

기술 로드맵 분류 및 작성

이병남* · 박웅**

*한국전자통신연구원

Technology Roadmap Classification and Roadmapping

Byoung Nam Lee* · Wung Park**

Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : b.n.lee@etri.re.kr* · wungp@etri.re.kr**

요 약

시장의 니즈(Needs)에 기반 한 일종의 기술기획 프로세스로서, 시장이나 제품의 요구사항을 충족시키기 위해 필요한 기술적 대안들을 규명, 선택 및 개발할 수 있도록 도와주며, 미래에 요구되는 성능목표(Performance Target)와 이의 달성을 위해 필요한 활동이나 기술대안을 시간축에 따라 표현하는 기술로드맵의 개념을 구체적으로 살펴보고, 문헌조사와 사례연구 등을 바탕으로 다양한 기준으로 기술로드맵의 분류 및 활용사례를 분석한다. 또한 기술로드맵 작성절차에 대해서도 자세히 논의한다.

ABSTRACT

This paper introduces the technology roadmapping process. As a needs-driven technology planning tool, technology roadmapping can help identify and select technology alternatives to meet a set of market needs. Thus, it allows increasingly limited R&D investments to be used more efficiently. In this contribution we classify the technology roadmap on the basis of literature review and case survey, and provide the technology roadmapping process.

키워드

Technology roadmap, Roadmapping, Needs-driven technology planning tool

1. 서 론

기술로드맵핑(Technology Roadmapping)은 시장의 니즈(Needs)에 기반 한 일종의 기술기획 프로세스로서, 시장이나 제품의 요구사항을 충족시키기 위해 필요한 기술적 대안들을 규명, 선택 및 개발할 수 있도록 도와주며, 미래에 요구되는 성능목표(Performance Target)와 이의 달성을 위해 필요한 활동이나 기술대안을 시간축에 따라 표현한다(Garcia & Bray, 1997). 이 과정을 통해 산출된 문서화된 결과물이 기술로드맵(Technology Roadmap)이며, 특정 목표의 달성을 위해 추천되는 기술개발 경로를 보여준다.

기술로드맵은 다음과 같은 장점들을 특징으로 가지고 있다. 첫째, 수요 중심(Demand-pull)의 기술기획 과정이다. 시장에서의 성공가능성을 초기 기획단계부터 고려하므로 개발된 기술의 활용도

가 매우 높다. 또한, 시장의 니즈를 기초로 하고 있기 때문에 기술개발의 목적이 보다 명확하다는 장점을 지니고 있다. 더욱이 시장의 요구사항과 현재 가용한 기술대안들 사이의 격차를 분명히 보여줌으로써 기술개발 주체들 간에 자발적인 경쟁을 촉진하여 기술개발 속도를 증가시킬 수도 있다.

둘째, 사실 및 자료에 근거한 합의형성(Consensus Building) 과정이다. 기술로드맵의 작성을 위해서는 보통 1년 이상의 긴 작업기간이 소요되고, 많은 수의 참가자들이 협조해야 하기 때문에, 원활한 의사소통이 중요하고, 이를 위해 가능한 한 객관적인 자료와 사전에 정해진 의사결정 원칙을 필요로 한다. 기술로드맵의 기본 원칙은 다수가 모여 모두가 공감할 수 있는 미래에 대한 전망을 도출하기 위해서는 판단근거의 객관성이 전제되어야 한다는 것이다. 이렇게 객관적인 자료와 사

실에 근거하여 기술로드맵이 작성되므로, 참가자 공통의 합의를 이끌어낼 수 있고, 일관된 목적과 방향성을 가지고 기술개발을 수행할 수 있으며, 참가자집단 간 시너지효과를 창출할 수 있다.

셋째, 기술로드맵의 목적은 구체적인 개발기술을 선택하는 것뿐만 아니라, 개발목표를 설정하고 이의 달성에 이용가능한 다양한 기술대안들을 고려하는 것이다. 특히, 최근과 같이 기술의 혁신주기가 빠르고 동시에 다수의 신기술이 등장하는 환경에서는, 개발기술을 고정하기보다 개발목표를 정한 후 주기적인 연동계획(Rolling Plan)의 수립을 통해 기술개발의 방향을 조정하는 것이 바람직 한데, 기술로드맵은 이러한 목적에 잘 부합한다.

