

자동차 산업 측면에서 통신기술 특화 미래기술 예측 프로세스 디자인을 위한 요구사항 분석 및 고찰

김창우*, 김준영^o

Requirement Analysis of Technology Foresight Process Design for Communication Systems in the Automotive Industry

Chang Woo Kim*, Joon Young Kim^o

요 약

다양한 기술 분야에서의 융합이 진행되고 있는 현재, 분야를 넘어선 기술 변화로 인하여 연관 기술 로드맵 및 미래기술들에 대한 예측이 달라질 수 있다. 자동차 분야에서도 통신 및 센서 기술들의 발전 및 다양화로 인해 차량에 적용될 수 있는 서비스기술들이 확대 및 다양화되었으며 이로 인한 적용 가능성이 있는 미래기술들에 대한 예측 기법의 변화도 필요하다. 해당 변화의 반영을 위한 기술예측법 구조 분석 및 유연한 구조 변경이 필요하며 특히 급속한 변화가 진행되고 있는 통신기술에 특화된 미래기술 예측이 필요하다. 본 연구에서는 자동차 산업 측면에서의 통신 서비스기술에 특화된 기술 변화 방향성, 영역별 활용 및 모니터링을 위한 미래 기술예측 프로세스 디자인 요구사항을 제시한다. 기존 미래기술 예측 연구 현황 파악 및 예측 방법론/접근법들의 분석과 더불어 차량 기반 통신/네트워크 기술 현황에 대한 분석을 도출한다. 자동차 측면의 통신기술 특화 미래기술 예측 프로세스 디자인을 위해서 자동차 산업의 특수성과 연관 요구사항들을 도출하고 이를 기반으로 한 미래기술 예측 프로세스 디자인 예제를 제시한다. 추가로 예측 프로세스의 필요성 강조를 위해 기존 자동차 통신기술 적용 사례를 기술한다.

키워드 : 자동차, 기술예측, 통신, 네트워크, 프로세스, 요구사항

Key Words : Vehicle, Technology Foresight, Communication Systems, Networks, Process, Requirements

ABSTRACT

Since various studies have become interdisciplinary across fields recently, those changes contribute to the disruption in future technology foresight. The service and technology also expanded in the automotive sector because of the advancement of communication systems and sensor capabilities. These changes should be into technology foresight methods, and existing foresight analysis and structure need to be updated to guarantee flexibility. Especially, disruptive shifts in telecommunication areas must be significant factors within foresight methods. In this paper, we present requirements analysis to design the foresight method dedicated to communication systems in the automotive industry. We first reviewed the existing literature of foresight methods and case studies and analyzed vehicle communication/network systems. For the foresight process design in the vehicle perspective, we provided requirements associated with the automotive industry. We also provided the design example of foresight structure and existing vehicle communication cases for the foresight process's necessity.

* First Author : Hyundai Motor Company, changwoo@hyundai.com, 책임매니저, 정회원

^o Corresponding Author : Hyundai Motor Company, jkim@hyundai.com, 책임연구원, 정회원

논문번호 : 202007-153-0-SE, Received July 14, 2020; Revised August 26, 2020; Accepted August 27, 2020

I. 서 론

4차 산업 혁명 시대를 맞이하여 다양한 기술 변화의 가속화 및 기술 개발/연구의 다양화에 따라 기업별로 미래기술들에 대한 타당성, 활용 기회, 사업적 잠재적인 검증 선행이 우선시 되고 있다. 2020년 CES에서 보여준 BMW 및 벤츠 사례와 같이 미래에 도래할 5G, 완전 자율주행 및 모빌리티 경험 제공을 위한 내외부 인테리어 및 인공지능 기술 적용 등의 전시 등을 통해 회사별로 방향성 제시 및 참관자들의 반응/피드백 등을 점검하여 향후 미래기술에 대한 개선 방향성들을 도출해 나가고 있다^{1,2)}. 이와 더불어 기업 차원에서 미래 신기술 예측 및 발굴을 위한 조직 구성 등 다양한 활동 등도 진행되고 있다. 대표적인 예로써 현재 벤츠에서 진행하고 있는 미래기술 예측 활동들 및 테슬라 내에서 진행했던 기술 개발 방향성 들은 이를 방증한다^{3,4)}. 해당 사례들은 미래를 위한 기술예측 활동이 기존 양산 프로세스와는 별개로 진행되어야 함을 보여주고 있으며 현재의 양산 프로세스 및 기존 방법론 방식대로 미래기술 예측 진행 시 현 방식에 갇힌 절차에 따른 지연 및 계획 추가 수립 등으로 인하여 실제 기술 도입 시점에서는 해당 기술 산업 내 선도 기업과의 기술력, 상품성 경쟁에서 우위를 점할 수 없게 된다. 이를 해결하기 위해 실행하는 주체에 적합한 미래 기술예측 기법의 요구사항에 대한 명확화가 필요하다.

최근 5G 및 사물인터넷 등의 새로운 기술들로 급변하고 있는 현재, 차량에 적용되고 있는 통신기술들에 특화된 미래기술 예측 프로세스 디자인은 특히 필요하다. 예측을 통한 기술 선택 및 연관 비즈니스로 연결하게 할 수 있는 통신기술 특화 미래기술 예측 프로세스를 통해 통신 연관 서비스/기술 등의 차량 내외 적절한 도입 및 계획 수립이 가능하며 디자인 기본요소 및 요구사항 도출을 위해서 현존 미래기술 예측 분석 기법 및 방법론 등에 대한 고찰도 필요하다. 추가로 차량 통신/네트워크 기술들의 분석을 통한 차량 산업 측면에서 기술예측 요구사항 도출도 필요하다.

본 논문에서는 자동차 산업 측면에서 통신기술에 특화된 미래기술 예측 프로세스 수립을 위한 요구사항을 도출하고자 한다. 이를 위해 기존 문헌들을 바탕으로 한 미래 기술예측 시스템 및 활동 관련 문헌 분석을 통해 시사점을 도출하고 추가로 통신 특화를 위해서 차량에 적용 중인 통신/네트워크 기술들에 대해서 분석한다. 미래 기술예측 기법 및 차량 통신 기술 분석 결과를 기반으로 자동차 산업 측면의 통신 특화

미래기술 예측 프로세스 디자인을 위한 요구사항을 도출하며 이를 위해 자동차 산업 특수성에 대한 분석을 진행한다. 최종적으로 미래기술 예측 프로세스 디자인 예제 제시를 통해 프로세스 디자인 이해를 도우며 기존 통신/네트워크 기술 관련 사례 들을 통해 예측 프로세스에 대한 필요성을 강조한다.

해당 논문 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 미래 기술 문헌 분석 및 기존 방법론 및 기법들에 관해서 기술한다. 제3장에서는 자동차에 적용 중인 통신/네트워크 기술에 대해서 분석한다. 제4장에서는 자동차 산업 특수성 기술 및 특화 예측 프로세스 디자인을 위한 요구사항을 기술하며 이를 기반으로 한 예측 프로세스 디자인 예제 제시 및 기존 기술 사례 기반한 예측 프로세스의 필요성을 기술한다. 제5장에서 결론을 기술한다.

