



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학 석사학위 논문

공급사슬 네트워크에서,
거래 기업의 규모가 기업 혁신에 미치는 영향
: 한국 자동차 산업을 사례로

2023년 2월

서울대학교 대학원
협동과정 기술경영경제정책전공
이 석 희

공급사슬 네트워크에서,
거래 기업의 규모가 기업 혁신에 미치는 영향
: 한국 자동차 산업을 사례로

지도교수 황 준 석

이 논문을 공학석사학위 논문으로 제출함

2023 년 2 월

서울대학교 대학원
협동과정 기술경영경제정책전공
이 석 회

이석회의 공학석사학위 논문을 인준함

2023 년 2 월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

초 록

기업 간의 거래관계에서 수요기업과 공급기업의 혁신 관계에는 다양한 연구가 있다. 기업 간의 지식공유가 원활하여 기업 혁신에 유리하다는 견해도 있으며, 기업 간의 의존성으로 인해, 기업 혁신을 저해한다는 부정적인 견해도 있다. 이러한 선행 연구에 이어서, 본 연구에서는, 한국 자동차 산업의 거래관계 데이터를 활용하여, 수요기업의 혁신이 공급기업의 혁신에 미치는 영향에 대해서 실증하였다. 특히, 한국의 자동차 산업은 규모가 큰 기업들의 주도로 수직적이고 장기적인 관계가 구축된 산업이다. 이러한 산업의 특수성과 연관 지어서, 본 연구는 규모가 큰 기업과 거래하는 공급기업일수록, 더 많은 혁신이 일어남을 분석하였다.

한국 자동차 산업의 340개 기업의 2008년부터 2019년까지 12년간의 거래데이터를 이용하여, 네트워크 분석을 진행하였고, 이로 인해 도출된 중심성으로 규모가 큰 기업과의 거래 정도를 표현하였다. 또한 기업의 특허 등록수를 혁신을 측정하여, 규모가 큰 기업과의 거래와 혁신의 관계를 분석하였다. 분석 결과, 긍정적으로 유의한 결과가 도출되어, 공급사슬에서 공급기업이 규모가 큰 수요기업과 거래하는 것이, 공급기업의 특허에 양적으로 유의함을 확인할 수 있었다. 이와 더불어, 네트워크 분석으로, 2008년부터 2019년까지 시간이 지남에 따라 자동차 산업 기업들의 거래선 수가 늘고, 그 양상도 달라진 것을 확인하였으며, 점차 규모가 큰 완성차 기업이 주도하는 방향으로 변

화하고 있음이 나타났다. 따라서, 한국의 자동차 산업의 혁신에 있어, 규모가 큰 기업의 역할이 중요해짐을 함의로 도출하였다.

주요어 : 공급사슬, 한국 자동차 산업, 혁신 스펙오버, 네트워크 분석
학 번 : 2021-20314

목 차

초 록.....	iii
목 차.....	v
표 목차.....	vii
그림 목차.....	viii
1. 서론.....	1
2. 문헌 고찰.....	6
2.1 공급사슬 관계와 한국 자동차 산업.....	6
2.2 공급 사슬 관계와 네트워크 분석.....	7
2.3 공급 사슬 관계와 혁신 스펙오버.....	9
3. 연구 방법.....	12
3.1 연구 자료.....	12
3.1.1 기업 간 거래 데이터.....	12
3.1.2 특허 데이터.....	16
3.1.3 재무 데이터.....	18
3.1.4 데이터 전처리.....	19
3.2 연구 변수.....	22
3.2.1 독립변수: 아이겐벡터 중심성.....	22
3.2.2 종속변수: 특허 수.....	24
3.2.3 통제변수: 기업 규모 및 기업 성과.....	25

3.3	연구 모형	26
3.3.1	네트워크 분석	26
3.3.2	가능일반최소제곱법(FGLS) 분석	27
4.	연구 결과	30
4.1	네트워크 분석 결과	30
4.1.1	연결중심성과 밀도	31
4.1.2	연결중심성과 아이젠벡터 중심성	32
4.1.3	네트워크 커뮤니티	34
4.2	회귀 분석 결과	40
5.	연구 결론 및 한계	42
5.1	연구 결론	42
5.2	연구 한계점	42
Abstract 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.	

표 목차

(표 1) 연구 대상 기업 규모 분포 (단위: 개).....	16
(표 2) 연구 대상 기업 산업 분류 별 분포 (KSIC-9 기준).....	16
(표 3) 한국산업분류표준(KSIC)-특허분류(IPC) 연계표	18
(표 4) 연결중심성 상위 기업 20개	23
(표 5) 변수 및 측정 지표	29
(표 6) 구간 별 연결중심성 등 네트워크 분석 결과	31
(표 7) 표준화 된 연결중심성 값 상위 기업 20개	33
(표 8) 아이겐벡터 중심성 값 상위 기업 20개	33
(표 9) 구간별 점유율 상위 커뮤니티 10개 및 중심 기업.....	36
(표 10) 가능일반최소제곱법(FGLS) 회귀분석 결과	40
(표 11) 가능일반최소제곱법(FGLS) 회귀분석 결과 (3개 대기업 제외).....	41

그림 목차

(그림 1) 조선업 빅 3 연도별 수주량 (단위: 척).....	4
(그림 2) 자동차 산업 연도별 생산능력지수-가동률지수.....	4
(그림 3) 중소제조업 생산지수, 출하지수, 재고지수	5
(그림 4) 자동차 산업 연도별 생산능력지수-가동률지수 기준 구간 구분	14
(그림 5) 회귀분석 모형의 도식화.....	27
(그림 6) 금융위기 구간 (2008년 ~ 2011년) 자동차 산업 340개 기업 네트워크...	37
(그림 7) 호황기 구간 (2012년 ~ 2015년) 자동차 산업 340개 기업 네트워크	38
(그림 8) 불황기 구간 (2016년 ~ 2019년) 자동차 산업 340개 기업 네트워크	39

1. 서론

공급기업(supplier)과 수요기업(customer)의 거래 관계가 공급기업의 혁신에 미치는 영향에 대한 다양한 연구들이 있다. 먼저, 거래 관계가 공급기업의 혁신에 유리하다는 측면의 연구 중 하나로, Raymond(2004)는 중소 제조기업이 수요기업에 의존하면서 R&D에 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였다. 그 이유로, 공급기업은 내부적으로 마케팅과 관리 비용을 절감할 수 있고, 수요기업의 규모의 경제에 편입되면서 경쟁사로부터의 진입장벽을 높일 수 있으며, 금융시장에서 수요기업의 평판 덕에 자금 확보가 용이하다는 점 등을 제시했다. 또한, 시장의 모든 수요에 대응해야 하는 비효율성을 해소하고, 규모의 경제로 인해 제품 생산 비용을 절감할 수 있다는 장점도 추가하였다.

이와는 반대로, 공급기업(supplier)과 수요기업(customer)의 거래 관계가 공급기업의 혁신을 저해한다는 연구로 Kim & Pengcheng Zhu (2018)의 연구가 있다. Kim & Pengcheng Zhu (2018)은, 공급기업이 수요기업에 의존하면서, 수요기업에 대한 낮은 교섭력으로, 관계 유지에 자원이 집중되어 혁신활동으로의 자원활동이 저해됨을 그 이유로 제시하였다. 뿐만아니라, 수요기업과의 거래에 특화된 투자(relationship-specific investment)만 이루어져 다양한 투자가 결여 되는 단점 또한 확인하였다. 앞서 혁신에 긍정적인 측면을 정리한 Raymond(2004) 또한, 여러 장점에도 불구하고, 기업의 혁신보다 수요기업과의 관계에만 집중하는 것은 옳지 않음을 지적하기도 하였다.

최근, 한국 제조 산업이 위기를 맞았다(성수영, 2020)는 평가가 이어지는데, 이러한 평가의 원인 또한 앞서 언급한 수요기업과의 관계와 무관하지 않다.

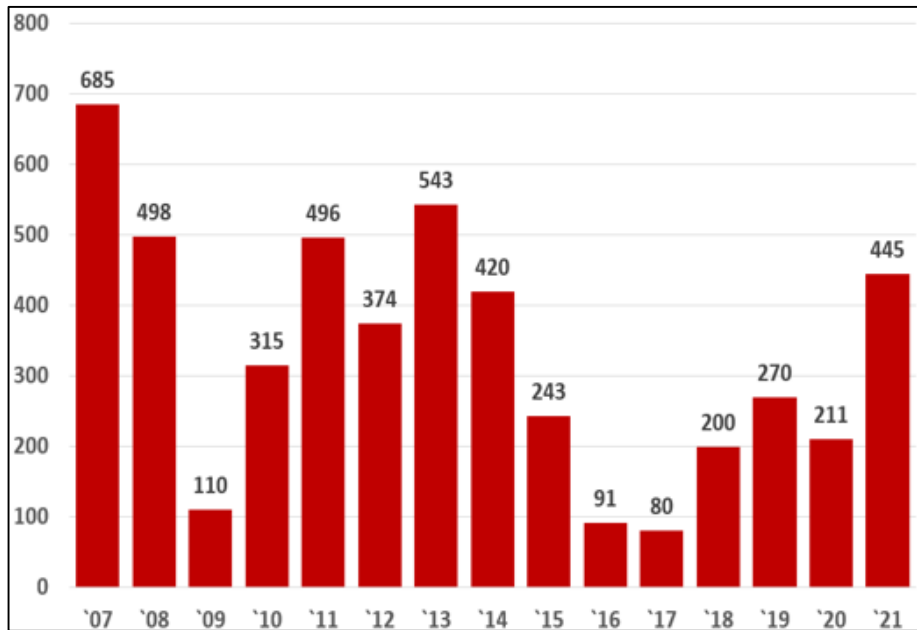
이는 (그림 1), (그림 2), (그림 3)을 통해 확인할 수 있다. (그림 1)과 (그림 2)는 각각 조선업 빅 3 기업의 수주량, 자동차 제조 산업의 생산능력-가동률 지수를 나타내며, 전방산업의 수요기업(customer)들의 업황을 나타낸다. (그림 1)에서 조선업 수주량은 2015년을 지나면서 급격하게 낮아졌으며, (그림 2)의 자동차 산업 또한, 2015년을 지나면서 생산능력지수와 가동률 지수의 격차가 커지는 것이 확인된다. 두 그림 모두 2015년을 기점으로 업황이 좋지 않음이 드러나는 것이다. 그리고 (그림 3)에서 중소 제조업체 또한, 2016년 이후 생산지수, 출하 지수가 하락하고 재고 지수가 상승하면서, 전방산업과 같은 시기에 후방산업의 공급기업(supplier)도 마찬가지로 업황이 악화되는 것을 확인할 수 있다.

이처럼 수요기업(customer)과 공급기업(supplier)이 등락을 함께하는 것은, 한국의 제조 산업은 규모가 큰 기업들이 산업을 주도하여 장기적, 협력적인 거래 관계를 유지하면서 발전해왔기(이덕희, 2006) 때문이다. 따라서 공급기업이 수요기업과 독립적으로 혁신을 통해 위기를 극복하기가 쉽지 않다. 특히나 한국의 제조 산업은 최종 생산물을 생산하는 수요기업과 중간재를 공급하는 협력기업의 계약이 곧 대기업과 중소기업의 거래인 경우가 다수이기 때문에, 수요기업인 대기업이 주도하는 혁신이 산업 발전에 큰 역할을 해왔다.

