



# 복합문제해결력 연구 동향에 대한 키워드 네트워크 분석 연구

문성윤\*, 송기상\*\*

## A Study on the Complex Problem Solving Research Trends through Keyword Network Analysis

Seong Yun Mun\*, Ki-Sang Song\*\*

### 요 약

4차 산업혁명 시대에 필요한 미래 인재의 조건으로서의 복합문제해결력(Complex Problem Solving)의 중요성에 비하여 어떻게 그런 능력을 기를 수 있는지에 대한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 소셜 네트워크 분석(Social Network Analysis)을 통해 복합문제해결력의 연구 동향을 분석하였다. 이를 위해 Google 학술 검색과 학술연구정보서비스(RISS, Research Information Sharing Service)를 활용하여 복합문제해결력 관련 해외 학술 논문을 선정하고 저자등록 키워드를 추출한 후, 논문에 동시에 등장한 키워드들에 대한 키워드 네트워크를 구성하였다. 연구 동향 분석을 위해 빈도 분석, 중심성 분석, 응집구조 분석이 사용되었다. 분석 결과 복합문제해결력에 대한 연구는 “Genetics Lab”, “MicroDYN”와 같은 게임 형태의 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 문제해결력을 측정하고 평가하는 게임기반학습(game-based learning)이 중요함을 알 수 있다. 이러한 사실은 2015 개정 교육 과정에 따른 소프트웨어 교육과정에서 복합문제해결력이 게임제작형 블록 기반 코딩교육을 통하여 학교교육현장에서 신장 가능함을 시사한다.

### Abstract

Even though the importance of Complex Problem Solving (CPS) skills is emphasized for the necessary capability of future workforces in the 4th Industrial Revolution, there is not much research on how to develop such abilities in school education periods. Therefore, we analyze the trends of research on CPS by means of social network analysis (SNA). For this, overseas academic articles were selected and key words registered by authors were extracted by using Google Scholar and RISS, and then a keyword network was constructed with respect to key words appearing on the articles simultaneously. For the analysis of research trends, frequency analysis, centrality analysis, and cohesion analysis were used. As a result of the analysis, it was found that researches on complex problem solving were carried out in the form of game-based learning that measures and evaluates problem-solving ability through game-like computer simulation such as “Genetics Lab” and “MicroDYN.” These findings imply that the complex problem solving abilities can be trained at the school education period through the block-based coding education in software curriculum based on the Revised National Curriculum 2015.

### Keywords

complex problem solving trends, keyword network analysis, social network analysis, game-based learning

\* 한국교원대학교 컴퓨터교육과, 안동송현초등학교 · Received: Feb. 11, 2019, Revised: Mar. 17, 2019, Accepted: Mar. 20, 2019

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5825-5717>

\*\* 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수 (교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5539-5906>

· Corresponding Author: Ki-Sang Song

Dept. of Computer Education, Korea National University of Education,  
Chungju, Korea

Tel.: +[REDACTED] Email: [kssong@knue.ac.kr](mailto:kssong@knue.ac.kr)

## I. 서론

2016년 1월의 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)에서 발표된 4차 산업혁명의 도래에 대한 보고서에서는 기술 분야의 혁명이 우리 삶의 방법, 일하는 방법을 근본적으로 변혁시킬 수 있는 규모로 진행될 것으로 예상하고 있다[1]. 이와 같은 급격한 변화를 가져올 것으로 예상되는 4차 산업혁명 시대에 필요한 인재의 능력으로 복합문제해결력(Complex Problem Solving)에 대한 요구가 클 것으로 전망된다[2]. 복합문제해결력은 복잡하고 유동적인 문제 상황에서 새롭게 확실하게 정의되거나 구조화되지 않은 문제를 해결하는 능력[3]을 의미한다. 이 같은 복합문제해결력을 기르기 위해서는 비판적 사고를 바탕으로 상황의 복잡성 이해, 문제와 관련된 변수들 사이의 연결성 및 해결책의 영향을 받는 다른 요소를 인지적, 정서적, 사회적 자원을 활용하여 최상의 해결책을 찾는 능력이 요구된다[4]. 이처럼 실제 상황을 반영하여 문제해결력을 신장시키기 위한 복합문제해결력에 관한 연구는 해외를 중심으로 활발하게 이루어지고 있고, 4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 학교 교육에서도 복합문제해결력을 기르기 위한 교육의 변화가 요구되고 있다[5].

복합문제해결력은 현대 교육 맥락에서 중심 주제로서 PISA(Programme for International Student Assessment) 및 PIAAC(Programme for the International Assessment of Adult Competencies)과 같은 대규모 교육 평가 등의 연구에서 그 관심이 높아졌다[6]. 복합문제해결력에 대한 이러한 세계적 관심에도 불구하고 국내에서는 이에 대한 연구와 관심이 부족한 실정이다. 해외의 경우도 복합문제해결력을 개념화하거나 사례 제시, 평가와 관련하여 복합문제해결력 관련 프로그램 실행 후 효과성을 보고하는 수준에서 머무르고 있다.

이에 국내에서 본격적으로 복합문제해결력 관련 연구가 이루어지기 전에 해외 논문을 중심으로 복합문제해결력과 관련된 연구들 사이의 관계적 특성에 대한 탐색을 통해 복합문제해결력에 대한 연구 경향을 체계적으로 분석할 필요가 있다. 이러한 분

석을 바탕으로 2015 개정 교육과정에서 새롭게 도입되는 소프트웨어교육에서 복합문제해결력 교육의 적용가능성을 탐색해 볼 수 있다.

최근에는 기존의 통계적 분석방법의 부족한 부분을 보완하기 위해 개체들 간의 상호작용을 계량적으로 분석하여 거시적, 미시적 관계 패턴을 분석하는 소셜 네트워크 분석(Social Network Analysis)[7]을 활용하고 있다. 이에 본 연구에서는 복합문제해결력과 관련된 논문들의 저자등록 키워드들 사이의 소셜 네트워크 분석을 통해 복합문제해결력에 관한 연구 동향을 파악하고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 복합문제해결력 관련 논문에 나타난 저자등록 키워드 특성들은 어떠한가?

둘째, 복합문제해결력 관련 논문에 나타난 저자등록 키워드 네트워크의 시각화 및 분석 결과는 어떠한가?

셋째, 복합문제해결력 관련 논문에 나타난 저자등록 키워드 네트워크 특성은 어떠한가?

