

# 연관도 분석을 이용한 전략적 지원품목 선정 프로세스 연구

- 기계분야를 중심으로

권영일\*·박영서\*\*

## I. 서론

기술개발 역량이 상대적으로 낙후되어 있는 중소기업들로 하여금 국가의 전략적 기술발전 목표를 달성시키기 위해서는 전략적 기술개발영역을 top-down 방식으로 제시할 필요가 있다. 즉, 한정된 자원을 효율적으로 활용해야 할 필요성이 증대하고 있는 상황에서, 기술의 파급도 및 연관도 분석을 통한 우선순위 결정방식은 정부의 정책효율성을 극대화시킬 수 있다.

파급도 및 연관도가 큰 기술은 시장세분화에 의한 리스크 분산의 효과가 있어 효율적인 투자가 가능하기 때문에, 이미 벤처기업평가 및 기술성 평가 등에 있어서 기술 파급도 및 연관도 평가가 기술의 우수성과 더불어 매우 중요한 평가기준으로 자리잡고 있다.

본 연구는 중소기업청에서 시행하고 있는 각종 기술개발과제 선정시에 산업적 비중이 높은 품목, 수입대체 효과가 큰 품목, 정부 육성품목을 대상으로 하여, 개발기술의 파급효과가 크고, 단기적 접근 가능성이 높은 기계분야의 중소기업형 품목 및 기술을 선정하는 프로세스를 개발하여 지원해야 할 기술과제를 도출하는데 목적이 있다.

## II. 기계분야 품목 및 기술 선정

### 1. 기계분야의 품목 선정

기계분야의 품목은 산업적 비중이 높은 품목, 수입대체효과 품목, 정부육성품목 중에서 다음과 같은 방법으로 선정하였다.

#### 1) 산업적 비중이 높은 품목

한국표준산업분류(통계청) 제조업의 5단위 473개 산업을 대상으로 산업분석을 수행하여 산업적 비중이 높으면서 전략적으로 중요성이 높은 주요 산업을 선정하고, 선정된 산업에 한국표준산업분류(통계청) 8단위 품목을 적용하여 대상품목으로 하였다. 해당 품목에 대하여 중소기업성 분석과 품목의 유망성 분석 및 정성적 분석을 통하여 1차 지원품목을 도출한 다음, 협회·조합의 외부전문가 자문을 통해 최종적으로 중소기업형 전략품목을 선정하였다(35개 품목)

(첫페이지에)

\* 권영일, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 02-3299-6031, Email : ylkwn@kisti.re.kr

\*\* 박영서, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 02-3299-6030, Email : yspak@kisti.re.kr

## 2) 수입대체효과 품목

한국무역협회의 수입통계(www.kita.net) 자료 중 품목당 수입규모가 연간 약 300억원(2,900만달러) 이상인 1,000개 품목을 대상으로, 원재료 품목과 기타품목, 대기업 품목을 제외시키고, 수입국가 분석을 실시하여 1차 지원품목을 도출한 다음, 각 협회·조합의 외부전문가 자문을 통해 최종적으로 중소기업형 전략적 지원품목을 선정하였다(27개 품목).

## 3) 정부육성 유망품목

정부에서 적극 육성하고 있는 신성장동력산업 과제, 국가유망기술21 과제, 10대 전략부품소재, 차세대 세계일류 상품, 한일FTA 대비 부품소재 등의 유망품목(기술)을 대상으로, 내부전문가 자문을 통하여 1차 지원품목을 도출한 다음, 각 협회·조합의 외부전문가 자문을 통해 최종적으로 중소기업형 전략품목을 선정하였다(7개 품목).

## 2. 기계분야의 요소기술 선정

기계분야의 요소기술 선정은 산업적 비중이 높은 품목, 수입대체효과 품목, 정부육성품목의 전략적 지원품목 분석을 통해 얻어진 기계분야의 69개 중소기업형 전략품목을 대상으로 전문가 자문 등을 통하여 요소기술을 선정하였다.

요소기술 선정시 제품의 특성, 제품에 대한 주요 기술적 니즈를 파악하여 중소기업적이면서 기술 취약성과 시급성이 크고, 단기적으로 해결되어야 할 기술을 중심으로 핵심 요소기술을 선정하였다.