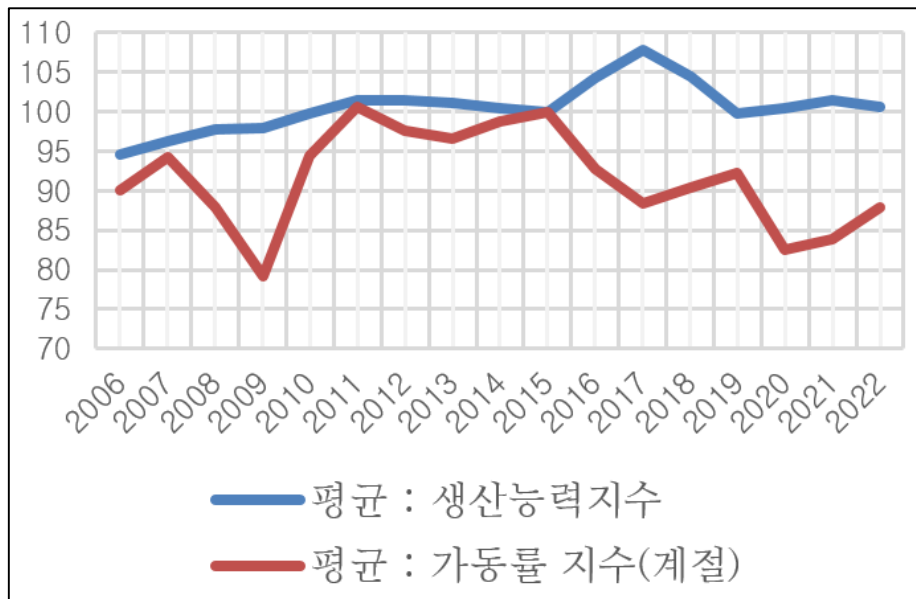
본 연구에서는, 이처럼 규모가 큰 수요기업들이 주도하는 기업의 혁신을 산업 전체 혁신의 주요인으로 인식하고, 이를 한국 자동차 산업을 대상으로 실증하였다. 한국의 자동차 산업은, 장기적으로 수직적인 협력관계를 구축해온 탓에, 수요기업과 공급기업의 수직적 거래 관계가 뚜렷(옥주영&강경수, 2015)

하고, 부품의 모듈화를 도입하면서 급격하게 성장한 덕에, 완성차 제조기업과 규모가 큰 부품기업의 산업 주도가 선명하다. 또한, 자동차 산업은, 제품의 형태는 그대로인데 기술 패러다임이 변화하는 대표적인 converted industry (Yun et al., 2019)라 혁신의 움직임이 선명한 산업으로, 큰 규모의 수요기업으로 부터 공급기업으로의 혁신 스펠오버를 분석하기에 적합한 대상이다.

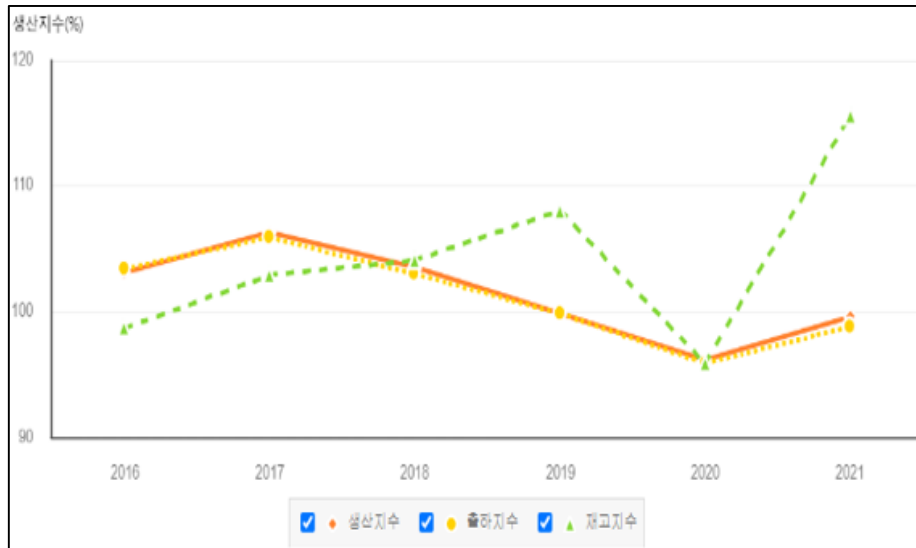
따라서, 본 연구는 한국 자동차 산업의 기업 간 거래 데이터를 기반으로, 규모가 큰 기업들의 혁신이 공급기업들의 혁신에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 먼저, 문헌 연구에서 공급사슬 관계에서 기업들 간의 혁신 스펠오버 (spillover)에 대한 다양한 견해를 파악한다. 이어서, 규모가 큰 기업들과의 거래를 정량적으로 표현하기 위해 네트워크 분석의 아이젠벡터 중심성을 사용하였는데, 그 과정에 대해 서술한다. 이어서, 네트워크 분석으로 도출된 중심성 수치를 통해, 한국 자동차 산업이 변해가는 양상에 대해서 분석하고, 이어서 규모가 큰 기업과 거래할수록 더 많은 혁신이 일어남을 회귀분석으로 실증하였다. 마지막으로 그 결과에 대한 함의를 도출하고, 연구의 한계점을 제시하는 것으로 본 연구를 마무리하고자 한다.



(그림 1) 조선업 빅 3 연도별 수주량 (단위: 억)



(그림 2) 자동차 산업 연도별 생산능력지수-가동률지수



(그림 3) 중소기업 생산지수, 출하지수, 재고지수

2. 문헌 고찰

2.1 공급사슬 관계와 한국 자동차 산업

공급사슬(Supply Chain)은, 기업이 원재료를 획득하고, 이 원재료를 중간재나 최종재로 변환하여, 최종제품을 고객에게 유통하기 위한 조직 및 비즈니스 프로세스 네트워크이다. 공급사슬에는 제품 혹은 서비스가 원재료의 상태부터 고객의 소비에 이르기까지, 공급업체, 제조공장, 유통센터, 소매점 등이 포함된다. 공급사슬 중 후방산업(upstream)에는 공급업체(supplier)와 공급업체의 공급업체, 다시 공급업체의 공급업체가 연결되는 프로세스가 있으며, 전방산업(downstream)에서는 최종 소비자(end-user)에게 제품을 유통하고 전달하기 위한 프로세스가 이루어진다. (Kenneth C. Laudon, 2021)

공급사슬 관계의 경제적 의의는, 거래에서의 정보불균형 감소로 협력, 투자, 거래를 촉진시키는 공유의 경제(economies of sharing)에 있다. (Kranton, 2001) Kranton(2001)은 불특정 다수 간의 거래에서 균형점을 찾는 기존 경제 이론과 달리, 공급자와 수요자, 즉 거래 상대가 정해진 공급사슬 네트워크 또한 경제적 효율성이 있음을 이론적으로 증명하였다. 또한, 공급사슬 관계는 경영적으로도, 공급 사슬 네트워크에 소속되면 제품의 생산과 관련된 지식의 공유가 원활해져 소속 기업 간의 경쟁력 향상에 유리하다. (Dyer & Nobeoka, 2000)

한국의 제조산업, 특히 자동차 산업에서 이러한 공급사슬의 경제적, 경영적 의의가 잘 드러난다. 한국의 제조업은 규모가 큰 기업들이 산업을 주도하여

장기적, 협력적인 거래 관계를 통해 발전하면서 (이덕희, 2006) 공급사슬이 형성됐다. 때문에, 한국의 공급사슬은 주로, 최종생산물을 생산하는 수요기업인 대기업과 중간재를 공급하는 협력기업 간의 계약으로, 대기업과 중소기업 간의 거래가 이루어지고 있다. (홍장표, 2016) 이러한 한국 제조산업의 양상은, 자동차 산업에서 특히나 더 선명한데, 한국 완성차 업체는 모듈화를 기반으로 수직계열화된 공급사슬을 구축함으로써 성공할 수 있었기 때문이다. 앞서 기술한 경제적, 경영적 의의가 한국 완성차 업체에서 잘 드러나는 점은, 완성차 업체와 모듈업체 간 거래가 거듭되면서 계속해서 단순화되고, 업체 간에 오가는 정보가 부호화, 표준화된 결과 암묵지의 교환 또한 원활해져, 공급업체의 기술 능력이 향상되었기 때문이다. (강경수&옥주영, 2015)

2.2 공급 사슬 관계와 네트워크 분석

이러한 한국 자동차 산업의 특성을 통해서, 본 연구에서는, 공급사슬에서의 혁신 스피로버를 실증하기에 앞서, 공급사슬 내부에서의 수요기업, 공급기업 관계 파악을 위해 네트워크 분석을 진행하였다. 공급사슬 관계에 네트워크 분석 방법론을 활용한 선행 연구는 다수 있다. Borgatti & Xun Li (2009)는 공급사슬 연구에 네트워크 분석을 활용하는 개요를 제공했고, Dooley et al.(2011)는 공급사슬 네트워크의 구조적 특성을 분석하였다. 국내 실증 연구로는, 각 산업의 기업 간 공급사슬 네트워크에서, 계층별로 수요기업에 대한 거래집중도와 경영성과의 관계성을 분석한 연구(홍장표, 2015), 자동차 산업에서 전기차 및 수소차 생산과 내연기관 생산 네트워크의 구조와 형태 차이를

분석한 연구(경기연구원, 2019) 등이 진행되었다. 뿐만아니라, 네트워크 분석을 통해 얻은 중심성 수치를 활용하여, 자동차 산업의 거래 관계 네트워크에서 부품별 공급 네트워크 구조를 분석한 연구(강아름, 2019)가 있었으며, 네트워크의 클러스터 분석 방법으로 국내 전자산업의 기업 간 거래 네트워크의 클러스터 별 특성을 분석한 연구(정재현, 2019) 등이 있었다.

이러한 국내 산업과 관련한 선행 연구들은, 거래 네트워크의 중심성, 클러스터 분석 방법 등을 활용하였으나, 분석을 특정 연도에 국한하여 연구되었다. 때문에, 시간이 지남에 따라 산업의 네트워크가 어떻게 변해가는지는 파악하는 연구는 이루어지지 않은 한계점이 있었다. 따라서, 본 연구에서는 2008년부터 2019년까지 12개년의 한국 자동차 산업 내 340개 기업의 거래 데이터를 활용하여, 매출 비중을 반영한 가중 네트워크를 분석하였다. 그리고 선행 연구와 유사하게 연결중심성(degree centrality), 아이젠벡터 중심성(eigen-vector centrality) 등의 중심성 수치를 도출하고, 산업 내부적으로 클러스터를 구분하여 자동차 산업의 거래 네트워크 변화를 확인하였다. 특히, 한국 자동차 산업의 발전 특성을 반영하여, 규모가 큰 수요기업의 영향력이 변해가는 양상에 초점을 두고 네트워크 변화를 분석하였다. 이를 통해서, 대규모의 수요기업과 공급기업 간의 혁신 스피로버를 확인하는 근거로 활용할 수 있었다. 따라서, 네트워크 분석을 통한 첫 번째 가설은 다음과 같다.

H1. 2008년에서 2019년까지, 한국 자동차 산업의 공급사슬 네트워크는, 규모가 큰 주요 기업의 영향력이 커지는 양상으로 변화하였을 것이다.

2.3 공급 사슬 관계와 혁신 스펀오버

기업 간의 공급사슬 관계는 경제, 경영적 측면뿐만 아니라, 공급사슬 내부 기업 간의 혁신 스펀오버 연구도 다양하게 이루어지고 있다. 한국 자동차 산업의 경우처럼, 규모가 큰 수요기업(customer)의 영향력이 산업 내부에서 상당할 경우, 수요기업의 혁신이 공급기업의 혁신에 미치는 영향력 또한 크게 작용한다. Von Hippel (1976)의 연구에서 전방산업 기업(downstream user)은 공급기업의 혁신 프로세스에서 매우 가치 있는 소스(source)라는 연구 등이 이를 뒷받침한다. 전방산업에 속하는 수요기업이 공급기업 혁신 프로세스를 촉진하는 이유는, 기업 간에 유사한 생산 프로세스와 관련 지식을 공유하고, 상호 보완성을 갖출 수 있기 때문(DJ.Teece & HO.Armour, 1980)이기도 하고, 공급사슬 내 기업 서로 간에 지속적으로 이루어지는 피드백 또한 기업 혁신에 중요한 유인으로 작용하기 때문이기도 하다.(Chu et al., 2015) Isaksson & Seifert (2016)은 미국의 첨단산업(바이오, 의료기기, 항공, 화학)을 분석하여, 수요기업의 혁신이 공급기업의 혁신에 유의한 영향을 미치는 것을 실증하였다.

반면, 이와는 반대로 기업 간의 공급사슬 관계가 오히려 혁신을 저해한다는 연구도 있는데, 주된 이유로 거래 기업 간의 의존성(dependency)이 제시된다. Kim & Pengcheng Zhu(2018)는 공급사슬 관계에서 수요기업에 대한 의존성이 공급기업의 혁신을 저해하는 세가지 이유를 상술하였다. 첫 번째 이유는 주요 고객사의 강한 교섭력에 대응하느라, 공급기업이 혁신 활동으로의 자원 할당을 줄이는 것이었으며, 두 번째 이유로, 수요기업에 특화된 투자만

을 하게 되는 비효율을 지적하였다. 세 번째 이유로는, 공급기업 입장에서 주요 고객사(major customer)에 대한 감시가 어려운 불안정한 관계 상황에서 적극적인 투자 결정이 어려움을 제시하였다. Raymond(2004) 또한, 중소기업의 수요기업에 대한 의존은 수익성에 부정적인 영향을 미침을 확인하였다. 이어 적극적인 R&D 활동으로 이러한 의존의 방향을 전환할 수 있는 유연성을 갖추어 수요기업에 대한 의존성이 가지는 리스크를 절감할 것을 제안했다. 홍장표(2016)는 한국의 제조산업에서도 마찬가지로, 수요 독점적 중간재 시장에서 대기업이 우월한 협상력을 이용하여 공급가격을 낮은 수준으로 결정함으로써 중소기업의 수익성이 악화되고 연구개발투자가 위축되는 경향(홍장표, 2016)이 있음을 확인하였다.

