

## 기술연관분석을 통한 중소기업형 전략적 기술개발과제의 우선순위 도출

### Selection of the Strategic R&D Field Satisfying SMEs' Specific Needs by Technology Relevance/Cluster Analysis

고병열\*, 홍정진\*\*, 손종구\*\*\*, 박영서\*\*\*\*  
(Byoung-Youl Coh, Jung-Jin Hong, Jong-Ku Son, Young-Seo Park)

< 목 차 >	
I. 서론	IV. 대상품목 및 핵심니드기술의 선정
II. 이론적 고찰	V. 핵심니드기술의 파급도 및 연관도 분석
III. 연구의 흐름	VI. 결과 및 함의

#### <Abstract>

With limited resources, proper allocation of the national R&D budget is very crucial matter for reinforcing the national competence, and the importance of selecting strategic R&D fields have been increasingly emphasized by technology policy-makers and CTOs. This paper deals with technology relevance/cluster analysis, which measures technological dependency and relevancy among technologies, and how it can be used for selecting the strategic R&D fields especially satisfying SMEs(small and medium enterprises)' specific needs. As a result of this study, technology-product tree composed of 7 major technology fields, 22 clusters, 41 groups, 335 core-need technologies and hundreds of related business items are produced that can be used for designing SMEs' R&D/business portfolio as well as R&D investment decision-making of the Ministry of Small and Medium Business Administration.

Key Words : technology relevance/cluster analysis, strategic R&D field, technology-product tree, core-needs technologies

주제어 : 기술연관분석, 전략적 기술개발과제, 제품-기술 계통도, 핵심니드기술

\* 한국과학기술정보연구원 산업정보분석실 선임연구원, E-mail : cohby@kisti.re.kr  
\*\* 한국원자력연구소 연구기획실 선임연구원, E-mail : whale@kaeri.re.kr  
\*\*\* 한국과학기술정보연구원 산업정보분석실 선임연구원, E-mail : jkson@kisti.re.kr  
\*\*\*\* 한국과학기술정보연구원 산업정보분석실 책임연구원, E-mail : yspak@kisti.re.kr

## I. 서론

최근 들어 연구개발 투자비용이 급증하고 다양한 연구개발 과제가 등장함에 따라, 기업, 국가 등의 연구개발 혁신주체들은 조직의 목적에 부합하는 연구개발 과제의 선정에 대한 합리적인 방식에 주목하고 있다. 이와 관련되어 “우선순위 도출”이라는 제목하에 AHP, FUZZY 등 다양한 방법론이 연구되고 있으며, 기술연관분석을 이용한 경우도 그 한 예에 해당된다.

이 중 기술연관분석에 의한 우선순위 도출은, 연구개발 과제가 다른 연구개발 과제 또는 사회니드 등에 연관되어 그 파급효과가 큰 과제를 선정함으로써 연구개발 투자의 효율성을 증대시키는 방안이며, 기술연관분석으로 도출된 기술, 즉, 파급도 및 연관

도가 큰 기술은 시장세분화에 의한 리스크 분산의 효과가 있어 효율적인 투자가 가능하다. 따라서, 현재 벤처기업평가 및 기술성 평가 등에 있어서 기술 파급도 및 연관도 평가가 기술의 우수성과 더불어 매우 중요한 평가기준으로 자리잡고 있다<sup>1)</sup>. 또한, 연관기술의 파악을 통하여 기술을 그룹화할 경우 기술계통도의 구현이 가능하고 이는 연관제품의 파악에도 이용할 수가 있다.

박병무, 유태수, 박종오(1996), 이형진(1998) 및 박승민(2000) 등의 연구결과에 의하면, 이와 같은 기술연관분석의 활용분야는 <표 1>과 같이 제시된다. 이러한 주요 활용분야에서 기술연관분석은 독자적으로 활용되기도 하고, 다른 방법론을 보완하는 수단으로 활용되기도 한다.

한편, 현재까지 국내에서 이러한 기술연관 분석이 실제 정부지원과제의 우선순위도출에 적용된 경우는 매우 제한적이며, 특히 중소기업 지원과제<sup>2)</sup> 측면

<표 1> 기술연관분석의 활용분야

활용분야	내 용
과학기술정책의 기술개발 우선순위 결정	과학기술의 파급효과를 분석하고, 그 파급효과의 정도에 따라 세부기술 분야별 투자우선순위를 결정 과학기술 부분별 투자효과 분석에도 사용
기업의 기술전략개발	R&D 투자의 Portfolio 구성 및 기술개발 방법을 결정
애로 분야의 기술파악	기술연관표상에서 애로기술을 파악하고 기술연관의 구성을 살펴봄으로써 애로기술의 해결방안을 모색
기술수준의 파악 기술공동화에 대응	기술계통도 활용을 통하여 기술발전동향 등을 체계적으로 정리할 수 있음
기업의 업종전환에 활용	기술연관표를 이용하여 가장 전환이 용이한 업종을 탐색

주) 박병무, 유태수, 박종오(1996), 이형진(1998) 및 박승민(2000)의 내용을 바탕으로 연구자가 <표> 형식으로 재구성하였음.

- 1) 다만, 정성적 형태의 간이평가가 주를 이루어지고 있다.
- 2) 구체적으로는 중소기업청의 “중소기업 기술혁신지원사업”을 의미한다.

에서는 본 연구가 최초의 현장시도 사례로 판단되어진다.

지금까지의 중소기업 지원과제의 우선순위 결정 방식은 “기술수요조사”라는 이름으로, 업체 설문조사 및 이를 통한 전문가의 정성적 평가의 형태로 진행되어왔다. 현재 이러한 방식은, 선택과 집중을 통한 전략적 자원배분에 있어서 한계가 지적되고 있으며, 국가기술 경쟁력 강화라는 상위수준의 목표와 기업체 수준의 목표를 조화시키기 어려웠던 것이 사실이다. 이에 따라, 본 연구에서는 중소기업청에서 시행하고 있는 각종 기술개발과제의 선정에 있어서, 기존까지 사용해왔던 각 기술분야별 접근을 통한 업체별 설문방식(bottom up) 또는 전문가별 설문방식에서 탈피하여, 중소기업에 적합하고 정책 목적을 명확히 유도할 수 있는 제품을 도출하고, 각 제품들의 요소기술간의 파급도 및 연관도 분석을 통한 전략적 기술개발 과제를 top down 방식으로 도출하였다. 또한, 이를 통해 상위수준의 목표와 하위수준의 목표를 조화시키고, 자원을 효율적으로 배분하며, 해당기업의 과제 지원을 상생을 도모하였다.

