

글로벌기술협력기반육성사업(GT)
심층분석보고서

**질적 프레임워크를 이용한
통신장비분야 분석**



목 차

<주요내용 요약>	1
I. 서론	3
II. 통신 부문 정부 목표	5
III. 통신 부문 개요	8
IV. 질적 분석 프레임워크 적용	13
V. 발견 및 향후 과제	19
VI. 요약	22

주요 내용 요약

- 미 연방 정부는 국내 통신 장비 부문의 약화와 이것이 경제 성장과 국가 안보에 미칠 부정적 영향에 대해 우려하고 있음. 특히, (1) 광 코어 네트워크, (2) 라우터/스위치, (3) 무선 장비의 세 가지 주요 세부부문이 위험하다고 인식됨. IDA 과학 및 기술 정책 연구원 (STPI)에서는 이들 세 가지 주요 세부부문에서 국가 경쟁력과 혁신, 그리고 공급망 보안 목표를 충족하는 프레임워크를 개발, 이를 기반으로 정책 옵션을 평가하는 정부 의사 결정자들을 지원함. 이 프레임워크의 의도는 다양한 정보 소스 통합을 가능하게 하고, 의사 결정자들이 효과적인 정책 활동을 파악할 수 있도록 단일하면서 일관된 관점을 제공한다는 것임. 이 일의 기본 가설은 세부부문에서 교란을 야기하는 새로운 트렌드가 포착되었을 때, 정책이 변화에 영향을 줄 수 있는 기회가 증가하고, 이를 통하여 국내 업체가 경쟁력을 갖고 시장을 넓힐 수 있도록 도울 수 있다는 것임. 이 가설은 특히 통신 장비 업체와 같이 상대적으로 성숙하고 안정된 시장에 적용됨.
- **접근 방법** : STPI 연구팀의 접근 방법은 중점 고려 사항들과 목표들이 세부 정책 활동에 의해 어떻게 설명되는지 이해할 수 있는 질적 프레임워크를 개발하는 것이며, 여러 정부 기관 대표들이 각 세부부문의 중점 목표 분석에 참여함. 이 프레임워크는 세부부문 목표, 주요 트렌드, 정책 활동 후보, 그리고 예상되는 결과들의 관계들로 정의됨. 정부에 의해 사용되게 될 정책 활동들에는 R&D 투자, 소 비즈니스 혁신 연구, 협업 연구 및 생산, 초기 적용 및 구매자로서 정부, 표준 활동, 규제 및 무역 등이 있음.
- **분석 프로세스** : 프레임워크는 두 단계로 각 세부 부문에 대한 깊이 있는 분석을 지원함. 첫 번째 단계에서는 강점, 약점, 기회 및 위협 (SWOT: Strengths, Weakness, Opportunities, and Threats) 분석법을 이용해 세부 부문에 영향을 주는 주요 트렌드를 파악함. 식별된 기회와 위협은 정책 활동을 위한 후보가 됨. 두 번째 단계에서는 기회를 최대한 활용하고 위협을 차단할 수 있는 세부 정책 활동을 식별함.
- **발견** : STPI 연구팀은 주요 통신 세부부문인 광 코어, 라우터/스위치 및 무선이 글로벌 시장에 의해 주도되고 있음을 발견. 시장에서의 수익은 5-10년씩의 경쟁이 요구되는 장기 비즈니스에서 발생하고, 이들 시장에서 기업들의 위치와 영향력을 바꿀 기회는 흔치 않음. 가장 중요한 관찰은 이들 안정된 시장에서 정책 활동이 기회를 갖기는 쉽지 않지만, 시장에 교란이 생기고 업체 간 경쟁이 발생하게 되면, 이런 상황에서 정책 활동은 아주 중요한 영향을 미칠 수 있다는 것임.

세 가지 세부부문 모두 협업 연구와 생산 시설을 통한 정부 지원으로부터 이득을 볼 수 있음. 표적 R&D 및 소 비즈니스 혁신 연구에 대한 지속적인 투자는 혁신, 새로운 제품 및 창업을 가속화시키는 정책 활동으로 파악됨. 정부 기관 차원에서 적극적으로 새로운 기술을 획득하고 적용함으로써 시장에 새로운 제품 소개를 가속화 할 수 있음. 트렌드 변화는 항상 진행되고 있기 때문에, 정부가 중요한 영향을 줄 수 있는 정책 활동 기회를 식별하기 위해서는 프레임워크를 통한 꾸준한 관찰이 필요함.

□ **향후 과제** : 이번 연구 과정을 통해 추가 연구가 필요한 몇몇 분야를 발견함. 프레임워크는 목표 진도 파악을 위한 평가 기준 개발을 통해 보다 개선 될 수 있음. 목표, 평가 기준, 트렌드 및 정책 활동 사이의 연결 관계가 개발되어야 하고 좀 더 철저한 방법으로 검증되어야 함. 정부 기관들은 각 기관에 맞춰진 목표들을 갖고 있으므로 프레임워크는 기관별 차이를 수용할 수 있을 정도로 유연해야 함. 또한, 보다 완성된 정책 옵션 분석을 위해서는 비용, 필요한 시간, 실행의 어려움 등과 같은 보다 실용적인 문제점들을 고려해야 될 필요가 있음.

□ **결론** : 통신 장비 시장은 완전히 글로벌화 되었으며 세 개의 세부부문은 대규모 소비자 및 시장에 의해 주도되고 있음. 미국 정부는 강력한 글로벌 업체들에게 영향을 줄 수 있는 정책 활동 파악을 위하여 고심함. 본 연구는 세부부문을 교란하는 트렌드를 식별하여 기회를 발견하고, 특정 정책 옵션들을 통해 효과적으로 주요 목표들을 달성할 수 있다고 설명함. 정책 옵션 분석을 위하여 질적 프레임워크가 정의되고 적용되었으며, 이 프레임워크는 다른 산업에도 적용 가능함.

I 서론

1. 배경

- 급변하는 통신 장비 시장은 글로벌 경쟁에 의해 이끌려왔음. 국가 경제 및 안보, 특히 주요 인프라를 통합하는 역할을 하고 있는 통신 부문의 중요성을 고려하여, 연방 정부는 국내 통신 부문이 직면하고 있는 과제를 다음 세 가지로 정리함.
 - 미국 경제와 국가 안보에 매우 중요한 통신 장비 세부 분야 산업 역량 보장
 - 미국 통신 장비 시장을 지원하는 혁신 생태계 강화
 - 국내 통신 인프라에서 요구되는 믿을 수 있는 일련의 장비 라인 보장.
- 이러한 관심 사항들을 설명하기 위해 국방 물자 생산 위원회 (DPAC)에서는 시장 활력과 관련 미국 공급망 트렌드를 평가함. 그 결과 통신 장비 세부부문 중 광 코어 네트워크 장비, 라우터/스위치, 그리고 무선장비의 세 부문이 가장 위험에 놓여 있는 것으로 식별됨.

