

# Economical & Technological Ripple Effects in Acquiring New Weapon System : Focused on Ground · Sea · Air Weapon System

Sang-Wook Shin\* · Cheon-Kyun Oh\*\* · Dong-Soon Yim\* · Bong-Wan Choi\*<sup>†</sup>

\*Hannam University Department of Industrial and Management Engineering  
\*\*LIGNex1, Korea

## 국방무기체계 연구개발 기반 경제적 · 기술적 파급효과 : 지상 · 해상 · 공중 무기체계를 중심으로

신상욱\* · 오천균\*\* · 임동순\* · 최봉완\*<sup>†</sup>

\*한남대학교 산업경영공학과  
\*\*LIGNex1, Korea

The private sector is currently reviewing the feasibility of the project or deciding economic policies by analyzing the economic ripple effects. However, the arms acquisition project focuses on the need for the national defense weapons system by analyzing the costs and the effectiveness of the analysis and reviewing the necessity and feasibility of the project. In order to analyze the economic ripple effects, KB (the Bank of Korea) prepares and publishes an analysis table of industrial associations in a given unit. IAAR (the industrial association analysis report) is difficult to apply directly to the defense weapons system. Therefore, research on the economic ripple effects applicable to the defense arms procurement project was needed. In this study, we propose the generic methodology for estimating economical and technical ripple effects resulted in acquiring new weapon systems. Based on the analysis of inter-industrial relations, economical ripple effects are estimated with production inducing effects, value-induced effects, employment-induced effects and export-induced effects. Also, the technological ripple effects are estimated with technological intensity represented by investment cost in research and development. To show the validity of proposed methodology, a case study of acquiring new weapon systems such as GR (guided rocket), destroyer, and helicopter is accomplished. From the case study, it is concluded that these economical & technological ripple effects can be used as a reference to decision making in the course of acquiring major future defense weapons systems.

**Keywords** : Economical and Technical Ripple Effects Analysis, New Weapon System, Guided Rocket, Destroyer, Helicopter, Decision Making

## 1. 서론

탈냉전 이후 강대국들은 군비증강에 박차를 가하고 있으며 우리의 최대 위협인 북한 또한 비대칭 무기체계 위주의 핵심전력 증강을 통한 전력향상에 노력하고 있다. 우리나라 또한 주변국 및 북한의 위협에 대비하기 위하여 필요한 무기체계를 획득하고자 노력하고 있으나 [12, 13, 16] 최근 경제 여건 및 국민 정서의 변화에 따라 막대한 사업이 투입되는 무기체계 획득사업에 합리적인 의사결정 및 사업추진을 원하는 의견이 보다 더 증대되고 있다[17]. 이러한 추세에 부응하기 위하여 최근 무기체계 획득과 관련한 국방환경은 예산사용의 투명성과 효율적 집행뿐만 아니라 방위사업과 국내 경제에 미치는 영향요소에 대한 관심이 고조되고 있다. 국방부는 국방백서 등을 통해 우리가 아직도 핵·미사일 등 비대칭 전력은 물론 재래식 전력에서도 북한에 비해 상당한 열세라고 강조하면서 국방비 증액의 필요성을 호소하고 있다. 하지만 시대적 상황변화에 따라 국방비 증액에 대한 요구논리가 과거 필요성을 입증하는 방법에서 고용창출 등 국내 경제·기술적 파급효과[2, 15, 19]를 고려해야 한다는 국민의 요구가 증대되고 있는 실정이다. 이러한 요구에 부응하기 위해서 국방획득 사업시 경제적·기술적 파급효과 등을 고려한 경제적 타당성을 검토하고 있으나 국방획득사업의 특성상 경제적 타당성을 적용하는데 있어서는 다양한 의견이 개진되고 있으며, 적용방법론에 대한 이론 연구 또한 초기 단계이다[5].

이러한 관점에서 앞으로 진행 될 우리나라 국방무기체계 획득의 합리성을 보장하고 예산을 충당하는 국민들을 설득하기 위해서는 위협에 대비한 필수 무기체계를 확보함과 동시에 무기체계 사업이 우리나라 경제와 국민들의 일자리 창출과 같은 경제적·기술적 파급효과 측면에서도 설득력이 있도록 국방무기체계 획득사업을 이끌어 갈 필요가 있다.

국방무기체계 획득사업에 대한 국민적 공감대와 예산사용에 대한 합리적 논리를 확보하기 위하여 사업에 대한 편익분석에 방법론 및 적용사례를 연구하였으나, 국방무기체계 획득사업에는 편익에 대한 논리를 적용하는 것은 국방사업에 획득논리와 부합하지 않는다는 의견에 의해서 국방무기체계에 대한 편익분석은 적용하지 않고 있는 실정이다. 이후 국방무기체계 획득사업에 적용할 수 있는 경제적·기술적 파급효과 논리를 보강하여 사업추진 당위성 및 합리성을 지원하고자 하는 의견이 확대되고 있다[8].

이러한 취지에 부합하기 위해서 본 연구에서는 국방무기체계 획득사업에 합리성을 지원할 수 있는 경제적·기술적 파급효과 이론을 정립하여 아래와 같은 여섯 가

지 유발계수(생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업유발효과, 수출유발효과, 고용유발효과) 및 기술파급효과를 중심으로 국방무기체계 사업 추진시 경제 전반에 미치는 경제적·기술적 파급효과를 도출할 수 있는 방법론을 정립한다. 또한 현재 기획되고 있는 국방무기체계 사업의 국민적 공감대 및 사업추진 합리성을 제공할 수 있도록 육·해·공군의 주요무기체계가 될 유도로켓, 구축함 및 헬기 사업에 대한 경제적·기술적 파급효과 분석 사례 연구를 수행한다.

## 2. 경제적·기술적 파급효과 분석 방법론

일반적으로 연구개발사업 예비 타당성 검토에 사용되는 경제적 타당성 분석 방법은 편익분석을 제외하고 비용분석과 경제적·기술적 파급효과 분석 방법을 사용하는 방향으로 가고 있다. 비용분석은 작업분할구조(WBS)에 의거한 공학적 분석과 전산모델 분석 방법을 병행하여 보완적으로 사용한다. 경제적·기술적 파급효과 분석은 투자비용에 대한 유발효과를 유발효과계수를 활용하여 화폐단위로 산출하여 분석한다[17].

