

# AHP 기반 국가 연구개발 과제 평가 기준 결정 시스템

박성호<sup>1</sup>, 오재택<sup>1</sup>, 이상용<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 컴퓨터공학과 박사과정, <sup>2</sup>공주대학교 컴퓨터공학부 교수

## An AHP-based Assessment Criteria Decision System for National Research and Development Tasks

Seong-Ho Park<sup>1</sup>, Jae-Taek Oh<sup>1</sup>, Sang-Yong Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doctoral Course, Department of Computer Science & Engineering, Kongju National University

<sup>2</sup>Professor, Division of Computer Science & Engineering, Kongju National University

요 약 국가 연구개발 사업의 과제 평가는 신청된 과제 중에서 기술성 또는 사업화 가능성이 높은 과제를 선별하기 때문에 고도의 전문성 및 객관성, 공정성이 요구된다. 이를 위해 신청된 각 세부과제의 기술 분야 전문가가 해당 과제의 계획서를 중점적으로 검토하게 된다. 그러나 평가 과정에서 평가 위원의 평가 지표 점수가 같다고 하더라도 평가 위원의 평가 의견이 동일하다고 판단할 수 없으며, 실제 적용되는 평가 지표의 가중치가 다르게 적용될 수 있다는 문제점이 있다. 본 연구에서는 국가 연구개발 사업의 선별 평가를 위한 각 지표별 평가 기준을 객관화하여 과제 평가 선정의 오차를 줄이고, 평가의 전문성 및 공정성을 향상시킬 수 있는 AHP 기반 국가 연구개발 과제 평가 기준 결정 시스템을 제안하였다. 본 연구를 통해 국가 연구개발 사업의 지표별 평가 기준을 객관화할 수 있었으며, 부여된 가중치 배점을 이용하여 각 지표별 평가 기준을 산정하는 과정에서 각 분야의 전문가의 전문성 및 공정성을 확보할 수 있었다.

주제어 : 계층적 분석 방법, 국가 연구개발 과제, 평가 기준, 결정 시스템, 과제 평가

Abstract Professionalism, objectivity, and fairness are highly required in the assessment of tasks in national research and development projects. Experts in the technologies should thus focus on the task's plan in the review process. The same scores in the assessment, however, do not mean that the judges don't have the same opinions. Another problem is the possibility that different weights can be applied for evaluation indexes. This study proposed an AHP-based assessment criteria decision system for national research and development tasks to reduce errors in task assessment and selection and improve the professionalism and fairness by objectifying the evaluation criteria of each index. As a result, the assessment criteria were objectified for each index in the projects. In addition, the professionalism and fairness of experts were secured in the process of setting assessment criteria for each index based on the given marks of weights.

Key Words : Analytic Hierarchy Process, National R&D Task, Assessment Criteria, Decision System, Task Evaluation

\*Corresponding Author : Sang-Yong Lee(sylee@kongju.ac.kr)

Received February 18, 2020

Accepted May 20, 2020

Revised April 3, 2020

Published May 28, 2020

## 1. 서론

최근 국가 R&D 사업 집행 규모는 2018년 19조 7,759억 원으로 Fig. 1과 같이 연평균 2.9%로 꾸준히 증가하였으며, 정부 통합 재정 규모도 또한 연평균 증가율의 0.6배 수준으로 점점 증가하고 있다[1].

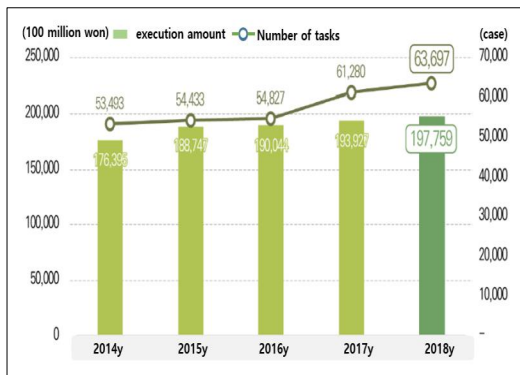


Fig. 1. Current implementation of national research and development projects in 2018[1]

국가 연구개발 사업의 과제 평가는 신청된 과제 중에서 기술성 또는 사업화 가능성이 높은 과제를 선별하기 때문에 고도의 전문성 및 객관성, 공정성이 요구된다. 이를 위해 신청된 각 세부과제의 기술 분야 전문가가 해당 과제의 사업계획서 등을 검토하는 서면평가, 과제 책임자의 발표 평가, 연구자 현장 평가 등 사업화 가능성을 평가하여 지원대상 과제를 선별한다. 보통 과제를 평가할 때 활용되는 평가 기준을 이용하여 각 지표별로 평가한 지표별 점수를 합계하여 평가 점수를 산출하게 된다.

