

## GRA를 활용한 무기체계 모듈화 우선순위선정

이강택, 이정훈, 조일훈, 정주현, 김근형\*  
LIG넥스원 ILS연구센터

### Priority of Modularization in Weapon System by using Grey Relational Analysis

Kang-Taek Lee, Jung-Hoon Lee, Il-Hoon Cho, Joo-Hyun Jung, Geun-Hyung Kim\*  
ILS(Integrated Logistics Support) R&D Center, LIG Nex

**요약** 방위산업은 경제논리보다 안보논리가 우선시되며 고비용, 장기간의 연구개발이 이루어져왔다. 하지만, 최근 몇 년간 급변하는 기술의 발전과 안보상황을 통해 방위산업에서도 체계개발간에 있어 비용절감과 개발기간 단축의 필요성이 대두되었다. 이에 민수 분야의 부품 모듈화 전략을 방위산업에서 활용하기 위해 OO 사업 LRU(Line Replaceable Unit)들의 모듈화 우선순위를 도출하고자 한다. 프로젝트 평가기법 중 하나인 GRA(Grey Relational Analysis)를 사용하였으며, 문헌연구를 통해 선정된 6개의 평가지표 데이터를 수집하여 OO 사업의 11개 모듈에 대하여 우선순위를 선정하였다. 그 결과, M11(메인보드)과 M8(EMI모듈), M3(싱글보드컴퓨터)의 Grey 관계등급이 0.83, 0.81, 0.80 순으로 도출되었고, 우선순위에 따라 모듈화 하는 것이 비용 절감 및 기간 단축의 효과가 있을 것으로 판단된다. 본 연구는 유사 무기체계 개발이나 향후 성능개량 사업 등을 고려한 LRU 모듈화 설계 시, 모듈화 적용 판단 및 의사결정의 근거가 되는 기초 연구로 활용할 수 있을 것이다.

**Abstract** In the defense industry, national security takes priority over economic sense and this has translated into high cost and long-term research and development. However, the exponential growth of technology and rapid changes in the security situation in recent years have resulted in a call for the development of systems at a low cost within a short period of time. In order to implement a modularization strategy in the field of defense, the introduction of line replaceable units in OO systems needs to be prioritized. This study selects six criteria following a literature review and prioritizes 11 modules for OO systems using the project evaluation method, Grey Relational Analysis (GRA). Based on the GRA results, the grey relational grades were derived as 0.83, 0.81 and 0.80 for the M11 (Main board), M8 (EMI module), M3 (Single board computer) modules, respectively. The cost and time of development is expected to be reduced in accordance with the grey relational grade. The results of this research could be utilized for decision making on adopting modularization in similar system development or product improvement programs (PIPs).

**Keywords :** Grey Relational Analysis, Line Replaceable Unit, Modularization, Priority, Weapon System

### 1. 서론

방위산업과 민수 분야의 차이점은 경제논리보다 안보 논리를 통해 사업이 진행 된다는 것이다. 특히 방위산업의 경우 다품종 소량생산 방식이며, 비교적 열악한 환경 조건에서 장기간 운용한다는 특징을 갖고 있다[1]. 반면

에 민수 분야의 경우 소품종 대량생산 방식이며, 제품주기가 상대적으로 짧다. 그러므로 제품 개발기간을 단축시키기 위해 플랫폼의 공용화(Commonality) 설계나 부품의 모듈화(Modularization) 전략을 활용하고 있다. 이는 신제품 개발과정에서의 비용을 절감하고, 개발기간을 단축시켜 경쟁우위에 앞서기 위함이다. 예를 들어 자동

\*Corresponding Author : Geun-Hyung Kim (LIG Nex1)  
Tel: +82-31-8026-4695 email: geunhyung.kim@lignex1.com

Received July 4, 2016  
Accepted September 9, 2016

Revised (1st August 23, 2016, 2nd September 8, 2016)  
Published September 30, 2016

차 산업에서는 신차의 플랫폼을 차급 별로 공용화하여 개발기간을 단축시키고, 부품의 모듈화를 통해 원가 절감의 효과를 거두고 있다[2].

