

인적자원, 전공, 산업융합의 구조: 비대칭 이분네트워크의 활용

정동일, 오중산*
숙명여자대학교 경영학부 교수

A Human Resource Perspective on the Industrial Convergence: An Unbalanced Bipartite Network Approach

Dong-Il Jung, Joongsan Oh*
Professor, Division of Business Administration, Sookmyung Women's University

요약 산업융합의 거시적 양상을 다루는 기존 연구는 주로 지식과 기술이 구체화된 특허나 재화/서비스의 산업 간 네트워크에 초점을 두었다. 이 논문은 지식과 기술을 체화한 인적자원이 산업과 직업의 융합을 주도하는 또 하나의 중요한 매개체라고 본다. 최근 5개년도 GOMS 자료에 나타난 대졸자 전공 및 일자리 정보를 활용하여 산업(직업)융합의 거시적 양상과 그 구조를 이해하기 위한 분석전략을 제시한다. 구체적으로 전공과 일자리 정보를 토대로 전공↔산업(직업)의 비대칭 이분네트워크를 구축하고, 산업(직업)의 적소범위, 관련 전공의 평균 적소범위라는 두 축을 교차하여 전문주의, 종합주의, 국지적 융합, 융합 등 총 4가지 산업(직업)군을 분류하였다. 융합산업(직업)은 특정 분야에서 국지적 융합성이 높은 다수의 전공으로부터 인적자원을 폭넓게 공급받는 산업(직업)이라고 볼 수 있다. 탐색적 분석결과를 토대로 함의를 도출하고 향후 과제를 제시한다.

키워드 : 산업융합, 국지적 융합, 인적자원, 적소범위, 비대칭 이분네트워크

Abstract Prior research regarding the macro patterns of industry convergence has focused on the inter-industry patent network and cross-industry movements of products or services. This article provides a novel approach, according to which human resources embodying explicit and implicit knowledge and technologies are important media driving industry convergence. Drawing on GOMS data (2015-2019) and using information of university graduates' academic majors and their occupations, this article proposes an analytic strategy by which to understand the macro patterns and structural features of industry convergence. Specifically, we build unbalanced bipartite networks of major-industry (occupation) relations, and construct the measures of the industry's niche width and the measure of the average degree of convergence of majors that each industry is linked to. By crossing the two measures, we identify four groups of industries(occupations); specialist, generalist, partial convergence, and full convergence. The convergence group is composed of industries (occupations) that acquire human resources from a number of academic majors each of which plays a role of glue connecting several local industries.

Key Words : Industrial Convergence, Local Convergence, Human Resource, Niche Width, Unbalanced Bipartite Network

*Corresponding Author : Joongsan Oh(ojs73@sookmyung.ac.kr)

Received August 4, 2021

Accepted October 20, 2021

Revised September 23, 2021

Published October 31, 2021

1. 서론

융합은 우리 시대의 가장 중요한 '현상' 중 하나이다. 산업계나 대중담론에서 뿐만 아니라 학계에서도 융합에 관한 관심이 폭발적으로 증가하고 있다. 흥미로운 점은 융합이라는 개념이 학문장(場)에 등장한 지 20년이 다 되어가는 시점임에도 불구하고 그 개념적 모호성이 여전하다는 것이다[1,2]. 경영유행 연구자들이 지적하는 바와 같이, 개념적 모호성에서 유래한 '해석적 생존력'(interpretative viability)은 개념의 폭넓은 확산에 이바지한다[3-5]. 하지만 다른 한편 경험적 연구의 엄밀성, 구체성, 타당성을 떨어뜨리고 연구 성과의 확산과 전이를 가로막는 걸림돌이 되기도 한다. 산업과 기업, 대학과 교육 현장에서 전개되고 있는 융합의 양상을 치밀하게 분석한 경험적 연구가 의외로 많지 않은 것도 이와 무관하지는 않을 것이다.

그런 점에서 최근 탄탄한 이론적 기반, 명료한 조작적 정의, 정교한 방법론을 활용하여 산업현장에서 진행되고 있는 융합의 양상을 거시적 관점에서 조망하는 연구들이 등장하고 있는 것은 반가운 일이다. 산업연관표나 특허네트워크 분석을 통해 산업 간 재화와 서비스, 기술과 지식의 교환 및 결합 양상을 분석하는 연구들이 그 대표적인 예이다[2,6]. 이와 함께, 인적자원개발이나 교육 분야에서도 융합에 대한 이론적, 실천적 연구가 빠르게 증가하고 있다[7,8]. 다학제적 관점과 다기능적 역량을 갖춘 융합인재를 양성하여 노동시장에 배출하는 것은 산업융합을 위한 전제 조건 중 하나이다. 그런 점에서 산업융합과 인재융합을 분리해서 생각할 수는 없다. 산업 간 지식과 기술의 융합을 위해서는 이를 수행할 인적자원의 융합역량이 필요하며, 융합인재 양성의 방향과 전략은 산업융합의 전개 양상을 반영해야 하기 때문이다.

그럼에도 불구하고, 산업 수준의 융합과 인적자원 수준의 융합을 연계하여 융합의 양상과 구조를 포괄적, 거시적 관점에서 고찰할 기존 연구는 찾아보기 어렵다. 교육학이나 인적자원개발 분야에서 산업수요에 부합하는 융합인재 양성 방안을 제시하는 연구들이 있기는 하지만[7,9], 특정 산업영역이나 기술만을 대상으로 한 연구가 대부분이어서, 산업 전반에 걸친 거시적 양상을 이해하기에는 한계를 가지고 있다. 가령, 융합적 인적자원에 크게 의존하는 산업이나 직업은 무엇인가? 반대로 좁은 범위의 특화된 지식을 갖춘 인적자원에 의존하는

산업이나 직업은 무엇인가? 이러한 질문에 답하기 위해서는 교육, 산업, 직업 간의 상호작용을 고려하는 새로운 분석모형이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 대졸자의 전공과 일자리 정보를 활용하여 인적자원을 매개로 한 산업(직업)융합의 양상과 구조를 파악하기 위한 분석모형을 제시하고, 이에 기반하여 융합적 인적자원에 대한 의존도의 차이에 따라 산업과 직업을 분류해 볼 것이다.