그러나 평가 과정에서 평가 위원의 평가 지표 점수가 같다고 하더라도 평가 위원의 평가 의견이 동일하다고 판단할 수 없으며, 실제 적용되는 평가 지표의 가중치가 다르게 적용될 수 있다는 문제점이 있다[2].

이에 본 연구에서는 각 지표별 평가 기준을 객관화하여 과제 평가 선정의 오차를 줄일 수 있으며, 국가 연구개발 사업 선별 평가의 전문성 및 공정성을 확보 및 향상시킬 수 있는 AHP 기반 국가 연구개발 과제 평가 기준 결정 시스템을 제안하고자 한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 AHP

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 Saaty에 의해 제안된 기법으로 안전을 평가할 때 평가 기준과 의사 내용에 대한 자료들을 취합하여 체계적으로 평가하는 의사 결정 기법을 말한다[3-5].

AHP의 의사결정 평가 방식은 문제 해결을 위해 구성된 평가 대상의 기준을 계층화하고, 평가하고자 하는 평가 대상을 선정하여 1:1 비교(쌍대 비교) 방법을 이용하여 각각의 가중치를 결정한다. 가중치를 결정할 때 Saaty가 제안한 9점 척도를 사용하여 1:1 비교를 진행해도 되며, 연구자의 판단에 따라 다른 척도를 제시하여 평가를 진행해도 된다[6-8].

1:1 비교 방법을 통해 각각의 가중치를 도출한 상태에서 평가 대상의 검증에 대해 일관성 지수를 통한 검증을 실시하며, 일관성 지수가 0.1 이하이면 해당 평가 대상은 신뢰성이 있다고 판단하여 해당 평가 대상의 가중치를 선정하게 된다. 이후 일관성 검증이 완료된 각각의 평가 대상의 1:1 비교 가중치를 취합하여 최종 점수(최종 가중치)를 채택하게 되며, 이 가중치를 안전을 평가할 때의 평가 기준으로 선정하게 된다[6,7,9-11].

본 연구에서는 AHP를 이용하여 국가 연구개발 사업의 지표별 평가 기준을 객관화하여 평가 선정의 오차를 줄이고자 하였으며, 또한 국가 연구개발사업 선별 평가의 전문성 및 공정성을 확보하고자 하였다.

### 2.2 국가 연구개발 사업

국가 연구개발 사업은 중앙 행정 기관이 법령에 근거하여 연구개발 과제를 특정하여 그 연구 개발비의 전부 또는 일부를 출연하거나 공공 기금 등으로 지원하는 과학기술 분야의 연구개발 사업을 의미한다. 최근 지식기반 경제와 특히 4차 산업 혁명 시대에는 지식기반의 연구개발 투자가 국가 경제에 결정적인 영향을 미치기 때문에 연구개발 사업에 대한 투자가 증가하고 있으며, 국가 연구개발 사업의 성과가 국가 경쟁력 강화에 중요한 요소로 등장하게 되었다[1, 12].

현재 국가 연구개발 사업의 패러다임은 범세계적으로 재정투자 중심에서 성과 중심으로 변화하고 있다. 이에 따라 우리나라의 국가 연구개발 사업의 전략 또한 실용적이고, 미래 성장 동력으로 활용할 수 있는 성과의 창출과 창출된 성과의 활용에 주목하고 있다. 「국가 연구개발 사업의 관리 등에 대한 규정」 제 17조에 따르면 국가 연구개발 사업의 목적을 연구개발 결과에 활용하는데 있다고 규정하고 있는 등, 국가 연구개발 사업 연구성과의 R&BD(Research & Business Development)에 대한

중요성이 점차 강조되고 있다[13].

그러나 국가 연구개발 사업의 최상위 규정에서는 연구 개발 계획서에 명시되어야 할 항목 및 선정평가 시 검토해야 할 항목만을 규칙으로 정하였을 뿐, 선정평가 기준은 명시하지 않고 있다[14,15].

