

# 자동차 부품산업의 전자세금계산서 기반 2차·3차 공급망 분석: 브레이크 업계를 중심으로

## Supply Network Analysis of Second and Third Outsourcing Firms with E-Invoice at Automobile Parts Industry: Focused to Brake Manufacturing Firms

김태진(Tae Jin Kim)\*, 이재 후(Jae Hoo Lee)\*\*, 홍정식(Jung Sik Hong)\*\*\*

### 초 록

본 연구는 실시간으로 생성되는 전자세금계산서(e-invoice) 데이터를 활용하여 자동차 부품 산업 내의 공급망을 분석하였다. 완성차에게 부품을 공급하는 모듈단위 업체를 1차 업체라고 정의하였으며 총 8가지 모듈 단위 중에서 제동장치의 서브 모듈인 브레이크를 중심으로 2차/3차 공급망 분석을 실시하였다. 2차 브레이크 생산 업체는 3개 업체로, 이들 업체의 에고 네트워크 분석을 토대로 각 업체의 3차 하청업체들의 네트워크상에서의 역할-통합자와 할당자 그리고 허브-이 규명되었다. 네트워크 수준 분석에서는 브레이크 업계 점유율 1위인 A<sub>2</sub>의 네트워크는 다른 2개의 경쟁 업체보다 업체 수가 많고 권한이 집중되어 있는 것으로 나타났다. 또한 브레이크 업계 사업유형별 거래 전 속도를 통해 거래적 위상관계를 분석하였는데 전체 업체의 37%가 위계적 거래였으며 사업유형 관점에서 도매업, 상품중개업 그리고 고무 제품 및 플라스틱 제품 제조업의 거래 전속도 값이 1일 정도로 위계적 거래관계인 사실을 입증했다.

### ABSTRACT

Supply network of automobile part is addressed with the e-invoices generated at real time. Automobile is composed of 8 modules. Firms which produce these modules are defined as the first outsourcing firm. Brake is the part of power control module and so, brake manufacturing firm is called the second outsourcing firm. In this paper, the third supply networks of brake manufacturing firms is analyzed with e-invoices and social network method. At the node-level, the third outsourcing firms are classified into 3 categories, interator, allocator and hub with respect to their role at the ego-network of each brake manufacturing firm. At the network level, A<sub>2</sub>, one of 3 brake manufacturing firms have

\* Department of Industrial and Information Systems, Public Policy and Information Technology Professional Graduate School, SNUT(taejin@scp.re.kr)

\*\* Department of Data Science, Graduate School, SNUT(popjaehoo@seoultech.ac.kr)

\*\*\* Corresponding Author, Department of Industrial and Systems Engineering, College of Business and Technology, SNUT(hong@seoultech.ac.kr)

Received: 2016-06-21, Review completed: 2016-07-19, Accepted: 2016-08-05

more outsourcing firms and bigger centrality than the other brake manufacturing firms. Intra-firms trade patterns are, also, analyzed by using the degree of trade dedication with respect to the modes of business. It is shown that trade pattern of retail, commodity brokerage firm, rubber and plastic manufacturing firm are hierarchical trade because their degree of trade dedication is almost near to 1.

**키워드** : 자동차 부품, 브레이크, 사회연결망, 공급사슬  
Automobile Part, Brake, Social Network, Supply-Chain

## 1. 서 론

국내 자동차 핵심 기업인 현대·기아자동차가 세계 메이저 업체로 성장함에 따라 자동차 부품 기업들의 실적과 규모 역시 성장하고 있으며 자동차 부품 산업은 단순 부품을 공급하는 방식에서 점차 기능을 가진 부품의 집합체인 자동차 모듈을 공급하는 형태로 바뀌어 가고 있다[24].

공급사슬상의 계층화된 협력업체를 통해 2~3만 개의 부품이 조달되는 자동차 부품 산업의 특성을 감안할 때, 부품협력업체간의 반응성이 전체 공급사슬의 수익성을 담보하게 되는 특징을 가지고 있으므로 개별 공급 업체의 공급사슬에서의 위치와 역할에 대한 이해가 중요하다[29].

현재까지 자동차 부품 산업 공급망에 대한 연구로는 현대모비스를 중심으로 현대자동차의 생산방식을 규명한 연구와[12, 24] 현대자동차를 넘어서 자동차 부품산업 전체의 하청 연결망 특성을 분석한 연구[22], 공급사슬관리 협업 프로세스 설계 및 구현에 대한 연구[11] 그리고 부품 특성과 품질 수준이 재무적 성과에 미치는 영향을 분석한 연구[10] 등이 있다.

또한, 자동차 부품 산업을 대상으로 사회 연결망 분석을 적용한 국외 연구는 크게 2가지로

나눌 수 있다. 첫째, 다양한 완성차를 대상으로 각각의 완성차의 부품 공급망의 구조를 사회 연결망 분석을 활용하여 비교 분석한 연구가 있으며[4, 15] 둘째로, 사회연결망 분석을 적용하여 부품 업체들이 공급망 내에서의 위치와 수행하는 역할을 규명한 후에, 이러한 공급망 구조와 관련 업체의 성과지표간의 관계를 분석한 연구가 있다[2, 13].

본 논문은 연구 대상이 공급망 내 2차/3차 하청업체인데, 3차 업체의 경우, 규모의 영세성으로 업체의 재무제표 등에 관한 데이터를 확보하기가 어렵다. 그뿐만 아니라, 실제 거래 데이터의 수집 문제로 인하여 기존 연구에서는 단순 설문조사 및 자동차공업협회의 자료만을 토대로 분석한 한계점을 지니고 있다. 이러한 자료의 제약으로 기존 연구에서는 주로 1차 하청업체 중심으로 연구가 진행되었기 때문에 2차/3차 하청업체를 중심으로 거래 관계를 분석한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 자동차 부품업체간 실거래 데이터를 기반으로 한 본 논문은 사회연결망 분석을 활용하여 2차/3차 업체 간의 공급망 형태 및 구조를 분석하는 첫 번째 부류의 연구에 속한다고 할 수 있다.

한편, 기존 연구와 같이 자동차 부품 공급망에서의 거래 관계 유형을 시장 거래형, 위계적 거래형, 네트워크 거래형으로 나누게 되면, 가

시적 망 형태로 보여주지 못하게 될 뿐만 아니라 이러한 거래 관계 유형이 서로 다른 위상(topology)을 갖는지에 대한 연구 역시 제대로 수행하기 어려운 문제가 있다. 이에 본 연구에서는 기존 연구가 갖고 있는 문제점들을 해결하기 위해 빅데이터 연구에서 이슈로 떠오르고 있는 전자세금계산서(e-invoice) 데이터를 활용하여 2차/3차 업체에 대한 분석을 진행하고자 한다.

전자세금계산서 제도는 2010년도에 제도가 도입되어 2014년도에 법인사업자 뿐만 아니라 직전연도 공급가액 3억 이상인 개인사업자도 의무적으로 전자세금계산서를 발행하도록 하게 함에 따라 국내 7백여만 사업자들의 B2B 거래관계 데이터의 양이 매년 페타급(6억 건 이상)으로 발생하고 있다. 전자세금계산서는 세금계산서를 종이로 작성하여 등기우편으로 배달하는 방식이 아닌, 공인인증서를 사용하여 전자서명이 된 디지털 문서형태의 세금계산서를 말하며 공급자 정보, 공급 받는 자 정보, 작성일자, 공급가액, 품목 등 기업 간 실시간 거래 현황을 담고 있는 표준화 데이터이다. 이에 본 연구에서 전자세금계산서 데이터를 이용하여 자동차 부품 산업의 공급망 분석을 실시 하고자 한다.

특히, 자동차 부품 산업에서 1차/2차/3차 하청업체의 식별은 그 자체가 하나의 주된 연구 대상이다. 최종 완성품의 1차/2차/3차 하청업체의 정의는 완성품의 제조 공정에 따라 달리 정의된다[21, 25]. 자동차의 경우 한 부품의 제조 공정이 끝난 후, 그 부품을 포함한 부품의 제조 공정이 시작되는 선행 공학 방식이다. 따라서 자동차 제품을 분해하면, 완성차-모듈-부품-구성품의 형태를 갖게 된다. 본 논문에서

연구 대상으로 하는 브레이크 부품을 예로 들면, 완성차-제동 장치 모듈-브레이크 부품-브레이크 패드 구성품과 같은 형태를 갖게 된다. 이를 고려하여 본 논문에서는 모듈 생산업체를 1차, 부품 생산업체를 2차 그리고 구성품 생산업체를 3차로 정의하고자 한다.