2. 이론적 배경

산업융합에 대한 이론적·경험적 연구는 크게 두 갈래로 나뉜다. 첫째, 산업연관표를 활용하는 연구흐름이다[6,10-12]. 여기서 융합은 이질적인 재화와 서비스의 결합으로 정의되고, 산업 간 교환 네트워크에서 여러 산업을 이어주는 산업이 곧 융합적 산업이라고 본다. 예를 들어, 이동현과 이상근[11]은 구조적 공백, 효율성, 제약성 등의 개념[13,14]을 활용하여 ICT산업의 융합도를 분석했다. 이 흐름에서 이루어진 연구들은 산업의 파급효과라는 개념과 산업의 융합도라는 개념을 분석적으로 명확히 구분하지 않고 있다는 점에서 일정한 한계를 지니고 있지만, 산업융합 연구에 네트워크 방법론의 활용 가능성을 모색했다는 점에서 의미 있는 진전을 이루었다고 할 수 있다.

두 번째 흐름은 융합을 특화된 전문지식이나 기술의 결합으로 정의하고, 특허네트워크 분석을 통해 산업 간 지식·기술의 '이종결합' 양상을 살펴보는 것이다[2,15-18]. 연구마다 접근방식이 조금씩 다르기는 하지만, 대체로 산업분류체계와 특허 분류체계를 연계하여 산업 간 공동특허 네트워크나 특허인용 네트워크를 분석하는 방식을 따르고 있다. 이 관점에서는 여러 산업에서 공통으로 활용하거나 참조할 수 있는 특허를 많이 보유하고 있는 산업이 핵심적인 융합산업이라고 본다. 이 두 가지 연구 흐름은, 서로 다른 결합요소를 상정하고 있기는 하지만, 네트워크 분석방법론을 활용하여 산업 간에 존재하는 이질적 요소들의 결합 양상을 분석했다는 공통점을 가지고 있다.

이런 흐름과는 별도로 융합교육 혹은 융합적 인적자원 육성에 관한 연구도 활발하게 전개되고 있다[7-9,19]. 융합인재에 대한 산업계의 수요가 증가하고 있는 현실에 대응하기 위해, 학습자의 융합역량 제고를 위한 교수학습모형, 교과목, 교육프로그램 개발 등에 초

점을 맞춘 연구들이 대부분을 차지하고 있다. 그러나 이 연구들은 대체로 ICT나 소프트웨어와 같은 특정 기술, 혹은 특정 전공 분야로 그 범위를 제한하고 있어서, 인적자원과 산업융합의 전체적인 그림을 이해하는 데에는 커다란 한계를 가지고 있다.

이 논문에서는 산업융합 연구의 두 흐름, 즉 산업연관표 분석과 특허네트워크 분석에서 채택하고 있는 네트워크 방법론을 활용하되, 그동안 간과됐던 또 하나의 결합요소, 즉 인적자원의 역할에 초점을 둔다. 융합이라는 맥락에서 보면, 인적자원은 지식·기술, 재화·서비스라는 두 가지 요소와 일정한 연관성을 가지고 있지만, 동시에 나름의 고유한 위상도 갖고 있다. 특허는 지식이나 기술이 적용된 결과물이다. 이에 반해 인적자원은 암묵지(implicit knowledge)를 포함하여 특정 분야에서 통용되는 전문화된 지식과 기술을 체화하고 있는 지식·기술의 보유자이자 융합의 주체라고 볼 수 있다. 인적자원에 초점을 둔 연구가 가질 수 있는 또 하나의 장점은 특허자료를 활용한 연구에 내재하는 제한적 시각, 즉 공학이나 자연과학 분야에 치우치는 왜곡된 시각을 교정하거나 보완할 수 있다는 점이다. 대졸 인적자원은 문과, 이과, 예체능에 걸쳐 그 전공 배경이 다양하므로, 인적자원 중심의 접근은 전공, 산업, 직업을 넘나드는 다방면의 융합 현상을 포착하기에 유리하다. 또한, 산업 간 재화·서비스 유출입 구조 분석이 가질 수 있는 한계, 즉 재화·서비스 교환과 산업융합을 명확히 구분하지 못하는 한계를 극복하는 데에도 도움이 된다.

이 논문에서는 우선 전공↔산업(직업) 이분네트워크(bipartite network)를 구축하고, 이를 활용하여 대졸 인적자원을 매개로 한 산업(직업)융합의 양상과 그 구조를 파악하기 위한 분석모형을 제시한다. 각 산업(직업)과 전공은 인적자원 수급이라는 측면에서 독특한 관계를 맺는데, 이분네트워크에 나타난 이러한 관계의 특성을 산업(직업)의 적소범위, 연결된 전공의 국지적 융합성이라는 두 가지 차원으로 요약하고, 이를 기반으로 융합적 산업과 직업을 밝혀내고자 한다.

3. 연구모형 및 분석전략

3.1 비대칭 이분네트워크

대졸 인적자원을 매개로 한 전공-산업 혹은 전공-직

업의 연결방식은 크게 두 가지이다(편의상 산업을 예로 들 것이며, 직업에도 같은 논리가 적용된다). 첫째, 각 전공 졸업자 중 특정 산업에서 일자리를 얻는 비중을 토대로 전공-산업 연결 강도를 측정할 수 있다. 이를 전공→산업 이중모드 네트워크라고 한다. 예를 들어, Fig. 1의 (A)는 5개 전공에서 3개 산업으로 얼마나 많은 인적자원을 공급했는지를 보여주고, (B)는 이 수치를 전공별로 표준화한 것이다.

두 번째 방식은 각 산업에 유입된 인적자원의 전공별 분포를 따져보는 것이다. 이를 산업→전공 이중모드 네트워크라고 하는데, 이 네트워크는 각 산업이 어떤 전공의 인적자원에 더 많이(적게) 의존하는지를 보여준다. 가령, Fig. 1의 (C)에서 보는 바와 같이 산업B는 전공5에 대한 인적자원 의존도가 압도적으로 높고(0.90), 전공4에 대한 의존도는 매우 낮다(0.03). 이에 반해 산업A는 전공4에 대한 인적자원 의존도가 가장 높지만, 전공2나 전공3에 대한 의존도도 꽤 높은 편이다. 흥미로운 점은 전공-산업 관계가 비대칭적이라는 것이다. 예를 들어, 전공1은 졸업생 모두를 산업A로 보내지만(100%), 전공1에 대한 산업A의 인적자원 의존도는 4%에 불과하다. 마찬가지로 전공4 졸업생 중 단지 6%만이 산업C에서 일자리를 얻지만, 전공4에 대한 산업C의 인적자원 의존도는 100%이다.