## II. 관련 연구

### 2.1 복합문제해결력

복합문제해결력은 복잡하고 현실적인 환경에서 새롭게 확실하게 정의되거나 구조화 되지 않은 문제를 해결하는 데 필요한 역량을 의미한다[8]. 복잡한 문제 해결은 주어진 문제의 시작 상태에서부터 의도하는 목표 사이에 존재하는 장애를 인지하는 활동과 행동의 도움을 받아서 줄여나가는 과정에서 발현된다[9]. 복합문제해결력은 동적인(즉, 사용자 개입의 함수로서 및/또는 시간의 함수로서 변화하는) 과업 환경들과 문제를 해결하고자 하는 사람의 성공적인 상호작용으로 모델링 되며, 그 과정에서 얻어진 정보의 성공적인 탐색 및 통합에 의해서만 환경의 규칙성들이 전부는 아니더라도 일부가 밝혀질 수 있다[10]. 복합문제해결력은 동적이며 시작 상태나 의도한 목표 상태 및 존재하는 장벽이 정확하게 정의되지 않는 특성을 갖는 과업들을 대상으로 하고 따라서 영역 특수적(Domain-specific)인 사

전 지식뿐만 아니라 인지, 감정 및 사회적 역량을 활용하도록 요구받는다[9]. 이런 특성들이 과업을 새로운 해결책을 발견 및 적용하기 위한 적극적 탐색을 요하는 복합 문제를 만드는 것이다. 복합적인 장애의 극복은 지식 습득 및 이런 지식의 응용을 위한 일반적인 기술들을 요구한다. 지식 습득과 지식 적용은 영역 특수적인 사전 지식(즉, 전문지식이나 전문기술)과 구별되는 복합문제해결력의 영역 일반적 과정들이다[11]. 본 연구에서는 복합문제해결력 관련 논문의 저자등록 키워드들 간의 관계 파악에 관점을 두었다.

## 2.2 네트워크 분석과 키워드 네트워크 분석

네트워크는 사물이나 사람들을 상호 연결한 모양을 나타낼 때 사용하는 용어로서 인간이나 사물이 만들어내는 다양한 유형의 현실 세계 또는 시스템을 구조적으로 표현하는 방식의 하나이다. 다시 말해 사람이나 사물의 개체는 노드(Node)로 표현하고, 노드 간 연결 관계는 링크(Link)로 표현하여 현실 세계의 각종 시스템을 모델링하는 방법이 바로 네트워크이다[12]. 이러한 네트워크는 연결정도, 중심도 등과 같이 개량적으로 수치화되면 시각화 될 수 있다. 네트워크를 표현하고 해석하기 위해서는 연결정도 중심성(Degree Centrality)을 계산한다. 이를 위해 노드, 링크, 연결 정도, 중심도 등의 개념을 활용하고 사람이나 조직 등의 객체들 관계를 해석하고 활용한다[13].

키워드 네트워크 분석은 논문들에서 자주 함께 등장하는 키워드 관계를 분석하고자 할 때 활용한다. 키워드 네트워크 분석에서 일반적으로 논문-키워드의 관계는 서로 이질이지만, “얼마나 같은 논문에 등장했는지” 즉, 키워드 간 동시출현 빈도(Co-Occurrence)를 측정해 네트워크 모드변환을 통해 두 키워드의 유사성을 측정하여 관계적 속성을 분석할 수 있는 키워드 간 네트워크를 생성할 수 있다[14]. 따라서 본 연구에서는 복합문제해결력에 관한 연구동향을 파악하기 위해 연결정도 중심성, 매개 중심성(Betweenness Centrality), 응집구조를 분석하였다.

## III. 연구 방법

### 3.1 연구 자료 수집

본 연구는 최근 동안 발표된 복합문제해결력과 관련된 해외 논문을 대상으로 하였다. 국내에서는 복합문제해결력에 관한 연구가 본격적으로 이루어지지 않아 국내 논문 수집에 어려움이 있기 때문이다. 논문 선정을 위해 Google 학술 검색(<https://scholar.google.co.kr/>)과 한국교육학술정보원에서 제공하는 학술지 및 학위학술 저널 검색 사이트 학술연구정보서비스(RISS, Research Information Sharing Service)를 활용하였다. 검색은 제목에 복합문제해결력과 관련된 내용을 포함하고 있는 논문들을 대상으로 하였다. 검색 결과 총 205개의 논문이 검색되었으며, 이 중 중복된 논문, 저자등록 키워드가 제시되지 않은 논문 등을 제외하고 136개의 논문을 분석대상으로 선정하였다.

### 3.2 키워드 네트워크 분석 절차

키워드 네트워크 분석을 위한 절차는 그림 1과 같다[13].

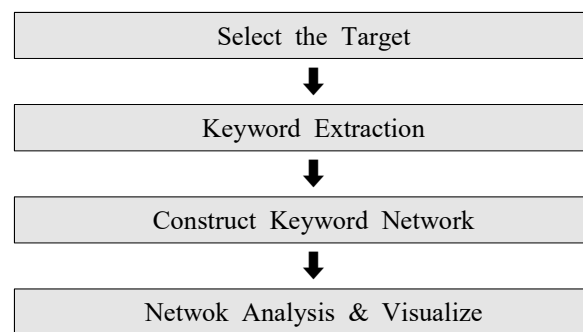


그림 1. 연구 프레임워크  
Fig. 1. Research framework

첫째, 분석 대상 설정(Select the Target) 단계이다. 본 연구에서는 복합문제해결력과 관련된 키워드를 중심으로 연구제목에 해당 내용을 포함하고 있는 논문들을 검색하였다. 검색 결과 205개의 논문들이 검색되었고, 중복 논문과 저자등록 키워드가 제공되지 않은 논문을 제거한 후 최종 136개의 논문들을 분석대상으로 선정하였다.

둘째, 키워드를 추출(Keyword Extraction)하는 단계이다. 선정 논문들에게서 저자가 등록한 키워드를 추출하여 키워드 네트워크 분석을 위해 엑셀파일로 정리하였다.