브레이크 업체를 연구 대상으로 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 전자공시시스템의 업체별 매출 금액 양이 전자세금계산서 상의 매출 금액과 90% 이상 일치 하였다. 전자세금계산서 데이터는 기업 간의 거래내역 데이터로서 수출 및 전자세금계산서로 거래하지 않은 품목에 대해 누락 될 수 있는 한계점이 있기에 실제 공시 연간 매출과 가장 많이 일치하는 브레이크 업체를 선정하였다. 둘째, 실거래 데이터 특성상 품목명으로 기술된 내용이 일반적으로 명확히 식별하기 어려운 경우가 많기 때문이다. 예를 들어, 베어링 부품의 경우 전자세금계산서를 작성하는 사람에 따라 “Bearing”, “베어링”, “모델명”, “물품대” 등 다양하게 적을 수 있다. 그러므로 특정 업체가 생산하는 품목이 1~2개로 제한할 수 있는 전문 부품업종의 분석이 필요하였으며, 이에 따라 브레이크 업종을 선정하여 업체 단위 분석이나 품목 단위 분석의 차이가 없게 하였다.

이러한 브레이크 업계 전자세금계산서 데이터를 이용하여 부품 산업의 구조를 분석하는 방법론으로는 사회연결망 분석을 활용하고자 한다. 사회연결망분석은 다양한 학문분야에서 널리 사용되고 있는 분석도구일 뿐만 아니라[7, 15, 20, 26]. 공급망에서의 행동적 메커니즘을 이해하기 위해 기존 연구에서 활용되어 왔다 [3]. 본 연구에서 활용된 사회연결망 분석도구는 전 세계적으로 가장 많이 사용하는 컴퓨터

소프트웨어 중에 하나인 넷마이너(Netminer)를 활용하였다. 넷마이너는 사회연결망 특성의 시각화뿐만 아니라 공급망 특성에 따른 연결 특징을 다양한 분석지표를 통해 구체화할 수 있다. 또한 본 논문에서는 고객사의 정보가 들어있는 전자세금계산서의 기업 정보를 비식별화 하기 위하여 업체 명을 명시하지 않았으며  $A_2, B_2, C_2, \dots, N_2$ 를 2차 업체라고 서술할 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 자동차 부품 산업의 2차/3차 공급망을 분석하게 된 연구 배경이 기술된다. 제3장에서는 사회연결망 분석 지표 및 공급망 분석 지표들이 제시된다. 제4장에서는 분석 데이터 및 2차/3차 업체 분석, 사회연결망 분석 지표에 의한 분석, 공급망 분석지표에 의한 분석이 수행된다. 마지막으로 제5장에서는 본 논문의 결론 및 추후 연구방향이 기술된다.

## 2. 선행 연구

자동차 부품 산업에 대한 연구는 크게 2가지로 나눌 수 있다. 즉, 자동차부품산업과 타 산업과의 연관성을 다루는 연구와 부품산업 내에서의 공급망 특성을 파악하는 연구들이 그것이다.

첫째, 자동차 부품 산업과 타산업과의 연관성을 다룬 연구들이 있다. 자동차 부품 산업은 소재공업, 전기·전자 공업, 석유화학공업 및 기계 공업 등의 관련 산업과 긴밀한 관계를 가지는 조립 산업으로서 국민경제 발전과 산업구조 고도화에 중요한 역할을 하는 기초 산업적 특성을 갖고 있다[23]. 자동차 부품 산업은

전방에서의 기계, 전자, 화학, 금속 등 다양한 산업기반을 필요로 하는데 산업 전방에 위치한 자동차 부품의 각종 소재가격이 상승하면 부품의 가격 경쟁력에 큰 위협요소가 되며, 원유가격의 상승도 화학제품의 상승과 금속 소재의 가격의 상승을 초래하여 자동차 부품제조업에 큰 영향을 준다[30].

둘째, 자동차 부품 산업 내에서 공급망 특성을 파악하는 연구들이 있다. 완성차 중심의 자동차 산업구조에서 부품기업은 완성차 업체인 대기업에 대한 의존성이 매우 높다[23]. 2000년대에 들어서면서 현대자동차와 기아자동차를 합한 현대자동차 그룹의 시장지배력은 줄곧 70% 이상을 유지하고 있다. 자동차 부품산업은 대체적으로 부품 공급 구조에서 상위 단계에 있는 기업들이 하위 업체들보다 기술연구와 설비투자에 많은 자본이 소요되는 자본 집약적 산업의 특성을 갖고 있으며, 규모의 경제 실현에 따른 가격 경쟁력 확보여부가 매우 중요한 경쟁요소로 작용한다[17]. 이런 측면을 고려하여, 기존 연구에서는 부품 공급 구조를 규명하고자 시장분산도와 부품 수준에서 나타나는 거래관계 유형의 차이 분석을 통해 하청연결망에 대한 특성을 설명하였다[22].

국내 부품 기업들의 경우, 2012년 기준으로 완성차 업체 납품사 총 887개사 중 특정 1개 완성차업체에 진속적으로 납품하는 기업은 424개사(47.8%)이지만, 국내 1~2위의 완성차업체인 현대자동차와 기아자동차가 같은 계열로 실질적으로 하나의 기업이라는 점을 감안하여 확대할 경우 655개사(73.8%)로 증가되어 완성차업체에 대한 진속 정도가 매우 높게 나타나고 있는 게 현실이다[8]. 기존 연구에서 자동차 부품산업의 경우 고객과 공급자라는 거래관계,

차량 관련 기술 개발이 완성차업체 주도 하에서 이루어지는 특성상 완성차 업체가 부품 업체 대비해서 우월한 사업지위를 보유하게 되며, 차량개발 및 기술 관련 기밀 사항에 대한 유출 위험을 고려해 완성차업체가 부품업체에게 다른 경쟁기업으로의 납품에 제한을 두는 경우가 많아 완성차업체와 부품업체 간에는 전속적인 거래 관계가 나타나게 된다[22]. 자동차 부품 산업의 공급망 속성을 다룬 연구들은 거의 모두 완성차와 하청업체 전체와의 관계를 다루고 있다[19]. 따라서, 완성차의 특정 모델이나 부품의 공급망을 미시적으로 다룬 연구는 거의 없는 실정이다.

한편, 본 논문에서 연구방법론으로 활용하는 사회연결망 분석과 자동차 부품산업 공급망과의 연관성을 다룬 논문은 다음과 같다. 우선 국내 논문으로는 공급망 분석 시 사회연결망 분석을 활용하여 방법론적인 접근을 취한 연구도 있고[5]. 기존 사회연결망 분석을 통한 공급망 분석[16]에서 물적 흐름을 고려하여 노드 수준과 네트워크 수준에서의 역할과 특성을 분석하였다. 사회 연결망 분석을 이용한 연구는 이미 다양한 분야에서 활발히 이루어지고 있다. 게임 산업에서 온라인 게임 생태계의 특성과 구조, 퍼블리셔-개발사 간의 상호관계에 대해 분석[9]과 태양광 산업에서 기업 집단별 특성과 수요·공급 관계를 이해하기 위한 연구로 활용[21]되었으며, 공급망을 통한 위험 전파모형 등의 연구가 진행되었다[18].

국내 자동차 부품 산업 관련 공급망 연구로는 단순 매입·매출 여부 정도를 활용한 거시적인 생태계 분석[14]에 그쳤다. 또한, 실제 데이터 수집의 한계로 인해 자동차 부품 산업에서의 기업 사례를 든 연구[12]외에는 연구가

잘 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 자동차 부품 산업에서의 업체 간 실거래 데이터를 통해 사회연결망 분석 기법을 적용하여 2차·3차 공급망 분석을 하고자 한다.

### 3. 연구개념

#### 3.1 사회연결망 분석 지표

사회연결망 분석 지표는 노드 수준에서 정의되는 지표와 네트워크 수준에서 정의되는 지표로 나누어진다[16].

##### 3.1.1 노드 수준(Node-Level)

노드 상의 핵심 주체를 분석하기 위한 목적으로 중심성(Centrality) 지표가 널리 활용되고 있으며 다음과 같이 나누어진다.

##### (1) 내향 중심성(In-Degree Centrality)

내향 중심성이 높은 노드일수록 매입이 집중적으로 발생하여 부품 산업에서 통합(Integrator) 역할을 하며 물자 관리 및 부가가치(value added) 제품 판매 가능성이 높은 성향을 보인다. 내향 중심성은 아래와 같이 정의된다.

$$C_{d_{in}}(n_i) = \frac{d_{in}(n_i)}{N-1} \quad (1)$$

여기서  $C_{d_{in}}(n_i)$ 는 노드  $n_i$ 의 내향 중심성이고 네트워크 상에서의 업체  $i$ 를 나타내는 노드의 점수이다.  $d_{in}(n_i)$ 는 업체  $i$ 와 내적 방향으로 연결된 링크 수 그리고  $N$ 은 전체 노드 수를 의미한다.

