

머신러닝 기법을 활용한 대학의 산학협력 활동의 지역별 동형화에 대한 탐색적 연구*

이규태**

본 연구는 대학 조직에서 산학협력 활동의 지역 내 그리고 지역간 동형성 수준의 차이를 확인하는 것에 목적을 가지고 있다. 이를 위해서 LINC 3.0에 참여한 대학에서 제출한 보고서를 전처리 작업을 진행하고, 학교 단위별로 보고서를 임베딩 작업을 진행한 뒤, 대학간 임베딩 벡터의 유사성을 분석하였다. 그 결과, 대학의 산학협력 활동은 높은 수준의 유사성을 보이는 것을 확인하였다. 흥미롭게도 동일 광역자치단체 그리고 권역에 위치한 대학들간의 산학협력의 유사성은 그렇지 않은 대학들간의 유사성보다 통계적으로 높은 것을 확인하였다. 또한 이상의 결과는 임베딩 방식과 무관하게 일관된 것을 확인하였다. 본 연구는 조직이 제도적 정당성과 차별화를 추구하는 과정에서 발생하는 전략적 균형의 딜레마에 대한 이해를 확대하는데 공헌할 것으로 예상된다. 또한 대학의 활동과 관련한 보고서를 활용하여 정량화할 수 있는 방법을 제시하였다 점에서 공헌할 것으로 예상된다.

주제어: 제도주의, 머신러닝, 워드임베딩, 동형화, LINC3.0, 대학, 산학협력

* 이 논문은 2023년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 중견연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2023S1A5A2A01074490).

** 서강대학교 기술경영전문대학원 교수, 산학협력, 기술창업, 경영혁신, 인공지능 의사결정 (E-mail: kyotai@sogang.ac.kr)

I. 서론

1980년대 제정된 Bayh-Dole Act 그리고 Stevenson-Wydler Act 등은 대학과 연구소의 과학적 발견이 상업적으로 이용되는 방식에 근본적인 변화를 가져왔다(Mowery & Shane, 2002). 선행연구들은 과학적 발견이 기업가정신의 실현을 위한 기회 창출의 핵심요인이라는 것을 강조하면서(Schumpeter, 1950), 과학적 발견을 통한 기술이전 및 벤처창업을 위해서 연구지향적인 그리고 기업가지향적인 고등교육기관의 중요성을 꾸준히 강조하였다. 대한민국의 정부 또한 지역의 혁신 거점 기관으로써 대학의 역할에 대해서 강조하였고, 따라서 대학들은 자신만이 아닌 해당 대학이 속한 지역사회 혁신의 주체로 역할을 수행하기 위해서 노력하였다(남수연, 2023; 이종호와 이철우, 2016). 또한 정부는 후발 대학들이 선도 대학들의 산학협력 활동을 벤치마킹할 수 있도록, 다양한 대학재정지원사업 및 연구사업 평가에서 대학간 공유와 협력 활동을 중요한 평가항목으로 고려하였고, 관련 인센티브를 부여하였다(권선희, 2023).

이러한 대학을 둘러싸고 있는 환경의 변화를 인식하고, 학자들은 대학의 산학협력 및 기업가정신과 관련하여 다양한 연구를 진행하였다. 이들 연구들은 대학이 경제에 미치는 영향에 대한 연구와 대학의 경제적 가치 획득 프로세스에 대한 연구들로 광범위하게 구분될 수 있다. 대학이 경제에 미치는 영향에 대한 연구들은 기업가적 실체(entrepreneurial entities)로써 대학의 개념이 1980년대 도입된 이후, 고등교육기관인 대학이 사회변화와 (지역)경제성장에 어떻게 공헌하는가에 대해서 초점을 두었다(예: Etzkowitz, 1983; Foss & Gibson, 2015; Guerrero et al., 2016; Perkmann et al., 2013). 대학의 경제적 가치 획득 프로세스에 대한 연구들은 과학적 발견으로부터 경제적 가치를 창출하기 위해서는 대학이 산학협력 활동을 수행하면서 산업과 사회의 니즈를 이해하고, 이러한 이해를 바탕으로 대학 내부적으로 기업가정신을 바탕으로 혁신을 수행하는 것의 중요성을 강조하면서, 기업가적 대학에게 필요한 자원과 역량을 확인하는 것에 초점을 두었다(예: Lee & Jung, 2021; 2024).

특히, 대학의 경제적 가치 획득을 위한 산학협력 활동과 관련한 정량연구들은 산학협력 및 기업가정신 활동 등의 성과변수에 영향을 미치는 다양한 요인들을 확인하였다. 또한 이들 영향을 다양한 이론적 메커니즘(예: 자원기반이론[Resource Based View], 지식전이어론[Knowledge Spillover Theory], 제도주의 이론[Institutional Theory] 등)을 바탕으로 실증적으로 확인하였다(Lee & Jung, 2021; 2024). 선행연구들은 다양한 요인들 가운데 교수규모(Civera et al., 2020; Van Looy et al., 2011), 대학의 특허수(Nosella & Grimaldi, 2009; Ramaciotti & Rizzo, 2014), 산학협력

단 또는 기술이전사무소(Technology Transfer Office)의 역량과 대학 특성(Meoli & Vismara, 2016; Van Looy et al., 2011)이 산학협력 활동의 다양한 성과(예: 기술 이전금액, 교원의 기술창업 등)에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

이러한 정량적 연구들과 함께, 대학의 산학협력과 관련한 정성적 연구(예: Audretsch & Lehmann, 2005; Guerrero & Urbano, 2012; O'Shea et al., 2005)들은 선도대학들이 산업의 니즈를 이해하고 이를 바탕으로 대학 내부에 관련 프로세스 및 산학협력 친화적 문화를 형성하는 메커니즘을 확인하였다. 이들 연구들은 공통적으로 대학들이 기업가정신 문화 또는 산학협력 친화적 문화의 확산 과정에서 다양한 (문화적) 갈등을 경험하면서 진화하고, 대학의 새로운 모델이 사회에서 확산하는 것을 확인하였다. 또한 대학의 역사적 배경 및 대학이 속한 지역사회와의 경제·산업구조에 따라 기업가적인 대학의 양태가 달라질 수 있다는 것을 제시하였다.

선행연구들이 산학협력적 대학의 특성에 대한 이해 및 (비)경제적 성과를 이해하는 것에 공헌을 하였음에도 불구하고, 지역 사회 및 산업혁신의 주체의 역할을 수행해야 하는 대학을 둘러싼 환경적 특성을 확인할 수 있는 산학협력 활동에 대한 연구는 제한적이다. 예를 들어, 다양한 대학 재정 및 연구 지원사업의 평가 과정에서 정부는 광역 경제권을 중심으로 지역산업과의 연계를 강조하는 동시에 (남수연, 2023; 이종호와 이철우, 2016) 모순적으로 대학별로 특성화 모델을 개발하는 것 또한 강조하였다(고은비 외 2인, 2021; 김병주 외 2인, 2010). 이와 비슷하게 Vaira(2004)의 연구에서도 대학을 둘러싼 정치적, 경제적, 기술적 불확실성에 대응하는 대학이 제도적 순응과 차별화하는 전략을 추구한다는 것을 제시하였지만 일부 대학의 특성을 중심으로 결과를 제시하였다. 본 논문은 이상의 연구 동기를 바탕으로, 대학의 산학협력 활동 및 문화의 동형화 수준을 확인하는 것에 목적을 가지고 있다. 이를 위해서, LINC 3.0 사업에 참여하는 전국 4년제 75개 대학에서 제출한 산학협력과 관련한 계획서를 전처리 작업을 진행한 후, 머신러닝 기반의 언어처리 임베딩 기법을 활용하여 분석하였다.

