

기술트리 기반의 공간정보 기술 활용 및 관리체계 수립 연구*

A Study on Establishing a Technology tree Based Geospatial Information Technology Utilization and Management System

이 기 훈** · 이 세 원*** · 김 도 형**** · 임 시 영*****

Lee, Ki Hoon · Lee, Se Won · Kim, Do Hyung · Lim, Si Young

요 약

기술트리는 국내 공간정보 분야의 공백 기술을 진단하고 해외의 기술과의 경쟁력을 분석할 수 있으며, 기술 간 위계나 연관 관계를 파악하여 일관성 있는 기술개발이나 로드맵 작성에 기여하고 있다. 또한, 일부 연구관리기관에서는 기술분류체계를 R&D 기획 및 선정 과정이나 기술개발 로드맵 과정에 활용되고 있다. 이는 상대적으로 국제경쟁력이 취약한 기술분야를 지원하거나 시장성이 높은 기술분야를 집중적으로 지원하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 기존의 공간정보 관련 기술 분류체계는 대부분 광범위한 학술적 기술 분류를 제시하고 있는 것으로 나타났으며, 광범위한 상위 수준의 기술 분류와 폭넓게 정의된 요소기술 분류로 인하여 공간정보 기술개발 및 계획 수립에 이용하기에는 미흡한 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 현재 국내의 공간정보 분야에서 주로 사용되는 기술을 중심으로 기존의 기술분류체계보다 세부적인 공간정보 기술트리(안)를 작성하였다. 또한, 공간정보 기술트리의 활용을 위한 방안과 작성에서부터 운영·유지관리 및 체계적인 갱신 방안을 제시하였다.

주요어 : 기술트리, 공간정보 기술 관리체계, 공간정보 활성화, 공간정보 정책

ABSTRACT

The technology tree can diagnose gap technologies in the domestic geospatial information field, analyse competitiveness with overseas technologies, and identify hierarchies and relationships between technologies, contributing to consistent technology development and roadmap construction. In addition, some research management organisations are using the technology classification system in the R&D planning and selection process and technology development roadmap process. This shows that they are supporting technology areas with relatively weak international competitiveness or focusing on technology areas with high marketability. However, it was found that most of the existing geospatial information-related technology classification systems present a wide range of academic technology classifications, and are insufficient for use in geospatial information technology development and planning due to the wide range of high-level technology classifications and broadly defined elemental

* 본 연구는 한국수자원공사(K-water)의 개방형 혁신 R&D(OTSK-2022-038) 사업의 일환으로 수행되었음

** 주저자, 정회원·국토연구원 공간정보정책연구센터 연구원(E-mail: khlee@krihs.re.kr)

*** 정회원·국토연구원 공간정보정책연구센터 부연구위원(E-mail: leesewon@krihs.re.kr)

**** 정회원·경일대학교 부동산지적학과 조교수(E-mail: do@kiu.ac.kr)

***** 교신저자, 국토연구원 공간정보정책연구센터 부연구위원(E-mail: limsy@krihs.re.kr)

technology classifications. Therefore, this study developed a detailed geospatial information technology tree that is more detailed than the existing technology classification system by focusing on the technologies that are mainly used in the field of geospatial information in Korea. In addition, we proposed a plan for the utilisation of the spatial information technology tree and a plan for operation, maintenance, and systematic updating from the creation.

Keywords : Technology tree, Geospatial Information Technology Management System, Geospatial Information Enablement, Geospatial Information Policy

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

공간정보 기술의 변화는 제4차 산업혁명 이후 위치를 기반으로 한 신기술들의 등장으로 범위가 지속적으로 확대되는 추세이다. 제6차 국가공간정보정책 기본계획에서는 공간정보 생산체계 혁신을 통해 최신 첨단기술을 활용한 공간정보의 생산 효율화, 공간정보 표준 재정비 및 관리체계 확립, 공간정보 R&D 로드맵에 따른 체계적 R&D 관리 및 시행, 제4차 산업혁명을 뒷받침하는 첨단 공간정보·플랫폼 지속 구축 등 기술개발에 관한 과제를 다수 제시하고 있어 공간정보 관련 기술개발의 필요성을 강조하고 있다.¹⁾ 이후 제7차 국가공간정보정책 기본계획에서는 디지털트윈과 메타버스와 같은 신기술의 등장으로 국가 디지털트윈을 구축하고 실현하기 위한 정책이 시행되고 있다.²⁾

공간정보기술은 전통적인 측량 및 측위 기술이나 GIS 기술은 물론이고, 데이터 분석 및 시뮬레이션 기술의 급격한 발전과 함께 빠르게 성장하고 있다. 또한, 공간정보 기술개발 및 활용을 위해 기술 수준 진단이나 새로운 기술의 타당성 검토 등을 위한 도구의 필요성이 함께 요구되고 있다. 그러나 공간정보 기술 체계나 범위를 대상으로 한 연구나 사업들이 일부 존재하나 세부적인 요소기

술을 포함한 기술트리 수준에는 미흡하였으며, 지속적인 운영·관리체계 역시 부재하다. 현행의 요소기술을 폭넓게 정의한 기술 분류는 가능하지만, 새롭게 등장하는 신기술을 포함한 공간정보 기술 개발의 기준으로 활용하기에는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 공간정보 영역을 확장하되 기술트리를 기반으로 세분화해 영역을 재구성함으로써 공간정보 기술 활용 및 관리체계를 향상시키고자 하였다. 작성된 기술트리를 기반으로 작성·운영·유지관리 및 갱신 방안을 마련하였다. 이러한 활용 및 관리체계는 향후 공간정보 분야의 공백 기술분야 진단, 해외의 기술력과의 경쟁력 분석, 공간정보 분야의 일관성 있는 기술개발과 공간정보 기술을 활용하여 융·복합 기술을 개발하고자 하는 다양한 분야를 위한 서비스 제공 등에 기여할 수 있을 것이라 기대한다.

1.2 선행연구 검토 및 차별성

강근영 외(2013)는 한국에너지기술평가원에서 관리하는 자료에 근거하여 최근 5년간 전반적 흐름을 볼 수 있도록 보완된 기술트리를 활용하여 분석 기획방법론을 제시하였다. 지원과제를 현금흐름(cash flow)분석과 기술트리 방법론을 연계하여 과거 실적 자료를 분석하고, 이를 토대로 연구를 진행하였다. 이는 미래 예측 분석 자료와 과거

1) 국토교통부, 「제6차 국가공간정보정책 기본계획」, 2018, pp.1-50.

2) 국토교통부, 「제7차 국가공간정보정책 기본계획」, 2023, pp.1-50.

