

네트워크 텍스트 분석법을 활용한 STEAM 교육의 연구 논문 분석

김방희 · 김진수[†]

(수지중학교) · (한국교원대학교)[†]

Analysis of Articles Related STEAM Education using Network Text Analysis Method

Kim, Bang-hee · Kim, Jinsoo[†]

(Suji Middle school) · (Korea National University of Education)[†]

ABSTRACT

This study aims to analyze STEAM-related articles and to look into the trend of research to present implications for research directions in the future. To achieve the research purpose, the researcher searched by key words, 'STEAM' and 'Convergence Education' through the RISS. Subjects of analysis were titles of 181 articles in journal articles and conference papers published from 2011 through 2013. Through an analysis of the frequency of the texts that appeared in the titles of the papers, key words were selected, the co-occurrence matrix of the key words was established, and using network maps, degree centrality and betweenness centrality, and structural equivalence, a network text analysis was carried out. For the analysis, KrKwic, KrTitle, UCINET and NetMiner Program were used, and the results were as follows: in the result of the text frequency analysis, the key words appeared in order of 'program', 'development', 'base' and 'application'. Through the network among the texts, a network built up with core hubs such as 'program', 'development', 'elementary' and 'application' was found, and in the degree centrality analysis, 'program', 'elementary', 'development' and 'science' comprised key issues at a relatively high value, which constituted the pivot of the network. As a result of the structural equivalence analysis, regarding the types of their respective relations, it was analyzed that there was a similarity in four clusters such as the development of a program (1), analysis of effects (2) and the establishment of a theoretical base (1).

Key words : network text analysis, STEAM education, centrality, structural equivalence

I. 서 론

20세기 지식정보화시대, 첨단 과학기술시대에 접어들면서 지식의 양이 기하급수적으로 증가함에 따라 각각의 지식 영역이 세분화되고 복잡해지고 있으며, 이러한 이질적인 지식 요인들을 통합하여 새로운 것을 생성하는 학문 간의 지식 통합 및 융합이 큰 화두가 되고 있다(Lee, 2010, Na & Kwon, 2014). 2007년에 처음으로 한국에 STEM 교육이 도입되었고(Kim, 2007), 정부에서는 2011년부터 미래

사회에 대비하기 위한 창의적 융합인재 양성을 목표로 융합인재교육(STEAM)을 도입하여 초·중등 교육에 적용하고 있다. STEAM 융합교육의 활성화 정책을 통해 STEAM 교육의 이론(Baek *et al.*, 2012; Kim, 2012; Kim *et al.*, 2012), 프로그램의 개발 및 적용효과 분석(Kim & Choi, 2012; Kwon & Lee, 2013; Lee & Lee, 2013), 교사들에 대한 인식(Lee *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2013; Shin & Han, 2011; Sung *et al.*, 2013) 등 다양한 연구 논문이 발표되고 있다. 이러한 연구 성과물은 현재 STEAM 교육의 원활한

이 논문은 한국교원대학교 2014학년도 KNUe 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

2014.10.7(접수), 2014.10.25(1심통과), 2014.11.10(2심통과), 2014.11.14(최종통과)

E-mail: jskim@knue.ac.kr(김진수)

정착에 지대한 영향을 가져다주었다. 연구논문의 양적 성장을 뒷받침해 주는 중요한 요인 중의 하나가 질적 수준에 대한 과학적 분석으로, 연구주제, 분야, 방법, 질적 수준 등을 다양한 평가척도로 분류·고찰하는 내용분석(Content Analysis)을 통해 학문의 연구 경향을 진단하고 비판함으로써 향후 학술활동의 발전을 도모해 오고 있다(Choi, 2003). 융합인재교육(STEAM) 관련 다양한 연구가 수행되었음에도 불구하고, 연구 경향에 대한 분석 연구는 미흡한 실정이다. STEAM 교육에 대한 연구 논문의 양적·질적 성장을 위해 STEAM 융합교육 관련 연구 성과물의 분석을 통해 융합교육의 경향을 재조명하고, 방향성을 제시하기 위한 근거를 제공할 필요가 있다.

한편, 전통적인 연구 성과물 분석 방법은 연구자가 사전에 일정한 범주를 정해 두고, 각 범주별로 대상을 분류하는 방법으로, 연구자에 의해 임의로 만들어진 범주에 지나치게 의존적이어서 외적타당성이 제한되었다는 지적이 제기될 수 있다(Danowski, 1993). 이러한 문제점을 보완하기 위해 다양한 프로그램을 활용한 내용분석 연구가 수행되어지고 있으며, 대표적인 방법이 네트워크 텍스트 분석이다. 이는 텍스트에 출현하는 단어와 단어 사이의 연결 관계를 링크로 표시함으로써 구축되는 네트워크를 통해 현상을 해석하는 분석 기법(Popping, 2000)으로 출현 빈도를 분석하는데, 초점을 맞추는 전통적인 내용 분석과는 달리 특정 단어와 동시에 출현하는 단어가 무엇인가에 보다 초점을 맞추는 분석 방법이다(Choi *et al.*, 2012; Kim, 2012). 따라서 네트워크 텍스트 분석은 범주에 해당하는 연구논문의 수를 합산하는 양적인 방법이 아니라, 연구주제 혹은 특정 단어와 동시에 출현하는 단어가 어떤 것인가를 파악하여 특정 연구 분야 및 현상에 대한 지식과 이해를 증진하는데 기여할 수 있다.