2. 목적

- 백악관 과학 기술 정책 사무소(OSTP)는 과학 기술 정책 연구원(STPI)에게 DPAC가 위험에 놓인 것으로 평가한 세 개의 통신 세부부문에 대한 국가적 역량, 혁신 및 공급망 보안 목표 달성을 위한 정책 옵션 평가를 위하여 정부 의사 결정을 지원 할 프레임워크 개발을 요구함. 이 일은 연방 정부 목표를 지원하기 위한 정책 활동 기회를 식별하기 위하여 통신 장비 세부부문에서 새로운 기술과 시장 트렌드에 대한 하향식 검토 수행을 포함함. 특히, 현재 기술과 시장에 대한 파괴적 변화는 새로운 회사와 제품을 만드는 기회가 될 수 있다는 것을 강조함. 파괴적인 변화를 지원하고 수용을 장려하는 정책 활동이 원하는 목표를 달성하는 가장 효과적인 방법으로 강조됨.

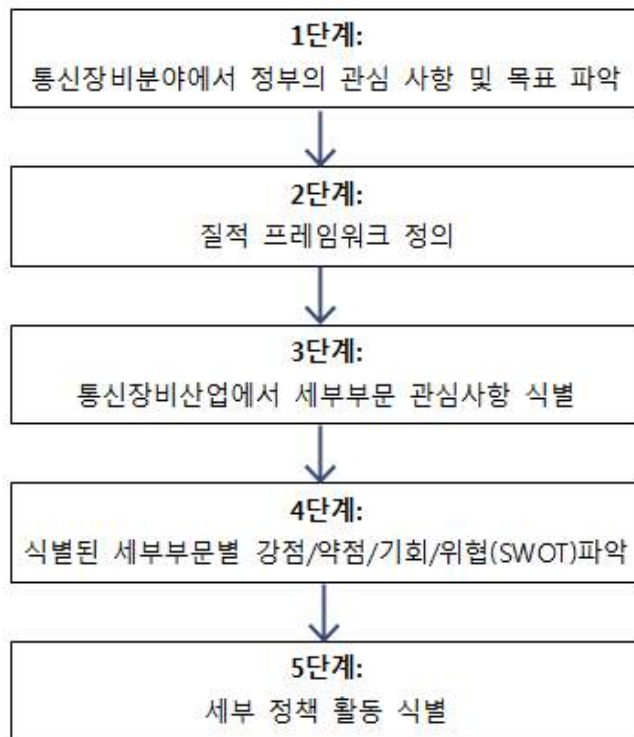
3. 접근 방법

- 본 연구에서는 그림 1과 같은 다섯 단계 접근 방법을 개발하였으며, 각 단계별 세부 내용은 다음과 같음:
 - (1) 문헌 조사와 정부 기관 및 각 분야별 전문가 면담을 통해 통신 장비 시장에서의

정부 목표를 파악함.

- (2) 각 세부부문별 목표, 주요 트렌드, 정책 활동 및 요구되는 결과 사이의 관계를 정의한 질적 프레임워크를 개발함. 이 프레임워크는 다음의 두 단계 분석 프로세스를 지원함: (1) 세부부문에서 근본적이면서 장기간 영향을 줄 것으로 예측되는 새로운 트렌드 식별 (2) 트렌드에 적용될 정책 활동과 예상되는 결과.
- (3) DPAC에 의해 식별된 통신 산업 세부부문을 위해, 트렌드 분석 범위를 제공하기 위한 현재 기술 지형을 파악하고 문서화 함.
- (4) 각 통신 세부부문별, 강점, 약점, 기회 및 위협 요소를 분석함. 이 결과는 해당 부문에 영향을 미치는 주요 기술 및 시장 트렌드를 식별하는데 사용됨.
- (5) 마지막 단계에서 정부 목표를 달성하기 위한 세부 정책 활동을 식별함.

[그림 1] 5단계 접근방법



II 통신 부문 정부 목표

1. 주요 정부 목표

- 통신 세부부문에 대한 정부 기관의 중점 목표는 (1) 미국 경제와 국가 안보에 중요한 통신 장비 업체들의 역량 보장, (2) 미국 통신 장비 시장을 위한 혁신 생태계 강화, 그리고 (3) 국내 통신 인프라에서 요구하는 믿을 수 있는 장비의 파이프라인 보장임. 각 기관들의 관심 사항을 정부 차원에서 고려했을 때, 세 가지 주요 주제가 국내 역량, 혁신, 공급망 보안을 지원하고 있으며, 이들 정책 목표는 다음과 같이 정리됨.

(1) 미국 기업들의 글로벌 역량 지원

- 통신 부문은 미국 경제에 중요한 주요 산업들의 중심 엔진으로 고려됨
- 통신 부문에서의 국가 경쟁력은 다양한 다른 산업들에서의 폭넓은 경쟁력을 가능하게 하는 핵심을 제공함
- 클라우드 컴퓨팅과 같은 새로 출현한 분야는 국내 상황에 의해 네트워크 기반 조성이 이뤄진다면 경쟁력을 가질 수 없음
- 국내 시장에서 경쟁력을 얻는 것은 힘겨운 국제 환경에서 경쟁력을 얻기 위한 기본 조건임.
- 필요한 경우 통신 세부부문에서 요구되는 제품을 생산 할 수 있는 능력이 고려되어야 함.

(2) 혁신 생태계 강화

- 각 부문에서 중요한 위치를 지키기 위해서는 빠른 기술 혁신 향상이 요구됨.
- 혁신은 민간과 정부의 강력한 R&D 지원 및 새로운 회사와 제품을 개발할 수 있는 환경 조성에 의해 이루어짐.
- 몇몇 정부 기관들은 최신 통신 능력을 갖는 것이 그들 연구 목표를 달성하는데 아주 중요함.
- 정부 기관들에 따라 100G 또는 그 이상의 통신 인프라를 제공하는 것이 현재 또는 가까운 미래에 아주 중요한 요소로 고려됨.
- 조기에 차세대 장비와 능력을 갖추는 것은 세계 최고 수준의 연구 시설을 유지하는데 필요한 요소임

- 미국 기업들이 최신 기술을 확보하게 하는 것은 정부 기관들이 조기에 최신 기술을 접할 수 있는 능력을 향상시킴

(3) 국가 안보를 지키는 공급망 확보

- 국가 안보는 여러 기관에서 아주 중요한 사항임.
- 사이버보안 위협에 대한 우려와 함께 통신 공급 업체들이 사이버보안 분야에 많이 치중하는 경향도 있음.
- 통신 인프라는 방어를 위한 중심이고 위협을 주는 주요 인프라임.
- 국내 공급 업체들을 잃고 외국 업체에 의존하게 된다면 장비 공급과 유지 보수가 원활하게 이루어지지 않거나 거절당할 수도 있음. 더 나아가, 미국 회사들이 개발한 최신 보안 기술을 탑재할 국내 장비 업체가 없을 수도 있음.