본 연구는 이론적으로는 대학의 산학협력 활동과 관련한 제도와 활동이 정부의 다양한 재정지원사업으로 인해서 동형화되는 것과 그 수준을 확인하였다는 점에서 의의가 있다. 특히, 제도주의 기반의 선행연구들이 영리기업의 행동과 관련한 연구를 바탕으로 제시하고 있는 제도적 정당성과 차별화 사이의 “전략적 균형의 딜레마”(Jennings et al., 2009)에 대한 이해를 확대하여, 비영리 기관인 대학의 차별적 동형화를 이해하는데 공헌할 것으로 예상된다. 방법론 측면에서 기존의 연구들은 조직의 특성을 부분적으로만 반영하는 정량적 데이터나 정성적인 인터뷰를 바탕으로 대학의 동형화를 확인(김경영과 박기술, 2009; 박근주와 이규태, 2020; Civera et al., 2020)하거나, 키

워드 중심의 텍스트 분석을 진행(예: 권선희, 2023; 심원규와 김혜진, 2023)하였다. 이러한 선행연구와는 차별적으로 본 논문에서는 산학협력 제도와 문화, 활동 등을 광범위하게 포함하고 있는 대학에서 제출한 보고서를 최신의 머신러닝 기법을 활용하여 연구를 진행하였다는 점에서 향후 관련 연구를 수행할 수 있는 새로운 방법론을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 실무적 그리고 정책적으로는 지역별 그리고 산업별 대학의 특화에 대한 근거와 이를 확인하는 방법론을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

II. 이론적 배경과 가설의 설정

1. 제도주의 이론(Institutionalism)

제도주의 이론은 문화, 전통, 역사, 법적 환경 및 경제적 인센티브에 의해 결정되는 조직적 맥락(organizational contexts)의 관점에서 대학의 문화, 기업가정신 활동 등의 메커니즘을 이해하기 위한 이론적 배경으로 많은 선행연구에서 활용되었다(Aldrich & Fiol 1994; Bruton et al. 2010). 동 이론은 조직과 환경의 상호작용을 강조하는 동시에, 문화를 조직구조에 영향을 미치는 주요한 요인으로 간주한다(Katz & Kahn, 1966; Lee & Barnett, 1997). 제도주의에 따르면, 경제적, 정치적, 사회문화적 환경을 포함(Shane, 1993)하는 제도적 맥락(institutional context)은 “사회에서 통용되는 게임의 규칙”(North, 1990)으로 간주된다. 이에 따라 조직의 리더와 구성원들의 행동 양식은 제도 내에서 기대되거나 허용되는 범위에서 결정된다. 나아가, 이러한 개인들의 집합인 조직의 구조와 행동 또한 제도에 의해서 크게 좌우되는 동시에, 조직의 의사결정자들은 제도적 프레임워크 내에 정의된 기회와 한계에 따라 행동과 전략적 모델을 조정한다(North 1990). 제도적 규범은 사람들의 취향과 선호도 및 경제 활동의 성격을 형성하기 때문에, 조직에게 중요한 자원의 차등적 배분을 초래한다(Powell, 1991; Zukin & DiMaggio, 1990).

제도주의 이론은 조직의 다양한 특성과 환경의 적합성(fit)을 강조하면서, 조직은 생존을 위한 환경에 적합한 조직형태를 가지게 되고(Nelson & Gopalan, 2003), 환경과 적합성을 가지고 있는 조직이 생존가능성이 높다는 것을 주장한다. 제도주의 학자들은 사회적 또는 문화적 동질성을 가진 조직구성원 그리고 환경적 적합성을 가진 조직이 생존하게 된 결과, 조직의 특성들이 동형화(isomorphism)되는 것을 주장(Aldrich 1979)하고, 동형화의 핵심 메커니즘으로 강압적, 모방적, 그리고 규범적 동

형화를 제시한다. DiMaggio와 Powell(1983)에 따르면, 강압적 동형화는 조직이 의존하는 외부 조직에 의한 압력 그리고 정치 또는 제도에 의해서 발생하는 외부 압력에 의해서 발생한다. 모방적 동형화는 조직이 유사한 불확실한 환경을 공유하는 집단들 중 성공한 조직을 모방하려는 의지에 의해서 발생한다. 마지막으로 규범적 동형화는 주로 조직이 전문화되는 과정 및 그와 연계된 외부 압력으로써 작용하는 규칙과 규범에 의해서 형성된다.

이상의 제도주의 이론을 바탕으로 많은 선행연구(예: Croucher & Woelert, 2016; Dacin, 1997; Tan et al., 2013)들은 영리기관인 기업과 비영리기업인 대학에서도 조직의 동형화가 발생하는 것에 초점을 두고 연구가 진행되었다. 예를 들어, 영리기업과 관련하여, Tan et al.(2013)은 클러스터 내 지역적으로 밀접하게 위치한 기업들은 비슷한 제도적 압력에 의해 제약을 받고, 이들은 무역 박람회 참석, 산업 협회 가입, 정부와의 호의적 관계 구축과 같은 공통적인 제도화된 관행을 채택하는 경향이 있다는 것을 확인하였다. 더욱 흥미로운 점은 이러한 제도화된 관행을 따르는 과정에서 전략적으로 모방자 역할에 초점을 두는 기업과 혁신을 바탕으로 차별화하는 기업이 구분된다는 것을 확인하였다. 대학의 제도적 동형화와 관련한 연구는 제한적이지만, Croucher와 Woelert(2016)는 1987-1991년 사이 호주 내 공립대학들의 학문 조직의 구조(예: 학과 및 단과대학)의 변화와 다양한 학문 조직 그룹 내의 학문 직원 및 학생 수의 변화를 추적하여 분석한 결과를 바탕으로, 호주 대학에서 동형화가 이루어진 것을 확인하였다. Fay와 Zavattaro(2016)은 대학이 가지고 있는 공공성은 미묘한 방식으로 브랜딩 및 마케팅 동형성에 영향을 미치며, 대학은 더 높은 전반적 성과를 촉진하기 위해 새로운 브랜딩 전략을 채택할 가능성이 높다는 것을 확인하였다. 특히, 대학은 성과가 더 우수한 다른 대학만을 모방하기보다는 국가적 추세와 자신 대학이 가지고 있는 강점을 활용하려는 노력에 대응하여 브랜딩 전략을 채택한다는 것을 확인하였다.

동형화에 초점을 두고 있는 연구를 확장하여, 최근 연구들은 전략적 균형의 딜레마 상황에서 동형화 수준에 대해서 설명하는 것에 초점을 두었다. 즉, 기존의 제도 기반의 동형성은 조직들이 사회적 적합성 및 정당성을 입증하기 위해 지배적인 관행을 채택하도록 동기 부여하는 메커니즘에 초점을 두었지만, 경쟁 기반의 동형성은 성과 평가에 기반한 관행을 채택하도록 동기 부여하는 메커니즘에 초점을 두고 있다(Tan et al., 2013; Croucher & Woelert, 2016). 그리고, 제도적 정당성이 경쟁적 이질성(또는 차별화)을 저해하는 것이 아니기 때문에, 조직의 의사결정자들은 전략적 균형의 딜레마 상황에서 두 가지를 이분법적으로 선택하는 것이 아닌 두 가지를 동시에 추구하는 것이 가능하다는 것을 강조한다.

이러한 선행연구들이 환경에 따른 동형화를 확인한 점에서 학문적으로 공헌하였음에도 불구하고 조직의 정량화된 특성을 확인하는 것에 초점을 두었기 때문에 대학활동의 전반적인 동형화 수준을 확인하는 것에는 한계점을 가지고 있다. 또한 선행연구들이 영리기업에 초점을 두어 전략적 균형의 딜레마에 대한 연구가 이루어진 가운데, 비영리기관인 대학의 활동이 정부 주도의 경쟁적 평가 프로세스에 의해서 차별적으로 동형화되는 수준에 대한 실증적이고 과학적인 근거는 상대적으로 제한적이다.

2. 가설의 설정

정부의 정책은 대학의 산학협력 활동을 가속화하여 왔다. 그리고, 이러한 정책에 순응하는 과정에서 대학들은 동형화될 수 있다. 예를 들어 한국의 정부는 국가경쟁력 향상을 위해서 2000년대 이후 산학협력의 중요성을 인식하고 대학과 산업의 상호작용을 촉진하기 위해서 지원하여 왔다. 예를 들어, 2004년 당시 정부는 정부연구개발사업비의 25.8%(약 1조 5000억 원)를 산학협력과 관련한 사업들에 지원하였다(손병호 외 2인, 2006). 2010년대부터는 R&D에 국한된 대학의 산학협력 활동을 교육에도 전반적으로 확산하고, 대학의 역량을 근본적으로 강화하기 위해서 산학협력 선도대학 육성사업(1단계 Leaders in Industry-university Cooperation; 이하 LINC)을 시행하였고 이를 확대·개편하여 2017년에는 사회맞춤형 산학협력 선도대학 육성사업(2단계 LINC+), 그리고 2022년에는 산학연협력 선도대학 육성사업(3단계, LINC 3.0)을 시행하였다. 정부는 본 사업에 투입되는 연간 예산과 수혜 대학의 수를 1단계에서는 약 1700억원(51개 4년제 대학 대상), 2단계에서는 2532억원(75개 4년제 대학 대상), 그리고 3단계에서는 3025억 원(76개 4년제 대학 대상)으로 확대하였다.