분석 자료를 매칭하여 현재 추진되어야 하는 기술 도출이 타당성을 유지할 수 있다. 기술트리 분석 자료는 전담기관 관리 자료를 바탕으로 분석된 내생적 자료로 상호 보완적으로 기획과정에서 활용될 수 있으며, 더 많은 정보를 수집하고 철저하고 체계적으로 분석된 자료는 합리적 의사결정이 이뤄질 수 있는 유의미한 근거 자료임을 확인하였다.³⁾

김동영 외(2014)는 기술트리를 활용하여 수재해 정보 플랫폼에서 목표로 하는 6개의 주요 시스템(기초정보제공 시스템, 분석정보제공 시스템, 수재해 주제도 제공시스템, 국가 재난정보 제공시스템, 수재해 증강현실 시스템, 오픈정보 플랫폼 시스템)으로 목표하고자 하는 핵심 기술을 도출하였다. 이는 각 목표 시스템에서 필요로 하는 기능에 대응하는 일반적이고 표준화된 핵심 기술을 브레인스토밍을 통해 도출하였다. 도출된 핵심 기술을 단계별 상·하위 연결을 하고, 중복되는 요소기술을 연결하여 추후 구축될 수재해 정보 플랫폼을 제시하였다.⁴⁾

장한수 외(2019)는 TRL(Technology Readiness Level)과 SRL(System Readiness Level)을 이용한 기술 로드맵 수립을 위해 연구 자료로 조사된 최상위기술 8개, 하위기술 1 20개, 하위기술 2 55개로 구성된 핵융합 기술트리를 활용하여 연구를 진행하였다. 하위기술 2 사이의 IRL(Integration Readiness Level)을 결정하고, 이를 바탕으로 기술 단계별 SRL을 진행하였다. 그 결과, 해당 분야 기술을 트리구조로 작성함으로써 다양한 분석 기법을 활용하여 파악하기 어려운 기술간 연계와 성숙도를 동시에 검토함으로써 유용한 방법론임을 확인하였다. 또한, RL이 전체 시스템 통합에 대한 취약점을 보완하기 위한 SRL을 핵융합 분야에 적용하여

그 유용성을 입증하였다.⁵⁾

선행연구 검토 결과, 기술트리는 최신기술을 포함해 자료를 취득하고, 자체적으로 기술평가를 수행하며, 연구 또는 사업 성과의 질을 높이는데 사용됨을 알 수 있다. 특히, 공간정보 기술의 경우 급변하는 디지털 환경 속에서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 이에 기술트리는 기술 발전의 방향성을 제시하고, 연구 및 개발에 필요한 우선순위를 결정하는 과정에서 중요한 역할로 활용될 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 먼저 기존 공간정보 분야에서 기술트리 또는 기술분류체계 활용 현황을 검토하고, 한계성을 도출하고자 한다. 선행연구에서 기술트리가 주로 기술 리스트업 또는 기술평가 등 한정된 목적으로 사용한 것과는 달리 기술트리 자체의 활용 범위를 확장시키고자 하였다. 따라서 기존의 기술트리 보다 폭넓은 응용 가능성을 모색하고 활용 방안을 제시하였다는 점에서 본 연구의 차별성이 있다. 디지털 인프라로써 공간정보와 연계된 다양한 분야에서 기술의 활용 방안을 제시해, 기술트리를 단순한 분석 도구로 한정하지 않고, 타 분야와의 연결을 위한 매개체로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 기술트리의 의의 및 활용 현황

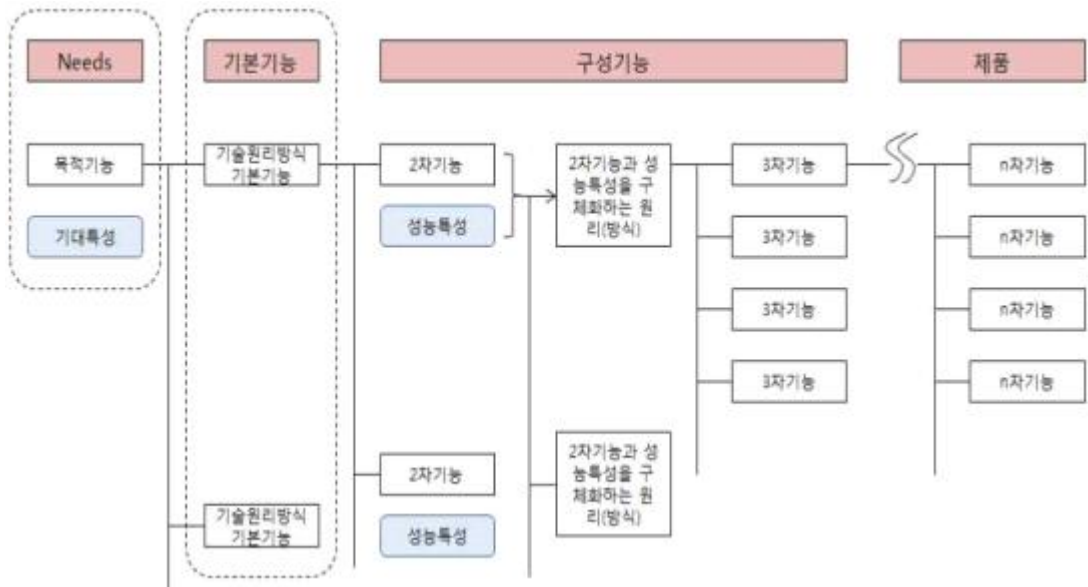
2.1 기술트리의 의의

기술트리는 기술의 원리와 핵심기술, 관련 특허·문헌 등을 종합적이고, 체계적으로 분석하는데 유용한 과학적 기능분석 방법이다. 기술의 종류에 따라 수준, 원리, 경로를 선정하고 어떻게 개발할 수 있는지 직관적으로 알아볼 수 있는 종합 작전

3) 강근영·윤가혜·김동환, “에너지연구개발(R&D)위한 기술계통도(Technology Tree) 기획방법론 활용 사례 - 에너지 저장 기술 중심으로”, 『신·재생에너지』, 제9권 2호, 2013, pp.40-50.

4) 김동영·이정주·채효석·황의호, “수재해 정보 플랫폼을 위한 기술트리 활용 방안 연구”, 『한국지리정보학회지』, 제17권 4호, 2014, pp.200-214.

5) 장한수·권순원·나용수·정현경, “TRL과 SRL을 이용한 기술 로드맵 수립 - 핵융합 에너지 R&D 사례 중심”, 『한국기술혁신학회 2019년도 추계학술대회 논문집』, 2019, pp.149-157.



자료 : 이동규·이영재·김도환·김진호, “기술트리를 이용한 터널 가설공사의 효율성 개선방안에 관한 연구”, 『대한건축학회 논문집-구조계』, 제28권 4호, 2012, p.40.