2. 목표와 정책 옵션 분석을 위한 질적 프레임워크

- 질적 프레임워크는 세부부문 목표, 기술 및 시장 트렌드, 정책 활동 후보 및 결과들과 연관됨. 이 프레임워크는 분석 프로세스를 지원하는데: (1) 강점, 약점, 기회, 위협 (SWOT; Strengths, Weakness, Opportunities, Threats) 방법을 이용한 자세한 분석을 통해 각 세부부문에서의 주요 트렌드를 파악하고, (2) 각 세부부문에서 목적을 달성할 수 있도록 지원할 정책 활동을 선별함.
- [표 1]에서 보인 프레임워크는 정부의 상위레벨 고려 사항, 목표, 원하는 결과, 그리고 유용할 것으로 기대되는 정책 활동들의 관계를 정리함.

[표 1] 고려사항, 목표, 결과 및 정책 활동 사이의 관계 프레임워크

중점 고려 사항	관련 목표	희망 결과	정책 활동
주요 세부부문에서 국내 역량 손실이 국가 안보에 대한 위협을 증가시킴	미국 업체 존재와 역량 복원	시장 지분 확대 혁신 비율 증가	규제, 표준화, 무역, 창업 기회 지원 R&D 투자, 공공-민간 파트너십, 얼리어답터로서 정부
장비 부문에서 건전성 및 경쟁력 침체로 인한 경제적 위협	미국 회사들의 국제적 역량 지원 활동	시장 지분 확대 혁신 비율증가	무역, 창업 기회 지원 R&D, 공동 연구 및 생산, 공공-민간 파트너십, 국가 인프라
주요 세부부문에서 미국 혁신 리더십 침체	혁신적 생태계 강화	혁신 비율 증가	R&D 투자, 공동 연구 및 생산, 얼리어답터로서 정부

- 이 프레임워크를 각 세부부문에 적용한 결과는 전략을 정의하는 특정 정책 활동 집합임. 예를 들어, 정책 관점에서 혁신 생태계 강화 전략은 규제나 지적재산권 보호와 같은 혁신 장벽과 R&D 투자와 같은 지원 시스템에 초점을 두고 있음. 무역, 세금, 및 기술 관련 정책을 포함하는 무역 부문에서 경쟁력 전략은 국제 경쟁력을 지향하고 있음. 전반적으로 각 세부부문 단위의 효과적이고 종합적인 정책 전략은 비즈니스가 혁신, 성장, 그리고 국내 외에서 다른 기업들과 경쟁력을 가질 수 있도록 하는 것임.

Ⅲ 통신 부문 개요

- 본 보고서의 세부부문 분석에서 다른 제품들을 위주로 세 가지 주요 장비 세부부문에 대한 간략하게 소개함. 세 가지 세부부문의 시장 요약은 국제 경쟁을 고려한 미국 회사들의 위치를 보여줌.

1. 통신 부문

- 유선 통신 세상은 크게 세 부분으로 나누어짐:

- (1) 코어 (광역) 네트워크: 주요 도시 및 대형 개별네트워크 간의 네트워크 관리
- (2) 메트로 (도시) 네트워크: 개별 도시와
- (3) 액세스 네트워크

이 부분들이 사용자들에게 인터넷, VoIP, 케이블TV, 가상사설망(VPN) 등의 다양한 서비스 제공을 가능하게 함.

- 코어 광 네트워크는 일반적으로 광섬유를 이용하고, 높은 처리율과 수 천 킬로미터에 달하는 장거리 광 링크로 구성되어 초당 6 테라비트(Tbps) 전송이 가능함. 물리적 레이어 가장 하단에 있는 장비는 단일 모드 광섬유(SMF) 상에서 고밀도 파장 분할 다중화(DWDM)를 이용해 광섬유 당 80-160 파장으로 최고 100G⁹ 속도로 데이터를 전송함. 통신 신호는 광 크로스 커넥터나 로드앰(ROADM)를 이용해 교환됨. 링크 레이어에서는 동기식 광 네트워크/동기식 디지털 계층 구조(SONET/SDH), 비동기 전송 모드(ATM), 광전송 네트워크(OTN), 또는 이더넷과 같은 패킷 및 서킷 기반 프로토콜들을 사용함. 네트워크 레이어에서는 사용자 트래픽을 모아서 고용량 코어 라우터로 보내는 에지 라우터들로 이루어지는 단말기 간(End-to-end) 라우팅이 이루어짐. 일반적으로 라우터는 IP기반 프로토콜로 운영되지만 효율성을 위해 코어 네트워크는 다중레이블 스위칭(MPLS) 프로토콜을 사용하기도 함. MPLS는 코어 및 메트로 네트워크상에서 패킷 및 서킷 기반 트래픽을 처리하는데 용이함.

- 메트로 레이어는 보다 짧은 거리에서 SMF상에서 ROADM 장비를 이용하는 동적이면서 비용에 민감한 구조를 갖고 있음. 메트로 네트워크는 낮은 처리율에 있는 다수의 연결점을 지원하고 갑작스런 트래픽 초과를 다룰 수 있을 만큼 유연한 시스템 구성을 요구함. 링(ring)과 증가추세에 있는 메쉬(mesh) 구조가 빠른 동적 복구와 고장 시 백업

링크를 이용한 재구성(예를 들어, 50ms 안에)을 제공함. 이 구조는 코어 네트워크에서 사용된 같은 프로토콜들을 사용함. 메트로 네트워크의 요구 용량은 지역 콘텐츠 분산 포인트, 데이터 센터 및 무선 베이스 스테이션으로부터 전달들의 증가로 인해 코어 네트워크 수준으로 빠르게 증가하고 있음.