본 연구에서 한국 자동차 산업을 실증연구한 이유는, 공급사슬 관계가 기업 혁신을 저해하는 단점과, 그럼에도 수요기업의 혁신이 공급기업 혁신에 큰 영향을 미친다는 장점, 두 가지 시각 모두가 잘 반영된 산업으로 판단하여서다. 특히, 본 연구에서는 기업 간 거래 관계와 혁신의 관계를 연구한 선행 연구에 덧붙여, 규모가 큰 기업과 거래하는 공급기업의 혁신 여부에 집중하였다. 규모가 큰 기업과 거래하는 것은, 수요기업 대비 공급기업의 낮은 협상력을 대변하는 의미로 반영하였다. 이러한 시각은, 한국 자동차 산업의 특성상, 위계성이 강하고(홍장표&정재현, 2015), 완성차 제조를 위한 모듈화가 잘 이루어져 규모가 큰 중간관리자 형태의 기업이 존재(옥주영&강경수, 2015)하면서, 규모가 큰 부품기업, 완성차 제조업체 등이 자동차 산업의 발전을 주도한 배경을 감안한 것이다.

위계성이 강한 수직적 거래 관계에서 스페일오버(spillover)는 R&D 투자에 유의한 영향을 미친다는 G.Attalah(2002)의 연구를 참고하여, 한국의 자동차 산업 내부에서는 규모가 큰 기업과 거래할수록 혁신에 유리할 것으로 판단하고 실증 연구를 진행하였다. 이처럼, 규모가 큰 기업과 거래한다는 것을 정량화하기 위하여, 네트워크 분석에서 도출한 아이겐벡터 중심성을 활용하였다. 네트워크 분석에서 아이겐벡터 중심성은, 특정 노드에 연결되어 있는 다른 노드의 집중도가 높을수록 값이 커지는 특성을 갖는다.(Bonacich, 2007) 공급사슬 네트워크에서 집중도가 높다는 의미는 연결중심성이 높은 기업으로, 산업에서 기업 간 거래가 집중되는 기업을 뜻한다. 한국 자동차 산업에서는 완성차 업체, 주요 대규모 부품 업체 등이 거래가 집중되는 기업으로, 아이겐벡터 중심성이 높다는 것은 큰 규모의 기업과 주로 거래하는 기업임을 나타내었다. 혁신의 결과는 특허 수로 활용(Griliches, 1990; Hall, Jaffe & Trajtenberg, 2001)하여, 한국의 자동차 산업에서의 혁신 스페일오버를 확인하였다. 따라서, 이어지는 가설은 아래와 같다.

H2. 규모가 큰 기업과 거래할수록, 기업은 더 많은 혁신을 한다.

(아이겐벡터 중심성이 높은 기업일수록, 등록 특허 수가 많다.)

3. 연구 방법

3.1 연구 자료

3.1.1 기업 간 거래 데이터

본 연구에서는, 독립변수로 활용되는 기업 간 네트워크 중심성 도출을 위해서, 기업 간 거래네트워크를 표현할 수 있는, 기업의 판매처 데이터베이스를 활용하였다. 데이터베이스는 한국평가데이터(KoDATA)에서 보유한 것으로, 각 연도 별 공급기업(Supplier)들의 판매처(Customer)와, 판매처 별 매출 비율 정보를 포함하고 있다. 네트워크 분석에서 각 기업들이 노드(node)가 되고, 제품을 판매하고 공급 받는 거래 관계를 엣지(edge)로 적용했다. 또한 판매처 별 매출 비율은 허쉬만-허핀달 지수(HHI)로써 기업 간의 거래 집중도 파악에 용이(홍장표, 2015) 하여, 본 연구에서는 연매출과 매출비중의 곱을 가중치로 하는 가중네트워크를 활용하였다.

본 연구에서는, 한국표준산업분류(KSIC) 9차 표준산업분류표 기준으로 C30, 자동차 산업에 해당하는 340개 기업의 2008년부터 2019년까지의 자료가 사용되었다. 데이터베이스는 기업 별로 매년 5개의 대표적인 판매처 정보를 제공하는데, 판매처가 특정되지 않고 ‘기타’로 표기된 항목과 ‘수출’ 항목은 제외하였다. 또한 연구 대상이 되는 340개 기업에 해당되지 않은 다른 판매처도 삭제하여, 340개 기업 서로 간의 네트워크를 분석에 활용하였다.

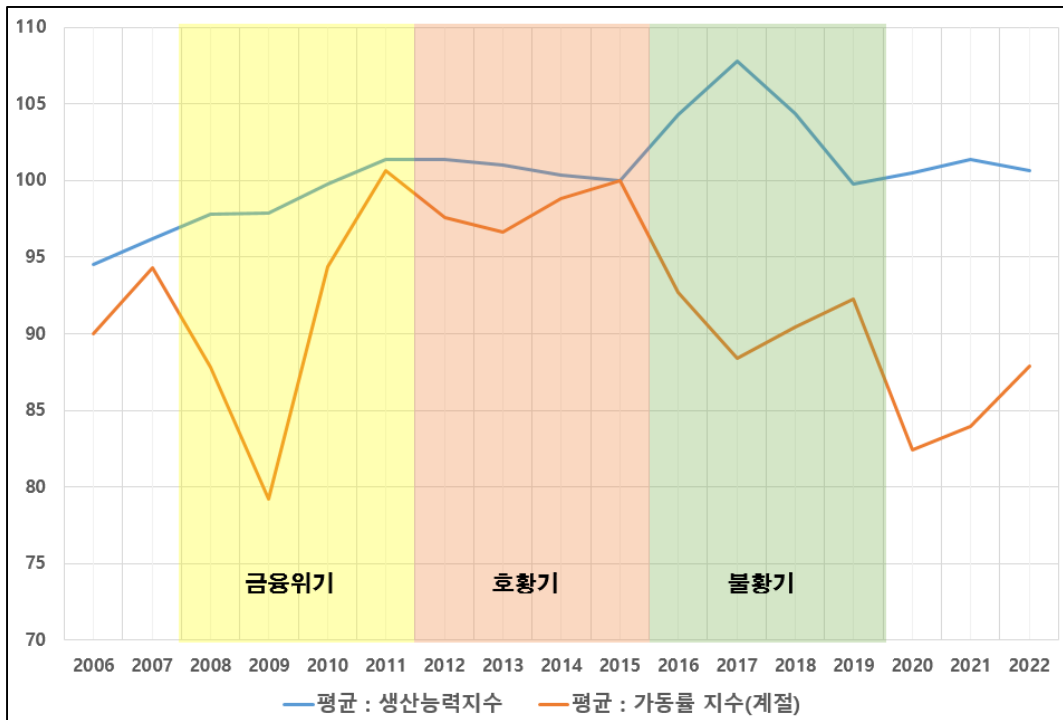
데이터베이스는 12개년의 네트워크 변화를 효율적으로 확인하기 위해, 데이터를 4개년씩 3개 그룹으로 구분하였다. 구분의 기준은, 자동차 산업의 제조

업 생산능력지수와 제조업 가동률지수를 비교한 자료가 바탕이 되었다. (그림 4) 여기서, 생산능력지수와 가동률지수는 제조업 부문에서 주요 제품을 생산하는 사업체에 대한 생산능력, 생산실적, 설비 상황 등을 조사하여 제조업 부문의 생산능력과 설비 이용 정도를 나타내는 지표이다.

생산능력지수는 공급능력의 수준과 동향이 어떻게 변화하는가를 표현한 것으로, 생산능력은 사업체가 정상적인 조업 환경 하에서 생산 시 최대 생산 가량(적정생산능력)을 말한다. 가동률은 생산능력 대비 생산 실적의 백분율(설비 이용도)을 뜻하며, 가동률지수는 이를 지수화해 경기 동향 분석의 기초 자료로서 활용된다.(통계청) (그림 4)는, 통계청에서 제공하는 2006년부터 2022년 상반기까지 자동차산업의 생산능력지수, 가동률지수 그래프를 비교한 것이다.

(그림 4)의 그래프는 생산능력지수 대비 가동률지수의 변화에 따라 세 구간으로 나눌 수 있다. 생산능력지수와 가동률지수가 급격하게 벌어지는 2008년 ~ 2011년 구간이 첫번째 구간, 두 지수가 상당히 근접해졌던 2012년 ~ 2015년이 두번째 구간, 지수 간의 차이가 점진적으로 커지는 2016년 ~ 2019년이 세번째 구간이다. 공장 설비의 가동률은 경기가 호황일 때 높고, 경기가 침체에 빠질 경우에는 낮아진다. 특히, 제조업 평균가동률이 낮으면 투자 위축과 실업 등으로 이어지므로 중요한 경제지표의 하나로 인식된다. (통계청) 따라서, 세 구간은 불황기에서 호황기, 다시 불황기로 구분할 수 있고, 첫번째 구간은 금융위기의 여파로 해석할 수 있으므로 세번째 구간과 구별을 위해 금융위기 구간으로 표현하였다. 하나의 구간, 4년 간의 기간 안에 340개

공급기업(Supplier)와 거래가 이루어진 모든 판매처(Supplier)를 거래 관계에 포함하여 네트워크 분석의 데이터로 활용하였다.



(그림 4) 자동차 산업 연도별 생산능력지수-가동률지수 기준 구간 구분

연구 대상이 되었던 기업 340개의 특성을 구간 별로 살펴보면, 규모적인 측면에서 아래 (표 1)과 같다. 대기업, 준대기업의 기준은, 매년 공정거래위원회에서 독점규제 및 공정거래에 관한 법률 시행령 제21조 제4항에 따라 지정하는 기준을 활용하였다. 공정거래위원회에 따르면, 대기업은 자산 10조원 이상 상호출자제한 기업집단을 말하며, 흔히 준대기업이라 불리는 기업은 자산 5조원 이상 공시대상 기업집단을 칭한다. 또한 중견기업은 자산 5천억 이상

5조원 미만에 속하는 기업이며, 중소기업은 자산 5천억 미만은 모든 기업이다. 중견기업과 중소기업을 구분하는 기준은 중소기업기본법을 근거로 하였으며, 해당 근거로 대기업 계열사는 중견기업에서 제외되지만, 분석에 포함된 기업의 규모를 가늠하는 편의 상 (표 1)에서는 포함하였다.

세 구간 모두에서 대기업은 현대자동차(주), 현대모비스(주) 2개의 기업이었으며, 준대기업은 세 구간 모두에서 한국지엠(주)이 유일했다. 중견기업에는 르노코리아자동차(주), 쌍용자동차(주) 등의 완성차 기업과, 현대트랜시스(주), (주)현대캐피코 등의 현대자동차 그룹 계열사, 에스엘(주), (주)성우하이텍, SNT모티브(주) 등의 대표적인 자동차 부품 기업 9개사(社)가 세 구간에 지속적으로 포함되었고, 호황기에 3개 기업, 불황기에 4개 기업이 추가되었다. 추가된 기업 중에는, (주)모베이스전자, (주)유라코퍼레이션 등 전자제어 관련 업체, 희성축매(주) 등 연료전지 관련 기업 등이 포함되어 자동차 산업의 패러다임 변화를 확인할 수 있다. 한국표준산업분류(KSIC) 9차 표준산업분류표의 C30 자동차 산업의 세세분류까지의 분포를 확인하면, (표 2)와 같다. C30121 승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업은 완성차 제조업체를 뜻하며, 현대자동차(주), 한국지엠(주), 르노코리아자동차(주), 쌍용자동차(주) 등 4개 업체가 해당 분류에 속하였다. 그리고, 대부분의 기업들은 C30399 그외 기타 자동차 부품 제조업에 포함된다.