<표 1> 요소기술의 선정기준

주요 선정인자	<ul style="list-style-type: none"> <li>·제품에의 기여도(%) : 해당기술이 제품에서 차지하는 비중</li> <li>·기술의 중소기업성 (3점)</li> <li>·기술의 취약성 및 시급성 (3점)</li> <li>·기술의 단기성 (3점)</li> <li>·니즈 부합성</li> </ul>
선정기준	<p>(중소기업성 + 취약성 및 시급성 + 기술의 단기성) × 제품에의 기여도(%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 동점일 경우 (기술의 중소기업성 + 기술의 취약성 및 시급성 + 기술의 단기성)이 높은 기술을 채택</li> <li>※ 이 단계에서도 동점일 경우 니즈 부합성이 높은 기술을 채택</li> </ul>

<표 2> 요소기술 및 핵심 요소기술 추출 예

제품명	동력전달장치 및 부분품 ME304		
제품개요	1) 엔진 등 동력원에서 발생한 동력을 구동바퀴 등에 전달하는 장치 및 부품 2) 구성 : 클러치, 변속기, 드라이브 라인, 중감속 기어, 차동기어장치, 구동축, 커플링, 조인트, 토크 컨버터 등		
주요 기술 니즈	1) 클러치의 경량화 2) 내구성 향상과 저소음화 3) 친환경 동력전달장치 구현		
제품을 구성하는 요소기술	기술명	제품에의 기여도(%)	기술적니즈 부합성
	1) 전자식 자동변속기 2) 경량화 무공해 클러치 기술 3) 하이브리드 자동차용 동력전달장치	40 30 30	1), 2) 1), 2) 3)
핵심 요소기술	기술명	상위 요소기술	평점
	1) 클러치용 무공해성 Facing 재료 및 클러치 커버 설계기술 2) 고속반응 솔레노이드(solenoid) 및 동력제어기술 (ME304) 3) 동력원의 효율적인 배분을 위한 동력전달계통 설계기술	2) 1), 3) 3)	9(3,3,3) 8(3,3,2) 7(2,2,3)
선택 사유	1) 자동차 및 산업기계에서 광범위하게 이용되는 기술임 2) 효율성 제고 및 에너지 절감 등 친환경적 규제에 의한 기술개발 시급 3) 내수 및 수출에 대한 파급효과가 클 것으로 기대됨		
주요 타분야 연관기술	1) 자동차 등의 운송수단용 power train 및 power steering 2) 공장기계 및 로봇 등의 산업기계 3) 발전설비		

### 3. 기계분야 기술의 파급도 및 연관도 분석

#### 1) 기계분야의 기술 선정

##### (1) 선정 기준

전문가 및 전문기관에서 작성한 요소기술추출시트 내용을 활용하여 기계분야의 기술을 선정하였으며, 주요 인자는 다음과 같다.

- ▶ 제품에의 기여도(%) : 해당 기술이 제품에서 차지하는 비중
- ▶ 기술의 중소기업성
- ▶ 기술의 취약성 및 시급성
- ▶ 기술의 단기 실현성
- ▶ 니즈 부합성

## (2) 선정 방법

기술 점수에 따라 평점 부여 방식으로 기술을 선정하였으며, 기술 점수가 동일할 경우에는 RFC(Red Flag Check : 기술의 중소기업성 + 취약성 및 시급성 + 기술의 단기 실현성)의 순서대로, RFC까지 동점일 경우 니즈 부합성이 높은 기술을 선정하였다.

▶ “기술 점수” = (기술의 중소기업성(3점) + 기술의 취약성 및 시급성(3점) + 기술의 단기 실현성(3점)) × 제품기여도(%)/100 이 높은 기술을 채택

▶ 기술점수가 동점일 경우 RFC(기술의 중소기업성(3점) + 기술의 취약성 및 시급성(3점) + 기술의 단기실현성(3점))가 높은 점수 채택

▶ RFC까지 동점일 경우 니즈 부합성이 높은 기술 채택

기계분야 69개 품목으로부터 선정된 97개기술간의 우선순위를 결정하기 위하여 파급도 및 연관도 분석을 수행하였다.

기계분야 97개의 기술을 97×97 매트릭스(matrix)로 구성하는 것은 구성 및 이해 측면에서 모두 난점이 있으므로, 매트릭스를 효율적으로 구성하기 위하여 기술들을 클러스터링하였다. 즉, 97개의 기술을 5개 클러스터로 분류하여 파급도 분석 및 이후의 연관도 분석을 수행하였다.

## 2) 기계분야 기술의 파급도 분석

### (1) 기술의 파급도 분석 방법

각 기술간 요소기술의 구성을 파악하고 이들의 중복도를 평가하여 매트릭스를 구성하여 A 매트릭스라고 정의 하였다.