- 단말 사용자를 네트워크에 연결하는 액세스 네트워크는 패시브 광 네트워크(PON) 장비 (광케이블을 가정에 연결하는데 사용됨(FTTH)), 유선 및 광 케이블 TV, 유선 및 광 랜 (LAN), 유선 디지털 가입자 라인(xDSL), 무선 접속 (WIMAX), 무선 전화망, 무선 랜 (Hotspot) 등의 다양한 기술들로 구성되어 있음. 이 장비들은 대량 판매 시장을 대상으로 가격에 매우 민감하고 시장의 요구를 따라잡기 위해 빠른 기술 변화를 이끌고 있음. 유선, 광 접근 네트워크는 보통 덜 비싼 광 소재를 이용하는데, 새로 나온 10G 및 100G 이더넷 제품에서는 CWDM(Coarse Wave Division Multiplexing)과 함께 보다 저렴한 MMF(Multi-mode fiber)상에서 VCSEL(Vertical-cavity surface-emitting laser)과 같은 것을 사용함. 무선 통신 네트워크는 사용자 단말기와 통신 사업자 백본 네트워크를 연결하는 베이스 스테이션으로 조정되는 액세스 네트워크(셀)로 구성됨. 백본 네트워크는 코어 또는 메트로 네트워크 기술이 적용될 수 있음. 베이스 스테이션은 메트로 네트워크에 연결되어 결국 코어 네트워크까지 가는 백홀(backhaul) 링크로 연결됨. 무선 트래픽은 다른 통신 사업자망, 전화망, 또는 사용자와 서비스를 연결해 주는 인터넷을 이용해서 전송 될 수도 있음.
- 전반적으로 인터넷 트래픽은 연평균복합성장률(CAGR; Component Annual Growth Rate) 기준으로 40-50%씩 증가하고 있으며 매 2-3년 마다 두 배로 늘고 있음. 이러한 성장률은 가능한 많은 기존에 설치된 인프라를 사용하면서 코어 및 메트로 네트워크에서 용량을 늘릴 수 있는 기술 개발을 이끌고 있음. 예를 들어, 40G나 100G 전송 시스템이 기존 10G 인프라에서도 사용이 가능함. 보다 높은 전송 속도를 위해선 무선 시스템에서 사용된 것과 같은 보다 효율적인 전송 구조가 필요함. 기대 요구 사항을 만족시키기 위해서는 코어 및 메트로 네트워크의 새로운 장비와 라우터/스위치 장비들에 대한 지속적인 투자가 요구됨.

2. 통신 세부부문 제품들

- 다음 세 개의 표는 광 코어, 라우터/스위치 및 본 연구에서 정한 범위를 지원하는 무선 세부 부문 시장에서 가장 중요한 장비들의 목록임. [표 2]는 광 코어 세부부문으로 장거리 및 메트로 네트워크를 위한 DWDM 및 ROADM 기술을 이용하는 광 코어 장비에 초점을 두었음. [표 3]은 라우터/스위치 세부부문으로 장거리 및 메트로 네트워크를 위한 코어 및 제공자 에지 라우터 및 스위치를 포함했고, 사용자 에지 라우터나 LAN 스

위치는 고려하지 않았음. [표 4]는 무선 세부부문으로 4G LTE 기술상에서 베이스 스테이션과 IP 네트워크 통합에 초점을 두었고 단말 제품과 WiMAX는 고려하지 않았음.

[표 2] 코어 광 네트워크 장비

광 네트워크 형식	장 비	기 술
SONET/SDH	Transmission	Includes metro and long-haul
	Add/drop multiplexors (ADMs) optical cross connects (OXC)s	Devices that attach to SONET/SDH rings and/or provide digital cross-connect (DCS) functions
	Multiservice Provisioning Platforms (MSPPs)	Supports a variety of optical and service interfaces with integrated management capabilities
DWDM	Metro transport	Terminals, optical add-drop multiplexer (OADMs), amplifiers
	Metro ROADM	ROADM technology: optical-to-electrical-to-optical (OEO) or photonic switching; may have transport capabilities; includes amplifiers
	Long-haul transport	Terminals, OADMs, amplifiers
	Long-haul ROADM	ROADM technology: OEO or photonic switching; must have transport capabilities; includes amplifiers
	Long-haul submarine line terminating equipment (SLTE)	Dry hardware only, must be purpose built for SLTE

[표 3] 라우터/스위치 장비

라우터/스위치 형식	장 비	기 술
IP Core Routers	High-capacity routers	Layer 3 devices deployed in service provider core/metro networks that route IP and support MPLS and pseudo-wire Ethernet services
IP Edge Routers	Medium-capacity routers	Layer 3 devices deployed at the edge of service provider core/metro networks that route IP and support services such

		as VPNs and aggregation (grooming) of traffic
Carrier Ethernet Switches	Enhanced Ethernet equipment for long-haul and metro	Used in service-provider networks

[표 4] 무선 장비

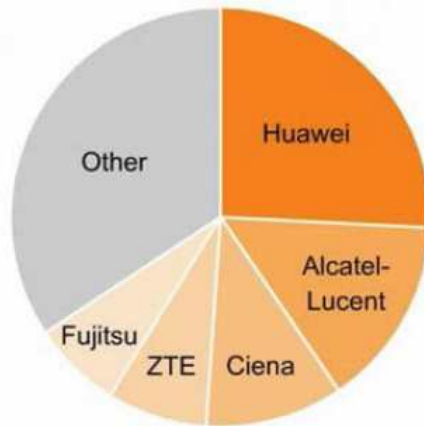
무선 네트워크 형식	장 비	기 술
Long term Evolution (LTE)	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)	Includes metro and long-haul
	Remote Radio Head (RRH)	Devices that attach to SONET/SDH rings and/or provide DCS functions
	Evolved Packet Core (EPC)	Mobility Management Entity (MME) Access Gateway (LTE-GW) (includes Packet Data Network Gateway (P-GW) and Serving Gateway (S-GW))
WiMAX	Home agent	Mobile IP-like services
	ASN gateways	Access service network traffic aggregation
	802.16e,d,m base transceiver station (BTS)	WiMAX base stations