II. 기존 미래기술 예측 연구 및 고찰

미래 기술예측 방법의 경우 다양한 측면에서 연구가 진행되었으며 특히 방법론적인 접근뿐만이 아닌 다양한 산업군을 대상으로 진행한 사례 연구들도 존재한다. 해당 장에서는 미래 기술예측 방법에 관한 전반적인 연구 동향 파악 및 해당 방법에 대한 기술적 및 이론적 측면에 관해서 분석하며 관련 활용 방향성도 같이 도출한다.

2.1 미래 기술예측 기법 연구

미래 기술예측을 위한 분석 기법 및 활용에 관한 연구는 지속되었으며 주로 미래기술 예측을 위한 방법론 혹은 사례 분석 중심으로 연구되었다. 연구 방향성은 크게 두 가지로 분류될 수 있으며 첫 번째는 일반적인 기업군들을 대상으로 한 미래기술 예측 방법이고 두 번째는 산업 내 실제 사례들 기반 기업 내 미래기술예측 활동이다. 해당 분류는 표 1을 참고한다.

2.1.1 일반적인 기업군들 대상 미래기술 예측 방법

기업의 미래기술예측을 위한 방법론 및 사례 연구의 경우 전략적 미래기술발굴, 미래환경 변화 예측, 및 내부 조직 합의점 도출 및 신속 의사결정을 위한 기업용 기술예측 방법론을 일반화시켰다⁵⁾. 이를 위해 정부 차원의 기술예측모형을 추가 상세화시켜 미래 고객 정의 및 미래환경 도출을 통해 실제 기업에서도 모형을 활용할 수 있게끔 구체화 시켰다.

미래 사회에서 제기될 수 있는 고객 요구사항에 대한 분석을 기반으로 시나리오 도출 및 이를 기반으로

표 1. 기존 주요 미래기술 예측 연구 분류 리스트
Table 1. List of Major Existing Technology Foresight Research

Type	Research	Purpose/Direction
General Foresight Research	Yun et al. (2006)[5]	Strategic technology foresight, internal collaboration, decision making for industry Design a foresight model based on government foresight model
	Kim et al. (2011)[6]	Scenario, customer requirement oriented approach Generalize the technology foresight process with the analysis of trend/service/tech.
	Vcchiato et al. (2019)[7]	Analysis of impacts of long-term achievements with foresight and cognition Provide the design proposal of comprehensive framework and management suggestion for recent technologies
Business Foresight Case Analysis	Ruff (2015)[3]	Strategic technology foresight and planning activities/processes in Daimler
	Akakpo et al. (2019)[4]	Overview of foresight/policy/management approaches in Tesla
	Vishnevskiy et al. (2017)[8]	Technology foresight approaches of the national level in the case of Russian Ship Manufacturing

한 미래 기술예측 방법에 관한 연구도 진행되었다⁶⁾. 해당 연구의 경우, 기존 해외 미래기술 예측 방법론 및 각국 정부의 과학기술 예측 방법론에 대한 방대한 조사를 통해서 분류를 진행하고 이를 통한 전반적인 미래기술 예측 프로세스를 제시하였다. 이때 해당 프로세스의 경우 동향 분석 및 시나리오/유망 서비스/전략 기술도출 등으로 구성이 되어 있으며 특정 기술 특화가 아닌 일반적인 방법론을 바탕으로 하여 모델 도출을 하였다. 추가로 실제 기업 사례를 바탕으로 한 미래 기술예측 프로세스의 예제를 기술하였다.

전략 수립 및 경영에 있어서 예측(Foresight)과 인식(Cognition)이 장기적 성과에 미칠 수 있는 영향에 관한 연구의 경우 학계와 산업계에서 진행되고 있는 해당 관련 연구 흐름을 분석하고 이를 위한 Framework 구성을 제안하였다⁷⁾. 현재 자동차 산업계에서 진행되고 있는 대표적인 변화 아이템들인 자율주행, 전기차, 공유 경제, 온라인 쇼핑, 스마트 제조 및 인공지능(AI) 등에 대한 경향 분석과 더불어 이를 기반으로 해당 예측의 실제 적용을 위한 관리자급의 제안도 같이 작성되었다.

2.1.2 기업 내 미래기술예측 활동에 관한 연구

Frank, Ruff가 진행한 연구의 경우 자동차 기업 측면에서 진행 중인 전략 그룹들의 활동 및 역할, 기여도를 분석하고 이를 통한 실제 기업 전략/예측 그룹의 조직 구성 디자인 및 절차 등을 제안하였다⁸⁾. 실제 자동차 산업군에서 진행되고 있는 다임러의 예를 통해 전략 기획 측면에서 기업 내 미래 동향 파악 및 이에

기반한 미래 전략 수립 등의 예제를 통해 혁신적인 아이디어 생산 과정 등을 도출하였다.

Tesla 사례를 기반으로 한 사례 연구는 예측/정책/경영 전략 등이 어떤 식으로 전기차 기술 발전을 가져올 수 있는지에 대한 개요 연구를 진행하였다⁹⁾. 현재 빠른 기술 진보와 급변하는 전기차 시장에서 Tesla의 전체적인 방향인 전기차 예측 및 시사점, 조직 정책, 그리고 경영 전략에 대해서 다양한 문헌들을 기반으로 하여 Tesla의 진행 방향 및 성과에 대해서 정리하였다.

러시아 선박 제조 산업 측면에서의 기술예측에 관한 연구도 진행되었다¹⁰⁾. 해당 문헌에서는 벤치마킹 기법, 전문가 설문 및 시나리오 분석에 기반한 기술예측 연구를 통해 러시아 상황에 최적화된 기술예측 방법 도출과 더불어 특히 국가 기반 산업에 대한 특징점들을 기술예측에 담아낼 수 있는가에 대한 가능성도 분석하였다.

2.2 기존 연구 방법 및 접근법 분석

2.2.1 기존 연구 방법의 기술적 요소 및 접근법

기존 미래기술 연구의 접근법은 크게 두 가지로써 수학적 기법을 활용하여 전반적인 패턴 파악을 통한 정량적 분석법과 미래 고객 정의 및 동향 분석 등을 통한 정성적 분석법으로 나눌 수 있다.

수학적 기법을 활용한 정량적 기법의 경우 현 기술/경제/사회/환경적인 동향이 반영된 결과물을 수치화하여 거시적/미시적 현상을 분석함으로써 미래 기술예측

진행을 위한 관련 기술 및 서비스 분야 및 세부 항목들을 발굴한다. 대표적으로 미래기술의 예측을 보여주는 요소 중 하나인 특허를 기반으로 하여 패턴 분석을 위해 기계학습 기법들 및 빅데이터 기법을 적용할 수 있다⁹⁻¹¹. 또한 소셜 네트워크 동향을 통해서 미래신호 감지를 진행하여 미래기술에 대해서 예측하는 기법도 존재한다¹².

미래기술예측의 요소 정의 기반의 정성적 기법의 경우 기업/정부 측면에서의 기술예측을 위해 미래 잠재고객/수요/시나리오에 대한 범위 명확성과 더불어서 불확실성 최소화를 위해서 진행되는 방법으로써 해당 기술의 정의 및 목적 강화 측면에서 있어 적합한 방법이라고 할 수 있다^{6,13-15}. 다만 고객 정의를 위해서 예측을 위한 해당 기술 분야에서 특화된 수밖에 없는 다양한 요소들에 대한 평가 및 이에 기반한 고객 재정의는 일정 수준 필요하다.