2020년대 초반부터, 교육인적자원부는 산학일체형 대학구조로 개편하는 것을 산학협력 고도화의 핵심 목표로 추진하였다. 그리고, 대학과 지역의 특성을 고려하여 대학의 산학협력을 유형화해 정책과 예산을 연계하였다. 즉 '지역경제를 선도하는 지식산학협력 추진'을 비전으로, 지역특화산업 분야 인재양성, 시장 중심의 기술사업화 체계 혁신, 창업활성화를 통한 지역일자리 창출, 지식산학협력 생태계 구축의 4대 전략을 제시하고, 대학을 지역혁신의 중추기관으로 육성하는 정책을 추진하였다. 이를 위해서 대학들은 지역의 이해관계자 및 산업과 긴밀한 연계가 요구되었다. 정부의 평가를 통한 재정적 지원과 자원의 차별적 배분은 대학의 산학협력 활동을 정부가 추구하는 방식으로 순응하게 하고 동형화시키는 결과를 가져왔을 것으로 예상할 수 있다.

특히, 정부는 다양한 사업들을 추진하고 평가하는 과정에서 지역을 안배하여 선정하

였고, 연차평가 그리고 단계평가 등을 시행하는 과정에서도 대학의 지역적 요소를 고려하여 산학협력 활동을 평가하였다. 특히, 대학들은 정부사업에 선정되고 동 사업을 유지하기 위하여 공통적으로 노력하는 가운데, 같은 지역 내에 속한 대학들은 비슷한 경제적 그리고 문화적 환경을 공유하기 때문에, 같은 지역에서 위치한 대학들의 산학협력 활동은 동형화 수준이 다른 지역에 위치한 대학들간 산학협력 활동의 동형화 수준보다 높을 수 있을 것이다. 이와 비슷하게, 박근주와 이규태(2020)는 선도적으로 제도에 순응한 대학들이 성공적인 기술사업화 성과를 창출하고 연구비 확보의 성과로 연결되는 성공사례가 늘어나자, 후발주자들 또한 유사한 성향을 갖는 연구 활동을 수행하는 '모방적 동형화'가 특히 지역 내에서 발생하는 것을 주장하고 실증적인 근거를 제시하였다.

이러한 주장은 지리적으로 인접한 기업들이 위한 산업 클러스터에서, 이들은 긴밀한 네트워크를 구축한다. 따라서 네트워크 내 다른 주체들로부터 제도적 및 경쟁적 압력을 받을 가능성이 높은 동시에 지식과 정보의 확산을 바탕으로 클러스터에 속한 조직들의 동질성을 촉진할 수 있다는 주장과 일맥상통한다(Tan et al., 2013). 즉, 산업 클러스터링이 형성되는 과정에서 한 조직이 다른 조직들을 벤치마킹하는 모방적 동형화가 발생하는 것으로 이해할 수 있다(Tan, 2006). 이와 비슷하게 대학과 산업의 상호작용에 대한 다양한 연구들은 대학과 산업간의 협력 과정에서 지리적 근접성이 클 때 의사소통이 더 활발하게 일어날 수 있기 때문에, 지리적 근접성을 산학협력을 결정하는 중요한 요인 중의 하나로 간주되어 왔다(Jaffe, 1989). 예를 들어, Garcia et al. (2013)은 높은 수준의 암묵적 지식을 요구하는 상호작용 활동(예: 학생들의 인턴십과 산업체의 장비에 대한 접근)에서 지식 교환을 촉진하기 위해서 지리적 근접성이 중요하다는 것을 강조하였다. 또한 Chapple et al.(2005)은 산학협력 여건이나 기술수요 기업 접근성은 대학 소재지에 따라 달라질 수 있다고 주장하였다.

이상의 제도주의 이론 및 선행연구를 바탕으로, 같은 지역에 속한 대학들의 산학협력 활동의 동형화 수준은 다른 지역에 속한 대학들의 동형화 수준보다 높을 것으로 예상하였다.

가설: 대학 소재지의 유사성은 대학의 산학협력 활동의 동형화에 영향을 미칠 것이다. 즉, 같은 소재지에 속한 대학들은 다른 소재지에 속한 기업들보다 높은 수준의 산학협력 활동의 동형화를 보일 것이다.

III. 연구방법

선행연구들은 조직의 동형화 수준을 파악하기 위해서, 조직이 가지고 있는 조직원의 수와 변화(Croucher & Woelert, 2016), 연구개발 예산(박근주와 이규태, 2019) 등의 정량적 특성을 활용하였다. 또는 기업과 대학 등의 조직이 환경에 적응하여 변화하는 과정을 정성적으로 분석하였다(예: Guerrero & Urbano, 2012). 이들 연구들과는 다르게, 본 연구는 조직의 전반적인 활동의 동형화를 정량적으로 확인하는 것에 목적을 두고 있다. 이를 위해서, 본 연구는 대학이 제출한 산학협력 활동과 관련한 보고서를 기반으로, 전처리를 약 2년간 진행한 뒤, 머신러닝 기법 중의 하나인 트랜스포머 기반의 SBERT를 이용하여 워드임베딩을 실시하였고, 이를 바탕으로 대학간 산학협력 활동의 유사성을 분석하였다. 마지막으로 도출된 유사성을 대학의 소재지 데이터와 연결하여 소재지에 따른 대학들간 동형화 수준을 통계적으로 분석하였다.

1. 자료의 수집

LINC 사업은 대학의 산학연협력 역량을 강화하고, 기업이 정신을 고취하여 국가 경쟁력을 향상시키는 목적을 가진다. 2022년 LINC 3단계 사업의 선정평가 직후, 정부 산하 기관인 한국연구재단은 선정된 대학들이 선정 평가시 제출한 계획서를 홈페이지에 공개하도록 하였다. 대학들은 산학협력과 관련한 대학의 조직구조, 문화, 교과목 및 기타 성과와 향후 계획을 100 페이지 내외로 LINC 사업계획서에 작성하기 때문에 산학협력 활동을 전반적으로 확인할 수 있는 적절한 자료로 판단하였다. 총 76개 대학이 선정된 가운데 사업보고서를 공개하지 않은 4개의 대학을 제외한 72개 대학의 보고서를 활용하였다.

2. 자료의 전처리

LINC3.0 홈페이지(<https://lincthree.nrf.re.kr/#/univ>)는 대학들의 사업계획서를 PDF 파일 형식으로 제공하였다. PDF 파일로 제공된 문서 내에서 표와 이미지 형태의 정보는 광학문자인식(Optical Character Recognition, OCR)을 이용해 텍스트화하였다. OCR로 텍스트화 되지 않는 이미지들은 사업계획서와 비교하여 작성하였다. 텍스트 추출 과정에서 생긴 오타자는 작업자 15명이 1.5년간 직접 정제하였다. 정제작업은 원본 파일에서 특수문자와 기호 삭제, 끊기는 문장이 없도록 줄 바꿈, 불필요한 줄 바꿈, 들여쓰기, 띄어쓰기 삭제 등을 포함하였다. 또한, 한 문장이 끝날 때마다 줄 바꿈 처리, OCR을 통해 추출한 표 내용 검수, 조사 제거, 원문에 포함된 페이지 구분자 제

거 등도 포함하였다. 첨부 1은 보고서에 내에 있는 표를 텍스트화 된 결과의 예를 보여준다.

3. 형태소 처리

한국어와 같은 교착어에서는 단어가 여러 형태소로 구성되어 있어, 이들에 대한 정확한 구분 없이는 문장의 의미를 파악하기 어렵다. 따라서 주어진 문장의 구조를 파악하고, 문장 분할, 분석, 추출, 원형 복원 등을 거쳐 의미를 갖는 최소한의 단위인 형태소를 발굴하는 과정이 필요하다. 한국어 형태소 분석기로 알려진 것에는 Kkma, Okt, 그리고 Mecab 3가지가 있다. Kkma(Korean Language Processing Toolkit)는 서울대학교에서 개발된 한국어 형태소 분석기로 구문 분석 및 의존구문 분석을 지원한다는 특징이 있다. Okt(Open Korean Text)는 Twitter에서 개발한 한국어 형태소 분석기로 텍스트의 형태소, 어근, 품사 등을 분석하고 이를 기반으로 토큰화를 수행한다. Mecab은 일본어와 한국어에 적용할 수 있는 형태소 분석기로 높은 정확성을 가진다. 세부적으로는 긴 문장에 대해서 Kkma, Okt, Mecab을 통해 형태소 분석을 하였을 때 Kkma는 ‘의하 + ㄴ’, ‘하 + ㄴ’처럼 받침을 분리하여 표현하는 경향이 있다. 이는 단어 자체를 추출하기 위해서는 복잡도가 있다고 판단하였다. Okt는 단어를 세부적으로 나누기보다는 단어 전체를 유지하려는 경향이 있다. ‘의한’, ‘화하는’ 등으로 유지하며 분석이 다소 간결하였지만 조사를 하나의 단어로 인식하는 경향이 있었다. Mecab은 Kkma와 Okt의 중간 정도로 ‘의한(의한), ‘극대’ + ‘화’(극대화), ‘확보’ + ‘하’ + ‘기’(확보하기) 등으로 분리한다. 따라서, 3가지 형태소 분석기를 통해 문장들을 처리한 후 결과를 비교하였고, Mecab이 형태소를 수동 조정해 주는 과정에서 가장 적절하다고 판단하였다. 따라서, Mecab 분석기를 활용하여 후속 작업을 진행하였다(첨부 2 형태소 처리 참조).

