

중심성 분석을 이용한 2018년 판보로 국제 에어쇼 참가업체 기술동향 분석

황재교^{1*}, 박재우¹, 고용신¹, 이창범², 황재식³

¹국방기술품질원 품질경영본부, ²국방기술품질원 기술기획본부, ³국방기술품질원 경영관리본부

Analysis Results in Technical Trends of 2018 Farnborough International Airshow via Centrality Analysis

Jae Gyo Hwang^{1*}, Jae Woo Park¹, Yong-Sin Ko¹, Changbum Lee², Jae Sik Hwang³

¹Directorate of Quality Management, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ)

²Directorate of Technology Planning, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ)

³Directorate of Administration & Management, Defense Agency for Technology and Quality (DTaQ)

요약 본 연구에서는 전 세계 3대 에어쇼 중의 하나인 "FIA(Farnborough International Airshow, 판보로 국제 에어쇼)"의 참여기관/업체를 대상으로 네트워크 분석을 활용하여 항공우주분야 기술동향을 분석하였다. 판보로 국제 에어쇼는 전 세계 주요 항공관련 민간 및 방산 업체와 각국 정부 및 군 관계자가 참여하여 항공우주산업분야에 대한 최신 기술을 선보이는 중요한 행사로서, 2018 FIA에서는 총 112개 국가에서 1,500여 업체(기관)가 참여하였다. 본 연구에서는, 항공우주분야 기술관련 45개 국가, 1,108개 업체를 대상으로 223개의 기술 분류 카테고리를 통해 네트워크 분석 중 하나인 키워드 기반의 중심성 분석을 수행하였다. 분석결과, 전 세계적 우주항공 분야의 핵심기술은 "Machining"으로 조사되었다. 하지만 지역(국가) 별로 분류되는 핵심기술은 다소 다른 경향을 보여주고 있었는데, 유럽(EU)과 영국의 경우 "Machining", 아시아의 경우 "Aircraft Components", 미국의 경우 "Engine Components/controls"가 식별되었다. 우리나라의 경우에는 관련 기관/업체 수의 부족으로 뚜렷한 중심 기술이 식별되지 않았다. 본 연구의 결과가 우주항공분야 기술기획 및 연구 방향성 제시를 위한 참고자료로서 활용 될 수 있으며, 또한 국내 관련 업체의 수출 진흥을 위한 국외의 주요 기술 분야를 제시하는데 유용하게 활용되리라 기대한다.

Abstract The purpose of this research was to introduce a network analysis method for analyzing technology trends in the aerospace industry at the Farnborough International Airshow (FIA), one of the world's three major airshows. Civil and defense companies and government and military officials from 112 countries and 1,500 agencies convened at FIA 2018 to share and explore recent trends in the aerospace industry. We studied aerospace technologies from 45 countries, 1,108 exhibitors, and 223 technology categories via centrality analysis. The results from the network analysis showed that machining is the center of aerospace technology. However, there were quite different tendencies, depending on the region and country. The centers of aerospace technology are machining in Europe and the United Kingdom, aircraft components in Asia, and engine components/controls in the United States. In Korea, no one key technology was recognized, due to the country's small attendance. We hope this research will be conducive to aerospace technology-and-research planning, and that it will be an appropriate tool to help domestic manufacturers boost their exports.

Keywords : Farnborough International Airshow, Network Analysis, Centrality Measurement, Big Data, Aerospace Industry

*Corresponding Author : Jae Gyo Hwang(DTaQ)

email: jaegyo61@dtaq.re.kr

Received June 10, 2019

Accepted August 2, 2019

Revised July 2, 2019

Published August 31, 2019

1. 서론

세계 3대 에어쇼 중의 하나인 판보로 국제에어쇼(FIA, Farnborough International Airshow)는 영국 판보로 공항에서 매년 짝수 해 마다 열리며 전 세계 주요 항공관련 민간 및 방위산업 업체와 각국 정부 및 군 관계자가 참석하는 대형 행사이다. 2018년에는 7월 16일부터 일주일 동안 총 112개 국가에서 1,500여개 업체와 기관이 참여하였다[1].

FIA 2018에서는 4차 산업혁명과 발맞추어 항공우주 산업 분야가 나아가야할 방향을 "Aerospace 4.0" 개념으로 표현하여 이를 구현하기 위한 세부기술을 제시하였다. 제시된 기술요소로서는 "Big Data", "3D Printing", "MEC(Mobile Edge Computing)", "AR(Augmented Reality)", "Machine Learning", "IoT(Internet of Things)"와 같으며, 이를 통해서 항공우주산업의 패러다임을 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Technologies for Aerospace 4.0 and their expected effects

| Key Technology | Expected Effect |
|-------------------|----------------------|
| ·Big Data | ·Reduce Cost |
| ·3D Printing | ·Increase Rate |
| ·MEC | ·Improve Quality |
| ·AR | ·Minimize Waste |
| ·Machine Learning | ·Cut Down Inventory |
| ·IoT | ·Design New Products |