구체적으로는, 산업현황분석을 통한 중소기업형 전략품목<sup>3)</sup>의 도출과 개량된 기술연관분석을 토대로 본 연구의 목적을 달성하고자 하였다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 개념

박승민(2000)은, 기술연관분석은 산업연관분석에서 유추된 개념으로 신고전주의 경제이론에서 단지 외생변수로만 취급되던 기술이 신성장 이론에서는 경제현상의 주 내생변수로 취급되고 있음에서 출발함을 지적하였다. 또한, 기술지식의 공공재적 특성에서 비롯되는 파급과 확산, 그리고 기술지식 투자의 규모에 따른 체중효과 특성이 생산성 향상과 경제성장에 기여하게 된다는 사실이 경제학자들간에 널리 이해되면서 이러한 연구가 활발히 진행되고 있다고 설명하였다.

신기술 또는 신제품의 출현 및 기존 기술 및 공정의 개량은 반드시 다른 기술을 필요로 한다는 전제에서 출발하며, 박승민(2000)은 다음과 같이 기술연관을 정의하고 있다. “어떤 제품과 공정의 기술진보를 위하여 다른 특정 기술의 존재가 전제되어야 할 뿐 아니라 그들이 일방향이거나 쌍방향으로 밀접한 기술협력, 기술이전관계를 구축할 필요가 있는 경우 이들 기술은 상호 연관이 있다고 한다.”

이러한, 기술연관분석은 대상에 따라 대형프로그램을 대상으로 하는 분석과 특정산업을 대상으로 하는 분석으로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 중소기업

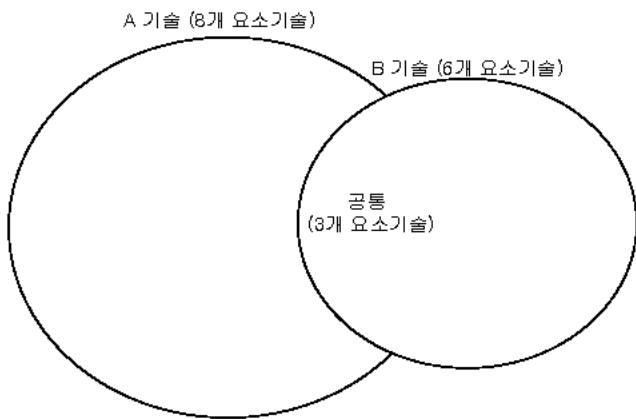
3) 본 연구에서의 중소기업형 전략품목은 “산업적 비중이 높은 품목, 수입대체효과가 큰 품목, 정부육성 품목, 그리고 3D해소 및 취약기술 관련 품목 중에서 사업체수, 생산액, 종사자수 등의 측면에서 볼 때 중소기업의 참여 비중이 높은 품목”을 의미한다. 또한, 본 연구에서의 3D해소 및 취약기술은 산업 현장의 애로기술로서 한국생산기술연구원에서 분류한 주물, 도금, 열처리, 금형, 소성가공, 용접 등의 6대 분야를 의미한다.

업청 프로그램이 대상이 된다고 볼 수 있다. 또한, 분석방법에 따라 기술의 상호연관성을 특허의 흐름으로 파악하는 방법과 기술의 요소체계를 작성한 다음 요소기술의 공통성을 매개로 하여 연관도를 측정하는 방법으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 요소기술의 작성 및 전문가 평점 방식을 사용 하였다.

<표 2> 기술연관분석의 분류

방법 \ 대상	프로그램	특정산업
특허분석		
기술요소체계 작성	<b>본 연구</b>	

기술연관분석에는 니드기술과 요소기술간의 관계를 나타내는 A 행렬표와 이를 토대로 니드기술 상호간의 연관도를 나타내는 B 행렬표가 사용되며, 그



<그림 1> 기술연관분석법의 개념

개념을 도형으로 나타내면, <그림 1>과 같다.

(1) 파급도분석

<그림 1>에서 A기술을 구성하는 요소기술이 8개이고 B기술을 구성하는 요소기술이 6개, 그리고 이중 3개가 A 기술과 B 기술에 공통으로 구성되는 요소기술이라 할 때, A가 B에 미치는 영향(파급효과), 즉, B가 A로부터 영향은,  $D_{AB}/H_B = 3(\text{공통})/6(\text{B의 구성요소}) = 0.5$ 이고, A가 B로부터 받는 영향, 즉, B가 A에 미치는 영향은  $D_{BA}/H_A = 3(\text{공통})/8(\text{A의 구성요소}) = 0.375$ 의 값을 가지며 이를 행렬표로 구성하는 것이 파급도 분석의 기본이 된다.

행렬표에는 앞서 주지한 바와 같이 A 행렬표와 B 행렬표가 있는데, 각 기술(여기서는 A 기술, B 기술)간의 요소기술의 구성을 파악하고 이들의 중복도를 평가하여 행렬표를 구성할 경우 이를 A 행렬표<sup>4)</sup>라 칭한다. 예를 들어, A 행렬표에서 기술 1은 요소기술 1, 2, 4로 구성되어 있고, 기술 2와는 요소기술 1, 2가 중복된다.

이 A 행렬표로부터 출발하여 실제로 기술의 파급도(다른 기술에 미치는 영향) 및 복합도(다른 기술로부터 받는 영향)를 측정할 수 있는 B 행렬표를 구성한다. 여기서 사용되는 공식은 앞서 제시한 바와 같이  $B_{ij} - D_{ij}/H_j$ 로 표현된다.

세로방향의 합이 파급도지수, 가로방향의 합이 영향도지수<sup>5)</sup>를 의미하며 기술을 평가하는 정량

4) A 행렬표를 정보분석 측면에서 접근할 경우, 특허 웨어를 통해서 구현할 수 있을 것이다. 즉, A 기술과 B 기술의 특허 정보를 조사하여 중첩여부를 표시하는 벤다이어그램을 작성할 경우 기술간 상호연관을 표현하는 A 행렬표를 보다 객관적으로 작성할 수 있다. 이는 소위 “정보분석을 통한 기술분석”의 하나라고 볼 수 있다.  
 5) 다른 요소기술로부터 많은 영향을 받아야 구현이 가능한 기술을 나타내는 지수로서, 중소기업의 입장에서는 개발이 용이하지 않은 기술일 가능성이 클 것으로 파악된다. 이 개념에 대한 분석 또한 큰 의미가 있지만, 본 연구에서는 생략하였고, 이는 추후과제로 남는다.