민수 분야의 기술 발전과 급변하는 안보 상황 속에서 방위산업 역시 체계개발 간에 있어 비용 절감과 개발기간의 단축에 대한 요구가 증대되고 있다. 그래서 민수 분야의 COTS(Commercial off the Shelf) 부품을 활용한 모듈화 전략을 채택해, 유사 무기체계간 LRU(Line Replaceable Unit) 모듈화를 시도할 수 있다. 게다가 LRU의 모듈화는 종합군수지원 분야의 표준화 및 호환성 측면에서 무기체계 개발 및 획득 시 제품, 방법 등에 대하여 최대한 공통성을 성취해 군수지원 요소를 단순화시킬 수 있다는 이점이 있다.

하지만 무기체계는 소요군의 요구사항을 수렴하여 고객맞춤(Customize)형으로 개발되며, 유사 무기체계간 요구사항이 다르기 때문에 모듈화 대상을 선정하기가 쉽지 않다. 그러므로 정량적인 데이터를 기반으로 공학적으로 우선순위를 도출해 대상을 선정하여야 할 것이다. GRA(Grey Relational Analysis) 기법은 프로젝트 평가 기법 중 본 연구 목적에 부합되며, 다른 기법들의 한계를 보완할 수 있기 때문에 사용했다. 프로젝트 다수의 대안을 계층화하고 쌍대비교(Pairwise Comparison)하는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법과 비교했을 때, 대안 간의 관계등급의 크기에 따라 우선순위를 도출할 수 있으며 복수의 평가기준을 고려할 수 있다는 장점이 있다[3].

본 연구에서는 OO 사업을 대상으로 방위산업에서의 부품 모듈화의 가능성을 확인하고, 각 LRU간의 모듈화 우선순위를 매겨 차후 유사 무기체계 개발 시 호환가능한 LRU를 도출하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 용어 정의

민수 분야 중 자동차 산업에서 플랫폼 공용화와 부품 모듈화를 가장 적극적으로 활용하고 있다. 자동차 산업에서 플랫폼은 하위시스템과 인터페이스들의 집합체를 뜻하며[4], 차량에서 하부 차체를 의미한다. 모듈은 표준화되고 호환가능한 플랫폼의 구성 부품 단위이다[5]. 모듈화는 복수의 부품들을 조립하여 모듈이라는 하나의 보다 큰 복합부품 단위를 만들어 이를 최종 조립라인에 투

입하는 방식을 말한다[6]. 이를 정리한 것이 Table. 1이다.

본 연구에서는 OO 사업의 장비를 전자부품 단위로 세분화한 각 LRU를 모듈이라 지칭한다. 또한 모듈화에 중점을 두고 연구를 진행하였기 때문에, 플랫폼에 대해서 다루지 않는다.

Table 1. Definition of platform and modularization

Term	Definition
Platform	A set of subsystems and interfaces that from a common structure from which a stream of derivative products can be efficiently developed and produced[4].
Modularization	Building a complex product or process from smaller subsystems that can be designed independently yet function together as a whole[6].

### 2.2 GRA (Grey Relational Analysis)

회색시스템 이론(Grey System Theory; GST)은 시스템의 일부 정보가 명확하지 않은 상태이며, 제한된 정보를 활용하여 불확실한 시스템의 거동을 예측하기 위해 Deng(1982)이 고안했다[7]. GST에서 존재하는 시스템 특성은 흑색(Black), 백색(White), 회색(Grey)의 3가지 색깔로 구분할 수 있다. 흑색은 시스템의 구조나 성질, 매개변수 등에 대한 정보가 전혀 없는 것을 나타내며, 백색은 시스템의 모든 정보가 분명한 것을 의미한다. 회색은 일부 정보는 명확하고, 다른 일부 정보는 모호한 상태를 의미한다. 다음 Fig. 1처럼 시스템은 흑색, 백색, 회색의 정보가 모두 존재한다.

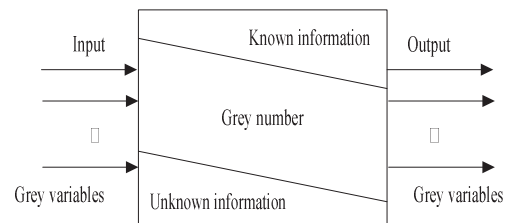


Fig. 1. Grey system theory

GST의 분야를 나누는데 저자에 따라 차이가 있으나 Wen(2004)의 분류에 의하면 1) Grey 생성(Generating), 2) Grey 관계분석 및 평가(Relational Analysis and Evaluation), 3) Grey 모형(Model), 4) Grey 예측(Prediction), 5) Grey의 사결정(Decision making), 6) Grey 통제(Control)로 나

누고 있다[8]. 본 연구는 GST 분야의 Grey 생성 및 Grey 관계분석/평가, Grey 모형을 통해 우선순위를 정하며, 정해진 우선순위를 기반으로 한 예측치를 활용하여 경영진의 의사결정에 도움을 줄 수 있다.