본 연구에서는 연구개발 사업별 특성을 반영한 선정기준을 마련하기 위해 정성적인 기준을 정하기 보다는, 전문가의 전문적인 의견을 과학적으로 반영할 수 있는 방법을 활용하여 보다 기술적·경제적 성공 가능성이 높은 기술개발 과제를 선정하고자 한다.

### 3. AHP 기반 국가 연구개발과제 평가 기준 결정 시스템

본 연구에서 제안하는 AHP 기반 국가 연구개발과제 평가 기준 결정 시스템은 Fig. 2와 같이 구성된다.

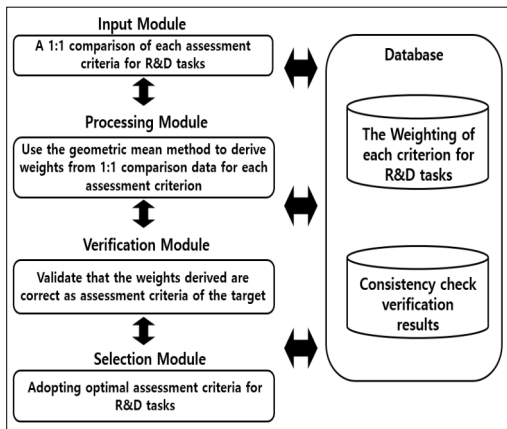


Fig. 2. System Structure

해당 시스템은 Input 모듈, Processing 모듈, Verification 모듈, Selection 모듈, Database로 구성되어 있다. 해당 시스템을 통해 국가 연구개발 과제를 선정할 때 각 지표별 평가 기준을 객관화하여 과제 평가 선정의 오차를 줄일 수 있을 것이다.

#### 3.1 Input 모듈

Input 모듈은 제안된 국가 연구개발 과제를 평가할 때 해당 전문가가 즉, 평가 위원들이 연구개발 과제를 선정하기 위해 중요하다고 판단되는 평가 기준을 각각 1:1

비교를 하는 모듈이다.

평가 기준은 국가 연구개발 사업 선별 평가의 전문성 및 공정성을 확보 및 향상시킬 수 있다고 판단되는 항목을 채택했다. 채택된 항목은 Fig. 3과 같다.

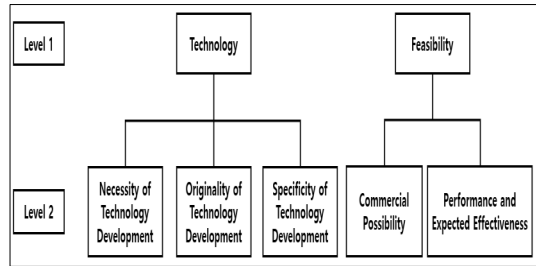


Fig. 3. Hierarchy of selection and assessment for national research and development projects

여기서, Level. 1은 AHP 의사결정 시스템의 목표를 의미하며, 국가 연구개발 사업 선별 평가의 전문성 및 공정성을 확보 및 향상시킬 수 있다고 판단되는 전반적인 항목을 나타낸다. Level. 2는 AHP 의사결정 시스템의 목표의 대안(요소)을 의미하며, Level. 1에 대한 세부적인 항목을 나타낸다.

Fig. 3에서의 기술성은 기술개발의 실패 위험 또는 초기 투자 비용 등을 중점적으로 분석하여 정부가 지원해야 할 필요성이 있는가(기술개발 필요성)와 기술개발이 기존에 없던 새로운 시장 창출이 가능한가(기술개발 독창성)와 기술개발의 목표 및 개발 방법이 구체적이며 타당한지(기술개발 구체성)를 판단한다.

Fig. 3에서의 사업성은 단기간 내에 기술개발 및 상용화가 가능한지(기술개발 상용화 가능성)와 기술개발로 인하여 시장 창출 및 고용 창출 등 성과를 이룰 수 있는지(성과 및 기대효과 적정성)를 판단한다.

Input 모듈을 통해 평가 위원들이 중요하다고 판단되는 평가 기준을 대략적으로 파악할 수 있으며, 이를 통해 평가 항목을 수정할 수도 있다.

#### 3.2 Processing 모듈

Processing 모듈은 Input 모듈을 통해 평가 기준을 1:1 비교한 수치를 기하 평균법을 이용하여 평가 기준에 대한 최종 가중치를 도출하는 모듈이다. Input 모듈을 통해 산출된 수치를 기하 평균법으로 합산한 값을 정규화하여 최종적으로 가중치를 도출하게 된다.