이상의 형태소 분석기를 활용하여 형태소를 일차적으로 분석한 이후에도, 외래어를 보고서에 작성한 경우, 그 의미를 반영하지 못하는 경우를 다수 확인하였다. 예를 들어, ‘캡스톤 디자인’이라는 단어에 대해 Kkma, Okt, Mecab 모두 ‘캡 + 스톤 + 디자인’ 혹은 ‘캡스톤’ + ‘디자인’으로 분리하였다. 그러나 이는 산업현장에서 부딪힐 수 있는 문제들을 해결할 수 있는 능력을 길러주기 위해 작품을 설계하도록 하는 교과목인 ‘캡스톤 디자인’의 뜻과는 상이하다. 따라서 의미에 따른 형태소 분리 결과를 연구자가 참여하여 추가적으로 실시하였다. 이러한 추가 작업을 바탕으로 총 139개의 단어를 Mecab 사용자 단어 사전에 추가하였다(첨부 2 참조). 사용자 단어 사전을 추가한 후, 형태소 처리의 정확도가 전반적으로 향상 되었다. 예를 들어, ‘산학협력’이라는 단어에

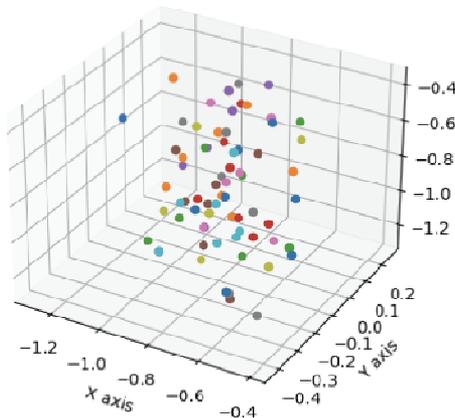
대해서 ‘산학’, ‘협력’이 아닌 ‘산학협력’으로 형태소를 분류하는 것을 확인할 수 있었다.

사용자 지정 139개 단어를 추가한 Mecab 형태소 분석기를 활용하여 72개 사업계획서 내 총 351,287개 문장의 형태소 분석을 실시하였다. 형태소 분석 이후에도, 형태소에 ‘의’, ‘및’, ‘등’과 같은 글자 수 하나의 조사들이 일부 포함되어 있는 것을 확인하였다. 이러한 조사들은 텍스트 내에서 높은 빈도로 등장하지만, 문장의 의미를 분석하거나 학교 간 유사도를 측정하는 데에 있어 실질적인 정보를 제공하지 않는다. 또한 조사들이 분석 결과에 포함되면 데이터의 정확도가 낮아지고, 실제로 중요한 단어나 구문의 식별을 저해할 수 있기 때문에 사업계획서 전체에서 빈번하게 등장한 조사 15개(및, 등, 개, 대, 인 등)는 제거한 후 임베딩 벡터를 산출하고 유사도를 계산하였다.

4. 문장 임베딩

대학교별 사업계획서를 분석하기 위해 형태소 처리를 수행한 뒤, 학교를 기준으로 데이터를 그룹화한 뒤 문장을 결합하였다. 즉 학교별로 형태소를 “문장 단위”로 결합하였다. 대학교 단위 문서를 트랜스포머(Transformer) 기반의 SBERT(Sentence-BERT)와 한국어 튜닝버전인 KoSBERT를 활용하여 임베딩 작업을 진행하였다. BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)는 트랜스포머(transformer)와 양방향 학습의 원리를 결합하고, 언어 마스킹을 사용하여 각 입력 토큰의 문맥적이고 분포적인 표현을 생성하는 언어 모델을 의미한다(Devlin, 2018).

〈그림 1〉 SBERT를 활용한 대학별 임베딩 결과

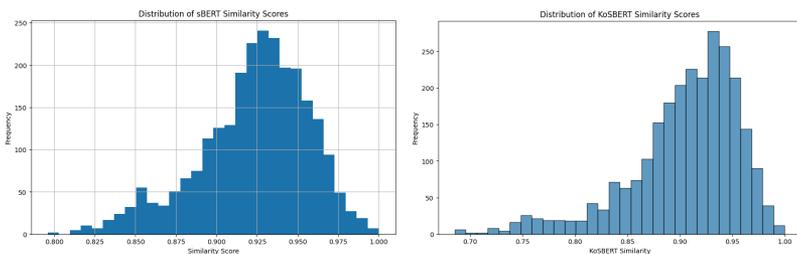


단어기반의 BERT는 전체 문장을 n 차원 벡터 공간에서 표현하여 문장의 의미적 내용을 포착하는 데 필수적인 독립적인 문장 임베딩을 제공하지 않는다는 한계를 가지고 있다(Lee & Hsiang, 2020). 이러한 한계점을 극복하기 위해서 SBERT(Sentence BERT)가 개발되었다. SBERT는 의미 있는 문장 임베딩을 생성하기 위해 사전 훈련된 BERT 모델의 파생물이다(Reimers & Gurevych, 2023). SBERT는 시아미즈(Siamese) 및 트리플렛(Triplet) 네트워크 아키텍처를 활용한다. BERT와는 다르게 두 개의 하위 신경망을 포함하고, 이들 하위 신경망은 입력 데이터를 처리하여 고차원 특성 공간에 매핑하고 결과 표현을 생성한다는 특징을 가진다(Reimers & Gurevych, 2023). SBERT가 다국어적 언어를 지원한다는 장점이 있음에도 불구하고, 한국어에 특화된 문장단위 임베딩 분석의 필요성을 인식하여 SKT에서 한국어 버전의 KoSBERT를 개발하였다. 본 연구에서는 SBERT와 KoSBERT를 활용하여 임베딩을 진행하였다. 그림 1은 SBERT를 활용하여 산출된 임베딩 벡터를 3차원으로 축소(Dimension Reduction)하여 투영된 결과를 보여주고 있다.

5. 변수의 정의

동형화. 본 연구는 대학의 산학협력 활동의 지역 내 유사성을 확인하는 것에 목적을 가지고 있다. 이를 위해서 두 개의 대학 I 와 j 에 대한 임베딩 벡터(Emb_I 와 Emb_j)들의 코사인 유사도를(Cosine Similarity; $C-Sim_{ij}$) 계산하였다. 두 벡터가 완전히 유사할 경우 코사인 유사도는 1에 가까워지며 반대로 완전히 다를 경우 0의 값을 가지게 된다. SBERT($C-Sim^S_{ij}$)와 KoSBERT($C-Sim^K_{ij}$)를 사용한 각각의 경우에 대한 두 대학 I 와 J 의 유사도의 분포는 그림 1과 같다.

〈그림 2〉 유사도 분포



소재지 유사성. 대학 i 와 j 가 가지는 소재지의 유사성(Geographic Similarity: $GeoSIM_{ij}$)은 두 가지로 측정하였다. 첫 번째로 광역자치단체를 기준으로 다른 지역에 있을 경우 유사성은 0($GeoSIM_{ij}^m = 0, n = 2356$) 같은 지역일 경우 1($GeoSIM_{ij}^m = 1, n = 200$)로 정의하였다. 두 번째로, 정부는 다양한 대학지원 사업을 선정하는 과정에서 지역적 안배를 고려한다. 이러한 과정에서 정부는 대학민국을 수도권, 충청권, 대경-강원권, 호남-제주권, 그리고 동남권의 5개의 권역으로 나눈다. 따라서, 대학의 소재지를 제도적 권역을 기준으로 다른 지역에 있을 경우 유사성은 0($GeoSIM_{ij}^i = 0, n = 2066$) 같은 지역일 경우 1($GeoSIM_{ij}^i = 1, n = 490$)로 정의하였다.