(표 1) 연구 대상 기업 규모 분포 (단위: 개)

구분	금융위기 (2008~2011년)	호황기 (2012~2015년)	불황기 (2016~2019년)
대기업	2	2	2
중대기업	1	1	1
중견기업	9	12	16
중소기업	328	325	321
총 합계	340	340	340

(표 2) 연구 대상 기업 산업 분류 별 분포 (KSIC-9 기준)

세세분류	기업 수
C30110 자동차용 엔진 제조업	1
C30121 승용차 및 기타 여객용 자동차 제조업	4
C30122 화물자동차 및 특수목적용 자동차 제조업	1
C30201 차체 및 특장차 제조업	12
C30202 트레일러 및 세미트레일러 제조업	4
C30310 자동차 엔진용 부품 제조업	37
C30320 자동차 차체용 부품 제조업	36
C30390 기타 자동차 부품 제조업	1
C30391 자동차용 동력전달장치 제조업	10
C30392 자동차용 전기장치 제조업	11
C30399 그외 기타 자동차 부품 제조업	223
총 합계	340

3.1.2 특허 데이터

본 연구에서는 기업의 혁신 여부를 판단하는 지표로써 기업이 출원하고 등록된 특허 수를 활용하였다. 각 기업의 특허 정보는, 특허청과 한국특허정보원에서 제공하는 특허정보검색서비스(Kipris)의 데이터베이스에서 추출하였다. 연구에 사용한 등록 특허 내역은, 특허청에서 제공하는 산업(KSIC)-특허(IPC) 연계표를 기준으로, 연구 목적에 맞게 C30 자동차 제조업에 해당하는

특허 IPC에 한정하여 수집하였다. 자동차 제조업에 해당하는 특허분류 IPC는 (표 3)과 같다. 따라서, (표 3)의 IPC 코드를 기준으로 분석 대상 340개 기업이 2008년부터 2019년까지 특허청에 등록된 특허를 수집한 결과 총 특허 수는 18,362개였다. 4개년씩 3개 구간으로 나누어서 특허 등록 내역을 살펴보면, 금융위기 구간(2008~2011)에 4,224개, 호황기 구간(2012~2015)에 8,882개, 불황기 구간(2016~2019)에 5,256개의 특허를 등록하였다. 상대적으로 호황기 구간에서 가장 많은 특허가 등록되었음을 확인할 수 있다. 특허 데이터의 사용을 위해서,

각각의 기업이 보유한 특허를 대략적으로 살펴보면, 총 340개 기업 중, 2008년에서 2019년 사이에 특허를 하나 이상 등록한 기업은 총 163개이다. 구간 별로는 금융위기 구간에 86개 기업, 불황기 기간에 105개 기업, 호황기 기간에 123개 기업이 특허를 등록하였다. 가장 많은 특허를 보유한 기업은 현대자동차(주)이며, 전체 기간 12년동안 340개 기업이 등록한 특허 중 61%의 특허를 보유하고 있다. 구간 별로는 금융위기 구간에 62%, 호황기에 61%, 불황기에 59%를 보유하여, 시간이 지남에 따라 특허 보유량 점유율이 소폭 낮아지는 추세를 확인할 수 있다. 현대자동차(주)에 이어 특허를 많이 등록한 기업은 현대모비스(주)로, 두 기업이 가진 특허 수를 합하면, 전체기간에서는 74%였고, 금융위기 구간에서 79%, 호황기 77%, 불황기 66%의 특허를 보유하여 특허 보유량의 점유율은 낮아지나, 등록 특허의 대부분을 두 기업이 보유하고 있었다. 여기에 (주)현대케피코, 현대트랜시스(주) 등의 특허도 종합하면 80% 이상의 특허를 보유하여, 현대자동차 그룹 계열사 기업이 자동차 제조업

의 혁신을 주도하고 있음을 확인할 수 있다. 준대기업인 한국지엠(주)은, 2008년, 2009년 2년간 13개의 특허를 등록한 이후로 등록 특허가 전무하여, 규모에 비해 미진한 연구실적을 가지고 있다. 이는 2010년 국내 총판을 맡았던 대우자동차판매와 결별하고 2011년 GM대우에서 한국GM으로 사명을 변경하면서 미국 제너럴모터스의 계열사로서 기업활동을 이어가는 것으로 미루어, 연구개발의 결과가 한국 특허청에 있지 않음을 짐작할 수 있다.

(표 3) 한국산업분류표준(KSIC)-특허분류(IPC) 연계표

산업명	산업분류(KSIC)	특허분류(IPC)
자동차 제조업	C30(C3000)	B60B, B60D, B60F, B60G, B60H, B60J, B60K, B60L(B60L13 제외), B60N, B60P, B60R, B60S(B60S3 제외), B60T, B60W, B62D, E05F, F02M, F02N, F02P, F16J, G05G

3.1.3 재무 데이터

본 연구에서는 연구 대상이 되는 340개 기업의 재무 데이터 또한 활용하였다. 재무데이터는, 회귀분석 모델의 통제 변수, 그리고 네트워크 분석의 가중 네트워크에 가중치로서 기업 매출 반영 등의 용도로 수집되었다. 효율적 수집을 위해 NICE평가정보(주)가 제공하는 KISVALUE 서비스를 이용하였다. 연구 모델에 통제변수로써, 기업의 규모를 반영하기 위해, 종업원수, 연매출 정보를 수집했다. 수집된 데이터로 12개년을 4개년씩 각 구간 별로 연평균 종업원수, 연평균 매출을 계산하여 반영하였다. 340개 기업의 연평균 종업원수의 총합은 금융위기 구간 13.9만명, 호황기 15.5만명, 불황기 16.3만명이다. 또한, 340

개 기업들의 구간 별 평균 연매출은 금융위기 구간 88.5조원, 호황기 114.2조원, 불황기 120.2조원이며, 연구 대상이 되는 340개 기업 서로 간의 거래 규모는 금융위기 구간 6.8조원, 호황기 12.7조원, 불황기 13.4조원이다.

3.1.4 데이터 전처리

본 연구에서는 앞서 언급한 바와 같이, 기업 간 거래 데이터, 특허 데이터, 재무 데이터 등을 종합한 데이터를 활용하였다. 하지만 각각의 데이터를 작성한 기관이 서로 다르기 때문에, 데이터 마다 기업명이 통일 되지 않았음이 확인되었다. 또한, 동일한 데이터라 하더라도, 과거 데이터와 현재 데이터의 기업명이 달라진 경우도 흔히 발견되었다. 특히, KoDATA의 기업 간 거래 데이터는, 매년 공급 기업이 제출한 판매처 정보를 자료를 종합한 터라, 정식 기업명이 아닌 경우가 다수 확인되었다. 따라서, 다른 데이터 간의 통일성, 같은 데이터 내에서의 통일성을 확보하기 위해, 데이터 전처리 과정이 필수적으로 선행되어야 했다. 데이터 전처리 과정은, KisValue의 재무데이터의 기업명을 기준으로 KoDATA의 기업 간 거래 데이터의 공급처, 판매처 모든 기업명을 통일하고, 이어서 Kipris의 특허 데이터 출원인 정보의 기업명 또한 동일하게 통일하는 과정이었다. 국세청에서 사업자에게 부여하는 사업자등록번호를 기준으로 동일 기업 여부를 식별하고 확인하면서, 기업명을 통일하는 과정이 이루어졌다.

먼저, KoDATA의 기업 간 거래 데이터에서는, 같은 기업임에도 12개 연도 별 각각의 기업명이 다른 경우, 동일 연도 내에서도 공급 기업과 수요 기업의

명칭이 다른 경우, 정식 기업 명칭이 아닌 경우, 해당 세 가지 경우를 해결하고 기업명을 통일해야 했다. 첫번째 경우는, 기업이 여러 목적으로 인한 사명 변경 혹은 통합, 계열 분리 등이 주된 이유이다. 예를 들어, 대우자동차(주)는 지엠대우(주)를 거쳐 한국지엠(주)으로 사명을 변경하였고, 버스 사업부는 자일대우버스(주), 트럭 사업부는 타타대우상용차(주)로 분할하였다. 현대위스코, 현대메티아 등은 2014년 현대위아로 흡수합병 되었다. 기업 홈페이지의 회사 연혁 등을 참고하는 세세한 수작업이 필요했다. 두 번째 경우와 세번째 경우는, 공급 기업이 제출한 자료를 종합하여 기업 간 거래 데이터가 만들어진 탓에 그 기준이 모호하여 자료의 통일성이 떨어진 것으로 짐작된다. 예를 들어, 에스엔티대우, S&T대우, S&T전장 등은 모두 SNT모티브(주)로 모두 통일했으며, 오토인더스트리, 오토, 오토경주공장, 오토오티오 등은 (주)오토인더스트리로, 디아이씨, 디아이시, 디아이씨연양공장 등은 (주)디아이씨로 통일하였다. 뿐만 아니라, 삼보모토스는 삼보모터스의 오탈자로 판단하여 수정하는 등의 경우도 여럿 발견되었다. 명칭을 통일하는 합리적 판단을 위해서, 기업 홈페이지, 언론 자료, 기업 사업장 위치 등을 확인하는 지난한 수작업이 계속되었다.

KisValue의 재무데이터 기업명을 기준으로 KoDATA의 기업 간 거래데이터 기업명이 정리한 후에, 사업자등록번호를 확인하여 두 데이터를 병합할 수 있었다. 기업명을 통일한 덕에, 종업원 수, 연매출 등 분석에 필요한 항목은 효율적으로 추가가 가능했다. KoDATA의 기업 간 거래 데이터는 목적에 의해 만들어진 데이터인 반면, 특허 데이터는 공식적으로 관리되는 정보로, 출원인 정보에 현재 기준의 기업명이 잘 반영되어 있었다. 출원인 정보에서 연구대상

이 되는 340개의 기업명을 하나하나 검색하여, 데이터 간의 연결이 잘못되는 것을 예방하였다.

3.2 연구 변수

3.2.1 독립변수: 아이젠벡터 중심성

본 연구에서는, 독립변수로서 아이젠벡터 중심성(Eigenvector Centrality)을 활용하였다. 아이젠벡터 중심성은, 하나의 기업과 거래하는 다른 기업이 얼마나 많은 거래선을 가진 기업인지를 반영할 수 있다.(Liuren Wu, 2015) 거래선을 많이 가진 기업은, 네트워크로 표현된 산업에서 중심 기업일 가능성이 높으며, 정재현(2017)의 연구에서 거래선이 많은 기업, 즉, 연결중심성(Degree Centrality) 값이 높은 상위 기업이 대기업 임을 확인하였다. 따라서, 본 연구에서 아이젠벡터 중심성을 규모가 큰 기업에 대한 거래 의존성의 척도로 활용하였다.

먼저, 연결중심성(Degree Centrality)은 특정 노드(node)에 직접적으로 연결된 엣지(Edge)의 수를 의미한다. 해당 개념으로 특정 노드 i 의 연결중심성을 산출하는 방법을 수식으로 표현한 것이 식 (1)(Newman, 2018)이다. A_{ij} 는 노드 i 에서 노드 j 로의 엣지를 나타내며, 노드 i 와 노드 j 의 연결 여부를 표현한 것이다. 그리고 N 은 네트워크의 모든 노드의 개수를 나타낸다. 즉, 식 (1)이 의미하는 것은, 개념 대로 노드 i 와 다른 노드가 연결된 개수를 의미한다. 따라서, 연결중심성(Degree Centrality)은 전체 네트워크에서 국지적인 중심성을 측정하는 척도(relative measure of local centrality)로서 활용된다.(Freeman, 1979) 때문에, 공급 사슬 네트워크에서 연결중심성의 수치가 크다는 것은, 해당 기업에 거래가 집중된다는 것을 의미한다. 정재현(2017)의 연구에서와 마찬가지로, 본 연구의 기업 간 거래 데이터에서도, 연결중심

성의 수치가 큰 기업이 상대적으로 규모가 큰 기업임이 확인되었다. (표 4)에서 구간 별로 연결중심성이 큰 상위 20개 기업을 확인할 수 있다.

