

# 자율주행 자동차 산업의 미래 시나리오 예측 연구\*

주백수\*\* · 김지은\*\*\*

## <목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 연구 모형
- IV. 미래 시나리오 예측 연구
- V. 결론 및 시사점

**국문초록 :** 최근 급격한 변화를 겪고 있는 자율주행 자동차 분야의 미래 기술 및 시장 전망 예측에 대한 요구와 관심이 집중되고 있다. 자동차 산업의 특성상, 복합적 요인의 상관관계가 미치는 영향력이 크고 요인 간의 복잡도가 높으므로, 체계적인 미래 예측 방법론 적용을 통한 미래 전망분석 및 전략 수립이 시급하다. 본 연구에서는 자동차 분야에 적합한 미래 예측 방법론 중 필드 변칙 완화기법(Field Anomaly Relaxation)과 다중관점 개념 기법(Multiple Perspective Concept)을 복합적으로 적용하여, 자율주행 자동차 분야의 핵심기술 및 산업 동향에 관한 미래 시나리오들을 개발하여 실증하였다. 도출된 3개의 시나리오는 전문가 평가 체크리스트를 통하여 타당성을 검증하였다. 본 연구 결과는 자율주행 자동차 산업과 같은 다양한 변동성이 존재하는 분야의 미래 예측 방법 중 한 가지로 적용될 수 있다는 점에 의의가 있다.

주제어 : 자율주행 자동차, 미래 예측 시나리오, 필드 변칙 완화기법, 다중관점 개념 기법

\* 이 논문은 한양대학교 교내 연구지원 사업으로 연구되었음 (HY-202100000003512)

\*\* 한양대학교 기술경영전문대학원 박사과정 (innospi.joo@gmail.com)

\*\*\* 한양대학교 기술경영전문대학원 교수, 교신저자 (jkim2@hanyang.ac.kr)

---

---

# A study of future scenario forecasting of autonomous vehicle industry

Baegsu Joo · Jieun Kim

---

---

**Abstract :** In recent years, the autonomous vehicle industry has changed drastically. So the needs and interests in predicting future technologies and market prospects of the autonomous vehicle field have been very increased. However, considering the characteristics of the automotive industry, which has various factors, complex correlation of them and big influence on each other, the study of systematic future forecasting methodologies are urgent and necessary which are applicable to autonomous vehicle industry. In this research, the two methods such as “Field Anomaly Relaxation” and “Multiple Perspective Concept” were analyzed and chosen, which are suitable to automotive industry. By the combination of two methods this research developed and examined the three future scenarios related to core technologies and industry trends. And these scenarios feasibility was verified by experts and evaluation checklist. This research has a contribution that this future scenario forecasting approach can be applied to the industries which have various volatility like the autonomous vehicle industry.

Key Words : Autonomous vehicle, Future forecasting scenario, Field Anomaly Relaxation(FAR), Multiple Perspective Concept(MPC)

# I. 서론

최근 자동차 산업에 혁신적인 기술 요소인 스마트 카 즉 자율주행 자동차가 대두되면서 시장에 매우 커다란 변화가 일어나고 있다. 특히, 자동차의 주요 부품들이 기존 기계 중심에서 소프트웨어가 핵심적인 역할을 하는 형태로 빠르게 전환되고 있다. 2009년 구글이 자율주행 실험 차를 공개한 이후 미국과 유럽을 중심으로 실증 실험이 늘어나면서 차세대 자동차 산업의 성장 동력으로 주목받고 있다.

이러한 자율주행 자동차의 산업의 미래 예측을 위해서는 기술적인 측면과 산업적인 측면에서 어떠한 변화가 일어나고 있는지 고찰이 중요하다.

먼저 기술 측면에서, 자율주행 자동차의 미래 시나리오를 판단하기 위해서는 기술 상용화 수준이 매우 중요하다. 이에 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration) 및 J3016(2018)은 자율주행의 기술적 단계를 6단계로 정의하고 있으며, 3단계(부분 자율주행) 및 4단계(고등 자율주행) 이상의 경우 실제 자율주행이 가능하다고 정의하고 있다. 즉 자율주행 자동차가 4단계 정도가 시장에 적용될 때 상용화가 가능하다고 볼 수 있다.

산업 측면에서, 향후 예상되는 변화에 대해 몇 가지로 분석하고 있다. 첫째, 차량 내/외부의 기술과 V2X(차량 간 유무선 통신, Vehicle-to-Everything) 등 외부 인프라의 융합으로 자동차 충돌과 같은 사고가 감소 된다. 둘째는 자율주행을 위한 빅 데이터, 인공지능 기술 및 공유 경제와 같은 새로운 비즈니스 영역의 출현이 예상된다. 셋째는 자율주행 자동차의 상용화로 운전 중 여가생활 및 다른 업무수행이 가능해져 생산성 향상을 가져올 수 있다. 넷째는 자율주행차의 효과적인 경로, 정체 구간의 감소, 친환경 및 지능적 교통 시스템의 적용으로 에너지 효율 개선이 가능해진다. 마지막으로, 전통적인 자동차 업체 외, 스마트 모바일 플랫폼이 차량과 연계됨에 따라, 전통적인 자동차 업체 외, 새로운 비즈니스 환경의 변화와 뉴 마케팅 패러다임의 출현이 가능하다(Anderson, et al, 2016; Silberg, 2013; 한국산업기술진흥원, 2017).

반면에, 자율주행 자동차에 대한 시장의 긍정적 영향에 대한 분석과 달리, 제조기업 및 관련 소프트웨어 업체의 경우, 구매 비용의 증가와 추가로 발생할 수 있는 안전 및 보안의 문제, 외부 인프라 구축의 높은 비용, 예기치 않는 교통 문제의 발생 및 부족한 서비스 등의 난관들이 존재할 수 있다(Litman, 2020).

이러한 변화 속에서 2020년 또는 그전부터, 많은 자동차 및 소프트웨어 업체들이 기술적 측면에서 자율주행 수준이 이미 3단계 및 4단계에 있고, 일부 업체는 2022년부터

2024년까지 4단계의 완성이 가능하다고 발표하고 있다. 하지만, 실제 상용화를 위해서는 기술적인 부분 외에도 인프라, 법적 규제, 보험 등 해결해야 할 다양한 요인들이 존재한다. 더불어 센서 및 자율주행 알고리즘의 기술적 한계점도 해결해야 한다.

현재 많은 자율주행차 개발업체들이 테스트를 진행하고 있는 캘리포니아주의 사고기록 중 2014년부터 2018년까지의 66건의 데이터를 분석하면 자율주행 차량의 기술적인 부분은 2%, 나머지 부분은 다른 운전자 차량과의 문제로 인한 사고들이다(California DMV). 다시 말해 도로에서 운행되는 대부분 차량이 자율주행이 가능하거나, 전용구간이 생기지 않으면 상용화가 어렵다고 볼 수 있다.

이러한 한계 상황에서, 산업적 측면에서의 변화의 요인들을 Breitschwerdt, Conet, Michor, Müller and Salmon(2016)은 자동차 산업의 파괴적인 추세(Disruptive Trend)에 관련한 다섯 가지 주요 변화를 분석하였다. 첫째 배기가스의 강력한 규제 등으로 인한 필연적인 친환경 자동차의 증가와 둘째, 자동차와 외부 기기와의 연결 등 사물인터넷(Internet of Things)으로의 변화, 세 번째 기술적 진화와 새로운 시장의 핵심적인 역할 수행 주체에 대한 변화, 네 번째 혁신적이고 최선의 기술을 이용한 제조기술의 진화 그리고 마지막으로 새로운 재료들의 개발로 안전성 및 경량화 추세로 발전한다고 분석하였다. 이러한 변화의 상황에서 자율주행 자동차 산업은 기존의 전통적 자동차 업체(폭스바겐, 도요타, 벤츠, 포드, 현대차, 보쉬, 콘티넨털 등) 관점에서 기대하는 산업의 발전 방향과 신규 진입자인 플랫폼, 소프트웨어 및 전자업체 (우버, 리프트, 애플, 테슬라, 구글 웨이모, 삼성 등)에서 기대하는 방향이 서로 다른 면을 가지고 있다. 이에 따라 완전 자율주행 자동차의 상용화 시기도 다르게 전망하고 있고 그 과정도 각자의 기술적인 과시 및 로드맵으로 인식되기도 한다. 그래서 실제로는 기술, 법규, 생태계 인프라와 시장 성장의 동인이 되는 소비자의 입장 등 다양한 변수들이 고려되어야 한다(한국산업기술진흥원, 2020).