IV. 분석 및 결과

대학 소재지의 유사성이 산학협력 활동의 동형화에 미치는 영향을 확인하기 위해서, R-Studio를 활용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. <표 1>은 분산분석의 결과를 그리고 <표 2>는 동일 소재지 효과에 따른 동형화 수준의 평균 및 표준편차 등을 정리하여 보여주고 있다. <그림 3>과 <그림 4>는 소재지 유사성에 따른 산학협력 전반적 활동의 동형화 수준의 차이를 시각화하여 보여주고 있다.

<표 1> 분산분석결과

임베딩 방식	독립변수	df	분산분석 결과				
			Sum of Square	Mean of Square	F-Value	P	
SBERT	광역자치단체	소재지 유사성	1	0.04	0.04	33.38	0.00
		잔차	2554	2.93	0.00		
	제도적 권역	소재지 유사성	1	0.02	0.02	21.57	0.00
		잔차	2554	2.94	0.00		
KoSBERT	광역자치단체	소재지 유사성	1	0.02	0.02	6.24	0.01
		잔차	2554	7.81	0.00		
	제도적 권역	소재지 유사성	1	0.02	0.02	5.81	0.02
		잔차	2554	7.81	0.02		

〈표 1〉에서 확인할 수 있듯이, SBERT 방식으로 측정된 산학협력 활동의 동형화는 광역자치단체(F-Value = 33.38, $p < 0.01$) 그리고 제도적 권역(F-Value = 21.57, $p < 0.01$)에 따라 정의된 소재지 유사성에 따라 통계적으로 차이가 있는 것을 확인하였다. 〈표 2〉에서 제시된 것처럼, 대학들이 다른 광역자치단체 소재할 경우 산학협력 활동의 동형화 수준은 평균 0.92(표준편차 0.03)로 같은 광역자치단체 소재하는 대학들의 동형화 수준 0.94(표준편차 0.03)보다 낮은 수준으로 확인하였다. 비슷하게 대학들이 다른 제도적 권역에 속할 경우 산학협력 활동의 동형화 수준은 평균 0.92(표준편차 0.03)로 같은 제도적 권역에 소재하는 대학들의 동형화 수준 0.93(표준편차 0.04)보다 낮은 수준으로 확인하였다.

KoSBERT 방식으로 측정된 산학협력 활동의 동형화는 광역자치단체(F-Value = 6.24, $p < 0.05$) 그리고 제도적 권역(F-Value = 5.81, $p < 0.05$)에 따라 정의된 소재지 유사성에 따라 통계적으로 차이가 있는 것을 확인하였다(표 1 참조). 대학들이 다른 광역자치단체 소재할 경우 산학협력 활동의 동형화 수준은 평균 0.90(표준편차 0.05)으로 같은 광역자치단체 소재하는 대학들의 동형화 수준 0.91(표준편차 0.05)보다 낮은 수준으로 확인하였다. 비슷하게 대학들이 다른 제도적 권역에 속할 경우 산학협력 활동의 동형화 수준은 평균 0.90(표준편차 0.05)으로 같은 제도적 권역에 소재하는 대학들의 동형화 수준 0.91(표준편차 0.05)보다 낮은 수준으로 확인하였다.

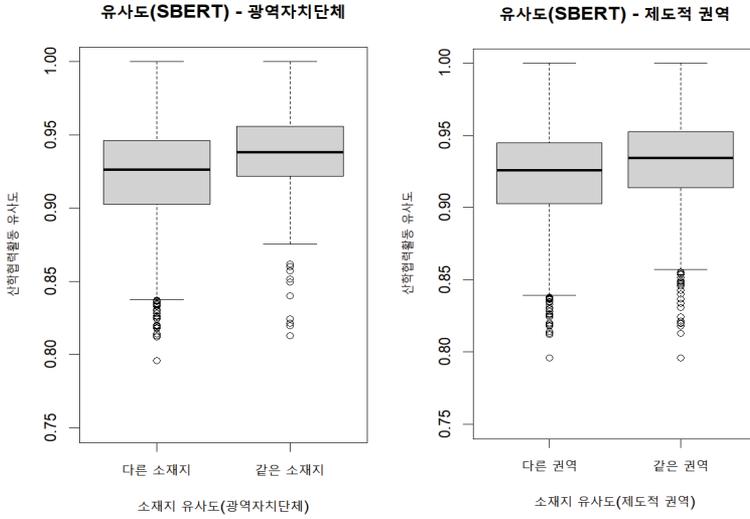
이상의 결과들은 같은 소재지에 속한 대학들은 다른 소재지에 속한 기업들보다 높은 수준의 산학협력 활동의 동형화를 보일 것이라는 가설을 일관성 있게 뒷받침하고 있다.

〈표 2〉 평균 비교

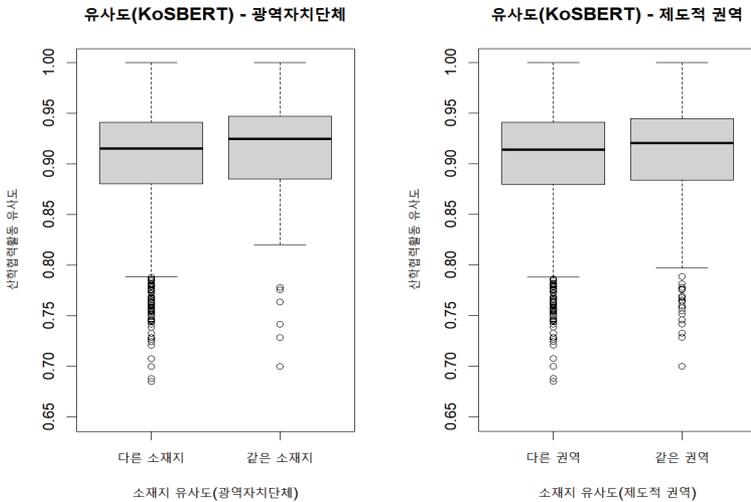
임베딩 방식	변수구분	평균	표준편차	중위값	최소값	최대값
SBERT	광역자치단체 소재지 유사성 = 0	0.92	0.03	0.93	0.80	1.00
	광역자치단체 소재지 유사성 = 1	0.94	0.03	0.94	0.81	1.00
	제도적 권역 소재지 유사성 = 0	0.92	0.03	0.93	0.80	1.00
	제도적 권역 소재지 유사성 = 1	0.93	0.04	0.94	0.80	1.00
KoSBERT	광역자치단체 소재지 유사성 = 0	0.90	0.05	0.91	0.69	1.00
	광역자치단체 소재지 유사성 = 1	0.91	0.05	0.92	0.70	1.00
	제도적 권역 소재지 유사성 = 0	0.90	0.05	0.91	0.68	1.00
	제도적 권역 소재지 유사성 = 1	0.91	0.05	0.92	0.70	1.00

소재지 유사성 = 0 (다른 소재지), 1 (같은 소재지)

〈그림 3〉 SBERT를 활용한 지역별 유사도 결과



〈그림 4〉 KoSBERT를 활용한 지역별 유사도 결과



V. 논의 및 시사점

본 연구는 대학 산학협력 활동과 이를 추진하는 대학 내 문화와 조직구조 등을 분석하여 동형화를 확인하면서, 지역간 산학협력 활동의 동형화 수준의 이질성을 확인하는 것에 목적을 가지고 있다. 기존의 연구들과는 다르게 본 연구에는 산학협력 활동을 LINC 사업을 수행하는 대학들의 보고서를 머신러닝 기반의 임베딩 기법을 활용하여 대학별 벡터를 산출하였고 이들의 유사성을 분석하였다.

일반적으로 대학의 산학협력 활동은 높은 수준의 유사성을 보여주는 것을 확인하였다. 이러한 연구의 결과는 비슷한 산업적 그리고 제도적 환경을 공유하는 조직들이 동형화된다는 것을 주장하는 제도주의 이론(Powell, 1991; Zukin & DiMaggio, 1990)과 관련 선행연구(Croucher & Woelert, 2016; 남수연, 2023)를 뒷받침하고 있다. 본 연구에서 활용한 데이터가 정부에서 주도하는 LINC 3.0사업에 참여하는 대학들의 계획서를 분석하여 얻은 결과이기 때문에, 이러한 정부 주도 사업에 의해서 대학의 산학협력 활동이 동형화 됨을 간접적으로 보여주고 있다. 특히, 대학들(본 지원사업의 주요 수혜 대학인 지방대학들)이 재정적으로 열악한 상황에서 정부 사업과 사업을 주관하는 기관에 대한 의존도가 높을 것이고, 따라서 전반적으로 높은 수준의 동형화는 강압적 동형화(DiMaggio & Powell, 1983; 박근주와 이규태 2020)의 결과로 해석될 수 있을 것이다.