<표 3> A 매트릭스

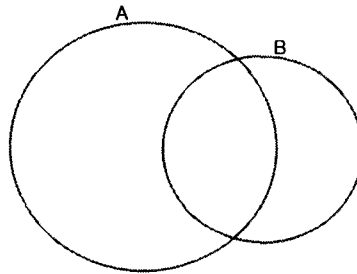
	기술 1	기술 2	기술 3	기술 4
요소기술 1	1	1	0	0
요소기술 2	1	1	1	1
요소기술 3	0	1	0	1
요소기술 4	1	0	0	1

A 매트릭스에서 기술 1은 요소기술 1, 2, 4로 구성되어 있고, 기술 2와는 요소기술 1, 2가 중복된다. A 매트릭스로부터 기술의 파급도(다른 기술에 미치는 영향) 및 복합도(다른 기술로부터 받는 영향)를 측정할 수 있는 B 매트릭스를 구성하였다.

$$\text{▶ 공식 : } x_{ij}(\text{기술 } i \text{ 의 } j \text{ 에의 파급도}) = \frac{D_{ij}(\text{기술 } i \text{ 와 } j \text{ 의 공통요소기술의 수})}{H_j(\text{기술 } j \text{ 의 요소기술의 총수})}$$

▶ A기술을 구성하는 요소기술이 8개이고 B기술을 구성하는 요소기술이 6개, 그리고 이중 3개가 A 기술과 B 기술에 공통으로 구성되는 요소기술이라고 하였다<그림 1>.

<그림 1> 기술연관 분석법의 개념도



- ▶ A가 B에 미치는 영향, 즉, B가 A에 받는 영향은  $D_{ij}/H_j = 3(\text{공통})/6(\text{B의 구성요소}) = 0.5$
- ▶ A가 B로부터 받는 영향, 즉, B가 A에 미치는 영향은  $D_{ij}/H_j = 3(\text{공통})/8(\text{A의 구성요소}) = 0.375$
- ▶ 이러한 내용을 매트릭스에 구성하면 B 매트릭스가 된다.

<표 4> A 매트릭스로부터 B 매트릭스의 구성

	기술 1	기술 2	기술 3	기술 4	복합도 지수
기술 1	1	0.667	0.333	0.667	2.667
기술 2	0.667	1	0.333	0.667	2.667
기술 3	1	1	1	1	4
기술 4	0.667	0.667	0.333	1	2.667
파급도 지수	3.334	3.334	1.999	3.334	

- ▶ 세로방향의 합이 파급도 지수, 가로방향의 합이 복합도 지수를 의미한다.
- ▶ 이 결과에서 기술 1, 2, 4가 기술 3보다 높은 파급도를 갖는 것으로 나타내었다.

이러한 기법은 중분류 이상의 큰 기술을 대상으로 할 때 가능하므로, 본 연구에서는 전문가를 통해 B 매트릭스를 구성하는 정성적인 방법을 채택하였다.

## (2) 기술 파급도 분석결과

본 연구에서 파급도 분석 대상기술은 97개이며, B 매트릭스를 효율적으로 구성하기 위하여 각 기술을 클러스터링 하였다. 97개의 기술을 5개 클러스터로 분류하여 파급도 분석 및 이후의 연관도 분석을 수행하였다. 각 클러스터는 평균 20개 정도의 기술들로 구성하였으며 전문가의 의견에 따라 최대한 연관도가 높은 기술들끼리 클러스터링하였다<표 5>.

<표 5> 기계분야 선정된 기술의 클러스터링>

분야	클러스터	클러스터 Code	기술 갯수
기 계	공기조화, 유체유동, 의료기기	ME10x	19
	소재의 절삭 및 비절삭 가공	ME20x	20
	수송 기기	ME30x	19
	반도체 제조 및 정밀 기기	ME40x	22
	요소기계장치	ME50x	17

주 1) x 는 클러스터에 속한 기술들의 일련번호임.

이상의 5개 클러스터에 대하여 각각 B 매트릭스를 구성하였으며, 본 논문에서는 클러스터 ME30x, 수송기기를 예로서 기술하였다. 이를 토대로 <표 7>과 같은 19×19 B 매트릭스를 구성하였다. B 매트릭스의 결과는 파급도와 복합도로 표출되며, 이 중 파급도 지수를 이용하여 우선순위를 정하였다(<표 6>).