$$C_D(i) = \sum_{j=1}^N A_{ij} \quad \text{식 (1)}$$

(표 4) 연결중심성 상위 기업 20개

금융위기			호황기			불황기		
기업명	DC	NDC	기업명	DC	NDC	기업명	DC	NDC
1 현대자동차(주)	69	0.318	현대자동차(주)	70	0.280	현대자동차(주)	77	0.279
2 한국지엠(주)	55	0.254	현대모비스(주)	53	0.212	현대모비스(주)	57	0.207
3 현대모비스(주)	49	0.226	한국지엠(주)	53	0.212	한국지엠(주)	44	0.159
4 쌍용자동차(주)	19	0.088	쌍용자동차(주)	22	0.088	쌍용자동차(주)	21	0.076
5 브노코리아자동차(주)	14	0.065	(주)성우하이텍	13	0.052	(주)성우하이텍	16	0.058
6 (주)성우하이텍	10	0.046	브노코리아자동차(주)	11	0.044	브노코리아자동차(주)	13	0.047
7 (주)화신	9	0.042	(주)화신	10	0.040	(주)셀트랄	12	0.044
8 (주)셀트랄	8	0.037	인지컨트롤스(주)	9	0.036	에스엘(주)	10	0.036
9 에스엘(주)	8	0.037	(주)셀트랄	8	0.032	대원강업(주)	9	0.033
10 발레오진장시스템스코리아(주)	7	0.032	피에이치에이(주)	8	0.032	(주)화신	9	0.033
11 피에이치에이(주)	7	0.032	에스엘(주)	8	0.032	(주)평화발레오	8	0.029
12 인지컨트롤스(주)	7	0.032	대원강업(주)	7	0.028	피에이치에이(주)	8	0.029
13 (주)상신정공	6	0.028	서한산업(주)	7	0.028	현대트랜시스(주)	8	0.029
14 (주)유니크	6	0.028	(주)현대캐피코	7	0.028	SNT모티브(주)	8	0.029
15 대원강업(주)	6	0.028	(주)상신정공	7	0.028	(주)디엠씨	7	0.025
16 SNT모티브(주)	6	0.028	(주)화신정공	7	0.028	인지컨트롤스(주)	7	0.025
17 (주)디아이씨	5	0.023	(주)평화발레오	6	0.024	서한산업(주)	7	0.025
18 (주)영진	5	0.023	(주)디아이씨	6	0.024	풍기산업(주)	7	0.025
19 (주)모베이스전자	5	0.023	SNT모티브(주)	6	0.024	(주)디아이씨	7	0.025
20 (주)평화발레오	5	0.023	(주)디에스시	6	0.024	(주)현대캐피코	7	0.025

DC: 연결중심성 (Degree Centrality)

NDC: 표준화 된 연결중심성 (Normalized Degree Centrality)

아이겐벡터 중심성(Eigenvector Centrality)은, 연결중심성과 마찬가지로 해당 노드의 연결성을 중심으로 (Degree-based) 한다. 하지만, 노드 i와 연결된 노드 j가 중심성이 매우 높은 노드였다면, 연결중심성의 정의대로 또 다른 노드들과 동일하게 1의 연결성을 부여하기에 무리가 있다. 해당 연결이 단순히 하나의 연결 이상의 의미를 지닌다고 해석할 수 있는 것이다. (강아름, 2019) 아이겐벡터 중심성은 이러한 의미를 반영하며, 이를 수식으로 표현하

면, 식 (2)와 같다.(강아름, 2019)

$$C_E(N_i) = \sum_j^g x_{ij} C_E(N_j) \quad i \neq j \quad \text{식 (2)}$$

$C_E(N_i)$ 는 노드 i 의 아이겐벡터 중심성을 나타내고, $C_E(N_j)$ 는 노드 j 의 아이겐벡터 중심성을 나타낸다. g 는 노드의 개수, 그리고, x_{ij} 는 노드 i 와 j 간 연결 관계의 이진수 또는 가중치로써, 특정 노드 j 와의 연결에 가중치를 부여하는 것이다. 때문에, 공급 사슬 네트워크에서 아이겐벡터 중심성이 높다는 것은, 연결 중심성이 높은 기업과 연결되었다는 뜻으로, 규모가 큰 기업과 거래 중임을 알 수 있다.

3.2.2 종속변수: 특허 수

앞서 언급한 바와 같이, 종속변수로써 각 기업이 가진 특허 수를 활용하였다. 특허 수는 모든 분야의 혁신활동을 설명하는 정량적 자료로 흔히 활용(Griliches, 1990 ; Hall, Jaffe & Trajtenberg, 2001)되므로, 앞선 선행연구를 따라 본 연구에서도, 혁신의 정도를 특허 수로 표현하고자 한다. 하나의 특허에는 여러 기업 혹은 기관이 특허 출원에 함께한 경우가 많다. 특히, 현대자동차 그룹 계열사들 간의 협력이나, 기업과 대학교 산학협력단과의 협력 사례가 많았는데, 본 연구에서는 첫번째 출원 기관을 제외한 다른 출원 기관은 연구에서 제외하였다.

3.2.3 통제변수: 기업 규모 및 기업 성과

통제변수로 평균 종업원 수와 평균 연매출을 회귀 모델에 각각 사용하여 기업 규모를 통제하였다. 기업이 보유한 자원과 능력은 기업의 규모로 대표되므로 (이병헌 외, 2014) 기업 스스로의 혁신 역량을 일부 통제한 것이다. 기업의 종업원 수와 매출액에는 자연 로그를 취한 값을 활용하였다. 기업의 R&D 투자나 혁신 수준에 유의미한 영향을 미치는 요인으로 보고된 기업 연력, 기업 규모, 기업성과, 전년도 R&D 투자 등이 흔히 통제변수로 사용되나, (최환석 외, 2016) 본 연구에서는 종업원 수로 기업의 규모, 연매출로 기업 성과만을 각각 통제하였다. 앞서 언급한 대로, 12개년의 데이터를 4개년씩 세 구간으로 분할하였고, 매년의 종업원 수, 연매출 정보를 구간 별로 평균 내고, 자연로그를 취하여 변수로 활용하였다.

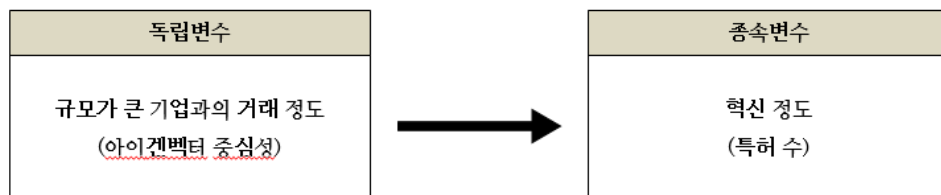
3.3 연구 모형

3.3.1 네트워크 분석

기업 간 거래 데이터를 활용하여, 자동차 산업의 네트워크 분석을 진행하였으며, 분석은 Gephi 소프트웨어를 이용하였다. 분석에는 기업의 가중네트워크를 활용하였다. 가중치는 구간 별로, 각 공급 기업의 판매처 별 평균 매출 비중에, 평균 연매출을 곱하여 적용하였으며, 대기업과 중소기업의 매출 차이가 큰 관계로, Gephi에서 제공하는 기능으로 엣지의 가중치를 표준화하였다. 또한, Gephi 프로그램 활용을 위해서, 기업 간 거래 데이터를 가공하여 Gephi 프로그램 활용에 맞게 데이터셋을 재구성하는 과정이 선행되었다. 엣지(edge)가 출발하는 노드 기업은 Source 열에, 엣지(edge)가 종착하는 노드 기업은 Target 열로 구성하고, 가중치인 판매처 별 매출 비중을 Weight 열에 작성하였다. 네트워크 분석은 앞서 구분한 세 구간, 금융위기 구간(2008년 ~ 2011년), 호황기 구간(2012년 ~ 2015년), 불황기 구간(2016년 ~ 2019년)으로 각각 나누어 진행했다. Gephi 프로그램에서 제공하는 기능을 활용해, 각 구간 별 기업 별로 아이젠벡터 중심성을 산정해 연구 모델의 독립변수로 사용했다.

3.3.2 가능일반최소제곱법(FGLS) 분석

실증을 위한 회귀분석 모형을 도식화한 것은 (그림 5)와 같다. 규모가 큰 기업과 거래할수록, 더 많은 혁신을 한다는 가설을 검증하기 위해서, 규모가 큰 기업과 거래하는 정도를 아이겐벡터 중심성으로 정량화하여 독립변수로 활용하였으며, 혁신의 정도는 특허 수로 측정하여 종속변수로 사용하였다. 모형의 통제 변수는, 기업 규모와 기업 성과로, 각각 종업원 수와 연평균 매출을 사용하여 반영하였다. (그림 2)의 도식화된 모형을 수식으로 나타낸 분석 모형은 모형 (1), 모형 (2) 다음과 같이 설정하였다.



(그림 5) 회귀분석 모형의 도식화

$$INNO_{it} = b_0 + b_1 EIGEN_{it} + b_2 \log EMPLOYEE_{it} + u_{it} \quad \text{모형 (1)}$$

$$INNO_{it} = b_0 + b_1 EIGEN_{it} + b_2 \log SALES_{it} + u_{it} \quad \text{모형 (2)}$$

i 는 기업, t 는 4년씩의 세 연도 구간을 의미하고, $INNO$ 는 기업의 특허 등록 수를 나타내는 종속변수이다. $EIGEN$ 은 기업 마다의 아이겐벡터 중심성으로 독립변수이며, $EMPLOYEE$ 와 $SALES$ 는 각각 기업의 해당 구간 연평균 종업원 수와 연평균 매출액을 의미하는 통제변수이다. 모형 (1)의 모형에서는, 종업

원 수를 이용하여 기업 규모를 통제하였으며, 모형 (2)의 모형에서는 연매출을 이용하여 기업성과를 통제하였다. 두가지 통제변수를 한 모형에 사용하지 않은 이유는, 두 변수 간의 상관관계가 0.9181로 높게 나타났기 때문이다.

$$u_{it} = V_i + \varepsilon_{it} \quad \text{식 (3)}$$

u 항은 무작위 오차항을 나타내는데 식 (3)과 같이 나누어진다. V_i 는 관찰할 수 없는 기업의 특수한 효과를 나타내고, 입실론 항은 나머지 무작위 오차를 나타낸다. V_i 는 기업마다 다르지만, 자동차 산업 내에서 그 수치는 일정하다고 가정한다. V_i 가 각 지역마다 추정되는 고정변수이고, 입실론 항은 분포가 독립적이고 동분산을 갖는 정규변수라면, 분석 모형 (1)과 모형 (2)는 고정효과모형이 된다. 하지만, 식 (3)의 두 오차항이 모두 무작위라면, 모형 (1)과 모형 (2)는 확률효과모형이 된다. 고정효과모형과 확률효과모형 중 어느 한 모형이 더 적합하고 유효하다는 확실한 이론적 근거가 없고, Hausman 모형설정 검정도 모형 선택의 절대적인 기준이 되지 못한다. (김태희&이용모, 2012)

그럼에도 본 모형은 Hausman 모형설정 검정에서 모형 (1), 모형 (2) 두 모형 모두 유의하여 ($p = 0.0000$) 1% 유의수준에서 일치추정량을 기각하고, 고정효과모형을 사용하기로 하였다. 일반적으로 패널자료를 이용하여 회귀분석을 할 경우 패널 간의 이분산과 패널 내에 자기상관이 존재할 가능성이 높다. 먼저, 고정효과모형으로 1차 회귀분석하고 사후 검정한 결과, $p=0.0000$ 으로 0.05보다 작아 패널 개체 간 이분산성이 존재하는 것으로 나타났다. 따

라서, 가능일반최소제곱법 (FGLS: Feasible Generalized Least Squares)을 사용하여 2차 회귀분석을 실시하였다. (김태희&이용모, 2012) (표 5)는 변수를 정리한 것이다.

(표 5) 변수 및 측정 지표

변수	측정치표	출처
규모가 큰 기업과의 거래 정도	기업 간 거래 데이터, 네트워크 분석 아이겐벡터 중심성	한국평가데이터㈜
기업 규모	종업원수	NICE평가정보㈜
기업 성과	연평균 매출	NICE평가정보㈜
혁신 정도	구간 별, 기업 특허 수	특허정보원

4. 연구 결과

4.1 네트워크 분석 결과

네트워크 분석 결과, 2008년에서 2019년까지, 한국 자동차 산업 공급사슬 네트워크에서 규모가 큰 주요 기업의 영향력이 커지는 양상으로 변화하였을 것이라는 가설을 채택하였다. 한국 자동차 산업의 네트워크는 세 가지 측면으로 요약할 수 있는데, 첫번째는 네트워크 중심성 수치를 통해 분석한 결과, 네트워크에 참여하는 기업의 수가 늘어났고, 한 기업 당 거래하는 기업의 수도 또한 늘어나 시간이 지남에 따라 거래선의 수가 증가한 것이다. 두번째 또한, 네트워크 중심성 수치를 분석한 것으로, 산업을 주도하는 주요 기업들은 크게 변하지 않았으나, 이들 기업과 거래하는 기업들은 시간이 지나면서 다수 변화하여 거래선의 양상이 달라진 측면이 있다. 또한 세번째는, 산업 내의 클러스터를 분석하여, 클러스터의 점유율이 두 개의 완성차 업체로 집중되어, 산업 내에 큰 규모의 완성차 업체의 영향력이 커졌음을 도출하였다. 요약하자면, 2008년에서 2019년까지 한국 자동차 산업 공급사슬의 기업들은, 거래선을 증가시켰고, 해당 거래선의 양상이 달라진 가운데, 대규모 완성차 업체의 영향력이 커지는 양상으로 변화하였다. 분석의 세부적인 내용은 이후 후술한 내용에 포함하였다.