2.2.2 각 기법의 경향 및 특성

앞서 언급된 해당 기법들의 분석 및 프로세스 수립에 대한 용이성을 위해 미래기술 디자인적 측면에서 개선 및 프로세스 수정 반영을 위해 개별 기법의 주요 특성 분석이 필요하다.

정량적 기법 특성의 경우 크게 세 가지로 기법별 적용 가능한 입력 요소들의 수치화, 미래기술들에 대한 범위 및 정의 및 경계선 설정, 미래기술 특정 예측 값 혹은 인덱스라고 할 수 있다. 해당 특징들을 종합한 단계별로 재구성된 정성적 기법의 상세 구조는 그림 1을 참고한다.

기존 패턴 분류 및 인식 기법들의 경우 미래기술 자체 예측을 위해서 입력값에 대한 정의가 우선 선행되고 입력 요소들에 대한 수치화가 필요하다. 기계학습 기반 미래기술들의 선행 발견 연구의 경우 성장 속도, 범위 및 구역, 개발 역량 등을 포함한 총 5개의 척도를 Neural Network 입력값으로 치환하여서 분석하였다⁹. Cluster-Labeling 기법 적용 논문 경우 특허 청구항 수, 인용 수, 문헌 참조 수, 기술 순환 기간 등

다수 입력값을 벡터화하였다¹⁰.

입력값 정의 이외에도 통계/학습 기법 활용 및 발전 방식을 위해 미래기술에 대한 정의 및 범위 설정을 통한 경계선 설정을 할 필요가 있으며 기술 자체를 발굴해야 하는 경우도 최소한 기술 분야에 대해서 설정해야 한다. 빅데이터 기법 활용한 연구의 경우도 항공 보안 분야 내 9개 기술로 한정하여서 진행하였으며¹¹ 소셜 네트워크 기반 연구 경우도 보건 분야 제한을 위해 ‘보건’, ‘복지’, ‘보건복지’ 키워드 한정을 통해서 데이터 수집을 진행하였다¹².

최종적으로 수치적 기법을 통한 미래기술예측을 위해 결과값 도출은 필수적이다. 예를 들면 Trend 및 Emergingness과 같이 새롭게 정의된 특정 값들을 기반으로 미래기술들을 검증할 수 있으며⁹, 기계학습을 통한 Discriminator 도출을 통해서 기술 분야별 미래성을 예측할 수 있다¹⁶.

상기된 정량적 기법과 달리 정성적 기법의 주요 특징은 크게 두 가지로 미래 기술예측 과정상의 분석 요소 명확화, 필요 결과 예측을 위한 프로세스 외부 변수 적용이다.

정성적 기법들의 경우 각 미래기술예측에서 기술예측을 위한 합리성 및 논리성이 중요하며 이를 위한 기술예측 단계별 구성 요소에 대한 명확화가 필요하다. 고객 니즈 분석 연구의 경우 프로세스상에서 미래 사회상의 주요 기술 선정을 위한 트렌드, 시나리오, 유망 서비스 등의 도출 과정을 상세화하였다⁶. 다른 연구의 경우 특정 상황을 가정하여 불확실성을 구체화하고 이를 제거한 시나리오 기반의 로드맵을 통한 기술 발굴 기법이 제시되었다¹⁴.

프로세스 외부 변수 적용도 정성적 기법의 주요 특징이라고 할 수 있다. 정성적 기법의 구체적인 단계 및 요소 내/외적으로 경제/정책/환경적 외부 변화 요소

표 2. 정량적/정성적 기법 특징 리스트
Table 2. List of Characteristics of Quantitative/Qualitative Approaches

Quantitative Approach	Qualitative Approach
<ul style="list-style-type: none"> - Numerize input data of each foresight algorithm. - Establish the scope & definition of technologies/fields. - Define indicators and prediction indices for foresight. 	<ul style="list-style-type: none"> - Clarify the core elements of the process. (incl. scenario, customer) - Apply the external/non-quantifiable factors in the foresight process. (incl. economy/policy/environment)

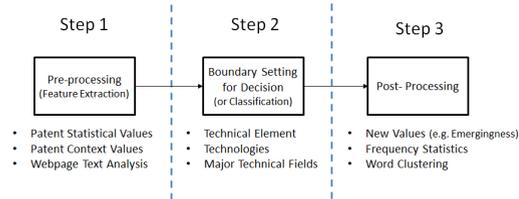


그림 1. 정량적 방법 프로세스의 일반화/과정별 주요 기법.
Fig. 1. Generalization of Quantitative Methods and Main Techniques at each Step

들에 대한 적용을 통해서 수치상으로 계산이 어려운 요소들에 대한 미래 기술예측 적용이 가능하며 해당 적용을 통한 결과 예시를 통해 효과 및 개선점 등을 분석할 수 있다. 시나리오 로드맵 기법 내 불확실성 도입 및 고객 니즈 요소들 분석 기반의 프로세스 내 사회/라이프 스타일 반영이 대표적 예들이다^{6,14)}.

2.2.3 활용 방향성

상기 분석을 통한 특성 도출을 기반으로 기법별 활용에 대한 방향은 다음과 같다. 정량적 기법의 경우 수치화, 기술 범위/경계 설정 및 결과 도출 특성을 활용하여 미래기술 예측의 수치적인 접근이 가능할 수 있다. 정성적 기법 경우, 과정 내 구성 요소 명확화, 프로세스 시각화를 통해 전체적인 프로세스의 구조 설정 및 디자인 방법 등의 특성을 고려하여 미래 기술 예측 프로세스의 구조 변경, 프로세스 내 해당 기법들 도입 및 요구사항 상세화를 위한 정량적 기법 활용 등 추가 응용이 가능하다.

III. 자동차 통신/네트워크 기술 분석

통신 특화 미래 기술예측 프로세스에 대한 디자인 요구사항 도출을 위해서 앞서 기술된 미래기술예측 기법들의 분석과 더불어 차량 통신/네트워크에 대한 전반적인 개발 현황 및 방향 분석이 필요하다. 해당 장에서는 현 차량 통신/네트워크의 전반적인 현황 및 향후 차량 통신/네트워크의 방향성에 관해서 기술한다. 차량 외부/내부 통신/네트워크 연관된 분류 및 최대 수율은 표 3을 참고한다.

표 3. 차량 내의 주요 통신/네트워크 시스템 및 수율^[23-26]
Table 3. List of Categorized Communication/Network Systems and Throughput Rate with Vehicles

Type	Standards	Max Rate
In-Vehicle	CAN Network(Low/High)	296Kbps
	LIN Network	19.6Kbps
	MOST Network	150Mbps
	Ethernet Network	1Gbps
	Bluetooth	3Mbps
	Wi-Fi (incl. IEEE 802.11ac)	3.467Gbps
Out-Vehicle	3G (WCDMA, UMTS)	2Mbps
	4G (LTE, WiMAX)	1Gbps
	5G	> 1Gbps

3.1 외부 연동 통신/네트워크

기존 문헌들을 기반으로 한 그림 2과 같이 외부 연동 통신/네트워크는 크게 차량 내 텔레매틱스 유닛(TMU)과 직접 통신 모듈을 기반으로 하여 외부와 연동 될 수 있다¹⁷⁻¹⁹⁾.