이처럼 급격한 자동차 산업의 환경변화 속에서, 많은 시장 분석기관 및 매체들이 자율주행 상용화 시나리오로 2025년 또는 2030년 등으로 전망하고 있다(Litman, 2021; Morgan Stanley, 2013; 한국산업기술진흥원, 2017). 이러한 예측들은 주로 기술적 완성 및 상용화 등에 대해 전문가 중심의 인터뷰를 통한 기술 중심의 백서 및 시장조사 기관들이 전망하는 보고서 형태로 발표되고 있다.

하지만, 자동차 산업의 다양한 요인들의 상호작용과 산업에서의 주요 역할자들의 이해관계 등의 요인들을 활용한 미래 예측 방법론을 적용한 연구들은 미흡한 상황이다. 물론 이러한 자료들이 시장의 변화를 파악하는 데에는 많은 도움이 되지만, 자율주행 자동

차 산업과 같이 전방위 파급효과가 매우 큰 산업의 특수성을 고려할 때, 다양한 결정 요인들이 포함된 체계적인 분석이 필요하다고 볼 수 있다.

이에 본 연구는 다양한 미래 예측 방법론을 검토하여 자율주행 자동차 산업에 적용 가능한 방법론을 적용한 시나리오를 연구한다. 다음 II 장에서는 먼저 여러 방법론 중에서 산업이 패러다임을 변화하게 하는 기술적인 요인과 사회적, 환경적 요인들 간의 연관 관계를 분석하여 평가하는 방법론들을 분석하고, III장에서는 자동차 산업 환경에 적합한 연구방법론을 선정하고, IV장에서는 자율주행 자동차 산업의 주요 요인들의 분석과 III장에서 정의한 연구방법론을 적용하여 미래 시나리오를 예측하고, 마지막 V장에서 연구 결과의 요약 및 향후 과제에 관해 기술한다.

## II. 이론적 배경

미래 예측분석 및 연구방법론으로는 1990년 초에 시작된 UN의 밀레니엄 프로젝트 타당성 연구(Millennium Project Feasibility Study)가 대표적이다(Glenn, 1994). 초기에 18개 미래 예측 방법론으로 시작한 버전 1.0부터 2009년에 버전 3.0을 발표하면서, 37개 연구 방법으로 확장되었다. 미래 예측 연구방법론은 조직의 목적 및 시간 축 방향에 따라 크게 3가지 관점에서 분류할 수 있다. 첫째, 경험기반의 전문가적인 판단이 중심이 되는 탐구적(Exploratory) 기법과 둘째, 시스템적 분석(Systematic Analysis)을 통해 기술과 수요를 예측하는 규범적(Normative) 기법, 마지막으로 두 가지 특성을 동시에 가지는 복합모형 기법으로 분류할 수 있다. 이러한 분류기준에 따라 기술예측 기법과 미래 연구방법론을 종합하면 <표 1>과 같이 요약할 수 있다(Glenn & Gordon, 2009; 정석운 외, 2003; 이세준 외, 2008; 김지은, 2016).

<표 1> 미래 연구방법론 분류

구분	미래 연구방법론
탐구적 방법	에이전트 모델링(Agent Modeling), 인과관계 분석 (Causal Layered Analysis), 교차 영향 분석 (Cross Impact Analysis), 델파이 기법 (Delphi Technique), 계량 분석 (Econometrics), 격차 분석(Gap Analysis), 유추(Analogy), 구조분석 (Structural Analysis), 트렌드 영향 분석(Trend Impact Analysis), 모니터링(Monitoring), 성장곡선(Growth Curve), 브레인스토밍(Brain storming)

규범적 방법	기술 순차 분석(Technological Sequence Analysis), 연관 수목법 (Relevance Tree), 형태학적 분석(Morphological Analysis), 퓨처 휠 (Future Wheel), 임무 흐름도(Mission-flow Diagram)
복합 모형	교차 영향 분석 (Cross Impact Analysis), 필드 변칙 완화기법(Field Anomaly Relaxation), 로드맵 (Roadmap), 다중관점 개념(Multiple Perspective Concept), 텍스트 마이닝 (Text Mining), 환경 스캐닝 (Environmental Scanning)

이전연구 결과, 여러 가지 미래 연구방법론 중에서 특히 불확실성이 높은 환경의 미래 예측을 분석하는 경우는, 다양한 향후 모습을 전망하고 정책적 시사점을 제시하는 예측 방법인 시나리오 기법이 합리적이고, 주제의 성격에 따라 적합한 방법론을 선정하고, 이 중 몇 개의 조합을 하는 방식이 중요하다 할 수 있다.(이세준 외, 2008; 임현 외 2010, 김지은, 2016). 자율주행 자동차 산업의 특성상 기존의 역할자들이 대체되거나 바뀔 수 있고, 기술적인 개발의 변동성 등 다양한 불확실성이 존재하고 있으므로 미래에 대한 예측 결과를 시나리오 기반으로 도출하는 것이 타당하다. 이러한 시나리오를 도출하는 연구방법론 중 탐구적 방법과 규범적 방법이 가질 수 있는 한계를 극복하기 위해 복합모형을 고려해 볼 수 있다. 복합모형 중 교차영향분석(Cross Impact Analysis)은 예측 시나리오의 확률적 접근으로 본 연구와 적합하지 않고, 환경 스캐닝 (Environmental Scanning)은 초기 기술이나 데이터 등이 충분하지 않은 분야에 적합하므로 배제하였다. 결론적으로 필드 변칙 완화기법(Field Anomaly Relaxation, 이하 FAR)과 다중관점 개념 기법(Multiple Perspective Concept, 이하 MPC)을 본 연구의 방법론으로 선정하였다. 이 두 가지 연구방법론은 기업체의 정책을 결정하는 데에 활발히 사용된다는 공통점도 가지고 있다. 이는 발견적(Heuristic)인 요인과 해당 연구 분야에 새롭게 출현하는(Emergent) 기술과 관련하여 시스템적인 접근과 다양한 요인들 간의 관계를 통해 시나리오를 도출할 수 있는 연구방법론으로 적합하다고 할 수 있다.

본 연구에서 적용하는 첫 번째 미래 예측 방법론인 MPC는 기술적 관점(Technical Perspectives - T)과 조직적 관점(Organizational Perspectives - O) 그리고 개인적(사용자) 관점(Personal Perspectives - P)의 3가지 다중 관점(Multiple Perspective)으로 분류하여 분석한다. 이러한 방법은 기술적 관점(T)의 한 가지 요인에 의한 결정보다 조직(O) 및 개인적 관점(P) 간의 상호작용까지 반영함으로써 더 깊은 통찰 및 결정의 결과를 도출할 수 있다. MPC 방법을 적용하기 위해서는 <표 2>의 5가지 가이드 라인을 제안한다(Linstone, 1989; Ulinwa, 2008).