<표 6> 수송기기 클러스터(ME30x)에 속한 기술

Code	기 술 명
ME301	정밀 플라스틱 기어의 설계 및 제작기술
ME302	기어박스의 레이아웃 설계 및 동적특성 분석기술
ME303	기어의 정밀가공 기술
ME304	고속반응 솔레노이드(solenoid) 및 동력제어기술
ME305	발전계통의 절연 및 도전재료 열화 평가기술
ME306	Actuator, 센서 등을 포함한 변속기용 유압, 전자 제어기술
ME307	변속기의 경량화 및 컴팩트화 설계기술
ME308	선박용 프로펠러의 캐비테이션 방지를 위한 유체역학적 설계기술
ME309	선박의 운동제어 평가기술 및 운항자세 제어기술
ME310	엔진의 고압 연료분사기술
ME311	엔진의 연소제어기술
ME312	전자제어식 제동장치용 유압회로기술
ME313	효과적 제동거동을 위한 논리회로 설계 및 모니터링 기술
ME314	제동장치용 유압회로 설계기술
ME315	제동장치용 센서류 및 제어회로 설계기술
ME316	스티어링 모터 설계 및 제조기술
ME317	주차기용 리프트, 카트 및 파레트 설계기술
ME318	클러치의 방열구조 설계기술
ME319	차량용 현가장치의 레이아웃 설계기술

각 클러스터에 대하여 파급도 분석을 수행한 B 매트릭스를 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> B 매트릭스(수송기기; ME30x)

	ME301	ME302	ME303	ME304	ME305	ME306	ME307	ME308	ME309	ME310	ME311	ME312	ME313	ME314	ME315	ME316	ME317	ME318	ME319	복합도 합계
ME301	10	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
ME302	3	10	7	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	30
ME303	7	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	27
ME304	3	0	0	10	0	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	0	0	3	3	40
ME305	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
ME306	3	7	0	7	0	10	7	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	43
ME307	0	7	7	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
ME308	0	0	0	0	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
ME309	0	0	0	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
ME310	0	0	0	7	0	3	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	27
ME311	0	0	0	3	0	3	0	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	23
ME312	0	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	10	7	7	7	0	0	0	0	41
ME313	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	7	7	0	0	0	0	31
ME314	0	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	7	7	10	7	0	0	0	0	41
ME315	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	7	7	7	10	0	0	0	0	45
ME316	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	19
ME317	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	13
ME318	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3	16
ME319	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	16
파급도 합계	29	33	34	54	10	42	23	13	13	20	20	37	31	37	37	24	10	16	16	

각 클러스터의 B 매트릭스 작성을 통한 파급도 우선 순위를 <표 8>에 제시하였다.

<표 8> 수송기기(ME30x) 기술의 파급도 우선순위

Code	기술명	파급도 지수
ME304	고속반응 솔레노이드(solenoid) 및 동력제어기술	54
ME306	Actuator, 센서 등을 포함한 변속기용 유압, 전자 제어기술	42
ME312	전자제어식 제동장치용 유압회로기술	37
ME314	제동장치용 유압회로 설계기술	37
ME315	제동장치용 센서류 및 제어회로 설계기술	37
ME303	기어의 정밀가공 기술	34
ME302	기어박스의 레이아웃 설계 및 동적특성 분석기술	33
ME313	효과적 제동거동을 위한 논리회로 설계 및 모니터링 기술	31
ME301	정밀 플라스틱 기어의 설계 및 제작기술	29
ME316	스티어링 모터 설계 및 제조기술	24
ME307	변속기의 경량화 및 컴팩트화 설계기술	23
ME310	엔진의 고압 연료분사기술	20
ME311	엔진의 연소제어기술	20
ME318	클러치의 방열구조 설계기술	16
ME319	차량용 현가장치의 레이아웃 설계기술	16
ME308	선박용 프로펠러의 캐비테이션 방지를 위한 유체역학적 설계기술	13
ME309	선박의 운동제어 평가기술 및 운항자세 제어기술	13
ME305	발전계통의 절연 및 도전재료 열화 평가기술	10
ME317	주차기용 리프트, 카트 및 파레트 설계기술	10

### 3) 기술의 연관도 분석 방법

#### (1) 기술 연관도 분석

일반적으로 클러스터링에 있어서는 유사도 측정이 기본이 되고, 이러한 유사도는 식별요소의 벡터를 이용한 유사계수가 사용되며, 다양한 유사계수 유형이 제시되고 있다.

유사계수는 거리계수, 연관계수, 상관계수, 확률적 유사계수로 나눌 수 있다(Sokal & Sneath 1973)<sup>1)</sup>.