네트워크 텍스트 분석은 연구 설계를 어떻게 하는가에 따라 동일한 자료도 다른 분석 결과를 나타낼 수 있으므로 연구 설계 단계에서 자료 수집과 분석 수준 설정이 필요하다. 또한 정량적인 방법으로 네트워크상에서 주체들 간의 상호관계를 명확하게 정의하고 구조화할 수 있다는 장점을 지니고 있어, 구조나 연결망 형태의 특징을 도출하고, 관계성으로 체계의 특성을 설명하거나 구성하는 단위의 행위를 설명하기에 용이하다(Choi & Kang, 2012; Kim,

2003; Mitchell, 1969). 의미 연결망의 구조는 주제어와의 의미론적 연관을 통해 파악할 수 있으며, 단어라는 요소로 구성된 의미 연결망에서 의미론적 연관은 단어들이 동시에 발생하는 공출현빈도를 통해 관계론적 시각에서 중요한 관계를 파악할 수 있다(Park & Leydesdorff, 2004). 기존의 개별적 속성 간의 인과관계를 규명하는 통계적 방법론에서 벗어나, 개별 요소 사이에 형성되어 있는 관계적 속성을 분석 대상으로 삼는 새로운 방법론이다(Barns, 1954; Choi & Kang, 2012; Koh & Lee, 2010). 이는 평면적인 내용 분석보다 입체적이고 가시적인 연구 흐름을 살펴보고자 하는 경우 주로 사용되는 방법으로, 단어 속성을 연결망 점(node)으로 나타내고 인과관계 또는 상호관계 등을 선(link)으로 나타내며 상태, 정도, 영향의 정도를 정량화하여 연결패턴을 도식화하여 나타내준다. 또한 연결망의 직접적인 관계에 초점을 두는 관계적 접근과 전체 관계망에서의 위치와 그 효과를 측정하는 접근방법으로 역할집단을 도출하는 활용되는 위치적 접근의 두 가지 형태를 가진다(Burt, 1982). 따라서 본 연구에서는 구조적 등위성 분석을 통해 위치적 접근을 측정하고, 연결중앙성과 매개중앙성을 통해 관계적 접근을 측정하여 개념의 핵심요소분석에 있어서 기존의 내용 분석과는 다른 측면의 시사점을 도출하였다.

STEAM 교육의 양적 확대를 넘어 질적 확대를 추구하기 위해서는 기존에 수행된 다양한 연구에 대한 동향을 분석할 필요가 있으며, 이는 STEAM 교육에 대한 연구 추이를 객관적 기준아래 분석할 수 있는 기초자료로서 중요한 의미를 가질 수 있다. 본 연구의 시작점은 창의적 미래 인재 육성을 위해 최근 3년간 초·중등교육에서의 활성화되고 있는 STEAM 교육과 관련된 다양한 연구의 특성을 살펴보고는 것이 학문적으로 중요한 의미가 있다는 판단이다. 이에 본 연구는 2011년부터 수행된 융합교육 연구 논문 제목을 대상으로 네트워크 텍스트 분석을 통하여 연구 경향을 파악하고, 추후 융합교육 관련 연구의 방향성 제고에 시사점을 제공하고자 하는 목적이 있다. 이 논문에서 사용한 네트워크 텍스트 분석방법(network text analysis method)은 기존의 연구방법들과 다르다는 것에 그 의미가 있다. 이 연구의 목적을 달성하기 위한 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 선행연구 고찰을 통해 연구대상, 연구주제, 의미연결망 분석의 기준을 설정한다.

둘째, 온라인 검색을 통해 STEAM 연구 성과물(학술지 논문 및 학술대회 발표논문)을 수집한다.

셋째, 텍스트 빈도, 의미연결망 분석(연결강도, 중앙성, 등위성)을 통해 연구동향을 파악하고, 시사점을 도출한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 논문

본 연구에서는 네트워크 텍스트 분석방법으로 STEAM 융합교육 연구 성과물을 분석하고자 한다. STEAM 교육이 본격적으로 도입된 2011년부터의 연구 성과물을 학술연구정보서비스(RISS)를 통해 검색하여 181편의 논문을 대상으로 지정된 주제어와 어떻게 연계되어 있는지를 분석하였다(Table 1).