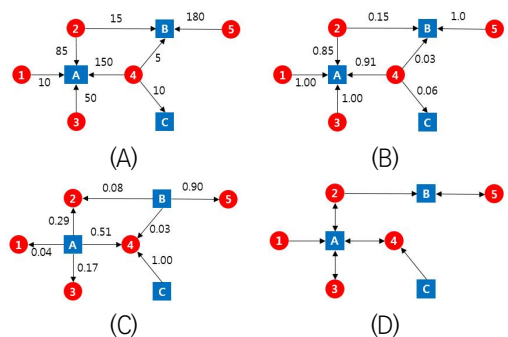


Fig. 1. Major-Industry Network: An Example

이 비대칭성을 가시적으로 표현하기 위해 일정한 기준을 적용하여 연결 강도를 연결 여부로 전환해 보자. 가령, Fig. 1에서 10% 기준을 적용하면, 그 결과는 (D)와 같다. 화살표를 주고받는 전공-산업 쌍은 대칭적인 관계인 반면, 한쪽에만 화살표가 표시된 쌍은 비대칭적 관계이다. Table 1은 같은 정보를 담고 있는 네트워크

자료인데, 전공→산업 네트워크와 산업→전공 네트워크의 비대칭적 구조가 하나의 자료에 통합되어 있다는 점에서, 전공↔산업 비대칭 이분네트워크(unbalanced bipartite network)라고 부를 수 있다. 이 네트워크는 크게 네 부분으로 분할된다. 먼저 왼쪽 상단과 아래쪽 하단에 있는 전공 간, 산업 간 네트워크는 모두 0으로 표시되어 있다. 다음으로 오른쪽 상단에는 각 전공으로부터 특정 산업으로의 인적자원 공급 여부를 표시한 전공→산업 네트워크가, 왼쪽 하단에는 산업별로 특정 전공에 대한 인적자원 의존도를 표시한 산업→전공 네트워크가 자리 잡고 있으며, 연결 여부에 따라 0과 1의 값이 부여되어 있다. 이 비대칭 이분네트워크를 토대로 인적자원과 산업(직업) 융합을 연결하기 위한 분석모형을 제시한다.

Table 1. Unbalanced Bipartite Network: An Example

	1	2	3	4	5	A	B	C
1	0	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	0	0	1	1	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	0	1	0
A	0	1	1	1	0	0	0	0
B	0	0	0	0	1	0	0	0
C	0	0	0	1	0	0	0	0

3.2 분석모형

가장 추상적인 수준에서 융합은 다양성의 결합으로 정의된다. 전공별로 특화된 지식, 역량, 기술을 갖춘 인적자원을 융합의 핵심 요소로 보는 본 연구의 맥락에서 보자면, 인적자원의 공급처가 다양할수록 융합적 성격이 강한 산업(직업)이라고 할 수 있다. 가령 전적으로 간호학과로부터 인력을 공급받는 간호사 직업과 인적자원 공급처가 다양한 컴퓨터 프로그래머 직업을 비교한다면, 전자보다 후자가 인적자원 측면의 융합성이 높다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 접근은 한 가지 중요한 측면을 간과하고 있다. 어떤 산업이 여러 전공과 인력 공급 관계를 맺고 있는 이유는, 그 산업이 다양한 전공 지식을 결합하는 융합적 산업이기 때문일 수도 있지만, 요구되는 지식, 기술, 역량이 대단히 일반적이어서 전공과 무관하게 취업할 수 있는 산업이기 때문일 수도 있다. 따라서 여러 전공으로부터 인력을 공급받고 있다는 것만으로는 그 산업의 융합성을 적절히 평가할 수 없

다. 이러한 관점에서, 다음 두 차원을 분석적으로 명확히 구분하는 것이 중요하다.

첫째, 산업(직업)의 적소범위(niche width)이다. 생태학에서 적소는 특정 종의 생존에 필요한 자원이나 환경적 요구조건의 총체로 정의된다[20,21]. 적소범위가 넓은 것은 해당 종이 생존할 수 있는 환경이나 활용할 수 있는 자원이 다양하다는 것을 의미한다[22,23]. 이 연구의 맥락에서 보면, 인적자원을 공급해 주는 전공이 다양할수록 그 산업의 적소범위는 증가한다. 해당 산업의 일자리를 채울 수 있는 인적자원의 전공 배경이 그만큼 넓기 때문이다. 이런 정의에 따르면, 간호사는 적소범위가 좁은 전형적인 전문주의(specialist) 직업이고, 경영지원사무원은 적소범위가 넓은 종합주의(generalist) 직업이다[23,24]. 따라서 전공↔산업(직업) 이분네트워크에서 특정 산업(직업)A의 적소범위는 전공 *i*로부터 산업(직업)A로 향하는 내향연결 중심성으로 측정된다.

$$NW_A = \sum_i X_{i \rightarrow A}$$

두 번째 차원은 산업(직업)에 인적자원을 공급하는 전공의 특성과 관련된다. 산업(직업)의 융합성은 인적자원의 다양성만으로는 부족하다. 이 인적자원이 자기 분야에서 높은 수준의 특화된 전문지식과 역량을 갖추고 있어야 한다. 말하자면, 어느 산업에나 쓰일 수 있는 일반화된 지식이 아니라, 각 분야에서 요구하는 고도의 전문지식을 갖춘 다양한 인적자원이 결합해야 기술·지식의 융합이 가능하다.

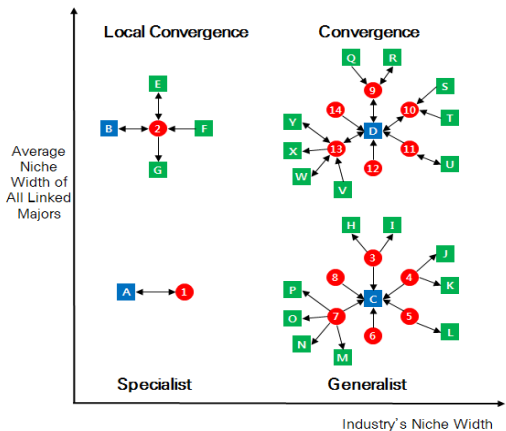


Fig. 2. The Model for Industry Classification

자세한 설명을 위해 Fig. 2의 오른쪽 두 그림을 비교해 보자. 산업C와 산업D는 내향연결중심성이 모두 6으로 적소범위가 넓다. 그러나 연결된 전공의 특성을 비교하면, 두 산업 간에는 주목할 만한 차이가 있다. 먼저 산업C에 인적자원을 공급하는 6개 전공은 외향연결만 있을 뿐 내향연결은 전혀 없다. 이 6개 전공은 산업H~산업P 등 여러 산업에 인적자원을 공급하고 있지만, 이 전공 출신의 인적자원을 ‘특별히’ 요구하는 산업은 없다는 뜻이다. 이와는 달리, 산업D에 연결된 6개 전공에 대한 인적자원 수요는 여러 산업에 걸쳐 폭넓게 분포해 있다. 예를 들어 전공13은 산업D 뿐만 아니라 산업V, W, Y에서 요구하는 인적자원을 배출한다. 이들 3개 산업은 모두 전공13의 인적자원을 요구한다는 점에서 상호연관성이 높다고 볼 수 있다. 그리고 이들 산업을 이어주는 전공13은 인적자원공급 측면에서 해당 산업영역에서 국지적으로 중요한 역할을 하는 (국지적) 융합전공이라고 볼 수 있다.