4.1.1 연결중심성과 밀도

먼저, (표 6)는 구간 별로, 네트워크의 노드(node) 수, 엣지(edge) 수, 노드들의 연결중심성 평균, 연결중심성 분산 등을 나타낸 것이다. 노드의 수는 네트워크에 참여하는 기업의 수를 뜻하고, 엣지의 수는 네트워크에 참여한 기업 간의 거래 수를 의미한다. 연결중심성의 평균은, 네트워크에서 각 기업의 평균 거래 수를 나타내며, 연결중심성 분산은 연결중심성의 분포를 확인할 수 있다. (표 6)를 살펴보면, 연구대상이었던 340개 기업 중에서, 거래 네트워크에 참여하는 기업 수는 217개에서 250개, 276개로 늘어나는 반면, 연결중심성 평균, 즉, 한 기업이 거래하는 평균 거래 기업 수는 늘어나는 것으로 나타난다. 네트워크의 사이즈가 증가했는데, 네트워크의 밀도 또한 늘어난 것으로 볼 수 있다. 보통은, 이론적으로 네트워크의 사이즈가 증가하면 네트워크의 밀도는 감소하는 것이 일반적이지만, 네트워크의 밀도 또한 증가한 것으로 미루어, 기업들이 거래선을 늘린 것으로 해석할 수 있다. 연결중심성 평균이 늘어났는데, 분산이 줄어든 것 또한, 이러한 해석을 뒷받침하는 근거가 될 수 있다. 따라서, 한국의 자동차 산업의 기업들은 2008년에서 2019년 간의 기간에 거래선을 증가 시켰음이 확인된다.

(표 6) 구간 별 연결중심성 등 네트워크 분석 결과

구간	연도	노드 수 (Nodes)	엣지 수 (Edges)	연결중심성 평균 (Avg. Degree Central.)	연결중심성 분산 (Var. Degree Central.)
금융위기	2008~2011	217	332	3.060	47.26
호황기	2012~2015	250	405	3.240	43.01
불황기	2016~2019	276	463	3.355	42.12

4.1.2 연결중심성과 아이젠벡터 중심성

이어서, 거래선이 달라지는 기업들의 변화도 지켜볼 만하다. (표 7)는 표준화된 연결중심성 값 상위기업 20개이며, (표 8)는 아이젠벡터 중심성 값 상위기업 20개이다. (표 7)와 (표 8)를 통해서, 각 중심성의 상위기업의 양상이 구간 별로 어떻게 달라지는지 확인할 수 있다. 빨간색 음영은 상위 1위에서 10위까지의 기업을 표시하였으며, 노란색 음영은 상위 11위에서 20위까지의 기업을 표시한 것이다. (표 7)에서 금융위기 구간의 20개 기업 중, 호황기 구간에 상위 20위 안에 남은 기업은 16개, 불황기 구간에는 15개 기업이 남아 2008년에서 2019년 간 상위 기업의 변화가 크지 않았다. 반면, (표 8)에서는, 금융위기 구간의 20개 기업 중, 호황기 구간에 상위 20위 안에 남은 기업은 10개, 불황기 구간에는 8개가 남았다. (표 8)의 아이젠벡터 중심성이 높은 기업들은, 판매처 면면을 살펴보면, 현대자동차(주), 현대모비스(주), 한국지엠(주), 쌍용자동차(주), 르노코리아자동차(주) 등 완성차 기업이나, 주요 자동차 부품업체와의 거래가 많았다. 즉, 한국의 자동차 산업에서 거래 집중도가 높은 기업들의 양상은 큰 변화가 없는 반면, 이들과 거래하는 기업들의 양상은 크게 달라졌음을 볼 수 있었다. 앞서 연결중심성을 활용하여 기업들의 거래선이 증가했음을 확인하였다면, 아이젠벡터 중심성의 변화를 확인하여, 거래선의 양상 또한 달라졌음도 확인하였다.

(표 7) 표준화 된 연결중심성 값 상위 기업 20개

순위	금융위기		호황기		불황기	
	2008~2011	DC	2012~2015	DC	2016~2019	DC
1	현대자동차(주)	0.318	현대자동차(주)	0.280	현대자동차(주)	0.279
2	한국지엠(주)	0.253	현대모비스(주)	0.212	현대모비스(주)	0.207
3	현대모비스(주)	0.226	한국지엠(주)	0.212	한국지엠(주)	0.159
4	쌍용자동차(주)	0.088	쌍용자동차(주)	0.088	쌍용자동차(주)	0.076
5	르노코리아자동차(주)	0.065	(주)성우하이텍	0.052	(주)성우하이텍	0.058
6	(주)성우하이텍	0.046	르노코리아자동차(주)	0.044	르노코리아자동차(주)	0.047
7	(주)화신	0.041	(주)화신	0.040	(주)센트랄	0.043
8	(주)센트랄	0.037	인지컨트롤스(주)	0.036	에스엘(주)	0.036
9	에스엘(주)	0.037	에스엘(주)	0.032	(주)화신	0.033
10	발레오전장시스템스코리아(주)	0.032	(주)센트랄	0.032	대원강업(주)	0.033
11	피에이치에이(주)	0.032	피에이치에이(주)	0.032	(주)평화발레오	0.029
12	인지컨트롤스(주)	0.032	(주)현대케피코	0.028	피에이치에이(주)	0.029
13	(주)상신정공	0.028	서한산업(주)	0.028	SNT모티브(주)	0.029
14	(주)유니크	0.028	대원강업(주)	0.028	현대트랜시스(주)	0.029
15	대원강업(주)	0.028	(주)화신정공	0.028	(주)디에스시	0.025
16	SNT모티브(주)	0.028	(주)상신정공	0.028	서한산업(주)	0.025
17	(주)디아이씨	0.023	(주)평화발레오	0.024	(주)현대케피코	0.025
18	(주)영진	0.023	(주)디에스시	0.024	(주)디아이씨	0.025
19	(주)모베이스전자	0.023	SNT모티브(주)	0.024	인지컨트롤스(주)	0.025
20	(주)평화발레오	0.023	(주)디아이씨	0.024	(주)디엡씨	0.025

(표 8) 아이겐벡터 중심성 값 상위 기업 20개

순위	금융위기		호황기		불황기	
	2008~2011	EC	2012~2015	EC	2016~2019	EC
1	현대자동차(주)	1.000	현대자동차(주)	1.000	현대자동차(주)	1.000
2	현대모비스(주)	0.765	현대모비스(주)	0.771	현대모비스(주)	0.786
3	한국지엠(주)	0.701	한국지엠(주)	0.603	한국지엠(주)	0.449
4	(주)성우하이텍	0.287	(주)성우하이텍	0.306	(주)성우하이텍	0.295
5	발레오전장시스템스코리아(주)	0.253	인지컨트롤스(주)	0.256	대원강업(주)	0.238
6	(주)건화	0.245	(주)모베이스전자	0.237	삼성공조(주)	0.230
7	(주)유니크	0.243	대한이연(주)	0.235	(주)디엡씨	0.229
8	(주)모베이스전자	0.240	쌍용자동차(주)	0.225	(주)만엔휴벨코리아	0.202
9	유성기업(주)	0.237	(주)평화발레오	0.222	평화산업(주)	0.197
10	에스엘(주)	0.233	태양금속공업(주)	0.215	(주)계양정밀	0.197
11	(주)평화발레오	0.233	(주)디엡씨	0.213	태양금속공업(주)	0.195
12	평화산업(주)	0.222	우진공업(주)	0.213	(주)대흥정공	0.193
13	(주)세동	0.222	(주)대동시스템	0.213	인지컨트롤스(주)	0.189
14	태양금속공업(주)	0.220	(주)대흥정공	0.213	(주)대철	0.185
15	우진공업(주)	0.220	대원강업(주)	0.208	상신브레이크(주)	0.185
16	(주)만엔휴벨코리아	0.220	(주)티엔지	0.192	쌍용자동차(주)	0.184
17	(주)대동시스템	0.220	(주)대성사	0.190	동남정밀(주)	0.180
18	인지컨트롤스(주)	0.188	(주)지에스씨	0.189	(주)지에스씨	0.179
19	(주)영진	0.186	서한산업(주)	0.187	(주)대성사	0.178
20	풍기산업(주)	0.185	동남정밀(주)	0.187	(주)티엔지	0.175

4.1.3 네트워크 커뮤니티

Gephi를 이용하여, 네트워크 분석을 진행한 결과, 금융위기 구간 (2008년~2011년), 호황기 구간 (2012년~2015년), 불황기 구간 (2016년~2019년)의 네트워크 그림은 (그림 6), (그림 7), (그림 8)와 같다. 각 그림에서 색깔이 다르게 표현된 구획들은 네트워크 커뮤니티를 나타낸다. 커뮤니티는 다른 그룹의 노드와의 연결 보다 상대적으로 연결 밀도가 더 높은 노드들끼리의 그룹을 의미한다.(Barabasi, 2016) Gephi 프로그램에서는 모듈성 (modularity)이란 기능으로, 커뮤니티를 나눌 수 있는 알고리즘(Blondel et al., 2008)을 제공한다. 각 구간 별로 네트워크의 커뮤니티를 나누었으며, 동일하게 resolution은 2.0으로 설정하였다.

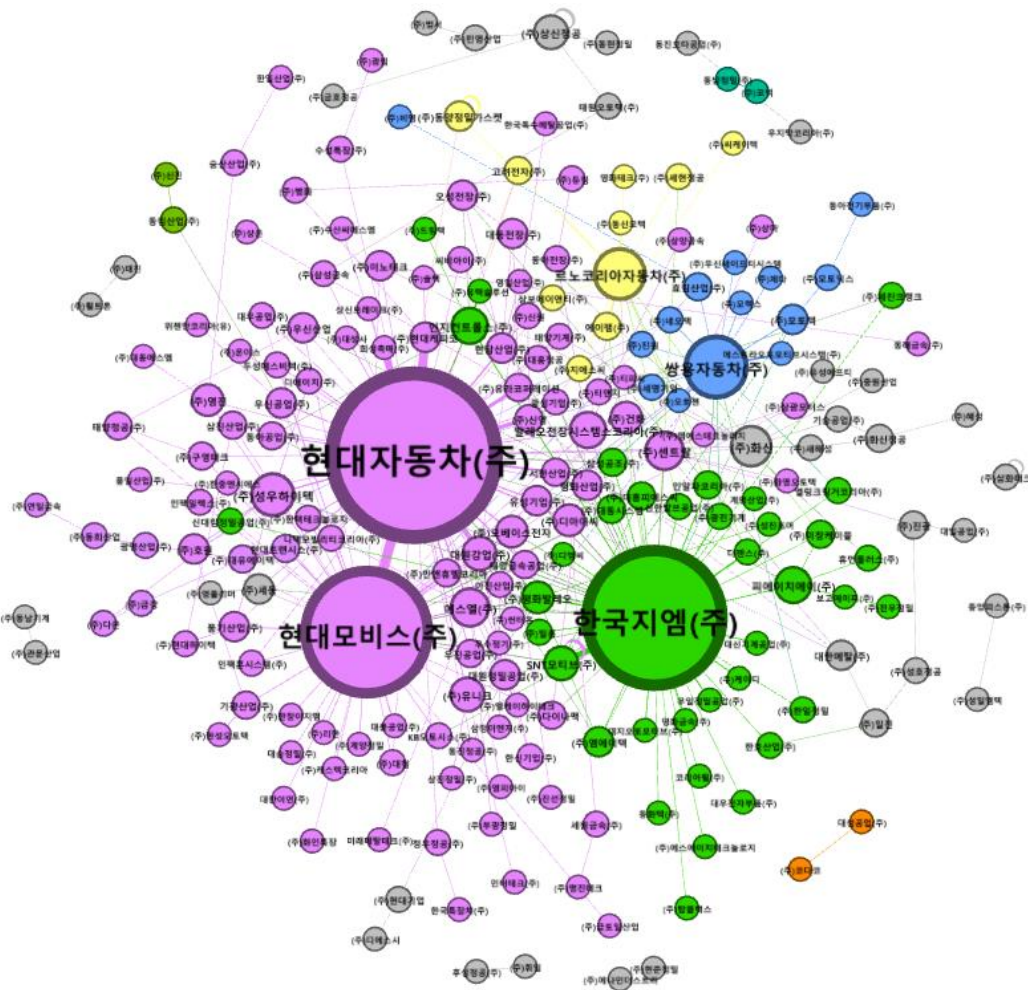
Gephi가 제공하는 알고리즘에 의해서 나누어진 커뮤니티 중, 보라색 노드들은 현대자동차(주) 기업과 현대모비스(주) 기업 중심의 커뮤니티이며, 초록색 노드들은 한국지엠(주) 중심의 커뮤니티이다. 구간 별 변화를 보자면, 금융위기 구간(2008년~2011년)에서는 현대자동차(주), 한국지엠(주), 르노코리아자동차(주), 쌍용자동차(주) 등 완성차 업체가 제각각 하나의 커뮤니티를 형성하고 있다. 반면, 호황기 구간(2012년~2015년)을 지나면서, 한국지엠(주)의 커뮤니티와 르노코리아자동차(주), 쌍용자동차(주)의 커뮤니티가 하나로 합쳐져, 현대자동차(주) 커뮤니티와 함께 전반적으로 네트워크를 양분하는 양상을 보인다. 구간 별로 커뮤니티의 개수도 금융위기 구간 19개, 호황기 구간 13개, 불황기 구간 18개로, 금융위기 구간을 거치면서, 커뮤니티의 수가 크게 줄어들어, 자동차 산업의 거래 관계 변화를 가늠케 한다.