GRA는 GST에서 파생된 것으로 목표치에 근거한 실험 결과의 경향을 예측하기 위한 새로운 분석법이다. 보통 통계기법을 사용하여 두 개 이상의 연속물에 대한 수치상의 상관관계를 파악한다. 측정된 결과(Original Sequence)에 대한 경향을 정량화시키기 위해 0과 1 사이의 값(Demical Sequence)을 갖는 계수로 계산하고, 관계등급을 결정하여 최적의 대안을 찾는 효과적인 분석법이다[9].

Table 2. Comparative table of project evaluation

Evaluation technique	AHP	GRA
Purpose	Comparison with multiple alternatives	Prioritize multiple alternatives
Parameter	Ratio scale	Grey number
Method	Hierarchical design and pairwise comparison	Grey function
Process	Calculation relative importance, Verification consistency rate	Mean value processing, Calculation Grey relational grade, Ordering

프로젝트 평가기법 중 대표적인 AHP와 비교했을 때 GRA가 갖는 장점은 다음과 같다. GRA는 정량적인 기법이기 때문에 AHP가 갖는 정성평가를 통한 평가자의 주관관을 제거 할 수 있다. 또한 AHP는 평가요소의 고유치를 이용해 상대적인 중요도를 측정하기 때문에, 대안 간의 절대적인 중요도의 크기를 비교할 수 없다. 그러나 GRA는 대안 간의 관계등급을 통해 비교가 가능하다. 그리고 적은 데이터를 정규화하여 계산하기 때문에 분석 방법의 안정성을 확보 할 수 있다[10][11]. 이를 정리한 것이 Table. 2이며, AHP와 GRA 기법의 목적, 변수, 방법론, 분석과정을 간략하게 비교했다.

### 2.3 평가지표 선정

Meyer and Utterback(1993)은 플랫폼 공용화에 대한 개념을 모듈화 정도로 표현했으며[12], Sanchez and Mahoney(1996)는 모듈화 정도와 신제품개발기간과의 관계를 연구했다[13]. Sheu and Wacker(1997)은 신제품 개발비용과 모듈화정도에 대한 연구를 했으며[14],

Robertson and Ulrich(1998), Muffatto(1999a)는 신제품 개발기간과 비용에 모듈화 정도가 어떤 영향을 미치는지 연구했다[15],[16]. Worren et al.(2002)는 모듈화 정도가 기업성장에 미치는 영향 연구를 통해 제품 복잡도 개념을 사용했다[17].

Table 3. Literature review for evaluation criteria

Literature	RDT	RDC	DOM	COP
Meyer and Utterback, 1993			○	
Sanchez and Mahoney, 1996	○		○	
Sheu and Wacker, 1997		○	○	
Robertson and Ulrich, 1998	○	○	○	
Muffatto, 1999a	○	○	○	
Worren et al., 2002			○	○
Gershenson et al., 2003	○		○	
Mikkola and Gassmann, 2003		○	○	
Kelling and Leteinturier, 2003				○
Danese and Romano, 2004	○		○	
Lau and Yam, 2005	○	○	○	
Jacobs et al., 2007	○		○	○
Mondragon et al., 2009				○
Pasche et al. 2011	○	○	○	

기존 문헌연구에서 사용한 평가지표(Criteria)들을 정리한 것이 Table. 3이다. 본 연구에서는 GRA 분석을 위해 기존 문헌연구에서 많이 사용한 4개 평가지표와 2개의 세부지표를 선정했다. 연구개발기간(R&D time; RDT), 연구개발비용(R&D cost; RDC), 모듈화 정도(Degree of Modularity; DOM), 모듈의 복잡도(Complexity of Module; COM)를 도출했다. 세부지표로 연구개발비용에서 인적비용 측면을 분석하기 위해 연구개발투입인력(R&D resource; RDR)을 추가했다. 모듈화 적용 LRU 수(Modularization LRU; ML)를 모듈의 복잡도보다 거시적인 지표로 추가해 총 6개의 평가지표로 구성했다.