따라서 산업D와 같이 ‘국지화된 융합적’ 전공들 여럿과 다방면으로 연결된 산업은 산업의 경계를 뛰어넘는 폭넓은 시야와 역량을 갖춘 인적자원을 흡수할 수 있다. 나아가 이러한 산업은 간접적 중개인(second-hand broker) 역할을 수행하는 ‘국지적 융합전공’들을 매개로 산업 간 ‘파급효과(spillover effect)’를 누릴 수도 있다[25]. 각 전공을 통해 연결된 다른 여러 산업의 특화된 지식과 기술을 폭넓게 활용할 수 있다는 것이다. 예컨대, 전공13의 인적자원은 산업D뿐만 아니라 산업V, W, Y에서 요구하는 역량을 일정 수준 이상 갖추고 있을 것이라고 예상할 수 있다. 따라서 산업D는 전공13 출신 대졸자가 보유하고 있는 산업V, W, Y와 관련된 지식과 기술을 간접적으로 흡수할 수 있다. 전공13뿐만 아니라 다른 전공들(전공9, 10, 11)을 매개로 여러 산업군에 폭넓게 분포해 있는 이질적 지식과 기술을 흡수하여 결합할 수도 있다. 이러한 논의를 토대로, 특정 산업A의 융합성은 다음과 같이 측정할 수 있다.

$$CV_A = \frac{\sum_i (X_{i \rightarrow A} \sum_j X_{j \rightarrow i})}{\sum_i X_{i \rightarrow A}}$$

여기서 i 는 전공, j 는 산업을 가리킨다. $X_{i \rightarrow A}$ 는 전공 i 에서 산업 A로 인적자원을 공급하는 경우 1, 그렇지

않으면 0의 값을 갖는 이항변수이고, $X_{j \rightarrow i}$ 는 산업 j 가 전공 i 의 인적자원에 의존하는 경우 1, 그렇지 않으면 0의 값을 갖는 이항변수이다. 가령 Fig. 2의 산업C는 연결된 모든 전공이 어떠한 산업에서도 화살표를 받지 못하므로 $CV_C = 0(0/6)$ 이다. 한편 산업D와 연결된 6개 전공은 인적자원 수요처가 11개에 달한다. 따라서 $CV_D = 1.83 (11/6)$ 이 된다.

이 두 가지 축, 즉 산업의 적소범위, 그리고 연결된 전공의 평균 적소범위를 교차해 보면, 총 4가지 산업유형이 도출된다. 첫째, 전문주의인데, Fig. 2의 산업A처럼 극소수의 특정 전공과만 밀접한 상호의존적 관계를 맺는 산업이 여기에 속한다. 둘째, 종합주의로서 Fig. 2의 산업C가 여기에 해당한다. 여러 전공으로부터 인적자원을 받아들이기는 하지만, 연결된 전공의 융합성은 낮은 편이다. 세 번째는 산업B와 같은 국지적 융합산업이다. 소수의 특정 전공과 긴밀한 관계를 유지한다는 점에서는 전문주의와 유사하지만, 연결된 전공을 통해 이질적인 여러 산업과 연결된다는 점에서 융합적 성격을 어느 정도 가지고 있는 산업이다. 가령 산업B의 경우, 전공2를 통해 산업E~G에서 요구하는 역량을 갖춘 인적자원을 공급받을 수 있고, 관련 지식과 기술을 부분적으로 흡수할 수도 있다. 다만, 연결된 전공이 많지 않기 때문에 활용할 수 있는 지식과 기술의 범위는 특정 영역에 국지화되어 있을 가능성이 크다. 마지막으로 산업D와 같은 융합산업이다. 이미 설명한 바와 같이 연결된 전공들이 각 산업영역에서 국지적으로 중요한 역할을 수행하기 때문에, 이러한 전공을 매개로 하여 분절된 여러 분야의 지식과 기술을 흡수할 수 있는 산업이라고 볼 수 있다.

4. 분석자료 및 결과

4.1 분석자료

이러한 분석모형을 적용하기 위해, 본 연구에서는 한국고용정보원에서 수행한 『대졸자직업이동경로조사(이하 GOMS)』의 최근 5개년도(2015~2019년) 자료를 활용한다. 이 자료는 조사연도 기준 2년~1.5년 전에 대학을 졸업한 응답자의 전공과 졸업 후 일자리에 관한 상세한 정보를 담고 있다. 자료에는 매해 18,000여 명씩 총 90,581명의 대졸자가 포함되어 있다. 대학 유형과 과정유형별로 노동시장 진출 경로가 상이하므로, 2~3

년제 및 교육대학, 계약학과, 산업체 위탁과정 등은 제외하고 4년제 대학의 일반과정 졸업생만을 대상으로 하였다. 진학, 시험준비, 구직실패 등의 사유로 졸업 후 일자리 경험이 없는 응답자는 분석에서 제외했다. 최종적으로 2013년 8월부터 2018년 2월까지 대학을 졸업한 49,527명의 전공, 산업, 직업 정보를 분석에 활용했다.

각 응답자의 전공은 졸업 시점을 기준으로 했으며, 교육개발원의 표준학과 소분류체계에 따라 121개 전공 목록을 활용하였다. 일자리와 관련된 변수 구성은 좀 더 상세한 소개가 필요하다. GOMS 자료에는 졸업 후 일자리가 최대 5개까지 기재되어 있는데, 이 중 가장 최근의 일자리 정보를 활용하였다. 대졸자의 초기 직업 경로는 대체로 적성과 전공에 맞는 일자리를 찾아가는 과정이라고 볼 수 있기 때문이다. 실제로 2019년 GOMS 자료에 따르면, 첫 번째 일자리의 전공일치도(5점 척도)는 2.83점인데 반해, 현재 일자리의 전공일치도는 3.24점으로 상승한다. 산업과 직업분류는 각각 10차 표준산업분류와 2018년 고시 한국표준직업분류를 따른다. 전공 수와 대략적인 균형을 맞추기 위해 산업분류는 중분류체계(77개 산업), 직업분류는 소분류체계(136개 직업)를 활용한다.