&lt;표 3&gt; A 행렬표

	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

&lt;표 4&gt; A 행렬표로부터 B 행렬표의 구성

	기술 1	기술 2	기술 3	기술 4	영향도 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	

적 척도로 중요한 의미를 갖는다. 이 결과에서 기술 1, 2, 4가 기술 3보다 높은 파급도를 갖는 것으로 나타났다.

참고로 본 연구에서는 시간과 비용의 효율성을 기하기 위하여 A 행렬표의 작성을 생략하고 곧바로 B 행렬표를 전문가 설문방식으로 작성하였다. 즉, 니드기술의 요소기술 추출과정을 생략하고 각 니드기술간의 파급효과를 직접 측정하였다<sup>6)</sup>.

## (2) 연관도 분석 및 네트워크 지도

연관도 분석은 파급도 분석에서 제시한 B 행렬표에 다음의 공식을 적용하여 도출한다. 이러한 연관도 분석공식의 물리적 의미를 생각해보면 두 기술간 거리(원의 방정식)를 1에서 뺀 값으로 즉, 기술간 거

리가 가까울수록 연관도 지수  $C_{ij}$ 는 커지게 된다.

$$C_{ij} = 1 - \sqrt{\frac{(1 - B_{ij})^2 + (1 - B_{ji})^2}{2}}$$

$C_{ij}$  : 기술 i와 j의 연관도

$B_{ij}$  : 기술 i로부터 j로의 파급도

$B_{ji}$  : 기술 j로부터 i로의 파급도

이 식으로부터 C 행렬표를 구성할 수 있다. 즉,  $B_{ij}$ 는 B 행렬표 내의 cell 값이고  $C_{ij}$ 는 C 행렬표 내의 cell값을 의미하므로,  $C_{ij}$ 를 <표 5>의 cell안에 기입하여 C 행렬표를 구성한다. 또한, C 행렬표의 가로합이 해당기술의 연관도지수가 된다. C 행렬표는 항상 대각선으로 일치하는 양상을 보이며, 이 표로

6) 따라서, 본문에서 다른 특별한 언급 없이 “기술”이라 칭하는 경우는, “니드기술”을 의미한다.

7)  $C_{ij}$ 는 기술 i와 기술 j 간의 거리(원의 방정식)와 관련이 있는 값이며 값이 클수록 연관이 크다는 의미로 해석될 수 있도록 1에서 뺀 값을 취한다.

&lt;표 5&gt; B 행렬표로부터 C 행렬표의 구성

	기술 1	기술 2	기술 3	기술 4	연관도 지수
기술 1	1	0.667	0.66054	0.667	2.99454
기술 2	0.667	1	0.66054	0.667	2.99454
기술 3	0.66054	0.66054	1	0.66054	2.98162
기술 4	0.667	0.667	0.66054	1	2.99454

볼 때, 기술 3은 다른 기술에 비해 연관도가 떨어지는 것을 알 수 있다.

이렇게 작성된 C 행렬표를 이용하여 기술간 네트워크 지도를 구현할 수 있는데, 이는 C 행렬표 내의 cell 값 ( $C_{ij}$ )를 이용하여 각 기술을 연결하는 것을 의미한다. 즉, 특정값을 절삭값(cut off value)으로 선정하여 그 이상의 값을 갖는 경우에만 해당 기술을 선으로 연결하면, 네트워크 지도를 도출할 수 있다.

## 2. 기존 연구<sup>8)</sup>

### 가. UNESCO

제2차 세계대전 이후 과학과 기술을 국가의 발전 계획에 활용하려는 노력이 전 세계적으로 확산됨에 따라, UNESCO는 국가의 발전목표(또는 사회적 니드)를 달성하는데 필요한 과학기술의 우선순위를 결정할 수 있고 특히 개발도상국가에서 공통적으로 사용할 수 있는 표준적이고 실용적인 틀을 개발하였다. 이는 1970년에 개발되어 1971~72년에는 아프리카, 남아메리카에서 적용되었으며, 1975년에는 이집트, 인도네시아, 콜롬비아에서 사용되었다. 1978년에 UNESCO는 이러한 우선순위 결정 시스템을 대폭 보완하였는데, 여기서는 기술연관분석방법을 토대로

하였다(UNESCO, 1978).

### 나. 미국

기술연관분석의 원시적 형태로 볼 수 있는 QUEST(Qualitative Utility Estimates for Science and Technology) 프로그램이 있으며, 이 프로그램에서는 군사적 사명과 기술, 기술과 과학 등 2단계 관련을 결합하여 각 과학항목이 사명에 주는 영향을 평가하여 연구개발 예산 배분을 효율을 기하고자 하였다.

Schmookler(1966)는 Leontief의 투입-산출분석 아이디어를 확장시키면서 행(row)에는 발명산업을, 열(column)에는 발명의 이용산업을, 그리고 대각행렬(diagonal)에는 공정기술에 대한 발명을 나타내는 일종의 투입-산출 행렬표를 제안하였다. Schmookler는 기술의 발명-이용 관계를 파악하는데 있어 특허수를 강조하였는데, 산업에 따라 특허경향과 내용이 다양하기 때문에 산업별 기술개발 노력을 특허수에 의해 횡단적으로 측정하는 것은 중대한 한계점이라 할 수 있다.

Scherer(1984)는 이러한 Schmookler의 한계점을 극복하기 위해 세부자료를 이용하여, 산업간 기술흐름의 측정에 관한 연구에서 미국 443개 기업의 15,112건에 달하는 특허자료를 이용하여 해당 특허

8) 홍순기, 박병무(1997), 박승민(2000).

의 산업간 발명-이용 관계를 분석하여 연구개발지출과 연관시켰다. 또한 발명건수를 기초로 하는 Schmookler의 개념을 이용하여 기술흐름 행렬표를 작성하여 기술과급효과를 측정하였다.

#### 다. 일본

1972년 전자산업에 대해 기술연관분석을 시도하였는데, 이때 전자제품을 가공단계별로 구분하여 부품·기기·시스템의 생산에 필요한 소재 및 기술을 표시하였으며, 기술적인 측면에서 이들 상호간의 연관을 행렬로 나타내어 정량적으로 분석하였다.