FIA를 비롯하여 각종 산업과 관련한 대형행사에서는 미래 산업이 나아가야할 새로운 방향성을 제시하기 때문에, 무엇보다도 빠른 기술적 패러다임의 변화와 트렌드를 파악하는 것이 중요하다. 기존의 연구에서는 전시회의 메인 주제 및 그와 연관된 기술동향 위주의 분석을 수행해 왔는데, 이러한 연구방식은 해당 산업군에 대한 거시적인 흐름을 이해하기 보다는 주요 아젠다 위주의 국부적인 흐름을 파악하는데 활용되어왔다[2-4]. 따라서 산업 전시회의 전반적인 기술동향 파악을 위해서는 해당 산업에 대한 거시적 흐름을 이해하는 것이 필요하다. 하지만, FIA 2018 참여규모를 보았을 때, 이를 직관적으로 파악하는데 큰 어려움이 존재한다. 무엇보다 1,500여개 기관과 업체에서 제시하는 기술과 그 트렌드를 파악하기는 쉽지가 않다. 특히, 기술 키워드는 비정형의 데이터 집합으로서 기존의 통계적 접근법으로는 분석이 불가능하다.

빅데이터 분석은 이러한 거대 비정형의 데이터베이스

(DB)에서 정보를 수집, 분석하여 그로부터 데이터의 가치를 추출하는 분야로서 대두되고 있는 방법이다[5]. 특히, 기존의 통계분석이 정형 데이터 분석에 최적화 되어 있지만, 빅데이터 분석은 문자로 표현되는 비정형 데이터 까지 분석이 가능하기에, 이미 정치, 경제, 사회, 문화영역뿐만 아니라 과학기술 분야에 있어서도 많은 결과물을 도출하고 있다[6-9].

이에 본 연구에서는, 빅데이터 분석 기법 중에서도 키워드 기반의 중심성 분석을 통해 FIA 2018 참여업체에 대한 기술요소를 분석하여 우주항공 산업분야의 기술흐름과 동향을 파악하고자 하였다.

2. 본론

2.1 연구방법

2.1.1 데이터 추출

본 연구에서 사용한 데이터는 FIA 사무국에서 발행한 『2018 FIA Official Catalogue』[10]를 활용하였다. Fig. 1에서 확인 할 수 있듯이, Catalogue 에서는 업체 별로 “업체명”, “전시부스 위치”, “국가”, “연락처”, “홈페이지”, “기업개요” 등에 대한 정보를 제공하고 있으며, 별도로 항공관련 기술요소를 카테고리 별로 분류하여 해당 하는 업체의 목록을 나열하고 있다.

먼저 데이터 분석의 사전작업으로 해당 발간물에서 필요한 자료를 마이크로소프트사의 엑셀 매크로를 활용하여 추출하였다. 업체 정보에서는 “업체명”, “국가”, “기업개요” 항목을 추출하였고, 이후 카테고리별 기술요소 목록에서의 “기술분류”, “업체명”과 병합하여 “업체”, “국가”, “기업개요”, “보유기술”을 목록화 하였다. 데이터 종합결과, Fig. 2에서 볼 수 있듯이, 총 1,108개 업체, 223개 기술 분류, 45개 국가(7개 지역)의 데이터를 추출하였다.



Fig. 1. 2018 FIA Official Catalogue
(a) Exhibitor Entries (b) Technology Index List



Fig. 2. DB of 2018 FIA Exhibitors and their information

2.1.2 데이터 처리 방법

구축된 DB의 중심성 분석을 위한 데이터 처리는 사회 연결망 및 문헌분석에서 널리 사용되는 "NetMiner" 분석툴[11]을 사용하였다.

기술요소를 점(노드)으로 하여 각 기술 사이의 연결을 선(링크)으로 표현하고, 각 기술 간 연결정도를 선의 두께(연결강도)로 표현하면, 우주항공분야 기술요소를 도식화 할 수 있는데, 이를 네트워크라 한다.

중심성 분석은 이러한 네트워크 내에서 특정 기술(노드)이 갖는 중심적인 역할을 정량화 하는 지표로서, 각 기술(노드)의 중요한 역할 정도를 파악하여 핵심적인 기술을 파악하고, 이를 근거로 기술 간의 상대적인 중심성을 비교 할 수 있는 기법으로, 분석 시에는 기술요소 간의 공출현빈도 매트릭스를 통해서 계산하게 된다[5].

본 연구에서 중심성 분석에 사용된 지표는 연결정도 중심성 분석(Degree centrality)으로서, 이는 관련 기술이 얼마나 많은 연결을 가지고 있는지 정량화한 것이다. 각 기술요소별 중심성을 식(1)을 통해서 정규화 하였다.

$$C_d = \frac{d_i}{n-1} \quad (1)$$

여기에서 d_i 는 특정 기술요소(노드)에서의 연결정도, n 은 네트워크 내 전체 기술요소(노드) 수이다.

또 다른 중심성 분석 지표인 근접 중심성(Closeness

centrality)은 기술요소가 다른 기술요소들과 연결된 거리를 정량화 한 것으로, 이는 식(2)를 통해서 정규화 하였다.

$$C_c = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}}(n-1) \quad (2)$$

여기에서 d_{ij} 는 특정 기술요소(노드, i)의 특정 기술요소(노드, j)에 대한 연결거리를 의미하며, n 은 네트워크 내 전체 기술요소(노드) 수이다.