(2) 외향 중심성(Out-Degree Centrality)

외향 중심성이 높은 노드일수록 매출이 집중적으로 발생하여 부품 산업에서 할당(Allocator) 역할을 하며 제한된 자원을 여러 고객사에게 집중해야 되기 때문에 규모의 경제를 실현할 필요성이 있다. 외향 중심성은 아래와 같이 정의 된다.

$$C_{d_{out}}(n_i) = \frac{d_{out}(n_i)}{N-1} \quad (2)$$

여기서  $C_{d_{out}}(n_i)$ 는 노드  $n_i$ 의 외향 중심성이고 네트워크 상에서의 노드인 업체  $i$ 를 나타내는 노드의 점수이다.  $d_{out}(n_i)$ 는 업체  $i$ 와 외적 방향으로 연결된 링크 수이다.

(3) 매개 중심성(Betweenness Centrality)

매개 중심성이 높은 노드일수록 다른 노드들 사이에 위치하는 정도가 높음을 의미하며 매개자 혹은 중개(Hub) 역할을 하게 된다. 최종 조립 부품 업체에게 높은 수준의 제품 품질을 제공해야 하며 전체적인 부품 공급흐름을 담당하게 된다.

$$C_b(n_i) = \frac{\sum_{j < k} N_{jk}(n_i) / N_{jk}}{[(N-1)(N-2)/2]} \quad (3)$$

여기서  $C_b(n_i)$ 는 노드  $n_i$ 의 매개 중심성이고 노드인 업체  $i$ 를 나타내는 노드의 점수이며 방향이 없는 네트워크 상에서의 값이다.  $N_{jk}$ 는 노드인 업체  $j$ 로부터 업체  $k$ 를 연결하는 최단 경로의 수,  $N_{jk}(n_i)$  업체  $j$ 와 업체  $k$ 를 연결하는 최단 경로 중에 업체  $i$ 를 포함하는 최단 경로의 수이다.

3.1.2 네트워크 수준(Network-Level)

네트워크 상의 구조적 특징을 분석하기 위한 목적으로 집중화, 네트워크 밀도 지표가 활용되고 있으며 다음과 같다.

(1) 네트워크 집중화 (Network Centralization)

네트워크 집중화가 높으면 권한이 몇 개의 업체에 집중되기 때문에 소수의 업체에 의해 결정이 진행된다. 그렇기 때문에 공급사슬상에서의 부품 계획에 따른 지배권이 높을 수 있다.

$$C = \frac{\sum_{i=1} [C_d(n_i^*) - C_d(n_i)]}{[(N-1)(N-2)]} \quad (4)$$

$n_i$ 는 노드인 업체  $i$ 를 나타내고  $C_d(n_i)$ 는 노드  $n_i$ 의 연결 중심성(degree-centrality)이며 방향이 없는 연결 링크 수를 고려한다.  $C_d(n_i^*)$ 는 네트워크 상에서 연결 링크 수가 가장 많은 노드의 연결 중심성이며 각각 노드 연결 중심성 점수 차이의 합을 통해 네트워크 집중화 점수를 구한다. 만약, 모든 노드들의 연결 중심성이 같을 경우 네트워크 집중화 점수  $C$ 는 0으로 최소 값을 가지게 된다.

(2) 네트워크 밀도(network density)

부품 수준에서의 네트워크 밀도는 공급사슬 측면에서 시장분산도라 한다. 시장분산도는 해당 부품의 거래에 참여하는 상위 업체와 하청 업체간의 하청관계를 의미하며 부품별로 실제 존재하는 하청관계수를 가능한 최대 하청관계수로 나눈 값이다. 즉, 네트워크 밀도 값이 1에 가까울수록 거래 행위자들 간에 뚜렷한 장벽

없이 거래가 이루어지고 있다는 의미이며 0에 가까울수록 그 부품을 생산하는 하청업체들이 특정 상위 업체에 거래를 집중하고 있다는 뜻이다. 네트워크 밀도가 높을수록 많은 회사들이 공급 흐름에 참여하게 되며 제품 공급에 있어 여러 단계에 걸쳐 진행되므로 리드타임이 길어진다.

$$D = \frac{k}{N(N-1)/2} \quad (5)$$

k는 방향이 없는 네트워크 내에서 존재하고 있는 총 연결 링크 수이며,  $N(N-1)/2$ 는 네트워크에서 연결 될 수 있는 모든 경우의 링크 수를 의미한다.

### 3.2 부품산업의 공급망 분석 지표

#### 3.2.1 거래 관계 유형

경제 행위자들 간의 거래 유형을 구분한 기존의 논의에 따르면, 거래 유형은 거래의 조건, 거래의 지속기간, 거래의 반복 여부에 따라 크게 3가지로 구분할 수 있다[22].

##### (1) 시장 거래형

다수의 거래 당사자가 거래에 참여하고, 거래의 지속기간이 비교적 짧으면서, 거래 형성 여부가 가격에 따라 정해지고, 거래 당사자들 자유롭게 변경하는 형태의 거래를 의미한다.

##### (2) 위계적 거래형

소수의 완성업체와 다수의 하청업체가 거래하며, 하청업체들은 주로 정해진 완성업체와 집중적으로 거래한다. 하청업체 입장에서 자유

롭게 완성업체와의 거래 조건을 변경하거나 또는 거래하는 완성업체를 바꾸기 어렵다.

##### (3) 네트워크 거래형

거래 당사자들이 한 번 거래하면 지속적으로 반복 거래하면서 거래 조건에서 가격 보다는 장기적인 협동과 그 결과를 목적으로 하고 있다. 결과적으로 거래 당사자 간 지속적인 네트워크가 형성된다는 것이다.

#### 3.2.2 공급망 종속 관계 분석

자동차 부품 산업에서 지배적인 거래 유형을 파악하기 위한 방법으로 거래 전속도(degree of trade dedication)라는 개념이 사용되고 있다 [22].

거래 전속도는 Uzzi[28]가 기업의 사회적 자본(Corporate social capital)을 측정하는 개념으로 제시한 것이다. 이는 하청업체의 경우 상위 거래업체들로부터 거래량을 얼마나 집중 혹은 분산하는가를 나타낸다.

예를 들어 한 부품업체가 세 개의 상위 거래업체와 거래할 경우 이들 상위거래 업체가 부품업체의 매출에서 차지하는 비율이 각각 50%, 30%, 20%라면 이 부품업체의 거래 전속도는  $(0.5)^2 + (0.3)^2 + (0.2)^2 = 0.38$ 로 계산된다. 거래 전속도는 0에서 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 특정 상위 업체와 집중적으로 거래하는 것을 나타내며 반대로 0에 가까울수록 거래 업체들 간에 고르게 거래하고 있다는 것을 의미한다[22].

전자세금계산서 데이터를 통해 연결된 공급망으로 부터 노드 수준, 네트워크 수준, 거래 전속도를 통해 거래 관계 유형을 분석할 것이다. 거래 전속도가 높거나 1에 가깝다는 것은 해당

업체의 업체간 사회적 자본이 높은 것으로 확인된다. 즉, 이는 거래하는 대상 기업들로부터 높은 신뢰 혹은 사회적 자본을 형성하고 있다는 것으로 파악된다. 한편으로는 거래하는 업체로부터의 매출 의존도가 높기 때문에 생존 위험으로 직결되기도 한다.

#### 4. 데이터 기반 2차·3차 공급망 분석

##### 4.1 분석 대상 데이터 정렬

서론에서 1차 업체는 <Table 1>에 자동차 부품 기능별 분류를 참고하여 기능 구분에서 모듈을 생산하고 있는 주요 모듈 단위 업체이며 2차/3차 업체는 모듈을 구성하고 있는 부품 단위 업체라고 정의하였다. 모듈인 제동장치, 부품 단위인 브레이크 업체를 분석하고자 완성차 2차 하청 업체인 브레이크 3개 업체 ( $A_2, B_2, C_2$ )를 선정하였다. 브레이크 3개 업체는 과거 오랜 기간 동안 국내 브레이크 업계 점유율 90%를 유지해왔으며 완성차에게 부품을 공급하는 핵심 2차 업체이다.