## 3. 연구모형 및 방법

### 3.1 연구모형

본 연구의 기본모형은 Fig. 2와 같다. OO 사업의 주 장비 설계부서, 종합군수지원(ILS)부서, 사업부서 등이 협력하여 위의 프로세스를 따라 진행했다. 모듈화 대상 장비를 선정하고, 설계자의 의견을 반영한 제품분할구조(Part Breakdown Structure)를 만들었다. 설계 자료와 부품 데이터시트, 기술자료 등을 군수지원 측면에서 분석했으며, 사업부서의 원가 및 재무자료들을 취합하였다.

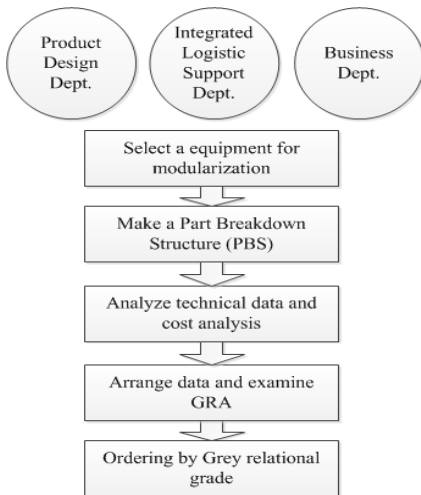


Fig. 2. Research framework

OO 장비의 부품을 수리가 가능한 수준에서 전기전자 부품 관점으로 작은 단위로 쪼갠 다음 모듈 단위로 분류했다. 전자부품 관점에서 세분화하는 이유는 전자장치를 기준으로 분류하여 제품을 개발했을 때 쉽게 설계변경 및 개선이 가능하기 때문이다. 주장비 설계자의 의견을 종합하여 전자부품의 기능을 기준으로 모듈을 분류했다. 분류한 11개의 모듈의 인터페이스를 그린 것이 Fig. 3이다. M1은 장착대, M2는 장비를 보호하는 하우징으로 기구물이다. 나머지 M3부터 M11까지는 싱글보드컴퓨터, 입출력모듈, 메인보드, 전력모듈 등 전자부품 모듈이다.

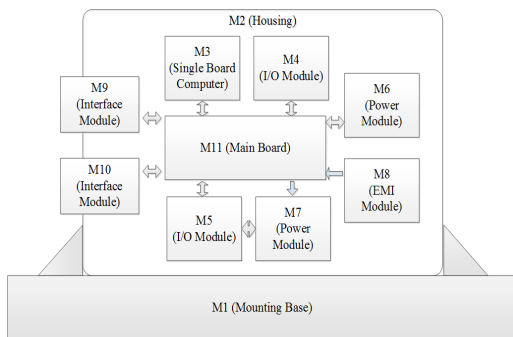


Fig. 3. Interface between modules

### 3.2 데이터

OO 장비의 체계개발 사업은 2014년에 착수하여 2018년까지 개발완료 및 양산을 목표로하는 현재 개발 중인 사업으로 향후 성능개량 사업 및 유사 사업이 다수

존재하여 본 연구에 적합하다 판단하여 선정했다. OO 장비의 체계개발 사업 데이터를 기반으로 11개의 모듈에 대한 평가지표 데이터를 연구개발 비용과 기간, 투입공수, 제품의 복잡도, 모듈화 정도에 대해 수집했다. 결측값은 없었으며 세부적인 비용자료는 설계부서 및 사업부서 등의 전문가를 통해 산출했다. 본 연구에 기재된 데이터 값은 보안상의 문제로 비용 단위로 가공하거나 수치를 구체화하지 않았다.

평가지표 데이터를 도출하는 식은 다음 Table. 4와 같다. 연구개발기간은 해당 모듈 개발에 투입한 연구기간 비율과 근무시간을 곱하여 도출했으며, 연구개발비용 역시 투입인력과 인건비, 그리고 재료비 등을 합산하여 도출했다. 모든 모듈의 값을 합산하면 1이 된다. 연구개발 투입공수의 경우 해당 모듈 개발에 투입한 연간 공수이다. 모듈화 정도의 세부지표로 향후 적용가능한 LRU의 수와 SRU(Shop Replaceable Unit) 몇 개가 통합되었는 지로 분류했다. 제품 복잡도는 기술자료를 분석하여 도출된 전자부품의 소자 핀 수이다. 평가지표 데이터간의 단위가 다르지만, GRA는 평가지표간의 상관관계가 존재하지 않고 데이터를 정규화하여 분석하기 때문에 문제가 되지 않는다[9][10].