##### ①) 거리계수(distance coefficient)

다양하게 정의된 공간상에서의 거리를 가지고 대상간의 비유사성을 측정하는 방법이다. 대상간의 거리는 유사성의 반대 개념으로 유사도가 높은 두 요소간의 거리는 짧다. 대표적인 거리계수로 유클리드 거리(euclidean distance), 민코스키 매트릭스(mincowski metrics), 시티블록 거리(city block distance) 등이 있다.

##### ②) 연관계수(association coefficient)

비교하고자 하는 두 요소를 표현하고 있는 속성간의 일치 정도를 측정하는 방법으로, 특히 문헌이나 기술 클러스터링에 널리 이용되고 있다. 대표적인 연관계수로는 자카드 계수(jaccard coefficient), 다이스 계수(dice coefficient), 허만 계수(hamann coefficient) 등이 있다.

##### ③) 상관계수(correlation coefficient)

비교하고자 하는 두 요소를 표현하고 있는 속성들의 벡터쌍에 대한 독립성을 측정하는 방법이다. 대표적인 상관계수로는 적률상관계수(product moment correlation coefficient), 피어슨 상관계수(pearson product moment correlation coefficient) 등이 있다.

##### ④) 확률적 유사계수(probabilistic similarity)

정보량 공식에 기반하여 두 사건의 확률변수간의 의존관계를 정량적으로 나타낸 것이며, 대표적으로 섀논(Shannon)의 정보 이론에 기초한 상호정보량(mutual information)이 있다.

#### (2) 유사도 행렬 작성(연관성 측정)

일반적으로 비교 대상인 두 요소 x, y에 대한 연관도에 측정을 위해 먼저 아래와 같은 <2 x 2 분할표>를 작성하고, 작성된 값들을 유사계수 공식(아래 표 참조)에 적용하여 유사계수를 측정하며, 이렇게 얻어진 값을 행렬로 표시하여 최종 유사도 행렬이 얻어진다.

---

1) Sneath, P.H.A., Robert, R. Sokal (1973), *Numerical Taxonomy: The Principles and Practices of Numerical Classification*, SF: W. H. Freeman and Company.



< 2 x 2 분할표 >

	y 출현	y 미출현	
x 출현	a	b	a+b = f(x)
x 미출현	c	d	
	a+c = f(y)		a+b+c+d = N

본 연구에서는 기술간 과급정도와 같이 가중치가 있는 B 행렬에서의 유사도 측정에 유효한 피어슨 상관계수를 유사계수로 선정하여 연관도 행렬을 작성하였다.

<표 9> 주요 연관계수 척도

명칭	약호	공식
Russel & Rao	R&R	$\frac{a}{N}$
Jaccard	JAC	$\frac{a}{a+b+c}$
Dice	DIC	$\frac{2a}{2a+b+c}$
Cosine (Ochiai)	COS	$\frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$
Kulczynski 2	KUL2	$\frac{1}{2} \left( \frac{a}{a+b} + \frac{a}{a+c} \right)$
Simple Matching	SM	$\frac{a+d}{N}$
Chi-square	CHI	$\frac{N(ad-bc)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$
GSS (Dispersion)	GSS	$\frac{ad-bc}{N^2}$
Pearson's PHI	PHI	$\frac{ad-bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$
Anderberg (Sokal & Sneath 4)	AND	$\frac{1}{4} \left( \frac{a}{a+b} + \frac{a}{a+c} + \frac{d}{b+d} + \frac{d}{c+d} \right)$
Relative Mutual Information J	RMIJ	$\frac{\log_2 N + \log_2 a - \log_2 (a+b)(a+c)}{\log_2 N - \log_2 a}$
Sokal & Sneath 5 (Ochiai 2)	SS5	$\frac{ad}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}}$
Log Odds Ratio	LOR	$\log \frac{ad}{bc}$
Yule's Y	YULE	$\frac{\sqrt{ad-bc}}{\sqrt{ad+bc}}$
Mutual Information	MI	$\log_2 \frac{Na}{(a+b)(a+c)}$

- 과급도 분석에서 제시한 B 매트릭스의 이용

▶ 공식

$$r_{ij} = \frac{\sum (x_{ki} - \bar{x}_{.i})(x_{ki} - \bar{x}_{.j}) + \sum (x_{ik} - \bar{x}_{i.})(x_{jk} - \bar{x}_{.j})}{\sqrt{\sum (x_{ki} - \bar{x}_{.i})^2 + \sum (x_{ki} - \bar{x}_{.j})^2} \sqrt{\sum (x_{ik} - \bar{x}_{i.})^2 + \sum (x_{jk} - \bar{x}_{.j})^2}}$$