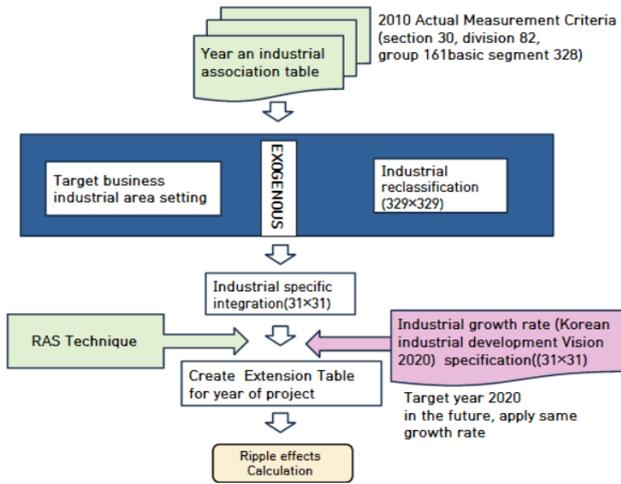
### 2.1 비용분석 방법론

비용분석은 공학적 분석방법과 전산모델 분석방법을 적용하여 분석한다. 공학적 분석과 전산모델 분석 결과를 비교하여 비용분석을 검증한다. 공학적 분석은 세부 공정별 작업공정을 가장 효과적으로 수행 할 수 있는 재료비, 노무공수, 직접경비 근거 파악 및 적정 작업분할구조(WBS)에 의거한 목록을 구성하고, 학습률과 물가 상승률을 고려하여 분석하였으며, 전산모델 분석은 PRICE 모델을 활용하여 분석한다[6, 7, 17].

### 2.2 경제적·기술적 파급효과 분석 방법론

유도로켓, 구축함 및 헬기 사업의 WBS를 검토하여 산업연관분석 프레임워크에 적합한 산업부문을 재구성 후, 산업부문간 연관계수를 재산출하고 한국은행에서 발표한 산업연관표를 사용한다.

산업연관표는 한국은행 발표 '10년판 산업연관표 중 2013/14년 연장표를 사용하여 ① 재구성된 산업연관계수를 이용하여 각종 유발효과계수(생산유발, 부가가치유발, 고용유발) 산출하여, 투자비용에 따른 유발효과를 화폐단위로 산출한다. ② 기술파급효과는 기술투자비(기술거래내역) 산업연관표에 포함되어 있지 않으므로, 별도의 연구개발 투자비 조사를 통해 산업연관표 틀에 맞게 조정하여



<Figure 1> Interindustry Analysis Flow Chart

산업연관계수를 적용하여 기술과급계수를 산출하고, 이를 기초로 투자비에 대한 기술과급효과를 화폐단위로 산출한다.

2.2.1 산업연관표를 이용한 경제적 과급효과 분석

산업연관표는 산업부문분류표에 의해 행렬의 형태로 통계자료를 제공하는데, 행(row) 방향은 총 산출을 나타내는 배분구조를 나타내고, 열(column) 방향은 총 투입을 나타내는 투입구조를 나타낸다. 배분구조는 중간수요와 최종수요 및 수입으로 구성되며, 투입구조는 중간투입과 부가가치로 구성된다[3].

(1) 투입계수 산출

투입계수(Input Coefficient)는 각 산업부문의 생산물 1 단위 생산에 투입되는 중간재 및 부가가치의 단위 수, 즉 투입과 산출의 생산함수로 다른 산업으로부터 구입한 중간투입액(원재료, 연료 등)과 부가가치(피용자보수, 고정 자본소모 등)를 해당 산업의 총투입액(= 총산출액)으로 나눈 것을 말한다.

$$\text{투입계수} = \frac{\text{중간투입액(원재료, 연료)}}{\text{총투입액(또는 총산출액)}} \left[ \alpha_{ij} = \frac{Z_{ij}}{X_j} \right]$$

$$\text{부가가치계수} = \frac{\text{부가가치액(피용자보수, 영업이익)}}{\text{총투입액(또는 총산출액)}} \left[ v_j = \frac{V_j}{X_j} \right]$$

여기서,  $\sum_{i=1}^n \alpha_{ij} + v_j = 1$

(2) 생산유발계수 산출

투입계수는 생산물 단위별 산업간 연관관계 또는 상호의존 관계를 용이하게 측정할 수 있게 하지만, 산업부문의 반복적인 생산과급효과를 측정하기는 어렵다. 그러므로 산업간의 생산과급효과를 측정하기 위해 생산유발계수를 이용하는데, 이를 도출하는 과정은 다음과 같은 수급관계식을 이용한다. 산업부문 생산물의 총산출액은 중간수요와 최종수요의 합에서 수입을 뺀 값으로 수급관계식은 다음과 같은 연립방정식으로 표현된다. 투입계수 행렬을  $A = \{\alpha_{ij}\}$ ,  $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$ 이라 하면,

Input		Distribution	Endogenous Part		Exogenous Part		Income (Excluded)	A Gross Amount
			1...j...n	Intermediate Sum	Consumption Investment Export	Final Demand Sum		
Endogenous Part	1		$Z_{11} \dots Z_{1j} \dots Z_{1n}$	$W_1$	$C_1 \dots I_1 \dots E_1$	$Y_1$	$M_1$	$X_1$
	...		$\dots \dots \dots$	$\dots$	$\dots \dots \dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
	i		$Z_{i1} \dots Z_{ij} \dots Z_{in}$	$W_i$	$C_i \dots I_i \dots E_i$	$Y_i$	$M_i$	$X_i$
	...		$\dots \dots \dots$	$\dots$	$\dots \dots \dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
	n		$Z_{n1} \dots Z_{nj} \dots Z_{nn}$	$W_n$	$C_n \dots I_n \dots E_n$	$Y_n$	$M_n$	$X_n$
	Intermediate Sum		$U_1 \dots U_j \dots U_n$					
Endogenous Part	Employee Compensation		$R_1 \dots R_j \dots R_n$					
	Business Surplus		$S_1 \dots S_j \dots S_n$					
	Fixed Capital Consumption		$D_1 \dots D_j \dots D_n$					
	Net Production Tax		$T_1 \dots T_j \dots T_n$					
	Total value added		$V_1 \dots V_j \dots V_n$					
Total Input Amount			$X_1 \dots X_j \dots X_n$					

- $Z_{ij}$  : j The ith intermediate Input Required for Intermediate Demand
- $W_i$  : i The second Intermediate Demand
- $U_j$  : j Intermediate Input
- Total Input( $X_j$ ) = Intermediate Input( $U_j$ )+Value Added( $V_j$ ) (Injection Structure)
- Total Output( $X_i$ ) = Intermediate Demand( $W_i$ )+Final Demand( $Y_i$ )-Imported Amount( $M_i$ ) (Distributed Structure)
- Total Demand = Intermediate Demand+Final Demand (= Total Supply)
- Total Input( $\sum_{j=1}^n X_j$ ) = Total Output ( $\sum_{i=1}^n X_i$ )

<Figure 2> Interindustry Association Analysis Table Framework

$$AX + Y - M = X \tag{1}$$

여기서 A는 투입계수 행렬, X는 총산출벡터, Y는 최종수요벡터, M은 수입벡터를 나타낸다. 식 (1)로부터 총산출 벡터를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} X - AX &= Y - M \\ (I - A)X &= Y - M \\ X &= (I - A)^{-1}(Y - M) \end{aligned} \tag{2}$$

위 식에서  $(I - A)^{-1}$ 을 Leontief 역행렬이라 하며, 생산유발계수( $r_{ij}$ )를 나타낸다.