셋째, 키워드 네트워크 구축(Construct Keyword Network) 단계이다. 수집한 논문들을 기반으로 논문-키워드 간 2-mode 네트워크를 구축하였다. 논문의 저자가 키워드를 등록할 때 동일한 개념이라도 서로 다른 용어를 선택하게 되면 키워드의 일관성이 떨어지는 현상이 발생할 수 있다[13]. 이를 방지하기 위해 동의어, 유사어 등에 대한 키워드 표준화 작업을 수행하였다. 복합문제해결력과 관련하여 ‘complex problem solving’, ‘complex problem solving skill’, ‘complex problem-solving’, ‘complex problem solving task’ 등의 키워드들을 ‘complex problem solving’으로 통합하여 하나의 키워드로 처리하였다. 키워드 표준화 작업을 통해 추출된 키워드는 총 435개 였다. 일반적으로 최소 5-10개 이상의 논문에 등장한 키워드로 Cut-off point를 설정하지만[15] 복합문제해결력에 관한 연구가 최근에 활성화 되어 분석 대상이 된 논문의 수가 136편임을 고려하여 최소 2개 이상의 논문에 등장한 키워드를 추출하는 노드 필터링 작업을 수행하였다. 그 결과 분석대상이 된 키워드의 수는 총 73개가 되었다. 이를 바탕으로 키워드가 논문에 동시에 등장한 횟수를 고려하여 키워드 간의 관계를 나타내는 1-mode 네트워크를 구축하였다.

넷째, 네트워크 분석 및 시각화(Network Analysis & Visualize)를 통해 키워드 네트워크를 분석하고 그 의미를 도출하였다. 키워드 네트워크 분석을 위한 도구로는 NetMiner 4.0을 활용하였다.

## IV. 연구 결과

### 4.1 저자등록 키워드 빈도 분석

학술지 및 학위학술 저널 검색사이트를 통해 본 연구에서 검색 대상이 된 논문은 136편 이었다. 논문들의 저자등록 평균 키워드 수는 5.3개 이었다. 데이터 표준화 작업을 통해 최종 분석 대상이 된 키워드는 435개이다. 복합문제해결력 관련 논문들의

상위 11개의 키워드는 표 1과 같다. 분석 결과 ‘complex problem solving’이 108회로 전체의 15.13%를 차지하였다. 논문 제목에 복합문제해결력을 포함하고 있어서 각 학술 저널의 주요 키워드로 등장하고 있었다. 다음으로 ‘problem solving’ 키워드가 18회로 2.52%로 나타났으며, ‘MicroDYN’가 15회로 2.10%, ‘dynamic decision making’이 13회로 1.82%를 나타냈다. 그 외에도 ‘intelligence’, ‘reasoning’, ‘computer-based assessment’ 등이 주요 키워드로 등장하였다. 표에는 등장하지 않았지만 ‘PISA’, ‘validity’, ‘performance’, ‘dynamic problem solving’ 등의 키워드들이 뒤를 이었다.

표 1. 통계적 측정 결과

Table 1. Statistical result of measurement

순위	주제어	빈도(%)
1	complex problem solving	108(15.13)
2	problem solving	18(2.52)
3	MicroDYN	15(2.10)
4	dynamic decision making	13(1.82)
5	intelligence	10(1.40)
6	reasoning	10(1.40)
7	computer-based assessment	9(1.26)
8	working memory	5(0.70)
9	knowledge acquisition	5(0.70)
10	assessment	5(0.70)
11	Genetics Lab	5(0.70)

저자 제공 키워드 분석과 초록에서의 키워드 분석을 비교하면 ‘complex problem solving’과 ‘problem solving’이 상위 빈도로 출현함을 알 수 있다. 이는 문제해결력(problem solving)과 복합문제해결력이 서로 밀접한 연관이 있음을 계량적으로 확인하였다는 점에서 의미가 크다. 4차 산업혁명 시대가 도래하면서 학교 교육에서도 단순한 지식이나 기능의 습득보다 이러한 지식과 기능을 종합하여 실제 상황에서 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 문제해결력이 학생들에게 요구되는 능력이 되었다[16]. 빈도 분석 결과에 근거하여 학교 교육에서 문제해결력을 신장시키기 위한 방법으로 복합문제해결력을 활용하는 교육의 변화에 대한 독립된 범주의 연구가 필요함을 제기할 수 있다.

## 4.2 저자등록 키워드 네트워크의 시각화 및 분석 결과

주요 학술지와 학술 저널검색에 나타난 복합문제 해결력 관련 논문의 저자등록 키워드에 대해 주요 키워드들이 논문에 얼마나 함께 자주 등장했는지 파악하기 위한 네트워크를 구성하고 시각화 하였다. 적용 결과는 그림 2에서 그림 4와 같은 유형의 키워드 네트워크가 생성된다. 이를 구체적으로 살펴보

면 다음과 같다. 먼저, 그림 2는 저자등록 키워드들의 self-loop 제거, 링크 필터링 등이 처리되기 전 원시상태의 전체 키워드 네트워크를 나타낸다. 이를 통해 전반적인 키워드의 네트워크 분포 파악에 유용하고 전반적 네트워크의 확인 용도로만 활용될 수 있다.

네트워크의 시각화는 전체의 복잡성을 고려하여 필요에 따라 일정 기준 이하의 링크는 삭제하는 방식을 적용하였다.