더욱 흥미롭게도 동일 광역자치단체 또는 권역에 위치한 대학들간의 산학협력의 유사성은 그렇지 않은 대학들간의 유사성보다 통계적으로 높은 것을 확인하였다. 특히 이러한 동형화의 차이가 광역자치체뿐만 아니라 정부가 평가를 위해서 제도적으로 구분한 광역경제권에 따라서도 구분이 된다는 점은 제도적 영향의 중요성을 뒷받침한다. 이는 대학들이 정부의 재정지원 사업에 경쟁적으로 참여하기 위해서 정부의 성과평가(특히, 지역산업 및 사회와의 협력)에 기반한 관행을 채택하는 과정에서 동형화 수준의 차이가 지역별로 이질적으로 발생하는 것으로 이해할 수 있다(Tan et al., 2013). 또한, 지리적으로 인접한 대학들이 산업적 및 사회적 환경을 공유하고 있고 이들 환경에 적응하기 위하여 필요한 활동이 지역간 이질적이기 때문에(Garcia et al., 2013), 대학들의 산학협력 활동도 차별적으로 나타나는 것으로 이해될 수 있다. 이러한 결과는 제도주의와 관련한 최근 연구들(Croucher & Woelert, 2016; Jennings et al., 2009)이 강조하는 모방과 특화 또는 동형성과 이형성의 전략적 균형의 딜레마 상황을 보여준다. 즉, 대학의 산학협력 활동들이 동형화되는 가운데 발생하는 특화 수준을 실증적으로 보여준다는 점에서 이론적으로 공헌하고 있다.

본 연구는 이상의 이론적 공헌과 함께 머신러닝 기반의 임베딩을 활용하여 산재되어 있는 산학협력 및 정부정책과 관련한 문서들을 정량화하여 분석에 활용하는 새로운 방법을 제시하였다는 점에서도 학문적으로 공헌할 것으로 예상된다. 특히, 대부분의 한국어 텍스트 데이터에 대한 연구들(권선희, 2023; 심원규와 김혜진, 2023)은 특정단어 발생 빈도수를 분석하여 정량화를 하였기 때문에 전체적인 의미를 확인하는 것에는 한계를 가지고 있다. 또한 한국어 기반의 문장 단위 분석이 가지는 어려움으로 인해서 비지도학습(Unsupervised Learning)을 활용한 문장 단위의 분석이 제한적이다. 선행 연구와는 다르게 본 연구는 문장 단위로 분석하는 방법론을 사용하여 대학의 산학협력 활동을 분석하였다는 점에서 차별성을 가지고 있다. 또한 산학협력과 관련한 형태소를 제공하였다는 점에서 후속연구에도 공헌을 할 것으로 예상된다.

이상의 공헌에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 문장단위 임베딩을 활용한 초기연구로써 대학별로 하나의 임베딩 벡터를 계산하였다. 따라서, 어떤 면에서 대학들이 동형화를 보이고, 이형화(Polymorphism)의 차이가 무엇을 의미하는가에 대한 부분을 확인하는 것에는 한계점을 가진다. 즉, 대학의 산학협력 활동에서 동형화(또는 이형화)되는 활동 영역을 확인하는 것에는 한계를 가지고 있다. 후속연구에서는 세부적인 산학협력 관련 활동을 나타내는 단어들을 중심으로 임베딩 벡터를 확인하고 이들의 동형화를 확인하는 것이 필요하다. 또한 동형성 및 이형성이 대학의 산학협력의 성과와 가지는 관계를 확인하여 대학이 전략적 균형의 딜레마를 어떻게 극복하는가에 대해서 확인하는 후속연구가 필요하다.

본 연구가 LINC 사업에 참여하는 대학들이 제출한 계획서를 바탕으로 분석을 하였기 때문에, 본 연구의 데이터는 선택편향성(Selection Bias)을 가지고 있다. 산학협력 활동의 동형성의 근거를 정확하게 뒷받침하기 위해서는 비참여대학들과의 비교도 요구된다. 즉, 동형성의 원인이 LINC 사업의 참여 때문에 발생할 수도 있기 때문에 전체 대학들을 대상으로 확대하여 해석하는 것에는 한계를 가진다. 따라서 후속연구에서는 LINC 사업 참여대학들과 비참여 대학들의 웹사이트에서 제공하는 대학과 산학협력단의 소개 자료를 활용하여 임베딩을 하여 분석하는 것으로 확대하는 것이 필요하다.

▣ 참고문헌

- 고은비 · 김진영 · 송헌재. 2021. “대학특성화사업 효과 분석.” 《재정학연구》, 14(1): 91-121.
- 권선희. 2023. “텍스트 마이닝 분석을 통한 LINC+ 사업 분석 연구.” 《한국산학기술학회 논문지》, 24(7): 131-141.
- 김경영 · 박기술. 2009. “기업 R&D 투자에 대한 정부지원정책 효과 분석.” 《기술혁신연구》, 31(3): 34-45.
- 김병주 · 박동열 · 허영준. 2010. “정부의 재정지원사업을 통한 대학특성화 실태 분석.” 《교육재정경제연구》, 19(4): 207-231.
- 남수연. 2023. “대학-지역 협력에 대한 앵커기관 이론의 함의.” 《지역정책연구》, 34(1): 203-232.
- 박근주 · 이규태. 2020. “정부지원 연구비의 대학 기술이전 수입료에 대한 영향에 관한 연구: 잠재성장곡선모형을 이용한 종단 연구.” 《기술혁신연구》, 28: 1-30.
- 손병호 · 이병헌 · 장지호. 2006. “우리나라 산학협력의 현황과 과제: 국가혁신시스템 관점.” 《벤처창업연구》, 1: 23-52.
- 신원규 · 김혜진. 2023. “토픽모델링을 활용한 국립대학육성사업 관련 이슈 분석: 뉴스 기사 및 정책추진과제 비교 분석을 중심으로.” 《교육행정학연구》, 41(5): 193-215.
- 이종호 · 이철우. 2016. “스마트전문화 전략 및 트리플헬릭스 혁신체제와 클러스터 정책의 연계를 통한 대안적 지역산업정책의 모색.” 《한국경제지리학회지》, 19(4): 799-811.
- Aldrich, Howard E.. 1979. *Organizations and Environments*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- _____, & Fiol, Marlene. 1994. “Fools rush in? The institutional context of industry creation,” *Academy of Management Review*, 19(4): 645-670.
- Audretsch, David B., & Lehmann, Erik E. 2005. “Does the knowledge spillover theory of entrepreneurship hold for regions?” *Research Policy*, 34(8): 1191-1202.
- Bruton, Garry B., Ahlstrom, David, & Li, HanLin. 2010. “Institutional theory and entrepreneurship: Where are we now and where do we need to move in the future?” *Entrepreneurship Theory and Practice*, 34(3):

421-440.

- Chapple, Wendy, Lockett, Andy, Siegel, Donald, & Wright, Mike. 2005. "Assessing the relative performance of UK university technology transfer offices: Parametric and non-parametric evidence." *Research Policy*, 34(3): 369-384.
- Civera, Alice, Meoli, Michele, & Vismara, Silvio. 2020. "Engagement of academics in university technology transfer: Opportunity and necessity academic entrepreneurship." *European Economic Review*, 123: 103376.
- Croucher, Gwilym, & Woelert, Peter. 2016. "Institutional isomorphism and the creation of the unified national system of higher education in Australia: An empirical analysis." *Higher Education*, 71: 439-453.
- Dacin, Tina. 1997. "Isomorphism in context: The power and prescription of institutional norms." *Academy of Management Journal*, 40: 46-81.
- Devlin, Jacob. 2018. "BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding." *arXiv preprint arXiv: 1810.04805*.
- Etzkowitz, Henry. 1983. "Entrepreneurial scientists and entrepreneurial universities in American academic science." *Minerva*, 21(2): 198-233.
- Fay, Daniel & Zavattaro, Staci. 2016. "Branding and isomorphism: The case of higher education." *Public Administration Review*, 76(1): 805-815.
- Foss, Lene, & Gibson, David. 2015. "The entrepreneurial university: Context and institutional change." In *The entrepreneurial university* 1-17. Routledge.
- Garcia, Renato, Araujo, Veneziano & Mascarini, Suelene. 2013. "The role of geographic proximity for university-industry linkages in Brazil: An empirical analysis." *Australasian Journal of Regional Studies*, 19(3): 433-455.
- Guerrero, Maribel, & Urbano, David. 2012. "The development of an entrepreneurial university." *Journal of Technology Transfer*, 37: 43-74.
- _____, Fayolle, Alain, Klofsten, Magnus, & Mian, Sarfraz. 2016. "Entrepreneurial universities: emerging models in the new social and economic landscape." *Small Business Economics*, 47: 551-563.
- Jaffe, Adam. 1989. "Real effects of academic research" *The American*

Economic Review, 79(5): 957-970.