생산유발계수의 종류는 <Table 1>과 같이 4종류이며 국산과 수입을 구분하지 않는 경쟁수입형 생산자가격표를 이용하는 생산유발계수와 국산과 수입을 구분하는 비경쟁수입형 생산자가격표를 이용하는 생산유발계수가 있다. 본 연구에서는 국내거래를 기준으로 하는  $(I - A^d)^{-1}$ 형을 사용하여 경제적 파급효과를 분석한다.

(3) 부가가치유발계수 산출

최종수요의 발생은 생산과 부가가치를 유발하는데, 부가가치벡터를 V, 부가가치계수의 대각행렬을  $\widehat{A}^V$ 라고 하면  $V = \widehat{A}^V X$ 의 관계가 성립하며 이 식에 생산유발관계식  $X = (I - A^d)^{-1} Y^d$ 를 대입하면

$$V = \widehat{A}^V (I - A^d)^{-1} Y^d \tag{3}$$

이 도출되는데, 이 식에서  $\widehat{A}^V (I - A^d)^{-1}$ 를 부가가치유발계수 행렬이라고 한다. 부가가치유발계수는 국산거래표에서 도출된  $(I - A^d)^{-1}$ 형 생산유발계수를 이용하여 산출한다.

(4) 고용유발계수 산출

최종수요 발생은 생산을 유발하고, 생산은 노동수요를 유발하는 파급효과를 가진다. 노동유발효과를 측정하기 위해서는 산업연관표의 부속표인 고용표를 이용하여 산업별 투입된 노동량, 즉 고용인원( $L_i$ )을 산업별 총산출액( $X_i$ )으로 나누어 고용(취업)계수를 계산한다.

$$\text{고용(취업)계수} = \frac{\text{노동투입량(취업/고용인원)}}{\text{총산출액}}$$

$$\ell_i = \frac{L_i}{X_i} \tag{4}$$

노동투입량  $L = \ell X$ 가 되고 우변에  $X = (I - A^d)^{-1} Y^d$ 를 대입하면,

$$L = \widehat{\ell} (I - A^d)^{-1} Y^d \tag{5}$$

가 되는데 이 식의  $\widehat{\ell} (I - A^d)^{-1}$ 을 고용유발계수 행렬이라 한다.

(5) 수입유발계수 산출

생산활동은 국산품과 수입품을 모두 중간재로 사용할 수 있으므로, 최종수요와 수입을 관련시켜 최종수요 발생에 따른 수입유발효과를 다음과 같이 도출한다. 수입균형식  $A^m X + Y^m = M$ 에 생산유발관계식  $X = (I - A^d)^{-1} Y^d$ 를 대입하면 아래의 식이 성립하며,

$$A^m (I - A^d)^{-1} Y^d + Y^m = M \tag{6}$$

좌변 첫 번째 항의  $A^m (I - A^d)^{-1}$ 을 수입유발계수행렬이라 한다. 수입유발계수는 수입거래표에서 도출된 투입계수( $A^m$ )를 이용하여 도출한다.

<Table 1> Type of Production Inducement Coefficient

(1) $(I - A)^{-1}$ Type	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculate and derive <math>X = (I - A)^{-1}(Y - M)</math> from the basic supply and demand equation <math>AX + Y - M = X</math>.</li> <li>End demand vector (Y) and import vector (M) should be given as external variables.</li> </ul>
(2) $(I - A + \widehat{m}^*)^{-1}$ Type	<ul style="list-style-type: none"> <li>Production coefficient table derived by internal production without treating imports as external variables</li> <li>Assume that the intermediate and all final demand items for each industry segment contain the same proportion of imports (<math>m^*</math>). In this case, the diagonal line, <math>\widehat{m}^*</math> which is the factor of income (<math>m^*</math>) of each industry, is marked as <math>M = \widehat{m}^* X</math>.</li> <li>It can be used as <math>AX + Y - M = X \rightarrow AX + Y - \widehat{m}^* X = X</math>.</li> <li>As an external variable, only the final demand vector (Y) is given.</li> </ul>
(3) $[I - (I - \widehat{m})A]^{-1}$ Type	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assuming that all final demand items, including intermediate demand and export by industry sector, consist of a certain percentage of domestic products and imports,</li> <li>The final demand <math>AX + Y - M = X</math> is divided into the domestic final demand <math>Y^*</math> and export E, instead of M, <math>m(A X + Y^*)</math> the following table of production induceme <math>[I - (I - \widehat{m})A]^{-1}</math></li> </ul>
(4) $(I - A^d)^{-1}$ Type	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supply and demand patterns for non-competitive import types can be presented separately for domestic and import transaction tables.</li> <li><math>A^d X + Y^d = X</math> is established on the domestic transaction list, <math>A^d</math> is the coefficient of domestic input, and <math>Y^d</math> is the final demand vector for domestic products.</li> <li>In the import transaction table, <math>A^m X + Y^m = M</math> is established, <math>A^m</math> is the sequence of import import input factors, and <math>Y^d</math> is the final demand vector for imports.</li> </ul>

(6) 수출유발계수 산출

수출계수는 산업연관표 중분류의 수출액을 총산출액으로 나눈 값으로, 이에 Leontief를 곱하여 수출유발계수를 산출한다.

$$(\hat{E}(I - A_e)^{-1}A_e^b) \tag{7}$$

2.2.2 기술적 파급효과 분석

기술파급효과란 어떤 연구 활동에서 연구주체가 생성한 지식이나 정보 또는 기술이 다른 연구주체의 연구 성과나 결과에 의도하지 않은 형태로 영향을 미치는 것이다[21].