매개 중심성(Betweenness centrality)은 특정 기술요소가 기술 네트워크에서의 중개역할 정도를 정량화 한 것으로, 식(3)을 이용하여 정규화 하였다.

$$C_b = \frac{\sum_{j,k} \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}}{(n-1)(n-2)/2} \quad (3)$$

(단, $j \neq k \neq i, j, k, i \in N$)

여기에서 g_{jk} 는 기술요소(노드) j 와 기술요소(노드) k 사이에 존재하는 최단거리경로의 수이며, $g_{jk}(i)$ 는 기술요소(노드) j 와 기술요소(노드) k 사이에 존재하는 최단거리경로 중에서 기술요소(노드)를 통과하는 경우의 수이다. n 은 네트워크 내 전체 기술요소(노드) 수이며, 각 중심성 분석 결과가 뜻하는 의미를 정리하면 Table 2와 같다.

Table 2. Centralities and their meaning.

| Category | Meaning |
|----------------------------------|---|
| Degree Centrality (C_d) | ·Connection is important. (Connection ↑, Centrality ↑) |
| Closeness Centrality (C_c) | ·Length is important. (Length ↓, Centrality ↑) |
| Betweenness Centrality (C_b) | ·Bridge is important. (Intermediary ↑, Centrality ↑) |

원본 데이터에서부터 데이터베이스 구축, 네트워크 분석 및 도식화에 관한 전 과정은 Fig. 3과 같다.

2.2 출현빈도 기반의 기술요소 분석

데이터 추출을 통해서 구축된 데이터베이스는 총 1,108개 업체의 정보를 담고 있는데, 주요 해당 정보는 보유기술과 해당국가 등이 있다. 보유기술은 총 223개 카테고리로 분류되는데, 여기에서 우리는 기존의 빈도수 기반의 데이터 분석법을 활용하여 223개 기술 분류 중 가장 많은 업체에서 보유하고 있는 기술 순으로 정리 할

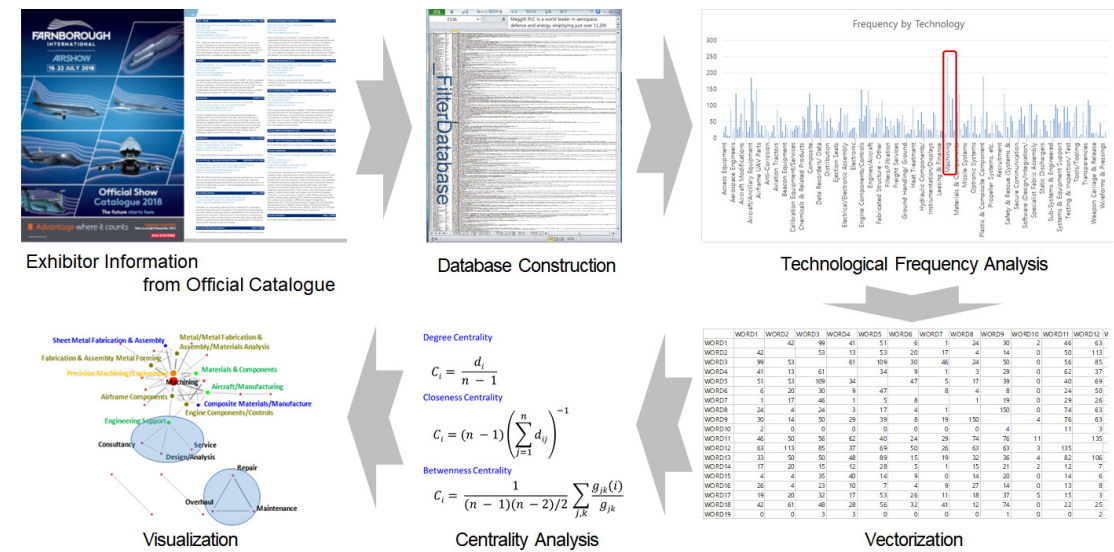


Fig. 3. The entire process of network analysis for 2018 FIA.

수 있었다. Table 3은 FIA 2018에서 가장 많은 업체가 보유하고 있는 기술과 그 빈도수를 상위 20위까지 확인할 결과이다.

Table 3. Top 20 technology categories of FIA 2018

| Rank | Word | Counting |
|------|---|----------|
| 1 | Machining | 249 |
| 2 | Precision Machining/Engineering | 191 |
| 3 | Aircraft/Manufacturing | 185 |
| 4 | Materials & Components | 169 |
| 5 | Airframe Components | 149 |
| 6 | Engine Components/Controls | 149 |
| 7 | Engineering Support | 146 |
| 8 | Composite Materials/Manufacture | 137 |
| 9 | Aerospace Services | 136 |
| 10 | Repair/Repair & Overhaul | 136 |
| 11 | Metal/Metal Fabrication & Assembly/Materials Analysis | 135 |
| 12 | Maintenance/Overhaul | 134 |
| 13 | Aircraft Systems | 123 |
| 14 | Manufacturing & Processing Equipment | 122 |
| 15 | Turbine Engine Components | 116 |
| 16 | Fabrication & Assembly Metal Forming | 114 |
| 17 | Aircraft/Systems & Equipment | 112 |
| 18 | Space/Space Systems | 106 |
| 19 | Design/Analysis/Consultancy | 105 |
| 20 | NDT (Non Destructive Testing) | 105 |

분석결과, 2018 FIA에서 가장 많은 업체가 보유하고 있는 기술요소는 “가공(Machining)”으로 분석되었으며, 그 뒤로 “정밀가공(Precision Machining /Engineering)”,

“항공기/제조(Aircraft/Manufacturing)”, “재료&구성요소(Materials&Components)” 순으로 나타났다.