(표 9)는 각 구간 별 네트워크에서, 점유율이 높은 상위 10개의 커뮤니티와, 각각의 커뮤니티 내에서 가장 많은 기업 간 거래금액을 가진 기업을 나타낸 것이다. 금융위기 구간 (2008~2011)의 커뮤니티는 4개의 완성차 업체가 상위 커뮤니티들의 중심이 되었던 반면, 호황기 구간 (2012~2015) 이후로는, 현대자동차(주)와 한국지엠(주)을 제외하고는 중견 부품업체 기업들이 커뮤니티의 중심이 되고 있다. 네트워크 상에서는, 르노코리아자동차(주)와 쌍용자동차(주)의 커뮤니티가 한국지엠(주)의 커뮤니티로 편입되었다. 불황기 구간 (2016~2019)에서는 호황기 구간과는 다른 새로운 중견 업체들도 커뮤니티의 중심으로 등장함을 확인할 수 있다.

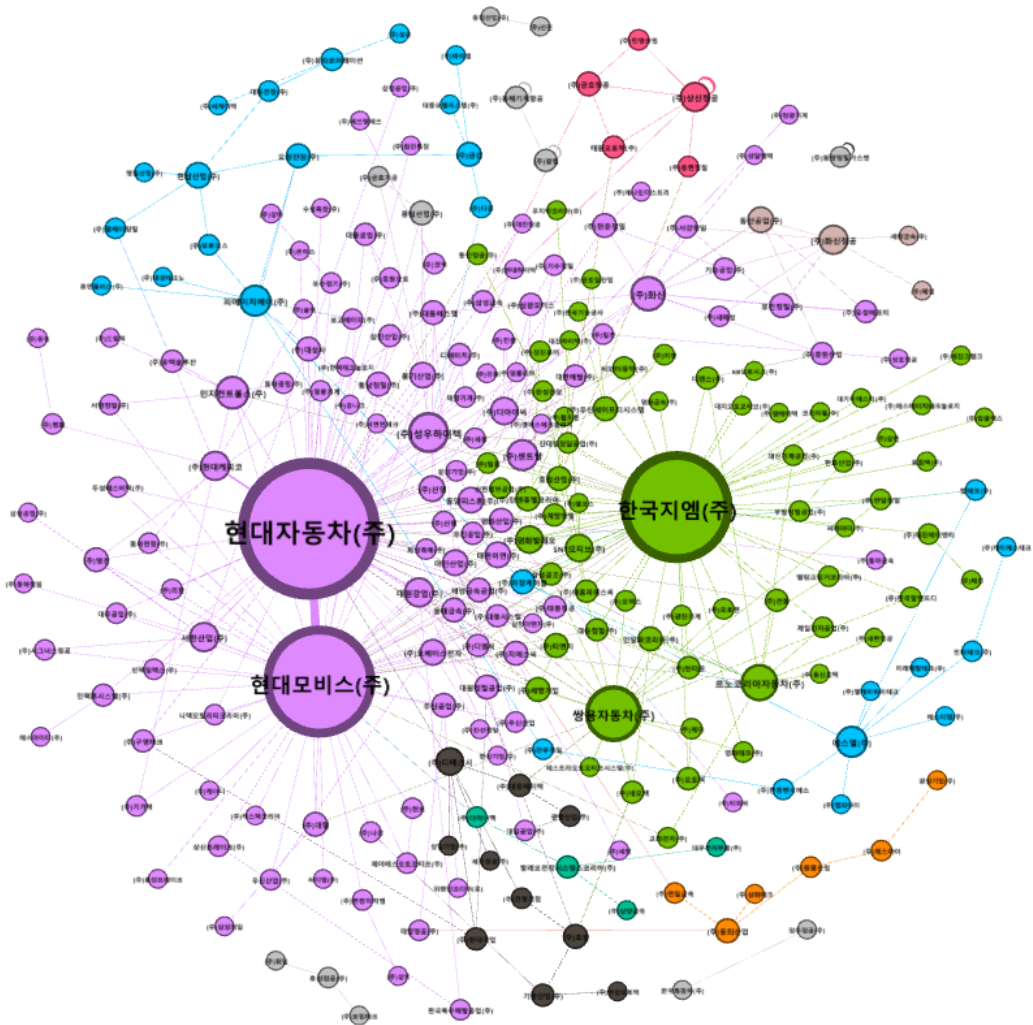
또한, 호황기 구간에서 불황기 구간을 지나면서, 현대자동차(주)의 점유율이 40.0%에서 49.3%로 대폭 늘었다. 반면, 2~10위 커뮤니티의 점유율은 호황기 구간에서 불황기 구간으로 넘어가면서 1~2% 가량 소폭 하락한 것을 볼 수 있다. 그리고 커뮤니티의 개수는 13개에서 18개로 오히려 증가하였다. 이는 불황기 구간(2016~2019)에서, 현대자동차(주)를 중심으로 네트워크가 재편되고 있음을 짐작해볼 수 있다.

(표 9) 구간별 점유율 상위 커뮤니티 10개 및 중심 기업

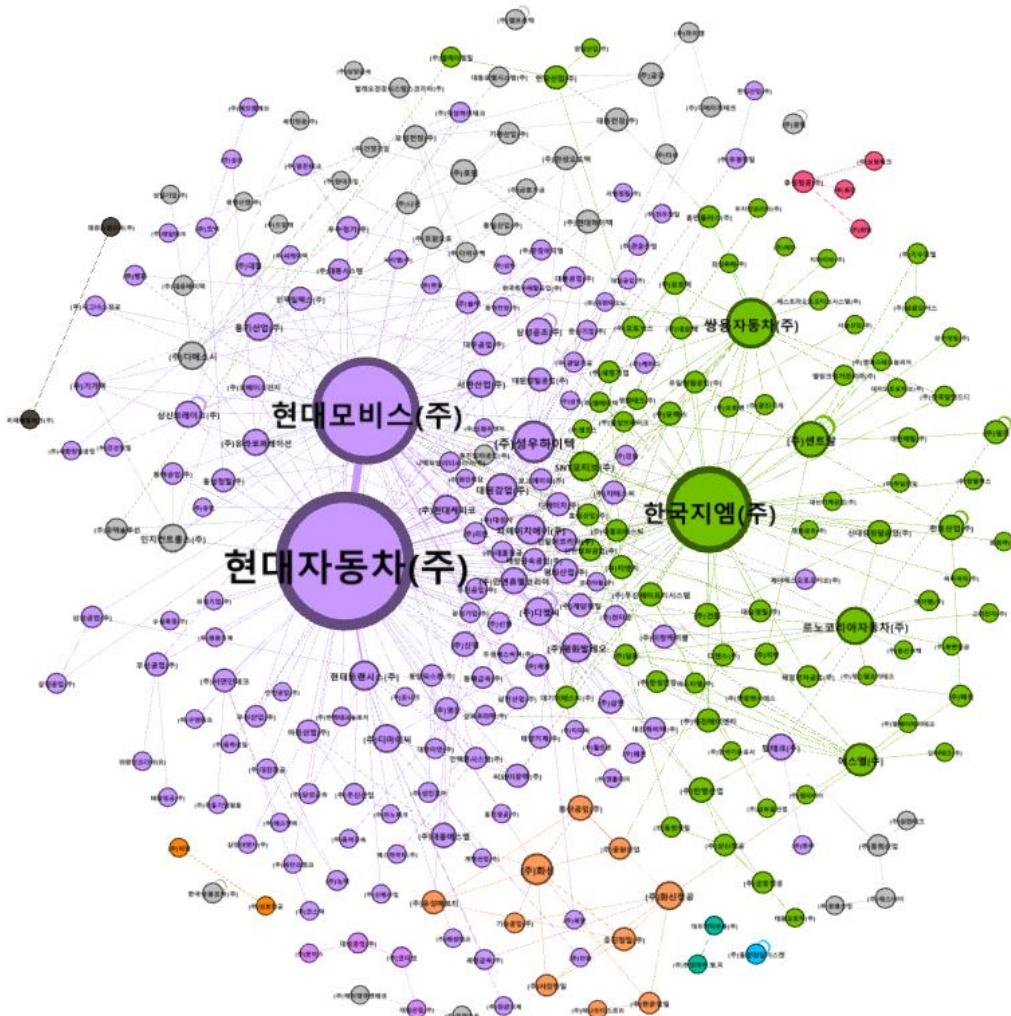
순위	금융위기 (2008~2011)		호황기 (2012~2015)		불황기 (2016~2019)	
	커뮤니티 내 거래액 최대 기업	점유율	커뮤니티 내 거래액 최대 기업	점유율	커뮤니티 내 거래액 최대 기업	점유율
1	현대자동차㈜	49.3%	현대자동차㈜	40.0%	현대자동차㈜	49.3%
2	한국지엠㈜	17.5%	한국지엠㈜	29.2%	한국지엠㈜	27.9%
3	쌍용자동차㈜	6.5%	피에이치에이(주)	10.8%	(주)디에스시	8.3%
4	르노코리아자동차㈜	4.6%	(주)화신	5.2%	(주)화신	3.6%
5	(주)화신	3.2%	(주)디에스시	4.0%	(주)동희산업	1.5%
6	현대트랜시스㈜	3.2%	(주)동희산업	2.4%	후성정공(주)	1.5%
7	(주)상신정공	2.8%	(주)상신정공	2.0%	대성공업(주)	1.5%
8	후성정공㈜	2.3%	발레오전장시스템스코리아(주)	1.6%	인지컨트롤스(주)	1.1%
9	(주)태진	0.9%	후성정공(주)	1.2%	(주)한성아이.엠.피	0.7%
10	대성공업㈜	0.9%	(주)광림	0.8%	풍일산업(주)	0.7%



(그림 6) 금융위기 구간 (2008년 ~ 2011년) 자동차 산업 340개 기업 네트워크



(그림 7) 호황기 구간 (2012년 ~ 2015년) 자동차 산업 340개 기업 네트워크



(그림 8) 불황기 구간 (2016년 ~ 2019년) 자동차 산업 340개 기업 네트워크

4.2 회귀 분석 결과

회귀 분석 결과는, (표 10)와 같다. 모형 (1)과 모형 (2) 모두에서, 아이겐 벡터 중심성은 특히 수에 유의미한 양(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 한국의 자동차 산업 네트워크에서, 아이겐벡터 중심성이 규모가 큰 기업과의 거래 집중도를 나타내고, 특히 수가 기업의 혁신을 대변하는 수치임을 고려하면, 해당 결과는, 규모가 큰 기업과 거래하는 것과 혁신은 서로 양의 유의한 관계를 가짐을 의미하여, 두번째 가설 또한 채택할 수 있었다. 모형 (1)에서 종업원 수로 기업 규모를, 모형 (2)에서 연평균 매출로 기업 성과를 통제하였는데, 종업원 수로 기업 규모를 통제하였을 때, 추정 계수의 값이 133.947로 모형 (2)의 기업 성과를 통제하였을 때 추정 계수 118.916 보다 더 큰 값을 가짐을 알 수 있다.