기술적 파급효과를 도출하기 위한 방법론으로는 정성적 분석 접근방법과 정량적 분석 접근방법 2가지를 적용하고 있다. 정성적 분석 접근방법으로는 기존의 기술적 파급효과분석은 사업의 WBS별 기술계통에 의한 산업분야별 기술연관관계를 이용한 정성적으로 분석한다. 예를 들어 고속전철 건설사업이 미치는 기술적 파급효과를 철도차량 분야, 토목·건설 분야, 전기전력 분야, 통신 분야, 기타 분야(소재산업, 자동화 분야)에 미치는 기술파급효과를 정성적으로 분석한다[20]. 정량적 분석 접근방법은 항공산업이 전 산업에 미치는 기술파급효과를 분석하기 위해 항공기개발 관련 기술체계를 산업연관표 업종부문으로 변환하여 기술별 파급효과를 산출 한다[11, 22]. 그리고 이 연구에서 잠재 시장 규모를 추정하기 위해 추출된 구성기술에 대한 기술파급을 전문가집단에 의한 브레인스토밍 방법으로 조사한다. 항공기 개발기술이 타 분야에서 완전한 제품으로 나왔을 경우는 공업통계에 의한 생산유발액을 추정하고, 기술이 제품의 일부로 들어갈 경우는 제품화과정에서 기술파급이 발생하는 것으로 간주하여 해당제품에서의 기여율을 부

분파급을 산출한다. 기술파급효과의 정량적 최근연구로 각 산업의 지식크기와 산업 간의 기술흐름을 통하여 기술파급효과를 측정하는 방법도 적용되고 있다[4].

기존의 정량적 기술파급효과분석 방법은 설문조사에 의한 기술파급계수를 추정하거나 연구개발 스톡에 의한 산업별 기술지식 규모를 추정하는 절차적 번거로움이 있었다. 그래서 본 연구에서는 기술파급효과분석 방법을 산업별 연구개발 투자비를 이용한 기술집약도를 산출하고, 여기에 산업연관표에서 구한 Leontief 역행렬을 적용하여 기술의 파급효과를 정량적으로 산정한다. 산업간 연관관계를 수요유발효과와 공급견인효과로 나누어 볼 수 있듯이 기술파급효과(Technology Spillovers) 또한 기술집약도(Technology intensity)와 기술확산도(Technology diffusion)로 나누어 볼 수 있다. 그리고 산업간 기술흐름을 파악하기 위해서는 연구개발 집약도(R&D Intensity) 척도를 사용한다. 산업부문의 연구개발 기술집약도는 그 산업에 지출한 연구개발 투자비를 해당 산업부문의 총판매 값으로 나눈 것으로서 아래와 같이 표시될 수 있다.

$$r_i = \frac{R_i}{Y_i} \tag{8}$$

$R_i$  : i 산업부문 연구개발 지출  
 $Y_i$  : i 산업부문 총판매

연구개발로 지출된 연구개발 투자비는 자체의 연구개발 지출 외에도 중간재와 자본재의 투입에 체화된 연구개발 투자도 투입재와 함께 흐르며, 투입재는 국산재와 수입재로 구성된다고 가정하고 산출한다. 연구개발 투자비 지출 산출 방법은 <Table 2>와 같이 분석한다[18].

<Table 2> Research & Development Expense Calculation

Self R&D Spending	$R_j$ : j Area's Own R&D Expenditure
R&D in Korea	$RII_{ij}^d = \frac{X_{ij}^d}{X_i} \cdot R_i = X_{ij}^d \cdot \frac{R_i}{X_i}$ <p> <math>X_{ij}^d</math> : j The output of the i industry area purchased  <math>X_i</math> : i Total sales of industry  <math>R_i</math> : i Internal R&amp;D expenditure of industrial area  <math>R_i/X_i</math> : i R&amp;D intensity on unit output of industry                 </p>
R&D in Domestic Capital Input	$RINV_{ij}^d = INV_{ij}^d \cdot \frac{R_i}{X_i}$ <p> <math>RINV_{ij}^d</math> : j R&amp;D expenditure accrued in capital goods purchased by industry area i  <math>INV_{ij}^d</math> : i Capital goods sold to industry area j                 </p>
R&D Based on the Input of Imported Intermediate Goods	$RII_{ij}^m = X_{ij}^m \left( \sum_k \alpha_{ik} \cdot \frac{R_{ik}}{X_{ik}} \right)$ <p> <math>X_{ij}^m</math> : j Intermediate input demand for i goods imports from industry area  <math>\alpha_{ik}</math> : Share of import shares of product i of country k                 </p>
R&D in the Input-Output Capital	$RINV_{ij}^m = INV_{ij}^m \left( \sum_k \alpha_{ik} \cdot \frac{R_{ik}}{X_{ik}} \right)$
By Area Total R&D Acquisition	Internal R&D spending+Indirect R&D incubation : $RT_j = R_j + \sum_{i \neq j} RII_{ij}^d + \sum_{i \neq j} RII_{ij}^m + \sum_{i \neq j} RINV_{ij}^d + \sum_{i \neq j} RINV_{ij}^m$

### 3. 경제적 · 기술적 파급효과 분석

#### 3.1 비용분석 결과

유도로켓, 구축함 및 00헬기 사업의 총비용을 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. 아래 비용은 확정되지 않은 소요 및 형상이므로 가상금액을 사용하고 있으며, 사례 분석 시는 계수와 화폐로 전환된 금액만 표시한다.

#### 3.2 경제적 파급효과 분석

##### 3.2.1 산업연관 분석

###### (1) 산업연관표 작성

유도로켓, 구축함 및 헬기 체계의 작업분할구조(WBS)를 1차로 4단계 레벨로 식별하여 산업연관표의 상품 및 산업분류표의 상품분류표(IOT)를 비교하여 WBS를 대표할 수 있

는 가장 근접한 상품코드를 찾아 소분류 및 대분류 표와 매칭한다. 작업분할구조(WBS)와 산업분류표(IOT) 비교결과 산업연관표의 대분류 기준에 따라 산업연관표 재구성 기준을 <Table 4>와 같이 도출한다. 기타 화학제품, 기타 특수목적용 기계제조업, 대상 획득사업 등을 추가로 고려한다.

외생화 작업은 예를 들어 구축함의 최상위수준 작업분할구조(WBS)는 함정건조, 전투체계 개발, 관급장비 구매, 체계통합으로 구성되며, 이 WBS와 산업연관표의 산업분류와 매핑작업을 통해 별도의 산업으로 전환을 수행한다. 관급장비중 소나체계는 해외구매 부문과 국내개발 또는 구매 부문으로 나누어지므로, 투입계수(기술계수)는 국내 투입계수( $A^d$ )와 수입투입계수( $A^m$ )를 산출하고, 투자비용 또한 국내투자비용과 수입투자비용을 별도로 산출한다.

적용되는 산업연관표는 2010년 실측표를 기준으로 2014년 연장표의 기초가격 투입산출표를 사용하여 각종 유발계수 산출한다[9].