Table 1. Weights of sub-elements of technology

Assessment Factors	Necessity	Originality	Specificity	Weight
Necessity	1	1.3197	0.7917	0.3325
Originality	0.7578	1	0.6662	0.2610
Specificity	1.2631	1.5011	1	0.4065

Table 1은 Fig. 3의 기술성에 관한 하위 요소의 가중치를 도출한 결과로 국가 연구개발 사업 선별 평가를 위해서는 기술개발의 목표 및 개발 방법이 구체적이며 타당한지를 우선적으로 검토해야 함을 알 수 있다. Table 1의 가중치는 각 행의 기하평균 값을 1이 되도록 정규화한 결과로 도출 과정은 다음과 같다.

$$\left[ \begin{array}{c} \sqrt[3]{1 \cdot 1.3197 \cdot 0.7917} \\ \sqrt[3]{0.7578 \cdot 1 \cdot 0.6662} \\ \sqrt[3]{1.2631 \cdot 1.5011 \cdot 1} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} 1.0147 \\ 0.7963 \\ 1.2404 \end{array} \right] \quad \text{식(1)}$$

$$\frac{1}{3.0514} \left[ \begin{array}{c} 1.0147 \\ 0.7963 \\ 1.2404 \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} 0.3325 \\ 0.2610 \\ 0.4065 \end{array} \right] \quad \text{식(2)}$$

### 3.3 Verification 모듈

Verification 모듈은 최종적으로 도출한 가중치가 평가 대상의 평가 기준으로서 맞는지 판단 및 검증하는 모듈이다. 일관성 지수가 0.1 이하이면 해당 평가 대상의 평가 기준이 신뢰성이 있다고 판단하여 해당 평가 기준의 가중치를 선정하게 된다.

일관성 지수는 Processing 모듈에서 얻은 가중치와 Input 모듈에서 평가 기준을 비교한 행렬을 이용하여 산출한 최대 고유치를 이용한다. 일관성 지수는 식 (3)을 이용하여 도출할 수 있으며, 최대 고유치는 식 (4)의 요소의 개수에 대한 평균을 의미한다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad \text{식 (3)}$$

$$k = \frac{AW}{W} \quad \text{식 (4)}$$

식 (3)에서  $\lambda_{\max}$ 는 최대 고유치를 의미하며,  $n$ 은 요소의 개수를 의미한다. 식 (4)에서는  $A$ 는 Input 모듈에서 평가 기준을 1:1 비교한 행렬을 의미하며,  $W$

는 Processing 모듈에서 도출된 가중치를 의미한다. 즉, Table 1에서는  $\lambda_{\max}$ 가 3.001을,  $n$ 이 3임을 알 수 있다.

### 3.4 Database

본 연구의 시스템을 구성하기 위한 데이터베이스에는 연구개발 과제의 각 평가 기준을 1:1로 비교한 데이터의 가중치 정보와 평가 대상의 평가 기준으로서 알맞은지 검증한 결과 정보가 저장된다.

Fig. 4는 이를 설계한 개체-관계 모델링으로 I/E 표기법에 따라 평가 위원 정보 테이블과 국가 연구개발 과제 테이블을 M:N으로 설정하여 여러 분야의 전문가가 해당 국가 연구개발 과제를 평가할 수 있다. 해당 연구개발 과제는 하나의 계층 구성 정보가 있어 이를 구성하고 있는 목표와 대안(요소)의 가중치를 저장할 수 있으며, 최종적으로 평가 기준을 선택할 때 해당 계층 구성 정보에서 우선순위가 높은 평가 요소를 선택할 수 있다.

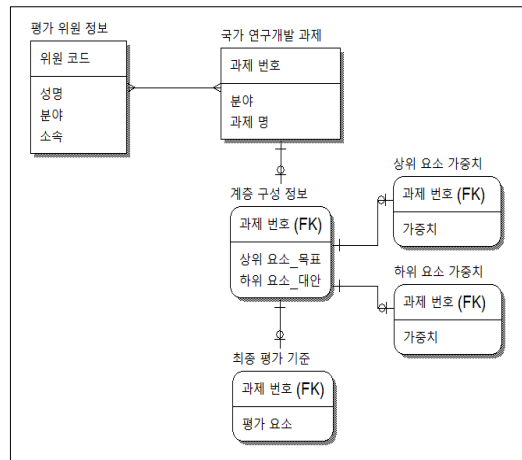


Fig. 4. Database Schema

## 4. 실험 및 평가

본 연구에서 제안하는 AHP 기반 국가 연구개발과제 평가 기준 결정 시스템을 평가하기 위해 8대 혁신성장 분야 관련 기술 전문가가 4-6인 이내로 구성하여 총 16개 분과, 총 167개 과제에 대한 79명 전문가를 위촉하여 평가를 진행하였다.