연구자가 연구의도를 함축시킨 논문 제목 속에서 출현하는 단어들 간의 강도를 분석하여 일정기간동안 주로 다루어졌던 연구대상, 주제 등을 보다 객관적으로 파악하고자 하였다. 관련 연구가 수행된 기간이 3년으로 비교적 짧은 경향을 가지고 있어 학술지 논문뿐만 아니라, 학술대회에서 발표된 모든 연구 성과를 분석대상으로 하였다. 단, 학술지 논문과 학술대회 발표 논문 사이에 유사성에 대해서는 논문 원문을 찾아 제목과 저자, 발행연도를 비교하여 중복성을 배제하였다.

2. 분석 방법

연구 분석의 구체적인 절차는 Choi and Seo(2012)의 4단계를 기반으로 KrKwic 프로그램에 입력할 자료 작성, 출현 빈도를 고려하여 주제어를 설정, KrTitle 프로그램을 활용한 주제어 사이의 공출현빈도 행렬을 구축, UciNet 6, NetMiner 프로그램을 활

용하여 네트워크 지도를 도식화하고 분석하는 과정에 실시하였다.

텍스트 분석을 위해 한국어 텍스트 분석 소프트웨어인 KrKwic 프로그램을 활용하여 개별 논문 제목에 등장하는 단어들의 빈도순위에 따라 주제어를 추출하였다. 또한 KrTitle 프로그램을 활용하여 분석대상인 논문 제목에서 주제어들이 공동으로 출현하는 빈도수를 파악하여 단어×단어의 공출현 빈도 행렬데이터를 구성하였다. 주제어의 선정은 의미가 없는 동사, 대명사, 조사, 관형사, 부사, 숫자 등과 융합인재교육(STEAM) 관련 단어를 제외하고, 유사한 맥락에서 사용된 단어들은 단일 단어로 일원화하는 과정을 거쳤다. 2명의 융합교육 관련 석사학위 소지자의 협의를 통해 3차례 정제화 작업을 수행하여 최종 주제어를 선정하였다.

이러한 과정을 거쳐 만들어진 공출현빈도 행렬 데이터를 기반으로 단어들 사이의 연결구조와 특성을 파악하기 위해 사회연결망 분석 프로그램인 UciNet 6, NetMiner 프로그램을 활용하여 시각화하였다. 분석된 시각화 결과를 기반으로 연결망의 구조와 연결강도를 분석하고, 각 주제어가 연결망에서 차지하는 구체적인 역할을 소시오그램 개념에 근거한 네트워크 지도 및 연결중앙성(degree centrality)과 매개중앙성(betweenness centrality)을 통해 고찰하였다.

핵심 주제어 간에 연결되어 있는 네트워크 구조를 구성하는 클러스터를 분석하기 위해 덴드로그램(Dendrogram)과 다차원척도분석(MDS)을 활용하여 구조적 등위성 분석을 실시하였다. 또한 어떠한 형태의 소규모 그룹이 존재하는지를 파악하기 위해서 계층적 군집분석을 실시하였다. 등위집단의 블록화 방법으로 상관관계(유사성)에 기초하지 않고 경로거리 개념을 사용하여 상관관계를 반복적으로 계산하여 상관관계가 높은 집단들로 블록화 하는 반복상관관계수렴(CONCOR) 방법을 활용하였다.

Table 1. Targets of network text analysis

Year	Articles in journals	Published papers in conference	Total
2011	9	8	17
2012	54	19	73
2013	71	20	91
Total	134	47	181

III. 연구 결과 및 논의

1. 텍스트 빈도 분석 결과

2011년부터 2013년까지 발표된 학술지 논문 181편의 제목에 대한 텍스트 분석 결과, 전체 1,984개 어간 형태로 나타났다. 이 중 의미가 없는 동사, 대

명사, 조사, 관형사, 부사, 숫자 등과 융합인재교육(STEAM) 관련 단어를 제외하고, 출현빈도가 4회 이상인 75개 주제어를 선정하였다(Table 2). 타당한 주제어 선정을 위해 2명의 석사학위 소지자의 검토를 받아 3차례의 정제화 작업을 수행하였다. 제외한 융합인재교육(STEAM) 관련 단어 중 T-STEAM의 용어가 5번 출현하였으며, 구체적으로 학술지 제목을 살펴본 결과, 기술교과의 프로그램 개발 또는 효과 분석의 내용으로 확인되었으며, 이는 ‘기술’에 포함시켰다. 또한 스마트러닝과 러닝처럼 중복된 단어의 경우, 학술지 제목에서 표현하고자 하는 개념에 기반하여 병합하였으며, 유사한 단어의 경우, 의미의 모순이 없는 범위 내에서 가장 적합한 단어로 정제하여 빈도를 산출하였다. 논문 제목에서의 주제어간 관계 연결망을 분석하기 위한 연구의 목적을 충실히 수행하기 위해 ‘초등’, ‘초등학생’, ‘초등학교’ 등과 같이 단어 사이에 유사성이 있다고 하더라도 논문 제목을 역추적하여 의미에 차이가 있는 경우에는 별도의 단어로 분류하였다. 가장 높은 빈도를 보인 단어는 ‘프로그램’으로 68회를 나타냈고, 그 다음이 ‘개발(67회),