<Table 3> Cost Analysis Result(Assumption)

	The Total Cost of The Project					IPT Administration Cost	Total Investment (million won)
	Research Equipment/ Material Cost	Research Activity Expenses	Consignment Research Expenses	Business Personnel Expense	Research Activity Promotion Expenses		
Guided Rocket	500	30	30	200	30	10	800
Destroyer	40,000	2,000	2,000	15,000	900	100	60,000
HELO	5,000	200	200	1,500	50	50	7,000

<Table 4> Interindustry Table of Guided Rocket Project

Code	Industrial Area	Code	Industrial Area
1	Agricultural and Fisheries	17	Water, Waste and Recycling Services
2	Mining Industry	18	Construction Industry
3	Food and Tobacco Manufacturing	19	Wholesale and Retail
4	Manufacture of Textiles and Leather	20	Transportation
5	Wood, Paper, Printing and Cloning	21	Restaurants and Accommodations
6	Manufacture of Coal and Petroleum Products	22	Information and Communication Industry 132. Software Development and Supply
7	Manufacture of Chemicals 46. Other Chemicals	23	Financial and Insurance Industries
8	Nonmetallic Mineral Products	24	Real Estate and Rental Industry
9	Manufacture of Primary Metals	25	Professional, Scientific and Technical Services 148. Other Science and Technology Services
10	Metal Manufacture	26	Business Support Service
11	Manufacturing of machinery and equipment 77. Other Special Purpose Machine Manufacturing	27	Public Administration and Defense
12	Manufacturing of Electrical and Electronic Equipment 78. Generator and Motor	28	Educational Service
13	Precision Manufacturing	29	Health and Social Services
14	Transportation Equipment Manufacturing	30	Culture and Other Services
15	Other Manufacturing	31	Defense Industry
16	Power, Gas and Growers Korean Traditional Private Funding	-	-

(2) 생산유발효과

생산유발효과는 사업별 수요에 의해 유발되는 타 산업들의 생산과급효과를 의미한다. 무기체계를 획득하기 위해서는 국내연구개발, 국산 관/도급장비 구매 등이 있고, 해외에서 도입해야하는 관/도급장비들이 필요하므로 국산과 수입을 구별하는 기초가격 국산거래표를 이용한  $(I - A^d)^{-1}$  형을 사용하였다.

유도로켓의 생산유발계수는 <Table 5>에서와 같이 2.72645로 산출되어 국내투자비 976억 원에 대한 부가가치유발효과는 2,6613억 원으로 분석되었다. 구축함의 타 부문에 대한 생산유발계수는 7.4241로 국내투자비에 대한 생산유발효과는 52조 1,910억 원으로 분석되었다. 헬기의 타 부문에 대한 생산유발계수는 3.6431로 국내투자비에 대한 생산유발효과는 3조 4,500억 원으로 분석되었다.

(3) 부가가치유발효과

부가가치유발효과는 총 수요에 의해 유발되는 타 산업들의 부가가치를 의미한다. 무기체계를 획득하기 위해 생산과 함께 발생하는 부가가치는 인건비, 경비, 일반적이윤 등이 포함된다. 부가가치유발효과는 부가가치 벡터의 대각행렬과 생산유발계수의 곱,  $\widehat{A}^V(I - A^d)^{-1}$ 으로 나타난다.

유도로켓의 부가가치유발계수는 0.88440으로 산출되어 국내투자비에 대한 부가가치유발효과는 863억 원으로 분석되었다.

구축함의 타 부문에 대한 부가가치유발계수는 <Table 6>과 같이 2.4981배의 부가가치유발효과가 있는 것으로 분석되어 국내투자비에 대한 부가가치유발효과를 산출한 결과 17조 5,614억 원으로 분석되었다. 헬기의 부가가

<Table 5> Production Inducing Effect of Guided Rocket Project

	Industrial Area	Production Inducement Coefficient $(I - A_c)^{-1}A_c^k$	Production Inducement Effect (million won)
001	Agricultural & Fisheries	0.02043	20
002	Mining Industry	0.00414	4
003	Food & Tobacco Manufacturing	0.04781	47
004	Manufacture of Textiles & Leather	0.03929	38
005	Wood, Paper, Printing & Cloning	0.04985	49
006	Manufacture Coal & Petroleum	0.15037	147
007	Manufacture of Chemicals	0.26682	260
008	Nonmetallic Mineral Products	0.01614	16
009	Manufacture of Primary Metals	0.34806	340
010	Metal Manufacture	0.12044	118
011	Manufacturing of Machinery & Equipment	0.08248	81
012	Manufacturing of Electrical & Electronic Equipment	0.15962	156
013	Precision Manufacturing	0.03453	34
014	Transportation Equipment Manufacturing	0.02784	27
015	Other Manufacturing	0.06518	64
016	Power, Gas & Growers	0.12981	127
017	Water, Waste & Recycling Services	0.02596	25
018	Construction Industry	0.01488	15
019	Wholesale & Retail	0.21984	215
020	Transportation	0.14042	137
021	Restaurants & Accommodations	0.07286	71
022	Information & Communication Industry	0.09954	97
023	Financial & Insurance Industries	0.11103	108
024	Real Estate & Rental Industry	0.09324	91
025	Professional, Scientific & Technical Services	0.06226	61
026	Business Support Service	0.09000	88
027	Public Administration & Defense	0.00553	5
028	Educational Service	0.00154	2
029	Health & Social Services	0.01172	11
030	Culture & Other Services	0.03463	34
031	Defense Industry(Guided Rocket)	0.18018	176
	Total	2.72645	2,661

치유발효과계수는 0.9752로 산출되어 국내투자비에 대한 부가가치유발효과는 1조 1,000억 원으로 분석되었다.

(4) 고용유발효과

고용유발효과는 총수요에 의해 유발되는 타 산업들의 고용창출효과를 의미한다. 유도로켓, 구축함 및 헬기 사업으로 인해 창출되는 고용유발효과를 측정하기 위해서는 산업연관표의 부속표인 고용표를 이용하여 산업별 투입된 노동량, 즉 고용인원( $L_i$ )을 산업별 총산출액( $X_i$ )으로 나누

어 고용(취업)계수( $N_e$ )를 계산한다.

유도로켓의 고용유발효과계수는 <Table 7>과 같이 2.29121명/억 원으로 산출되어 국내투자비에 대한 취업유발효과를 산출한 결과 2,236명으로 분석되었다. 구축함의 고용유발효과계수는 0.0325명/억 원으로 산출되어 국내투자비에 대한 취업유발효과를 산출한 결과 2,283명으로 분석되었다. 헬기의 고용유발효과계수는 0.32101명/억 원으로 산출되어 국내투자비에 대한 취업유발효과를 산출한 결과 1,855명으로 분석되었다.