외부 플랫폼과 차량과의 통신 경우 3G, LTE를 포함한 기존 모바일 네트워크 인프라를 통해서 차량과의 통신을 진행한다. 차량 내 TMU의 구조 및 칩셋에 따른 통신 표준 적용/대역폭에 따른 성능 차이도 존재한다. 차량 간 직접 통신인 Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) 와 같은 차량/인프라 대상 직접 통신이 가능한 Vehicle-to-Everything (V2X) 통신 경우 차량 내 해당 대역 조정된 안테나를 기반으로 송수신이 진행되며 해당 차량/인프라도 동일 대역 대에서 통신이 된다고 가정하고 진행한다. 차량 내에는 직접 통신이 가능한 해당 표준 모듈들이 존재하며 선택 기반의 통신 송수신이 진행된다. 모바일 네트워크 기반의 Cellular V2X (C-V2X)의 경우 TMU를 통해서 송수신하며 현 롱텀 에블루션 (LTE) 및 sub-6GHz 기반의 5G 상황에서는 WAVE와 비교 시 일정한 수준의 추가 지연이 발생할 가능성이 존재한다.

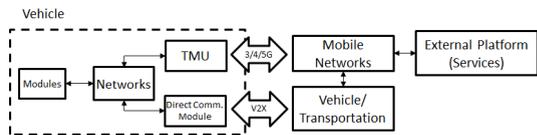


그림 2. 차량-외부 통신/네트워크 연동 일반화.
Fig. 2. Generalization of Integration between Vehicles and External Communications/Networks

3.2 차량 내 통신/네트워크

기존 문헌들을 기반으로 한 그림 3과 같이 차량 내 통신/네트워크는 중추 네트워크들을 기반으로 하여 전자제어 유닛 (ECU), 통신 및 각종 모듈이 연결된 구조로 구성되어 있다¹⁸⁻²⁰⁾.

일반적으로 차량 제어 통신 중추 네트워크는 기존 Control Area Network (CAN) 기반 네트워크에서부터 시작하여 경량화 네트워크인 Local Inter-connect Network (LIN), 엔터테인먼트 용도를 포함한 영상 및 음성 데이터 전용을 위한 Media Oriented Systems Transport (MOST) 등의 고용량 네트워크도 같이 구성되어 있다²¹⁾. 또한, 다양한 목적의 데이터 송수신을 위해 Packet 기반의 대용량 Ethernet 기반의 네트워크도 가능하다²²⁾. 차량 내 무선기기에 접속을 지원하는 Wi-Fi/Bluetooth 통신 모듈 경우도 타 모듈과의 송수신을 위해 중추 네트워크에 연결된 구조로 되어 있다.

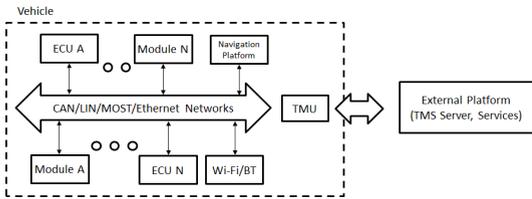


그림 3. 차량 내 통신/네트워크 연동 일반화.
Fig. 3. Generalization of In-vehicle Communication/ Networks Structure

3.3 차량 통신/네트워크 기술 방향성

해당 차량 내부/외부 통신/네트워크 기술 분석을 통해서 도출되는 방향성은 크게 두 가지라고 할 수 있다. 첫 번째는 현재 차량에서 대표적으로 쓰이고 있는 통신 표준 및 기술들은 차량 내의 서비스 제공을 위해 대용량 데이터 송수신 기반으로 변환하고 있다는 점이다. 미래에 적용될 수 있는 서비스 시나리오의 현실화를 가능하게 해줄 수 있는 대용량 송수신을 위해서 차량 내외 통신/네트워크의 원가절감만 고려한 기술보다는 미래에도 기술 적용이 가능한 전용 플랫폼 구성 검토도 동반해야 한다. 현재 서비스 구조상에서 대용량 서비스 적용 시 병목 현상 및 수율 열화 같은 전반적인 차량 내 네트워크 문제들이 남아 있을 수 있다.

두 번째는 WAVE를 포함한 V2X 등 차량 중심의 통신으로 추세가 전환되고 있는 현 상황에서 엔터테인먼트 용도 이외 차량 안전 적용을 위해서 통신/네트워크의 지연 최소화화를 위한 초고속 송수신이 필요하다. 이를 위해 성능 향상을 위한 최적 주파수 대역 감지 및 실제 모듈 내 통신 시스템 구성 변경 등의 다양한 연구 등이 필요한 상황이다.

IV. 통신 특화 예측 프로세스 요구사항 도출

앞서 분석된 내용을 기반으로 하여 해당 장에서는 자동차 통신기술 특화 예측 프로세스 수립을 위한 요구사항을 도출한다. 이를 위해서 기본적인 자동차 산업 내 특징 및 제한점을 우선 파악하고 이를 기반으로 한 요구사항을 도출한다. 도출 이후 자동차 산업 내 특징을 반영한 통신 특화 미래기술 예측 프로세스의 중요 고려사항을 기술하고 프로세스 디자인 및 시나리오 예제를 기술한다. 추가로 통신/네트워크 기술에 측 필요 기존 사례 기술을 통한 미래기술 예측 프로세스의 중요성도 같이 강조한다.

4.1 자동차 산업 내 주요 특성 및 제약 사항

실제 자동차 산업 내 통신기술/서비스 특화를 위해

서 자동차 산업 내 주요 특성 및 제약 사항에 대한 분석이 필요하다. 자동차 산업 관련 특성 및 제약점들을 제품/기술/외부 요인 측면에서 기술하자면 크게 자동차 양산 사이클 장기성, 차량 내 기술 적용 지연성, 정부 정책/인프라 연계성이 있다.

4.1.1 자동차 양산 사이클의 장기성

자동차의 특성상 신차 양산 경우 평균 5년 정도가 걸리며 일부 부분만 변경하는 페이스리프트 변경 경우도 적어도 3년이 걸린다^{27,28)}. 기획, 디자인, 개발, 검증 순으로 4단계로 진행되는 기본적인 자동차 양산 프로세스 내에서²⁹⁾ 차량 개발 단계 내 실제 기간은 예전 6개월에서 24개월까지 축소된 상태이다³⁰⁾. 그러나 1년 미만 단위로도 제품 출시가 가능한 가전제품 등과 같은 타제품들과 비교하더라도 자동차는 현재에도 1년 이상의 장기 개발 기간이 소요되며 최소 2년 이상의 양산 기간 확보는 신차 안전 및 신뢰성 측면에서 현재로서는 필수적이다.