<표 2> MPC의 5가지 가이드라인

가이드	내용
1	기술(T)관점이 가장 중요하나, 조직(O)과 사용자(P) 관점과의 상호작용을 통해 판단하고 분석해야 한다.
2	세 가지 관점에서는 모든 요소를 고려하거나, 정확한 공식이 없으므로 전문가적인 판단이 필요하다.
3	조직(O)과 사용자(P)는 사례를 통해 판단해야 하며, 각 관점의 입력 요소는 기술(T)관점과 다를 수 있다.
4	세 가지의 관점은 시간에 따라 움직이고 변한다. 즉 다른 요소들과 시간적 관점에서 상호 작용하는 부분을 고려하는 것이 유리하다.
5	기술(T)은 초기 계획단계를 지배하고 조직(O)과 사용자(P)는 변화를 결정하고 수행하는 요인들을 지배한다.

두 번째 미래 예측 방법인 FAR는 형태학적(morphological) 예측 방법으로, 미국의 항공회사 Douglas Aircraft Company(지금은 보잉으로 합병)에서 상업 및 군용 사업계획을 작성하기 위한 예측 방법론으로 개발되었다(Duczynski, 2000). FAR에서의 'Field'는 모든 주체의 상호작용에 기반을 두는 방법으로 거시적인 관계에서부터 미시적인 관계의 기술이 가능한 방법이다. Coyle & Yong(1996)은 Douglas Company가 이 방법을 적용할 때 상업 및 군용 비행기 시장에서 추진 가능한 모든 시나리오를 도출한 후 실제 물리적으로 불가능한 방법(Anomaly)을 제거하여 불확실성을 완화(Relaxation)함으로써 의사결정이나 정책 결정에 있어서 일관성 있는 미래 예측 가이드를 제공할 수 있다고 주장한다. FAR 방법론은 <표 3>과 같이 문헌에 따라 세부적인 차이는 있지만 크게 4단계로 적용하고 있다(Rhyne, 1974, 1981, 1995 & 1998; Coyle & Yong, 1996; Stephens, 2006).

<표 3> FAR 적용의 4단계

단계	내용
1	결정해야 하는 미래에 대한 창의적인 시각(상상력이 풍부한; imaginative view)에서 주요 요인(factor)을 개발한다.
2	주요 요인들 간의 매트릭스(matrix) 형태로 가능한 범위와 불확실한 범위들을 표현한다.
3	상기 요인 간의 평가를 통해 불가능한 방법(변칙, Anomalies)을 제거한다.
4	시간선 상에 살아남은 형상들을 기술한다.

### Ⅲ. 연구 모형

자율주행 자동차 시장의 미래 시나리오 예측을 위해 기술요인분석(Technology Impact Analysis)에 기반한 시장 및 기술보고서의 자료를 활용하여 해당 시장의 주요 기술적인 요인 및 향후 시장의 변화에 대한 내용들을 분석하여, 핵심적인 기술 및 변화 요인들을 도출한다. 도출 결과를 바탕으로 미래 기술 및 시장 예측 방법론인 다중관점 개념 기법(Multiple Perspective Concept)을 활용하여 기술(T), 조직(O), 사용자(P) 3가지 주요 관점에서 자율주행 자동차의 상용화를 위한 핵심 요인들을 분석하고, 그에 따른 해당 시장의 미래에 대한 기본적인 시나리오를 도출한다. 그리고 이해관계자들의 정책 또는 방향을 예측하는 필드 변칙 완화기법(Field Anomaly Relaxation)으로 주요 핵심 요인들을 활용하여 시나리오를 분석하고 그 결과에 따른 시나리오별 연관관계를 분석하여 부적합 상황(Anomaly)들을 제거하여 가능성이 큰 시나리오들로 미래 시나리오를 구성한다. 마지막으로 MPC와 FAR 방법으로 도출한 시나리오 결과를 Kaptelinin et al.(1999)이 개발한 체크리스트를 활용하여 검증한다. 이는 고객/서비스 관점, 환경적 관점, 학습 및 인지적 관점, 기술개발 관점에서 개별 시나리오의 타당성을 검증하는 방법이다. 본 연구 방법을 정리하면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 자율주행 자동차 미래 시나리오 연구 모형



더불어 미래 시나리오에서는 예상하기 어려운 전략적 특이점과 관련된 와일드카드(wild card)가 나타날 수 있다. Mendonca et al.(2009)은 미래 연구에서 조직 및 사회적 위기를 초래하는 전략적 특이점을 사전에 연구하고 실시간으로 대응하기 어렵지만, 상기와 같은 표준 연구들과 병행 하여 와일드카드에 대한 새로운 조합의 고려가 필요하다고 주장한다. 하지만 본 연구에는 이 부분에 관한 자세한 연구보다는 하나의 시나리오 요인으로만 고려하였다.

## IV. 자율주행 자동차 미래 시나리오 예측 연구

### 4.1 주요 요인의 정의

자율주행 자동차 산업은 매우 다양한 역할자들(Role Players : 전통적인 전장부품 및 차량 제조업체, 소프트웨어 및 전자 업체, 서비스 업체, 국가, 지방정부 등)과 핵심기술 요인들(Factors : 센서, 판단, 제어, 통신, 인프라 등)의 복합적인 상호작용으로 산업 환경과 기술이 발전될 것으로 전망되고 있다.

Siberg & Wallace (2013)은 자율주행 자동차 산업의 다양한 역할자들과 기술 요인 중에서 5개의 주요 요인을 정의하고, 각 요인의 역할, 상대 간의 영향 요인, 역할자들을 분석하였다. 분석에 의하면, 1) 소비자는 정보단계-보조 수단의 단계-통제의 단계로 진화하며, 2) 기술은 센서 기술-단거리 통신-기술융합의 단계로 진화하고, 3) 생태계는 새로운 역할-새로운 비즈니스 모델 단계-신규 산업군으로 출현하여 산업계의 새로운 축으로 발전하며, 4) 법규는 테스트 라이선스의 제정-통신 관련 법규 제정-국가/지역 교통 법규로 발전하고, 5) 인프라는 지역 테스트 베드 위주의 운행-지역 허브로 영역을 확장-국가 전역 또는 전 지역으로 확대될 것으로 분석하였다. 이전연구를 기반으로, 5개 요인에 대해 주요 역할자들을 분석한 결과는 <표 4>와 같다(문종덕·조광오, 2014; 산업통산자원부, 2017; 자동차산업연구소, 2015).

<표 4> 자율주행 자동차의 주요 핵심 역할자

요인	역할	상대 영향 요인	주요 핵심 역할자
소비자	소비 창출 비즈니스 모델 근간	모든 요인	소비자
기술	자율주행 자동차 상용화를 가능하게 하는 차량 핵심기술	소비자, 인프라, 기술	
생태계	자동차 생태계 변화 및 신규서비스를 위한 파괴적인 혁신	소비자, 인프라, 기술	
인프라	자율주행 상용화를 가능하게 하는 인프라	기술, 생태계, 법규	정부와 기관
법규	자율주행 관련 법규 (교통 법규, 보험 등)	소비자, 인프라	

특히 소비자는 소비 창출 및 비즈니스 모델의 근간으로서 다른 4가지 모든 요인에 영향을 받으며, 기술은 센서, 판단, 주행 관련 자율주행 자동차의 핵심기술로 고객, 생태계, 인프라에 영향을 받는다. 생태계는 자동차 산업 생태계의 변화 및 부가가치의 파괴적인 혁신의 대상으로 고객, 인프라 및 기술과 관련성을 가진다. 인프라는 실제 물리적인 제품의 사용처로서 기술, 생태계, 법규와 서로 영향성을 가진다. 마지막으로 법규는 소비자 및 인프라와 향상성을 갖는다. 여기서 도출한 주요 요인들을 활용하여 4.2절 MPC 방법론과 4.3의 FAR 방법론에 적용하였다.

