Y. Lin, “Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation,” *European Journal of Operational Research*, Vol.142, No.1(2002), pp.174-186.
- [19] Cheng, C.H., “Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 96, No.2(1997), pp.343-350.
- [20] Cheng, C.H., “Evaluating weapon systems using ranking fuzzy numbers,” *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.107(1999), pp.25-35.
- [21] Cheng, C.H., K.L. Yang, and C.L. Hwang, “Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight,” *European Journal of Operational Research*, Vol.116(1999), pp.423-435.
- [22] Dağdeviren, M., S. Yavuz and N. Kilinç, “Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment,” *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.4(2009), pp.8143-8151.
- [23] Gencer, C. and D. Günrpınar, “Analytic network process in supplier selection : A case study in an electronic firm,” *Applied Mathematical Modelling*, Vol.31(2007), pp.2475-2486.

- [24] Ho, W., X. Xu, and P. Dey, "Multi-criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection : A Literature Review," *European Journal of Operational Research*, Vol.202(2010), pp.16-24.
- [25] Huang, J.J., G.H. Tzeng and C.S. Ong, "Multidimensional data in multidimensional scaling using the analytic network process," *Pattern Recognition Letters*, Vol.26(2005), pp. 755-767.
- [26] Jiang, J., X. Li, Z. Zhou, D. Xu and Y. Chen, "Weapon system capability assessment under uncertainty based on the evidential reasoning approach," *Expert Systems with Applications*, Vol.38(2011), pp.13773-13784.
- [27] Lee, J., S.H. Kang, J. Rosenberger and S.B. Kim, "A hybrid approach of goal programming for weapon systems selection," *Computers and Industrial Engineering*, Vol.58 (2010), pp.521-527.
- [28] Li, C.W. and G.H. Tzeng, "Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall," *Expert Systems with Applications*, Vol.36(2009), pp.9891-9898.
- [29] Lin, Y.T., C.L. Lin, H.C. Yu and G.H. Tzeng, "A novel hybrid MCDM approach for outsourcing vendor selection : A case study for a semiconductor company in Taiwan," *Expert Systems with Applications*, Vol.37, No.7 (2010), pp.4796-4804.
- [30] Tsai, W.H. and W.C. Chou, "Selecting management systems for sustainable development in SMEs : A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP," *Expert Systems with Applications*, Vol.36(2009), pp. 1444-1458.
- [31] Tzeng, G.H., C.H. Chiang and C.W. Li, "Evaluating intertwined effects in e-learning programs : A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL," *Expert Systems with Applications*, Vol.32, No.4(2007), pp.1028-1044.
- [32] Yahya, S. and B. Kingsman, "Vendor rating for an entrepreneur development programme : A case study using the analytic hierarchy process method," *Journal of the Operational Research Society*, Vol.50, No.9(1999), pp.916-930.
- [33] Yang, J.L. and G.H. Tzeng, "An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method," *Expert Systems with Applications*, Vol. 38(2011), pp.1417-1424.
- [34] Wu, W.W., "Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach," *Expert Systems with Applications*, Vol.35(2008), pp.828-835.
- [35] Wu, W.W. and Y.T. Lee, "Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method," *Expert Systems with Applications*, Vol.32, No.2(2007), pp.499-507.