1975년 통상산업성 공업기술원에서는 「산업기술개발 장기전략수립」을 위한 조사연구의 일환으로 기술연관행렬을 이용한 기술연관분석을 시도하였으며, 그 목적은 향후 15년간에 예상되는 국민적 요구를 충족시키는데 필요한 기술과제를 정량적으로 분석하여 우선순위를 평가하는 것이었다. 이 연구에서는 기술을 사회적 요구(needs)를 직접 충족시키는 니드형 기술과 요구와는 직접적인 연관은 없으나 기술적인 측면에서 보았을 때 기본이 되는 기술로서 이를 종자(seeds)로 하여 여러 기술이 파생될 수 있는 종자형 기술로 구분하였고, 또한, 국민의 니드와 니드 기술, 니드형 기술과 종자형 기술을 구성하는 요소기술, 요소기술의 개발에 필요한 자연과학 및 공학과의 관계를 행렬로 표시하였다.

#### 라. 국내

국내에서는 1969년 과학기술처가 처음으로 산업기술연관표를 작성하였다. 이 표에는 각 산업별로 제품과 기술을 대·중·소로 분류하고 기술은 다시 일반기술·중요기술·국내에서 활용되고 있지 않은

선진기술로 구분하여 표시하였다. 기술개발수준을 5단계, 기술개발수단을 기술도입과 개발주체(정부·민간·대학)로 구분하여 표시하였다.

1988년 과학기술정책관리연구소(STEPI)에서는 ‘첨단기술의 기술연관분석’을 시도하였다. 이 연구에서는 첨단기반기술과 응용혁신기술, 즉 개발목표에 대응한 기술개발과제간의 기술연관도를 측정하고, 이를 이용하여 전략적으로 개발해야 할 주요 첨단기반기술과제를 도출하였다(최희운, 홍순기, 1988).

1992년 한국과학기술연구원(KIST)는 ‘다단계 기술연관분석을 통한 첨단과학기술 개발정책에 관한 연구’에서 기술의 상호 의존관계와 상호작용을 분석하여 로봇산업 분야에 적용하였다.

1996년 한양대 산업경영연구소와 기업기술연구원이 공동으로 수행한 ‘정보통신연구개발사업의 효율적 관리를 위한 기술연관분석에 관한 연구’에서는 정보통신분야의 기술연관분석에 의한 기술개발과제 우선순위 결정모형을 정립하고 기술개발 과제의 그룹화 및 핵심과제 도출방법을 제시하였다. 이 연구는 국내 정부 프로그램 차원에서 기술연관분석을 적용한 대표적인 결과로 볼 수 있다(박병무, 유태수, 박종오, 1996).

한편, 김정원(2001)은 식품산업기술에 기술연관분석방법을 적용하여 주요 기술의 활용도를 분석하였으며, 아울러 선진국과의 기술격차를 파악하여 종합적으로 제시함으로써 동 분야 R&D 기획의 중요한 기초자료를 제시하였다.

홍순기, 박병무(1998)는 이상의 결과를 종합하여, 미국에서는 기술연관분석법을 특정기술의 경제적 파급도분석에 이용하였다면, 우리나라, 일본,

UNESCO에서는 이를 한 산업 혹은 여러 산업분야에 적용하여 기술개발과제의 우선순위 결정 등 산업 및 기술정책수립에 이용하는 경향을 보임을 지적하였다.

하였다. 이중 핵심니드기술을 KISTI에서 자체 작성한 가이드라인을 이용하여 각 품목당 1개씩 선정하였으며, 이와 같이 선정된 핵심니드기술들간의 파급도 및 연관도를 분석하고, 최종적으로 니드기술 네트워크 지도 및 제품-기술 계통도를 작성하였다.

### III. 연구의 흐름

본 연구의 방법을 포함한 흐름도를 <그림 2>에 나타내었다.

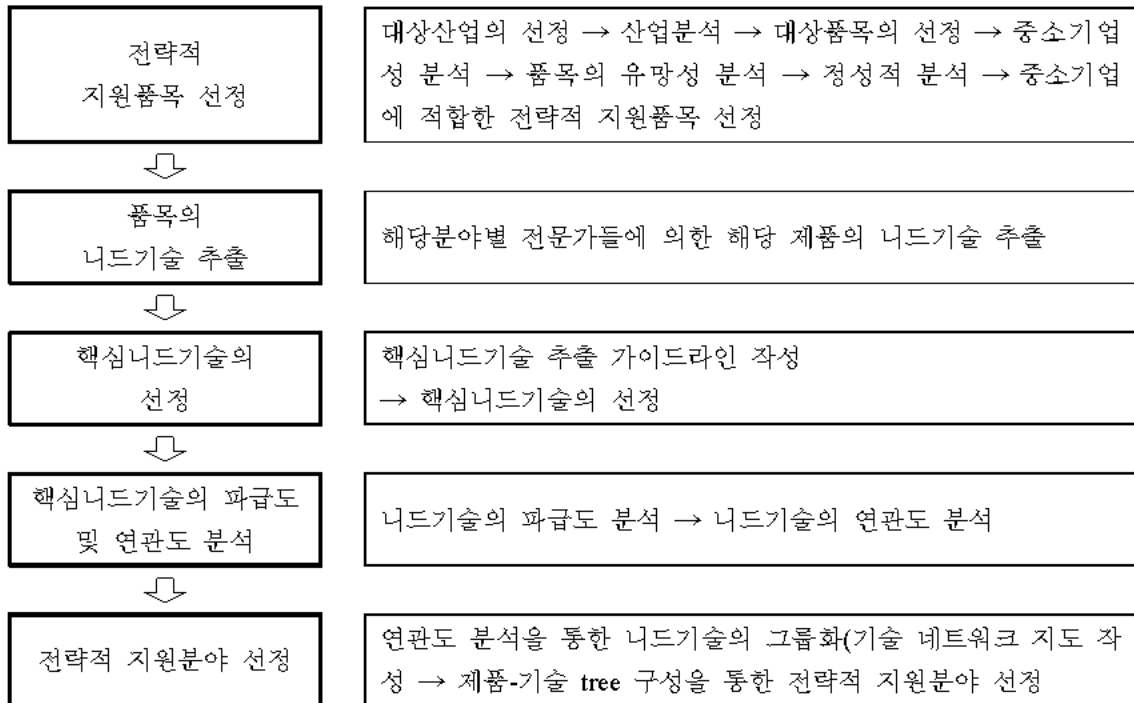
우선, 중소기업형 전략적 지원품목을 다양한 분석틀(산업분석 및 중소기업성<sup>9)</sup> 분석)을 사용하여 추출하였으며, 이렇게 추출된 품목들의 니드기술을 추출

### IV. 대상 품목 및 핵심니드기술 선정

#### 1. 대상품목의 선정<sup>10)</sup>

대상품목은 산업적 비중이 높은 품목, 수입대체효과 품목, 정부육성품목, 3D해소/취약기술을 주 카테

<그림 2> 연구의 흐름도.