3. 세부부문 시장조건

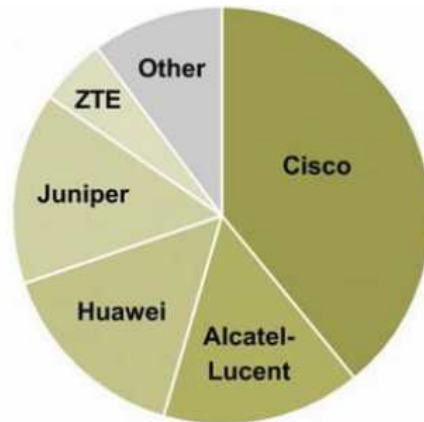
- 지난 10년 간 세 개 세부부문 공급자들 사이의 합병이 꾸준히 있어 왔음. 이 합병은 부분적으로 장비를 구입하는 통신 사업자 수의 감소, 버티컬 통합 추세, 잘 알려진 공급자만 찾는 경향, 그리고 통신 사업자들이 개발도상국에 집중하면서 나타났음. [그림 2]는 광 세부부문을 주도하는 다섯 회사들을 보여줌: Huawei, Alcatel-Lucent, Ciena, ZTE, Fujitsu. 이 중 유일하게 Ciena 하나만 미국 회사임. [그림 3]은 라우터 및 스위치 세부부문을 주도하는 다섯 회사임: Cisco, Alcatel-Lucent, Huawei, Juniper, ZTE. 이들 중 Cisco와 Juniper가 미국 회사로, 상당 부분의 지분을 보유하고 있음. [그림 4]는 무선 장비 시장을 주도하는 미국 이외의 회사들(Ericsson, Huawei, Nokia-Siemens, Alcatel-Lucent)로 분석가들에 따르면 향후 합병이 예상되는데, Huawei나 Ericsson과 견

줄만한 제 3의 강한 네트워크 장비 공급자가 생기거나 작은 두 회사 사이의 전략적 파트너십이 이루어질 것으로 예상함.

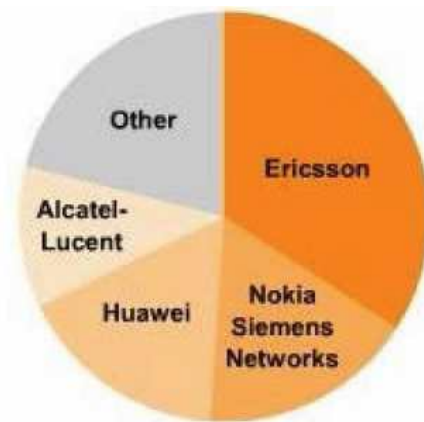
[그림 2] 상위 광통신 네트워크 공급 업체들 (2012년 글로벌 매출 점유율 기준)



[그림 3] 상위 라우터/스위치 공급 업체들 (2013년 1분기 글로벌 매출 점유율 기준)



[그림 4] 상위 무선 인프라 장비 공급 업체들 (2013년 1분기 글로벌 매출 점유율 기준)



IV 질적 분석 프레임워크 적용

- 프레임워크 분석 프로세스 적용은 두 단계로 구분함: (1) 세부부문에 영향을 주는 동향 파악 및 분석, (2) 확인된 동향을 활용할 수 있는 정책 활동 파악

1. SWOT 분석법을 이용한 동향 파악

- 세 개의 세부부문 상태는 SWOT 분석 양식으로 요약됨. 이 분석을 통하여 세부부문의 현재 상태에 대한 장점과 약점을 파악하며, 각각에 영향을 주는 주요 동향은 기회 또는 위협으로 분류하여 분석하였음. 또한 세 개 부문에 영향을 주는 수요, 기술 및 시장 요인을 고려해 동향을 파악하였음. [표 5], [표 6], 및 [표 7]은 각 세부부문에 대한 SWOT 분석 요약임.

[표 5] 광 코어 네트워크 세부부문 SWOT 분석

강 점 (Strengths)	약 점 (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> 고객, 데이터센터, 클라우드 컴퓨팅으로부터 꾸준한 수요 증가 꾸준히 성장하고 있는 시장 광 기술 전반에 걸친 학계의 활발한 연구 활동 미국 기업인 Infinera가 PIC 업계에서 선두에 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 미국 기업 수가 매우 적음 구매가 통신사업자 장비 사이클에 맞춰 있음
기 회 (Opportunities)	위 험 (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> 광 시스템 용량을 100Gbps 수준으로 증가 광 시스템 용량을 1테라비트 수준으로 증가 LTE, 클라우드 컴퓨팅으로 인한 메트로 장비 성능 향상 PIC나 실리콘 광소자와 같은 광통신 분야 출현은 미국 기업들에게 새로운 기술 패러다임 선두에서 경쟁력 있는 위치를 선점할 기회를 제공함 SDN 연구 커뮤니티로부터 프로그램가능하고 가상화된 지능형 광 네트워크 연구에 대한 요구. 몇몇 통신 사업자가 구매 클라우드 컴퓨팅 데이터 센터의 개발로 인한 진입 	<ul style="list-style-type: none"> 통신 사업자와의 장기 계약에 의존하고 통신 사업자들이 투자를 줄이고 있음 라우터 회사들이 광전송 장비를 자신들의 라우터에 통합할 것으로 예상되며, 이로 인한 합병은 새로운 업체가 이 분야에 진입하는 것을 더욱 어렵게 할 것임. 외국 기업이 강한 경쟁력과 R&D 투자로 1Tbps 장비 공급에 처음이 될 수 있음 새로운 제품군이 나와도 결국 제조는 해외에서 이루어짐

[표 6] 라우터/스위치 세부부문 SWOT분석

강 점 (Strengths)	약 점 (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> • 고객, 클라우드, 데이터센터, 콘텐츠 분배로부터 꾸준한 수요 증가 • 꾸준히 성장하고 있는 시장 • 대규모 설치 기반, 브랜드 로열티 • 현 시장에서 미국 업체들이 경쟁력이 있음 • 기존 업체와는 다른, 구글, 아마존이 데이터센터에 SDN을 채용 • 미국 회사들이 SDN에서 필요로 하는 소프트웨어 혁신을 만들었음 • 미국이 SDN을 위한 R&D와 표준을 선두하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 강력한 외국 회사들이 주요 공급자이며 시장 지분을 늘리고 있음 • 제품 주기가 통신사업자 장비 주기에 묶여있음 • 자기 제품과의 경쟁을 꺼림
기 회 (Opportunities)	위 협 (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 장비와 보다 나은 성능에 대한 꾸준한 요구 • LTE와 클라우드로 인한 메트로 네트워크를 위한 새로운 장비 요구 증가 • SDN의 도입과 네트워크 기능 가상화는 혁신적인 SDN에 대해 새로운 진입 기회 창출 • 클라우드/데이터센터 제공업체는 SDN을 캠퍼스에, 그리고 메트로/광역으로 가져올 경험을 갖고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 통신 사업자들이 경험 없는 업체를 꺼려함 • 광통신 업체들에 의한 수직 통합이 증가될 것으로 예상되며, 이로 인한 합병으로 인해 신규 업체의 진입은 보다 어려워질 것임 • 강력한 외국 업체들의 경쟁력과 R&D 투자가 그들의 시장 지분이 늘어날 것임 • SDN의 도입과 라우터/스위치 상품화는 기존 회사들의 이익을 삭감하게 될 것임 (현재 65% 마진)