‘기반(39회)’, ‘적용(35회)’ 순으로 나타났다. 이 결과는 2011년 STEAM 교육의 도입을 통해 학교 현장에 STEAM 교육을 적용하기 위한 다양한 교육 프로그램이 개발되어 활용되었음을 확인할 수 있다. 주제영역으로는 ‘로봇’이 14회로 가장 높은 빈도를 보였으며, ‘환경’, ‘에너지’, ‘오토마타’, ‘정보’, ‘스크래치’, ‘스마트’, ‘프로그래밍’, ‘코드’, ‘신소재’ 등으로 분석되었다. 또한 교과별로는 과학(22회), 기술·실과(25회), 예술·미술(16회), 수학(9회)으로 나타났다.

2. 네트워크 텍스트 분석 결과

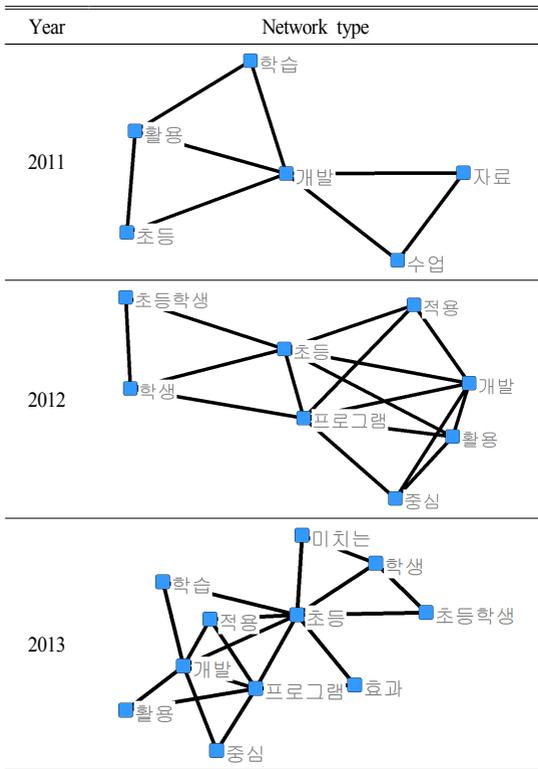
텍스트 빈도분석 선정된 75개 단어를 대상으로 KrTitle 프로그램을 활용하여 주제어간 1모드 공출현빈도 대칭형 매트릭스를 구한 후, 네트워크 텍스트 분석을 실시하였다. 분석결과, 75개의 주제어 노드 간에 2,212개의 연결선이 나타났으며, 분석을 보다 명료하게 하기 위하여 노드 간 연결선 기준(강도)을 5 이상으로 하고, 5 미만은 0으로 처리하여 266개 연결선으로 단순화하였다(Fig. 1).

복잡한 연결망을 보다 간소화하여 핵심 허브는

Table 2. The frequency of key words in article's titles

Rank	Word	Freq	Rank	Word	Freq	Rank	Word	Freq	Rank	Word	Freq
1	Program	68	20	Subject	13	39	Environment	7	58	Scientific	5
2	Development	67	21	Way	12	40	Gifted person	7	59	Training	5
3	Based	39	22	Creative	12	41	Search	6	60	Instruction material	4
4	Application	35	23	Project	11	42	Case	6	61	Survey	4
5	Using	31	24	Curriculum	11	43	Information	6	62	Emotion	4
6	Research	26	25	Topic	10	44	Viewpoint	6	63	Future	4
7	Centered	25	26	Recognition	10	45	Fine art	6	64	Thinking	4
8	Learning	24	27	Arts	10	46	Middle school	6	65	Characteristic	4
9	Science	22	28	Practical arts	10	47	Making	6	66	Regard	4
10	Instruction	21	29	Technology	15	48	Energy	6	67	Approach	4
11	Elementary	19	30	Model	9	49	Training	6	68	Korea	4
12	Analysis	18	31	Mathematics	9	50	Scratch	6	69	Theme-based	4
13	Effect	17	32	Attitude	9	51	Literacy	6	70	High school	4
14	Elem. school student	16	33	Design	8	52	Ability	5	71	Possibility	4
15	Creativity	16	34	Material	8	53	SMART	5	72	Method	4
16	Robot	14	35	Target	8	54	Integrated	5	73	Convergence	4
17	Teacher	14	36	Teaching	8	55	Creative	5	74	Interest	4
18	Influence	13	37	Process	7	56	Activity	5	75	SMART learning	4
19	Elem. school	13	38	Unit	7	57	Student	5			