(그림 1) 기술트리의 기본 구성도

상황관과 같은 도구라고 할 수 있으며,⁶⁾ 연구개발의 전략적 방향성을 제시하는 동시에 연구개발 활동의 정합을 추구하는 강력한 ‘기술 통합의 메커니즘’이라 할 수 있다. 기술트리는 미래비전 달성을 위해 전략 기능별로 연구개발의 부문별로 산재된 여러 기술 중 가장 중요한 전략적 핵심기술(core technology)을 도출할 수 있다. 이에 따라 요소기술, 세부 요소기술들을 도출함과 동시에 그룹화함으로써 체계적이고 원활한 프로젝트 수행을 도울 수 있는 기술 전략이라고 할 수 있다. 즉, 사업전략 전개의 핵심 기술을 도출하고, 원리에 근거한 기능 전개의 논리(logic)를 바탕으로 기술을 전개함으로써 사용자의 기대에 부응하며, 경쟁 기술에 우위를 확보해 나갈 수 있는 프레임을 제공할 수 있다. 이미 여러 분야에서는 이러한 기술트리의

전략적 중요성을 인식하고 많은 미래 연구개발의 전략적 방향 설정과 전략 및 연구개발의 통합을 위해 기술트리 도입을 추진 중에 있다.⁷⁾

기술트리는 [그림 1]과 같이 목적기능, 기본 기능, 2차 세부기능, 핵심 기술 등 크게 네 가지 단계로 구분할 수 있으며, 필요에 따라 n차 기능 또는 제품 기술을 도출할 수 있다. 기본 기능은 목적기능의 수요나 기대 특성을 반영해 이를 실현하기 위한 기술 구조나 원리 프로세스를 분류하여 표현할 수 있다. 2차 세부 기능은 기본 기능의 성능 특성에 따라 분류하고 표현할 수 있으며, 마지막으로 핵심 기술의 경우 2차 세부기능에서 성능 특성을 구체화하는 원리 또는 방식으로 관련 기술을 도출할 수 있다.

6) 이동규·이영재·김도환·김진호, “기술트리를 이용한 터널 가설공사의 효율성 개선방안에 관한 연구”, 『대한건축학회 논문집-구조계』, 제28권 4호, 2012, pp.37-45.

7) 이원일, “전략기술정보 ‘레포지터리’로서 기술트리(Tech. Tree)의 활용방안에 관한 연구 - 기술로드맵(TRM)과의 전략적 통합방안을 중심으로”, 『정보관리연구』, 제39권 3호, 2008, pp.205-220.

2.2 공간정보 분야의 기술트리 활용 사례 및 한계성

기존 공간정보 분야에서 기술트리를 작성하여 활용되고 있는 현황을 간략하게 살펴보면 다음과 같다. 과학기술정보통신부는 한국과학기술기획평가원 주관으로 연구분야, 대분류, 중분류, 세부영역 체계로 구성된 「국가과학기술표준분류체계」를 지정하여 운영하고 있다. 이는 5개의 연구분야, 22개 대분류, 277개 중분류, 2,799개의 소분류로 구성되었으며, 이중 공간정보와 관련된 소분류는 현재 국토지능화/공간정보(EI0201), 지적측량/정보(HG1503), 지적/지리정보(HG1505), 지도학/지리정보시스템(HG1506), 재난지리정보기술(EE1036)이 분류되어 있다. 해당 기술분류체계 검토 결과, 이는 광범위한 학술적 기술 분류를 제시하고 있으며, 세부 기술분야를 규정하고 있지 않아 공간정보 기술 개발에 이용하기에는 어려움이 존재한다.⁸⁾

공간정보 기술과 밀접한 기술분류체계의 경우 국토교통과학기술진흥원 주관으로 국토교통기술분류체계를 운영하고 있다. 국토교통기술분류체계는 8개 대분류, 26개 중분류, 95개 소분류로 분류하여 이를 대상으로 정성분석 또는 특허 및 논문을 분석하고 있다. 이중 공간정보에 관련된 분류는 B21. 공간정보 취득, B22. 공간정보 관리, B23. 공간정보 활용 총 3가지로 광범위한 상위 수준의 기술 분류를 규정하고 있다.⁹⁾

2017년 국토교통부에서 수행한 공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획에서는 4개의 대분류, 7개의 중분류, 13개의 소분류 및 41개의 요소기술로 공간정보기술을 분류하였다. 분류 후 매트릭스 분석결과를 통해 R&D 투자 우선순위 분석을 수행하였다.¹⁰⁾

2017년 12월 공간정보 R&D 로드맵이 수립되어

운영되고 있다. 미래 지능정보사회의 핵심인 CPS 구현을 위해 분야별 필요로 하는 공간정보 기술 수요를 분석하여 모든 공간정보의 생산 및 활용에 필요한 공간정보기술을 포괄하고자 하였다. 그 결과, 4개 중점분야 7개 추진과제에 포함된 15개의 기술개발 과제를 기반으로 현행 기술수준 분석을 수행하였다. 하지만, 소분류 기술의 경우 단일 요소기술이 아닌 광범위한 기술을 기반으로 구성되어 있어 공간정보 분야 외에 다른 분야에서는 해당 기술분류표를 활용하기에는 난해할 것으로 판단된다.¹¹⁾

이상의 사례에서 단위 기술이 아닌 요소기술들이 포함되도록 폭넓게 정의되고 있어 일정 수준의 기술 분류는 가능하지만, 필요성과 시급성이 높은 일부 기술 분야에 한정함이 필요하다. 필요성이 높은 기술 분야를 제시하고, 기술개발이나 수준평가의 준거 기준으로 활용하거나, 공간정보를 활용하고자 하는 다양한 분야에 제공하기 위한 수단으로써 활용하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다.

현행 기술분류체계는 단순 해외와의 광범위한 기술 격차 파악이나 기술개발을 위한 광범위한 로드맵 수립 등에 이용하는 등 한계점을 파악할 수 있다. 이처럼 현재 우리나라 공간정보 분야는 보편적으로 광범위한 기술 분류를 사용하고 있으며, 세부적으로 구분된 기술 보유 현황을 제공하고 있지 않다. 이렇듯, 요소기술 단위의 공백 기술 발굴과 공간정보와 연계된 다양한 분야에서 융·복합 기술개발 및 활용 등을 위한 가이드로 활용하기에는 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서 상정하는 기술트리의 목적 달성을 위해 기술트리 기법을 활용해 기존의 기술분류체계보다 핵심 기술을 상세하게 기술하는 공간정보 기술트리(안)를 작성하고 이를 활성화하는 방안을 제시하고자 한다.

8) 한국연구재단, 「국가과학기술표준분류체계」, 2023, p.30.

9) 국토교통과학기술진흥원, 「국토교통 기술수준분석 : 총괄보고서」, 2021, p.10.

10) 국토교통부, 「공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획」, 2017, p.2.