<Table 6> Value-Induced Effect of Destroyer Project

	Industrial Area	Value Added Factor $\widehat{V}_e(I-A_e)^{-1}A_e^k$	Value Added Generation Effect (million won)
001	Agricultural & Fisheries	0.0443	3,112
002	Mining Industry	0.0314	2,210
003	Food & Tobacco Manufacturing	0.0190	1,337
004	Manufacture of Textiles & Leather	0.0297	2,088
005	Wood, Paper, Printing & Cloning	0.0475	3,341
006	Manufacture Coal & Petroleum	0.0716	5,035
007	Manufacture of Chemicals	0.1298	9,125
008	Nonmetallic Mineral Products	0.0331	2,330
009	Manufacture of Primary Metals	0.1172	8,242
010	Metal Manufacture	0.0712	5,008
011	Manufacturing of Machinery & Equipment	0.0664	4,665
012	Manufacturing of Electrical & Electronic Equipment	0.1571	11,045
013	Precision Manufacturing	0.1004	7,057
014	Transportation Equipment Manufacturing	0.0467	3,280
015	Other Manufacturing	0.0319	2,244
016	Power, Gas & Growers	0.1425	10,019
017	Water, Waste & Recycling Services	0.0466	3,276
018	Construction Industry	0.0300	2,111
019	Wholesale & Retail	0.1996	14,033
020	Transportation	0.1296	9,114
021	Restaurants & Accommodations	0.0414	2,912
022	Information & Communication Industry	0.0798	5,610
023	Financial & Insurance Industries	0.1248	8,775
024	Real Estate & Rental Industry	0.0898	6,313
025	Professional, Scientific & Technical Services	0.1013	7,120
026	Business Support Service	0.0768	5,396
027	Public Administration & Defense	0.0355	2,495
028	Educational Service	0.0268	1,881
029	Health & Social Services	0.0281	1,974
030	Culture & Other Services	0.0520	3,655
031	Defense Industry(Destroyer)	0.2961	20,814
	Total	2.4981	175,614

<Table 7> Employment-Induced Effect of Guided Rocket Project

	Industrial Area	Employment Coefficient (name/billion won) $\widehat{N}_e(I-A_e)^{-1}A_e^k$	Employment Inducement Effect (persons)
001	Agricultural & Fisheries	0.05684	55
002	Mining Industry	0.00195	2
003	Food & Tobacco Manufacturing	0.01719	17
004	Manufacture of Textiles & Leather	0.02569	25
005	Wood, Paper, Printing & Cloning	0.02536	25
006	Manufacture Coal & Petroleum	0.00303	3
007	Manufacture of Chemicals	0.06348	62
008	Nonmetallic Mineral Products	0.00445	4
009	Manufacture of Primary Metals	0.03134	31
010	Metal Manufacture	0.03888	38
011	Manufacturing of Machinery & Equipment	0.05655	55
012	Manufacturing of Electrical & Electronic Equipment	0.07210	70
013	Precision Manufacturing	0.02479	24
014	Transportation Equipment Manufacturing	0.01469	14
015	Other Manufacturing	0.02206	22
016	Power, Gas & Growers	0.00789	8
017	Water, Waste & Recycling Services	0.01577	15
018	Construction Industry	0.20054	196
019	Wholesale & Retail	0.35304	345
020	Transportation	0.17658	172
021	Restaurants & Accommodations	0.11944	117
022	Information & Communication Industry	0.07285	71
023	Financial & Insurance Industries	0.06482	63
024	Real Estate & Rental Industry	0.02787	27
025	Professional, Scientific & Technical Services	0.18811	184
026	Business Support Service	0.21920	214
027	Public Administration & Defense	0.12138	118
028	Educational Service	0.00417	4
029	Health & Social Services	0.02744	27
030	Culture & Other Services	0.06722	66
031	Defense Industry(Guided Rocket)	0.16650	163
	Total	2.29121	2,236

<Table 8> Export-Induced Effect of Destroyer Project

	Industrial Area	Export Inducement Coefficient $\hat{E}(I - A_e)^{-1}A_e^k$	Export Inducement Effect (million won)
001	Agricultural & Fisheries	0.0010	68
002	Mining Industry	0.0001	4
003	Food & Tobacco Manufacturing	0.0063	442
004	Manufacture of Textiles & Leather	0.0226	1,588
005	Wood, Paper, Printing & Cloning	0.0123	864
006	Manufacture Coal & Petroleum	0.0778	5,471
007	Manufacture of Chemicals	0.1317	9,260
008	Nonmetallic Mineral Products	0.0039	273
009	Manufacture of Primary Metals	0.0948	6,663
010	Metal Manufacture	0.0254	1,787
011	Manufacturing of Machinery & Equipment	0.0582	4,094
012	Manufacturing of Electrical & Electronic Equipment	0.4082	28,697
013	Precision Manufacturing	0.0696	4,895
014	Transportation Equipment Manufacturing	0.1038	7,294
015	Other Manufacturing	0.0194	1,366
016	Power, Gas & Growers	0.0005	38
017	Water, Waste & Recycling Services	0.0002	15
018	Construction Industry	0.0002	12
019	Wholesale & Retail	0.0261	1,832
020	Transportation	0.0844	5,931
021	Restaurants & Accommodations	0.0080	565
022	Information & Communication Industry	0.0048	340
023	Financial & Insurance Industries	0.0044	309
024	Real Estate & Rental Industry	0.0015	103
025	Professional, Scientific & Technical Services	0.0117	826
026	Business Support Service	0.0134	943
027	Public Administration & Defense	0.0000	1
028	Educational Service	0.0001	5
029	Health & Social Services	0.0001	4
030	Culture & Other Services	0.0018	128
031	Defense Industry(Destroyer)	0.1040	7,311
	Total	1.2963	91,129

(5) 수출파급효과

수출계수는 예를 들어 구축함의 경우 <Table 8>과 같이 산업연관표 중분류의 수출액을 총산출액으로 나눈 값으로, 이에 Leontief 역행렬을 곱하여 수출유발계수( $\hat{E}(I - A_e)^{-1}A_e^k$ )를 계산하여 열합을 구한 결과 1.2963배가 나왔다. 국내투자비에 대한 수출파급효과를 산출한 결과 9조 1,129억 원으로 분석되었다.

그러나 수출유발계수 산출은 세계방산시장 규모와 한국의 세계방산시장 수출비율을 감안하여야 할 것으로 판단되며, 2000~2017년 세계방산수출 누계 약 2,296억 TIV (Trend Indicator Value) 가운데 한국이 차지하는 금액은 약 25억 TIV로 약 1.102%에 불과하다. 무기체계 유형별로는 함정무기체계의 수출이 약 13억 TIV로 전체 수출의 약 0.572% 수준이다[10]. 따라서 전체 수출가능 금액 가운데 한국의 방산수출 점유율 1.102%와 함정무기의 방산수출비율 0.572%를 감안하면 수출 파급효과는 그다지 크지 않은 것으로 분석된다.