자율주행 자동차의 축적된 시험 결과 및 문헌 연구 기반의 통계적 분석을 통해 기술적 완성도는 2025년경에 가능할 것으로 판단된다(Moore & Lu(2011)). 또한, 자율주행 자동차가 기존의 운송 수단을 전면적으로 대체하는 시기는 2030년경에 가능할 것으로 전망된다(Litman, 2020).

## 4.2 다중관점 개념 기법 (Multiple Perspective Concept, MPC)

### 분석을 통한 기술적, 조직적, 개인적 관점의 미래 시나리오 영향 요소 도출

MPC 분석을 통해 자율주행 자동차의 미래 시나리오에 영향을 주는 3가지 관점을 분석하였다. 이에 따라 주요 핵심기술에 대한 1) 기술적 관점(T), 이러한 기술의 문제점을 해결하고 개발하는 솔루션을 주도하는 주요 핵심 역할자들에 대한 2) 조직적 관점(O), 마지막으로 이러한 기술이 개발되어 상용화되었을 때 소비자 측면의 3) 개인적 관점(P)의 3가지 관점으로 분석하였다<표 5>.

<표 5> 미래 시나리오에 영향을 주는 3 관점별 이슈 분석

구분	Technology (T)	Organization (O)	Personal (P)
View Point	자율주행 자동차의 상용화를 위한 기술적인 문제의 해결 관점	자율주행 자동차 산업의 주요 핵심 역할자들의 역할 관점	자율주행 자동차에 대한 소비자의 필요 관점
구성요소	5가지 기술 영역으로 분류: ①센서 기술, ②HMI/판단기술, ③제어기술, ④인프라 기술, ⑤기타 전장	자율주행 자동차 사업에서의 주요 역할자들은 전통적인 자동차 산업에서의 ①부품사 및 완성차 회사들과 이러한 시장에 진입하려는 기존의 ②소프트웨어 및 IT 회사, 마지막으로 ③ 정부와 기관으로 분류	노약자와 여성 등에 직접 효용이 되는 ① 인구 형태적인 요소와 이러한 시장의 핵심적인 요소인 ② 소비자의 요구사항으로 분류
목적	이러한 기술들은 개발 또는 개선되고 더불어 융합(Fusion)되어 상용화를 위한 방향으로 진화	① 기술의 과시, 브랜드 ② 새로운 가치 창출 ③ 사회적 문제 해결 및 지원	① 고령 인구와 여성 등에 대한 자동차의 역할 ② 현재의 차량의 문제점 해결
관심 사항	실제 상용화를 위한 기술의 안전성(Safety)과 가능 시기	① 기술의 선점을 통한 브랜드 강화 및 시장 점유율의 유지 및 확장 ② 새로운 시장에서의 진입을 통한 수익 창출 ③ 교통 문제 해결 및 환경문제 개선	노약자, 여성인구의 증가에 따른 차량의 Any time and place의 사용 필요

<표 5>는 T, O, P 각각의 관점별 서로 다른 이슈를 보여준다. 3가지 관점은 개별적인 구성 요소(Element)를 가지며, 구성요소는 자율주행 자동차 산업에서의 서로 다른 목적(Objective) 및 관심 사항(Interest)을 가지고 있다.

<표 5>의 조직적 관점(O)에서 주요 역할자들은 서로 다른 목적과 관심 사항을 가지고 있지만, 부품사 및 완성차와 SW/IT 회사들과의 협력, 예를 들면 GM, Toyota와 구글과의 공동개발, VW와 애플의 공동기술 개발, 현대차와 MS의 플랫폼 공동개발 등과 같이 본인 고유의 목적을 위해 서로 협력하고 있다.

각 관점에서 현재 발생하고 있는 이슈들을 정리하면, 먼저 기술적 관점(T)에서는 실제 차량에 적용하기 위한 여러 가지 한계점들을 극복해야 한다. 예를 들면 각종 센서에 대한 정확도 및 정밀성과 주요 돌발적 상황에 따른 차량 제어 판단 로직 및 운전자와 차량 간의 인터페이스 및 실시간 제어기술의 한계점을 극복해야 한다. 그리고 조직적 관점(O)에서는 각 주요 역할자들의 개별적인 역량만으로는 이러한 문제점을 해결하기 어려우므로 서로 협업을 구성해야 한다. 특히, 인프라 및 기반 구축에 대한 비용을 누가 주도적으로 이끌어 나갈지에 대한 이슈를 가지고 있다. 마지막으로 개인적 관점(P)에서는 자율주행 자동차의 안전성(Safety) 문제와 구매 비용에 대한 지불 대가의 적절성 등이 중요한 문제가 될 수 있다.

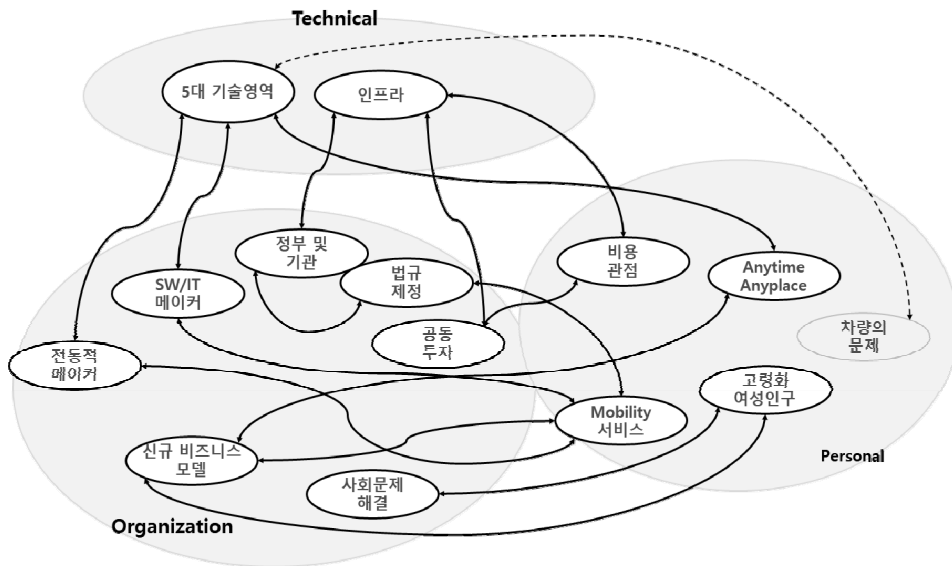
각 관점에 대한 전개 방향을 II 장에서 언급한 시간적 측면에서 분석하면 첫째 기술적 관점(T)에서 1) 제어기술과 기타 전장 기술은 성숙한 수준에 도달했지만, 센서, 판단 및 제어와 인프라 분야는 2025년 정도에 완성될 것으로 예상한다(Moore & Lu, 2011). 2) 전개 방향 측면에서 현재의 기술 융합(Convergence)은 이해 당사자 간의 기술적 협력과 사업적 협력이 활발하게 일어나고 있다. 결국 이러한 기술적 관점에서 자율주행 자동차 시장이 성숙하기 위해서는 타 산업기술과 융합 및 정부 주도의 ITS 시스템의 투자가 핵심적인 요소가 될 것으로 판단된다.

둘째 조직적 관점(O)에서 1) 국가별 목표는 상이하지만, 2025년에서 2030년 정도를 상용화 목표로 ITS 시스템의 인프라에 대한 투자 및 법규를 개선하고 있다(Litman, 2020). 2) 전개 방향 측면에서 정부 관련 기관은 환경 및 교통사고 문제 등 사회적 문제 해결에 집중하고, 산업계는 새로운 사업 모델을 위해 자율주행 자동차 산업의 생태계 변화를 촉진하고 있다. 즉 조직적 관점에서는 공익 증진(교통 및 환경문제 해결)에 대한 당위성과 산업의 신규 수익모델 창출이 핵심적인 요소가 될 것으로 판단된다.