이밖에도 출현빈도 기반의 기술요소 분석을 통해서 업체별 보유기술 수, 국가별 보유 업체 수, 국가별 보유기술 순위 등에 대한 사항을 확인할 수 있으나, 출현빈도 기반의 분석법은 단순하게 양적인 속성만 확인 가능하다는 한계가 있기 때문에 2018 FIA의 기술동향 분석을 위한 자료로서의 활용에는 제약이 따른다. 따라서 우리는 각 기술요소 간의 관계의 데이터를 확인하는 중심성 분석을 수행하였다.

2.3 중심성 분석

2.3.1 연결정도 중심성(Degree Centrality)

앞에서 언급하였듯이 연결정도 중심성은 기술요소가 다른 기술요소와 얼마나 많은 연결을 갖고 있는지를 정량화한 지표이다. 연결정도 중심성이 높다는 것은 기술요소 네트워크 내에서 영향력이 크다는 것을 의미하며, 이는 항공우주분야에 있어 중점기술로 식별된다고 판단할 수 있다.

Table 4는 2018 FIA에서 높은 연결정도 중심성을 갖는 상위 10종의 기술요소에 대한 분석결과를 나타내었다.

Table 4. Top 10 Degree Centrality Result of FIA 2018

| Rank | Word | nDegree |
|------|---|---------|
| 1 | Machining | 0.567 |
| 2 | Precision Machining/Engineering | 0.367 |
| 3 | Metal/Metal Fabrication & Assembly/Materials Analysis | 0.200 |
| 4 | Fabrication & Assembly Metal Forming | 0.200 |
| 5 | Engine Components/Controls | 0.200 |
| 6 | Airframe Components | 0.200 |
| 7 | Materials & Components | 0.167 |
| 8 | Engineering Support | 0.167 |
| 9 | Aircraft/Manufacturing | 0.167 |
| 10 | Sheet Metal Fabrication & Assembly | 0.133 |

분석결과, 연결정도 중심성이 높은 기술요소는 “가공(Machining)”으로 식별되었으며, 중심성 척도는 0.567로 전체 기술분야 중 56.7%와 연결되어 있어 항공우주분야 산업의 중심 기술로서 식별되었다. “정밀가공(Precision Machining/Engineering)”의 경우에는 빈도수 기반의 분석에서와 마찬가지로 두 번째로 높은 중심성을 보이고 있었으나, 빈도수가 높았던 “항공기/제조(Aircraft/Manufacturing)”, “재료&구성요소(Materials & Components)”의 경우에는 중심성이 0.167로 다소 떨어지는 경향을 보여주었다. 반면에 “금속/금속제조&조립/재료분석(Metal /Metal Fabrication& Assembly/Materials Analysis)”와 “금속성형 제조&조립(Fabrication&Assembly Metal Forming)”의 경우에는 빈도수에 비해서 높은 중심성을 가지고 있었다.

2.3.2 근접 중심성(Closeness Centrality)

근접 중심성은 각 기술요소 간의 연결거리를 정량화한 것으로, 근접 중심성이 높다는 것은 대상 요소 기술이 항공우주분야 기술분포에서 중심에 위치한다는 것을 의미한다.

Table 5는 2018 FIA에서 높은 근접 중심성을 갖는 상위 10종의 기술요소에 대한 분석결과를 나타내었다.

분석결과, 근접 중심성이 높은 기술요소는 “가공(Machining)”과 “정밀가공(Precision Machining/Engineering)”으로 나타났으며, 이는 연결정도 중심성 분석결과와 유사한 경향을 보여주고 있었다. 다만, 상위 두 기술이외의 타 기술들 간의 근접중심성은 큰 차이를 보이지는 않고 있었다.

Table 5. Top 10 Closeness Centrality Result of FIA 2018

| Rank | Word | nCloseness |
|------|---|------------|
| 1 | Machining | 0.588 |
| 2 | Precision Machining/Engineering | 0.452 |
| 3 | Engine Components/Controls | 0.401 |
| 4 | Airframe Components | 0.401 |
| 5 | Engineering Support | 0.392 |
| 6 | Aircraft/Manufacturing | 0.392 |
| 7 | Metal/Metal Fabrication & Assembly/Materials Analysis | 0.383 |
| 8 | Fabrication & Assembly Metal Forming | 0.383 |
| 9 | Composite Materials/Manufacture | 0.375 |
| 10 | Sheet Metal Fabrication & Assembly | 0.367 |
| 11 | Materials & Components | 0.367 |

2.3.3 매개 중심성(Betweenness Centrality)

매개 중심성은 특정 기술요소가 다른 두 기술사이의 중계 역할을 하는 정도를 정량화 한 것으로, 네트워크 내에서의 주요 매개자를 파악하는데 주로 사용된다.