II. 기술로드맵의 분류

기술로드맵은 아래의 <표 1>에 나타난 바와 같이 작성대상에 따라 1) 제품기술(Product Technology) 로드맵, 2) 유망기술(Emerging Technology) 로드맵, 그리고 3) 이슈관련(Issue-oriented) 로드맵 등으로 나눌 수 있으며, 다시 작성주체에 따라 각각 1) 정부 주도(Government-led) 로드맵, 2) 산업주도(Industry-led) 로드맵, 3) 기업주도(Company-led) 로드맵으로 구분할 수 있다(Garcia & Bray, 1997).

<표 1> 기술로드맵의 유형별 적용범위

구분	유형	적용범위	대표사례
작성 대상 별 구분	제품 기술 로드맵	제품·공정에 대한 수요를 바탕으로 작성되며, 기술적 기회와 위험을 확인하고 분석함	일반적으로 이용되는 각종 로드맵
	유망 기술 로드맵	제품에 대한 현황 및 특성을 제시하기보다는 신생기술(Emerging Technology)의 개발 및 확보 전략에 초점을 둠	모토로라의 기술로드맵
	이슈 관련 로드맵	특정 이슈와 관련한 프로젝트 기획 및 예산배분에 초점을 두고 작성됨	미국 에너지부의 환경복원 및 쓰레기 관리 로드맵
작성 주체 별 구분	정부 주도 로드맵	기술로드맵 작성의 기획부터 실행단계에 이르기까지 정부주도로 이루어지며, 관련 이해당사자집단이 효과적인 의사결정을 할 수 있도록 비전을 제공하기도 함	캐나다 산업부의 8대 분야 로드맵과 미국의 제조 기술 4대 분야 로드맵
	산업 주도 로드맵	일반적으로 개별기업이 감당하기 어려운 위험을 감소시키기 위해 산업협회나 기업컨소시엄 등을 통해 작성하며, 시장에서의 공존을 목적으로 함	미국 반도체 협회의 반도체 기술 로드맵과 전력연구소의 전력 기술 로드맵
	기업 주도 로드맵	기업간 경쟁에서 우위를 확보할 목적으로 개별기업이 추진하며, 자사의 목표와 우선순위에 초점을 두고 작성함	필립스, 루스 테크놀로지 등의 로드맵

또한 기술로드맵을 로드맵 작성 목적(purpose)에 따라 <표 2>와 같이 분류(classification)할 수 있다(Phaal,

et al, 2001)

<표 2> 기술로드맵의 목적에 따른 유형

유형 (Category)	유형의 개요	사례
제품기획 (Product planning)	-가장 일반적인 기술로드맵 -제품에 기술을 접목시키는 형태 -한 세대(generation) 이상의 제품을 대상으로 함	-필립스의 기술로드맵 -계획한 기술과 제품 개발과의 연계를 잘 보여줌
역량기획 (Capability planning)	-제품기획과 비슷한 -서비스 중심의 회사에 적합 -조직적인 역량을 사업과 기술과의 연계에서 파악	-우정국의 기술로드맵 -사업에 기술 개발이 미치는 영향 조사
전략기획 (Strategy planning)	-상이한 기회와 위험을 사업차원에서 평가하기 위해서 전략축면(strategic dimension)을 포함	-T-plan의 적용사례 -사업의 미래 비전, 현재의 위치와의 차이, 차이 극복을 위한 전략적 선택 등을 도출
중장기계획 (Long-range planning)	-시간축 확장 -산업이나 국가차원에서 수행(i.e. foresight)	-미국 통합제조기술 협회의 기술로드맵 -정보시스템에 초점을 둠
지적자산 활용계획 (Knowledge asset planning)	-사업목적을 위한 지적자산의 관리에 초점을 둠 -미래의 시장수요에 대응하기 위해서 지적자산과 경험(skill), 기술, 경쟁력과의 관계 파악	-에든버러 대학의 인공지능 응용학부의 기술로드맵 -보유한 핵심지적자산을 파악
사업기획 (Programme planning)	-과제(project) 계획과 관련한 전의 실행에 초점을 둠 -기술개발(technology development)과 사업 단계, 진도표(milestone) 사이의 관계를 보여줌	-NASA의 Origin 사업을 위한 기술로드맵 중 하나 -NGST의 개발사업의 관리를 목적으로 함
프로세스 기획 (Process planning)	-지식의 관리에 초점을 둠 -신제품개발을 목적으로 한 특정 프로세스에 초점을 둠	-T-Plan 적용사례 중 하나 -기술 및 상업적인 측면까지 고려
계획통합 (Integration planning)	-기술의 융합 및 진화에 초점을 둠 -기술발전이 테스트 및 검증 시스템에 미치는 영향에 초점을 둠	-NASA의 Origin 사업을 위한 기술로드맵 중 하나 -NGST의 개발사업의 관리를 목적