이러한 전공, 산업, 직업 분류체계에 맞추어 49,527명의 취업 자료를 가지고 전공↔산업 및 전공↔직업비대칭 이분네트워드를 구축하였다. 연결 비중을 연결 여부로 이항화하기 위해, 연결비중 분포에서 상위 10%에 해당하는 수치를 기준값으로 활용하였다. 상위 10%에 해당하는 연결비중은 전공→산업 네트워크에서는 0.1, 산업→전공 네트워크에서는 0.07이었다. 전공→직업 네트워크와 직업→전공 네트워크에서의 이항화 기준값은 각각 0.07, 0.08이었다. 이렇게 구축된 전공↔산업 및 전공↔직업 비대칭 이분네트워드를 시각화한 그림은 [APPENDIX]에 각각 제시되었다.

4.2 산업분류 분석결과

산업별 적소범위를 측정하기 위해 산업의 내향연결 중심성을, 전공의 융합성을 측정하기 위해 연결된 전공들의 평균 내향연결 중심성을 계산한 후, 극단치에 의한 왜곡을 바로잡기 위해 각각에 대해 자연로그를 취했다. Fig. 3은 산업의 내향연결 중심성과 그 산업과 연결된 전공들의 평균 내향연결 중심성을 산업별로 표시한 것이다. 총 76개 산업 중 전공 연결이 없는 34개 산업은

그림에서 제외되었는데, 농림업, 광물업, 임대업, 폐기물수집업 등과 같이 대체로 규모가 작거나 대졸 청년층을 유인하기 어려운 산업들이다. 각 축의 평균값을 기준으로 나머지 42개 산업을 4개 산업유형으로 분류했다. 전문주의에는 1차 금속제조, 정밀기계, 숙박, 부동산, 식품제조, 화학제품제조, 사업지원서비스 등을 16개 산업이 포함된다. 종합주의, 즉 인적자원을 공급하는 전공은 많지만, 그 전공을 매개로 한 융합의 수준은 낮은 산업군에는 교육서비스, 공공행정, 보건, 사회복지서비스, 소매, 창작예술 등 총 7개 산업이 들어있다. 국지적 융합산업군을 구성하는 산업은 전기·가스·증기·공기조절 및 공급, 스포츠·오락관련 서비스, 창고운송, 의약품제조, 연구개발 등 총 9개이다. 인적자원을 공급해 주는 전공은 적지만, 그 전공의 지식·기술·역량 기반은 비교적 넓다고 볼 수 있다.

융합산업, 즉 다양한 국지적 융합전공으로부터 이질적인 지식·기술을 갖춘 인적자원을 폭넓게 흡수하는 산업에는 어떤 것들이 있는지 살펴보자. 총 10개 산업이 여기에 속하는데, 전자부품·컴퓨터·영상·음향·통신장비제조, 출판, 컴퓨터프로그래밍·시스템통합관리, 전문서비스, 전문과학기술서비스, 건축기술·엔지니어링·기타과학기술서비스, 기타 전문과학기술서비스, 금융, 종합건설 등이다. 특기할만한 점은 이들 산업의 기술적 기반이 대부분 이공계열(특히 ICT)과 강하게 연결되어 있다는 점이다. 출판, 전문서비스 등 인문·사회계열 전공자들이 진출할 수 있는 산업이 일부 포함되어 있지만, 이들 산업에서도 ICT 관련 기술에 대한 의존도가 점점하고 있다는 점을 감안하면, ICT 관련 기술이나 지식을 보유한 인적자원이 산업융합을 주도하고 있다고 해석할 수 있다[11,26].

4.3 직업분류 분석결과

Fig. 4는 직업의 내향연결 중심성과 그 직업과 연결된 전공들의 평균 내향연결 중심성을 표시한 것이다. 마찬가지로 각 축의 평균을 사용하여 직업 유형을 네 가지로 분류했다. 먼저 전문주의 직업군에는 20개 직업이 포함되는데, 보건의료 분야와 교육 분야 직업들이 비교적 많다는 점이 눈에 띈다. 한편 종합주의 직업군은 경영지원사무원, 교·강사, 군인, 창작공연전문가 등 14개 직업으로 구성된다. 정도의 차이는 있지만, 대체로 전공 특화적 지식·기술이 상대적으로 덜 요구되는 직

업들이다. 좌측 상단에 위치한 국지적 융합직업은 흥미로운 특징을 보인다. 전기·전자설비조작원, 방재·산업안전기술자, 기계장비설치·정비원, 전기공 등 엔지니어링 관련 직종, 영양사, 법률사무, 기자·언론전문가, 경찰·소방·교도관, 보육 등 사회계열 직종이 포함되어 있는데, 대부분이 자격시험이나 특수직 공무원시험과 같이 표준화된 선발절차를 가지고 있는 직업이다. 마지막으로 넓은 적소범위와 특화지식의 다각적 결합으로 특징지어지는 융합직업군에는 ICT 관련 직종(소프트웨어 개발자, 데이터·네트워크·시스템운영 전문가), 전자·전기·기계공학 관련 직종, 금융 관련 직

종, 경영분야 직종(광고·마케팅·영업·생산·회계 등) 등 12개 직업이 포함되어 있다. 종합주의 직업군과 비교하면, 융합직업군에 속한 직업들은 대체로 높은 수준의 특화된 지식, 기술, 역량을 보유한 인적자원을 요구한다. 한편, 융합직업군이 요구하는 인적자원의 역량은 국지적 융합직업군과도 다르다. 국지적 융합직업군이 표준적 절차를 통해 확인할 수 있는 형식지에 강하게 의존하는 반면, 융합직업군은 형식지뿐만 아니라, 다양한 경험, 통찰력, 유연한 적응력, 창조성 등을 요구하는 암묵지와도 높은 친화성을 보인다.