(단,  $i \neq k, j \neq k, x_i$  는  $i$ 행의 평균,  $x_i$  는  $i$ 열의 평균)

$r_{ij}$  : 기술  $i$ 와  $j$ 의 연관도(피어슨 상관계수)  
 $x_i$  : 기술  $x$ 의 파급도  
 $x_j$  : 기술  $j$ 의 파급도

▶ 위의 공식을 통하여 연관도 매트릭스인 C 매트릭스를 구성하였다.

- 계산과정의 예시

<표 10> A 매트릭스로부터 B 매트릭스의 구성

	기술 1	기술 2	기술 3	기술 4	기술 5	복합도 지수
기술 1	10	7	0	0	7	24
기술 2	7	10	0	0	7	24
기술 3	3	0	10	7	0	20
기술 4	0	0	7	10	0	17
기술 5	7	7	0	0	10	24
파급도 지수	27	24	17	17	24	

<표 11> B 매트릭스로부터 C 매트릭스의 구성

	기술 1	기술 2	기술 3	기술 4	기술 5
기술 1	1	0.904	-1	-1	0.904
기술 2	0.904	1	-1	-1	1
기술 3	-1	-1	1	1	-1
기술 4	-1	-1	1	1	-1
기술 5	0.904	1	-1	-1	1

- ▶  $r_{ij}$ 는 기술  $i$ 와 기술  $j$ 간의 상관계수 값이며, 이 값이 클수록 연관이 크다는 의미로 해석된다.
- ▶ C 매트릭스는 항상 대각선으로 일치하는 양상을 보인다(자기 상관).
- ▶ (예)의 C 매트릭스에서 볼 때 기술 3과 기술 4는 다른 기술과 “-(부)”의 상관관계를 나타내어 구분된다. 따라서 기술 1, 2, 5를 한 그룹으로, 기술 3, 4를 다른 한 그룹으로 나눌 수 있다.

### (3) 기술의 연관도 분석 결과

위에서 작성한 기술의 파급도 매트릭스인 B 매트릭스를 이용하여 5개의 클러스터에 대하여 연관도 분석을 수행하여 C 매트릭스를 작성하였다<표 12>.

<표 12> C 매트릭스

	ME301	ME302	ME303	ME304	ME305	ME306	ME307	ME308	ME309	ME310	ME311	ME312	ME313	ME314	ME315	ME316	ME317	ME318	ME319
ME301	1	0.53	0.365	-0.218	0	-0.112	0.548	-0.114	-0.114	-0.108	-0.093	-0.176	-0.212	-0.176	-0.186	0.777	-0.08	-0.02	-0.02
ME302	0.53	1	0.728	-0.137	0	0.104	0.516	-0.135	-0.135	-0.209	-0.204	-0.233	-0.25	-0.233	-0.244	0.397	-0.094	-0.197	-0.197
ME303	0.365	0.728	1	-0.329	0	0.059	0.093	-0.12	-0.12	-0.186	-0.181	-0.291	-0.223	-0.291	-0.297	0.641	-0.084	-0.176	-0.176
ME304	-0.218	-0.137	-0.329	1	0	0.401	0.028	-0.224	-0.224	0.141	0.314	0.376	0.538	0.376	0.376	-0.277	0	-0.051	0.116
ME305	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ME306	-0.112	0.104	0.059	0.401	0	1	0.216	-0.192	-0.192	0.205	0.098	0.33	0.326	0.33	0.256	-0.092	0.356	0.196	-0.102
ME307	0.548	0.516	0.093	0.028	0	0.216	1	-0.109	-0.109	0.019	0.05	-0.032	-0.201	-0.032	0.074	0.285	-0.076	-0.04	0.238
ME308	-0.114	-0.135	-0.12	-0.224	0	-0.192	-0.109	1	1	-0.097	-0.094	-0.151	-0.116	-0.151	-0.154	-0.094	-0.044	-0.091	-0.091
ME309	-0.114	-0.135	-0.12	-0.224	0	-0.192	-0.109	1	1	-0.097	-0.094	-0.151	-0.116	-0.151	-0.154	-0.094	-0.044	-0.091	-0.091
ME310	-0.108	-0.209	-0.186	0.141	0	0.205	0.019	-0.097	-0.097	1	0.91	0.106	-0.179	0.106	0.144	-0.146	0.526	0.303	0.125
ME311	-0.093	-0.204	-0.181	0.314	0	0.098	0.05	-0.094	-0.094	0.91	1	-0.001	-0.175	-0.001	0.05	-0.142	0.225	0.168	0.168
ME312	-0.176	-0.233	-0.291	0.376	0	0.33	-0.032	-0.151	-0.151	0.106	-0.001	1	0.828	1	0.968	-0.228	0.326	0.103	-0.027
ME313	-0.212	-0.25	-0.223	0.538	0	0.326	-0.201	-0.116	-0.116	-0.179	-0.175	0.828	1	0.828	0.761	-0.175	-0.081	-0.169	-0.169
ME314	-0.176	-0.233	-0.291	0.376	0	0.33	-0.032	-0.151	-0.151	0.106	-0.001	1	0.828	1	0.968	-0.228	0.326	0.103	-0.027
ME315	-0.186	-0.244	-0.297	0.376	0	0.256	0.074	-0.154	-0.154	0.144	0.05	0.968	0.761	0.968	1	-0.233	0.305	0.084	0.084
ME316	0.777	0.397	0.641	-0.277	0	-0.092	0.285	-0.094	-0.094	-0.146	-0.142	-0.228	-0.175	-0.228	-0.233	1	-0.066	-0.138	-0.138
ME317	-0.08	-0.094	-0.084	0	0	0.356	-0.076	-0.044	-0.044	0.526	0.225	0.326	-0.081	0.326	0.305	-0.066	1	0.477	-0.064
ME318	-0.02	-0.197	-0.176	-0.051	0	0.196	-0.04	-0.091	-0.091	0.303	0.168	0.103	-0.169	0.103	0.084	-0.138	0.477	1	0.469
ME319	-0.02	-0.197	-0.176	0.116	0	-0.102	0.238	-0.091	-0.091	0.125	0.168	-0.027	-0.169	-0.027	0.084	-0.138	-0.064	0.469	1