마지막으로, 개인적 관점(P)에서는 1) 시간적 측면에서의 예측은 어려우며, 2) 전개 방향 측면에서 차량을 소유의 개념보다는 공유의 개념과 언제 어디서든 사용 가능한 모빌

리티 서비스의 개념으로 발전 시 수용이 가능할 것으로 예측된다.

이러한 3가지 관점에서 관련 상관성을 요약하면, 기술적 관점(T)은 조직적 관점(O)의 구성요소로서 역할에 가장 영향을 많이 받으며, 조직적 관점(O)은 기술적 관점(T)과 개인적 관점(P)에 영향을 준다. 마지막으로 개인적 관점(P)은 기술적 관점(T)과 조직적 관점(O)으로부터 영향을 받는 구조이다. 이러한 3가지 관점 간 영향 구조 관계를 도식화하면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 미래 시나리오에 영향을 주는 3가지 관점의 구조 관계

<그림 2> 구조화 관계를 기반으로 기술(T), 조직(O), 개인(P)의 통합관점에서 서로 간의 영향 요소를 도출하면 <표 6>과 같다.

<표 6> MPC 분석을 통한 3가지 관점 간의 영향 요소 도출

구 분	영향 요소
기술적 관점(T)	5대 기술 영역, 인프라
조직적 관점(O)	신규 비즈니스 모델, 정부와 기관, SW/IT 업체, 전통적 자동차 업체, 사회적 문제, 공동 투자, 법규 제정
개인적 관점(P)	Anytime/Anyplace, Mobility, 고령화/여성인구, 비용, 모빌리티

MPC 분석 결과를 기반으로 자율주행 자동차의 미래 시나리오를 예측한 연구 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> MPC분석을 통한 자율주행 자동차의 미래 시나리오

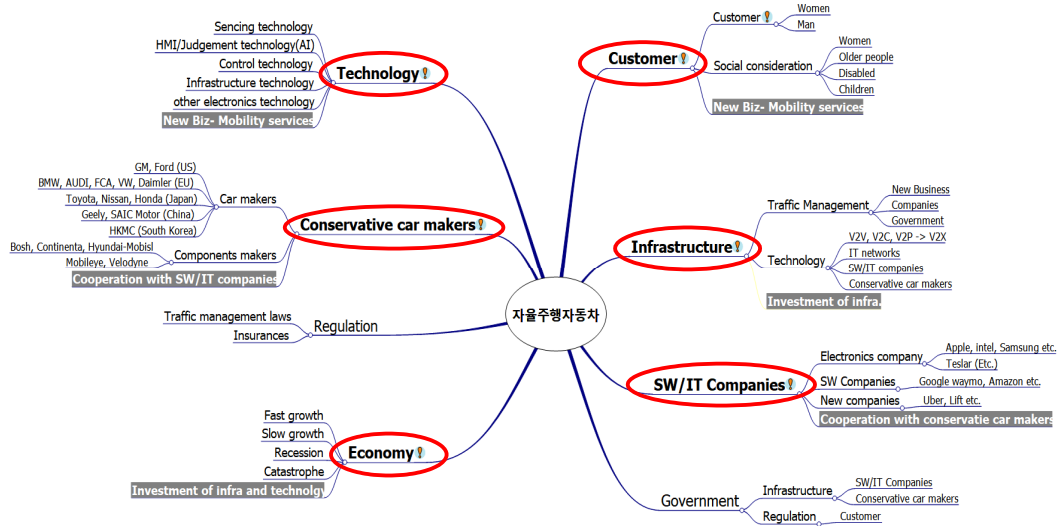
미래 시나리오	내 용
Basic Scenario I	2030년경 SW/IT업체들이 자동차 산업의 주요한 역할자로서 기존의 전통적인 자동차 회사(예를 들면, 완성차나 부품업체) 자동차 치열한 경쟁이 예상되며 또한 차량이 소유의 관점이 아닌 공유 및 차량의 Mobility 관점의 새로운 비즈니스 모델의 출현이 가능하다.
Basic Scenario II	2030년까지 정부와 산업계가 인프라에 대한 활발한 공동 투자가 이루어져, 사회적 문제(환경, 교통 등)의 해결과 정부 주도의 자율주행 관련 법규(보험 등)가 제정되고, 노약자 및 여성인구를 대상으로 하는 Mobility를 이용한 사회적 인프라 구성이 가능하다.
Basic Scenario III	시나리오 I과 II를 기반으로 여성/고령 인구를 대상으로 자율주행 자동차를 공유하는 개념과 소비자가 요구하는 장소에 언제든지 사용 가능한 모빌리티 서비스 시작되고, 또한 SW/IT업체들이 새로운 비즈니스 Role Player로 등장하여 자율주행 자동차 산업을 주도할 것으로 예상할 수 있다.

<표 7>의 미래 시나리오는 2025년경 자율주행 관련 5대 핵심기술이 상용화 가능하다는 가정하에, 2030년경 전개 가능한 미래 시나리오 예측 결과이다.

### 4.3 필드 변칙 완화기법(Field Anomaly Relaxation, FAR) 분석을 통한 미래 시나리오 도출

본 연구에서는 자율주행 자동차의 미래 시나리오를 예측하는 두 번째 연구 방법으로 Coyle & Yong(1996)이 정리한 FAR 방법론을 적용하였다. FAR 분석 방법은 <1단계> 관련 주요 요인(factor) 도출, <2단계> 요인 간 연관성에 따른 조합 매트릭스 분석, <3단계> 부적합 상황의 제거(Anomaly) 순서로 진행한다.

먼저 <1단계> 주요 요인의 도출 방법으로는 일반적인 요인 관계 분석 도구인 마인드 맵(Mind Map)을 활용하였다. <그림 3>은 자율주행 자동차와 관련된 주요 요인들을 도출한 분석 결과이다.



<그림 3> 자율주행 자동차의 주요 요인 도출 마인드맵

<그림 3>에서 느낌표가 없는 법규(Regulation)와 정부(Government)는 기술의 진화 및 사업의 관점에서 영향도가 낮은 요인이다. 즉 정부 및 법규는 인프라, 기술투자 등 다양한 요인에게 영향을 주지만, 국가 차원의 많은 투자 노력과 법규의 개선이 이루어지고 있어, 이미 관련 요인들이 주요 요인으로 식별되기 때문에 분석의 복잡도를 제거하고자 요인에서 제외한다.

<그림 3> 마인드맵 분석 결과, 느낌표가 표기된 ‘기술(Technology), 전통적인 차량 업체(Conservative Car Maker), 경제(Economy), 고객(Customer), 인프라(Infrastructure), 새로운 진입자(SW/IT Company)’의 6가지 요인이 주요 요인으로 도출되었다.

특히 전통적인 차량 업체와 새로운 진입자를 주요 요인으로 고려한 이유는 자율주행 자동차 상용화의 핵심적 역할을 하는 기술 분야에 있어서, 기술의 융합과 인프라의 완성이 가장 중요하므로 상대적인 관계를 고려하기 위해 각각을 중요한 요인으로 선정한다.

<2단계> 요인 간 연관성에 따른 조합 매트릭스 분석을 위해, 6가지 주요 요인별 발전 속도, 형태 및 정도(Grade)를 다음과 같이 정의하였다.

- E(Economy) : 경제발전의 속도가 빠름과 느낌이 큰 영향을 주지 않으므로 하나의 형태로 판단하여 ‘발전’, ‘정체’, ‘붕괴’ 3가지로 정의한다.
- C(Customer) : 전체 고객을 대상으로 하고 시나리오에서 가장 중요한 고객을 도출하며, 기술의 수용 정도에 따라 ‘적극적으로 수용’, ‘기술을 따름’, ‘수용하지 않음’으로 정의한다.