[표 7] 무선 세부부문 SWOT 분석

강 점 (Strengths)	약 점 (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> • 국내/국외 모두 꾸준한 수요 증가. 미국 지방에서 크게 성장하고 있음 • 꾸준한 시장 성장 • 미국은 강력한 지적재산권을 갖고 있는 회사들이 있음. (예, 퀄컴) • 미국은 인지 라디오 및 스펙트럼 분할에서 향상된 연구 결과를 보임 	<ul style="list-style-type: none"> • 외국 회사들이 4G 주요 공급업체임 • 혁신을 위한 기회가 적음 • 몇몇 외국 회사들이 비즈니스를 잡는데 유리한 재정 상태를 갖고 있음
기 회 (Opportunities)	위 협 (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • 5G에 기술 혁신과 리더십, 그리고 표준화를 통해 현재 시장 상황을 뛰어 넘을 수 있음 • 5G에서 학계와 창업을 통한 고급 기술을 이용한 제품 혁신 및 관련 기술 (예, 스마트 안테나, 작은 셀) • 스펙트럼 공유 및 인지 라디오를 이용한 혁신 제품이 새로운 시장을 대표함 	<ul style="list-style-type: none"> • EU, 한국 및 중국이 5G 정의와 초기 프로토타입 연구에 투자하고 있음 • 4G에서 강력한 외국 업체들이 미국 혁신에 들어오지 못 하게 할 수 있음

- SWOT 분석을 통해 세 개 부문의 현재 상황을 대표하고 향후 3-10년 사이에 큰 변화를 가져올 수 있는 주요 동향 일곱 개를 선정하였으며, 확인된 동향은 다음과 같음:
 - 사용자 요구 증가:
 - 장비 분야에서 합병 및 버티컬 통합 증가
 - LTE와 모든 IP 네트워크로 이동
 - 클라우드 컴퓨팅
 - 소프트웨어-정의 네트워킹 (SDN)
 - 전 광 네트워크
 - 무선 5G

- [표 8]은 각각의 동향에 따라 영향 받는 주요 세부부문, 예상 응답, 진화 또는 혁명, 응답 시기 등을 정리함.

[표 8] 통신 세부부문에 영향을 미치는 트렌드

트렌드	영향 받은 부문	기회/위험	진화/교란	응답 기간
수요 증가	광 코어	100Gbps로 이동	진화	단기
	광 코어	1Tbps로 이동	진화	중기
	라우터/스위치	차분한 시장 성장	진화	단기
	무선	LTE 출시와 글로벌 3G 출시로 인한 성장 규모 확대	진화	단기
합병/수직 통합	광 코어	수직 통합, 통신사업자들의 투자 규모 축소	진화	중기
	라우터/스위치	수직 통합	진화	단기
LTE and all IP	무선	장비 혁신	교란	단기
	광코어/라우터/스위치	차분한 시장 성장, backhaul 요구 증가	진화	단기
클라우드 컴퓨팅	광 코어	메트로 성능 향상	진화	중기
	라우터/스위치	성능 요구사항 증가	진화	중기
네트워크 소프트웨어	라우터/스위치	제품화된 하드웨어와 소프트웨어 기능으로 이동	교란	중기
	광 코어	기존과 다른 공급업체	교란	중기
전역 광 네트워크	광 코어	광직접회로(PIC)와 실리콘 광소자를 이용한 제품 혁신	교란	장기
무선 5G	무선	제품 정의	진화	중기
	무선	기술 혁신 (예, 작은 셀, 스펙트럼 공유, 스마트 안테나 등등)	교란	장기

2. 동향을 활용한 정책 활동 파악

- 통신 장비 세부부문을 위한 정책 분석 프레임워크는 위협과 새로운 기술을 위한 기회 분야를 식별한 기술 동향 분석을 결합함. 다음 단계는 정책 활동을 고려하고 국내 세부부문에서 역량, 혁신 및 공급망 안보 목표를 향상하는 방법으로 위협과 기회를 다룰 세부 정책 활동을 파악하는 것임.
- 세 개 세부부문별 정책 활동은 [표 9], [표 10], 그리고 [표 11]에서 요약함.

[표 9] 잠재적 정책 활동 식별: 광 코어 네트워크

트렌드	위협/기회	투자, 소비즈니스 혁신 연구	공동 연구 및 생산	얼리어답터로서 정부	표준화 활동	규제	무역
통신사업자 증가와 사용자 요구	보편적 시장 성장						[1]
전역 광 네트워크	PIC와 실리콘 광소자와 같은 새로운 분야가 미국 회사들이 전역 광 네트워크에서 선점을 가능하게 함. Infinera와 같은 회사가 PIC 업계에서 선두에 있음	[2][3]	[4]				
광 코어 네트워크 향상	프로그램가능하고 가상화된 지능형 광 네트워크가 유연하고 효과적인 고성능을 가능하게 함	[5]					
	1테라비트 이상에서는 광 시스템이 필요함		[6]	[7]			
	라우터와 광전송 장비 업체들의 수직 통합이 증가될 것으로 예상됨. 이는 합병을 초래하고 신규 업체 진입을 어렵게 함						

Note:

- [1] 공정 세계 무역 관행 옹호
- [2] PIC 와 광소자를 위한 표적 R&D 및 SBIR
- [3] 진보된 개발을 위한 미국 광소자 제조소
- [4] 전역 광통신 제품 프로토타입 가속화를 위한 컨소시엄
- [5] 지능형 가상 네트워크를 위한 표적 R&D 및 SBIR
- [6] 조지아텍 테라 광 네트워크 지원
- [7] 정부가 테라비트 네트워크의 얼리어답터가 됨

[표 10] 잠재적 정책 활동 식별: 라우터/스위치

트렌드	위협/기회	투자, 소비즈니스 혁신 연구	공동 연구 및 생산	얼리어답터 로서의 정부	표준화 활동	규제	무역
SDN 도입	설치 기반, 통신 사업자들이 경험 없는 업체의 새로운 기술을 도입 하길 꺼림. 하지만, 대규모 통신업 자들이 SDN 채택을 계획 중		[1]	[2]	[3]		
	데이터센터 네트워킹, 캠퍼스 네트 워크 및 광역 백본 네트워크를 위한 네트워크 라우팅 및 유지관리 시장 에 대한 진입 장벽이 낮아짐		[1]	[2]			
	소프트웨어 기능에 기반을 둔 혁신 적인 네트워킹 장비를 제공하는 새 로운 회사들에 기회가 있음	[4]	[5]				
	기존 하드웨어 기반 라우터 및 스 위치 회사들에 대한 위협. 5년 내 에 데이터 네트워크는 제품기반 사 업이 될 것임.						
	SDN 혁신을 가능하게 하는 활발한 생태계는 독자적인 상호 인터페이스 에 의해 방해받게 됨					[3]	