영국의 2000개 제조업체를 대상으로 기술로드맵의 활용실태를 조사한 Phaal et al(2001)의 연구 결과를 보면, 기술로드맵의 성공적인 작성을 위해서는 1) 명확한 사업적 니즈, 2) 최고경영진의 헌신과 열성적인 후원, 3) 적합한 부서 및 조직구성원의 참여, 4) 효과적인 사업 프로세스 개발에 대한 열망, 5) 참여를 촉진하는 조직문화 등이 필요함을 알 수 있다. 반면에, 기술로드맵 작성에 대한 장애요인으로는 1) 필요한 자료, 정보 및 지식의 부족, 2) 초기의 과중한 업무부담과 단기 업무에 의한 혼란, 3) 효과적인 기술로드맵 작성 프로세스의 부족, 4) 효과적인 도구, 기법 및 방법의 부족, 5) 효과적인 교육훈련 및 촉진역할의 부족 등이 발견되었다.

마지막으로 기술로드맵은 <표 3>과 같이 표현 양식에 따라 구분할 수 있다.

<표 3> 기술로드맵의 표현양식에 따른 유형

유형 (Category)	유형의 개요	사례
다계층 형태 (Multiple layers)	-가장 일반적인 형태 -기술, 제품, 시장으로 구분함 -계층간의 상호 연관성 표현 -기술과 제품, 서비스, 사업체 계와의 통합 가능	-필립스 기술로드맵 -차세대 제품의 기능개발을 위한 제품과 공정기술의 통합
막대 형태 (Bars)	-한 계층을 막대로 표현하는 경우가 많으며 표현하기 간편함 -의사소통 및 기술로드맵 간의 통합을 위해서 유용함	-전통적인 모토롤라의 기술로드맵
표 형태 (Table)	-성능(performance)의 정량화가 가능하면 유용함	-제품 및 기술의 성능변수를 모두 포함
그래프 형태 (Graph)	-제품 및 기술의 성능이 정량화 되면 표현 가능한 형태 -기술생명곡선(S자 곡선)과 비슷하여 '경험곡선'이라고도 부름	-한 우리의 제품들이 공진화하는 지를 보여줌
그림 형태 (Pictorial)	-중중 기술적인 통합과 계획을 이해시키기 위해서 사용 -중중 비유적인 의미 내포	-사프의 기술로드맵 -LCD 기술군에 기초한 개별제품 및 제품군의 개발
흐름 형태 (Flow)	-플로우차트와 유사한 형태로그림 형태 중 하나로 볼 수 있음 -보통 목표(objectives), 실행계획(action), 결과(outcome)를 다룸	-NASA의 기술로드맵
단일계층 형태 (Single layer)	-다계층 형태의 부분집합 -이해수월하다는 장점과 계층간 연관성을 이해할 수 없다는 단점이 있음	-위의 막대형태의 모토롤라의 기술로드맵
문자 형태 (Text)	-기술로드맵의 대부분이 문자로 표현된 형태	-기술 및 시장의 변화추세(trends) 보여줌

III. 기술로드맵의 작성절차

기술로드맵의 작성절차는 일반적으로 세 단계로 나눌 수 있다. 첫째, 기술로드맵 작업을 본격적으로 시작하기 전에 참가자들 사이에 기술로드맵의 필요성에 대한 공감대를 형성하는 과정이 필요하다. 이때 기술로드맵의 작성 목적과 범위를 결정하게 되는데, 가능한 한 모든 결정사항을 구체적으로 명시할 필요가 있다. 둘째, 기술로드맵을 작성하는 단계로서, 시장의 요구사항을 기술적 요구사항으로 전환하고 이의 충족을 위해 필요한 기술대안이나 대응활동을 검토한다. 이 단계에서는 보통 다수의 해당분야 전문가가 참가하는 워크샵을 이용하기 때문에 참가자간 원활한 의사소통 및 합의를 도출을 위해 대인관계기술을 필요로 한다. 셋째, 기술로드맵 작성 후의 활동으로서, 기술로드맵에 포함된 내용을 대외적으로 공표하고, 외부 전문가들의 의견이나 비판을 개진하며, 구체적인 실행계획을 준비한다(DOE, 2000; Garcia &

Bray, 1997).