11) 국토교통부, 「공간정보기술 R&D 중장기 기술로드맵(안) 2026」, 2017, p.6.

3. 공간정보 기술트리(안) 작성 및 활용 방안 모색

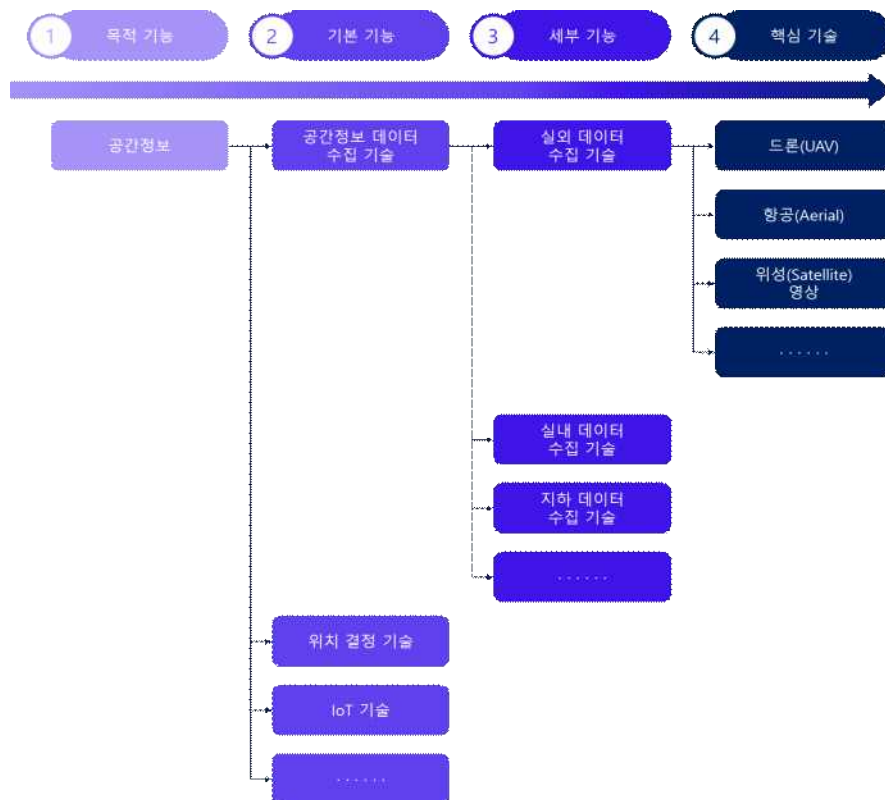
3.1 공간정보 기술트리(안) 작성

공간정보 기술트리(안)의 작성 방법은 [그림 2]와 같이 국내에서 활용되고 있는 공간정보 기술을 기반으로 목적기능, 기본기능, 세부기능, 핵심기술을 도출하는 순서로 작성하였다.

우선 첫 번째로 목적기능은 공간정보 기술로 설정하였다. 목적기능을 구성하는 기본 기능은 앞서 검토한 공간정보 관련 기술분류체계와 공간정보 관련 문헌들을 참고하여 2D/3D 모델링, 위치 결정, 사물 인터넷(IoT), 플랫폼, 빅데이터, 가시화,

프로세싱 기술로 총 7가지의 분류로 구분하였다.¹²⁾ 분류된 7가지의 기본 기능 검토 결과 공간정보의 생산, 가공, 처리, 분석, 유통, 활용 등 공간정보 산업의 모든 프로세스를 포괄할 수 있을 것으로 판단된다.¹³⁾

그 후 분류된 기본 기능을 기반으로 세부 기능을 도출해 분류하였으며, 마지막으로 세부 기능을 구성하는 핵심기술의 경우에는 국내의 연구 보고서 또는 현재 시행되고 있는 법령이나 작업 규정 등을 참고하여 도출하였다. 이러한 과정을 통해 작성된 공간정보 기술트리(안)은 <표 1>와 같이 4단계의 기능으로 구분하여 총 59개의 핵심기술로 작성하였다.



(그림 2) 공간정보 기술트리 작성 과정

12) 국토교통부, 「공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획」, 2017; 장운섭·장인성, “스마트 도시 실현을 위한 디지털 트윈 기술 동향”, 「전자통신동향분석」, 제36권 1호, 2021, pp.99-108.

13) 국가공간정보포털, <http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuno=2711>(검색일: 2023.10.13.)

〈표 1〉 공간정보 기술트리(안)

목적 기능	기본 기능	세부 기능	핵심 기술
공간 정보	공간정보 데이터 수집 기술	실외 데이터 수집 기술	드론(UAV)
			항공(Aerial)
			위성(Satellite) 영상
			모바일 맵핑 시스템(MMS)
			라이다(LiDAR)
		실내 데이터 수집 기술	드론(UAV)
			라이다(LiDAR)
		지하 데이터 수집 기술	지표투과레이더(GPR)
			라이다(LiDAR)
	위치 결정 기술	실외 위치 결정 기술	위성 측위 시스템(GNSS)
			토탈 스테이션
		실내 위치 결정 기술	라디오 신호 기반
			적외선
			초음파
			위성 측위 기반
			비콘
			토탈스테이션
		좌표계	지오이드(Geoid)
			타원체(Elipsoid)
			위도 & 경도
	IoT 기술	무선 네트워크 기술	Wi-Fi
			블루투스
			TCP/IP
		유선 네트워크 기술	UTP(Unshielded Twisted Pair)
			FTP(Foiled Twisted Pair)
			STP(Shielded Twisted Pair)
		서비스 인터페이스 기술	데이터 처리 기술
			저장 기술
			추출 기술
		센서 기술	상황 인지 기술
			물리 센서 기술
			화학 센서 기술
	플랫폼 기술	플랫폼 솔루션 기술	-
		어플리케이션 인터페이스	어플리케이션 서비스 기술
			지식 서비스 기술
			Resource services

공간 정보	빅데이터 기술	저장 기술	클라우드
			인 메모리
			분산 파일 시스템
		보안 및 보호 기술	액세스 컨트롤(Access Control)
			블록 체인(Block Chain)
			데이터 토큰
		DBMS	쿼리 언어(Query Language)
		파일 시스템	타입(Type)
			하둡(HADOOP)
	가시화 기술	VR/AR	센싱 및 트래킹 기술
			영상 합성 기술
			실시간 AR 상호작용 기술
		지오메트리 기반 데이터 가시화 기술	지도 제작 기술
			웹 매핑
	데이터 처리 기술	지오프로세싱	데이터 변환
			위상 처리
		인공지능	기계 학습
			신경망
		2D/3D 모델링 기술	알고리즘 기반 기술
			렌더링 기술
			래스터 처리 기술