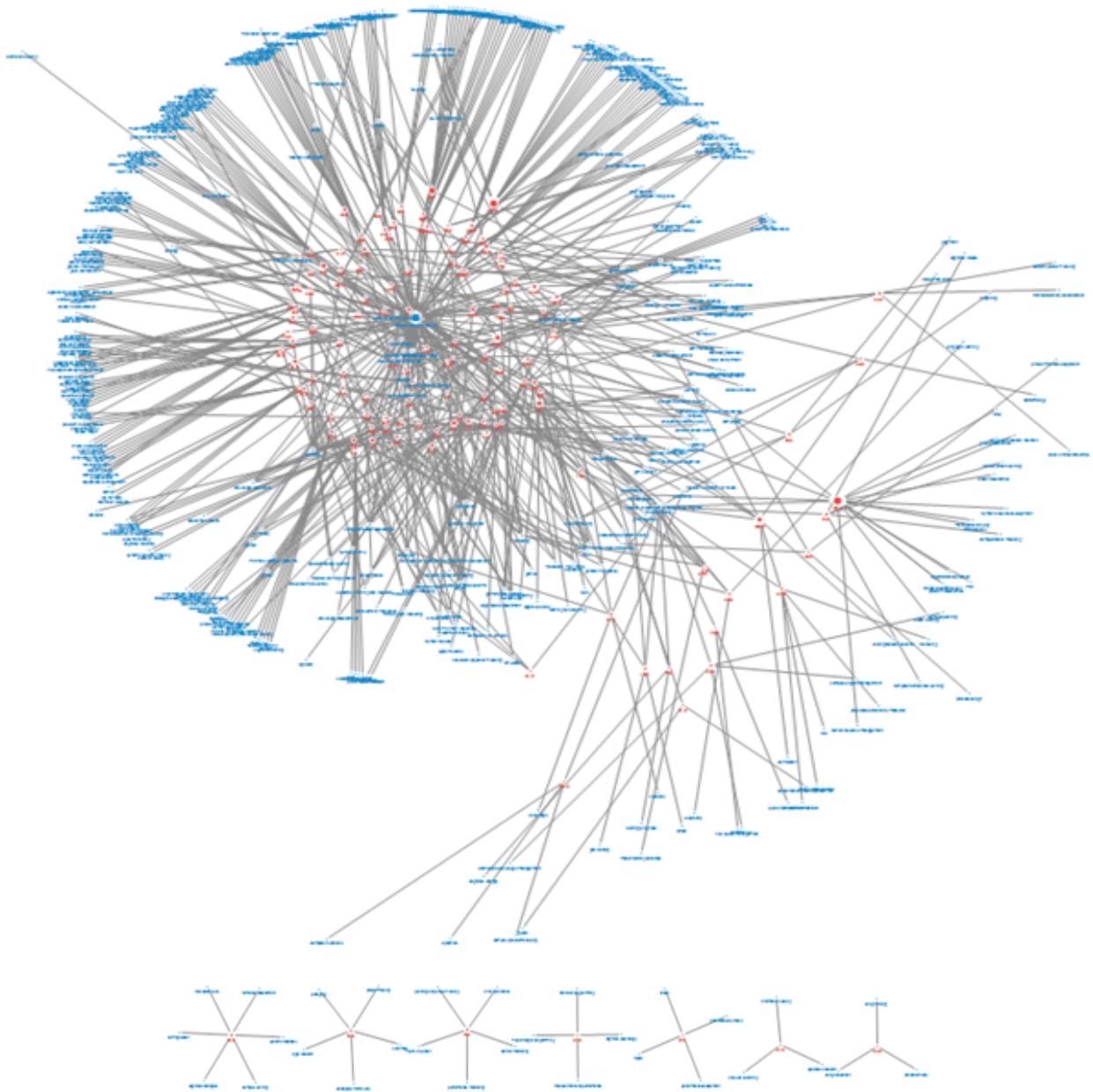


그림 2. 전체 키워드 네트워크  
Fig. 2. Full keyword network

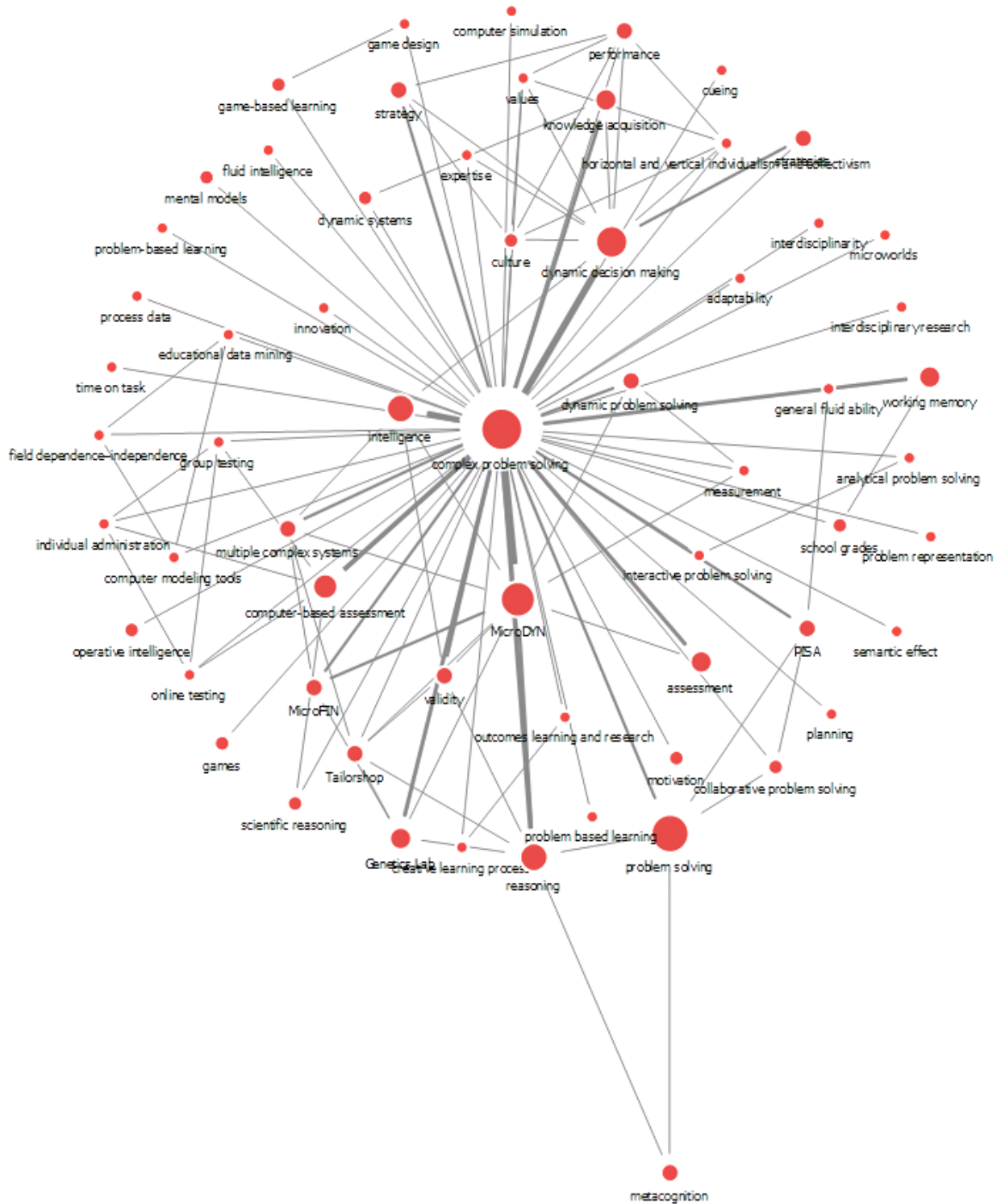


그림 3. 키워드 네트워크 (네트워크 가중치 빈도 2 수준)  
 Fig. 3. Keyword network (Weight frequency 2)

그림 3은 키워드와 키워드 간 동시 등장횟수에 따라 가중치(네트워크 가중치 빈도 2 수준)를 주어 나타내었다. 링크가 형성되지 않는 노드를 제외하고 노드 수 총 62개, 링크의 수 총 120개가 나타났다.