4.1.2 차량 내 기술 적용 지연성

상기 기술된 양산 장기성의 문제와 더불어 부품만 25,000개 이상이며 연관 협력사만 5000 여사가 넘는 거대 자동차 산업 특성상 차량 자체의 신기술 적용 자체에 대해서 상대적으로 경직된 산업에 속한다³¹⁻³³⁾. 또한 신뢰성 저하 방지를 위해 진행되는 최초 기획 단계에서부터²⁹⁾ 향후 출시될 신기술 적용 가능성이 검토되지 않으면 양산 진행 중 기술 적용 시도 시 품질 및 차량 성능에 영향을 미칠 가능성이 커질 수 있으며 이는 산업계 전반에 걸쳐서 영향력이 파급될 수밖에 없다. 원가절감 차원에서 개발되어 1999년 발표된 일본 타카타사의 질산암모늄 에어백은 2000년 BMW 모델부터 적용이 되었으나 폭발로 연계되는 안전성 문제 및 인명 피해로 인하여 해당 에어백을 장착한 자동차들 전체의 대량 리콜 사태를 불러일으켰으며 이는 타카타사의 몰락으로까지 이어지게 되었다³⁴⁾. 다양하고 복합적인 환경적/산업적 영향으로 인한 차량 내 새로운 기술 적용은 상대적으로 안전성을 강조하는 측면이 크며 이로 인한 적용 지연성은 클 수밖에 없다.

4.1.3 정부 정책/인프라 연계 의존성

자동차 산업의 경우 기본적인 부품 제작/공급/수요로 인한 타 산업과의 연계가 강하며 이러한 특징으로 인해 정부 정책 및 인프라 연계 의존성 및 파급 효과가 큰 산업이다. 특히 이동 수단으로써 자동차의 경우

국가 도로 정비, 교통망 확대 및 인프라 확충과 크게 연관이 되어 있는 산업이다. 정부 주도로 건립된 1968년 경부고속도로의 완공은 자동차 산업의 성장을 불러일으켰으며³⁵⁾ 전국 전기차 충전소 확대로 인한 전기차 시장 성장³⁶⁾ 및 현재 수소차 관련 정책 수립/지원 등은 자동차 산업 차원에서의 정부 정책과 인프라 연계 의존성을 대표적으로 보여주고 있다³⁷⁾. 또한, 자유무역협정 등과 같이 정부 정책 대응으로 인한 변화가 크게 일어나는 산업적 특성상 업계 차원에서의 대응책도 지속해서 필요한 상황이다³⁸⁾.

4.2 자동차 통신/네트워크 특화 요구사항

위 자동차 산업 특성 및 제약 요건들을 고려하여서 프로세스 수립 시 고려되어야 할 항목들을 도출하면 크게 세 가지로 자동차 양산 프로세스 내 적용 시점 매칭, 차량 내외 통신기술 적용 타당성, 무선 통신 표준 및 인프라 수립 준비 시점 파악 등이다. 해당 내용을 기반으로 하여 자동차 산업 내 요구사항을 정리한 내용은 표 4를 참고한다.

표 4. 자동차 분야 내 고려 요소 기반 요구사항
Table 4. Requirements based on Considering factors in the Automotive Field

Key Factors	Requirements
Vehicle Production Cycle Alignment	- Vehicle Production Cycle Adaptation - Antenna and Communication Installation Strategy
Communication Systems Applicability	- Resolution of Inter-interference/ Crosstalk - Communication Module Development and Mount Location within the Vehicle
Infrastructure Availability	- Follow-up of standardization trends - Technology Standard Dominance (e.g. LTE vs WiMAX) - Infrastructure Strategy on Government and Telecommunication

4.2.1 자동차 양산 사이클과 기술 로드맵 시점 매칭

앞선 문단에 상기된 자동차 양산 기간에 맞춰 통신/네트워크 기술 로드맵에 대한 검토가 필요하다. 통신으로만 국한해서 보아도 안테나 및 통신 모듈 성능 관련 신기술 적용 문제는 장기적인 관점에서 바라봐야 하는 주요 이슈 사항 중 하나이며 로드맵 내 신기술 적용 시점과 양산 기간이 어느 정도 매칭이 되어야 개발 및 성능 육성이 가능하다. 최소 개발 기간 단위를 6개월로 상정하고 수립 계획을 하는 일반적인 미래기

술 예측 프로세스를 그대로 적용하는 것은 우리가 있으며 해당 프로세스 내 추가적인 프로세스 선행 검증 등을 통한 양산 최적화된 적용이 필요하다³⁹⁾.

4.2.2 차량 내/외 통신기술 적용 타당성

미래 통신 기술 도입을 위해서는 차량 내에서 해당 통신기술 자체에 대한 효율성 재고가 필요한 상황이다. 예를 들어 자동차 내 안테나 및 무선 통신 모듈 및 칩 설치 위치에 따라 일반 통신 간섭 문제가 다분히 발생할 수 있으며 좁은 환경에서의 다양한 부품들 설치로 포함 환경적 문제도 잔존 할 수 있다³⁹⁻⁴¹⁾. 새로운 기술 도입 적용 이전에 실제 차량 환경 내 통신기술 적용 가능성 유무 및 가능 시 차량 내 적용 가능 위치 파악 완료가 선행되어야 할 것이다.

4.2.3 표준 정립 기반 인프라 구축 시점 파악

WiMax 와 LTE의 4세대 통신 경쟁에서 LTE를 중심으로 인프라가 전개되어 모바일 시장 재편된 경우와 같이⁴²⁾ 현시점에서 다양하게 존재하고 있는 미래 통신기술 중에서 실제 도입 가능한 통신기술 선정은 향후 개발 및 기술 전략 측면에 있어서 굉장히 중요하다. 특히 연 단위로 신제품 및 기술이 적용될 수 있는 모바일 산업과 달리 차량 산업의 경우 양산 기간이 상대적으로 긴 만큼 지속적인 표준단계 추세 및 통신사 도입 추세 등을 통한 신중한 검토 등이 선행되어야 할 것이며 이와 연관된 정부 차원의 인프라 구축에 대한 시점도 검토가 필요하다. 통신기술의 특성상 인프라 구축이 우선 해결되어야 하는 문제인 만큼 WAVE 혹은 C-V2X와 같은 아이템들의 경우 단말 및 차량 단위 개발뿐만이 아닌 인프라 단위에서의 개발 및 구축 가능성 검토도 동시에 고려되어야 한다.

4.3 요구사항 기반 통신 특화 프로세스 수립

4.3.1 일반적인 미래기술 예측 프로세스

기존 문헌을 바탕으로 재구성한 일반적인 미래기술 예측 시스템은 그림 4와 같다⁵⁾. 기본적으로 4단계로 나뉘며 ① 기술 활용 위한 미래 트렌트 분석, ② 미래 기술 위한 사업/기술 측면의 핵심 고려사항 발굴, ③ 고려사항 기반 시나리오 도출 및 전략 방향성 도출, ④ 활용 방법 수립으로 나눌 수 있다.

① 기술 활용을 위한 미래 트렌트 분석 (Trend Analysis): 미래 트렌트 분석을 위해 수립된 정성적/정량적 기준을 바탕으로 주요 메인 동향을 도출하며 필요하면 전문가/고객 인터뷰로 주요 동향 범위 상세화 및 기술 요소들을 도출한다.