1. 준비활동단계(1단계)

본 단계는 의사결정자들이 자신들에게 당면한 문제를 해결하기 위해 기술로드맵을 작성할 필요가 있다는 공감대를 형성하는 과정으로 작성할 대상과 기술로드맵을 자신들의 의사결정에 어떻게 사용할지를 결정하고 그에 따른 작성범위를 설정한다.

가. Satisfy essential conditions

반드시 충족시켜야 할 필수조건들을 확인하고 현재 어느 정도까지 진행되고 있는지를 확인하고 기술로드맵에 대한 범위 및 한계를 구체적으로 명시한다.

나. Development of the Tehcnology Roadmap

기술로드맵 작성에는 시간과 노력이 많이 필요하므로 효율적인 작성을 위해 관련자들 중에서 주도적으로 작성하는 그룹(leadership)과 후원그룹(sponsorship)을 구분하여 확보해야 한다.

다. Define the scope and boundaries for the technology roadmap

현실적인 여건들이 기술로드맵에 제대로 반영되었는지를 확인한다.

2. 기술로드맵 작성단계(2단계)

가. Identify the "Product" that will be the focus of the roadmap

제품의 복잡성 정도에 따라 기술로드맵의 세부 방향이 결정되며 이 때 초점을 어디에 두느냐가 매우 중요하다. 만약 제품에 대한 Needs의 예측이 불분명할 경우 시나리오 방법에 기초한 계획 수립이 도움이 될 수 있다.

나. Identify the critical system requirements and their targets

필요 대상분야를 도출한 후에는 핵심 시스템요소 및 달성목표들을 고려해야 한다. 예를 들어 에너지 효율이 높은 차량개발을 위한 핵심시스템 구성요소로는 리터당 주행거리, 신뢰성, 안정성, 비용 등이 포함되며, 그 성과목표로는 2005년 리터당 20km, 2009년에는 리터당 25km 등이 될 수 있다.

다. Specify the major technology areas

핵심 시스템 구성요소와 목표를 달성하는데 도움이 될 수 있는 주요 기술분야를 확정한다. 예를 들어 2009년까지 리터당 25km의 성과 목표를 달성하기 위한 주요 기술분야로는 소재, 엔진제어, 센서, 모델링 및 시뮬레이션 등이 포함될 수 있다.

라. Specify the technology drivers and their targets

핵심 시스템 구성요소들이 전환되는 기술동인은 어떤 기술대안이 선택되는지를 결정할 핵심 변수가 된다. 예를 들어 소재기술분야에서의 운송수단의 무게와 엔진속도 등이 이에 해당된다.

기술동인 목표들은 핵심 시스템 구성요소들의

목표들을 기초로 설정되며 특정 목표달성을 위해서 다양한 기술대안들이 얼마나 수행할 수 있어야만 하는가를 상세히 설명해야 한다.

마. Identify technology alternative and their time lines

기술동인과 그 목표가 확정되며 이들 목표를 만족시킬 수 있는 기술대안들을 설정한다. 기술대안들을 설정한 후 각각의 기술대안들이 기술동인 목표에 비추어 어떻게 성장해 나갈 것인지에 대한 Time Lines를 설정해야 한다.

바. Recommend the technology alternatives that should be pursued

본 단계에서는 앞으로 추구해 나갈 특정 기술대안들을 추천하게 되며 기술대안은 비용, 스케줄, 성능 측면에서 다양하게 나타난다.

사. Create the technology roadmap report

기술로드맵 보고서에는 다음과 같은 내용이 포함되어야 한다.