Table 3. Network of key words by years



로 수행되었음을 나타내준다. 2013년의 경우, 프로그램 개발과 함께 ‘학생’, ‘미치는’, ‘효과’ 등의 단어와 연결성을 보여 수업 적용에 대한 효과 분석 연구가 동시에 수행된 연구 논문이 많아졌음을 알 수 있다. 연결망에서 각 단어가 다른 단어와 연결되는 중앙성을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Centrality value of key words

Rank	Word	Degree centrality	Word	Betweenness centrality
1	Program	387.000	Program	166.119
2	Elementary	351.000	Development	110.343
3	Development	343.000	Elementary	100.345
4	Science	223.000	Research	87.084
5	Application	216.000	Application	78.638
6	Learner	195.000	Centered	72.471
7	Using	194.000	Learning	66.651
8	Learning	185.000	Instruction	64.943
9	Centered	184.000	Analysis	61.154
10	Effect	174.000	Creativity	60.723

단어빈도 순위(Table 1)와 비교하여 살펴보면 단어 출현 빈도가 높다고 반드시 중앙성 값이 높은 것은 아니다. ‘초등’의 경우, 출현 빈도(19회)는 11 번째 순위지만, 연결중앙성은 2번째로 높은 순위를 보여준다. 이는 ‘초등’이라는 주제어는 출현빈도에 비해 다른 주제어와 직접 연결되어 동시에 출현할 수 있는 정도가 높다는 것을 의미한다. ‘프로그램’, ‘초등’, ‘개발’, ‘적용’의 주제어는 출현빈도도 높을 뿐만 아니라, 높은 중앙성 값을 보여 핵심 이슈를 구성하고 있다고 분석되며, ‘과학’, ‘학습자’, ‘효과’ 등의 주제어들이 높은 연결중앙성 값을 가진다. 이는 STEAM 교육 관련 연구 논문은 초등학교 급의 과학교과 기반 프로그램 개발 및 적용 효과 연구가 주된 경향임을 알 수 있다.

‘연구’, ‘분석’ 주제어가 매개중앙성에서 높은 순위를 보이고 있어, 임의의 다른 두 가지 주제어를 연결하는 모든 연결선상에 자주 등장하고 있다고 분석할 수 있다. 실제로 두 주제어는 프로그램 개발 관련 연구와 적용 효과 분석 연구에서 여러 주제어의 연결고리로 활용되고 있었다. 텍스트 빈도 분석 결과, 높은 순위에 있는 ‘활용’, ‘기반’ 등의 주제어는 중앙성 분석 결과, 상대적으로 순위가 낮다. 이는 4가지 주제어가 ‘프로그램’, ‘초등’, ‘개발’ 등의 주제어를 설명하기 위한 방편으로 존재하기 때문으로 사료된다.

주제어 간 가장 높은 연결 빈도를 가진 단어는 ‘프로그램-개발’(weight=47)이고, ‘개발-적용’과 ‘초등-프로그램’(weight=27), ‘프로그램-적용’(weight=25) 순으로 나타났다. ‘효과’, ‘영향’ 주제어는 ‘학생’, ‘태도’, ‘과학’, ‘창의’의 주제어와 9이상의 연결 빈도를 보였다. 이는 프로그램 개발 연구뿐만 아니라, 창의적 융합인재 양성의 STEAM 교육 목적과 관련하여 창의성, 교과에 대한 태도에 미치는 효과를 분석한 연구도 상당수 수행되었음을 의미한다.

핵심 주제어 75개 간에 연결되어 있는 네트워크 구조를 구성하는 클러스터를 분석하기 위해 덴드로그램(Dendrogram)과 다차원척도분석(MDS)을 활용하여 구조적 등위성 분석을 실시하였다. 핵심 주제어간 인접도 및 상호관계를 알아보기 위한 덴드로그램 분석 결과, [프로그램, 조사, 스마트러닝, 활용, 적용, 중심, 방법, 초등학교, 모형, 수학, 교수, 자료, 에너지, 연수, 중학교]와 [설계, 개발, 사례, 주제중심, 연구, 분석, 융합적, 로봇, 프로젝트], [가능