그림 4는 키워드와 키워드 간 동시 등장횟수에 따라 가중치(네트워크 가중치 빈도 3 수준)를 주어 나타내었다. 링크가 형성되지 않는 노드를 제외하고 노드 수 총 26개, 링크의 수 총 36개가 나타났다.

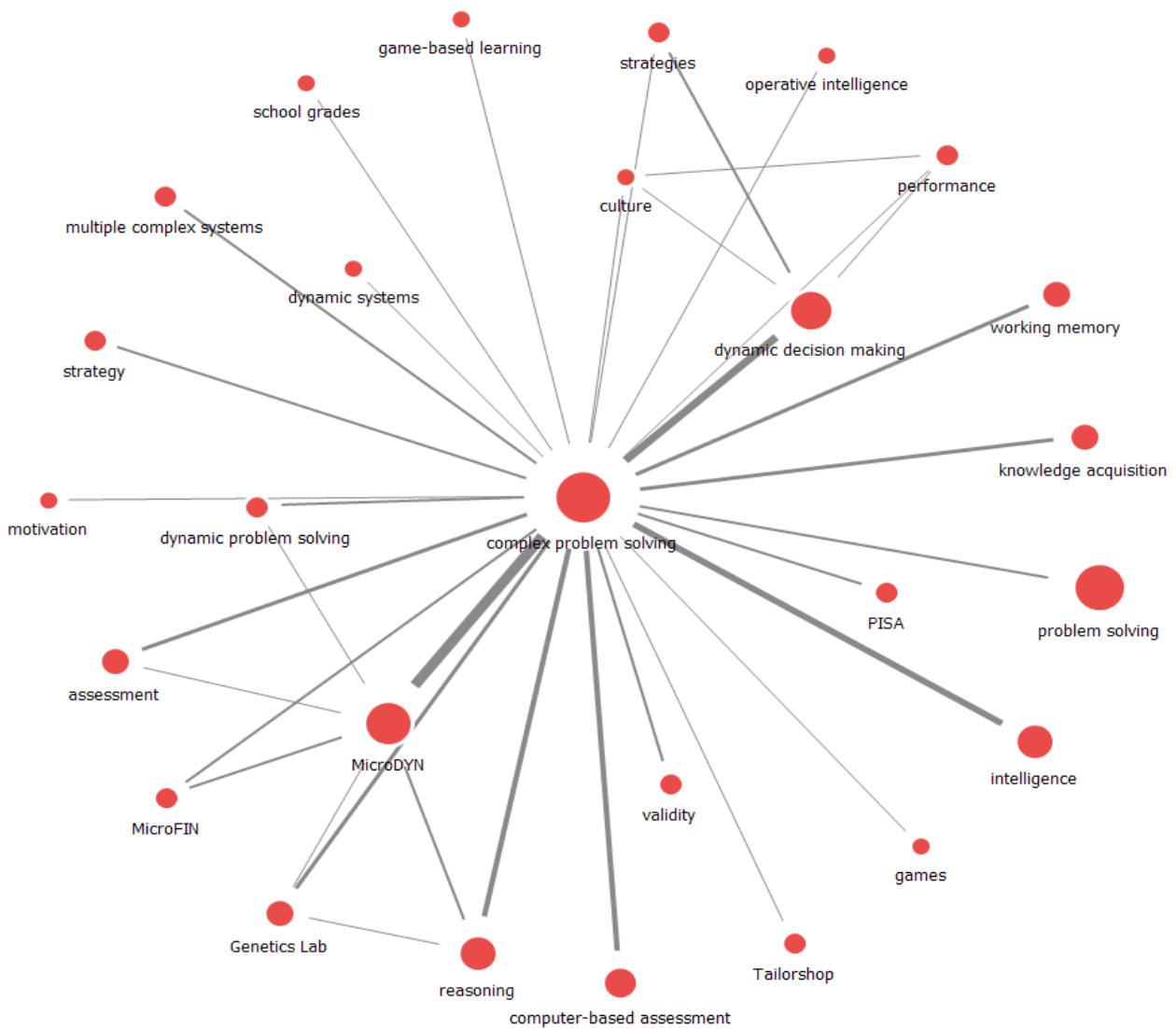


그림 4. 키워드 네트워크 (네트워크 가중치 빈도 3 수준)  
 Fig. 4. Keyword network (Weight frequency 3)

복합문제해결력 연구와 관련된 저자등록 키워드 네트워크의 기본 측정값은 표 2와 같다.

표 2. 키워드 네트워크 특성  
 Table 2. Attribute of Keyword network

Attribute	keyword network	
	Weight frequency 2	Weight frequency 3
average degree	1.644	0.493
network diameter	3	2
density	0.046	0.014
mean distance	1.964	1.897
average clustering coefficient	0.862	0.827

키워드가 학술 저널에 동시 등장하는 비율의 정도에 따라 연결선의 두께를 달리함으로써 키워드 간 동시출현 빈도를 시각적으로 구별할 수 있다. 노드와 노드 사이의 링크의 두께가 두꺼울수록 동시출현 빈도가 높고 자주 함께 연구되는 주제임을 의미한다. 링크가 두껍지 않은 키워드들은 상대적으로 다른 주제 키워드들과 자주 함께 연구되는 것이 아님을 의미한다[17]. 또한 서로 가까이 있는 노드들은 서로 연결고리가 많다는 것을 의미한다.

동시출현 빈도는 'complex problem solving-MicroDYN'이 가장 빈도수가 높았고 다음으로 'complex problem solving-dynamic decision making',

'complex problem solving-intelligence', 'complex problem solving-computer-based assessment', 'complex problem solving-reasoning'이 높았다. MicroDYN는 PISA2012에서 복합문제해결력을 측정하기 위해 활용된 6개의 양적 변수 사이의 선형 관계를 탐색하는 컴퓨터 시뮬레이션 게임으로 유전공학을 주제로 한 컴퓨터 시뮬레이션 게임인 Genetics Lab과도 네트워크를 형성하고 있다. 또한, 게임기반학습(Game-based learning)과 게임이 복합문제해결력과 키워드 네트워크를 형성하고 있음을 알 수 있다. 이를 통해 복합문제해결력 연구에 게임 형태의 교육 자료가 많이 활용되고 있음을 알 수 있다.