Note:

- [1] SDN 제품 평가를 위한 협업 센터
- [2] 정부가 SDN 제품 얼리어답터가 됨
- [3] SDN 표준화 노력 지원
- [4] 혁신 소프트웨어 솔루션을 위한 표적 R&D 및 SBIR
- [5] SDN 제품 개발을 위한 사전 경쟁 센터

[표 11] 잠재적 정책 활동 식별: 무선

트렌드	위협/기회	투자, 소비즈니스 혁신 연구	공동 연구 및 생산	얼리어답터 로서 정부	표준화 활동	규제	무역
LTE all-IP 네트워크로 이동	인프라 업그레이드/교체	[1]				[2]	[3]
무선 5G 작은 셀 기술	무선 시장에 새로운 회사들 지원	[4]	[5]				[6]
	향상된 효율성, 성능 및 저전력 작동을 위한 개선된 안테나 시스템	[7]	[8]				
	5G의 주요 특성을 정의하는 국제 표준 활동 지원				[9]		

Note:

- [1] 4G 기술을 위한 표적 R&D 및 SBIR

- [2] 망 중립, 스펙트럼 경매에 대한 규제 결정
- [3] 공정 거래 관행
- [4] 새로운 5G 기술을 위한 표적 R&D 및 SBIR
- [5] 5G를 위한 협업 센터
- [6] 스펙트럼 공유에 대한 호의적 규제
- [7] 스마트 안테나를 위한 표적 R&D 및 SBIR
- [8] 스마트 안테나를 위한 협업 센터
- [9] 5G 정의 및 글로벌 표준 지원

- 광 코어 네트워크 (표 9)는 수요 증가, 전체 광 네트워크, 핵심 기술 향상의 세 가지 동향을 포함함.
- 라우터/스위치 분야(표 10)에서는 SDN 동향이 파괴적 변화의 주요 요인으로 나타남.
- 무선 세부부문(표 11)에서는 LTE All-IP 네트워크와 무선 5G, 이 두 가지 동향을 위한 정책 활동이 요약됨.
- 이번 분석에서 고려된 정책 옵션은 혁신 전략 및 경쟁 전략, 미국 공급 업체들의 능력을 복귀시키고, 혁신과 경쟁력을 증대하며, 기업들이 안정적인 국내 공급망을 확보하며 세부부문에서의 영향력 확보를 보장하는 미국 정부의 전반적인 목표를 지원하는 정책 활동들에 대한 선호를 나타냄.
- The Economist Intelligence Unit Limited, Untethered Employees, The evolution of a wireless workplace, 2014

V 발견 및 향후 과제

1. 세부 정책 활동

- 광 코어, 라우터/스위치, 그리고 무선과 같은 주요 통신 세부부문은 글로벌 시장에 의해 주도되고 있음. 많은 경우, 시장에서 수익은 경쟁에 5-10년은 걸리는 장기 비즈니스에서 발생하고, 이 시장에서 기업들의 위치와 영향력에 대한 변화를 보는 것은 쉽지 않음. 하지만, 경쟁과 혁신에 영향 받는 분야들도 있음. 본 연구를 통해 안정적인 시장에서는 정책 활동이 크게 영향을 주지 못하지만, 시장에 교란이 발생하고 경쟁이 활발할 때는 정책 활동이 큰 영향을 미칠 수 있다는 것을 관찰함.
- 협업 연구 및 생산은 세 가지 세부부문 모두에서 적용 가능한 정책 활동 중 하나임. 사전 경쟁 협업 테스트 센터는 업체들이 제품의 호환성을 테스트, 평가, 확인 할 수 있도록 도와줌. 이런 센터들은 국립표준기술원(NIST) 및 다른 연방 R&D 연구소들이 지원함. 이들 협업 센터들은 연방 R&D는 물론 '공동 연구 개발 계약 (CRADA: Cooperative Research and Development Agreements)'을 통해 지원됨. 1993년 발표된 NCRPA(National CRADA)는 기업들이 반독점법을 위반하지 않으면서도 협업을 할 수 있는 길을 열어줌. 하지만, 협업 연구 및 생산은 기업들이 하는 것으로, 기업들이 이를 위해 필요한 컨소시엄을 만들려 하지 않는다면 정부가 개입할 여지가 크지 않음. 본 연구에서 특별한 세부 협업에는 다음과 같은 것들이 있음:
 - SDN을 사용하는 라우터/스위치를 위한 테스트 협업 센터. 국립 과학 재단(NSF)이 지원하는 네트워크 혁신을 위한 글로벌 환경 (GENI: Global Environment for Network Innovations)과 에너지부(DoE) 과학국의 에너지 과학 네트워크 (ESNet: Energy Sciences Network)가 있음.
 - 저렴하고 개선된 광소자 제조를 위한 광소자 제조공장
 - 고급 PIC 및 광 응용을 위한 프로토타이핑 협업
 - 테라비트 광 네트워크를 위한 협업 센터. 조지아텍 기반 테라비트 광 네트워크 컨소시엄이 있음.
 - 5G 무선 시스템을 위한 인지 라디오나 스펙트럼 공유를 위한 모델 도시 테스트를 위한 고급 무선 기술 테스트 협업 센터
 - 국방부(DoD), NASA 및 기업들이 참여하는 스마트 안테나 기술 개발을 위한 협업 센터
 - 정부와 직접 협업을 하고 현재 있는 컨소시엄들을 지원하는 것은 지금 바로 실행 할 수 있는 활동으로 고려됨. 다른 분야에서는 이런 노력을 수행하기 위해 필수 산업계 컨소시엄을 만들 수 있도록 도움 필요가 있음.

- 표적 R&D와 소 비즈니스 혁신 연구(SBIR)에 대한 지속적인 투자가 혁신, 새로운 제품 및 창업을 가속화 할 수 있는 정책 활동으로 파악됨. 이들 투자는 산업계가 하기 힘든 위험한 한 발 앞선 기술 개발 기회에 초점을 둬. 특히, 집중된 연방 R&D 투자로 다음과 같은 분야가 있음.
 - PIC를 이용한 전체 광 네트워크 및 실리콘 광소자
 - 프로그램 구현이 가능하고 가상화 할 수 있는 지능형 광 네트워크
 - SDN 기능과 제품을 위한 혁신 소프트웨어
 - 무선 4G 기술
 - 고급 5G 기술, 인지 라디오, 작은 셀 및 스마트 안테나 등이 있음.