Table 6은 2018 FIA에서 높은 매개 중심성을 갖는 상위 10종의 기술요소에 대한 분석결과를 나타내었다.

Table 6. Top 10 Betweenness Centrality Result of FIA 2018

| Rank | Word | nBetweenness |
|------|---|--------------|
| 1 | Machining | 0.365 |
| 2 | Engineering Support | 0.143 |
| 3 | Aircraft/Manufacturing | 0.097 |
| 4 | Precision Machining/Engineering | 0.060 |
| 5 | Fabrication & Assembly Metal Forming | 0.052 |
| 6 | Aircraft Systems | 0.051 |
| 7 | Engine Components/Controls | 0.020 |
| 8 | Airframe Components | 0.012 |
| 9 | Metal/Metal Fabrication & Assembly/Materials Analysis | 0.008 |
| 10 | Materials & Components | 0.003 |

분석결과, 연결정도 및 근접 중심성과 마찬가지로 “가공(Machining)”의 매개 중심성이 가장 높은 것으로 식별되었다. 주목할 점은, 다른 중심성에서는 중요도가 낮았던 “공학지원(Engineering Support)” 분야가 높은 매개 중심성을 보여주고 있었는데, 이는 “공학지원(Engineering Support)”이 가지고 있는 기술 지원 특성에 따라 여러 기술요소 간의 매개역할을 하고 있음을 식별할 수 있었다.

2.3.4 중심성 분석결과 종합

이전에 수행하였던 연결정도, 근접, 매개 중심성 분석 결과를 기반으로 중심성 분석결과를 종합하면, 점과 선으로 이루어진 네트워크를 형성할 수 있는데, 여기에서 점(노드)은 기술요소, 선(링크)은 각 요소간의 연결강도 및 거리를 의미하게 된다. 이를 통해서 중심성 분석결과를 도식화한 결과는 Fig. 4와 같았다.

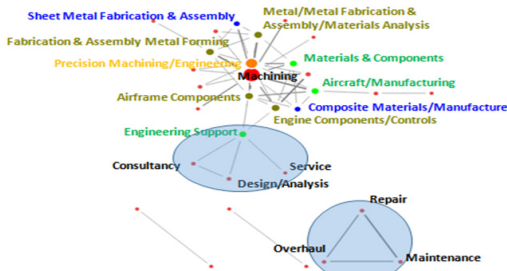


Fig. 4. Network Diagram for Centrality Analysis Result of FIA 2018.

도식화 결과, 중심 기술요소인 “가공(Machining)”을 중심으로 여러 요소기술들이 방사형으로 분포하고 있었다. “정밀가공(Precision Machining/ Engineering)”은 “가공(Machining)”과 가장 가까이 위치하며 두 번째로 비중있는 중심기술 요소임을 확인 할 수 있었다. 그 외의 다른 기술요소들은 점차 중심에서 멀어지며 중요도도 낮아지는 것을 볼 수 있었다.

“공학지원(Engineering Support)” 분야는 지원과 관련한 “자문(Consultancy)”, “설계/분석(Design/ Analysis)”, “서비스(Service)”가 속해있는 하위그룹의 연결점에 위치하기 때문에 매개중심성이 높았음을 확인 할 수 있었다.

이밖에도 아울러 유지/보수와 관련한 “수리(Repair)”, “점검(Overhaul)”, “정비(Maintenance)”분야는 다른 분야와는 다소 연관도가 떨어지는 독립적인 기술 분야로서 식별되었다.

2.4 지역/국가별 중심성 분석

앞에서 수행한 중심성 분석은 FIA 2018에 참여한 모든 업체/기관을 대상으로 진행한 결과이며, 이를 통해서 전세계 항공우주산업 동향에 대한 기술흐름과 동향을 파악할 수 있었다.

하지만 전 세계적으로 각 지역 또는 국가별로 보유하고 있는 기술요소는 사실 편중되어 분포하고 있기 때문

에, 각 지역/국가별 중심성 분석을 통해 해당 지역/국가별 핵심 기술요소 및 동향을 식별하고자 하였다. 분석을 위해 분류된 지역 및 국가 현황은 Table 7과 같다.

Table 7. Regional Category of FIA 2018

| Region or Country | Number of Exhibiter | Notes |
|-------------------|---------------------|--------------|
| Europe | 332 | Except UK |
| Asia | 78 | Except Korea |
| US | 267 | - |
| UK | 349 | - |
| Korea | 13 | - |

2.4.1 유럽(EU) 지역 분석

영국을 제외한 유럽지역에서는 총 13개 국가 332개 업체가 참여하였으며, 중심성 분석결과를 도식화 한 결과는 Fig. 5와 같았다.

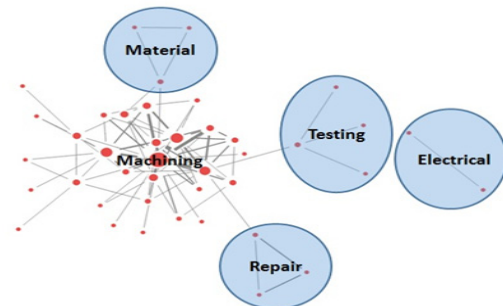


Fig. 5. Network Diagram for Centrality Analysis Result of EU Region.