9) 여기서 “중소기업성”은 품목의 중소기업 비중을 의미한다. 예로서, 중소기업이 다수 참여하여 생산하고 있는 품목이 중소기업성이 높다고 표현되며, 이는 본 연구의 효율성을 위해 연구과정 중 고안된 현실적인 개념이다.  
10) 8)과 같은 내용.



고리로 하여 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 선정 후, 선정된 산업내의 한국표준산업분류(통계청) 8단위에 해당하는 732개 품목을 대상품목으로 하여, 이들 품목의 중소기업성 및 성장성 분석을 통한 중소기업형 전략적 지원품목을 선정하였다(128개 품목).

2) 수입대체효과 품목

한국무역협회의 수입통계(KOTIS) 자료 중 품목당 수입규모가 연간 4,300만달러 이상인 500개 품목을

대상으로, 원재료 품목과 기타품목을 제외시키고, 중소기업성을 분석하였으며, 유사품목 통합 후, 대기업품목, 자원지향품목, 가격지향품목 등을 제외시켜 중소기업형 전략적 지원품목을 선정하였다(43개 품목).

3) 정부육성품목

정부에서 적극 육성하고 있는 정보통신(IT), 신소재, 바이오(BT), 환경(ET) 분야를 대상으로 하여, 전문가 자문을 통하여 중소기업형 전략적 지원품목을 선정하였다(93개 품목).

4) 3D 해소 및 취약기술

산업현장의 애로기술인 3D해소 및 취약기술은 주물, 도금, 열처리, 금형, 소성가공 및 용접 분야를 대

<표 6> 산업적 비중이 높은 품목 분석결과 예시

품 목	산업분류	중소기업 비중			성장률 (97-99년)	업체평균 생 산 액
		사업체수	생산액	종사자수		
효 소	24119507	1.00	1.00	1.00	16.39	3566
유연제 (합성유기제)	24132105	1.00	1.00	1.00	6.91	1759
분산염료	24132201	0.95	0.75	0.73	8.66	9268
...	...	...	...	...	...	...

<표 7> 수입대체효과 품목 분석결과 예시

HS 코드	품 목 명	광공업분류	중소기업 비중		
			사업체수	생산액	종사자수
8443110000	리일식의 읍셋인쇄 기계	29393103	1	1	1
8536902000	커넥터 (전압 1,000V이하)	31201203	0.97	0.79	0.76
8536410000	전압 60V이하의 계전기	31201205	1	1	1
...	...	...	...	...	...

<표 8> 정부육성 품목 분석결과 예시

산업분야	품 목 명	
신소재	연료전지 부품 실장부품 및 재료 단결정 뉴글래스 분자제어 고분자	정밀가공 고분자 표면계면작용 고분자 화학물질 감지용 고분자 센서 정전기및 전자기차폐 기능성 고분자 ...

<표 9> 3D 해소 및 취약기술 예시

분 야	기 술 명
주 물	<ul style="list-style-type: none"> <li>○정밀 복잡형상 구조품의 금형 열처리 기술</li> <li>○주물설계기술 개발 (소재 대체시의 주물설계 및 구조방안설계 기술)</li> <li>○모형제작 설계기술 (모형전용 NC 가공기 개발 등)</li> <li>○박육, 복잡형상의 다이캐스팅 기술 개발</li> <li>○...</li> </ul>

상으로 하여 전문가들의 자문을 받아 선정하였다(98개기술).

## 2. 핵심니드기술 선정

각 대상품목에 대한 니드기술은 3D 해소 및 취약기술을 제외한 264개 품목에서 전문가 설문방식으로 추출하였다. <표 10>에 니드기술 추출에 사용한 설문지 양식을 제시하였다. 설문지에는 기술에 대한 주요 니즈, 이를 달성하는 니드기술 및 이에 대한 요소기술 등으로 구성하였다. 설문결과 한 품목당 약 3-5개의 니드기술들이 선정되었으며, <표 11>과 같은 선정방식을 거쳐서 이 중에서 핵심니드기술을 한 품목당 1개씩 선정하였다.

여기서 3D 해소 및 취약기술 분야는 처음부터 기

술이 선정되었기 때문에 달리 핵심니드기술 선정을 하지 않고 그대로 채용하였으며, 최종적으로 335개의 핵심니드기술이 선정되었다<sup>11)</sup>. <표 12>에 니드기술 및 요소기술 추출 예를 제시하였으며, <표 11>의 선정방식에 따라, 주파수 변환 중계기술이라는 핵심니드기술을 추출하였다. 즉, 이와 같은 워크시트 264개가 작성되어 활용되었다.

11) 한 품목당 1개의 핵심니드기술이 선정된다면 362개(128+43+93+98)가 선정되어야 하지만, 전문가 선정이 어렵거나, 정성적 판단으로 제외될 수 있는 품목 및 기술들이 존재하여 최종적으로 335개의 기술이 선정되었다.

<표 10> 니드기술 및 요소기술 추출 설문지 양식

품 목 명	품 목 명 표 기		
품목의 개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당품목의 개념, 특성, 중요성, 구성요소 등을 기술</li> <li>※ 당 품목을 제외하고자 할 경우 제외사유</li> </ul>		
주요 기술적 니즈	<ul style="list-style-type: none"> <li>당 품목의 현재 시장에서 요구되는 사항들을 3개 내외로 기술</li> <li>예) 고순도, 향균기능 등</li> </ul>		
품목의 니드기술	기 술 명	제품에의 기여도(%)	기술적 니즈 부합성
	<ul style="list-style-type: none"> <li>앞서 제시한 주요 니즈에 부합하면서, 당 제품을 구성하는 니드기술들을 중요도(기여도) 순으로 나열하고 기술의 개요를 간략히 요약</li> </ul>	제품에서 해당기술이 차지하는 비중을 %로 표기	위의 어느 기술적 니즈에 해당하는가를 표기
니드기술을 구현하는 요소기술	기 술 명	상 위 니드기술	평 점
	<ul style="list-style-type: none"> <li>니드기술을 구현할 수 있는 구체적인 기술을 3개 내외로 제시. 즉, 기술 계통도상 니드기술보다 하위개념</li> <li>평점부여는, ① 중소기업성이고, ② (중소기업적 측면에서)기술의 취약성과 시급성이 크며, ③ 중장기 보다는 단기성 과제에 가까운 기술을 선정하고, 각각 3점~1점으로 평점화</li> <li>즉, 중소기업성, 기술의 취약성 및 시급성, 단기성과제 등의 성격이 높으면 높은 점수(3, 2, 1)를 부여하는 형식으로 각 핵심기술별로 평점화하여 합산하고 순위를 매김</li> </ul>	위의 제품을 구성하는 니드기술에 해당되는 번호 표기	9점(3,3,3) 7점(3,2,2) 6점(2,2,2) 등
	선 정 사 유		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>선정사유를 3개 내외로 기술</li> </ul>		
주요 타분야 연관기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 제품 이외의 분야에서 본 제품과 연관이 있는 기술들을 3개 내외로 나열.</li> <li>※ 예를 들어, 광촉매 제품의 경우, 광촉매 이외의 분야에서 광촉매와 연관이 있는 기술들을 나열함.</li> </ul>		
제품-기술 계통도	<ul style="list-style-type: none"> <li>위의 분석내용을 기초로 본 제품에 대한 기술계통도 작성</li> </ul>		