본 연구는 자동차 부품 산업 공급망 분석에 있어 시간에 따른 동태적 분석보다는 특정 기

Figure 1 shows an electronic invoice (전자세금계산서) with various fields and a data dictionary table below it. The invoice includes fields for invoice number, date, and amounts. The data dictionary table lists fields, their data types, lengths, and descriptions.

분류	필드	DataType	길이	비고(전표와의 관계)
공급자 정보	1 대표자명	CHAR	11	전표에 사업장코드가 존재하며 해당 사업장코드
	2 상호	CHAR	30	로 사업장 Master에서 정보를 가져온다.
	3 주소	CHAR	70	
	4 연락처	CHAR	30	
공급받는자 정보	5 대표자명	CHAR	11	전표에 거래처코드가 존재하며 해당 거래처코드
	6 상호	CHAR	30	로 거래처 Master에서 정보를 가져온다.
	7 주소	CHAR	70	
	8 연락처	CHAR	30	
작성일자	9 일자	DATS	8	항전표 작성일자
공급가액	10 금액	CURR	17	전표상의 공급가액
세액	11 세액	CURR	17	전표상의 세액
품목정보	12 품목	CHAR	50	
	13 규격	CHAR	32	입계전표에서 원본전표(Billing/Invoice)를 찾아
	14 수량	QUAN	16	품목정보를 가져온다.
	15 단가	CURR	15	
합계금액	16 공급가액	CURR	17	전표의 공급가액+세액
	17 세액	CURR	17	
Payment 정보	18 현금	CURR	17	할수 입력정보가 아니므로
	19 수표	CURR	17	세금계산서 발행 시점에는 결정되지 않음.
	20 예금	CURR	17	
영수/영구 구분	21 영수/영구 구분	CHAR	3	세금계산서 발행 시 사용자 선택

<Figure 1> Electronic Invoice

간에 대한 횡단 분석의 관점을 갖고 있다. 자동차 부품 산업의 계절적인 특성을 고려하여 1년 동안의 분석 기간을 고려하였으며, 그에 따라 2014년 1월 1일부터 2014년 12월 31일의 기간 동안 거래되어 생성된 자동차 부품 산업 전자

<Table 1> Functional Classification of Automobile Parts

Parts	Components
car body	panel, door, bumper, frame
power unit	engine body, cooling system, fuel supply system, automatic lubricators, exhaust system
driveline	clutch, transmission, bearings, gear
suspension	shock-absorber, spring, stabilizer
steering	steering wheel, steering column, steering gear
brake	brake system, disk, drum
electronics	battery, wiring, motor, switch, sensor, lamp, ECU
etc.	car seat, audio/video devices, A/C, air bag, wiper, tire, wheel



세금계산서 데이터를 활용하였고 데이터는 (사)한국전자세제협회로부터 수집하였다. <Figure 1>의 전자세금계산서 명세서를 보면 ❶ 공급자 정보(대표자, 사업자 번호, 업종, 업태) ❷ 공급받는 자 정보(대표자, 사업자 번호, 업종, 업태), ❸ 작성일자, ❹ 공급가액, ❺ 세액, ❻ 품목 정보, ❼ 지불 방법, ❽ 영수/청구 등의 정보를 수집할 수 있게 되어있다. 그중 세액, 지불 방법 그리고 영수/청구 정보 등을 제외한 나머지 5개 정보들을 활용하였다.

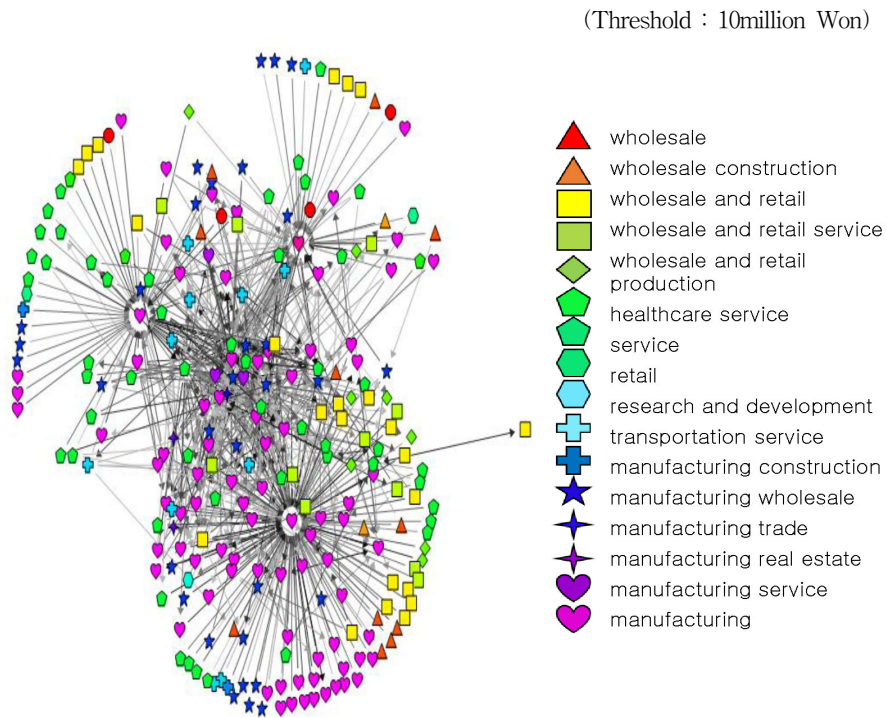
최종적으로 분석에 활용된 업체는 브레이크 3개 업체( $A_2, B_2, C_2$ )와 3개 업체의 하청 업체 중 연간 공급액이 일천만 원 이상인 246개 업체로 한정하였으며 약 14만 건의 거래 트랜잭션 정보가 분석에 사용되었다. 브레이크 업계 249개 업체에 대한 업태 빈도를 <Table 2>에 나타

냈다. 제조업(32.9%), 서비스(20.1%), 제조도매(13.3%) 등이 상위 3개 업태에 속하였다. 브레이크 업계의 공급망을 보면 다양한 업태의 업체가 존재하였으며 주로 제조와 관련된 업태가 빈도 비율 상위에 포진해 있음을 알 수 있다.

<Figure 2>는 브레이크 업계 공급망이고 노드는 업체를 나타내며 노드의 모양은 특정 업태를 지칭한다. 노드와 노드를 연결하는 링크는 두 노드간 연간 거래금액으로 설정하여 일천만 원 이상인 경우에만 생성되게 하였다. 그림에서 가장 많이 보이는 하트 모양 노드는 제조업이며, 오각형 모양 노드는 서비스업이다. 브레이크 업계 공급망은 제조업뿐만 아니라 서비스, 도매 등 다양한 업태가 존재하였으며 중심에 위치하고 있는 하트 모양 3개의 업체를 중심으로 뻗어나간걸 확인하였다.

<Table 2> Frequency of the Various Business Firms Which Trade to the Brake Manufacturing Firms

Rank	Category of Firms	Frequency	Percentage	Cumulative Percentage
1	manufacturing	82	32.9%	32.9%
2	service	50	20.1%	53.0%
3	manufacturing wholesale	33	13.3%	66.3%
4	wholesale and retail	23	9.2%	75.6%
5	wholesale	11	4.4%	80.0%
6	wholesale and retail service	11	4.4%	84.4%
7	transportation services	11	4.4%	88.8%
8	wholesale and retail production	8	3.2%	92.0%
9	construction	4	1.6%	93.6%
10	healthcare services	3	1.2%	94.8%
11	manufacturing services	3	1.2%	96.0%
12	wholesale construction	2	0.8%	96.8%
13	retail	2	0.8%	97.6%
14	manufacturing construction	2	0.8%	98.4%
15	manufacturing real estate	2	0.8%	99.2%
16	research and development	1	0.4%	99.6%
17	manufacturing trade	1	0.4%	100%



〈Figure 2〉 Ego Network of Brake Manufacturing Firms

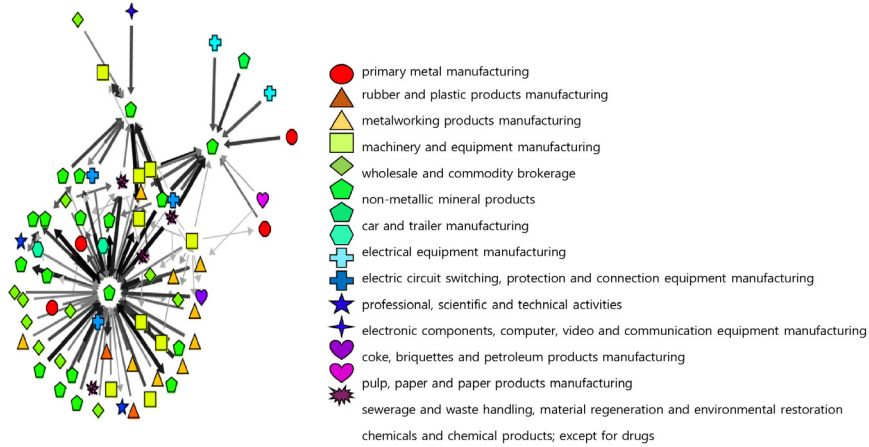
브레이크 업계 공급망을 세부적으로 분석하기 위해 연간 거래 금액이 1억 원 이상인 70개 업체를 다시 추출하였다. 1천만 원, 5천만 원 1억, 5억, 10억의 각각 임계값을 기준으로 공급망을 그려보았다. 전문가 의견에 따라 브레이크 산업의 구조적 특징을 밝히는데 연간 거래 금액 1억 이상이 유의미하다 판단하였으며 최종적으로 1억 이상인 업체 70개를 추출하였다.