(6) 기술적 파급효과

산업연관분석을 위해 작성된 레온티에프 역행렬과 상대적으로 객관성이 높은 산업부문별 연구개발 투자비를 이용한 산업부문별 기술집약도를 이용한 기술수요자 관점의 기술파급효과를 추정한다. 산업부문별 연구개발투자비 추정은 미래창조과학부에서 발간한 “2012년도 연구개발활동 조사보고서”[23]의 내용을 참조하여 산업별 연구개발비를 활용하였으며, 정보통신기술(ICT)산업 투자금액은 정보통신정책연구원에서 발간한 2013년 보고서[17]에 포함된 투자비를 참고한다.

방위산업 연구개발투자비는 산업연구원 정책자료[1]를 참고하였으며, 산업연관표를 기준으로 산업별, 정보통신기술(ICT) 산업별 세부 분류 투자비를 종합하여 예를 들어 유도로켓 사업의 기술집약도와 기술파급계수를 구하면 <Table 9>와 같다.

구축함의 기술파급효과는 연구개발 투자비를 이용한 기술집약도(RI = 연구개발투자비/총매출)를 이용하여 산출한다. 산업분야별 연구개발 투자비와 기술집약도는 <Table 10>과 같다.

수정형 기술계수( $A_{ij}^* = A_{ij}/A_{jj}$ )를 이용한 Leontief 역행렬을 구하여 기술집약도(RI)의 대각행렬과 곱하면 산업간 연구개발흐름 계수( $RII^*$ )를 계산할 수 있다. 산업간 연구개발흐름계수의 합은  $TRI = 0.12227$ 에 국내투자액을 곱하면 기술파급효과를 화폐단위로 산출할 수 있다. 000 mm 유도로켓 사업의 국내투자비에 대한 기술파급효과를 산출한 결과 26.3억 원으로 분석되었으며, 구축함사업의 국내투자비에 대한 기술파급효과를 산출한 결과 8,595.2억 원으로 분석되었고, 헬기 사업의 국내투자비에 대한 기술파급효과를 산출한 결과 415.0억 원으로 분석되었다.

〈Table 9〉 Technological Intensity &amp; Technology Coefficient of Guided Rocket Project

Industrial Area	Average R&D Investment (million won)(R)	Total Demand (million won) (X)	Technical Concentration Chart (RI = R/X)	Production Inducement Coefficient (D)	Technical Dispatch Factor (E = RI × D)
Agricultural & Fisheries	236	642,513	0.00037	0.02043	0.00000751
Mining Industry	172	1,375,670	0.00012	0.00414	0.00000052
Chemical Products	24,918	2,723,838	0.00915	0.26682	0.00244092
~	~	~	~	~	~
Electrical & Electronic Equipment	158,516	4,201,969	0.03772	0.15962	0.00602158
Precision Instrument	7,388	381,418	0.01937	0.03453	0.00066878
Transportation	126.32	1,506,709	0.00008	0.02784	0.00053377
Information & Communication Industry	13,186	1,108,577	0.01189	0.09954	0.00118397
Financial & Insurance Industries	2,953	1,360,729	0.00217	0.11103	0.00024096
Restaurants & Accommodations	151	1,502,339	0.00010	0.09324	0.00000937
Professional, Scientific & Technical Services	6,906	1,188,191	0.00581	0.06226	0.00036191
Business Support Service	11,730	459,959	0.02550	0.09000	0.00229514
Public Administration & Defense	-	930,799	-	0.00553	0.00000000
Educational Service	7,355	948,396	0.00775	0.00154	0.00001193
Health & Social Services	395	865,907	0.00046	0.01172	0.00000534
Culture & Other Services	12,041	744,944	0.01616	0.03463	0.00055979
Defense Industry(Guided Rocket)	1,780	685,153	0.00260	0.18018	0.00046819
Total	345,478	39,131,338	0.20185	2.72645	0.01847293

〈Table 10〉 Technological Ripple Effect of Destroyer Project

	Industrial Area	Technical Concentration Diagram(RI)	R&D Flow $RII^* = \widehat{RI}(I - A^*)^{-1}$	Technical Dispatch (million won) ( $RII^* \times \text{domestic capital}$ )
001	Agricultural & Fisheries	0.00037	-0.00005	-3.4
002	Mining Industry	0.00012	0.00013	9.0
003	Food & Tobacco Manufacturing	0.00321	-0.00012	-8.3
004	Manufacture of Textiles & Leather	0.00254	-0.00032	-22.3
005	Wood, Paper, Printing & Cloning	0.00160	0.00141	98.8
006	Manufacture Coal & Petroleum	0.00122	0.00087	61.4
007	Manufacture of Chemicals	0.00873	0.00679	477.1
008	Nonmetallic Mineral Products	0.00463	0.00545	383.4
009	Manufacture of Primary Metals	0.00213	0.00576	404.6
010	Metal Manufacture	0.00366	0.00441	310.2
011	Manufacturing of Machinery & Equipment	0.01245	0.01374	965.8
012	Manufacturing of Electrical & Electronic Equipment	0.03772	-0.02122	-1,491.8
013	Precision Manufacturing	0.01937	0.01459	1,025.9
014	Transportation Equipment Manufacturing	0.01917	0.02923	2,055.1
015	Other Manufacturing	0.00148	-0.00043	-30.2
016	Power, Gas & Growers	0.00418	0.00645	453.7
017	Water, Waste & Recycling Services	0.00100	0.00106	74.6
018	Construction Industry	0.00400	0.00018	12.6
019	Wholesale & Retail	0.00016	0.00002	1.1
020	Transportation	0.00838	0.00533	374.7
021	Restaurants & Accommodations	0.00044	0.00004	2.8
022	Information & Communication Industry	0.01189	0.01452	1,020.8
023	Financial & Insurance Industries	0.00217	0.00304	213.5
024	Real Estate & Rental Industry	0.00010	-0.00001	-0.4
025	Professional, Scientific & Technical Services	0.00581	-0.00040	-27.9
026	Business Support Service	0.02550	0.01909	1,342.3
027	Public Administration & Defense	0.00000	0.00000	-
028	Educational Service	0.00775	0.00273	192.0
029	Health & Social Services	0.00046	0.00026	18.3
030	Culture & Other Services	0.01616	0.00916	644.2
031	Defense Industry(Destroyer)	0.00886	0.00053	37.5
	Total	TRI =	0.12227	8,595.2