<표 11> 핵심니드기술의 선정방식

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>① (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 12> 니드기술 및 요소기술 추출 예

품 목 명	무선 데이터 통신용 중계기		
품목의 개요	1) 무선 가입자로부터 데이터의 수신, 중계 기능 2) 무선 데이터를 재증폭하여 중계하는 제품		
주요 기술적 니즈	1) 서비스 영역 증대 2) 저렴한 설치 비용 및 설치의 용이성 3) 유지보수의 용이성		
품목의 니드기술	기 술 명	제품에의 기여도(%)	기술적 니즈 부합성
	1) 주파수 변환 중계 기술*	50	1) 2)
	2) 광중계 기술 3) 저주파 변환 중계 기술	30 20	1) 3) 1)
니드기술을 구현하는 요소기술	기 술 명	상 위 니드기술	평 점
	1) RF/MW 회로 설계 기술 2) 중계기 시스템 설계 기술 3) 광 변환회로 설계 기술	1) 3) 1) 3) 2)	9(3,3,3) 8(3,2,3) 7(3,2,2)
	선정 사유	1) 기술개발의 단기성에서 다른 기술보다 우위 2) 현재 여러 종류의 중계기 사용, 중계기 구성시 최적 시스템의 구현과 연계된 설계	
주요 타 분야 연관기술	1) PCS 용 repeater 2) IMT-2000용 중계기		
제품-기술 계통도			

\* : 핵심니드기술로 선정.

## V. 핵심니드기술의 파급도 및 연관도 분석

### 1. 기술파급도 분석

본 단원에서는 선정된 335개의 핵심니드기술간의

우선순위를 결정하기 위하여 파급도 및 연관도 분석을 수행한 결과를 제시하였다. 참고로 앞서 주지한 바와 같이, A 행렬표의 구성을 통해 B 행렬표를 구현하는 기법은 중분류 이상의 큰 기술을 대상으로 할 때 가능하기 때문에, 본 연구에서는 B 행렬표를 직접 전문가 설문을 통해서 구성하는 방법을 채택하였다<sup>12)</sup>.

또한, 분석대상 335개의 기술은 335×335 행렬표로

&lt;표 13&gt; 선정된 기술의 클러스터링

분야	클러스터	클러스터 Code	기술 갯수
전기, 전자, 통신	전기기기	EE10x	18
	전자부품	EE20x	18
	무선통신시스템	EE30x	16
	정보통신시스템	EE40x	14
	정보통신부품	EE50x	14
기계	기계제어 및 프로그램 기술	ME10x	11
	기계설계 및 기타	ME20x	14
금속, 소재	공정	MA10x	17
	분말	MA20x	13
	포물레이션	MA30x	17
화학	섬유 및 고무	CH10x	18
	화학반응 및 공정	CH20x	18
	정밀화학	CH30x	17
	플라스틱	CH40x	13
바이오	바이오	BO10x	17
환경	환경	EV0x	15
3D	열처리	HT10x	10
	금형	MO10x	15
	주조	CA10x	15
	소성가공	PT10x	15
	용접	WE10x	15
	도금	PL10x	15
합계			335

주) x 는 클러스터에 속한 기술들의 일련번호임.

구성하는 것은 구성 및 이해 측면에서 모두 난점이 있으며, 따라서 B 행렬표를 효율적으로 구성하기 위하여 이 기술들을 클러스터링하였다(<표 13>). 즉, 335개의 기술을 7개 분야 22개 클러스터로 분류하여 파급도 분석 및 이후의 연관도 분석을 수행하였다. 각 클러스터는 평균 15개 정도의 기술들로 구성되어 있으며 전문가의 자문을 통해 <표 13>과 같이 최대

한 연관도가 높은 기술들끼리 클러스터링 하였다.

이상의 22개 클러스터에 대하여 각각 B 행렬표를 구성하였으며, 본 논문에서는 이중 클러스터 EE30x, 무선통신시스템을 예로서 기술하기로 한다. <표 14>에 주지한 바와 같은 선정방식을 통해 선정된, 무선통신시스템 내의 핵심니드기술을 제시하였다. 이를 토대로 <표 15>와 같은 16×16 B 행렬표를 구성하였

12) 본 335개의 핵심니드기술은 기술 계통도상 비교적 하위레벨에 속하는 기술들로 볼 수 있다. 따라서, 이 기술들의 요소기술 간의 중첩성은 거의 없을 것으로 판단되며, 이 경우의 A 행렬표의 구성은 무의미해진다.