- T(Technology) : 기술은 발전 속도 측면을 중심으로 ‘빠른 기술의 발전 속도’, ‘느린 발전 속도’와 ‘정체’로 정의한다.
- I(Infrastructure) : 정부와 업체들의 투자 규모 측면에서, ‘많은 투자’, ‘부분 투자’, ‘제한적 투자’, ‘투자의 보류 및 전가’로 정의한다.
- M(Conservative Car Maker) : 기술개발을 SW/IT업체와 어느 정도 협업하는가에 따라 ‘전방위 전략적 협업 방향’, ‘부분적 협업’, ‘단독으로 진행’으로 정의한다.
- S(SW/IT Company) : 새로운 비즈니스의 ‘개척자’, ‘조정자’, 그리고 ‘자신의 비즈니스 영역의 수행’으로 정의한다.

이러한 정의 결과를 요약하면 <표 8>과 같은 ECTIMS 구조로 정리할 수 있다.

<표 8> 주요 요인의 ECTIMS 구조

Unit	Economy (E)	Costumer (C)	Technology (T)	Infrastructure (I)	Conservative Maker (M)	SW/IT Company (S)
Grade 1	E1 Anyway, Growth	C1 Aggressive attention and readily to use	T1 Fast development	I1 Very much investment	M1 Cooperation with others totally	S1 Frontier of new business
Grade 2	E2 Recession	C2 Following attention	T2 Slow development	I2 Partial investment	M2 Cooperation Partially	S2 Coordinator of new business
Grade 3	E3 Catastrophe	C3 No concern	T3 Steady	I3 Limited and reluctant investment	M3 Mind own business	S3 Mind own business
Grade 4				I4 No investment		

<그림 3> 마인드맵 분석과 <표 8> ECTIMS 정의의 각 연관성을 분석하기 위해 각각의 요인들과 조합을 도출한다. 예를 들면 경제가 성장하는 상황(E1)에서 소비자가 해당 기술을 적극적으로 수용(C1)하는 조합은 ‘E1C1’으로 만들어 낼 수 있다. 마찬가지로 경제가 성장하는 상황(E1)이고 소비자가 기술을 적극적으로 수용(C1)하고, 기술은 원하는 시간 내에 빠르게 발전하고(T1), 인프라의 투자가 적극적으로 이뤄지며(I1), 전통적인 자동차 업체는 다른 업체와 전략적 제휴를 적극적으로 진행하고(M1) 마지막으로



SW/IT업체는 자율주행 자동차와 관련된 새로운 비즈니스 영역을 만들어가는 (S1) 조합을 구성하면 E1C1T1I1M1S1으로 표현한다.

이러한 주요 요인과 발생 가능성 정도 간의 연관관계 조합을 매트릭스(Matrix) 형태로 구성할 수 있다. 구성된 조합 매트릭스는 정량적 분석을 위해 미래 예측 시나리오 ‘구현 가능성’에 따라 3점 척도로 분석한다. <표 9>는 각 요소의 연관관계 시나리오를 정량화하여 가능성을 구성한 매트릭스 분석 결과이다.

<표 9> 주요 요인 연관관계 분석을 통한 예측 가능 시나리오 분석

구분	C	T	I	M	S
	1 2 3	1 2 3	1 2 3 4	1 2 3	1 2 3
E1	<b>3</b> 2 1	<b>3</b> 2 1	<b>3</b> 2 1 <b>0</b>	<b>3</b> 2 2	<b>3</b> 2 <b>0</b>
E2	2 <b>3</b> 1	2 <b>3</b> 2	1 <b>3</b> 2 1	1 <b>3</b> 1	2 <b>3</b> 1
E3	1 2 2	<b>0</b> <b>0</b> 1	<b>0</b> <b>0</b> 1 2	<b>0</b> 1 2	<b>0</b> 1 1
C1		<b>3</b> 2 1	<b>3</b> 2 1 <b>0</b>	<b>3</b> 2 1	<b>3</b> 2 <b>0</b>
C2		1 <b>3</b> 1	2 <b>3</b> 2 1	2 <b>3</b> 1	<b>3</b> 1 <b>0</b>
C3		1 1 2	<b>0</b> 1 1 <b>3</b>	1 1 <b>3</b>	1 1 <b>3</b>
T1			<b>3</b> <b>3</b> 1 <b>0</b>	<b>3</b> <b>3</b> <b>0</b>	<b>3</b> <b>3</b> <b>0</b>
T2			2 <b>3</b> 1 1	2 <b>3</b> 2	2 <b>3</b> 1
T3			<b>0</b> 2 2 <b>3</b>	1 2 <b>3</b>	1 <b>3</b> 1
I1				<b>3</b> 2 1	<b>3</b> 2 1
I2				2 <b>3</b> 1	2 <b>3</b> 1
I3				1 <b>3</b> 1	2 <b>3</b> 1
I4				1 2 <b>3</b>	1 1 <b>3</b>
M1					<b>3</b> 2 1
M2					<b>3</b> 2 1
M3					1 <b>3</b> 1

<표 9> 매트릭스 결과에서, 전혀 나타날 수 없는 ‘0점’ 경우는 부적합 상황(Anomaly)으로 분류하여 매트릭스에서 제외한다. 예를 들면, 경제가 붕괴상황(E3)의 경우 인프라에 대한 적극적인 투자(I1)가 일어날 가능성은 매우 적으므로 E3I1 조합의 가능성(Possibility)은 ‘0’으로 나타나는 부적합 상황(Anomaly)은 제외한다.

<표 9>의 매트릭스에서 부적합 상황과 가능성이 낮은 ‘1점’과 ‘2점’을 제외하고 가장 가능성 큰 조합들로 구성된 시나리오를 도출하면, 1)E1C1T1I1M1S1, 2)E2C2T2I2M2S2, 3)C1T1I1M1S1, 4)C2T2I2M2S1, 5)C3I4M3S3, 6)T1I1M1S1, 7)T1I2M2S2, 8)T2I2M2S2, 9)T3I4M3S2, 10)I1M1S1, 11)I2M2S2, 12)I3M2S2, 13)I4M3S3, 14)M1S1, 15)M2S1, 16)M3S2 등 16건의 구성 조합을 만들어 낼 수 있다. 하지만 3), 6), 10), 14)는 1)과 중복

되고, 8), 11)은 2)와, 13)는 5)와, 15)는 4)와, 16)은 9)와 중복된다. 그러므로 중복되는 시나리오 9건을 제외하면 7건의 조합으로 요약할 수 있다. 여기서 요약된 7건의 조합에 대해 각각의 시나리오를 정리하면 <표 10>과 같다. (전제조건: 정부의 투자 노력과 범규의 개선이 이루어지고 있다.)