첫 번째로 공간정보 데이터 수집 기술은 실내, 실외, 지하공간 데이터를 수집하고 모델링하는 기술로 구분하였으며, 핵심기술로는 UAV, 항공촬영, 위성영상, 라이다 기술 등으로 도출하였다. 두 번째는 위치 결정 기술로 실외와 실내 측위 기술로 구분하였으며 핵심 기술로는 GNSS와 토탈스테이션, RF, 적외선, 초음파 등으로 도출되었다. 좌표계의 경우 지오이드, 타원체, 직각좌표계, 위경도로 구분하였다. 세 번째는 IoT 기술은 네트워크, 서비스 인터페이스, 센서 기술로 구분하였다. 네트워크 기술의 경우 유선, 무선, 양자 기술로 나뉘며, 서비스 인터페이스는 프로세싱, 저장, 데이터 추출, 상황 인지 기술을 포함한다. 센서 기술의 경우 물리, 화학, 바이오 센서로 다양한 센서를 포함할 수 있는 것으로 판단된다. 네 번째 플랫폼 기술의 경우 데이터 유통 및 타 플랫폼과의 연계를 목적으로 어플리케이션 인터페이스 및 네트워킹 기술로 구분하였다. 다섯 번째 빅데이터 기술은 저장 방법, 개인정보 보호 및 보안, 데이터베이스 관리

시스템, 파일 시스템으로 구분하였다. 저장방법에는 클라우드 저장, 인메모리, 분산기법 등이 포함되며, 보안 기술로는 액세스 컨트롤, 데이터 암호화 등이 도출되었다. 여섯 번째 가시화 기술은 다양한 기술과의 응용되어 여러 형태로 가시화가 이루어질 수 있도록 하였다. 이는 Geometry, 이미지 기반, VR/AR로 구분하였다. 마지막으로 데이터 처리 기술의 경우 지오프로세싱, 인공지능(AI), 2D/3D 모델링 기술로 구분하였다. 여기에는 렌더링, 알고리즘, 인공지능을 구성하는 머신러닝, 신경망 등의 기술을 포함하였다.

3.2 활용 방안 마련

기술트리 기반 공간정보 기술 활용 방안 제시는 다양한 공간정보 기술 주체에게 체계적 기술개발을 수행할 수 있는 기반을 제공한다는 의미 외에도, 기술트리의 활용 및 검토에 따른 피드백을 수집할 수 있다는 의미도 있다. 작성된 공간정보 기

술트리의 활용을 위한 방안으로써 공신력 보장을 중앙부처에 의한 규정 제정, 공간정보의 구축·운영·유지관리기관의 지원, 정부 정책을 통한 다양한 활동 지원, 정부 정책과의 연계를 통한 지원활동 등을 검토하고자 하였다.

활용을 위한 첫 번째 방안으로 중앙부처에 의한 규정 제정이 필요하다. 공간정보 기술트리를 규정화하여 고시할 경우, 기술트리의 공신력을 확보할 수 있을 뿐 아니라, 기술개발 주체 및 유관기관에 기술개발 주체로써의 의무, 협력 및 지원 의무, 주기적 갱신 및 유지관리, 규정 위반시 적용되는 제재 등 일정 수준의 의무화와 관련된 구속력을 강제할 수 있다. 이는 운영 및 유지관리 주체를 명확하게 지정하여 주기적인 갱신이 이루어질 수 있게 하는 근거가 될 수 있다. 관련 사례로 「국가과학기술표준분류체계」의 경우 과학기술정보통신부 고시를 통해 규정되고 있다.¹⁴⁾ 국토교통과학기술진흥원에서는 국토교통과학기술육성법 제14조 2항에 따라 '19년부터 법적근거에 기반한 국토교통 분야의 기술수준에 대하여 주기적으로 조사·분석을 수행 중에 있다.¹⁵⁾ 이와 비슷한 사례로 2009년 국토교통부 고시로 규정되었던 유비쿼터스도시기술 가이드라인이 비슷한 사례라고 할 수 있다.¹⁶⁾ 이렇듯, 공간정보 분야 기술 또한 독자적인 기술 및 위상을 갖는 융합 기술분야로써 향후 기술트리의 활용 가능성을 고려한다면 이에 대한 규정화를 검토할 수 있을 것이다.

두 번째는 공간정보의 구축·운영·유지관리기관에서 이를 지원하는 방안이다. 먼저, 기술트리 기법을 활용한 기술수준조사를 검토해 볼 수 있다.

한국과학기술기획평가원에서는 매년 기술수준평가를 수행하고 있다.¹⁷⁾ 다만, 제시하는 기술분야가 광범위하여 단위 기술의 개발에 이용하는 데는 한계가 있지만, 공간정보 기술트리가 세부적인 요소 기술을 분류해 작성된다면 소분류 또는 세분류별로 주기적인 기술수준 조사를 시행할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 국제적 기술경쟁력을 진단하고 활용 사례를 제시할 수 있다면 공간정보 기술 개발에 기여하고 활용성 향상을 이끌어낼 수 있을 것이다.

세 번째로는 정부 정책과의 연계를 통한 지원활동을 할 수 있다. 국가공간정보 기본계획 또는 시행계획 수립 시 공간정보 기술트리를 이용한 기술개발 지원 로드맵을 제시하거나, 국토교통 R&D 사업과 연계하여 기술트리에 근거한 R&D 지원활동을 수행한다면 활용 활성화에 기여할 수 있다. 앞서 검토한 결과 현재는 광범위한 기술분야의 지원 정도를 밝히고 있어, 공백기술을 집중적으로 지원하거나 기술의 자립화를 실현하는 데에는 한계가 있다. 실제로 다수의 연구관리 전문기관들은 구축한 기술분류체계를 R&D 기획 및 선정 과정이나 기술개발 로드맵 과정에 포함하여 상대적으로 국제경쟁력이 취약한 기술분야를 지원하거나 시장성이 높은 기술분야를 집중적으로 지원하고 있으며,¹⁸⁾ 국방부의 무기체계분류체계는 국방기술개발 정책의 근간으로서 폭넓게 활용되고 있다.¹⁹⁾

네 번째로는 공간정보 기술분야에 대한 이해가 부족한 타 분야에서도 쉽게 활용할 수 있는 방안이 될 수 있다. 타 분야에서 공간정보 기술을 도입하기를 원하는 경우, 기술의 조합이나 상호 연계

14) 「국가과학기술표준분류체계」, [시행 2023.2.16.] [과학기술정보통신부고시 제2023-7호, 2023.2.10., 일부개정]