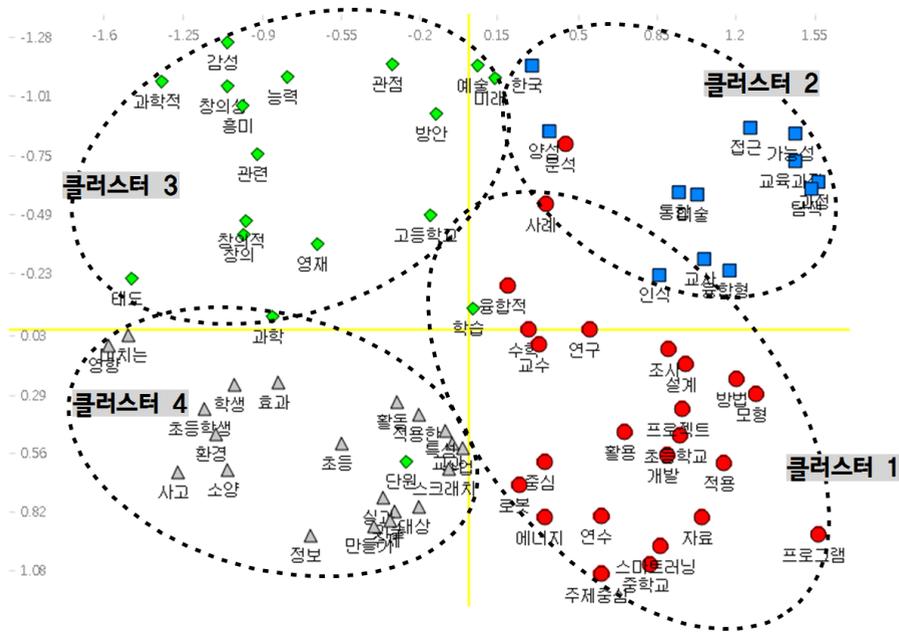


Fig. 3. Hierarchical clustering analysis by MDS (multidimensional scaling)

성, 통합, 인식, 과정, 탐색, 접근, 미술]과 [교육과정, 한국, 양성, 융합형, 교사, 과학적], [과학적, 관점, 창의성, 고등학교, 감성, 관련, 창의, 방안, 창의적, 예술, 영재]와 [흥미, 미래, 능력, 학습, 태도, 단원], [적용, 사고, 학생, 활동, 수업, 미치는, 효과, 교과, 실과, 대상, 스크래치, 만들기, 정보]와 [환경, 특성, 소양, 과학, 초등, 초등학생, 기술, 영향, 주제]가 주요한 짝을 이루는 것으로 확인되었다. 각각의 요인이 맺는 내부지향적 관계와 외부 지향적 관계의 상관계수를 분석함으로써 구조적 등위성을 확인하고자 반복상관관계수법(CONCOR) 방법을 활용하여 연결망 내에서 관계 패턴의 유사성을 파악하여 군집화한 결과(modularity=1.414214) 크게 4개 클러스터로 구분되었다(Fig. 3).

4개의 클러스터 내 주제어 사이에는 서로 직접적인 관계를 갖고 있지는 않지만, 각각 맺고 있는 관계의 유형이 유사한 것으로 분석되었다. 클러스터 1(●)에는 ‘프로그램’, ‘프로젝트’, ‘모형’, ‘로봇’, ‘설계’, ‘주제중심’, ‘스마트러닝’ 등의 단어가 포함되었으며, 이는 STEAM 프로그램의 개발 측면에서 관계 유사성을 가진다. ‘프로그램’ 클러스터 2(■)는 ‘교사’, ‘인식’, ‘융합’, ‘교육과정’, ‘가능성’ 등의 단어를 포함하고 있으며, 이는 STEAM 교육의 기

반을 마련하기 위한 다양한 연구 활동 측면으로 분류할 수 있다. 클러스터 3(◆), 4(▲)는 ‘과학적’, ‘흥미’, ‘창의’, ‘태도’, ‘단원’, ‘영향’, ‘효과’, ‘환경’ 등의 단어가 포함되어 있으며, 이는 STEAM 교육의 효과를 분석하는 군집으로 관계 유사성을 가진다. 클러스터 3과 4의 가장 큰 차이점은 적용 학교급, 적용 교과 등의 독립변인 차이라고 할 수 있다. 또한 학교 급에 따라 나타나는 클러스터의 유사성이 일부 상이하어, 초등학교, 중학교의 경우 프로그램 개발과 적용 클러스터에서 비교적 균등한 양상을 보이나, 고등학교의 경우 효과 분석 측면에 비교적 강한 양상을 나타낸다.

IV. 결 론

이 연구에서 STEAM 융합교육 연구의 경향을 파악하기 위해 의미 연결망 분석 기법을 활용하여 국내 학술지 논문 및 학술대회 발표논문을 분석한 결론은 다음과 같다.