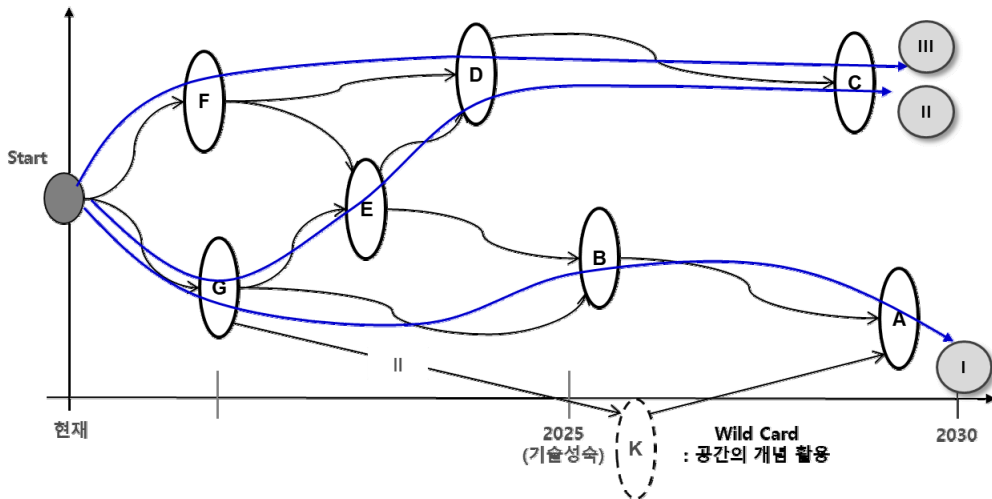
<표 10> FAR 매트릭스 조합을 통한 미래 시나리오 도출

구 분	매트릭스 조합	미래 시나리오
시나리오(A)	E1C1T1I1M1S1	경제발전과 더불어 소비자(컴퓨터, 노약자와 여성 중심)들은 관련 서비스의 요구사항을 가지고 있고, 전통적인 자동차 업체와 SW/IT업체 간의 적극적인 협업을 통해 새로운 비즈니스를 만들기 위해 노력하고 있으며, 관련 서비스 상용화를 위해 기술의 발전과 인프라가 뒷받침되고 있다.
시나리오(B)	E2C2T2I3M1S1	경제 상황은 정체되어 좋지 않으나, 소비자들은 일부 사회적인 필요에 따라 제한적인 관심이 있고, 핵심기술은 상용화에 어려움을 있는 상황이다. 하지만 전통적인 자동차 업체와 SW/IT업체 간의 협업은 계속하여 진행되고, 새로운 부가가치를 창출하기 위한 신규 비즈니스 모델을 만들기 위해 노력하지만, 실제 인프라 투자가 제대로 진행되지 않아 서비스의 상용화 속도가 느리게 진행되고 있다.
시나리오(C)	C2T2I2M2S1	소비자의 제한적인 관심 속에서 일부 핵심기술의 발전 속도가 늦어져, SW/IT업체는 전통적인 자동차 업체 협업 및 신규 비즈니스를 만들려고 하지만, 기존의 자동차 업체는 제한적인 협업을 통해 새로운 비즈니스의 기회를 보고 있다. 이에 정부의 주도적인 노력으로 인프라의 투자는 어느 정도 진행되지만, 기존 자동차 업체의 소극적인 태도로 서비스의 상용화가 예상보다 빠르지 않다.
시나리오(D)	C3I4M3S3	정부의 노력에도 불구하고 소비자들의 관심이 적고, 전통적인 자동차 업체와 SW 업체는 서로의 비즈니스에 집중해서 자율주행 자동차와 관련된 새로운 서비스가 제대로 진행되지 않는다.
시나리오(E)	T1I2M2S2	기술의 발전 속도는 빠르나 전통적인 자동차 업체가 기존 사업을 고수하고 있어 SW/IT업체들과는 부분적인 협업이 진행된다. 그리고 제한적인 투자로 인해 전체적인 인프라의 완성이 늦어져 새로운 비즈니스가 정착하는데 문제가 발생한다.

시나리오(F)	T3I4M3S2	기술 발전이 정체되어 관련 투자 또한 제대로 진행되지 않는 상황이다. 전통적인 자동차 업체는 기존의 사업영역에 집중하려고 하고 SW/IT업체는 일부 협업을 통해 새로운 시장기회를 엿보고 있는 상황이 지속된다.
시나리오(G)	I3M2S2	신규 분야에 부분적인 투자를 하는 상황으로 서로 간 부분적 협업을 통해 시장기회를 찾고 있다.

<표 10>에서 분석한 시나리오 결과를 바탕으로, 선행 연구에서 기술하고 있는 기술적 완성을 2025년으로 가정하고, 시나리오 간의 관계를 분석하여 도식화하면 <그림 4>와 같이 나타낼 수 있다.

<그림 4>에서 Start 지점은 자율주행 자동차에 대한 기술개발과 새로운 서비스 출현을 기대하는 상황으로 가정한다. 관계 도식화 결과, 주요 흐름은 세 가지로 분석된다. 먼저 Scenario I은 자율주행 자동차 관련 산업이 Killer 산업으로 발전하여 여러 가지 비즈니스 모델을 창출하는 긍정적(Positive) 시나리오이다. ‘Scenario II’와 ‘Scenario III’는 자율주행 자동차 일부 기술의 문제와 산업 간의 협력이 늦어져 완전 상용화 지연되는 부정적(Negative) 시나리오로 전개될 수 있다. 단, 연구 모형에서 언급한 미래 환경 연구 요소 중 K에서 와일드카드 개념을 추가함으로 기술 및 산업 도메인의 변화를 판단 할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 너무 복잡한 시나리오의 분산을 방지하기 위해 하나의 요소만으로 고려하였다.



<그림 4> 미래 기술 시나리오 간의 관계 도식화

<그림 4> 관계 도식화 결과를 기반으로 시기별 변곡점을 도출하여 인과관계를 분석해 미래 시나리오를 구체화하면 <표 11>과 같다.

<표 11> 요소 간 관계 도식화를 통한 미래 시나리오 구체화

구분	방향성	미래 시나리오 구체화
Scenario I	긍정적(Positive)	초기에는 자율주행 자동차의 기술 발전에 주력하며 SW/IT업체와 전통적인 자동차 업체의 부분적인 협업을 통해 발전해 나가는 단계로 전개된다. 자율주행 자동차의 기술이 상용화 단계에 가까워지면서 소비자들의 관심이 증가한다. 2025년에는 기술적인 상용화가 완성됨에 따라, SW/IT업체 간의 협력이 매우 활발해진다. 정부와 기업 간의 인프라에 대한 투자가 가속화되면서, 2030년에는 새로운 비즈니스 모델이 창출된다. 새로운 비즈니스 모델을 주도하기 위해 기존 기업 간의 통합이 일어나거나, 반대로 새로운 비즈니스 강자가 나타난다. 또한 비즈니스의 Killer Application을 통해 주요 고객들을 목표로 부가가치를 창출할 수 있는 파생 비즈니스들이 생겨난다. 정부는 산업의 변화를 뒷받침할 자금과 법적 근거를 지원한다.
Scenario II	부정적(Negative)	초기에는 Scenario I과 비슷한 상황이나, 기술의 발전이 늦어지고 업체 간의 고유 비즈니스 영역에 대한 보호로 인해 기술이 완성되기 전에 자율주행 자동차와 다른 새로운 비즈니스 모델을 만들어 내려고 노력한다. 하지만, 기술의 융합과 고객의 요구로 일부 영역(주로 정부 주도의 공공기관 및 공공 인프라)에서 더디더라도 자율주행 자동차의 부분적인 서비스가 발생 된다.
Scenario III	부정적(Negative)	기술적 측면의 많은 장애가 나타나고, SW/IT업체 간의 부분적인 협업과 자신의 고유 비즈니스에 집중함으로 인해 서비스가 상당히 늦어진다.

연구 결과, FAR 방법론과 MPC 방법론을 활용하여 도출된 구성요소를 통합하여 <표 12>와 같이 정의한다.

<표 12> 주요 요인과 관련된 구성요소 정의

요인(Factor)	구성요소
소비자(Customer)	노령 및 여성 중심의 소비자(정부 포함)
기술(Technology)	주요 5대 기술 : 센서/판단/HMI/제어/인프라

인프라(Infrastructure)	교통 정보 및 무선 통신망 (V2X)
기존업체(Conservative Car Maker)	완성차 업체, 전장부품 업체, 차량 반도체 업체
새로운 진입자(SW/IT Company)	전자업체 및 SW 업체(서비스, 플랫폼, 통신 업체 등)
경제(Economy)	경제 상황 - 발전 또는 정체의 부침
정부 외	국가/지방자치단체/정부-기업 컨소시엄

본 연구에서 자율주행 자동차 산업에 MPC와 FAR 방법론을 통합적으로 적용하여 미래 시나리오를 예측한 결과, 2025년경에 기술이 완성되고 2030년경에 자율주행 자동차와 관련된 새로운 비즈니스 모델이 출현하고 새로운 역할자들에 의해 시장이 급격하게 성장할 것으로 예측된다. 특히 2030년경에는 자율주행 자동차 산업의 패러다임이 변경되는 요소들이 출현할 것이며, 이러한 요소들의 출현을 위해서는 다음과 같은 기술적, 제도적, 환경적, 서비스가 구축될 것으로 예상할 수 있다.