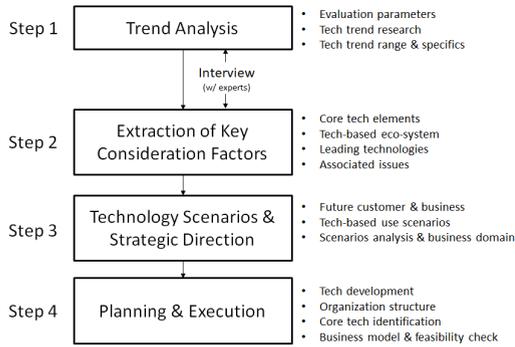


그림 4. 미래기술 예측 프로세스 일반화.
Fig. 4. Generalization of Future Technology Foresight Process

- ② 사업/기술 측면의 핵심 고려사항 발굴 (Extraction of Key Consideration Factors): 1단계 결과를 기반으로 기술 구성 요소, 기술 활용 사업 생태계, 산업계 선도 기술 및 동향 내 유의사항 등의 종합 분석을 통해 핵심 고려사항을 발굴한다.
- ③ 시나리오 도출전략 및 방향성 도출 (Technology Scenarios & Strategic Direction): 주요 동향/기술 요소/고려사항을 기반으로 미래기술 잠재 사용자/시나리오들을 도출하고 해당 사용자/시나리오 분석 등을 통해 전략 방향성 및 사업영역 등을 도출한다.
- ④ 활용 방법 수립 (Planning & Execution): 1/2/3단계에서 도출된 결과물 바탕으로 기술 운용 방안 및 신기술 서비스 추진 방안 등의 결과들을 구체화 및 명확화한다.

4.3.2 차량 측면의 통신 특화 프로세스 수립 예제

그림 4와 같은 일반적인 프로세스를 참고하여 통신 특화 예측 프로세스 수립을 위해서는 특정 산업 분야의 통신기술 관련 요소들에 대해서 검토 및 고려를 진행할 수 있는 단계 및 모듈이 필요하다. 특히 본 논문에서는 자동차 산업 측면의 통신기술 특화 프로세스 예제의 명확화를 위해 모듈 추가가 필요하다. 해당 특화를 고려하여 진행한 기술예측 프로세스 구조 예제는 그림 5를 참고한다. 해당 예제는 하나의 예로써 이외에도 다양한 구도 및 적용 기법 등의 다변화가 가능하다. 그림 5의 프로세스 예제 내에서 자동차 산업 특성을 고려하여 추가한 모듈들은 크게 세 가지로 ① 통신 시스템 타당성 점검 (Communication System Feasibility Check), ② 차량 양산 사이클 타당성 점검, ③ 통신 표준 & 인프라 준비 상태 점검이다.

① 통신 시스템 타당성 점검 (Communication System Feasibility Check): 현재 연구 진행 중인 통신/네

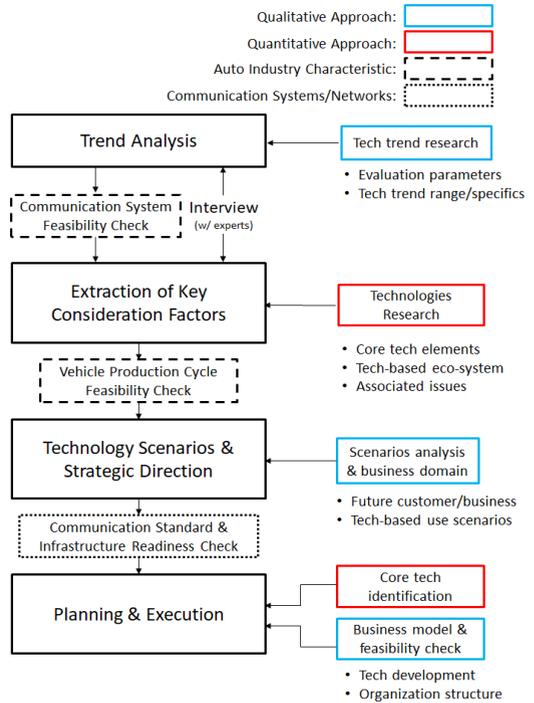


그림 5. 자동차 산업 내 통신기술 특화 미래기술 예측 프로세스 예제
Fig. 5. An Example of Future Technology Foresight Process for Communication Service in Automotive Industries

트위크 영역과 동시에 차량 내에서 적용 중인 통신 및 네트워크 분석을 통해서 관련 미래기술이 실제 적용 가능한지에 대한 타당성이 필요하다. 인공위성 통신 같이 패킷당 Round-Trip Time (RTT) 이 최대 39시간까지 걸리는 환경^[43] 및 무선 전파에 대한 신체 관련 영향에 대한 유럽 연합 조사^[44] 같이 물리적인 불가능 혹은 신체 상해 문제 발생 가능성을 고려한 적용 타당성 검토는 대표적인 예다.

- ② 차량 양산 사이클 타당성 점검 (Vehicle Production Cycle Feasibility Check): 앞서 언급되었듯이 차량 양산 기간은 5년 정도이며 현 프로세스 개선을 통한 기간 단축이 추진되고 있지만^[31], 일반적 미래 기술예측 프로세스에서 논의되는 기간에 이르기에는 상당한 난제들이 존재한다^[5]. 해당 특수성을 고려한 통신/네트워크 모듈 개발 타당성 검토는 개발 효율적 측면에서 중요하다.
- ③ 통신 표준 & 인프라 준비 상태 점검 (Communication System Standard & Infrastructure Readiness Check): 현재 5G 기법도 Sub-6GHz 와 28GHz/39GHz 통신 대역 방식으로 분류된 상황을

고려 시⁴⁵⁾ 차량 통신 모듈 시스템 자체를 환경요인에 유연한 대응이 가능한 설계 등 다양한 형태를 고려한 개발을 검토 진행하는 것이 필요하다. 이를 통해 실제 통신 인프라 구축 시점에 통신 표준 적용 유연성이 보장될 수 있다. 차량 간 V2X 통신 경우도 5G와 같이 표준/인프라 검토가 필요하다.

4.4 자동차 통신/네트워크 기술예측 필요 사례

지금까지 자동차 산업의 특수성에 대한 설명과 더불어 특화 미래기술예측 프로세스의 예제도 같이 제시하였다. 또한, 자동차 산업의 특수성으로 인한 미래 기술 예측 프로세스의 수립에 제한사항이 존재함을 구조 디자인 예제로 확인하였다. 이러한 제한사항에도 불구하고 차량에 신기술이 적용이 성공적으로 이루어졌을 때 해당 관련 기술들의 발전이 급속도로 진전되는 사례들 역시 존재한다. 해당 문단에서는 대표적인 성공 사례인 CAN 네트워크와 텔레매틱스 사례를 기술함으로써 미래 기술예측 프로세스에 대한 당위성을 강조하고자 한다.

4.4.1 CAN 네트워크 적용 사례

자동차 내 전자화가 지속함으로 인하여 모듈 간의 인터페이스의 필요성이 대두되면서 1986년 디트로이트 SAE 학술대회에서 CAN 프로토콜이 소개되었으며 1990년 벤츠 S-클래스 모델 내 5 ECU들을 연결한 CAN 기반 차량 내 네트워크 양산이 최초 진행되었다⁴⁶⁾. CAN 프로토콜 개발 및 양산뿐만 아니라 CAN 통신 상위 계층의 정립 및 CANopen 통한 개발 용이화, CAN 2.0 기반의 다중 노드 연결 역량 확보 등을 통해서 CAN 네트워크는 차량 내 네트워크의 중심으로 거듭나게 된다. Bosch가 1984년에 최초로 개발한 CAN 네트워크는 Bosch 내부적으로만 개발한 것이 아닌 자동차 산업 차원의 개발 및 Intel과 같이 자동차 이외의 산업계에서의 참여를 통해서 지속적 개선 및 업데이트를 가능하게 하였으며 생태계 구축을 통한 CAN 네트워크의 전개 및 발전도 가능하게 되었다. 해당 CAN 네트워크 도입은 LIN와 같은 경량화 버전의 네트워크 및 MOST와 같은 대용량 네트워크 구축 및 그 이상을 가능하게 만든 시발점이라고 할 수 있다⁴⁷⁾.