<표 14> 무선통신시스템 클러스터(EE30x)에 속한 핵심니드기술

Code	기술명	Code	기술명
EE301	위성방송수신기용 광대역 RF 수신기술	EE309	고속무선 LAN 디바이스 기술
EE302	항해용 레이더의 변조기 역할의 타이머 기술	EE310	LMDS 컨버터의 mm-WAVE Board 구현기술
EE303	광전송 시스템 설계기술	EE311	DAB 수신기의 Baseband 모듈 설계 기술
EE304	개인휴대통신용 주파수 변환 중계기술	EE312	AMT망 데이터접속장치의 고속 LAN-ATM 연동 기술
EE305	PCS용 광중계기 기술	EE313	디지털 가입자 정합장치용 xDSL 기술1
EE306	무선데이터통신용 주파수 변환 중계기술	EE314	디지털 가입선로 ATM 셀 다중화 기술
EE307	무선데이터통신용 패킷 스위치 기술	EE315	생활무전기용 MODEM 부품기술
EE308	WLL 단말기의 광대역(8,910M) CDMA Modem 기술	EE316	PDA의 소형/경량/저전력화 H/W 기술

<표 15> B 행렬표 의 구성 (예 : 무선통신시스템 클러스터)

	EE301	EE302	EE303	EE304	EE305	EE306	EE307	EE308	EE309	EE310	EE311	EE312	EE313	EE314	EE315	EE316	복합도
EE301	10	3	0	7	7	7	0	3	3	0	7	0	0	0	3	0	50
EE302	7	10	0	7	3	3	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	36
EE303	0	3	10	3	0	3	3	0	0	3	0	3	3	3	0	3	37
EE304	7	7	3	10	7	7	0	3	3	0	7	0	0	0	3	0	57
EE305	7	7	3	7	10	7	0	3	3	0	3	0	0	0	7	0	57
EE306	7	7	3	7	7	10	0	3	3	0	7	0	0	0	0	0	54
EE307	0	0	3	0	0	0	10	0	0	0	0	7	7	7	0	0	34
EE308	3	7	3	3	3	3	0	10	3	0	3	0	0	0	0	0	38
EE309	3	3	0	3	3	3	0	3	10	7	0	0	0	0	0	7	42
EE310	3	0	0	0	0	0	0	0	7	10	0	0	0	0	0	7	27
EE311	3	7	3	3	3	3	0	7	3	0	10	0	0	0	0	0	42
EE312	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	0	10	7	7	0	0	38
EE313	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	10	7	0	0	26
EE314	0	0	7	0	0	0	3	0	0	0	0	7	7	10	0	0	34
EE315	7	3	0	3	3	3	0	3	3	0	3	0	0	0	10	0	38
EE316	0	0	3	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	10	28
파급도	57	57	48	53	49	52	29	35	44	23	43	30	34	34	23	27	

다. B 행렬표의 결과는 파급도와 복합도로 표출되며, 이 중 파급도 지수를 이용하여 우선순위를 정할 수 있다(<표 16>).

&lt;표 16&gt; 무선통신시스템 클러스터(EE30x) 기술의 파급도 우선순위

Code	기술명	파급도 지수
EE301	위성방송수신기용 광대역 RF 수신기술	57
EE302	항해용 레이더의 변조기 역할의 타이머 기술	57
EE304	개인휴대통신용 주파수 변환 중계기술	53
EE306	무선데이터통신용 주파수 변환 중계기술	52
EE305	PCS용 광중계기 기술	49
EE303	광전송 시스템 설계기술	48
EE309	고속무선 LAN 디바이스 기술	44
EE311	DAB 수신기의 Baseband 모뎀 설계 기술	43
EE308	WLL 단말기의 광대역(8,910M) CDMA Modem 기술	35
EE313	디지털 가입자 정합장치용 xDSL 기술I	34
EE314	디지털 가입선로 ATM 셀 다중화 기술	34
EE312	AMT망 데이터접속장치의 고속 LAN-ATM 연동 기술	30
EE307	무선데이터통신용 패킷 스위치 기술	29
EE316	PDA의 소형/경량/저전력화 H/W 기술	27
EE310	LMDS 컨버터의 mm-WAVE Board 구현기술	23
EE315	생활무전기용 MODEM 부품기술	23

## 2. 기술연관도 분석 및 네트워크 지도작성

이상과 같이 작성된 B 행렬표를 이용하여 22개의 클러스터 내의 핵심니드기술에 대하여 연관도 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 B 행렬표에서 만점을 10점으로 하였기 때문에  $C_{ij}$ 를 구하는 공식은 다음과 같이 변형되며, 이를 토대로 <표 17>을 구성하였다.

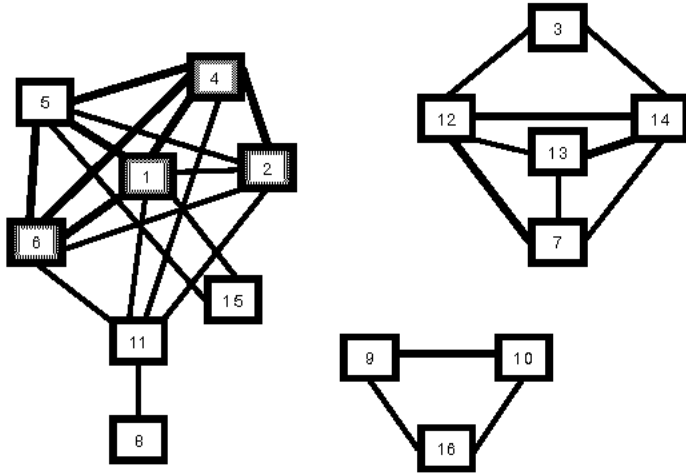
$$C_{ij} = 10 - \sqrt{\frac{(10 - B_{ij})^2 + (10 - B_{ji})^2}{2}}$$

<표 17>과 같은 C 행렬표를 통하여 연관도지수를 산출하였으며, 절삭값(cutoff value)을 4로 선정하여, 핵심니드 기술간의 네트워크지도를 작성하였다. 이 결과를 <그림 3>에 나타내었으며, 선의 굵기는 연관도 지수에 비례하고, 4이하의 연관도 지수를 갖는 핵심니드기술들은 서로 단절되어 있는 모습으로 나타난다. 여기서, 1, 2, 4, 6은 파급도지수가 높은 기술을 의미한다. 전체적으로 3개의 그룹으로 구성됨을 알 수 있으며, (1, 2, 4, 6)기술이 포함된 그룹이 중요도가 높은 그룹으로 생각할 수 있다.