(4) 연관도 분석을 통한 기술의 그룹화

① 그룹화 방법

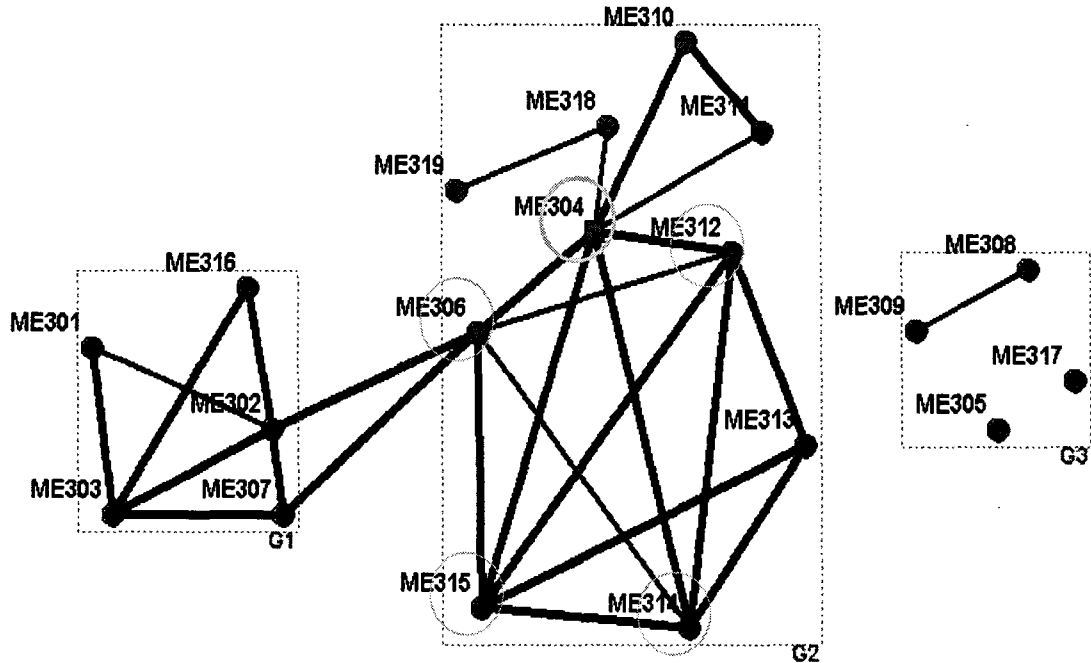
작성된 연관도 분석 매트릭스 C를 이용하여 기술 간의 네트워크 지도를 작성하였다. 네트워크 분석에는 네트워크 분석 프로그램인 (주)사이람의 NetMiner II를 활용하여 각 기술을 연결하여 작성하였다. 유사도 행렬에 따른 그룹핑(CONCOR: CONvergence of iterated ORrelation)에 의해 연관 기술들을 클러스터링 하였다. 특정값을 Cut off value로 정하여 그 이상값을 가질 경우에만 해당 기술을 연결하였다.