분석결과, 유럽지역의 중심 기술요소는 “가공(Machining)”으로 나타났으며, FIA 2018 전체 분석결과와 큰 차이점을 보이지는 않았다. 이는 유럽지역이 선진 항공우주분야 기술을 보유하고 있는 선도 지역으로서 FIA 2018에 많은 수의 업체가 참여한 것이 분석결과에 영향을 준 것으로 판단되며, 그만큼 항공우주 기술분야에 대한 영향력도 큰 것을 알 수 있다.

이밖에도 유럽지역의 두드러지는 특징은 몇몇 분야들이 하위그룹을 형성하고 있다는 점인데, 이는 “재료(Material)”, “시험(Testing)”, “수리(Repair)”와 연관된 기술 분류들이 서로 모여 그룹을 형성하고 있었다. 아울러 “전자(Electrical)”분야는 다른 분야와는 다소 연관도가 떨어지는 독립적인 기술 분야로서 식별되었다.

2.4.2 아시아 지역 분석

우리나라를 제외한 아시아 지역에서는 총 10개 국가 78개 업체가 참여하였으며, 중심성 분석결과를 도식화한 결과는 Fig. 6과 같았다.

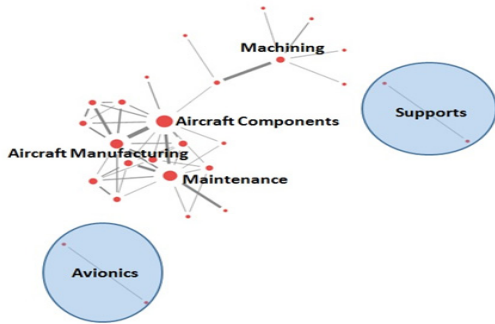


Fig. 6. Network Diagram for Centrality Analysis Result of Asia Region.

분석결과, 아시아 지역의 중심 기술요소는 “항공기 부품(Aircraft Components)”으로 식별되었으며, 그 밖에도 “항공기 제조(Aircraft Manufacturing)”와 “정비(Maintenance)” 분야가 높은 중심성을 보여주고 있었다. 반면에 FIA 2018 전체에서 가장 중요 기술분야로 식별되었던 “가공(Machining)”은 아시아 지역에서는 상대적으로 중요도가 떨어짐을 확인 할 수 있었다.

이밖에도 “항공전자(Avionics)”와 “지원(Supports)” 분야는 다른 분야와는 다소 연관도가 떨어지는 독립적인 기술분야로서 식별되었다.

2.4.3 영국 국가 분석

영국은 FIA 2018 참여 단일국가 중 가장 많은 업체인 349개 업체가 참석하였기 때문에, 별도로 단일국가에 대한 분석을 수행하였다. 중심성 분석결과를 도식화한 결과는 Fig. 7과 같았다.

분석결과, 영국의 중심 기술요소는 “가공(Machining)”으로 나타났으나, “정밀가공(Precision Machining/Engineering)”, “재료&구성요소(Materials & Components)”, “공학지원(Engineering Support)”의 중심성 수준도 상당히 높은 경향을 보여주었다.

이밖에도 “수리(Repair)”와 “전자(Electrical)”분야는 하위그룹을 형성하고 있었으며, “구조물 조립(Fabricated Structure)”은 다른 분야와는 다소 연관도가 떨어지는 독립적인 기술 분야로서 식별되었다.

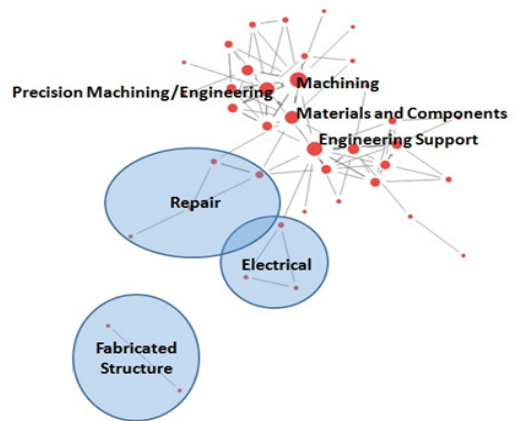


Fig. 7. Network Diagram for Centrality Analysis Result of United Kingdom.

2.4.4 미국 국가 분석

미국은 영국과 마찬가지로 FIA 2018 참여 단일국가 중 두 번째로 많은 업체인 267개 업체가 참석하였기 때문에, 별도로 단일국가에 대한 분석을 수행하였다. 중심성 분석결과를 도식화한 결과는 Fig. 8과 같았다.

분석결과, 미국의 중심 기술요소는 “엔진 부품/제어(Engine Components/Controls)”로 나타났으며, “터빈엔진 부품(Turbine Engine Components)”, “가공(Machining)”, “항공구조 부품(Airframe Components)”의 중심성 수준도 상당히 높은 경향을 보여주고 있었다.

이밖에도 미국의 두드러지는 특징은 다른 분석에서는 중요도가 낮았던 “작동기(Actuator)”가 상대적으로 높은 중심성을 보여주고 있었다.