국내 브레이크 업계 주요 70개 업체에 대한 사업유형별 정보는 <Table 3>과 같이 나타내었다. 사업유형은 표준산업분류코드에 의거하여 <비금속광물제품제조업>을 포함한 15개의 사업유형으로 분류하였다. 그 중 <비금속광물제품제조업> (25.7%), <도매 및 상품중개업>

(15.7%), <기타 기계 및 장비 제조업> (12.9%), <금속가공제품 제조업> (12.9%), <1차 금속 제조업> (5.7%) 등이 상위 5개 사업유형이었으며 브레이크 제조 공정과 관련 있는 사업유형들이 속하였다. 70개 업체에 대한 공급망은 <Figure 3>에 나타내었다. <Figure 3>의 공급망의 노드 모양은 <Table 3>에서 분류한 사업유형으로 나타내었으며 노드와 노드를 연결하는 링크는 두 노드간 연간 거래금액으로 설정하여 일억 이상인 경우에만 생성되게 하였으며 링크의 두께가 클수록 거래 금액이 크다.

<Figure 3>의 브레이크 업계 공급망 그림에서 <비금속광물제품제조업>은 오각형 모양의 노드로 나타내었으며 중심에 위치하여 핵심적인 역할을 하는 것으로 확인하였다.

(Threshold : 100million Won)



〈Figure 3〉 Ego Network of Brake Manufacturing Firms

〈Table 3〉 Business Category of Domestic Leading 70 Brake Manufacturing Firms

Rank	Category	Details	Frequency	Percentage
1	non-metallic mineral products	brake pad, brake lining	18	25.7%
2	wholesale and commodity brokerage	synthetic rubber, chemicals, raw materials, antimony, refurbished	11	15.7%
3	metalworking products manufacturing	spring, metal powder, metal wire, heat treatment of metals	9	12.9%
4	machinery and equipment manufacturing	fine blanking, foundry, casting materials	9	12.9%
5	primary metal manufacturing	iron, cold-rolling	4	5.7%
6	chemicals and chemical products; except for drugs	silicon, industrial adhesives, synthetic resins, petroleum resins	4	5.7%
7	professional, scientific and technical activities	calorimetry, automated industrial measurement, technology services	3	4.3%
8	rubber and plastic products manufacturing	rubber mats, rubber block	2	2.9%
9	electrical equipment manufacturing	transformers, headlights	2	2.9%
10	electric circuit switching, protection and connection equipment manufacturing	electrical wiring and electrical work	2	2.9%
11	electronic components, computer, video and communication equipment manufacturing	electronic components	2	2.9%
12	car and trailer manufacturing	brake manifold	1	1.4%
13	coke, briquettes and petroleum products manufacturing	grease, lubricants	1	1.4%
14	pulp, paper and paper products manufacturing	corrugated cardboard and boxes	1	1.4%
15	sewerage and waste handling, material regeneration and environmental restoration	waste treatment	1	1.4%

## 4.2 사회연결망 분석 지표에 의한 분석

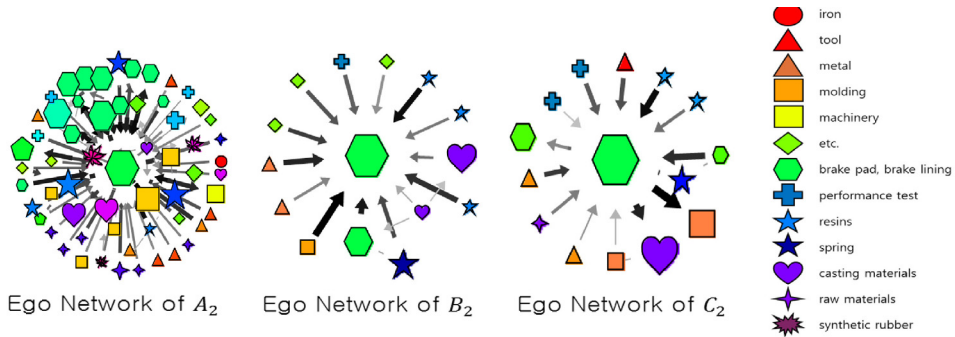
### 4.2.1 노드 수준 분석

70개 업체를 중심으로  $A_2, B_2, C_2$ 를 중심으로 연결된 각각의 에고네트워크를 <Figure 4>에 나타내었으며 핵심 역할을 하는 노드를 추출하기 위해 역할별 상위 20% 안에서 결과를 도출하여 <Table 4>에 나타내었다.

첫 번째로  $A_2$  중심으로 연결된 업체들의 노드 수준을 보았을 때  $A_3$ 는  $A_2$ 의 부품 통합 역할을 하고 있는 것으로 보여진다.  $A_3$ 는 네트워크 상에서 내적 방향으로 연결된 링크 수는 3이며  $A_2$ 와 연결된 업체 수는 59이기에 내향 중심성 값은  $\frac{3}{59-1} \approx 0.05$ 로 계산되었다. 특히  $A_3$ 는  $A_2$ 의 자회사이기에  $A_2$ 로부터 직접

적인 거래가 많이 이루어지고 있는 실정이다.  $A_2$ 와 연결된 업체들 안에서  $F_3$ 는 중개 역할을 하고 있는 것으로 나타났다.  $F_3$ 는 철강 업체로서 원재료를 공급하는 것으로 보여진다. 또한  $B_3$ 는 수지를 공급하는 업체로  $A_2$ 로부터 매입이 자주 이루어질 뿐만 아니라 중개 역할을 하고 있는 것으로 나타났다.

두 번째로  $B_2$  중심으로 연결된 업체들 중에  $H_3$ 는 브레이크 패드를 생산하는 업체로 통합 역할을 하는 것으로 나타났다.  $H_3$ 는 통합 역할 뿐만 아니라 할당, 중개를 모두 하고 있어  $B_2$ 와 연속적인 관계를 유지하고 있는 것으로 보여진다.  $E_3$ 는 주물을 하는 업체로  $A_2$ 뿐만 아니라  $B_2$ 와 연결되어 있는 업체들 안에서 브레이크 부품 공급에 힘쓰고 있다.



<Figure 4> Ego-Network of  $A_2, B_2$  and  $C_2$

<Table 4> Node Level Indicators for 3 Brake Manufacturing Firms

Firm	Integrator	Allocator	Hub
	In-Centrality	Out-Centrality	Betweenness Centrality
$A_2$	$A_3$ (0.05), $B_3$ (0.05), $C_3$ (0.05), $D_3$ (0.05)	$E_3$ (0.13), $A_3$ (0.05)	$F_3$ (0.03), $B_3$ (0.017), $G_3$ (0.016)
$B_2$	$H_3$ (0.07), $I_3$ (0.07), $J_3$ (0.07)	$E_3$ (0.21), $H_3$ (0.14), $I_3$ (0.07), $J_3$ (0.07)	$H_3$ (0.005)
$C_2$	$K_3$ (0.14), $I_3$ (0.07), $L_3$ (0.07), $M_3$ (0.07)	$H_3$ (0.14), $N_3$ (0.14),	

마지막으로  $C_2$  중심으로 연결된 업체 중  $K_3$ ,  $I_3$ 는 각각 주물, 스프링을 주된 사업으로 운영하는 업체로 통합 역할을 하는 것으로 나타났다.  $H_3$ 는  $B_2$ 뿐만 아니라  $C_2$ 에서도 할당 역할을 하고 있어 브레이크 산업에서 경쟁적 우위를 가지고 있는 것으로 보여진다.

노드 수준에서 더 나아가 사업유형별 사회

연결망 분석 지표에 따른 결과를 <Table 5>에 나타냈다.