첫째, STEAM 융합교육 관련 학술지 및 학술대회 발표 논문의 연구 성과물은 2011년 17편, 2012년 73편, 2014년 91편으로 지속적으로 증가하고 있다. 연구시기별로 나누어 연구동향을 분석해 보면

2011년의 경우, ‘개발’ 단어를 중심으로 하는 네트워크가 구성되어 있으며, 2012년과 2013년에는 ‘프로그램’과 ‘초등’ 단어를 중심 허브로 하는 네트워크가 구성된 것으로 분석되었다. 융·통합교육 국내 연구 유형을 분석한 Oh(2012)의 연구에서 대상별로는 초등(영재포함), 유형별로는 개발 연구가 높은 비율을 차지하고 있다는 결과와 일치한다. 본 연구에서는 연결망 분석을 통해 연도별 연구의 경향이 이론 정립, 프로그램 개발, 효과 분석의 연도별 추이를 보이고 있다는 것도 확인하였다. 특히 STEAM 교육의 이론 정립 연구 후 대부분 초등학교에 적용할 수 있는 프로그램 개발 연구가 주를 이루었으며, 이후 효과적인 STEAM 교육 정착을 위한 다양한 프로그램 개발이 연구의 주된 경향으로 나타났다고 판단된다.

둘째, ‘프로그램’, ‘초등’, ‘개발’, ‘적용’, ‘과학’ 단어는 출현빈도, 연결강도, 연결중앙성, 매개중앙성 측면에서 모두 상위 단어로 나타났다. 이는 이러한 단어들이 전체 의미 연결망상에서 단어 자체적(연결중앙성)으로나 연결망 상의 위치상(매개중앙성)으로나 중심이 되는 단어인 것을 알 수 있다. 다시 말하면 ‘프로그램’, ‘초등’, ‘개발’ 단어는 출현빈도가 높은 동시에 다른 단어들과 함께 등장하면서 흐름을 주도하고 있는 단어라고 분석할 수 있다. 이는 STEAM 리더스쿨, STEAM 교사 연구회가 중등보다 초등에서 더욱 활성화되어 이와 관련된 프로그램 개발 및 수업 적용 연구가 다방면으로 수행되었기 때문으로 사료된다. 또한 초등의 경우, 특정 과목을 제외한 대부분의 교과목을 한 교사가 담당하므로 개개인이 교사 주도적으로 STEAM 교육을 적극적으로 수행할 수 있다는 관점에서 STEAM 교수·학습 프로그램 개발 동향을 분석한 Han(2013)의 연구 결과와도 일치한다. 중등에서도 보다 수월한 교육과정 연계성을 위한 자율적인 교육과정 재구성 등의 활성화 방안이 정책적으로 마련될 필요가 있을 것으로 판단된다.

셋째, STEAM 관련교과의 출현빈도에 비추어 보면 ‘과학’, ‘기술’, ‘예술’의 순으로 나타났다. ‘과학’ 단어의 경우, 출현빈도 뿐만 아니라 연결강도도 높으며, 연결중앙성에서도 높은 값을 나타냈다. ‘효과’, ‘영향’의 노드는 ‘학생’, ‘과학’, ‘창의’, ‘태도’의 노드와 높은 연결강도를 가졌다. 이는 과학교육에서 STEAM 교육을 더욱 다양하게 연구되고 있는

며, 개발 프로그램의 수업 적용을 통한 효과 분석은 대부분 교과에 대한 태도, 흥미 등의 정의적 측면과 창의성 관련 연구가 주로 수행되었음을 의미한다. ‘창의’, ‘창의성’ 단어는 과학교과와 직접적으로 연결되며, 다른 교과에서는 연결성이 비교적 미흡하게 나타났다. 창의적 문제해결력 함양이라는 STEAM 교육의 궁극적인 목표를 감안한다면 여러 교과에서 흥미, 태도 등의 정의적 측면의 효과뿐만 아니라, 창의성 관련 효과 분석의 연구도 다양한 교과에서 수행될 필요가 있으리라 생각된다.

넷째, 텍스트 빈도뿐만 아니라, 프로그램 개발과 관련된 클러스터에서 제시된 STEAM 교육의 주제로 ‘로봇’의 출현빈도가 높을 뿐만 아니라, 연결성 밀도도 높은 것으로 분석되었다. 특히 ‘로봇’ 단어는 ‘초등’ 노드와 연결중앙성 및 매개중앙성이 비교적 높은 것으로 나타나, 초등학교 급의 STEAM 교육 주제로 로봇이 많이 활용되고 있는 것을 확인할 수 있었다. ‘환경’, ‘에너지’ 이외에 ‘정보’, ‘스크래치’, ‘스마트’, ‘프로그래밍’, ‘코드’, ‘신소재’ 등의 주제는 Na and Kwon(2013)의 국·내외 초등학교 융합 교육 프로그램 탐색 연구에서 STEAM 분야별 지식구조와 영역 중 정보통신기술, 제조기술 영역이 높은 비율을 보였다는 연구 결과와도 일치하는 부분이 있다. 실생활과의 연계성, 학생들의 실제적인 활동측면에서 최신 기술이 반영된 다양한 주제의 STEAM 교육 프로그램이 개발·활용될 필요가 있으리라 판단된다.