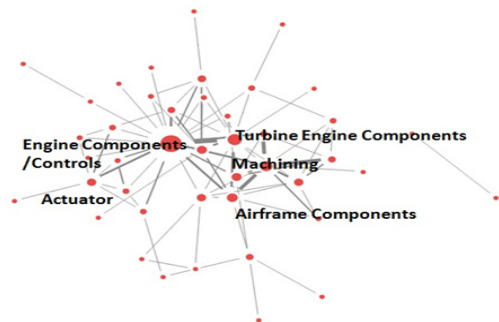


Fig. 8. Network Diagram for Centrality Analysis Result of United States.

2.4.5 대한민국 국가 분석

FIA 2018에는 우리나라에서도 13개 기관 및 업체가

참여하였으며, 중심성 분석 결과를 도식화한 결과는 Fig. 9와 같았다.

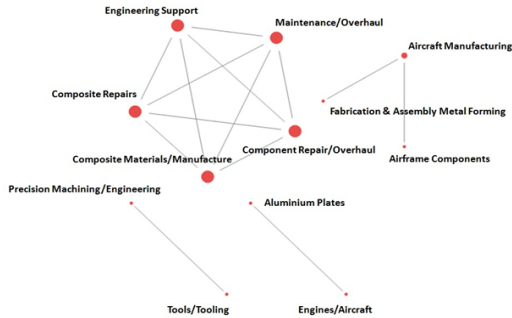


Fig. 9. Network Diagram for Centrality Analysis Result of Republic of Korea.

분석결과, 대한민국의 중심기술요소는 뚜렷하게 식별되지는 않았다. 기술요소 간 관계를 식별하기 어려운 이유는 참여기관 및 업체가 적기 때문으로 판단되며, 이러한 사항은 대한민국이 아직 우주항공분야 기술에 있어서 선도적인 역할이 미흡함을 의미한다.

3. 결론

중심성 분석은 본래 사회과학 분야에서 개인 간 사회 연결망 분석을 위한 SNA(Social Network Analysis)의 방법론[12] 중 하나로 사용되어 왔으나, 최근 정보처리 방식의 패러다임인 빅데이터 분석을 위한 핵심 방법론으로서 급부상하고 있다. 특히, 기존의 사회과학 영역에서 벗어나 다른 분야로 점차 활용분야를 넓혀가고 있다. 중심성 분석의 장점은 통계분석이 불가능한 비정형의 문자 데이터를 분석하여 데이터 간의 상호 의존성을 기반으로 하여 구성요소 간 행위와 방향성을 예측 할 수 있는 주요 도구로서 활용되고 있다[5].

과학기술분야에서는 최신연구 및 산업동향 등의 파악을 위해 중심성 분석이 활용되고 있으며, 이를 통해 기술수준 조사 분석과 이를 통한 기술기획 수립 등에 활용되고 있다[13].

본 연구에서는 전 세계 우주항공분야 최대 행사인 FIA 2018을 대상으로 기술요소 기반의 중심성 분석을 통해 우주항공 산업분야의 기술흐름과 동향을 파악하였다.

먼저 빈도수 기반의 기술요소 분석결과, “가공(Machining)”, “정밀가공(Precision Machining/ Engineering)”, “항공기/제조(Aircraft/ Manufacturing)”, “재료&구성요소(Materials& Components)”의 순으로 중심 기술이 파악되었다. 특히 “가공(Machining)”의 경우 두 번째로 많은 빈도수를 보였던 “정밀가공(Precision Machining/ Engineering)” 대비 1.3배 많은 빈도수를 보여주었다.

중심성 분석결과에서는 “가공(Machining)”이 연결정도, 근접, 매개 중심성 모두에서 가장 높은 중심성을 보여주었다. 특히, 연결정도와 매개 중심성에서 각각 두 번째로 높은 중심성을 보인 “정밀가공(Precision Machining/ Engineering)”, “공학지원(Engineering Support)” 분야 대비 1.5배와 2.6배 높은 중요도를 보여주었다. 이러한 중심성 분석 결과는 단순 빈도수 기반의 분석법보다 각 기술요소가 우주항공분야에서 차지하는 기술적 중요도와 역할정도를 좀 더 세밀하게 보여주는 것으로 나타났다.

특히 매개 중심성에서 두 번째로 높은 중요도를 보인 “공학지원(Engineering Support)”분야의 경우, 빈도수와 연결정도 중심성에서 각각 7번째 순위였으나, 매개 중심성에서는 두 번째로 높은 중요도를 보여주고 있었다. 이러한 내용은 각 중심성 결과를 종합하여 도식화 내용을 통해서 좀 더 명확하게 식별할 수 있었으며, “공학지원(Engineering Support)”이 기술지원과 관련한 하위 기술요소 그룹의 연결점으로서 작용하고 있음을 확인하였다.

중심성 분석결과를 종합해 보면, 우주항공분야에서 가장 중요한 기술요소는 바로 “가공(Machining)”과 “정밀가공(Precision Machining/ Engineering)”으로 식별되었다.