### 4.3 키워드 네트워크 특성

복합문제해결력 관련 저자등록 키워드들의 네트워크 특성은 중심성(Centrality) 특성을 위주로 살펴볼 수 있다. 중심성은 네트워크에서 개인이 가지는 권력과 영향력이라는 개념으로 개발되었으며, 네트워크의 분석 지표 중에서 가장 많이 사용되는 지표이다. 중심성분석을 통해 한 네트워크에서 중요한 역할을 하거나 주목 받는 노드가 무엇인지, 또 각 노드들은 그 '중심'에 어느 정도 접근하고 있는지를 알 수 있다. 네트워크에서 중심 정도를 살펴보는 방법에는 프리만이 제안한 연결정도 중심성, 매개 중심성 등이 있다[18]. 본 연구에서는 키워드 네트워크(가중치 빈도 3)를 중심으로 중심성 값을 구하였다. 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

연결정도 중심성은 네트워크의 노드들이 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지를 측정한다. 많은 연결을 가진 노드는 선택의 폭이 넓기 때문에 더욱 많은 기회를 가진다고 본다. 그러므로 직접 연결된 노드의 수가 많을수록 연결정도 중심성은 높아지게 되고 직접적인 영향력의 크기를 측정할 수 있다[19]. 연결정도 중심성이 가장 높은 키워드는 복합문제해결력(.36)과 MicroDYN(.08)으로 나타났다. 다음으로 동적의사결정(Dynamic decision making)(.05) 등의 순으로 나타났다. 그림 5는 연결정도 중심성이 높은 순으로 상위 15개의 저자등록 키워드를 나타내고 있다.

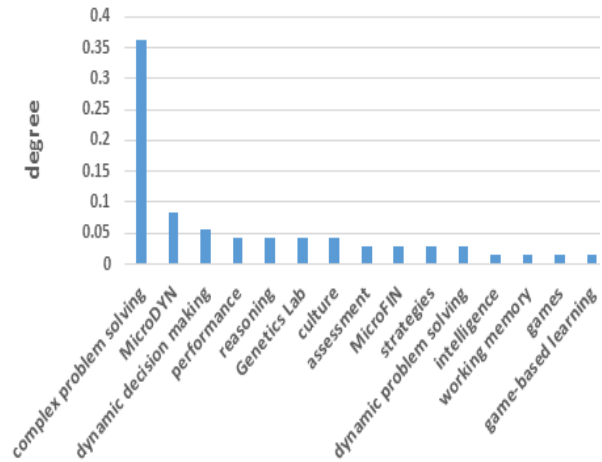


그림 5. 상위 15 연결 정도 중심성  
Fig. 5. Top 15 degree centrality

연결정도 중심성이 높은 것은 연결된 이웃 키워드가 많다는 것을 의미하고 다른 키워드들과 함께 등장하는 가능성이 높다는 것을 나타낸다. 복합문제해결력, MicroDYN, 동적의사결정 등의 키워드들을 중심으로 다른 키워드들과 결합하여 나타나는 경향이 있음을 의미한다.

매개 중심성은 한 노드가 네트워크 내의 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를 측정하는 것으로, 네트워크를 구축하는 데 있어 중개자 혹은 다리 역할을 얼마나 수행하느냐를 측정하는 개념으로 중개 역할을 '중심'으로 간주할 때 사용한다. 이 위치에 있는 노드는 정보의 흐름을 통제하는 데 큰 영향력을 가질 수 있다[20]. 매개 중심성이 가장 높은 키워드는 복합문제해결력(.1211), MicroDYN (.0017), 동적의사결정(.0003) 등의 순으로 나타났다. 매개 중심성이 높은 노드는 정보 전달 과정에서 통제적 영향력을 미치고 여러 키워드들을 매개하는 역할을 한다는 것을 확인할 수 있다[13]. 또한, 본 연구의 결과에서는 연결정도 중심성이 높은 키워드들이 대체로 매개 중심성도 높은 것으로 나타났다.

응집구조 분석은 긴밀하게 연결된 노드들을 그룹으로 묶어 전체 네트워크가 어떤 하위 그룹으로 구성되어 있는지를 찾고, 하위 그룹 간의 관계를 통해 네트워크의 특징을 파악할 수 있는 분석이다[21]. 74개 키워드 사이의 응집구조 분석을 통해 응집력이 강한 소규모 집단을 구분해 낼 수 있는데 64개 유형(G1~G64)의 소규모 집단을 형성한다. 소규모



집단을 쉽게 인지하기 위해 표 3처럼 소규모 집단에 1개의 키워드만 존재하는 경우는 삭제하는 절차를 거쳐 키워드 간 긴밀한 연관관계를 가지는 2개의 응집력이 강한 소규모 집단으로 나타내었다.

표 3. 키워드 네트워크의 응집구조 분석  
Table 3 Cohesion analysis of keyword network

# of Clusters	2
Modularity	7.424621
complex problem solving	1
dynamic decision making	2
assessment	1
MicroDYN	1
performance	2
reasoning	1
MicroFIN	1
Genetics Lab	1
strategies	2
dynamic problem solving	1
culture	2

그룹 1은 ‘complex problem solving’, ‘assessment’, ‘dynamic problem solving’, ‘reasoning’과 컴퓨터 시뮬레이션 게임 기반의 ‘MicroFIN’, ‘MicroDYN’, ‘Genetics Lab’이 주로 연계되고 있다는 사실을 나타낸다. 그룹 2는 ‘dynamic decision making’, ‘performance’, ‘strategies’, ‘culture’가 상호 연계되어 연구되고 있다는 사실을 나타낸다.

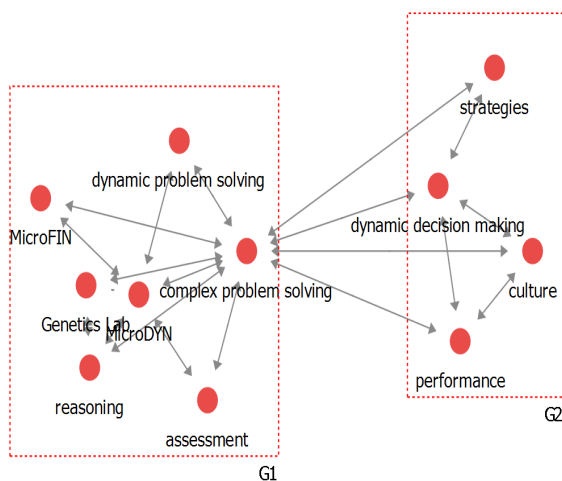


그림 6. 키워드 네트워크 클러스터 맵  
Fig. 6. Cluster map of keyword network

나머지 다른 저자등록 키워드들은 복합문제해결력 관련 연구에 있어 다른 키워드와 연계되어 인식되기 보다는 상대적으로 독립적으로 연구 되어 왔다는 사실을 알 수 있다.