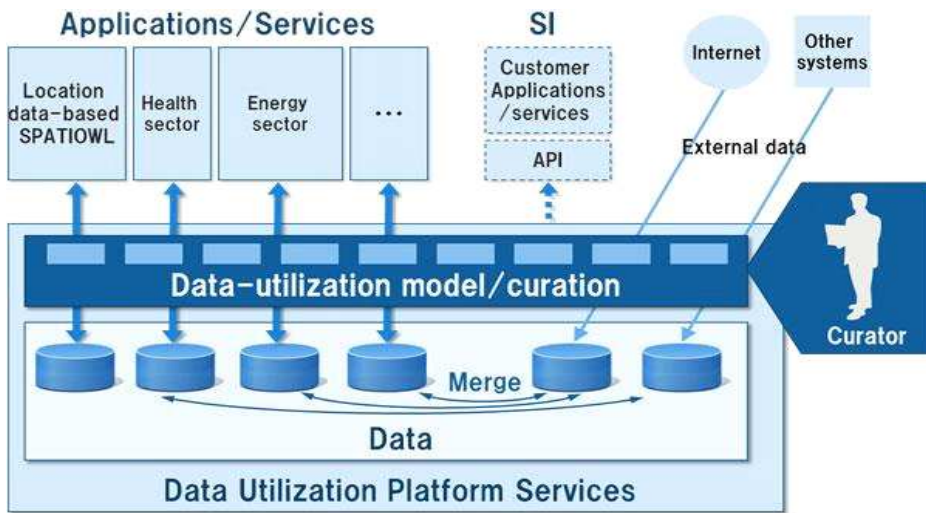
15) 국토교통부, 「국토교통기술수준분석 : 총괄보고서」, 2021, p.3.

16) 국토교통부, 「유비쿼터스도시기술 가이드라인」, 2012, pp.1-104.

17) 과학기술기획평가원, 「2020년 기술수준평가」, 2021, pp.25-82.

18) 국토교통부, 「공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획」, 2017, pp.1-165; 국토교통부, 「디지털 라이브 국토정보 기술개발사업 기획 최종보고서」, 2021, pp.1-787; 관계부처 합동, 「수소 기술개발 로드맵」, 2019, p.23; 과학기술정보통신부, 「에너지기술 R&D 기획 연구」, 2019, pp.71-129.

19) 한국방위산업진흥회, 「무기체계 분류 관련 규정」, <https://stat.kdia.or.kr/5/sub/subMenu503.do#none>(검색일: 2023.11.01.)



(그림 3) 큐레이션 활용 사례

에 관한 이해가 부족할 수 있다. 현재 빅데이터 분야에서는 큐레이션²⁰⁾ 서비스를 제공하는 사례가 증가하고 있다.²¹⁾ 이렇듯, 타 분야의 활용도가 높아질 수 있도록 공간정보 기술트리 중 필요한 기술 집합을 추출하여 제공할 필요가 있다. 타 분야의 활용도가 높을 것으로 판단되는 기술 모듈을 사전에 조합하여 포트폴리오를 제시하는 방법을 검토해볼 수 있다. 예를 들어, 특정지역의 문화자원을 데이터화하기 위한 타 분야의 수요가 있을 경우, 이를 지원할 수 있는 측량, 모델링, 처리, 데이터화, 시각화 등의 요소기술의 집합을 사전에 구성하여 제공한다면 타 분야의 공간정보 활성화에 기여할 수 있을 것이다.

마지막으로 공간정보 기술트리를 기반으로 기술맵을 제작하여 제공하는 방안이 필요하다. 국방기술진흥연구소는 국방기술맵을 제작하여 200개 국방 첨단기술에 대한 기술내용, 기술개발단계, 하

위요소기술, 기술보유여부, 관련과제 현황, 특징, 개발단계, 군 활용분야, 개발자 정보와 같은 다양한 정보를 제공하고 있다.²²⁾ 이와 같은 기술맵은 타 분야의 기술 활용을 도울 뿐 아니라, 개발한 기술의 활용성을 높이고 해당 산업을 육성하는데 기여할 수 있다. 실행 방안으로는 매년 발간되는 국가공간정보정책 연차보고서에 공간정보 기술트리를 포함하여 매년 공간정보 기술 수준을 진단하고 별도의 기술맵을 주기적으로 발간하는 방안이 검토되어야 한다.

3.3 공간정보 기술트리의 작성·운영·유지관리 및 갱신 방안 마련

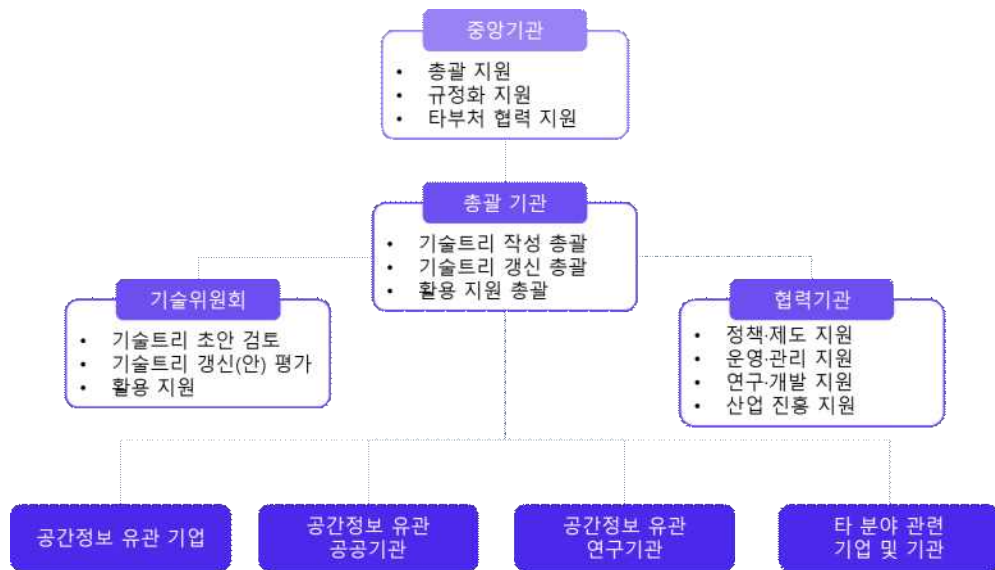
3.3.1 작성·운영·유지관리 방안 마련

본 연구에서 작성된 공간정보 기술트리(안)의

20) 큐레이션: 기획 의도에 맞게 작품을 선정, 수집, 연구, 구성 전시 등 활동을 총칭

21) Satti, F. A., Ali, T., Hussain, J., Khan, W. A., Khattak, A. M., & Lee, S. (2020). Ubiquitous Health Profile (UHP): a big data curation platform for supporting health data interoperability. *Computing*, 102(11), 2409-2444; Beheshti, A., Benatallah, B., Sheng, Q. Z., & Schiliro, F. (2020, January). Intelligent knowledge lakes: The age of artificial intelligence and big data. In *International conference on web information systems engineering* (pp.24-34). Springer, Singapore.