- 각 기술분야의 특징 및 현황
- 요건이 충족되지 않으면 로드맵의 실패요인
- 로드맵에 작용하게 될 핵심요인들
- 로드맵에 소대되지 않은 분야
- 기술적 권장사항 및 실행을 위한 권장사항들

3. TRM의 후속활동(3단계)

수요와 기술을 둘다 진화해 가므로 기술로드맵은 주기적으로 재평가되고 갱신될 필요가 있으며 다음의 작업이 행해져야 한다.

가. Critique and validate the roadmap

로드맵은 상대적으로 소수의 구성원으로 수행된 작업이므로 목표에 적합하지, 대안들이 합리적인지, 중요한 기술들이 제외되지 않았는지 등을 로드맵 작성에 참여하지 못한 사람들에게 설득력을 갖는지에 대한 검증 필요하다.

나. Develop an implementation plan

선택된 기술대안들에 기초하여 실행계획을 수립한다.

다. Review and update

수요와 기술은 시간의 흐름에 따라 변화하기 때문에 기술로드맵과 실행계획은 정기적으로 재평가되고 보완되어야 한다.

IV. 결 론

기술로드맵은 앞에서 제시한 장점뿐만 아니라 다음과 같은 근본적인 한계점도 함께 지니고 있다. 첫째, 작성과정의 비효율성으로 인해 기술로드맵은 적용범위가 제한될 수 있다. 기술로드맵은 장기간의 수행과정, 많은 사전 준비작업, 인내심을 요하는 합의도출 과정 등을 필요로 하기 때문에 그 성과가 대규모의 투입량에 비해 비효율적이라고 판단되기 쉽다. 따라서, 기술로드맵은 단기간 내에 의사결정을 내려야 하는 경우보다 장기 또는 대형 기술개발 기획에 적합하고, 여기

에서도 적용범위는 가급적이면 구체적이고 좁게 한정하는 것이 바람직하다.

둘째, 기술로드맵은 미래상황에 대한 가정에 기하여 작성되기 때문에 결과에 대해 이견이 있을 수 있다. 미래에 대한 예측이나 전망에 기반하는 모든 의사결정방법론에는 이와 같은 위험이 항상 존재하지만, 기술이 아닌 시장의 니즈를 바탕으로 하는 기술로드맵에서는 보다 많은 가정에 의존하기 때문에 그 결과의 타당성에 더 많은 의문이 제기될 수 있다. 시장의 요구사항은 소비자에 의해 끊임없이 변화한다. 따라서, 기술로드맵은 시장상황 변화에 따른 재고의 여지를 언제나 내포하고 있다. 또한, 이러한 시장의 불확실한 요구가 그 적용범위를 제한하기도 한다. 미국 반도체산업협회(SIA)나 캐나다 산업부(Industry Canada)의 사례에서 보듯이, 기술로드맵은 주로 제조업 분야에서 많이 활용하고 있음을 알 수 있다. 특히, 제조업 중에서도 알루미늄산업이나 반도체산업 등과 같이 제조공정 기술이 중요한 분야를 주요 대상으로 하고 있는데, 이것은 이러한 제조업 분야가 미래의 니즈를 파악함에 있어 일반 소비자들의 요구사항을 이해하고 예측하는 것보다 상대적으로 용이하기 때문이다.

참고문헌

DOE, *Applying Science and Technology Roadmapping in Environmental Management*, Office of Environmental Management, Department of Energy, USA, July, 2000.

EIRMA, *Technology Roadmapping: Delivering Business Vision*, Paris, 1998.

Garcia, Marie L. and Bray, Olin H., *Fundamentals of Technology Roadmapping*, Sandia National Laboratories, 1997.

IMTI, *Overview of the IMTR Roadmaps*, Integrated Manufacturing Technology Initiative, 2000.

Industry Canada, *Technology Roadmapping : A Strategy for Success*, 2000.

Kappel, Thomas A., "Perspectives on Roadmaps: How Organizations Talk about the Future," *The Journal of Product Innovation Management*, Vol.18, 2001, pp. 39-50.

Phaal, Robert, Farrukh, Clare J. P., and Probert, David R., "Characterisation of Technology Roadmaps: Purpose and Format," *Portland International Conference on Management of Engineering Technology (PICMET)*, 2001.

SIA, *International Technology Roadmap for Semiconductors*, Semiconductor Industry Association, USA, 1999.