## V. 결론 및 논의

분석 결과로부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 복합문제해결력 관련 연구에서 추출된 435개의 키워드 중 가장 빈번히 나타난 키워드는 복합문제해결력, 문제해결력, MicroDYN, 동적의사결정이 있었다. 이러한 키워드들은 실제 상황을 반영하여 문제해결력을 신장시키기 위한 복합문제해결력 역량을 학교 교육에 도입하는 교육의 변화가 요구된다는 점을 고려할 때, 연구자가 중요하게 보거나 연구경향을 반영한 것으로 볼 수 있다. 또한 빈도수 2회 이하의 키워드들은 전체 키워드들의 90% 이상을 차지하고 있었다. 이는 연구주제가 다양화되고 새롭게 등장하고 있는 것으로 볼 수 있다.

둘째, 키워드 네트워크 속성 비교를 통해 논문 간의 저자등록 키워드 관계를 효과적으로 나타낼 수 있는 가중치 빈도가 3인 네트워크를 선택하였다. 키워드 간 동시출현 빈도는 ‘복합문제해결력-MicroDYN’이 가장 빈도수가 높았다. 복합문제해결력이 Genetics Lab, 게임기반학습, 게임 등의 키워드와 네트워크를 형성하고 있다는 점을 알 수 있다. 이는 복합문제해결력에 관한 연구가 게임기반학습을 통해 가능함을 의미한다고 할 수 있다. 다음으로 ‘복합문제해결력-동적의사결정’이 동시출현빈도가 높았다. 동적의사결정은 의사 결정자의 이전 조치 또는 의사 결정권자가 제어할 수 없는 사건으로 인해 시간이 지남에 따라 변하는 환경에서 발생하는 상호 의존적인 의사 결정이다[22]. 단순하고 전통적인 일회성 의사 결정과 달리 동적의사결정은 일반적으로 더 복잡하고 실시간적으로 이루어진다. 시간이 지남에 따라 상황이 동적인 문제 특성은 복합문제해결력의 문제 상황에 연결되므로 연구에 자주 같이 등장함을 알 수 있다.

셋째, 중심성 지수의 상위 키워드는 복합문제해결력, MicroDYN, 동적의사결정으로 연결정도 중심

성, 매개 중심성에서 모두 높게 나타났다. 이 주제어들은 높은 연결 강도를 보이며 중앙에 위치하여 다른 키워드에게 영향을 미치고 중심 역할을 수행하는 것으로 보였다.

넷째, 응집구조 분석을 통해 ‘복합문제해결력’, ‘평가(assessment)’, ‘MicroDYN’, ‘추론(reasoning)’, ‘MicroFIN’, ‘Genetics Lab’, ‘dynamic problem solving’ 이 복합문제해결력 관련 연구에서 하나의 응집 그룹을 형성한다는 사실을 확인하였다. ‘Genetics Lab’, ‘MicroDYN’와 같은 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 통하여 복합문제해결력의 역량인 추론과 과 동적문제해결력을 측정하여 평가하는 연구가 이루어졌음을 알 수 있다.

저자등록 키워드 네트워크와 응집구조 분석을 통해서 복합문제해결력에 대한 연구의 주요 흐름이 게임기반학습의 형태로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 게임기반학습은 교육내용과 컴퓨터 게임이 결합하는 것을 뜻하며, 게임 속에 학습내용을 넣어 학습자의 동기를 자극하여 학습 의욕을 자극한다[23].

게임은 가상현실을 통해 시뮬레이션을 할 수 있는 환경을 제공하는데, 이는 실제 상황과 유사한 가상현실 속에서 목표를 이루기 위해 학습자가 체험을 통해 능동적인 학습을 가능하게 한다[24].

하지만 이러한 연구는 아직 한국에서는 생소하다. 2015개정 교육과정에 따른 소프트웨어 교육과정에 비추어 한국의 소프트웨어 교육 환경을 반영한 복합문제해결력 관련 연구가 이루어져야 함을 인식할 수 있다. 임화경과 조용남은 초등학교 4~6학년 학생들을 대상으로 컴퓨터와 관련해 가장 관심이 있고 배우고 싶은 것에 대한 설문 조사를 실시한 결과 ‘게임’이라는 답변이 단연 우위를 차지한다는 연구결과를 발표하였다[25].

학습자가 관심 있어 하는 주제를 선택하여 교육하면 성취감과 만족감이 향상됨을 고려하고[26], 교육용 게임이 소프트웨어 교육에 대한 흥미를 높일 수 있을 뿐만 아니라 논리적 사고력을 향상 시키는데 효과적임을 감안한다면 교육용 게임은 학교 현장의 소프트웨어 교육에 적합하다고 할 수 있다[27].

이는 해외에서 개발한 게임 시뮬레이션 ‘Genetics

Lab’, ‘MicroDYN’ 대신에 한국 학생들이 쉽게 접할 수 있는 엔트리(Entry), 스크래치(Scratch)와 교육용 프로그래밍 언어를 활용하여 복합문제해결력 파악할 수 있는 게임기반학습을 활용한 알고리즘이나 프로그램을 개발하고 복합문제해결력 역량을 측정하는 연구가 필요함을 의미한다.

본 연구에 대한 의의는 첫째, 복합문제해결력 관련 논문들에 대해서 소셜 네트워크 분석이라는 새로운 도래하고 있는 연구방법을 사용함으로써 교육과 소셜 네트워크 분석을 연결시키는 융합 연구 차원에서 의미가 있다. 둘째, 복합문제해결력과 관련된 연구들이 어떤 키워드들과 함께 연결되어 연구되었는지를 알아봄으로써 연구동향을 알 수 있게 되었다. 하지만 저자등록 키워드의 한정적인 내용으로만 분석을 수행한 한계가 있다. 추후 연구에서 복합문제해결력에 대한 논문의 초록에 대한 소셜 네트워크 분석을 수행하여 저자등록 키워드 네트워크 분석 결과와 비교한다면 복합문제해결력의 교육적 적용에 대한 새로운 시사점이 발견될 수 있을 것으로 기대한다.