22) 국방기술진흥연구소, 「국방기술맵」, 2021, pp.17-436.

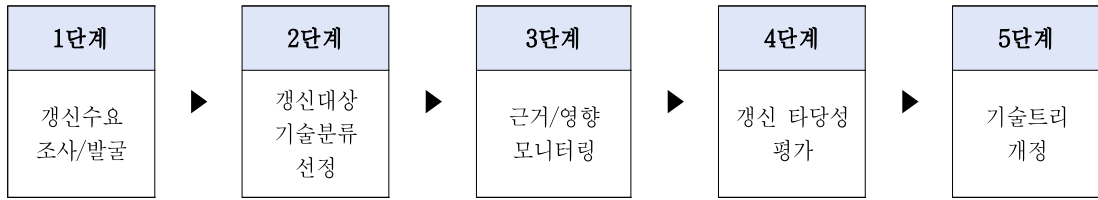


(그림 4) 공간정보 기술트리 작성·운영·유지관리 체계 구성도(안)

경우 기술개발 및 활용에 적용할 수 있으나, 체계적인 유지관리 및 갱신이 필요하다. 공간정보 기술의 특성상 급변하는 기술 환경을 반영하기 난해하거나 원활한 활용에 제약이 있을 수 있다. 이렇듯, 작성 단계에서 끝나지 않고 구축·운영 유지관리 및 갱신 체계까지 마련되어야 한다.

우선 공간정보 기술트리의 구축·운영·유지관리 주체를 설정하고, 공간정보 기술트리의 연계 및 활용을 위한 기관 및 기업 간 협조체계가 구축되어야 한다. 공간정보 기술트리의 구축·운영·유지관리 주체의 역할은 단순한 정보의 제공에서 그치지 않고, 정보의 활용 및 효율성 증대를 위한 방안을 심도 깊이 고려해야 한다. 다양한 분야에 이를 활용할 수 있도록 체계적인 홍보 및 확산이 가능해야 하며, 구축된 데이터를 원활히 제공할 수 있어야 한다. 이러한 점을 바라보았을 때 공간정보를 통합적으로 관리할 수 있는 국가기관 주체로 관리 기관을 선정해야 한다. 공간정보 기술트리 운영의 효율성을 극대화 시키기 위해서는 공간정보 기술트리의 작성·운영·유지관리 체계와 갱신체계의 구성이 필요하며, 이를 위해 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

공간정보 기술트리의 구축·운영·유지관리 체계 구성 시 역할 분담이 이루어져야 한다. 이는 [그림 4]를 참조해 공간정보 기술트리의 구축·운영·유지관리 체계를 도출하였다. 우선 중앙기관의 역할은 공간정보 기술트리 구축·운영·유지관리체계를 구성하고, 구축한 공간정보 기술트리의 총괄 역할로서 규정 제정 및 고시, 타 부처와의 협력을 지원해야 한다. 주관운영기관은 협력기관과 기술위원회 기술트리의 구축 및 갱신을 총괄하며, 공간정보 및 타 분야를 대상으로 활용 지원을 총괄하는 역할을 수행해야 한다. 공간정보 기술트리를 운영할 때에는 공간정보 분야 산·학·연을 중심으로 기술위원회를 구성하여야 한다. 이에 따른 기술위원회의 역할은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫째는 공간정보 기술트리의 초안을 검토하고, 둘째는 기술트리의 갱신 시 갱신(안)을 평가하며, 셋째는 기술트리의 활용을 위해 지원을 해야 한다. 주관운영기관의 협력기관 역할은 정책·제도 지원, 운영·관리 지원, 연구·개발 지원, 산업 진흥 지원 기능 등 공간정보 기술트리의 원활한 활용을 위한 지원활동을 수행하여야 한다.



(그림 5) 공간정보 기술트리 갱신 프로세스(안)

3.3.2 주기적인 갱신 방안 마련

공간정보 기술트리의 갱신체계를 구성하기 위해 최우선적으로 갱신주기와 갱신 프로세스를 수립하였다. 앞서 검토한 현행 「국가과학기술표준분류체계」는 5년 주기의 개정 프로세스를 가지고 있으나, 개정주기가 지나치게 길어 기술 변화를 반영하기에 충분하지 않다는 의견이 제시되고 있다.²³⁾ 이러한 이유로 인해 갱신주기를 비교적 짧게 설정해야 하며, 체계적인 갱신 프로세스를 마련해야 한다. 공간정보 기술트리 갱신 프로세스는 총 5단계로 구성하였으며, [그림 5]를 참고하여 기술하고자 한다.

우선 1단계에서는 공간정보 기술트리 활용군 및 운영 주체에 의한 갱신 수요를 수렴해야 한다. 효과적인 갱신을 위해 설정된 갱신주기에 따라 주기적으로 공간정보 기술트리 갱신에 대한 수요를 수렴하고, 운영 과정에서 발생하는 피드백을 통해 갱신 수요를 확인하는 과정을 병행하여야 한다. 2단계는 수렴된 갱신수요의 빈도 및 우선순위에 따라 갱신대상의 분류를 결정하고, 갱신대상 기술분류를 규모성, 보편성, 발전 가능성, 시장성 등이 고려된 평가 기준을 마련해야 한다. 3단계는 갱신이 필요한 기술분류의 갱신에 따른 기술트리의 전반적인 영향과 기술분류간 상호영향을 평가하여야 한다. 이 단계에서는 갱신수요 반영에 따른 기술분류간 편차가 발생하지 않도록 전체적인 균형이 고려되어야 한다. 4단계는 갱신대상 기술분류 선

정 및 근거/영향 모니터링을 통해 평가한 내용을 바탕으로 갱신, 추가, 삭제 대상 기술트리 구성요소를 선정해야 한다. 기술트리는 활용 정도에 따라 정책적인 의사결정은 물론, 기술개발 과정에도 큰 영향을 끼칠 수 있다. 5단계는 타당성 평가 결과를 기반으로 기술트리를 개정 및 갱신하여야 한다. 개정 및 갱신을 수행할 때 갱신대상 기술분류 선정 과정과 갱신 타당성 평가 과정에서 구축·운영·유지관리 주체 외 공간정보 기술과 관련된 산·학·연·관의 전문가들을 폭넓게 활용함으로써 다양한 의견을 고려하고 수렴하여 공간정보 기술트리가 기술과 정책을 아우를 수 있는 의사결정의 매개체가 될 수 있어야 한다.