두 기술이 서로에게 영향을 미칠 경우에 연결하였고, 한 기술이 일방적으로 다른 기술에 영향을 미칠 경우, 파급도 지수가 5점 이상인 경우에만 네트워크 지도를 작성하였다. 배점한 전문가의 성향에 따라 점수분포가 특히 낮거나 높은 경우는 cut off value를 이용하여 조정하였다.

② 클러스터의 네트워크 지도 작성

연결선의 굵기는 기술간의 연관도(파급도)와 비례하고, 원으로 구분된 기술은 파급도가 높은 기술을 뜻하며, 파급도가 높은 기술이 연관도도 비교적 높음을 알 수 있다. 기술명은 앞에서 언급한 기술을 대상으로 하였다.

<그림 2> 수송기기(ME30x) 클러스터의 기술 네트워크 지도



수송기기(ME30x) 클러스터는 1개의 대그룹(G2)과 2개의 소그룹(G1, G3)으로 구성된다. ME306기술은 그룹 2, 1(G2, G1)에 골고루 영향을 미치는 기술이고, 이중 그룹 2(G2)에 미치는 영향이 더 크므로 그룹 2(G2)에 포함하였다. 그룹 2(G2)에 속한 기술들은 기술 간의 연관도가 비교적 높게 나타났다.

### III. 결론

본 연구는 중소기업의 기술개발 수요조사를 위한 전략적 기술 지원분야를 선정하기 위한 기술 연관도 분석 프로세스를 개발하였다. 개발된 프로세스에 의해 기계분야의 지원품목 선정, 요소기술 추출, 기술연관도 분석을 이용하여 전략적 지원분야를 선정하였다. 기술과급도 분석, 기술연관도 분석을 이용하여 기계분야의 중소기업형 제품·기술 계통도를 작성하고 지원 우선순위를 결정하였다.

중소기업청에서 시행하고 있는 각종 기술개발과제의 수요조사를 실시하는데 있어서, 중소기업에 적합하고 정책 목적을 명확히 유도할 수 있는 제품을 도출하고, 각 제품들의 요소기술간 과급도 및 연관도 분석을 통하여 기계분야의 기술개발 과제를 Top-Down 방식으로 도출하였다.

기계분야 요소기술 간의 과급도 분석에 전문가를 활용한 정성적인 방법과 기술연관도 분석인 정량적 방법을 사용하였으나, 특히 인용도 분석에 의한 정량적인 방법을 이용하게 되면, 선정 프로세스 및 모델의 객관화를 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

## [참고 문헌]

- [1] 고병열, 홍정진, 손종구, 박영서, “기술연관분석을 통한 중소기업형 전략적 기술개발과제의 우선순위 도출”, 기술혁신학회지, Vol.6, No.3, 2003.12
- [2] 박승민, 오경준, “기술연관분석을 활용한 기술지식스톡 추계 연구”, 한국에너지공학회지, Vol.9, No.3, 2000
- [3] 오경준, “기술연관분석을 인요한 연구개발 의사결정 정보 도출”, 기술혁신학회지, Vol.3, No.3, 2000.12
- [4] 주시형, “지적재산권 정보에 근거한 산업간 기술연관관계분석 : 부품소재산업 중심의 사례”, 기술경영경제학회 제23회 하계학술발표회 논문집, 2003권, 2003
- [5] 지경용, “기술 연관 분석의 정보 통신 산업에의 응용 사례”, 전자통신동향분석, Vol.12, No.2, 1997.
- [6] 최희운, 윤문섭 「첨단기반기술의 기술연관 분석 및 사전조사 연구」, 한국과학기술평가원, 1987
- [7] 홍순기, 박병무, “기술 연관 분석에 의한 건설 기술 과제의 우선 순위 결정”, 대한산업공학회지, Vol.24, No.1, 1998
- [8] Sneath, P.H.A., Robert, R. Sokal, *Numerical Taxonomy: The Principles and Practices of Numerical Classification*, SF: W. H. Freeman and Company, 1973