내향 중심성이 높은 사업유형은 <비금속광물제품제조업>과 <펄프 종이 및 종이제품 제조업>, <화학 물질 및 화학 제품제조업>, <금속가공제품제조업>, <기타 기계 및 장비 제조업>으로 직접적으로 브레이크와 관련이 있는

<Table 5> Centrality of Various Outsourcing Firms of Brake Manufacturing Firms

Category	Details	In Centrality	Out Centrality	Betweenness Centrality
primary metal manufacturing	iron, cold-rolling	0.011	0.018	0.009
rubber and plastic products manufacturing	rubber mats, rubber block	0.007	0.014	0
metalworking products manufacturing	spring, metal powder, metal wire, heat treatment of metals	0.013	0.019	0.001
machinery and equipment manufacturing	fine blanking, foundry, casting materials	0.013	0.038	0.002
wholesale and commodity brokerage	synthetic rubber, chemicals, raw materials, antimony, refurbished	0.004	0.019	0
non-metallic mineral products	brake pad, brake lining	0.084	0.036	0.018
car and trailer manufacturing	brake manifold	0	0.014	0
electrical equipment manufacturing	transformers, headlights	0	0.022	0
electric circuit switching, protection and connection equipment manufacturing	electrical wiring and electrical work	0	0.014	0
professional, scientific and technical activities	calorimetry, automated industrial measurement, technology services	0.005	0.033	0
electronic components, computer, video and communication equipment manufacturing	electronic components	0.007	0.014	0
coke, briquettes and petroleum products manufacturing	grease, lubricants	0	0.014	0
pulp, paper and paper products manufacturing	corrugated cardboard and boxes	0.014	0.014	0
sewerage and waste handling, material regeneration and environmental restoration	waste treatment	0	0.029	0
chemicals and chemical products; except for drugs	silicon, industrial adhesives, synthetic resins, petroleum resins	0.014	0.043	0.007

사업이 상위에 포진해 있음을 알 수 있다.

외향 중심성이 높은 사업유형은 <화학 물질 및 화학 제품 제조업>, <기타 기계 및 장비 제조업>으로 부가 가치(value-added) 원료로부터 반제품 또는 완제품으로 가공하여 실현하는 제조업이 중심성이 높았다.

매개 중심성(Betweenness Centrality)의 경우 <비금속광물제품제조업>으로서 즉 브레이크를 직접적으로 생산하는 사업유형을 가진 업체가 높았다. 이는 물류의 흐름에서 타 산업과의 연결에 있어 통합 역할 뿐만 아니라 매개 역할을 하는 것으로 분석된다.

#### 4.2.2 네트워크 수준 분석

브레이크는 자동차의 수많은 안전장치 중 사람의 생명과 직결되는 제품으로서 높은 안정성과 기술력의 요구는 물론이거니와 신차조립용 OEM(Original Equipment Manufacturing) 납품을 위해서는 신규차량의 초기 설계단계부터 완성차 업체와 공동으로 많은 시험단계 및 실차 시험을 거치기 때문에 납품승인 기간이 최소한 10개월 이상 소요되므로 진입장벽이 상당히 높다. 그렇기 때문에 현재 브레이크 업체는  $A_2, B_2, C_2$ 의 과점 형태로 산업이 이루어지고 있다. 브레이크 3개 업체의 공급망 특성을 분석하기 위해

<Figure 4> 각각의  $A_2, B_2, C_2$ 의 네트워크 수준으로 분석하여 <Table 6>에 나타났다.

<Table 6>을 보면  $A_2$ 의 연결 노드 수와 연결 링크수는 경쟁 업체  $B_2, C_2$ 에 비해 높았다. 브레이크 업체는 신차조립용 OEM(Original Equipment Manufacturing) · OES(Original Equipment Supplier) 이상 OE 시장과 일반 보수용 RE(Replacement Equipment) 시장으로 구분되는데  $B_2, C_2$ 의 경우 OE 시장에만 집중 하고 있지만,  $A_2$ 는 OE 시장뿐만 아니라 RE 시장까지 집중하고 있어 총 공급처가 439개로  $B_2$ (5개),  $C_2$ (35개)에 비해 매우 많다. 완성차 부품 또는 순정품을 공급하는 OE 시장만 본다면  $B_2$ 가  $A_2$ 보다 시장점유율에 앞선다. 특히나 OE 시장은 진입장벽이 높아 이익률이 높기 때문에 OE 시장에만 집중하고 있는  $B_2$ 의 2014년 영업이익률은 13.2%로  $A_2$ 의 7.1%보다 높은 것으로 나타났다. 한편, RE 시장은 대형딜러에 의한 유통이 RE 시장의 60~70%를 차지함으로써 제조업체의 판매망을 이용하여 카센터에 공급하기 때문에 높은 판매망 유지비용으로 인하여 수익성이 낮다.  $A_2, B_2, C_2$ 의 주력 시장이 다르기 때문에 네트워크 수준으로 분석하였을 때  $A_2$ 는  $B_2, C_2$ 보다 상대적으로 하청 업체의 수가 4배 가까이 많았으며 네트워크 밀도도 낮아 하청 업체와 위계적으로

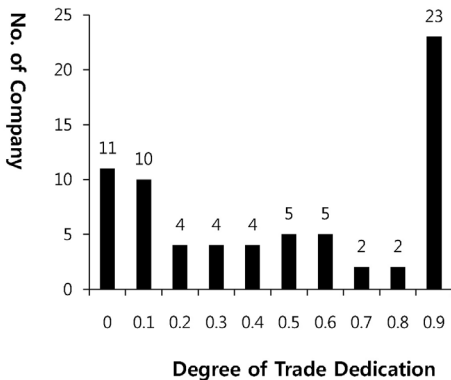
<Table 6> Network Level Indicators of 3 Brake Manufacturing Firms

Network Level Indicators	Brake Manufacturing Firms		
	$A_2$	$B_2$	$C_2$
number of connected nodes	59	15	15
number of links	166	34	32
network centralization	0.985	0.967	0.978
network density	0.049	0.162	0.152

거래하고 있는 형태로 나타났다. 네트워크 밀도가 낮기 때문에 제품 공급에 있어 리드타임이 경쟁업체에 비해 짧을 수 있으며 네트워크 집중화는  $B_2, C_2$ 에 비해 높다.  $A_2$ 는 국내에 총 4개의 자회사를 가지고 있으며  $A_2$ 와 같은 지역 내에 위치하여 빠른 공급을 가능케 한다. 그렇기 때문에  $A_2$ 는  $B_2, C_2$ 보다 브레이크 산업에서 제품 계획에 따른 지배권이 더욱 높을 것으로 보여진다.

### 4.3 공급망 분석 지표에 의한 분석

#### 4.3.1 사업유형별 거래 전속도



〈Figure 5〉 Histogram for Degree of Trade Dedication at Brake Manufacturing Firms

브레이크 업계 거래 전속도 히스토그램을 위 〈Figure 5〉에 나타냈다. 일반적으로 상위 25%를 위계적 거래, 25%에서 75%까지를 네트워크 거래, 나머지 75%에서 하위 100%까지를 시장 거래형태로 구분한다[22].

$A_2$ 의 자회사인  $A_3$ 는 2014년 1년 동안에 총 6개 업체에게 부품을 공급했으며, 전체 매출의 94%가  $A_2$ 에게 일어났다.  $A_3$ 의 거래 전 속도는  $(0.94)2 + (0.04)2 + (0.02)2 + \dots + (0.00)2 \approx 0.89$

로 계산되어졌으며 위계적 거래 유형에 해당되는 것으로 확인하였다. 사업 유형 구분에 따라 분석한 결과 분석 대상 70개 업체 중 26개 업체(37%)가 위계적 거래형태로 가장 비중이 많았으며 25개 업체(36%)는 자유로운 경쟁인 시장 거래 형태, 19개 업체(27%)는 중간 형태인 네트워크 거래 형태를 보였다. 이와 같은 거래전속도 및 이의 중앙값을 표시한 〈Table 7〉을 고려하면, 전반적으로 세 유형 중에 위계적 거래형에 가까운 사업유형이 많았으며 부품 공급 및 개발의 상당 부분을 상위 거래업체와 전속적으로 거래관계를 유지한다고 볼 수 있다. 특히 브레이크 업계에서 점유율 1위인  $A_2$ 에게 부품 공급하는 하청 업체들 중 다수인 26개 업체(44%)는 매출 의존도의 90%이상을 보였다.