4. 결 론

본 연구에서는 기술트리를 활용한 공간정보 기술 관리체계 수립을 위해 공간정보 기술트리(안)를 작성하고, 이에 대한 구축·운영·유지관리 및 활용을 위한 다양한 방안을 제시하였다. 실효성 있는 공간정보 기술트리를 구축하고, 효과적으로 운영하기 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

첫 번째로 공간정보기술은 기술적 효용이 점차 증가하고 있으며, 데이터 분석 기술의 발전과 함께 성장이 월등히 빠르게 진행되고 있는 기술분야로 자리 잡고 있다. 이에 따라 기술개발 속도를 반

23) 과학기술정보통신부, 「국가과학기술표준분류체계 개정 프로세스 개선 및 전면 개정을 위한 기획 연구」, 2019, p.3.

영하여 보다 유연한 기술트리를 구축할 필요가 있다. 위계와 분류로만 구성된 기술개발체계를 지양하고, 기술 간 연계 가능성 및 연계 방향을 충분히 제시할 필요가 있다. 또한, 기술트리의 확정시 다양한 분야의 기술 전문가 의견을 반영할 필요가 있다. 즉, 공간정보 기술트리는 각 분류별 기술에 대해 공백이 없어야 하며, 균등하게 구성하여야 하고, 여러 차례의 검증 과정을 거쳐야 할 필요가 있다.

두 번째로는 기술트리의 실효성 확보를 위해 지속적이고 안정적인 관리·협력체계를 구축할 필요가 있다. 다양한 분야에서 기술로드맵 및 기술계통도가 구축되고 있지만, 이를 효율적으로 활용되는 사례는 매우 적었다. 이러한 원인으로 기술분류가 작성될 때 기술개발 현장과 실제 기술개발 과정을 고려하지 못한 채 일방적으로 작성되었거나, 환경의 변화에 대해 대응 및 반영하지 못했기 때문이다. 즉, 기술트리의 구축 과정에서 다양한 기술 주체의 의견을 충분히 반영하고, 운영 과정에서 이들의 피드백을 지속해서 반영할 필요가 있다. 이를 위해서는 공간정보 기술트리의 구축 및 운영과정에서 다양한 유관 주체들과의 협업체계가 필수적이다. 안정적인 협업체계의 구축을 위해서는 협업주체에게 인센티브를 제공할 필요가 있으며, 그 인센티브는 기술트리의 다양한 활용방안을 마련하여 이를 참조할 때 실질적으로 획득할 수 있는 이익이 될 수 있어야 한다.

세 번째는 공간정보 기술트리의 활용성 향상을 위해 리스트 형태의 기술트리에서 각 기능 및 기술의 의의 및 범위를 포함한 기술별 정의가 필수적으로 수반되어야 한다. 선행기술을 기반으로 개발되는 후행기술, 요소기술들을 기반으로 집합 구성된 기술 등과 같이 기술 간 관계를 추가적으로 표현할 수 있어야 할 것이다. 본 연구에서 작성한 공간정보 기술트리는 현재 주로 사용되고 있는 기술들을 일부 반영해 작성되었다. 공간정보 기술트리 구성의 완결성을 갖추기 위해서는 일부 분류의 조정이 필요하며, 일부 반영되지 않은 과거, 최신

및 미래 유망기술에 대해서는 추가적인 검토가 필요하다. 또한, 최하위 항목으로 도출된 핵심기술의 경우 기술의 포괄성과 신규성을 판별할 수 있는 기준으로 활용될 수 있도록 매트릭스 형태 또는 동적인 기술트리 등의 작성 방법이 고려되어야 한다.

〈참고문헌〉

1. 과학기술기획평가원, 「2020년 기술수준평가」, 2021.
2. 과학기술정보통신부, 「국가과학기술표준분류체계 개정 프로세스 개선 및 전면 개정을 위한 기획 연구」, 2019.
3. _____, 「에너지기술 R&D 기획 연구」, 2019.
4. 관계부처 합동, 「수소 기술개발 로드맵」, 2019.
5. 국방기술진흥연구소, 「국방기술맵」, 2021.
6. 국토교통부, 「유비쿼터스도시기술 가이드라인」, 2012.
7. _____, 「공간정보 분야 융복합 산업 창출을 위한 핵심기술 기획」, 2017.
8. _____, 「공간정보기술 R&D 중장기 기술로드맵(안) 2026」, 2017.
9. _____, 「제6차 국가공간정보정책 기본계획」, 2018.
10. _____, 「국토교통기술수준분석 : 총괄보고서」, 2021.
11. _____, 「디지털 라이브 국토정보 기술개발 사업 기획 최종보고서」, 2021.
12. _____, 「제7차 국가공간정보정책 기본계획」, 2023.
13. 국토교통과학기술진흥원, 「국토교통 기술수준 분석 : 총괄보고서」, 2021.
14. 강근영·윤가혜·김동환, “에너지연구개발(R&D) 위한 기술계통도(Technology Tree) 기획방법론 활용 사례 - 에너지저장 기술 중심으로”, 「신

- 재생에너지」, 제9권 2호, 2013.
15. 김동영·이정주·채효석·황의호, “수재해 정보 플랫폼을 위한 기술트리 활용 방안 연구”, 「한국지리정보학회지」, 제17권 4호, 2014.
16. 장윤섭·장인성, “스마트 도시 실현을 위한 디지털 트윈 기술 동향”, 「전자통신동향분석」, 제36권 1호, 2021.
17. 장한수·권순원·나용수·정현경, “TRL과 SRL을 이용한 기술 로드맵 수립 - 행육합 에너지 R&D 사례 중심”, 「한국기술혁신학회 2019년도 추계학술대회 논문집」, 2019.
18. 이동규·이영재·김도환·김진호, “기술트리를 이용한 터널 가설공사의 효율성 개선방안에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집-구조계」, 제28권 4호, 2012.
19. 이원일, “전략기술정보 ‘레포지터리’로서 기술트리(Tech. Tree)의 활용방안에 관한 연구 - 기술로드맵(TRM)과의 전략적 통합방안을 중심으로”, 「정보관리연구」, 제39권 3호, 2008.
20. 한국방위산업진흥회, 무기체계 분류 관련 규정, <https://stat.kdia.or.kr/5/sub/subMenu503.do#none> (검색일: 2023.11.01.)
21. 한국연구재단, 「국가과학기술표준분류체계」, 2023.
22. Beheshti, A., Benatallah, B., Sheng, Q. Z., & Schiliro, F., Intelligent knowledge lakes: The age of artificial intelligence and big data. In International conference on web information systems engineering. Springer, Singapore, 2020.
23. Satti, F. A., Ali, T., Hussain, J., Khan, W. A., Khattak, A. M., & Lee, S. Ubiquitous Health Profile (UHP): a big data curation platform for supporting health data interoperability. Computing, 2020.
24. 「국가과학기술표준분류체계」, [시행 2023.2.16.] [과학기술정보통신부고시 제2023-7호, 2023.2.10., 일부개정]

(접수일 2024.03.10., 심사일 2024.03.12., 심사완료일 2024.03.22.)