<표 17> C 행렬표의 구성 (예 : 무선통신시스템 클러스터)

	EE301	EE302	EE303	EE304	EE305	EE306	EE307	EE308	EE309	EE310	EE311	EE312	EE313	EE314	EE315	EE316	연관도
EE301	10.00	<b>4.61</b>	0.00	<b>7.00</b>	7.00	7.00	0.00	3.00	3.00	1.37	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	52.21
EE302	<b>4.61</b>	10.00	1.37	<b>7.00</b>	4.61	4.61	0.00	2.62	3.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	43.81
EE303	0.00	1.37	10.00	3.00	1.37	3.00	3.00	1.37	0.00	1.37	1.37	<b>4.61</b>	3.00	<b>4.61</b>	0.00	3.00	41.07
EE304	<b>7.00</b>	7.00	3.00	10.00	<b>7.00</b>	7.00	0.00	3.00	3.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	54.61
EE305	<b>7.00</b>	4.61	1.37	<b>7.00</b>	10.00	<b>7.00</b>	0.00	3.00	3.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	<b>4.61</b>	1.37	51.97
EE306	<b>7.00</b>	4.61	3.00	<b>7.00</b>	7.00	10.00	0.00	3.00	3.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	1.37	1.37	51.97
EE307	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>7.00</b>	4.61	4.61	0.00	1.37	30.60
EE308	3.00	2.62	1.37	3.00	3.00	3.00	0.00	10.00	3.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	34.97
EE309	3.00	3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	3.00	10.00	<b>7.00</b>	1.37	0.00	0.00	0.00	1.37	<b>4.61</b>	42.35
EE310	1.37	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>7.00</b>	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>4.61</b>	24.35
EE311	<b>4.61</b>	4.61	1.37	<b>4.61</b>	3.00	<b>4.61</b>	0.00	<b>4.61</b>	1.37	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	40.18
EE312	0.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	<b>7.00</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	<b>4.61</b>	7.00	0.00	0.00	33.23
EE313	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>4.61</b>	10.00	<b>7.00</b>	0.00	0.00	29.23
EE314	0.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	<b>4.61</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>7.00</b>	7.00	10.00	0.00	0.00	33.23
EE315	<b>4.61</b>	1.37	0.00	3.00	<b>4.61</b>	1.37	0.00	1.37	1.37	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	29.07
EE316	0.00	0.00	3.00	0.00	1.37	1.37	1.37	0.00	<b>4.61</b>	4.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	26.34

<그림 3> 무선통신시스템 클러스터의 기술네트워크 지도



기술네트워크지도 작성을 종합하여 중소기업형 제품-기술 계통도를 구성하고 우선순위를 결정할 수 있는 종합적 자료를 제시하였다. 세부적으로 보면, 네트워크 지도를 이용하여 기술계통도 구성이 가능하고, 기술 파급도 분석을 통하여 기술간 우선순위를 결정할 수 있으며, 기술연관도 분석을 이용하여 제품-기술 간 계통도를 구성할 수 있다. 또한, 네트워크 지도를 이용하여 연관제품<sup>13)</sup>을 추출할 수 있다.

이러한 중소기업형 제품-기술 계통도는, 7 개의 대분야, 22 개의 클러스터, 41 개의 그룹, 335 개의 기술<sup>14)</sup>로 구성되며, 그 중 무선통신시스템 클러스터의 구성 예를 <표 18>에 제시하였다.

## VI. 결과 및 함의

이상과 같은 기술파급도 분석, 기술연관도 분석,

13) 본 연구에서 산출한 연관도는 제품간 연관도가 아니라 사실상 제품의 핵심기술간 연관도이다.  
 14) 이들 335개의 기술들은 현재 중소기업청 기술혁신개발사업 대상기술로 선정되어있다.





위성방송수신기용 광대역 RF 수신기술, 항해용 레이더의 변조기 역할의 타이머 기술, 개인휴대통신용 주파수 변환 중계기술 등이 파급도 및 연관도가 높아 연구개발 우선순위를 높게 둘 수 있으며, A, B, C 각 그룹은 그룹내에서 연관도가 높기 때문에 R&D 투자 포트폴리오 구성 및 나아가서 기업의 업종전환에 긴요하게 활용될 수 있다. 현재 중소기업청에서는 중소기업기술혁신과제 대상, 본 연구의 결과인 335개 핵심니드기술로 선정하고 현재 자금 지원을 하고 있는 상황이다.

정리하면, 본 연구에서는 서두에서 밝힌 바와 같이 과거 bottom up 방식의 중소기업 기술개발 과제 선정방식 대신, 국가수준의 목표와 기업수준의 목표를 조화시키고 자원을 효율적으로 배분하며 해당 기업의 과제 지원을 상충을 도모하기 위한 top-down 을 사용하였다. 이를 위해 전 산업의 현황을 각종 통계자료를 이용하여 분석하였고, 그 결과로서 중소기업형 전략품목을 top-down 방식으로 제시하였다. 또한, 지금까지 국내에서는 정보통신과 건설기술 등을 대상으로 우선순위를 평가하는 수준에서 기술연관 분석을 다룬 연구가 대표적이었으나, 본 연구에서는 다품종 소량생산 방식의 중소기업형 제품 및 기술에 대하여 기술연관분석을 통한 우선순위 결정을 시도하여 그 유용성을 확대하였다. 실제 분석과정에서는 전문가 설문방식을 통한 B 행렬표의 작성, 기술복합도 개념 창출, 핵심니드기술 선정과정, 클러스터식 접근 등 기술연관분석의 활용성 및 실용성을 높이는 연구를 수행하였음을 아울러 제시하고자 한다.

한편, 본 연구를 통하여 도출된 전략과제는 과거 수요조사 방식에 의한 과제들에 비하여 중소기업의 호응도 및 과제지원율이 매우 높은 것으로 비공식 조

사되었으나, 과제선정방식의 비교검증을 위한 실증적인 지원성과추적 및 분석은 추후 과제로 남는다.

## 참 고 문 헌

- 김정원(2001), "기술-제품 연관분석에 따른 국내 식품산업기술 현황 평가", 보건산업기술동향, 가을, 22.
- 박병무, 유태수, 박종오(1996), "정보통신 연구개발 사업의 효율적 관리를 위한 기술연관분석에 관한 연구", 정보통신연구관리단.
- 박승민(2000), "기술연관분석과 기술지식스톡을 이용한 연구개발 의사결정 정보도출에 관한 연구", 서울대학교 경제학석사 학위논문.
- 이형진(1998), "기술연관분석에 의한 연구개발과제의 우선순위 평가에 관한 연구", 성균관대학교 공학석사 학위논문.
- 최희운, 홍순기(1988), "첨단기반기술의 기술연관 분석 및 사전조사 연구", 과학기술정책연구평가센터.
- 홍순기, 박병무(1998), "기술연관분석에 의한 건설 기술과제의 우선순위결정", 한국산업공학회지, 24(1), 95.
- Scherer, F.M.(1984), "Using Linked Patent and R&D Data to Measure Inter-industry Technology Flows", in R&D, Patents and Productivity Growth, ed. by Zvi Griliches, 1984
- Schmookler, J.(1966), Invention and Economic Growth, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1966
- UNESCO(1978), "Method for Priority Determination in Science and Technology". UNESCO.