### 3.3 경제적·기술적 파급효과 분석결과 종합

국내투자비용을 이용하여 산업연관표를 기반으로 사업별 총투자비대비 경제적·기술적 파급효과 비율을 분석한 결과를 종합하면 <Table 11>과 같다. 함의적으로 경제적·기술적 파급효과는 국내투자비와 비례적인 결과를 나타내고 있지 않다. 경제적·기술적 파급효과는 국산화 비율 등 국내연구개발의 특성 및 해외기술협력 등의 조건에 따라 영향을 받고 있음이 확인되었다. 구축함의 경우 대부분에 관·도급 장비를 국산화하는 것으로 추진될 예정인 사항이 반영되어 생산 및 부가가치 수출 파급효과가 타사업에 비해서 월등하게 높은 것으로 분석되었다. 또한 국외기술에 대한 의존도가 높은 사업은 상대적으로 파급효과가 낮은 것으로 분석되었다. 분석결과를 토대로 하여 볼 때 향후 추진될 국방무기체계 획득사업 의사결정시 경제적·기술적 파급효과 결과를 참고로 획득방안, 소요재원 및 개발기술성숙도 판단 등의 획득방향 전반에 걸쳐 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

<Table 11> Ratio of Technical & Economic Impacts to Total Investment

	Guided Rocket	Destroyer	HELO
Production inducement effect	500%	900%	60%
Value added generation effect	200%	300%	33%
Employment inducement effect	3,401persons	2,283 persons	1,855 persons
Export dispatch effect	-	150%	-
Technical dispatch effect	4%	15%	5.92%

\*Based on the 1.102% share of Korea's defense export market and the 0.572% share of the ship's export.

## 4. 결 론

본 연구에서는 국방무기체계 획득사업에 합리성을 지원할 수 있는 경제적·기술적 파급효과 이론을 정립하여 아래와 같은 여섯 가지 유발계수(생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업유발효과, 수출유발효과, 고용유발효과) 및 기술파급효과를 중심으로 국방무기체계 사업 추진시 경제 전반에 미치는 경제적·기술적 파급효과를 도출할 수 있는 방법론을 정립하였다. 또한 향후 연구개발이 진행되는 국방무기체계 사업의 경제적·기술적 측면의 사업추진 합리성을 제공할 수 있는 분석의 틀을 제공 할

수 있도록 하기 위하여 육·해·공군의 주요무기체계인 유도로켓, 구축함 및 헬기 사업에 대한 경제적·기술적 파급효과 분석 사례연구를 수행하였다.

따라서 본 연구에서 제시한 방법론과 사례연구를 활용하여 향후 추진될 예정인 국방무기체계 획득사업이 국내 경제 및 기술에 미치는 파급효과를 분석하여 사업추진 타당성 및 국민적 공감대를 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] Ahn, Y.-S., 2014 KIET Defence Statistics and Competitive White Paper, Policy material 2014-226, *Institute of Industry*, 2014.
- [2] Baik, K.-H., A Study on the Ubiquitous Industry's Effects on Korean Economy using Interindustry Analysis, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2006, Vol. 7, No. 3, pp. 494-505.
- [3] Bank of Korea, Executive description of industrial association analysis, *BK*, 2007.
- [4] Cho, H.-G., Investigation Analysis of the Effects of Information and Communication Technology Knowledge, *Technical Management Economic Association*, Volume I of Technological Innovation Research, 2000, pp. 73-93.
- [5] Choi, B.-W., 130mm Guided Rocket-Ⅱ Pre-Study, *Defense agency for Technology and Quality*, 2015.
- [6] Choi, B.-W., Korean Destroyer Project Pre-study, *Defense agency for Technology and Quality*, 2018.
- [7] Choi, B.-W., Mine-sweeping Helicopter Project Pre-study, *Defense agency for Technology and Quality*, 2017.
- [8] Choi, B.-W., The study on Cost-benefit and Economical effects analysis regarding Military weapon system-Focused on 000 Guided Rocket-, *The Korea Institute of Defense Industry*, 2015, Vol. 22, pp. 24-48.
- [9] Electronic survey system of the Bank of Korea's industrial association table, <http://ecos.bok.or.kr/iosurvey.html> Download Statistics 2018-03-13.
- [10] <http://armstrade.sipri.org/armstrade/page/values.php>.
- [11] Japan Aerospace Industries Association, Quantification of the effectiveness of aircraft technology (calculating), *Airspace*, 2002, Vol. 77, pp. 34-45.
- [12] Kim, H.-S., An Analysis of IT Proposal Evaluation Results using Big Data-based Opinion Mining, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2018, Vol. 41, No. 1, pp. 1-10.
- [13] Kim, J.-H., An Application of Quantum-inspired Gene-

- tic Algorithm for Weapon Target Assignment Problem, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2017, Vol. 40, No. 4, pp. 260-267.
- [14] Kim, K.-N., ICT R&D Investment Efficiency Analysis and Mid-to Long-Term Investments, *The Information and Communication Policy Institute*, 2013.
- [15] Kim, M.-I., An Economic Ripple Effect Analysis of Domestic Supercomputing Modeling and Simulation, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2016, Vol. 7, No. 11, pp. 340-347.
- [16] Kim, Y.-J., A Study of Reliability Analysis and Application on Naval Combat System Using Field Critical Failure Data, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2016, Vol. 39, No. 4, pp. 49-59.
- [17] Park, H.-K., Prospects for the U.S.-Chinese Relations After the End of Cold War : Duet for Competition and Cooperation, *Social Science Research*, 2014, p. 127.
- [18] Park, J.-M., Overview of Technical Intensity Analysis by Industry : Based on the Industry Association Model, *Science and Technology Policy*, 2001, Vol. 11, No. 4, pp. 159-169.
- [19] Park, S.-B., An Analysis on the economic and technological effects of Smart UAV Development Project, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2011, Vol. 12, No. 7, pp. 2991-2995.
- [20] Park, Y.-T., A Study on the Technical Impacts of High Speed Rail, *Science Policy Trends*, 1993, pp. 33-47.
- [21] The Korea Aerospace Industries Association, A Study on Utilization and Linkage of Other Industries in Aerospace Technology, Policy Research Report, *Ministry of Commerce, Industry and Energy*, 2006.
- [22] The Korea Institute for Industrial Development, Evaluation of Economic Impacts of Surion R&D Projects, *National Institute for Technology Quality Research*, 2013.
- [23] The Ministry of Science, ICP and Future Planning, 2012 Research and Development Activity Report, *Korea Institute of Science and Technology Evaluation*, 2012.

#### ORCID

Sang-Wook Shin | <http://orcid.org/0000-0002-3584-9229>

Chun-gyun Oh | <http://orcid.org/0000-0002-9089-2094>

Dong-Soon Yim | <http://orcid.org/0000-0003-4968-9091>

Bong-Wan Choi | <http://orcid.org/0000-0002-9609-1714>