이 연구는 학술연구정보서비스(RISS) 검색을 통한 STEAM 융합교육 관련 학술지 및 학술대회 발표 논문의 제목을 대상으로 분석하여, 연구 경향의 분석과 방향성 제시에 대해 한계를 가진다. 분석 대상의 폭을 넓히기 위해 검색도구를 다양하게 사용하여 보다 다양한 연구 성과물을 수집하여 연구 결과를 정교화 할 필요가 있다. 또한 논문의 제목이 연구의 내용을 가장 포괄적으로 함축하였다는 전제를 기반으로 의미 연결망 분석을 실시하였으나, 일부 제목은 연구의 구체적인 내용을 명확히 제시하지 못한 경우도 있는 것으로 생각된다. 또한 학술지 및 학술대회 발표 논문 이외에 학위논문으로 다양한 STEAM 교육 연구 성과물이 발표되었다. 이를 종합적으로 분석하여 연구의 경향 및 방향성을 심도 있게 분석하는 후속 연구가 필요하다.

참고문헌

- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y. & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 1149-1171.
- Barns, J. A. (1954). Class and communications in a Norwegian Island parish. *Human Relations*, 7, 39-58.
- Burt, R. S. (1982). *Toward a structural theory of action: Network models of social structure, perception, and action*. Academic Press.
- Choi, K. (2003). Content analysis of articles published in journal of tourism and leisure research. *Journal of Tourism and Leisure Research*, 15(1), 11-29.
- Choi, Y. & Seo, S. (2012). Analysing the core elements of the sustainable regional development concept. *Journal of the Korea Urban Management Association*, 25(2), 49-70.
- Choi, C. & Kang, B. (2012). Social network analysis on the climate change researches and it's implication. *Journal of Korea Regional Development Association*, 24(5), 1-20.
- Han, H. (2013). The analysis of research trends on STEAM instructional program and the development of mathematics-centered STEAM instructional program. *Communications of Mathematical Education*, 27(4), 523-545.
- Kim, G. & Choi, S. (2012) The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science-based STEAM program in the elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(2), 216-226.
- Kim, J. & Kim, M. (2013). An semantic network analysis of the national high-school vocational education teaching methods competition. *Journal of Vocational Education Research*, 32(6), 57-72.
- Kim, J. (2007). Exploration of STEM education as a new integrated education for technology education. *The Korean Journal of Technology Education*, 7(3), 1-29.
- Kim, J. (2011). A cubic model for STEAM education. *The Korean Journal of Technology Education*, 11(2), 124-139.
- Kim, J. (2012). STEAM education [STEAM 교육론]. Seoul: Yangseowon.
- Kim, S., Chung, Y., Woo, A. & Lee, H. (2012). Development of a theoretical model for STEAM education. *Journal of the Korea Association for Research in Science Education*, 32(2), 388-401.
- Kim, Y. (2003). Social network analysis [사회 연결망 분석]. Seoul: Pakyoungsa.
- Koh, J. & Lee, M. (2010). A social network analysis of the characteristics of local environmental governance. *The Korea Association for Policy Studies*, 19(1), 151- 181.
- Kwon, Y. & Lee, K. (2013). Development of integrated science and art teaching-learning programs for the improvement of creative brain activity of scientifically gifted elementary school student. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 473-484.
- Lee, H., Oh, Y., Kwon, H., Park, K., Han, I., Jung, H., Lee, S., Oh, H., Nam, J., Son, D., Seo, B. & An, H. (2011). Elementary school teachers' perceptions on integrated education and integrative STEM education. *Korea Journal of Teacher Education*, 27(4), 117-139.
- Lee, J. (2010). The cognitive science and the convergence of interdisciplinary principles and practices. *Journal of Social Sciences*, 32(1), 3-46.
- Lee, J., Park, H. & Kim, J. (2013). Primary teachers' perception analysis on development and application of STEAM education program. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 47-59.
- Lee, S. & Lee, H. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on the creativity and science related attitudes of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 60-70.
- Mitchell, J. C. (1969). *Social networks in urban situations*. Manchester: Manchester University Press.
- Na, S. & Kwon, N. (2014). Exploring domestic and international elementary school convergence science education program - Korea, the U.S., and the U.K. -. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(2), 231-241.
- Oh, H. (2012). STEAM education program development strategies for secondary schools based on the study of convergence and integrated education. Unpublished a Master's Degree Dissertation, Dankook University.
- Park, H. & Leydesdorff, L. (2004). Understanding the KrKwic: A computer program for the analysis of Korea text. *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 6(5), 1377-1387.
- Popping, R. (2000). *Computer-assisted text analysis*. London: Sage.
- Shin, Y. & Han, S. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM science, technology, engineering, arts, mathematics) education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 514-523.
- Sung, Y., Kim, B. & Kim, J. (2013). Teacher's recognition and needs about STEAM education in specialized high schools for technical fields. *Journal of Korean Institute of Industrial Education*, 38(2), 68-88.