Table 4. Evaluation criteria and equation

Criteria (Acronym)	Equation
R&D Time (RDT)	Ratio of Pure R&D Working Hour
R&D Cost (RDC)	Ratio of Labor cost plus Material cost
R&D Resource (RDR)	R&D Resource M/Y
Modularization LRU (ML)	LRU variants for future
Degree of Modularity (DOM)	no. of module integrated
Complexity of Module (COM)	no. of pin in the module

### 3.3 GRA 분석절차

GRA 분석 절차는 다음과 같다.

(1) 시퀀스(Sequence) 데이터 수집 및 생성

- 참조(Reference) 시퀀스:

$$x_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(m))$$

- 비교(Comparison) 시퀀스:

$$x_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(m))$$

(2) 데이터의 정규화

- 평균값 가공(Mean value processing): 모든 시퀀스의 값들의 평균을 구하고, 각각의 값을 평균으로 나눠준다.
- 초기값 가공(Initial value processing): 각 시퀀스의 초기 값으로 나눠준다.

(3) Grey 관계계수(Relational coefficient) 계산

- 관계계수 식:  $\xi_i(k) = \frac{\Delta \min + \zeta \Delta \max}{\Delta_i(k) + \zeta \Delta \max}$  로 0과 1 사이 값을 갖는다.
- 최대차이, 최소차이 계산:  
 $\Delta \max = \max \Delta_i(k), \Delta \min = \min \Delta_i(k)$   
 $\Delta_i = (|x_0(1) - x_i(1)|, \dots, |x_0(m) - x_i(m)|)$
- 구별계수(Distinguishing coefficient):  $\zeta$  로 표현되며 0과 1 사이의 값을 갖는다. 보통 0.5를 사용하며  $\Delta \max$  값이 너무 클 때 조정해주는 역할을 한다.

(4) Grey 관계등급(Relational grade) 도출

- $\gamma_i = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m \xi_i(k)$ : 각각의 시퀀스를 관계계수로 나눈다.

(5) Grey 관계 순서정리(Ordering)

- $\gamma_\alpha > \gamma_\beta$ :  $x_\alpha$ 가  $x_\beta$ 보다 더 우위에 있다.
- $\gamma_\alpha < \gamma_\beta$ :  $x_\alpha$ 가  $x_\beta$ 보다 더 열위에 있다.
- $\gamma_\alpha = \gamma_\beta$ :  $x_\alpha$ 와  $x_\beta$ 는 동등한 관계이다.

## 4. 분석결과

### 4.1 시퀀스 데이터 생성

Table. 4의 공식을 통해서 각 평가지표의 데이터들을 도출하였고, Table. 5에 11개 모듈에 대한 데이터를 정리했다. 1행은 6개의 평가지표를 약어로 작성했으며, 1열은 11개의 모듈이다. 각 평가지표마다 최적의 데이터를 참조 시퀀스로 생성했으며, 마지막 행인 M0이다.

Table 5. Generating reference sequence

Module	RDT	RDC	RDR	ML	DOM	COM
M1	0.03	0.02	1	270	2	0.21
M2	0.02	0.02	1	510	5	0.18
M3	0.03	0.45	1	510	3	0.32
M4	0.19	0.07	6	270	1	14.72
M5	0.16	0.08	6	130	1	12.82
M6	0.19	0.14	6	510	4	18.35
M7	0.13	0.06	5	130	1	4.27
M8	0.10	0.06	3	510	5	3.48
M9	0.05	0.04	2	270	4	1.58
M10	0.05	0.03	2	270	4	1.42
M11	0.05	0.03	2	510	4	0.32
M0	0.02	0.02	1	510	5	18.35

### 4.2 데이터의 정규화

평균값 가공 과정을 통해서 11개의 모듈과 참조 시퀀스의 평균을 구하여, 각각을 나눠준다. 데이터 정규화를 해준 것이 다음 Table. 6이다.