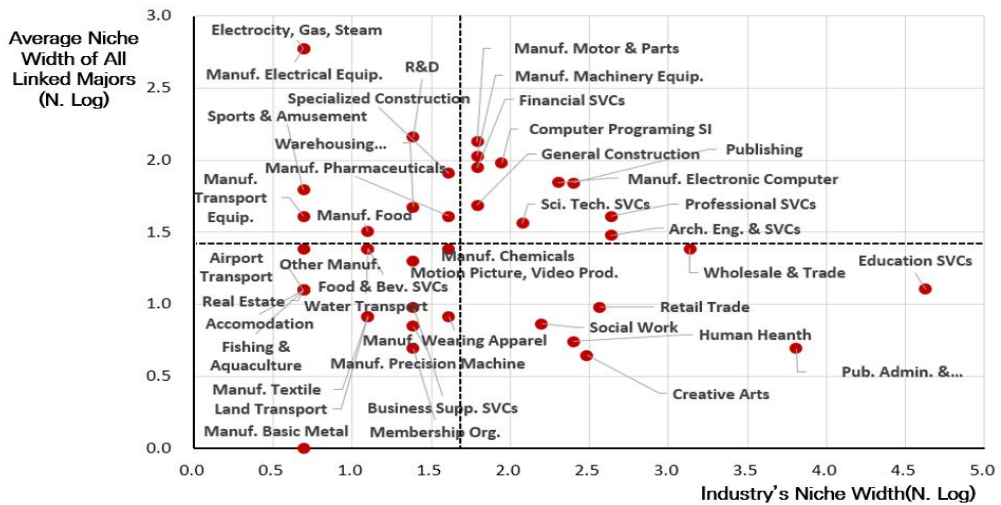


Fig. 3. Results of Industry Classification

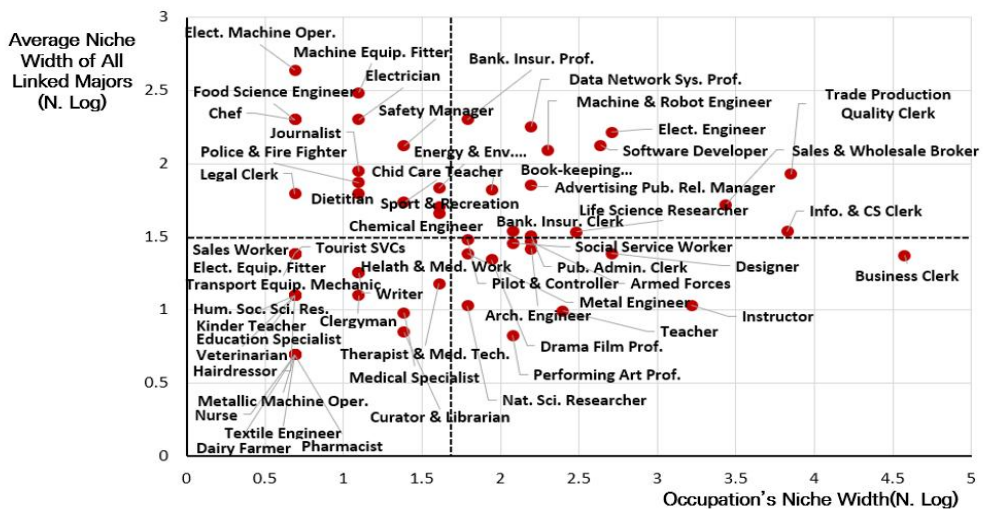


Fig. 4. Results of Occupation Classification

5. 결론

‘융합’이 시대적 화두로 등장하면서 관련 연구도 매우 빠르게 축적되고 있다. 특히 산업분야와 교육분야에서 융합을 주제로 한 연구가 대단히 활발하게 전개되고 있는데, 산업분야에서는 정보통신, 생명공학, 나노 등 신기술을 중심으로 산업별로 분산된 지식과 기술을 어떻게 결합할 것인지에 관한 연구가 집중적으로 이루어지고 있다. 교육분야에서는 산업 간 융합을 주도할 핵심인재를 육성하는 데 주된 관심을 보인다[27,28]. 이렇게 볼 때, 이 두 분야는 서로 독립된 연구 분야라기보다는, 오히려 ‘융합적’ 관점이 필요한 상호 연결된 분야들이다. 그리고 두 분야를 연결하는 핵심 요소가 바로 인적자원이다. 이러한 문제의식에서, 본 연구는 대졸 인적자원의 노동시장 진출이라는 ‘벤즈’를 통해 산업과 직업 세계에서 진행되고 있는 융합의 양상과 그 구조를 탐색해 보았다. 특히네트워크나 산업연관 구조를 분석하여 산업 간 융합의 양상을 살펴본 연구들이 이미 존재하지만, 기존 연구가 주목하지 못했던 측면, 즉 인적자원을 매개로 한 융합이라는 측면에서 새로운 분석전략을 제시했다는 점에서 이 연구의 의의를 찾을 수 있다. 특히 대졸 인적자원을 중심으로 한 융합연구는 특허인용이나 재화·서비스의 산업 간 교환만으로는 포착하기 어려운 다층적이며 포괄적인 지식, 기술, 역량의 결합 양상을 살펴볼 수 있다는 점에서, 융합 관련 연구에 독창적 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다. 나아가 본 연구는 그동안 다분히 분절적으로 다루어져 왔던 산업분야의 융합연구와 교육분야의 융합연구를 ‘융합’할 수 있는 분석전략을 제공한다는 점에서도 융합과 관련된 이론의 발전에 기여하는 바가 클 것으로 예상된다.

또한 이 연구는 융합이라는 개념 속에 내재된 혼란을 일정 부분 해소하고, 개념적 정의와 경험적 현실 간에 존재하는 괴리를 좁힐 수 있는 분석의 틀을 제시했다는 점에서도 의의를 찾을 수 있다. 무엇보다 이 연구에서 시도한 산업 및 직업 유형론은 산업이 의존하는 지식기반의 폭(적소 범위)과 함께, 지식 묶음(knowledge set)이 가지고 있는 ‘국지적 융합 성’을 동시에 고려할 필요가 있음을 시사한다. 이러한 개념화와 분석전략은 특허자료나 산업연관표를 활용한 연구를 확장하는 데에도 유용하게 활용될 수 있다. 가령 특히네트워크를 활용한 연구에서는 연결 중심성을 통해 국지적 융합산업을 판별해 낼 수 있다. 한편 고유벡터

(eigenvector) 중심성이나 매개중심성을 활용한다면, 국지적 융합산업들을 다방면으로 연결해 주는 핵심적인 융합산업을 찾아낼 수도 있을 것이다. 산업융합에서 한 산업이 차지하는 위치는 그 산업이 얼마나 많은 산업을 연결하느냐 뿐만 아니라, 연결하는 산업들이 어떤 특성을 갖느냐에 의해 결정되기 때문이다. 향후 다양한 네트워크 지표를 동시에 고려하는 다차원적 분석을 활용한다면, 산업, 직업, 시장에서 나타나는 복잡한 융합 현상에 대한 이해의 폭을 크게 확장할 수 있을 것이다.