4.4.2 텔레매틱스 정착 사례

자동차 산업 차원에서의 텔레매틱스 시스템 장착은 1996년 GM의 OnStar 시스템과 Ford의 RESCU 시스템으로부터 시작되었으며 초기 서비스의 형태는 GPS

장착 기반의 자동차 내외 고장, 사고 알림/출동 서비스였다⁴⁸⁾. 차량 내 버튼을 누르면 고장 상태 전송 및 경찰/구급대 대상 위치 전송을 통한 출동을 연계해주는 형태였으며 해당 기능의 경우 현재에도 제공되는 서비스이다. 언급된 초기 형태의 텔레매틱스 서비스는 칩셋 성능의 향상 및 통신 전송량 증대로 인하여 해당 인터페이스 구조는 비슷하게 가져가면서 음성 인식, 내비게이션, 웹/이메일 등 다양한 기능/서비스를 적용할 수 있게 진화되었으며⁴⁹⁾ 최근에는 자율주행으로 인한 대용량 데이터 송수신을 가능하게 하는 C-V2X 적용 등의 가능성을 보고 있다⁴⁵⁾. 이러한 진화 및 가능성은 초기 텔레매틱스 적용이 있었기에 가능한 결과물들이다.

V. 결론

본 논문은 자동차 산업 측면의 통신기술 특화된 미래기술 예측 프로세스의 요구사항을 도출하였다. 기존에 있는 미래기술 예측 연구 및 문헌들 분석을 통해 해당 기법들을 분류하고 주요 특징들을 분석하였으며 추가로 차량 내외부 통신/네트워크 분석을 통해 미래 예측 프로세스 내 도입 가능한 요소들을 도출하였다. 자동차 산업 측면의 미래기술예측 프로세스에서 추가로 고려해야 할 요구사항들을 도출하고 도출된 사항들을 고려한 특화 프로세스 예제를 제시하였다. 기술 예측 프로세스 진행의 필요성 강조를 위해서 기존 자동차 내 통신기술 적용 및 전개 사례도 기술하였다.

향후 이를 바탕으로 실제 양산 적용 사례를 기반으로 특화 프로세스 내에서의 구체적인 시나리오 예제 및 사용자 사례 도출 및 분석이 필요하며 추가적인 단계별 프로세스 상세화를 통한 기술예측의 정확성 개선에 관한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 또한, 현재 통신 분야에서 고려하고 있는 6G 및 초고주파 대역까지 아울러서 앞으로 적용 가능성이 있는 통신기술들 자체에 대한 구체적인 예측 방법이 연구되어야 할 것이다.

References

- [1] *Inspired by the future: The VISION AVTR*, Mercedes Benz (2020), Retrieved Mar 02, 2020 from <https://www.mercedes-benz.com/en/vehicles/passenger-cars/mercedes-benz-concept-cars/vision-avtr/>
- [2] *The BMW Group at the Consumer Electronics*

- Show (CES) 2020 in Las Vegas*, BMW Group, (2020) Retrieved Mar 02, 2020 from <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0304187EN/the-bmw-group-at-the-consumer-electronics-show-ces-2020-in-las-vegas?language=en>
- [3] F. Ruff, "The advanced role of corporate foresight in innovation and strategic management—Reflections on practical experiences from the automotive industry," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 101, pp. 37-48, 2015.
- [4] A. Akakpo, E. A. Gyasi, B. Oduro, and S. Akpabot, "Foresight, organization policies and management strategies in electric vehicle technology advances at Tesla," *Futures Thinking and Organizational Policy*, pp. 57-69. Palgrave Macmillan, Cham, 2019.
- [5] S. Y. Jeong, S. I. Nam, S. Hong, and C. H. Han, "Future technology foresight for an enterprise: Methodology and case," *The J. Soc. for e-Business Stud.*, vol. 11, no. 1, pp. 69-89, 2006.
- [6] Y. Kim, M. Kim, J. Lee, and C. Han, "A methodology for future technology foresight based on scenario through the analysis of future customer needs," *Korean Management Sci. Rev.*, vol. 28, no. 3, pp. 143-159, 2011.
- [7] R. Vecchiato, G. Favato, F. D. Maddaloni, and H. Do, "Foresight, cognition, and long term performance: Insights from the automotive industry and opportunities for future research," *Futures & Foresight Sci.*, vol. 25, pp. 1-13, 2019.
- [8] K. Vishnevskiy, O. Karasev, D. Meissner, A. Razheva, and M. Klubova, "Technology foresight in asset intensive industries: The case of Russian shipbuilding," *Technological Forecasting and Soc. Change*, vol. 119, pp. 194-204, 2017.
- [9] C. Y. Lee, O. J. Kwon, M. J. Kim, and D. I. Kwon, "Early identification of emerging technologies: A machine learning approach using multiple patent indicators," *Technological Forecasting and Soc. Change*, vol. 127, pp. 291-303, 2018.
- [10] M. N. Kyebambe, G. Cheng, Y. Huang, C. He, and Z. Zhang, "Forecasting emerging technologies: A supervised learning approach through patent analysis," *Technological Forecasting and Soc. Change*, vol. 125, pp. 236-244, 2017.
- [11] H. Im, S. W. Cho, Q. Jinxian, J. J. Kim, C. Lee, and G. M. Lee. "Prediction of aviation security technologies through cluster analysis of patent big data," *J. Aviation Management Soc. Korea*, vol. 15, no. 5, pp. 43-63, 2017.
- [12] T. M. Song, "Using social big data predictive future signal: With special reference to the major policy issues of health and welfare," In *Health and Welfare Policy Forum*, pp. 17-30, 2016.
- [13] C. Mühlroth and M. Grottko, "A systematic literature review of mining weak signals and trends for corporate foresight," *J. Business Econ.*, vol. 88, no. 5, pp. 643-687, 2018.
- [14] M. Hussain, E. Tapinos, and L. Knight, "Scenario-driven roadmapping for technology foresight," *Technological Forecasting and Soc. Change*, vol. 124, pp. 160-177, 2017.
- [15] K. W. Choi, W. C. Sim, and S. M. Kim, "Exploring the promising industry forecast methodology for approaching demand -Developing methodology and applying it to the future IT product line-," *Korea Institute for Industrial Economics & Trade*, 2015.
- [16] Y. Zhou, F. Dong, Y. Liu, Z. Li, J. Du, and L. Zhang, "Forecasting emerging technologies using data augmentation and deep learning," *Scientometrics*, pp. 1-29, 2020.
- [17] J. Kim, "A study of artificial intelligence platform for vehicle remote control: AI speaker-based service case," *J. KICS*, vol. 44, no. 12, pp. 2362-2373, Dec. 2019.
- [18] J. Wang, Y. Shao, Y. Ge, and R. Yu. "A survey of vehicle to everything (V2X) testing." *Sensors* 19, no. 2 pp. 334, 2019.
- [19] W. Zeng, M. AS Khalid, and S. Chowdhury. "In-vehicle networks outlook: Achievements and challenges," *IEEE Commun. Surv. &*