8대 혁신성장 분야는 초연결 지능화, 정밀 의료, 신재생 에너지, 스마트 농림 수산, 스마트 시티, 고 기능 무인

기, 자율 주행차 및 지능형 로봇으로 구성되었으며, 16개 분과는 빅 데이터, 사물 인터넷, 인공지능, 초연결 지능화, 정밀 의료, 신재생 에너지, 스마트 농림 수산, 스마트 시티, 드론, 자율 주행차 및 지능형 로봇으로 구성되었다.

사업성 하위 요소의 가중치를 도출한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Weights of sub-elements of feasibility

Assessment Factors	Weight
Commercial Possibility	0.775
Performance	0.225

Table 2의 결과를 통해 국가 연구개발 사업 선별 평가를 위해서는 단기간 내에 기술개발 및 상용화가 가능한지를 중점적으로 검토해야 함을 알 수 있다.

최종적으로 국가 연구개발 사업 선별 평가의 전문성 및 공정성을 확보 및 향상시킬 수 있다고 판단하기 위해서 고려해야 할 요소의 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Weights of elements to be considered in the selection and assessment of national research and development projects

Assessment Factors	Weight
Technology	0.552
Feasibility	0.448

Table 3의 결과를 통해 국가 연구개발 사업 선별 평가의 전문성 및 공정성을 확보 및 향상시키기 위해서는 기술성을 중점적으로 고려해야 함을 알 수 있다.

그러나 평가 과정에서 평가 위원의 평가 지표 점수가 같다고 하더라도 평가 위원의 평가 의견이 동일하다라고 판단할 수 없으며, 실제 적용되는 평가 지표의 가중치가 다르게 적용될 수 있다. 이에 각 지표별 평가 기준의 오차를 줄이기 위한 각 평가 대상의 배점을 객관화한 가중치는 Table 4와 같다.

Table 4를 이용하여 각 분야의 전문가가 평가한 평가 자료를 통해 각 지표별 평가 대상의 배점을 부여할 수 있으며, 부여된 배점을 통해 각 지표별 평가 기준의 가중치를 객관적으로 도출할 수 있다. Table. 4의 가중치는 각 지표별 평가 대상의 배점의 기하평균 값을 1이 되도록 정규화한 값을 본 연구의 종합 가중치 비율로 도출한 것과 같다. Table 4의 결과를 통해 새로운 국가 연구개발 과제의 평가 기준을 산정할 때 해당 가중치를 평가 대상

의 배점의 보정 값으로 적용할 수 있으며, 이를 이용하여 새로운 분야의 전문가의 전문성 및 공정성을 확보할 수 있다.

Table 4. Weights based on the objectified marks of each object in assessment

Intensity	Technology		
	Necessity	Originality	Specificity
Very Good	0.1838	0.1442	0.2241
Good	0.0986	0.0771	0.1225
Normal	0.0534	0.0419	0.0665
Insufficient	0.0292	0.0233	0.0361
Very Insufficient	0.0166	0.013	0.0201

Intensity	Feasibility	
	Commercial Possibility	Performance
Very Good	0.3472	0.1006
Good	0.1837	0.0582
Normal	0.0970	0.0324
Insufficient	0.0526	0.0184
Very Insufficient	0.0293	0.0105

## 5. 결론

본 연구에서는 연구개발 사업별 특성을 반영한 선정기준을 마련하기 위해 정성적인 기준을 정하기 보다는, 전문가의 전문적인 의견을 과학적으로 반영할 수 있는 방법을 활용하여 보다 기술적·경제적 성공 가능성이 높은 기술개발 과제를 선정하고자 하는 AHP 기반 국가 연구개발 과제 평가 기준 결정 시스템을 제안하였다.

본 연구를 통해 국가 연구개발 사업의 지표별 평가 기준을 객관화할 수 있었으며, 이를 통해 부여된 가중치 배점을 이용하여 각 지표별 평가 기준을 선정하는 과정에서 각 분야의 전문가의 전문성 및 공정성을 확보할 수 있었다.