(표 10) 가능일반최소제곱법(FGLS) 회귀분석 결과

	모형 (1)	모형 (2)
아이겐벡터 중심성	133.947(54.946)**	118.916(56.968)**
log(종업원 수)	5.749(2.084)***	
log(연평균 매출)		2.776(1.355)**
상수	-33.872(9.616)***	-72.220(1.355)**
N	743	743
왈드의 카이제곱 통계량 (Wald's chi-square statistics)	17.50***	12.84***

a) *, **, ***은 각각 $p < 0.1$, $p < 0.05$, $p < 0.01$ 임

b) 괄호 안의 값은 표준오차를 의미함

(표 11)는 현대자동차(주), 현대모비스(주), 한국지엠(주)를 제외하고, 모형 (1)과 모형(2)를 분석한 결과이다. 현대자동차(주), 현대모비스(주), 한국지엠(주) 세 기업은, 금융위기, 호황기, 불황기 세 구간 모두에서 다른 기업에 비해 월등한 아이겐벡터 중심성 값을 보였으며, 대표적인 최종 수요기업이기 때문이다. 네 번째로 값이 높은 기업부터 0.3 이하의 중심성 값을 보이는 것에 비해, 세 기업은 0.7 이상의 값을 보였다. 뿐만 아니라, 전체 특허의 70% 이상을 현대자동차(주), 현대모비스(주) 두 기업이 보유하여 큰 집중도를 나타냈기 때문이기도 하다. 세 기업을 제외했음에도, 아이겐벡터 중심성은 특허 수에 유의미한 양(+)의 영향을 주는 것으로 나타났으며, 추정 계수의 값은 (표 10)와 비교하여 낮아졌음을 확인할 수 있었다. 규모가 큰 기업과 거래하는 것과 혁신이 서로 양의 유의한 관계를 가짐에는 변함이 없었다.

(표 11) 가능일반최소제곱법(FGLS) 회귀분석 결과 (3개 대기업 제외)

	모형 (1)	모형 (2)
아이겐벡터 중심성	9.122(2.392)***	5.867(2.080)***
log(종업원 수)	4.249(0.327)***	
log(연평균 매출)		4.302(0.258)***
상수	-18.853(1.476)***	-103.384(6.236)***
N	734	734
왈드의 카이제곱 통계량 (Wald's chi-square statistics)	186.94***	288.44***

a) *, **, ***은 각각 $p < 0.1$, $p < 0.05$, $p < 0.01$ 임

b) 괄호 안의 값은 표준오차를 의미함

5. 연구 결론 및 한계

5.1 연구 결론

자동차 산업은, 자동차라는 제품의 기능은 그대로 이면서 제품 자체의 기술 패러다임이 크게 변화하는 대표적인 converted industry(Yun et al., 2019)이다. 또한, 연구에 반영된 2008년에서 2019년 기간의 한국 자동차 산업은, 기계장치가 주가 되던 내연 기관차 위주의 산업에서, 전자전기 기술 중심의 전기차, 수소차 위주의 산업으로, 또한 자율주행 자동차 산업으로 변화하고 있었다. 이러한 시장의 변화가 반영되어, 앞선 네트워크 분석에서 거래선의 수가 많아지고, 거래선 변화 양상 또한 다양해지는 결과가 나타난 것으로 추정된다. 기존에 한국 자동차 산업에서 내연 기관차 시장을 주도하던 기업들은, 기술 혁신이 요구되는 시장의 변화에, 생존을 위해서 거래선을 늘리고, 다양화시키고 있다. 또한, 네트워크 분석으로, 한국 자동차 산업에서 현대자동차(주) 기업을 필두로 규모가 큰 기업의 영향력이 커지는 양상을 확인할 수 있었음과 더불어, 규모가 큰 기업과의 거래가 공급기업에 미치는 영향력이 크다는 회귀 분석 결과를 통해, 한국 자동차 산업은 규모가 큰 기업들의 혁신 리더십이 중요해지고 있음을 추측해볼 수 있다.

5.2 연구 한계점

본 연구에는 몇 가지 한계점이 있었다. 먼저, 한정적인 연구자료로, 자동차 산업에 종사하는 수 천개의 기업을 반영하지 못하고, 340개 기업에 국한한 분

석으로, 전체 산업을 대변하기에 부족함이 있다. 또한, 데이터를 전처리 하는 과정에서 수요처가 ‘수출’로 표기된 자료, 한 거래선에 많은 제품을 공급하지 않고 ‘기타’로 표기된 자료 등은 네트워크 분석에서 엣지(edge)의 도착지점이 불분명하여 삭제한 점 또한 제한적이다. 해외 수출로 기업의 경쟁력을 높였거나, 거래선을 세분화한 전략 등은 분석에서 드러나지 않은 채로 결론을 도출하였기 때문이다.

두번째로, 분석 모형에서 혁신의 다양한 요인들이 충분히 고려되지 못한 한계점 또한 존재한다. 통제변수로, 기업의 규모, 기업성과 등이 사용되었으나, 흔히 기업의 혁신 수준에 유의미한 영향을 미치는 요인으로 알려진, 기업의 R&D 투자, 기업의 연령, 전년도 R&D 투자 등(최환석 외, 2016)이 데이터의 한계 등의 이유로 모두 반영되지 못하였다.

세번째로, 네트워크 분석에서 중심성과 클러스터 이외에, 네트워크의 강도, 형태 등 다른 방법으로 분석하지 않은 점 또한 본 연구의 한계점이다. 일례로, Rowley(2000)는 네트워크의 강도를 분석하여, 기업 간의 강한 연결(strong tie) 관계는 기존의 기술을 세련화 하는데 적합하며, 약한 연결(weak tie) 관계는 새로운 기술 혁신에 유리하다고 주장한 바가 있다. 유사한 내용에 대하여 Darr & Talmud(2003)는 네트워크의 형태를 통해서, 새로운 기술이 주도하는 신흥시장(emerging market)에 적합한 형태의 공급사슬 네트워크 형태가 있음을 주장하기도 하였다. 또한, 거래관계가 강할수록 혁신에 필요한 다양성을 확보하기 쉽지 않음을 주장한 Dyer and Nobeoka(2000)의 연구 또한 네트워크의 강도를 고려한 결과이다. 네트워크 분석 방법의 다양한 활용으

로, 한국 자동차 산업의 거래 네트워크 변화에 대한 다양한 함의를 도출하는 것이 미흡하였다.

마지막으로, 특히 수라는 하나의 측정 방법으로 변수를 정리하여, 혁신의 다양한 특성 반영이 부족한 것도 본 연구의 한계점이다. 먼저, 자동차 산업은 다시 세부적으로 여러 부품 산업으로 구분된다. 구분된 산업 별로 각각 다른 형태의 혁신 양상이 일어날 수 있고, 본 연구에서 도출한 결과와 반대 방향으로 공급기업의 혁신이 수요기업의 혁신으로 이어지는 경우도 있을 것이나, 이러한 측면이 고려되지 않았다. 또한, 최근에는 지속가능성, 공정 거래 등의 이슈가 성장 이외에도 혁신에 중요한 유인인데, 본 연구에서는 이러한 혁신의 성격이 반영되지 않았기 때문에, 혁신의 방향성에 대한 함의를 도출하기 어려운 한계점이 있었다.

참고 문헌

(1) 단행본

Laudon, K. C. and Laudon, J. P. (2011), Management Information Systems
12/E: Managing the Digital Firm

(2) 학위 논문 및 학술 논문

강경수, 옥주영 (2015), "21세기 현대자동차의 공급사슬 구축 사례 연구".

강아름 외 (2019), "글로벌 완성차업체의 중국 현지 공급네트워크 분석: 거래
관계 네트워크와 연결강도 네트워크의 비교".

김영룡, 김국동 (2019), "전기차 및 수소차 생산을 위한 거래 협력 네트워크
의 공간적 변화".

김태희, 이용모 (2012), "재정분권화가 지방정부 사회복지지출에 미치는 영향".

이덕희 외 (2006), "자동차산업의 기업간 거래유형이 생산성에 미치는 효과".

이병현 외 (2014), "정부의 기술개발 지원이 중소기업의 기술혁신 성과에 미
치는 영향".

정재현 (2019), "사회적 네트워크 분석을 이용한 전자산업 클러스터 연구".

정재현, 홍장표 (2015), "중소기업, 중견기업: 대기업과 중소기업간 거래네트
워크 구조와 특성".

최환석, 김양민 (2016), "마중물 또는 눈먼 돈: 정부 연구개발 지원금이 연구
개발 투자와 기업 혁신에 미치는 영향".

- 홍장표 (2015), "기업 간 거래네트워크의 계층성과 경영성과".
- 홍장표, 남종석 (2016) 대, 중소기업간 거래관계가 협력 중소기업의 연구개발투자에 미치는 영향
- Armour, H. O. & Teece, D. J. (1980), "Vertical Integration and Technological Innovation".
- Atallah, G. (2010), "Vertical R&D Spillovers, Cooperation, Market Structure, and Innovation".
- Barabási, A. L. (2009), "Scale-Free Networks: A Decade and Beyond".
- Blondel, V. D. et al. (2008), "Fast unfolding of communities in large networks".
- Bonacich, P. (2007), "Some unique properties of eigenvector centrality".
- Borgatti & Li, X. (2009), "On social network analysis in a supply chain context".
- Chu, L. K. et al. (2015), "Choosing reverse channels under collection responsibility sharing in a closed-loop supply chain with re-manufacturing".
- Darr, A. & Talmud, I. (2003), "The Structure of Knowledge and Seller-Buyer Networks in Markets for Emergent Technologies".
- Dooley, K. et al. (2011), "Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach".
- Dyer, J. H. & Nobeoka, K. (2000), "Creating and managing a high-

- performance knowledge-sharing network: The Toyota case".
- Griliches, Z. (1991), "The Search for R&D Spillovers".
- Hall, B. H. et al. (2001), "The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools".
- Hippel, E. V. (1976), "The dominant role of users in the scientific instrument innovation process".
- Kim, D. & Zhu, P. (2018), "Supplier dependence and R&D intensity: The moderating role of network centrality and interconnectedness".
- Kranton, R.E. & Minehart, D.F. (2001), "A Theory of Buyer-Seller Networks".
- Li, K. (2018), "Innovation externalities and the customer/supplier link".
- Raymond, L. & St-Pierre, J. (2004), "Customer dependency in manufacturing SMEs_implication for RnD and performance".
- Rowley, T. et al. (2000), "Redundant governance structures: an analysis of structural and relational embeddedness in the steel and semiconductor industries".
- Isaksson, O. & Seifert, R. (2016), "Knowledge spillovers in the supply chain: Evidence from the high tech sectors".
- Wu, L. (2015), "Centrality of the Supply Chain Network".
- Yun, J. J. et al. (2019), "The role of a business model in market growth: The difference between the converted industry and the emerging

industry".

(3) 신문 기사

김남이 (2022), "대우조선, 수주 늘어도 적자... '빅3'가 만든 구조적 문제", 「머니투데이」 (2022.08.06.).

성수영 (2020), "코로나19로 제조업 지표 경제위기 수준으로 추락... 車 '직격탄'", 「한경경제」 (2020.06.30.).

(4) 법령

공정거래위원회 (2022), "독점규제 및 공정거래에 관한 법률".

중소벤처기업부 (2021), "중소기업기본법 시행령".

(5) 온라인 자료

KOSIS 국가통계포털 (2022), "제조업 생산능력 및 가동률지수",
https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1F31501&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1&docId=0307211266&markType=S&itmNm=%EC%A0%84%EA%B5%AD.

e-나라지표 (2022), "중소제조업 생산동향",
https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1184

Abstract

The effect of customer firm size to supplier firm's innovation in supply chain network : the case of Korean automobile industry

Seok-hui Lee

Technology Management, Economics and Policy Program

The Graduate School

Seoul National University

In the supply chain relationship between firms, there are various studies on the innovation relationship between customer firms and supplier firms. There is also a view that knowledge sharing between firms in supply chain is advantageous for firm innovation, and there is a negative view that dependence between firms hinders firm innovation. Following these previous studies, this study demonstrated the effect of innovation in customer firms on innovation in supplier firms by using transaction relations data in the Korean automobile industry. In particular, the Korean automobile industry is an industry in which vertical and long-term relationships are established under the leadership of large firms. In connection with the specificity of these industries, this study analyzed that

the more innovations occur in supplier firms that deal with large customer firms. Network analysis was conducted using transaction data for 12 years from 2008 to 2019 of 340 firms in the Korean automobile industry, and the degree of transaction with large firms was expressed with the centrality derived as a result. In addition, using the number of patent registrations of firms as a measure of innovation, it was analyzed that the more innovation occurs as a transaction with large firms. As a result of the analysis, positive significant results were derived, and it was confirmed that the larger the supplier deals with large firms in the supply chain, the more registered patents are held and innovation occurs. In addition, network analysis confirmed that the number of transaction of automobile industry firms increased over time from 2008 to 2019, and the transaction pattern also changed, and the industry changed to lead by large firms. Based on the results that more innovation occurs as it deals with large firms, it was derived as implications that the leadership of large firms becomes important in the automobile industry environment that is changing led by large firms.

Keywords: Social Network Analysis, Supply Chain Network, Eigenvector Centrality, Firm Innovation

Student Number: 2021-20314