이 연구에서 제시한 비대칭 이분네트워크분석 방법은 융합연구를 넘어 다양한 분야의 네트워크 연구로 확대 적용될 수 있다. 특히 노드 간의 비대칭적 관계가 네트워크의 구조적 속성과 개별 노드의 행태적 속성에 영향을 미칠 수 있는 분야에서 그 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다. 예컨대, 자원의존이론에 따르면, 공급자와 구매자 간의 불균형적 의존도가 기업 간 종속성과 권력 차이를 가져오고 이것이 기업의 수익률이나 전략적 선택에 지대한 영향을 미칠 수 있다. 자원의존이론에 기반한 연구나 공급망에 관한 연구에서 비대칭 이분네트워크 분석방법을 활용한다면, 관련 분야의 이론적 발전에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

이 논문은 인적자원을 매개로 한 산업융합 및 직업융합 연구의 가능성을 탐색하는 데 일차적 목적을 두었다. 탐색적 연구가 대부분 그렇듯이, 이 연구는 자료의 포괄성, 이론적 엄밀성, 방법론적 정교함 측면에서 일정한 한계를 가지고 있다. 대졸자의 초기 노동시장 진출 자료만으로는 산업과 직업융합을 정확히 이해하기 어렵다는 점, 융합이 실제로 어떻게 일어나는지를 직접 관찰하지 못했다는 점 등이 그러한 한계로 지적될 수 있다. 지식과 기술, 재화와 서비스, 그리고 인적자원이란 세 가지 융합 요소 간의 관계를 이론적으로 깊이 있게 다루지 못한 점도 한계 중 하나로 지적될 수 있다. 이러한 한계들은 향후 심도 있는 연구를 통해 보완되어야 할 것이다. 후속 연구의 방향을 잡는 데 이 연구가 좋은 출발점이 되기를 기대한다.

REFERENCES

- [1] Y. Nam. (2021). The Convergence Content from a Communication Perspective. *Korean Journal of Communication Studies*, 29(1), 79-98.
DOI : 10.23875/kca.29.1.4

- [2] J. H. Han & C. B. Kim. (2020). Development of Technology Convergence Strategy by Applying Patent Network Analysis on Local Industry Point of View: Focused on Daegu and Gyeongbuk Areas. *Journal of Business Research*, 35(4), 157-171. DOI : 10.22903/jbr.2020.35.5.157
- [3] J. Benders & K. Van Veen. (2001). What's in a Fashion? Interpretative Viability and Management Fashions. *Organization*, 8(1), 33-53. DOI : 10.1177/135050840181003
- [4] H. Giroux. (2006). 'It was Such a Handy Term': Management Fashions and Pragmatic Ambiguity. *Journal of Management Studies*, 43(6), 1227-1260. DOI : 10.1111/j.1467-6486.2006.00623.x
- [5] S. E. Green Jr. (2004). A Rhetorical Theory of Diffusion. *Academy of Management Review*, 29(4), 653-669. DOI : 10.5465/amr.2004.14497653
- [6] P. S. Heo & D. H. Lee. (2019). Evolution Patterns and Network Structural Characteristics of Industry Convergence. *Structural Change and Economic Dynamics*, 51, 405-426. DOI : 10.1016/j.strueco.2019.02.004
- [7] S. H. Jin. (2019). Directions of Convergence Technology Education Related to New Industry Fields through Analysis of Industrial Needs. *Journal of the Korean Convergence Society*, 10(8), 105-113. DOI : 10.15207/JKCS.2019.10.8.105
- [8] S. J. Jun. (2020). The Effect of Convergence Education based on Reading and Robot SW Education for Improving Computational Thinking. *Journal of Inudstrial Convergence*, 18(1), 53-58. DOI : 10.22678/JIC.2020.18.1.053
- [9] Y. Im & Y. B. Kim. (2013). A Study on the Development of Convergence-oriented IT Talents Training System. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 16(3), 694-723.
- [10] Y. Kim & C. Park. (2021). Analysis of Regional Industry-related Effects of Core Intermediary Industries for Industrial Advancemnt: Focusing on the Busan Area. *Journal of Economic Studies*, 39(2), 85-106. DOI : 10.22903/jbr.2020.35.5.157
- [11] D. Lee & S. Lee. (2020). Measuring Inter-industry Convergence Using Structural Holes Theory: Focusing on ICT Industries. *Korean Industrial Information Systems Society*, 25(3), 11-19. DOI : 10.9723/jksis.2020.25.3.011
- [12] S. S. Jo & S. H. Lee. (2018). An Analysis on the Change of Convergence in Smart City from Industrial Perspectives. *Journal of the Korean Regional Science Association*, 34(4), 61-74. DOI : 10.22669/krsa.2018.34.4.061
- [13] R. S. Burt. (1988). The Stability of American Markets. *American Journal of Sociology*, 94(2), 356-395. DOI : 10.1086/228995
- [14] R. S. Burt. (1992). *Structural Holes*. Harvard University Press.
- [15] O. Kwon, Y. An, M. Kim & C. Lee. (2020). Anticipating Technology-driven Industry Convergence: Evidence from Large-scale Patent Analysis. *Technology Analysis & Strategic Management*, 32(4), 363-378. DOI : 10.1080/09537325.2019.1661374
- [16] M. Lee, C. Song & Y. B. Kim. (2018). The Effect of Knowledge Convergence Characteristics on Firm's Performance via International Patent Classification Co-occurrence Network Analysis: Focused on Electricity and Electronic SEMs. *Journal of Intellectual Property*, 13(1), 245-284. DOI : 10.34122/jip.2018.03.13.1.245
- [17] S. H. Hwang. (2017). An Analysis of Convergence Phenomenon Using Industrial Convergence Coefficient. *Journal of the Korea Content Association*, 17(3), 666-674. DOI : 10.5392/JKCA.2017.17.03.666
- [18] H. J. Kang & K. K. Kim. (2014). A Study on Impacts of Industrial Convergence Using Patent Citations. *Journal of Technology Innovation*, 22(2), 31-50. DOI : 10.14383/SIME.2014.22.2.031
- [19] Y. Seo, S. Shim, E. K. Kim & J. I. Choi. (2012). An Empirical Study for the Cognition of the Convergence Human Resource for the Companies.: focus on the Firms in Deajeon Region. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 13(5), 2045-2053. DOI : 10.5762/KAIS.2012.13.5.2045
- [20] R. Levins, (1962). Theory of Fitness in a Heterogeneous Environment: The Fitness Set and Adaptive Function. *The American Naturalist*, 96(891), 361-373. DOI : 10.1086/282245
- [21] M. T. Hannan & J. Freeman. (1977). The Population Ecology of Organizations. *American Journal of Sociology*, 82(5), 929-964. DOI : 10.1086/226424
- [22] J. Freeman & M. T. Hannan. (1983). Niche Width and the Dynamics of Organizational Populations. *American Journal of Sociology*, 88(6), 1116-1145. DOI : 10.1086/227797
- [23] R. S. Burt & I. Talmud. (1993). Market Niche. *Social Networks*, 15(2), 133-149.