〈Table 7〉에 브레이크 업계 사업 유형별 거래 전속도 중앙값을 나타냈다. 거래 전속도 중앙값 상위 5개 사업 유형은 <도매 및 상품중개업: 1.00>, <고무 제품 및 플라스틱 제품 제조업:1.00>, <자동차 및 트레일러제조업: 0.95>, <전자부품, 컴퓨터, 영상 및 통신장비제조업: 0.82>, <펄프, 종이 및 종이제품 제조업: 1.00>이다. 이 5개의 사업유형은 위계적 거래형에 해당되며 브레이크 업계에서 가장 중심이 되는 <비금속광물제품제조업: 0.60>의 경우 거래 전속도가 0.60으로 전체 사업유형의 중앙값이 0.42보다 0.18 높은 것으로 확인되어 상위 거래 업체에 전속적 관계를 보였다. 특히 <도매 및 상품중개업: 1.00>의 경우 전체 70개 업체 중에서 2번째로 많은 사업유형으로써 거래 전속도의 중앙값이 1로 나왔다. 거래 전속도가 1인 <도매 및 상품중개업>의 6개 업체(55%)는 1년 매출 평균(2.26억)이 나머지 5개 업체 평균(4,000억)에 비하면 매우 작았다. <도매 및

상품중개업> 안에서도 규모가 작은 업체의 경우 상위 거래업체와 전속적 관계를 맺는다고 볼 수 있으며 브레이크에 고무매트와 고무 블럭을 공급하는 2개 업체는 거래 전속도가 모두

1로 나와 전속적 거래관계를 유지하고 있다. 그에 반해 <하수·폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업: 0.14>, <전기장비제조업: 0.05>, <전문 과학 및 기술 서비스업: 0.20>, <화학

<Table 7> Median of the Degree of Trade Dedication at the Various Outsourcing Firms of Brake Manufacturing Firms

Main Category	Category	Details	Frequency	Median
wholesale and retail	wholesale and commodity brokerage	synthetic rubber, chemicals, raw materials, antimony, refurbished	11	1.00
sewerage and waste handling	sewerage and waste handling, material regeneration and environmental restoration	waste treatment	1	0.14
manufacturing	primary metal manufacturing	iron, cold-rolling	4	0.80
	rubber and plastic products manufacturing	rubber mats, rubber block	2	1.00
	metalworking products manufacturing	spring, metal powder, metal wire, heat treatment of metals	9	0.43
	machinery and equipment manufacturing	fine blanking, foundry, casting materials	9	0.41
	non-metallic mineral products	brake pad, brake lining	18	0.60
	car and trailer manufacturing	brake manifold	1	0.95
	electrical equipment manufacturing	transformers, headlights	2	0.05
	electric circuit switching, protection and connection equipment manufacturing	electrical wiring and electrical work	2	0.45
	professional, scientific and technical activities	calorimetry, automated industrial measurement, technology services	3	0.20
	electronic components, computer, video and communication equipment manufacturing	electronic components	2	0.82
	coke, briquettes and petroleum products manufacturing	grease, lubricants	1	0.57
	pulp, paper and paper products manufacturing	corrugated cardboard and boxes	1	1.00
chemicals and chemical products; except for drugs	silicon, industrial adhesives, synthetic resins, petroleum resins	4	0.04	



물질 및 화학제품 제조업: 0.04> 등의 4개 사업 유형의 10개 업체(14%)는 거래 전속도가 0.2 보다 작고 사업유형 특성상 주로 여러 업체에게 서비스와 공정 관련 장비를 제공하는 업체로서 시장거래형에 해당된다고 할 수 있다.

4.3.2 거래 전속도와 내향 중심성과의 관계

<Table 8>에는 사업유형별 거래 전속도와 매입과 관련 있는 내향 중심성과의 상관관계를 나타냈다. 상관계수는 일반적으로 가장 많이 사용하는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 사용하였으며 관련성을 통해 사업유형별로 어떤 특성이 있는지를 알아보았다. <금속가공제품제조업>에서는 내향 중심성과의 상관계수 값이 -0.69로 음의 상관관계를 나타냈다. 이는 특정 업체가 아닌 여러 업체에게 분산되어 매출이 일어날 경우 매입 집중도가 높아지는 것을 볼 수 있었다. 반면에 <도매 및 상품중개업>과 <기타 기계 및 장비 제조업>은 내향중심성과의 상관계수 값이 각각 0.08, 0.19로 매출이 분산되어 일어나는 것과 매입과의 상관성이 없다고 나타났다.

내향중심성이 높다는 것은 여러 부품 및 자

원을 구매하여 부가가치를 높이는 제품을 제조하여 상위의 업체에게 제공하는 모듈형 업체에서 발생할 가능성이 높으며, 이러한 업체의 경우 제품의 경쟁력에 영향이 있는 부품일 수록 검증된 제품을 구매하여 채택하려는 경향이 있을 것으로 추정이 되었다. 이를 감안하여 거래 전속도와 내향중심성의 상관계수를 해석하면, 브레이크 업계의 핵심 부품이라 할 수 있는 금속가공 부분의 부품의 거래전속도가 낮은 것으로 볼 수 있다. 즉, 해당 부품은 기술경쟁력이 있는 제품이 필요하기에 전속적인 거래에 있는 업체들보다는 다소 비싸더라도 경쟁력있는 제품을 조달했을 가능성이 있는 것으로 추정된다.

반면에 도매 및 상품중개업, 기타기계 및 장비제조업의 경우에는 내향중심성과 거래 전속도의 상관관계가 약하거나 있더라도 양의 상관관계여서 핵심 부품에 비해서는 전속도가 다소 높을 수 있는 개연성이 있다. 즉, 모듈화해서 상위 업체에 납품하는 내향중심성 성향이 강한 회사의 경우에는 핵심 부품은 경쟁적 방식으로 조달하지만, 그렇지 못한 부품의 경우에는 전속적 거래에 의존할 수 있다고 볼 수 있다.

<Table 8> Correlation between the Degree of Trade Dedication and In-Centrality at the Various Outsourcing Firms

Category	Details	Frequency	In-Centrality
non-metallic mineral products	brake pad, brake lining	18	-0.41
wholesale and commodity brokerage	synthetic rubber, chemicals, raw materials, antimony, refurbished	11	0.08
machinery and equipment manufacturing	fine blanking, foundry, casting materials	9	0.19
metalworking products manufacturing	spring, metal powder, metal wire, heat treatment of metals	9	-0.69

## 5. 결론 및 추후 연구 방향

### 5.1 결론

본 연구는 실시간으로 생성되는 전자세금계산서(e-invoice) 데이터를 활용하여 자동차 부품 산업 내의 2차/3차 공급망을 가시적인 형태로 나타내어 구조 및 형태를 분석하는 첫 번째 연구라고 할 수 있다. 특히 사회연결망 분석지표와 공급망 분석지표를 통해 부품 업계 특성을 도출 하였다. 연구 결과의 의의는 다음과 같다

첫째, 브레이크 업계를 선정하여 2차/3차 공급망을 사회연결망 분석 도구인 넷마이너로 나타내었다. 노드와 노드를 연결하는 링크는 두 노드간 연간 거래금액으로 설정하여 일천만 원에서 1억 원까지 임계값을 조절하여 시행하였으며 임계값이 1억 원 일 때 주요 핵심적인 업체위주로 네트워크가 구성되었다. 핵심적인 업체는 총 70개이며 <비금속광물제품제조업>, <도매 및 상품 중개업>, <금속가공제품제조업>, <기타 기계 및 장비 제조업>, <1차 금속 제조업> 순으로 상위 5개 사업유형에 속하였다.

둘째, 사회연결망의 노드 수준 분석에서는 각각 주물, 브레이크 패드, 스프링 업체가 통합자(Integrator), 브레이크 패드, 주물 업체는 할당자(Allocator) 그리고 철강 업체가 중개자(Hub) 역할을 하는 것으로 분석되었다. 네트워크 수준 분석에서는 브레이크 업계 점유율 1위인  $A_2$ 는 OE 시장뿐만 아니라 RE 시장 까지 하고 있어  $B_2$ ,  $C_2$ 보다 공급처뿐만 아니라 하청 업체가 많은 걸 확인하였다. 네트워크 밀도가 낮아 부품 조달에 있어 빠른 반응성을 가지고 있는 걸 확인하였으며 주요 납품업체간 지리

적 근접성이 매우 높게 나타났다.

셋째, 브레이크 업계 사업유형별 거래 전속도를 통해 거래적 위상관계를 분석하였다. 브레이크 업계 내에서 전체 업체의 37%가 위계적 거래였으며 사업 유형에서 <도매 및 상품 중개업: 1.00>, <고무 제품 및 플라스틱 제품 제조업: 1.00>, <펄프, 종이 및 종이제품 제조업: 1.00>의 거래 전속도의 중앙값이 1일 정도로 전속적 거래관계인 사실을 밝혀냈다.