- Jennings, Jennifer E., Jennings, Devereaux P., & Greenwood, Royston. 2009. "Novelty and new firm performance: The case of employment systems in knowledge-intensive service organizations" *Journal of Business Venturing*, 24: 338-359.
- Katz, Daniel, & Kahn, Robert. 1978. *The Social Psychology of Organizations* (2nd ed.), New York: Wiley.
- Knight, Gary. 1997. "Cross-cultural Reliability and validity of a scale to measure firm entrepreneurial orientation." *Journal of Business Venturing*, 12(2): 213-225.
- Lee, Jieh-Sheng, & Hsiang, Jieh. 2020. "Patent claim generation by fine-tuning OpenAI GPT-2." *World Patent Information*, 62: 101983.
- Lee, Kyootai, & Jung, Hyunju. 2021. "Does TTO capability matter in commercializing university technology? Evidence from longitudinal data in South Korea." *Research Policy*, 50(1): 104133.
- _____. 2024. "What makes universities build academic spin-offs more successfully? A theory-based triangulation of quantitative studies based on meta-analyses." *Journal of Business Venturing Insights*, 21: e00463.
- Lee, Meihua, & Barnett, George. 1997. "A symbols-and-meaning approach to the organizational cultures of banks in the United States, Japan, and Taiwan." *Communication Research*, 24: 394-412.
- Meoli, Michele, & Vismara, Silvio. 2016. "University support and the creation of technology and non-technology academic spin-offs." *Small Business Economics*, 47(2): 345-362.
- Mowery, David, & Shane, Scott. 2002. "Introduction to the special issue on university entrepreneurship and technology transfer." *Management Science*, 48(1): v-ix.
- Nelson, Reed, & Gopalan, Suresh. 2003. "Do organizational cultures replicate national cultures? Isomorphism, rejection and reciprocal opposition in the corporate values of three countries." *Organization Studies*, 24(7): 1115-1151.
- North, Douglass. 1990. *Institutions, Institutional Change and Economic*

- Performance*. Cambridge University Press.
- Nosella, Anna, & Grimaldi, Rossa. 2009. "University-level mechanisms supporting the creation of new companies: An analysis of Italian academic spin-offs." *Technology Analysis & Strategic Management*, 21(6): 679-698.
- O'Shea, Rory, Allen, Thoman, Chevalier, Arnaud, & Roche, Frank. 2005. "Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities." *Research Policy*, 34(7): 994-1009.
- Perkmann, Markus, Tartari, Valentina, McKelvey, Maureen, Autio, Erkkö, Broström, Anders, ... & Sobrero, Maurizio. 2013. "Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations." *Research Policy*, 42(2): 423-442.
- Powell, Walter. 1991. "Expanding the scope of institutional analysis." In W. W. Powell & P. J. DiMaggio (Eds.), *The new institutionalism in organizational analysis* (pp. 183-203), Chicago: The University of Chicago Press.
- Ramaciotti, Laura, & Rizzo, Ugo. 2015. "The determinants of academic spin-off creation by Italian universities." *R&D Management*, 45(5): 501-514.
- Reimers, Nils, & Gurevych, Iryna, 2019. "Sentence-bert: Sentence embeddings using siamese bert-networks." *arXiv preprint arXiv: 1908.10084*.
- Shane, Shane, Scott. 1993. "Cultural influences on national rates of innovation." *Journal of Business Venturing*, 8(1): 59-73.
- Schumpeter, Joseph. 1950. *Capitalism, Socialism and Democracy*. 3rd ed. New York: Harper-Collins.
- Vaira, Massimiliano. 2004. "Globalization and higher education organizational change: A framework for analysis." *Higher Education*, 48(4): 483-510.
- Van Looy, Bart, Landoni, Paolo, Callaert, Julie, Van Pottelsberghe, Bruno, Sapsalis, Eleftherios, & Debackere, Koenraad. 2011. "Entrepreneurial effectiveness of European universities: An empirical assessment of antecedents and trade-offs." *Research Policy*, 40(4): 553-564.
- Tan, Justin. 2006. "Growth of industry clusters and innovation: Lessons from Beijing Zhongguancun Science Park." *Journal of Business Venturing*,

21(6): 827-850.

- _____, Shao, Yunfei, & Li, Wan. 2013. "To be different, or to be the same? An exploratory study of isomorphism in the cluster." *Journal of Business Venturing*, 28: 83-97.
- Zukin, Sharon, & DiMaggio, Paul. 1990. *Structures of capital: The Social Organization of the Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.

〈첨부 1〉 이미지 형태의 자료의 텍스트화 결과 예

구분	지원전략	협력부서
제도적	-현장실습, 캡스톤디자인 등 지속 가능한 산학협력 친화형 학사제도 개편 -산학협력 친화형 교원인사제도 확산 -재학생 산학협력 프로그램 참여도와 연계한 LINC 3.0 마일리지 제도 확산 -산학협력 브랜드프로그램 활성화 및 정착 유도 -지속 가능 재정확보를 위한 수익자 부담 제도 도입(기술개발 및 상품화 등)	산학협력단 교무처 학생취업처
행정적/ 인적지원	-LINC 3.0 사업단 내부 상세 조직과 대학 본부와의 유기적인 협력관계 강화 -융합전공 단과대학 수퍼스타칼리지 행정적 지원체계 강화 -글로벌 산학협력 활성화를 위한 해외 산학협력거점센터 활동 강화 -지속가능성지수(JSI) 지표모형 보완 -산학협력 관련 부서 전담 인력 교류 강화 및 인력 충원지원	산학협력단 교무처 융합교육지원센터 국제교류원
재정적/ 물적지원	-지자체와 연계사업 추진을 통한 지자체 보조금 유치 확대 -교원 및 학생 창업지원 활성화를 위한 창업 펀드 조성 및 확대 -유료가족회사 발굴 연차별 규모 확대 -공용장비 운영 활성화를 통한 운영 수익금 확대 -공용장비 활용 지원을 위한 전담부서 시설 확충 및 전용공간 추가 확보	기획처 창업지원단 산학협력단 농생명융합기술원

재정적/물적지원

현장실습 캡스톤디자인 지속가능한 산학협력친화형 학사 제도 개편 산학협력 친화형 교원인사제도 확산

재학생 산학협력 프로그램 참여도와 연계한 LINC3.0 마일리지제도 확산 산학협력 브랜드프로그램 활성화 및 정착 유도

지속 가능 재정확보를 위한 수익자 부담 제도 도입(기술개발 및 상품화) LINC3.0 사업단 내부 상세조직과 대학본부와의 유기적인 협력관계 강화 융합전공 단과대학 수퍼스타, 칼리지 행정적 지원체계 강화

글로벌 산학협력 활성화를 위한 해외 산학협력거점센터 활동 강화 지속가능성지수(JSI) 지표모형 보완

산학협력 관련 부서 전담 인력 교류 강화 및 인력 충원지원지자체와 연계사업 추진을 통한 지자체 보조금 유치 확대교원 및 학생 창업지원 활성화를 위한 창업펀드 조성 및 확대 유료가족회사 발굴 연차별 규모 확대

공용장비 운영활성화를 통한 운영수익금 확대

공용장비 활용 지원을 위한 전담부서 시설 확충 및 전용공간 추가 확보 산학협력단 교무처 학생취업처

〈첨부 2〉 형태소 분석 절차 및 결과의 예

‘자립화 재정 확보를 위한 추진 전략 계획 수립’이라는 문장을 Kkma, Okt, Mecab 을 통해 형태소 처리를 하였고 그 결과는 표와 같다. Kkma는 ‘자립화 재정’이라는 단어를 ‘자립’과 ‘재정’으로 분리하는 반면, Okt와 Mecab은 이를 ‘자립’, ‘화’, ‘재정’으로 보다 세분화하여 처리하였다. 이는 Okt와 Mecab이 형태소 분석에서 더 세밀한 분리를 수행함을 보여준다.