Table 6. Result of mean value processing

Module	RDT	RDC	RDR	ML	DOM	COM
M1	0.30	0.25	0.33	0.74	0.62	0.03
M2	0.28	0.25	0.33	1.39	1.54	0.03
M3	0.35	5.30	0.33	1.39	0.92	0.05
M4	2.18	0.83	2.00	0.74	0.31	2.32
M5	1.83	0.97	2.00	0.35	0.31	2.02
M6	2.21	1.66	2.00	1.39	1.23	2.90
M7	1.56	0.69	1.67	0.35	0.31	0.67
M8	1.15	0.69	1.00	1.39	1.54	0.55
M9	0.62	0.46	0.67	0.74	1.23	0.25
M10	0.61	0.30	0.67	0.74	1.23	0.22
M11	0.63	0.35	0.67	1.39	1.23	0.05
M0	0.28	0.25	0.33	1.39	1.54	2.90

### 4.3 관계계수 계산

Table 7. Relational coefficient

Module	RDT	RDC	RDR	ML	DOM	COM
M1	0.99	1.00	1.00	0.79	0.73	0.47
M2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.47
M3	0.98	0.33	1.00	1.00	0.80	0.47
M4	0.57	0.81	0.60	0.79	0.67	0.81
M5	0.62	0.78	0.60	0.71	0.67	0.74
M6	0.57	0.64	0.60	1.00	0.89	1.00
M7	0.66	0.85	0.65	0.71	0.67	0.53
M8	0.75	0.85	0.79	1.00	1.00	0.52
M9	0.88	0.92	0.88	0.79	0.89	0.49
M10	0.89	0.98	0.88	0.79	0.89	0.49
M11	0.88	0.96	0.88	1.00	0.89	0.47

최대차이 5.04, 최소차이 0.00을 관계계수 식에 대입 하였다. 최대차이가 비교적 크지 않기 때문에 구별계수는 0.5를 적용하여 관계계수를 구하였다. 관계계수는 0 과 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 최적 대안에 가깝다. 반대로 0에 가까울수록 최악의 대안에 가깝다. 이를 정리한 것이 다음 Table. 7이다.

#### 4.4 Grey 관계등급 도출

각각의 시퀀스에 대해  $\gamma_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \xi_i(k)$ 을 적용하여 관계등급을 구한다. 관계등급의 크기가 클수록 좋은 대안이라고 할 수 있다. Grey 관계등급 순서대로 나열한 것이 다음 Table. 8이다.

Table 8. Grey relational grade for each module

Rank	Grey relational grade	Module
1	0.91	M2
2	0.85	M11
3	0.83	M1
4	0.82	M10
5	0.82	M8
6	0.81	M9
7	0.78	M6
8	0.76	M3
9	0.71	M4
10	0.69	M5
11	0.68	M7

### 5. 결론

GRA를 통해 OO 사업의 모듈화 우선순위를 도출한 결과, M2, M11, M1, M10, M8, M9, M6, M3, M4, M5, M7 순으로 나타났다. 특히 관계등급이 0.9 이상 나온 M2 같은 경우, 하우징으로 민수사업의 플랫폼 공용화와 유사한 결과이다. 즉 자동차의 하부 차체를 공용화하는 것처럼 OO사업에서 하우징을 공용화하여, 소요군의 요구사항에 따른 하부 모듈들을 개발한다면 개발 기간 및 비용적인 측면에서 효과가 있을 수 있다. M11는 메인보드로 관계등급이 두 번째로 높았는데, 이는 향후 모듈화 적용가능한 LRU 수량이 가장 많았기 때문으로 보인다. 연구개발 시간이나 비용 측면에서 하우징에 비해 효과가 작지만, 설계측면에서 유사체계 혹은 성능개량 사업에서 재사용율이 높을 수 있다. 게다가 OO 사업의 핵심 모듈로서 소요군이 요구하는 기능들을 구현함에 있어 중요하

다. 세 번째로 관계등급이 높았던 M1 역시 장착대로 하우징과 함께 공용화 설계를 했을 경우, 비용 절감 효과가 높을 것이다.

하지만 방위 사업은 고객맞춤 형식으로 개발되기 때문에 하우징과 장착대와 같은 하드웨어를 공용화 설계하는데 어려움이 있다. 그러므로 하우징과 장착대를 제외하고 재분석을 실시했다.

Table 9. Grey relational grade except for M1, M2

Rank	Grey relational grade	Module	Module name
1	0.83	M11	Main board
2	0.81	M8	EMI module
3	0.80	M3	Single board computer
4	0.77	M6	Power module
5	0.77	M7	Power module
6	0.70	M10	Interface module
7	0.69	M9	Interface module
8	0.67	M5	I/O module
9	0.66	M4	I/O module

M1, M2를 제외하고 GRA를 재실시 한 결과는 Table. 9와 같다. M11, M8, M3, M6, M7, M10, M9, M5, M4 순으로 나왔으며, M11 메인보드의 관계등급이 가장 높게 나왔다. 메인보드는 향후 성능개량 사업이나 유사 사업에서 동일 기능을 요구하는 경우가 많아 설계 변경 사항이 적어 재사용율이 높을 것으로 보인다. 또한 EMI 모듈과 Power 모듈의 경우는 기능과 구조가 비교적 단순하여, 모듈화 설계가 용이하며 비용대비 효과가 높을 것으로 예상된다.