- Tuts.*, vol. 18, no. 3, pp. 1552-1571, 2016.
- [20] G. Nowacki, "History and development of transport telematics," *Archives of Transport System Telematics*, vol. 1, pp. 61-67, 2008.
- [21] K. Y. Cho, C. H. Bae, Y. Chu, and M. W. Suh, "Overview of telematics: A system architecture approach," *Int. J. Automotive Technol.*, vol. 7, no. 4, pp. 509-517, 2006.
- [22] P. Novais, and S. Konomi, "A survey on vehicular communication technologies," *Intell. Environ.*, p. 308, 2016.
- [23] W. Zeng, M. AS Khalid, and S. Chowdhury, "In-vehicle networks outlook: Achievements and challenges," *IEEE Commun. Surv. & Tuts.*, vol. 18, no. 3, pp. 1552-1571, 2016.
- [24] E. Ezhilarasan and M. Dinakaran, "A review on mobile technologies: 3G, 4G and 5G," in *2017 ICRTCCM*, Tamilnadu, India, Feb. 2017.
- [25] "Bluetooth core specification version 5.1," *Specification of the Bluetooth System*, Bluetooth S.I.G, 2019.
- [26] IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks-Specific requirements -Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications—Amendment 4: "Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz," in IEEE Std 802.11ac(TM)-2013 (Amendment to IEEE Std 802.11-2012, as amended by IEEE Std 802.11ae-2012, IEEE Std 802.11aa-2012, and IEEE Std 802.11ad-2012), IEEE, Dec. 2013.
- [27] *Meet the leading role of "H-SOLUTION" Hyundai Steel R & D Center*, Applied Technology Group, HMG Journal (2019), Retrieved Mar 02. 2020 from <https://news.hmgjournal.com/People/?p=159528>
- [28] J. H. Kim and Y. H. Youn, [Exclusive], *Hyundai Motor company plans the development cycle reduction. Directed by Executive Vice Chairman Chung Eui-Sun* (2019), Retrieved Aug. 23. 2020 from <http://www.newsway.co.kr/news/view?tp=1&u>
d=2019050908434540560
- [29] W. Jeong, "Direction of development of durability and reliability in the automobile industry," *J. KSME*, vol. 51, no. 8, pp. 39-43, 2011.
- [30] D. Winter, *Shrinking Product Development Time* (2003), Retrieved Aug. 23. 2020 from <https://www.wardsauto.com/news-analysis/shrinking-product-development-time>
- [31] [Exclusive] *Hyundai Motor Reduces Development Time to Two Years....Vice Chairman directed*, Newsay (2019), Retrieved Mar 02. 2020 from <http://www.newsway.co.kr/news/view?tp=1&ud=2019050908434540560>
- [32] H. Lee, "A study on export expansion plan of large business partners," *Korea Institute for Industrial Economics & Trade*, 2016.
- [33] W. Sung, "FTA and item classification: Express engines in Korea's main industries automotive industry-item classification of automobiles, parts and accessories," *FTA Trade Report*, vol. 2, 2018.
- [34] S. Bahety, B. Moffitt, W. Pruchnik, and J. S. O'Rourke. "Honda motor company: Communication and the takata airbag crisis," *Eugene D. Fanning Center for Busin. Commun.*, Mendoza College of Business, University of Notre Dame, 2018.
- [35] B. Moon, [Issue Analysis] "50 years of Kyungbu Express Highway," *From the core source of economic development to the center of digital innovation* (2020), Retrieved Aug. 23, 2020 from <https://m.etnews.com/20200707000074>
- [36] K. Huh, S. Lee, J. Lee, and S. Han, "The dispute about supply electric car and activation policy, customer complaints on using electric car, standardization of electric car," *J. Standards, Certification and Safety*, vol. 3, 2018.
- [37] J. Park, "Status of hydrogen station technology and policy," *Korean J. Chemical Eng.*, vol. 21, pp. 10-19, 2018.
- [38] J. Lee, "The policy implications of Korea-EU FTA on automobile industry," *The J.*

Contemporary Eur. Stud., vol. 28, no. 1, pp. 281-303, 2010.

IEEE Intell. syst., vol. 17, no. 1, pp. 10-14, 2002.

- [39] J. Li and T. Talty, "Channel characterization for ultra-wideband intra-vehicle sensor networks," in *2006 IEEE Military Commun. Conf.*, pp. 1-5, Washington D.C. U.S.A. Oct. 2006.
- [40] K. Fors and K. Wiklundh, "Comparison of platform and background interference in view of communication performance," in *2016 Int. Symp. Electromagnetic Compatibility-EMC EUROPE*, pp. 663-667, Wroclaw, Poland, Sep. 2016.
- [41] S. Sharma, V. Bhatia, and A. K. Mishra. "Wireless consumer electronic devices: the effects of impulsive radio-frequency interference," *IEEE Consumer Electron. Mag.*, vol. 8, no. 4, pp. 56-61, 2019.
- [42] J. G. Sidak, "The value of a standard versus the value of standardization," *Baylor Law Rev.*, vol. 68, pp. 59-84, 2016.
- [43] S. K. Matsumoto, "Voyager interstellar mission: Challenges of flying a very old spacecraft on a very long mission," in *14th Int. Conf. Space Operations*, Daejeon, South Korea, May 2016.
- [44] "Preliminary Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF)," Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, European Commission, 2013.
- [45] A. Ghosh, "5G New Radio (NR): Physical layer overview and performance," in *IEEE Commun. Theory Workshop*, Florida, U.S.A., 2018.
- [46] F. Hartwich, "The dawn of CAN," *CAN Newsletter*, 2017.
- [47] G. Leen and D. Heffernan, "Expanding automotive electronic systems." *Computer*, vol. 35, no. 1, pp. 88-93, 2002.
- [48] J. Mateja, "RESCU (FORD) VS. ONSTAR (GM)," *Chicago Tribune* (1996), Retrieved Jul. 12. 2020 from <https://www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-1996-05-27-9605270016-story.html>
- [49] Y. Zhao, "Telematics: Safe and fun driving,"

김창우 (Chang Woo Kim)



2012년~2015년 : LG전자 HE사업부, SmartTV 사업전략
2015년 9월~현재 : 현대자동차 Cradle Silicon Valley 책임 매니저
2018년 9월~현재 : 한양대학교 경영대학원 박사 과정

<관심분야> 데이터 분석, 디지털 전환, 신사업/미래 전략, 상품 관리

김준영 (Joon Young Kim)



2010년 5월 : 퍼듀대학교 전기컴퓨터공학과 졸업
2015년 8월 : 퍼듀대학교 전기컴퓨터공학과 박사
2015년 9월~현재 : 현대자동차 책임연구원

<관심분야> 간섭신호 감지/분류, SDR 시스템 구현, 차량 무선 통신, 차량 기반 서비스
[ORCID:0000-0002-2750-8723]