DOI : 10.1016/0378-8733(93)90002-3

- [24] M. McPherson. (1983). An Ecology of Affiliation. *American Sociological Review*, 48(4), 519-532. DOI : 10.2307/2117719
- [25] R. S. Burt. (2007). Secondhand Brokerage: Evidence on the Importance of Local Structure for Managers, Bankers, and Analysts. *Academy of Management Journal*, 50(1), 119-148. DOI : 10.5465/amj.2007.24162082
- [26] N. Kim, H. Lee, W. Kim, H. Lee & J. H. Suh. (2015). Dynamic Patterns of Industry Convergence: Evidence from a Large Amount of Unstructured Data. *Research Policy*, 44(9), 1734-1748. DOI : 10.1016/j.respol.2015.02.001
- [27] K. C. Hong, W. J. Lee & S. Kim. (2020). The Effects of Novel Engineering on Improving Creative Problem-Solving Ability. *Journal of Industrial Convergence*, 18(3), 83-89. DOI : 10.22678/JIC.2020.18.3.083
- [28] H. S. Kim & H. Song. (2020). The Effect of the Convergence Learning on Self-Oriented Learning Skill, Problem-Solving Ability and Major Satisfaction in Social Customized Curriculum. *Journal of Industrial Convergence*, 18(3), 99-107. DOI : 10.22678/JIC.2020.18.3.099

정 동 일(Dong-Il Jung)

[정회원]



- 1993년 2월 : 서울대학교 사회학과 (사회과학사)
- 2006년 1월 : Cornell Univ. 사회학과(사회학박사)
- 2006년 3월~2011년 2월 : 한림대학교 사회학과 전임강사, 조교수
- 2011년 3월~현재 : 숙명여자대학교 경영학부 교수
- 관심분야 : 조직사회학, 인적자원관리, 네트워크 사이언스
- E-Mail : dijung@sm.ac.kr

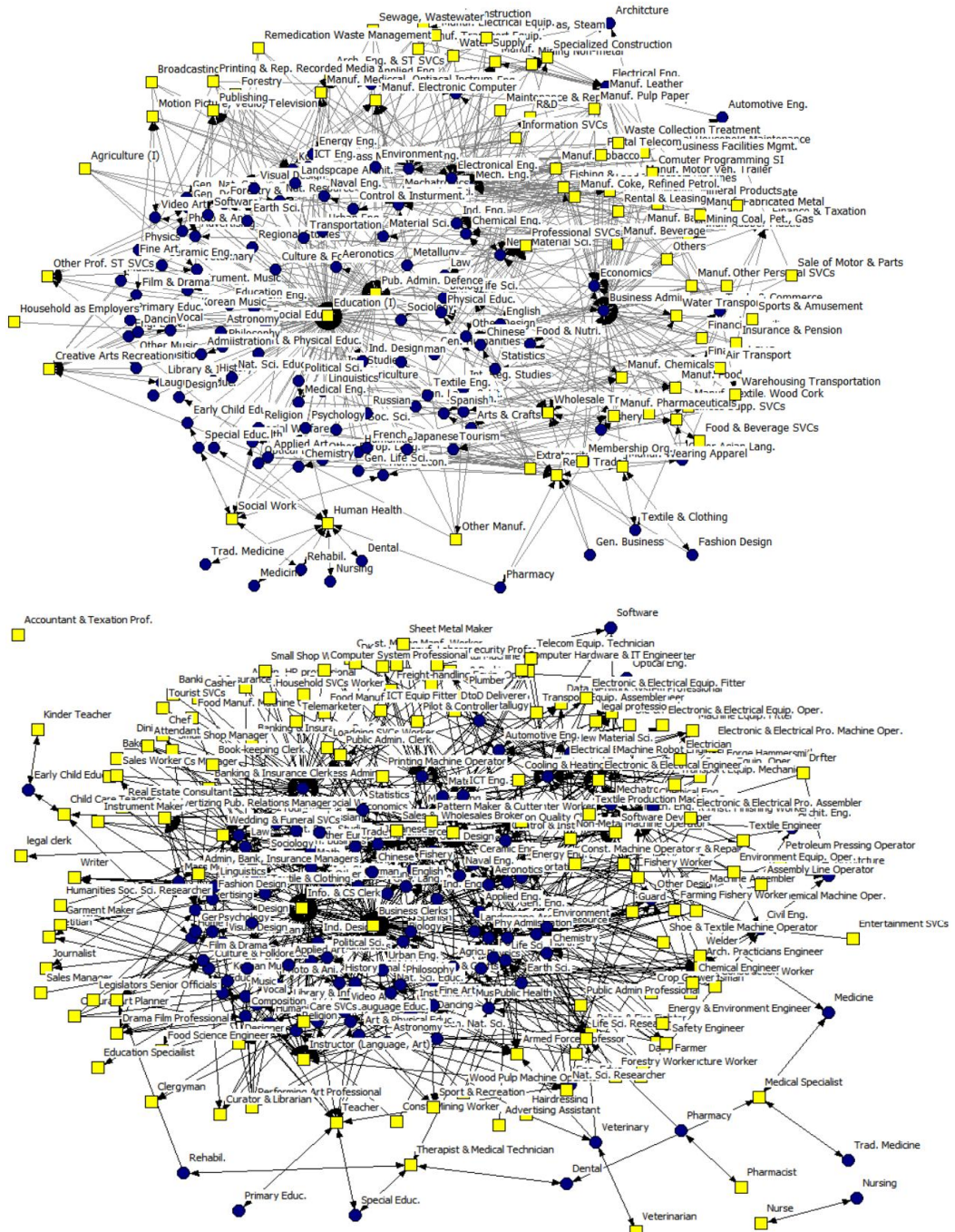
오 중 산(Joongsan Oh)

[정회원]



- 1999년 2월 : 서울대학교 화학과 (이학사)
- 2007년 8월 : KAIST 경영대학 (경영공학박사)
- 2008년 9월 ~ 현재 : 숙명여자대학교 경영학부 교수
- 관심분야 : 공급네트워크관리, 데이터사이언스, 자동차산업
- E-Mail : ojs73@sm.ac.kr

[APPENDIX] Unbalanced Bipartite Network of Major-Industry (upper) and Major-Occupation (lower)



* Unbalanced bipartite network data are available upon request.