OO 사업은 현재 개발 중인 사업이기 때문에 분석 결과를 적용한 시간 및 비용 절감 효과에 대한 구체적인 결과치를 알 수 없으나, 향후 사업에 적용 시 기대되는 예측치 산출은 가능하다. 분석 결과를 토대로 관계등급 0.7 이상인 모듈들을 모듈화 설계했을 때, 향후 성능개량 사업과 유사 사업에서 예상되는 효과는 약 18억 원의 비용 절감과 약 300일의 개발기간 단축이다. 비용절감 효과의 경우 해당 모듈이 들어가는 사업 수에 개발비를 곱하여 계산했고, 기간단축 효과는 해당 모듈들에 투입되는 공수를 곱하여 계산하였다. 이처럼 GRA 기법을 활용하여 모듈화 우선순위를 선정하고, 적용 시 기대되는 시간 및 비용에 대한 정량적인 예측치를 구할 수 있기 때문에 경영진의 전략적 의사결정에 활용 가능할 것이다.

평가지표를 기준으로 결과를 분석하면 모듈화의 정도

(Degree of Modularity)가 가장 핵심적인 지표였다. 우선순위가 높은 모듈 전부가 모듈화의 정도가 0.7 이상이었으며, 낮은 순위의 모듈들은 0.7 이하였다. 그러므로 모듈 설계 시 모듈화 정도를 최우선적으로 고려하여 설계하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

본 연구는 OO 사업을 대상으로 분석을 하였기에 이 중 체계 혹은 소요군이 다른 경우에 대한 분석이 추가적으로 필요할 것으로 보인다. 전략사업군(Strategy Project Group)별 혹은 소요군별로 데이터들을 분석해 방위산업 전 분야에 적용할 수 있는 범용적인 분석이 필요하다.

추후에는 사업완료 이후 모듈화를 적용한 후속사업의 구체적인 결과값을 제시하여야 하며, 방위 산업에서의 모듈화 방향에 대해서 추가적인 연구가 필요하다. 민수 산업은 모듈화 설계를 통해 모듈을 합쳐서 더 큰 덩어리로 만드는 방향으로 진행되고 있지만, 방위 산업은 고객의 요구사항이 다양하고 군별로 플랫폼이 다른 경우가 많아 모듈을 나누는 방향으로 진행되고 있다. 그러므로 방위산업의 특수성을 고려한 모듈화 방향에 대한 연구가 추가로 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 OO 사업 데이터를 GRA를 활용해 어떤 LRU부터 모듈화를 해야 하는지에 대한 우선순위를 매겼다. 우선순위에 따라 향후 체계개발 사업에서 참고하여 설계할 수 있을 것이다. 기존에는 방위산업의 특수성 때문에 민수산업과는 다른 R&D 전략을 갖고 있었지만, 최근의 추세는 민수산업처럼 비용적인 측면에서 효율적 평가를 통해 진행하는 방향으로 변화하고 있다. 전문가의 정성적인 평가와 함께 본 연구에서 수행한 GRA와 같은 정량적인 분석기법을 활용하여 모듈화를 적용한다면 개발기간과 비용을 단축에 도움이 될 것이다.