문장	대학재정 지원사업에 의한 자체분석결과 연구중심의 대학에서 특성화를 극대화하는 산업 적용 중심의 경쟁력을 확보하기 위한 방향으로 구조개혁을 추진하는 역할
Kkma	[(‘대학’, ‘NNG’), (‘재정’, ‘NNG’), (‘지원’, ‘NNG’), (‘사업’, ‘NNG’), (‘에’, ‘JKM’), (‘의 하’, ‘W’), (‘L’, ‘EFN’), (‘자체’, ‘NNG’), (‘분석’, ‘NNG’), (‘결과’, ‘NNG’), (‘연구’, ‘NNG’), (‘중심’, ‘NNG’), (‘의’, ‘JKG’), (‘대학’, ‘NNG’), (‘에서’, ‘JKM’), (‘특성화’, ‘NNG’), (‘를’, ‘JKO’), (‘극대화’, ‘NNG’), (‘하’, ‘XSV’), (‘는’, ‘ETD’), (‘산업’, ‘NNG’), (‘적용’, ‘NNG’), (‘중심’, ‘NNG’), (‘의’, ‘JKG’), (‘경쟁력’, ‘NNG’), (‘을’, ‘JKO’), (‘확보’, ‘NNG’), (‘하’, ‘XSV’), (‘기’, ‘ETN’), (‘위하’, ‘W’), (‘L’, ‘EFN’), (‘방’, ‘NNG’), (‘향’, ‘NNG’), (‘으로’, ‘JKM’), (‘구조’, ‘NNG’), (‘개혁’, ‘NNG’), (‘을’, ‘JKO’), (‘추진’, ‘NNG’), (‘하’, ‘XSV’), (‘는’, ‘ETD’), (‘역할’, ‘NNG’)]
Okt	[(‘대학’, ‘Noun’), (‘재정’, ‘Noun’), (‘지원’, ‘Noun’), (‘사업’, ‘Noun’), (‘에의’, ‘Josa’), (‘한’, ‘Determiner’), (‘자체분’, ‘Noun’), (‘석’, ‘Modifier’), (‘결과’, ‘Noun’), (‘연’, ‘Modifier’), (‘구’, ‘Modifier’), (‘중심’, ‘Noun’), (‘의’, ‘Josa’), (‘대학’, ‘Noun’), (‘에서’, ‘Josa’), (‘특성’, ‘Noun’), (‘화’, ‘Suffix’), (‘를’, ‘Josa’), (‘극대’, ‘Noun’), (‘화하는’, ‘Adjective’), (‘산업’, ‘Noun’), (‘적용’, ‘Noun’), (‘중심’, ‘Noun’), (‘의’, ‘Josa’), (‘경쟁력’, ‘Noun’), (‘을’, ‘Josa’), (‘확보’, ‘Noun’), (‘하기’, ‘Verb’), (‘위’, ‘Noun’), (‘한’, ‘Josa’), (‘방향’, ‘Noun’), (‘으로’, ‘Josa’), (‘구조’, ‘Noun’), (‘개혁’, ‘Noun’), (‘을’, ‘Josa’), (‘추진’, ‘Noun’), (‘하’, ‘Suffix’), (‘는’, ‘Josa’), (‘역할’, ‘Noun’)]
Mecab	[(‘대학’, ‘NNG’), (‘재정’, ‘NNG’), (‘지원’, ‘NNG’), (‘사업’, ‘NNG’), (‘에’, ‘JKB’), (‘의한’, ‘VV+ETM’), (‘자체’, ‘NNG’), (‘분석’, ‘NNG’), (‘결과’, ‘NNG’), (‘연구’, ‘NNG’), (‘중심’, ‘NNG’), (‘의’, ‘JKG’), (‘대학’, ‘NNG’), (‘에서’, ‘JKB’), (‘특성’, ‘NNG’), (‘화’, ‘XSN’), (‘를’, ‘JKO’), (‘극대’, ‘NNG’), (‘화’, ‘XSN’), (‘하’, ‘XSV’), (‘는’, ‘ETM’), (‘산업’, ‘NNG’), (‘적용’, ‘NNG’), (‘중심’, ‘NNG’), (‘의’, ‘JKG’), (‘경쟁력’, ‘NNG’), (‘을’, ‘JKO’), (‘확보’, ‘NNG’), (‘하’, ‘XSV’), (‘기’, ‘ETN’), (‘위한’, ‘VV+ETM’), (‘방향’, ‘NNG’), (‘으로’, ‘JKB’), (‘구조’, ‘NNG’), (‘개혁’, ‘NNG’), (‘을’, ‘JKO’), (‘추진’, ‘NNG’), (‘하’, ‘XSV’), (‘는’, ‘ETM’), (‘역할’, ‘NNG’)]

164 「정부학연구」 제30권 제3호(2024)

형태소 분석기를 사용한 후에도 일부 외래어들은 의미를 반영하지 못하는 경우를 다수 확인하였다. 따라서 의미에 따른 형태소 분리 결과를 연구자가 참여하여 추가적으로 실시하였다. 형태소 분석 결과를 보고 수동 조정을 실행하고 Mecab에 추가한 단어들은 다음과 같다.

1인당	부단장	연구처	중위
가족회사	부전공	운영체계	중장기
가중치	부총장	유관 부서	중장기발전
강약점	빅데이터	유관 사업	중장비
개발처	사업팀	유관부서 전임교원	중점
거버넌스	산업 간	유관사업	지도사
고부가치	산업군	유효성	지속 가능
공유가치창출	산업단	육원	지속가능
관리기능	산업체	융복합	지속가능성
교과목	산학	융합기술	지속가능성
교원인사	산학계	이수학점	지역 간
교육	산학연 연계	이차 전지	지역사회
기술개발	산학연연계	이차전지	지원
기술이전	산학협력	이해관계	질적
기준값	산학협력단	인력양성	참여자
내재화	선도	인문 사회	창업
네트워킹	선도	인물	창직
년간	선도 가치	인센티브	창출
논리모델	선도가치	인적자원	창출
단과대학	선도모델	인적자원	첨단 신산업
대외협력	성과	자기주도	취창업
대외협력	성과물	자립화	친화형
대표이사	수입료	장기발전	캡스톤
대학내	시티 데이터	전략기획	캡스톤 디자인
데이터 사이언티스트	실적물	전략실	캡스톤디자인
디자인	실효성	전문교육	플립러닝
디자인팩토리	쌍방향	전문대학원	한방바이오
딥러닝	애로	전임교원	헬스케어
머신러닝	애로기술	전체	혁신원
메타버스	애로사항	정성분석	현장 실습
메타버시티	에듀 테크	제고	현장실습
명문 사학	에듀테크	조직	협동조합
목업	연구 결과	조직개편	협업체
목표값	연구결과	중소벤처	홍보물
활동물	휴먼팩터		

사용자 지정 단어를 추가하여, 대학 전체의 사업보고서에 대한 형태소 분석을 실시하였다. 각 문장의 형태소는 배열에 저장되었으며, 각 파일에서 단어의 빈도를 조사하는 'count_report' 함수를 개발하였다. 대학별 count_report은 다음과 같이 단어별 등장 횟수를 정리한 파일이다. 아래의 리스트는 서울지역 모대학의 사업계획서의 count_report의 일부분이다. Mecab 사용자 단어를 추가한 후 더 매끄럽게 형태소들이 처리되는 모습을 확인할 수 있다.

Exploring Isomorphism in University-Industry Cooperation Activities within Institutional Regions: Sentence-Embedding Approaches

Kyootai Lee

Organizations are likely to comply with environmental changes and become isomorphic while pursuing differentiation. This study aims to identify the extent to which organizations demonstrate isomorphism (polymorphism) within (across) institutional regional boundaries. We analyzed documents reported by universities participating in a Leaders in INdustry-university Cooperation (LINC) program, a Korean national funding initiative. We pre-processed documents to improve analytical accuracy in the Korean language context. Utilizing Sentence-BERT (SBERT) and Korean Sentence-BERT (KoSBERT), we computed sentence embeddings. Analysis of variance (ANOVA) was employed to identify similarity or difference in embeddings within or across institutional regions. Results showed that universities exhibited high levels of isomorphism measured by cosine similarity in their university-industry cooperation activities. However, the level of isomorphism within institutional regions was significantly higher than that across regions. This study can enhance our understanding of strategic balance dilemma that occurs when organizations need to pursue institutional legitimacy and differentiation simultaneously. Additionally, it can help researchers understand how documents can be used to quantify organizational activities.

※ Keywords: Institutionalism, Machine learning, Word embedding,
Isomorphism, LINC 3.0, University-Industry cooperation