추후, 각 지표별 척도에 대한 평가 배점의 불확실성 및 모호성을 해결할 수 있는 Fuzzy-AHP를 통해 국가 연구개발 사업의 지표별 평가 기준의 전문성 및 공정성을 확보하고자 한다.

## REFERENCES

- [1] H. I. Lee & H. J. Yoo. (2019). *2019 Korea Institute of S&T Evaluation and Planning*. Seoul: KISTEP.
- [2] S. W. Mo & C. B. Kim. (2012). A relative Importance Evaluation of the Industrial Sector According to the FTA Using AHP and Fuzzy AHP. *Journal of Industrial Economics and Business*, 25(2), 1827-1842.
- [3] T. L. Saaty. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- [4] Y. J. Choi. (2013). Analyzing Weights of Certification Assessment Criteria on the G-SEED System Using the AHP Method - Focused on Certification Standards for Apartment Buildings -. *Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, 13(6), 113-120.
- [5] Y. G. Shin, C. G. Kim & T. Y. Kim. (2005). Priority Analysis of Environment-friendly Agricultural Policy Programs. *Korea Rural Economic Institute*, 28(2), 39-56.
- [6] K. K. Jo & H. Y. Ha. (2008). Meta Analysis of the Utilization of Analytic Hierarchy Process for Policy Studies in Korea. *The Korea Association for Policy Studies*, 17(1), 287-313.
- [7] Y. J. Kim & J. S. Shim. (2007). A Comparison of Weight Elicitation Techniques: Focusing on AHP, JA, and SW. *Public Policy Review*, 21(1), 5-34.
- [8] S. H. Jo, T. S. Kim & Y. C. Lee. (1998). A Study on the Aggregation of Multi-Experts Priorities Using Compatibility in the AHP. *Journal of the Korea Operation Research and Management Science Society*, 23(4), 131-140.
- [9] O. S. Vaidya & S. Kumar. (2006). Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1-29.
- [10] H. W. Chae. (2013). Exploring Urban Spatial Patterns in Seoul: Using Synthetic Deprivation Index by AHP. *Journal of the Association of Korean Geographers*, 2(2), 147-163.
- [11] W. Ho. (2008). Integrated Analytic Hierarchy Process and its Application - A Literature Review -. *European Journal of Operational Research*, 186(1), 211-228.
- [12] H. D. Hong. (2018). A Comparative Study on the Evaluation System of National R&D Projects. *Korean Public Management Review*, 32(2), 159-182.
- [13] J. H. Kim & K. J. Jung. (2009). Design of Model to Evaluate R&D Results using Technology Valuation Program & AHP Techniques for Activating R&BD. *The Korean Institute of Information Scientists and Engineering*, 36(1C), 6-10.
- [14] J. M. Choi & D. M. Lee. (2017). A Study on National R&D Project Proposal Evaluation Indicator for Small-Medium Business - Focusing on R&D Project for Support Marine SMEs. *Ocean Policy Research*, 32(2), 169-189.

- [15] J. H. Kim. (2015). A Theoretical Review on the Improved Evaluation Method to Select R&D Project. *The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 336-338.

#### 박 성 호(Seong-Ho Park)

[상위권]

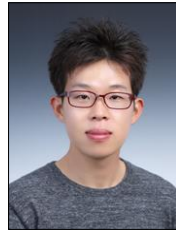


- 2004년 2월 : 광주과학기술원 정보통신학과 (공학석사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 중소기업기술정보진흥원 사업화성과혁신실 (실장)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (박사과정)
- 관심분야 : 인공지능, 추천 시스템

· E-Mail : shpark@tipa.or.kr

#### 오 재 택(Jae-Taek Oh)

[상위권]



- 2015년 2월 : 대전대학교 IT경영공학과 (공학사)
- 2017년 2월 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (박사과정)
- 관심분야 : 인공지능, 추천 시스템

· E-Mail : ohjt15@kongju.ac.kr

#### 이 상 용(Sang-Yong Lee)

[상위권]



- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 일본동경공업대학대학원 총합이공학연구과 (공학석사)
- 1988년 3월 ~ 1989년 2월 : 일본 NEC 중앙연구소 연구원
- 1993년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 전자계산학과 (공학박사)

· 1996년 9월 ~ 1997년 8월 : University of Central Florida 방문교수

· 1993년 8월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수

· 관심분야 : 인공지능, 컨텍스트 예측, 추천 시스템

· E-Mail : sylee@kongju.ac.kr