## References

- [1] M.S. Kim, K.T. Kim, D.H. Jung, "A Study on the Reinforcement of the Combat Support System by the Platform Standardization of Military Vehicles", Transactions of KSAE, vol. 23, no. 3, pp. 247-253, 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7467/ksae.2015.23.3.247>
- [2] Meyer, M.H., "Revitalize your product lines through continuous platform renewal", Research Technology Management, vol. 40, no. 2, pp. 17-28, 1997.
- [3] K.T. Lee, "Platform and modularization strategy priorities selection by using Grey Relational Analysis", Master's thesis, Sungkyunkwan University, 2013.
- [4] Sawhney, M.S., "Leveraged high-variety strategies: From portfolio thinking to platform thinking", Academy of Marketing Science. Journal, vol. 26, no. 1, pp. 54, 1998.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0092070398261006>
- [5] H.J. Jo, C.S. Kim, "Conversion from the Captive Type to the Modular Type in the Supplier Relations", Korean Journal of Sociology, vol. 47, no. 1, pp. 149-184, 2013.
- [6] Baldwin, C.Y. & Clark, K.B., Managing in the Modular Age: Architectures, Networks, and Organizations, pp. 149-171, Blackwell Publishers, 2003.
- [7] Deng Julong, "Control problems of Grey Systems", Systems and Control Letters, vol. 1, no. 5, pp. 288-94, 1982.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6911\(82\)80025-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6911(82)80025-X)
- [8] K.L. Wen, "The Grey System Analysis and Its Application in Gas Breakdown and Var Compensator Finding", International Journal of Computational Cognition, vol. 2, no. 1, pp. 21 - 44, 2004.
- [9] Deng Julong, "Introduction to Grey System Theory", The Journal of Grey System, vol. 1, pp. 1-24, 1989.
- [10] G.H. Lee, "Research Methodology for Social Science", Beopmu Publisher, 2004.
- [11] G.T. Cho, Y.G. Cho, H.S. Gang, Analytic Hierarchy Process, Donghyun Publisher, 2003.
- [12] Meyer, M.H., Utterback, J.M., "The product family and the dynamics of core capability", Sloan Management Review, vol. 34, no. 3, 1993.
- [13] Ron Sanchez, Joseph T. Mahoney, "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design", Strategic Management Journal, vol. 17, no. 2, pp. 63-76, 1996.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250171107>
- [14] Chwen Sheu, John G. Wacker, "The effects of purchased parts commonality on manufacturing lead time", International Journal of Operations & Production Management, vol. 17, no. 8, pp. 725-745, 1997.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443579710175529>
- [15] Robertson, D. & Ulrich, K., "Planning for product platforms", Sloan Management Review, vol. 39, no. 4, pp. 19-31, 1998.
- [16] Moreno Muffatto, "Introducing a platform strategy in product development", International Journal of Production Economics, vol. 60, pp. 145-153, 1999a.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00173-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00173-X)
- [17] Worren, Nicolay, Karl Moore, and Pablo Cardona, "Modularity, strategic flexibility, and firm performance: a study of the home appliance industry.", Strategic management journal, vol. 23, no. 12, pp. 1123-1140, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/smj.276>

**이 강 택(Kang-Taek Lee)**

[정회원]



- 2012년 2월 : 성균관대학교 시스템 경영공학과 (공학학사)
- 2014년 2월 : 성균관대학교 기술경영학과 (공학석사)
- 2014년 1월 ~ 2014년 12월 : 한국 로버트보쉬 기술영업팀 사원
- 2015년 1월 ~ 현재 : LIG 넥스원 ILS연구센터 연구원

<관심분야>

종합군수지원(ILS), 기술경영, 기술사업화

**정 주 현(Joo-Hyun Jung)**

[정회원]



- 2010년 2월 : 한양대학교 산업공학과 (공학학사)
- 2013년 2월 : 한양대학교 산업공학과 (공학석사)
- 2014년 1월 ~ 현재 : LIG 넥스원 ILS연구센터 선임연구원

<관심분야>

인간공학, UX, GUI

**이 정 훈(Jung-hoon Lee)**

[정회원]



- 2006년 8월 : 한양대학교 정보경영 공학과 (공학학사)
- 2008년 8월 : 한양대학교 한양대학원 산업공학과 (공학석사)
- 2008년 7월 ~ 현재 : LIG 넥스원 ILS연구센터 선임연구원

<관심분야>

통계, 품질, 신뢰성, 국방

**김 근 형(Geun-Hyung Kim)**

[정회원]



- 2009년 8월 : 인하대학교 산업공학과 (공학학사)
- 2012년 2월 : 고려대학교 정보경영전문대학원 정보경영공학과 (공학석사)
- 2013년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 ILS연구센터 선임연구원

<관심분야>

종합군수지원(ILS), Data mining, Scheduling

**조 일 훈(Il-Hoon Cho)**

[정회원]



- 2011년 2월 : 고려대학교 산업시스템정보공학과 (공학학사)
- 2013년 2월 : 한국과학기술원 산업 및 시스템공학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : LIG넥스원 ILS연구센터 선임연구원

<관심분야>

정보경영, 정보통신