전 세계적으로 모든 지역과 국가에서 동일한 기술수준을 보유하고 있지 않기 때문에, 각 지역과 국가별 기술요소 특성을 분석하였다. 우리가 소위 항공우주분야 기술선진국으로 간주하는 미국과 유럽 국가들의 경우 대부분 “가공(Machining)” 분야가 주요 중심기술로 식별되었으나, 미국의 경우에는 오히려 “엔진 부품/제어(Engine Components/Controls)”와 “터빈엔진 부품(Turbine Engine Components)”에 있어서 중요도가 더 높음을 확인 할 수 있었다.

아시아 지역의 경우에는 상대적으로 “가공(Machining)” 분야의 중요도는 낮았으며, “항공기 부품(Aircraft Components)”과 “정비(Maintenance)”분야의 중요도가 더 높았다.

반면에 대한민국의 경우에는 특별한 중요도를 가진 기술요소가 식별되지 않았는데, 이는 우리가 앞으로 항공우주분야 선도국가로 나아가야 할 목적을 잘 보여주고 있다. 따라서 앞으로 국내 업체들이 나아가야 할 방향은 분석결과로 파악된 높은 중심성을 가진 기술요소를 중심으로 항공우주분야 선도기술을 확보해야 할 것으로 판단된다.

또한 본 연구의 결과를 통한 분석결과가 우주항공분야 기술기획 및 연구 방향성 제시를 위한 참고자료로서 활용될 수 있으리라 기대하며, 향후 FIA와 유사한 산업전사회 참여 시 기술동향 분석을 위한 빅데이터 기반의 방법론을 제시하였다고 판단된다.

아울러, 향후 2020년도에 개최될 예정인 FIA 2020 결과와 비교분석을 수행하게 된다면 시계열 분석을 통해 주요 기술변화 추세를 효과적으로 확인할 수 있을 것으로 판단한다.

References

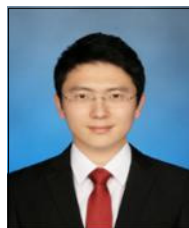
- [1] <http://www.farnboroughairshow.com>
- [2] S. H. Oh, "EU National Trends - Hannover Messe 2015 : Emergence of German industry 4.0", *Science & Technology Policy*, No.201, pp.8-9, 2015.
- [3] B. S. Choi, "Hannover Messe 2018 and The Future of Industrial Internet", *Future Horizon*, No.37, pp.28-31, 2018
- [4] K. J. Choi, "Technology Trends of 2017 Daejeon International Livestock Exposition and Feed Machinery" *Feed Journal*, Vol.5, No.10, pp.102-107, 2007.
- [5] S.S. Lee, *Network Analysis Methods*, Non Hyung Press, 2016.
- [6] H. Jeong. "God of Google Knows Everything", *Science Books Press*, 2014.
- [7] D. Jeong, O. Kwon, Y. Kwon, "Network Analysis of Green Technology using Keyword of Green Field", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol.12, No.11, pp.511-518, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.11.511>
- [8] J. W. Park, J. H. Seo, D. H. Lee, K. I. Na, S. Y. Cho, M. J. Bae, "Evaluation of Results in Pesticide Residues on Incongruity Commercial Agricultural Commodities using Network Analysis Method", *Journal of Food Hygiene and Safety*, Vol. 33, No. 1, pp.23-30, 2018.
DOI: <https://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2018.33.1.23>
- [9] J. Choi, H. Kim, N. Im, "Keyword Network Analysis for Technology Forecasting", *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol. 17, No. 4, pp.227-240, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.13088/jiis.2011.17.4.227>

- [10] <https://www.farnboroughairshow.com/trade/exhibiting/download-centre/#modal-download>
- [11] <http://www.netminer.com/>
- [12] L. C. Freeman, "Centrality in social networks conceptual classification", *Social Networks*, Vol. 1, Issue. 3, pp.215-239, 1979.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- [13] J. S. Park, N. R. Kim, E. J. Han, "Analysis of Trends in Science and Technology using Keyword Network Analysis", *Journal of the Korea Industrial Information Systems Society*, Vol. 23, Issue. 2, pp.63-73, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9723/jkisi.2018.23.2.063>

황 재 교(Jae-Gyo Hwang)

[정회원]



- 2013년 8월 : 건국대학교 전자공학과 (공학사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>

국방품질경영(전기/전자/정보통신 분야)

박 재 우(Jae Woo Park)

[정회원]



- 2009년 8월 : 서울대학교 화학생물공학부 (공학석사)
- 2015년 2월 : 서울대학교 멀티스케일기계설계전공 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 8월 : 서울대학교 정밀기계설계연구소 박사 후 연구원
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>

국방품질경영(화학/화생방 분야)

고 용 신(Yong-Sin Ko)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한양대학교 기계공학부 (공학사)
- 2018년 2월 : 부산대학교 산업대학원 재료공학전공 (공학석사)
- 2013년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>
국방품질경영

이 창 범(Changbum Lee)

[정회원]



- 2010년 2월 : 고려대학교 신소재공학과 (공학사)
- 2016년 9월 : 고려대학교 신소재공학과 (공학박사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 선임연구원

<관심분야>
금속공학, 재료공학

황 재 식(Jae Sik Hwang)

[정회원]



- 2016년 8월 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학부 (공학사)
- 2016년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>
정보보호, 정보통신