- 정부는 제품이 처음 나왔을 때 이를 채택하고 시장에 빠르게 진입 할 수 있도록 도울 수 있음. 특정 정부 기관 및 정부에서 이용하는 데이터 센터나 통신 인프라는 새로운 제품을 통해 개선될 수 있음. 정부가 기술과 제품에 대한 얼리어답터 및 구매자가 된 몇몇 예로 다음과 같은 경우가 있음.
 - 정부 네트워크에 설치된 테라비트 광 네트워크 장비
 - 정부 광역, 캠퍼스 및 데이터 센터 네트워크에 설치된 SDN 제품들

- 다른 주요 정책 활동으로 시장을 정의하는데 중요한 역할을 하는 표준 지원이 있음. 강화된 표준은 보다 활발한 경쟁을 유도할 수 있음. 정부 참여와 표준 활동 및 적극적으로 표준에 대한 국제 무역 위치 선점은 시장 진출에 도움이 될 수 있음. SDN 진화와 무선 5G 분야는 정부가 적극적으로 표준에 참여함으로써 차이를 만들 수 있음을 보여줌. SDN의 경우, OpenFlow와 같은 SDN을 위한 표준이 있었지만 새로운 시스템 구조가 어떻게 개발되고 사용될지에 대한 보다 폭넓은 가능성이 있었으며, 활발한 참여가 시장에서 차별화된 경쟁력을 만드는데 큰 도움이 되었음. 5G의 경우에도 마찬가지로 아직 결정되지 않은 것들이 많이 있고, 표준에 대한 참여와 이 표준이 어떻게 전 세계적으로 채용될 것인지가 미국 업체들이 국제 시장에서의 위치 선점에 중요한 역할을 함.

- 업계 동향은 꾸준히 변화하므로 정부는 본 연구를 통해 개발한 프레임워크를 이용하여 각 세부부문 동향을 지속적으로 살피면서 중요한 영향을 줄 수 있는 정책 활동 기회를 식별 할 수 있는 방법으로 활용해야 함.

2. 향후 과제

- 본 연구는 주요 정부 기관의 대표 인사를 인터뷰하였음. 이들 인터뷰를 통해 주요 관심 사항, 목표 및 원하는 결과가 무엇인지 이해하고 정책 활동이 이것들에 어떻게 영향을 주는지에 대한 기초 관계를 개발함. 표1에 정리된 이들 관계는 목표와 진행 단계 측정 사이 관계를 정의하기 위해서 보다 철저히 검증되어야 함. 또, 각 정부 기관은 자신들에 맞춰진 관심 사항과 목표, 세부 희망 결과들이 있으므로 이 프레임워크는 이들 기관을 도움 수 있도록 보다 유연하게 개발되어야 함.

질적 프레임워크는 여러 방향으로 확장될 수 있는데, 보다 완전한 정책 옵션 분석을 위해 비용, 결과 달성을 위한 시간, 실행의 어려움 및 다른 실용적 사항들을 보다 철저히 고려해야 함.

VI 요약

- 미 연방 정부는 국내 통신 장비 부문의 약화와 이런 현상이 경제 성장과 국가 안보에 미칠 부정적인 영향에 대해 우려하고 있음. 본 보고서는 통신 장비 산업에 내에서 광 코어 네트워크, 라우터/스위치, 그리고 무선 장비의 세 가지 중점 세부부문에 대하여 국가 산업 역량, 혁신 및 공급망 보안 목표를 충족하는 정책 옵션을 평가하는 정부 의사 결정자를 지원하는 프레임워크를 이용하였음. DPAC이 다룬 이전 또는 현재 진행 중인 일들은 주요 결과에 대한 정책 활동 효과를 과거 데이터를 이용해 예측하는 양적 모델 접근 방법을 개발하는 것이었음. STPI 연구팀의 접근 방법은 정부의 최상위 레벨 관심과 목표가 어떻게 세부 정책 활동으로 연결될 수 있는지를 이해하기 위한 질적 프레임워크를 개발하는 것이었음. 이 프레임워크의 주요 요소는 수요, 기술, 및 시장의 힘에 따른 세부부문 트렌드들이 통신과 같은 성숙되고 안정된 시장에서 정책 활동이 더욱 효과적인 기회를 만들 수 있다는 가설을 바탕으로 함. 예를 들어, 기술 혁신이 대규모 장비 교체를 가져왔을 때, 새로운 경쟁자가 시장 점유율을 얻을 수도 있음. 정부에서 사용할 수 있는 폭넓은 일련의 정책 클래스가 고려되었는데, R&D 투자, 협업 연구 및 생산, 얼리어답터나 구매자로서의 정부, 표준화 활동, 규제 및 무역을 포함함.
- 이 프레임워크 분석 프로세스는 두 단계로 적용됨. 먼저, SWOT 분석을 통해 세부부문에 영향을 미치는 가장 중요한 동향을 파악함. 식별된 기회와 위험 요소들은 정책 활동을 위한 후보가 됨. 두 번째 단계에서는 기회를 이용하고 위험 요소를 제한할 효과적이고 세부적인 정책 활동을 파악함.
- 통신 장비 시장은 전적으로 글로벌화 되었고, 세 가지로 파악된 세부부문은 거대 소비자와 시장에 의해 이끌리고 있음. 미국 정부는 이들 강력한 글로벌 업체들에게 직접적으로 영향을 줄 수 있는 정책 활동 선정에 고심하고 있음. 이번 프로젝트의 결과는 새로운 파괴적 트렌드에 대한 조심스러운 확인과 기회를 이용해 특정 정책 옵션이 효과적으로 주요 목표 달성을 약속함을 제안함. 이 프레임워크는 국내 공급업체들의 상태에 대한 상위레벨 고려 사항 들 있는 다른 주요 산업에 적용 가능함.

글로벌기술협력기반육성사업 심층분석보고서
질적 프레임워크를 이용한 통신장비분야 분석

.....
발 행 일 : 2015년 4월 29일

발 행 처 : 한국산업기술진흥원,
한국산업기술평가관리원

가 격 : 비 매 품
.....



GT 심층분석보고서는 국제기술협력정보시스템(<http://gtonline.or.kr>)를 통해 보실 수 있습니다.

본 브리프의 내용은 저자 개인의 의견으로 각 기관의 공식 입장과는 무관합니다.