넷째, <금속가공제품제조업>의 경우 내향 중심성과 거래 전속도가 음의 상관관계를 나타내어 특정 업체가 아닌 여러 업체에게 분산되어 매출이 일어나고 있었으며, 이 경우 매입 집중도가 높아지는 것을 확인하였다. 이는 해당 업체의 경우 금속가공업체가 핵심 부품을 납품하고 있어 경쟁력있는 부품을 공급받기 위해 노력하는 것으로 해석되었다.

### 5.2 추후 연구 방향

본 연구에서는 몇 가지 한계점을 지니며, 이는 추후 연구에서 보완될 필요가 있다. 첫째, 실제데이터 특성상 품목 내용이 명확하지 않아 부품 단위에서 업체 단위로 접근하였는데 추후 품목 내용을 명확하게 하여 부품 단위로 분석 할 필요가 있다. 둘째, 수출 및 기타 거래 등 전자세금계산서를 통해 거래되지 않은 경우가 분석에 반영되지 못하였다. 셋째, 자동차 부품 산업만으로 한정되어서 분석을 수행하였는데 타산업과의 비교를 통해 산업별 특성을 분석할 필요성이 있다. 넷째, 특정 기간에 대한 횡단 분석으로 진행하였는데 시간 단위의 변화를 통해 자동차 부품 산업내의 시간에 따른 구조변화를 분석할 필요성이 있다.

---

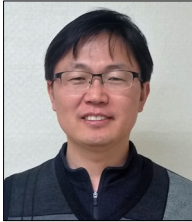
## References

---

- [1] Barnes, J. A., *Class and committees in a Norwegian island parish*, Plenum, 1954.
- [2] Bellamy, M. A., Ghosh, S., and Hora, M., "The influence of supply network structure on firm innovation," *Journal of Operations Management*, Vol. 32, No. 6, pp. 357-373, 2014.
- [3] Borgatti, S. P. and Li, X., "On social network analysis in a supply chain context," *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 45, No. 2, pp. 5-22, 2009.
- [4] Choi, T. Y. and Hong, Y., "Unveiling the structure of supply networks: case studies in Honda, Acura, and DaimlerChrysler," *Journal of Operations Management*, Vol. 20, No. 5, pp. 469-493, 2002.
- [5] Choi, T. Y., Dooley, K. J., and Rungtusanatham, M., "Supply networks and complex adaptive systems: control versus emergence," *Journal of operations management*, Vol. 19, No. 3, pp. 351-366, 2001.
- [6] Data Analysis, Retrieval and Transfer System, Quarterly reports, 2015.
- [7] Hong, S. H., Kim, K. M., Baek, W. S., and Lee, M. H., "Knowledge Networking Analysis of Chungnam Automobile Parts Industry Based on Social Network Analysis (SNA) Methods," *Korea Planning Association*, Vol. 45, No. 4, pp. 183-196, 2010.
- [8] Hong, S. J., "Auto/Auto Parts, Korea Investors Service," pp. 1-14, 2014.
- [9] Jeon, H. and Lee, H. Y., "An Empirical Analysis of the Ecosystem Structure of the Domestic Online Game Industry," *Korean Institute of Industrial Engineers 2015 fall Conference*, pp. 752-777, 2014.
- [10] Jung, J. E., "The Effects of Part Attribute and Quality Level on the Transaction Structure in the Automobile Industry," *Korea International Accounting Association*, Vol. 50, pp. 21-42, 2013.
- [11] Kang, S. B. and Moon T. S., "The Design and Implementation of Collaborative Process for Supply Chain Management of the Automobile Part Industry," *Korea Internet e-Commerce Association*, Vol. 8, No. 4, pp. 21-44, 2008.
- [12] Kim, C. S., Cho, H. J., and Jung, J. H., "Modular Production and Hyundai Production System: The Case of Hyundai MOBIS," *Economic & Society*, Vol. 92, pp. 351-385, 2011.
- [13] Kim, D. Y., "Understanding supplier structural embeddedness: A social network perspective," *Journal of Operations Management*, Vol. 32, No. 5, pp. 219-231, 2014.
- [14] Kim, J. B., *Social Network Analysis of a Supply Network Structural Investigation of the South Korean Automotive Industry*. In *Advances in Production Management Systems: Innovative Production Management Towards Sustainable Growth*, pp. 332-339, 2015.
- [15] Kim, T. G., Cho, N. W., and Hong, J. S., "Characteristics of Korean Film Market by Using Social Network Analysis," *The*

- Korea Contents Association, Vol. 14, No. 6, pp. 93-107, 2014.
- [16] Kim, Y., Choi T. Y., and Yan T., "Dooley K., Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach," *Journal of Operations Management*, Vol. 29, No. 3, pp. 194-211, 2011.
- [17] Lee, S. G., *Auto Parts, Korea Ratings*, pp. 1-35, 2014.
- [18] Moon, H. K. and Shin, K. S., "Designing Index for Assessing Structural Vulnerability of Supply Chain considering Risk Propagation," *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 20, No. 2, pp. 125-140, 2015.
- [19] Moon, T. S., Choi, S. M., and Kang, S. B., "Design and Implementation of RFID-based U-SCM System for Automobile Part Industry," *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 14, No. 4, pp. 267-286, 2009.
- [20] Park, B. S., Kwak, G. Y., Kim, S. W., and Choi, H. S., "A Study on Relation between Corporate Governance and Business Performance using Social Network Analysis," *The Korean Operations Research and Management Science Society*, Vol. 29, No. 2, pp. 167-184, 2012.
- [21] Park, C. G., "The Characteristic of Enterprise Groups and the Demand-Supply Relation Analysis in the Korea Solar Energy Industry," *Journal of the Korean Solar Energy Society*, Vol. 34, No. 4, pp. 83-90, 2014.
- [22] Park, C. W. and Han, J., "The Structure of Auto Parts Supply Network of Korean Auto Industry," *The Korean Social Association*, Vol. 35, No. 6, pp. 1-27, 2001.
- [23] Park, G. Y. and Han, H. S., "Bankruptcy Risk Level Forecasting Research for Automobile Parts Manufacturing Industry," *Journal of Information Technology Applications & Management*, Vol. 20, No. 4, pp. 221-234, 2013.
- [24] Park, J. S. and Choi, Y. S., "Strategy for discovering new growth engine through innovation," *Korea Business Review*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-27, 2011.
- [25] Park, S. H., Park, M. H., and Park, J. G., "A Study on The Virtuous Cycle of The Value Chain and Value System in Korean Photovoltaic Industry," *Journal of Energy Engineering*, Vol. 23, No. 1, pp. 21-32, 2014.
- [26] Son, D. W., *Social Network Analysis*, Seoul: Kyungmunsa, 2002.
- [27] Statistics Korea, "Korean Standard Industrial Classification," 2008.
- [28] Uzzi, B., "The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: The network effect," *American sociological review*, pp. 674-698, 1996.
- [29] Woo, N. S., Yoon, S. H., and Park, J. H., "A Study on the Efficiency Analysis for the Automobile Parts Manufactures," *Journal of Decision Science*, Vol. 18, No. 1, pp. 1-20, 2010.
- [30] Yoon, J. Y., *Characteristics of Location and the Spatial Linkage of the Autoparts Industry in Korea*, master degree paper, Kon-kuk University, pp. 1-90, 1999.

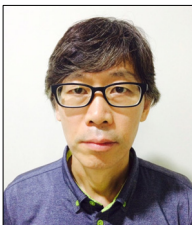
## 저 자 소 개



김태진 (E-mail: taejin@scp.re.kr)  
1993년 서울대학교 자원공학과 (공학사)  
1996년 서울대학교 자원공학과 (공학석사)  
2011년 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학 (박사 수료)  
2014년~현재 (주)에스씨플랫폼 대표  
관심분야 산업별 가치사슬망 분석, 데이터마이닝, 빅데이터



이재후 (E-mail: popjaehoo@seoultech.ac.kr)  
2014년 서울과학기술대 산업정보시스템전공 (공학사)  
2016년 서울과학기술대 일반대학원 데이터사이언스학과 (공학석사)  
2016년~현재 조이코퍼레이션 데이터분석가  
관심분야 고객관계관리, 데이터마이닝



홍정식 (E-mail: hong@seoultech.ac.kr)  
1982년 서울대학교 산업공학과 (공학사)  
1985년 서울대학교 산업공학과 (공학석사)  
1988년 서울대학교 산업공학과 (공학박사)  
1989년~현재 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수  
관심분야 신제품 확산 및 수요예측, 데이터마이닝