## References

- [1] WEF1, "World Economic Forum White Paper Digital Transformation of Industries: Digital Enterprise", Jan. 2016.
- [2] WEF2, "The Future of Jobs - Employments, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution", Jan. 2016.
- [3] C. Angeli and N. Valanides, "Using educational data mining methods to assess field-dependent and field-independent learners' complex problem solving", Educational Technology Research and Development, Vol. 63, No. 3, pp. 521-548, Dec. 2013.
- [4] S. Greiff and A. Fischer, "Measuring Complex Problem Solving: An educational application of psychological theories", Journal for Educational Research Online, Vol. 5, No. 1, pp. 38-58, 2013.
- [5] D. S. Han, "University Education and Contents in

- The Fourth Industrial Revolution", *Humanities Contents*, Vol. 42, pp. 9-24, Sep. 2016.
- [6] C. N. Herde, S. Wüstenberg, and S. Greiff, "Assessment of Complex Problem Solving: What We Know and What We Don't Know", *Applied Measurement in Education*, Vol. 29, No. 4, pp. 265-277, Oct/Dec. 2016.
- [7] H. J. Kim, "Notational Analysis of Sports using Social Network Analysis", *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science*. Vol. 9, No. 1, pp. 99-112, Jan. 2007.
- [8] J. Quesada, W. Kintsch, and E. Gomez, "Complex problem solving: a field in search of a definition?", *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 6, No. 1, pp. 1-48, Jan/Feb. 2005.
- [9] J. Funke, "Complex problem solving: a case for complex cognition?", *Cognitive processing*, Vol. 11, No.2, pp. 133-142, May 2010.
- [10] Y. Baggen, J. Mainert, A. Kretzschmar, T. Lans, H. Biemans, J. A. C. Niepel, and S. Greiff "Complex Problems in Entrepreneurship Education: Examining Complex Problem-Solving in the Application of Opportunity Identification", *Education Research International*, Vol. 2017, pp. 1-13, Sep. 2017.
- [11] J. Funke, "Dynamic systems as tools for analysing human judgement", *Thinking & Reasoning*, Vol. 7, No. 1, pp. 69-89, Feb. 2001
- [12] S. S. Lee, "Network Analysis Methodology", NonHyeong: Seoul, pp. 13-14, 2012.
- [13] G. Heo, "A Study on the Research Trends to Flipped Learning through Keyword Network Analysis", *The Korean Society Fisheries And Sciences Education*, Vol. 28, pp. 872-880. Jun. 2016.
- [14] Y. C. Choi and S. J. Park, "Analysis of Research Trends in Korean Public Administration: Application of network text analysis method", *Korean Republic Administration Review*, Vol. 45, No. 1, pp. 123-139, Mar. 2011.
- [15] M. S. Kim and H. M. Um, "The Study on Recent Research Trend in Korean Tourism Using Keyword Network Analysis", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 17, No. 9, pp. 68-73, Sep. 2016.
- [16] K. O. Kim and S. R. Ryu, "The Effects of the Situation-Based Mathematical Problem Posing Activity on Problem Solving Ability and Mathematical Attitudes", *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics School Mathematics*, Vol. 11, No. 4, pp. 665-683, Dec. 2009.
- [17] K. L. Cho and N. O. Cho, "A Study on Research Trend and Knowledge Structure on Korean Journal of Counseling through Keyword Network Text Analysis", *Korea Journal of Counseling*, Vol. 18, No. 2, pp. 1-19, Apr. 2017.
- [18] H. S. Lim and T. Woo, "A Study on Co-authorship Network in the Journals of a Branch of Logistics", *IE Interfaces*, Vol. 25, No. 4, pp. 458-471, Dec. 2012.
- [19] J. Y. Lee and Y. H. Park, "Social Network Analysis of author's interest area in Journals about Computer", *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 20, No. 1, pp. 193-199, Jan. 2016.
- [20] S. S. Lee, "Analytical Study on the Relationship between Centralities of Research Networks and Research Performances", *Journal of Korean Library and Information Science Society*, Vol. 44, No. 3, pp. 405-428, Sep. 2013.
- [21] K. Y. Kwahk, "Social Network Analysis", CheongRam: Seoul, pp. 276-278, 2014.
- [22] M .S .Kim, H. H. Jeong, and E. S. Lee, "Dynamic Decision Making for Self-Adaptive Systems Considering Environment Information", *Journal of KIISE*, Vol. 43, No. 7, pp. 801-811, Jul. 2016.

- [23] L. S. Hong, S. W. Kim, and J. M. Seo, "The Effect of Computer Game-Based Learning on Computer Education Achievements of Middle Schoolers", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 12 No.1, pp. 83 - 88, Mar. 2007.
- [24] I. S. Jeon and J. R. Kim, "Effect of Game based learning utilized Sandbox game on Creative problem-solving ability and Learning flow", Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 20, No. 3, pp. 313-322, Jun. 2016.
- [25] H. K. Rim and Y. N. Cho, "Creative 3D game programming learning using Kodu visual programming language for elementary school students", Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No. 11, pp. 53-61, Nov. 2012.
- [26] M. H. Kang, J. Y. Park, S. H. Yoon, M. J. Kang, and J. E. Jang, "The Mediating Effect of Learning Flow on Affective Outcomes in Software Education Using Games", Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 20, No. 5, pp. 475-486, Oct. 2016.
- [27] Y. S. Jung and Y. K. Baek, "The Effects of the Learners' Game Ability and Learning Ability on Logical Thinking in Game Based Learning", Journal of Korean Association for Educational Information and Media, Vol. 10, No. 4, pp. 119-140. Dec. 2004.

## 저자소개

### 문 성 윤 (Seong Yun Mun)



2014년 2월 : 대구교육대학교 학사  
2017년 8월 : 안동대학교  
교육대학원  
정보통신교육전공(교육학석사)  
2018년 3월 ~ 현재 :  
한국교원대학교 컴퓨터 교육과  
박사과정

관심분야 : 컴퓨팅 사고력 및 복합문제해결력, 인공지능,  
소셜 네트워크 분석, 메타분석

### 송 기 상 (Ki-Sang Song)



1983년 2월 : 아주대학교 학사  
1985년 2월 : 한국과학기술원 석사  
1994년 8월 : U. of Washington,  
Ph. D.  
1995년 3월 ~ 현재 : 한국교원  
대학교 교수  
2007년 5월 ~ 현재 : World Bank,

UNESCO, IDB, KOICA, KERIS 이러닝 국제 컨설턴트  
관심분야 : 뇌기반 학습, ICT 및 첨단기기 활용 국제개발,  
컴퓨팅사고력 및 복합문제해결력, 미래교육과  
대학행정