- 2025년을 전후로 자율주행 자동차의 상용화와 관련된 기술/제도/환경에 대한 인프라가 어느 정도 완성된다.
  - 자율주행 자동차에 대한 법적 근거 및 보험에 대한 제도 정비 완료
  - 정부 주도 및 민간 합작을 통한 교통 인프라 및 관리 시스템 구축
  - 무인 자율주행 자동차의 인식/판단/V2X 등의 기술의 상용화
- 2030년에는 차량의 제조/부품업체, 서비스 업체, 통신 업체, Entertainment 업체 간의 제휴/파괴 등이 발생하여, 새로운 형태의 시장경쟁 강자의 출현이 예상된다.
- 노인 또는 여성 인구(또는 일반 사용자)들의 자율주행 자동차 서비스 업체를 통한 이용이 일반화된다.
  - 자율주행 자동차 서비스 업체 및 관련 서비스의 등장
- 언제든지 필요한 시간 및 장소에 자동차의 자동 대기, 이동, 주차 등이 가능하다.
- 운전 중 각종 업무가 가능하고 여러 정보를 자동차를 통해 획득하고, 필요한 Entertainment를 이용한다.

#### 4.4. 미래 예측 시나리오 검증

마지막으로 Kaptelinin et al.(1999)이 제시한 평가 체크리스트를 활용하여 자동차 도메인의 전문가 3인이 미래 시나리오의 타당성을 검증하였다. 체크리스트는 ‘고객/서비스, 산업 환경, 학습과 인지, 기술개발’의 4가지 관점에서 예측 결과와의 부합도에 따라 ©

상, ● 중, ○ 하로 표기하였다. 검증 결과는 <표 13>과 같다.

<표 13> 자체평가를 통한 부합도 검증 결과

분류	Checked contents	Results	평가
Means / ends (고객/서비스)	Are all target actions actually supported?	경제(발전 또는 정체), 기술(사용화), 소비자(제품 사용), 주요 역할자들(기술개발 및 비즈니스 창출), 인프라(투자), 정부(제도 정비) 모든 요소 간의 관계가 설명	◎
	Is there any functionality of the system that is not actually used? If yes, which actions were intended to be supported with this functionality? How do users perform these actions?	자율주행 자동차의 상용화가 가능하지만, 대규모 인프라 투자는 늦어질 가능성이 있음	●
	Are there actions, other than target actions, that are not supported, but users obviously need such support?	현재의 일부 기술적 한계는 극복 가능함	◎
Environment (산업 환경)	Are concepts and vocabulary of the system consistent with the concepts and vocabulary of the domain?	거의 일치하며, IT융합과 더불어 새로운 개념이 나올 수 있지만, 개념적으로 달라지지 않음	◎
	Will the operation match user's horizon of expectation?	사용자의 기대 범위에 도달하지만, 추가 기술개발 및 제도적 정비가 필요할 수 있음	●
	Are computer resources necessary to produce a certain outcome integrated with each other?	핵심 기술들의 및 도메인 통합을 통한 기술개발이 활발하게 진행됨.	◎
Learning/ Cognition/ Articulation (학습과 인지)	Is the whole "action life-cycle," from goal setting to the final outcome, taken into account and/or supported?	자율주행 자동차의 기술의 상용화는 소비자의 모든 행동 라이프 사이클에 대해 지원이 가능할 것으로 예측	◎
	Does the system help to avoid unnecessary learning?	일부 추가적인 학습이 요구되지만, 쉽게 극복 가능	●
	Is externally distributed knowledge easily accessible when necessary	새로운 비즈니스와 모바일 기기의 통합 가능	◎
Development (기술개발)	What are the consequences of implementing the target technology on target actions? Did expected benefits actually take place?	자율주행 자동차 기술은 완성단계에 있으며, 서비스 업체들이 다양한 시범 사업을 전개하고 있음	●
	Did users have enough experience with the system at the time of evaluation?	자율주행 자동차는 차량의 기능도 수행하기 때문에 문제없음	◎
	Did the system require a large investment of time and effort in learning how to use it?	시스템은 노약자 또는 여성들이 충분히 사용 가능하며, 어려움이 거의 없음	◎

<표 13> 시나리오 검증 결과, 개별 도출된 시나리오가 나타날 수 없는 치명적인 요소 (Critical factor)는 없다. 이로써 4.3절에서 MPC와 FAR에 의해 통합된 시나리오는 1) 고객/서비스, 2) 산업 환경, 3) 학습과 인지, 4) 기술개발 모든 관점에서 ‘● 중’ 이상의 적절성을 가지고 있다고 볼 수 있다.

본 연구에서 도출한 미래 시나리오에 대해, 규범적 및 탐구적 특성을 가진 미래 예측 방법들의 통합 연구 방법은 자동차 산업과 같이 기술 변화가 급격하게 일어나고, 다양한 이해관계자와 복잡한 요인들의 상호작용이 많은 분야에 적용될 수 있다.

## V. 결론 및 시사점

현재 자율주행 자동차 분야는 기술융합과 더불어 차량 핵심기술 및 사회 패러다임의 급격한 변화와 더불어 산업계의 주요 역할자들이 시장 선점을 위한 치열한 경쟁 속에 노출되어 있다. 이러한 다양한 변화에 대응하기 위한 기술 및 시장에 대한 수많은 전망이나 보고서가 계속해서 출간되고 있다.

하지만, 기존 자료들은 전문가의 인터뷰 및 판단에 의존하여 시장의 기술 및 시장에 대한 예측 보고서 형태로 제공되고 있어, 기술 및 사회적 변화를 동시에 고려한 체계적인 미래 연구방법론을 적용한 사례를 찾기가 어려운 상황이다.

본 연구는 목표는 이러한 한계를 극복하기 위해, 다양한 요인들의 상호작용 및 주요 역할자들의 이해관계가 참여한 자율주행 분야의 미래 예측에 적합한 방법론을 선정하여 미래 시나리오 연구 방향을 제시하고자 하였다.

본 연구는 자율주행 자동차 분야 미래 예측 분야에서 다음과 같은 방법론적, 실무적 기여와 시사점을 갖는다. 첫째, 현재 자율주행 자동차 산업 변화의 핵심적인 요인을 도출하여, 요인들의 역할, 요인 간의 영향, 주요 핵심 역할자 등을 분석하였다. 둘째, 다양한 분야에서 사용되고 있는 미래 연구 방법들을 분석하여 기술의 전망과 사회변화를 연구하는 방법론인 필드 변칙 완화기법 (FAR)과 멀티 전망 개념 기법 (MPC) 방법론을 자율주행 자동차 분야에 적합한 미래 연구 방법으로 제안하였다.

셋째, 이전 연구의 MPC는 기술의 관점에서 조직 및 개인의 상호작용을 분석하는 접근법을 사용하였지만, 본 연구에서는 기술과 조직 및 개인(소비자) 관점을 동시에 분석하였다. 특히 자율주행 자동차 산업은 ‘기술’이 핵심적인 요소이나, 결국은 해당 기술을

개발하는 주체인 ‘조직’과 그 기술을 받아들이는 ‘사용자(소비자)’의 역할이 중요하기 때문이다. 동시에 자율주행 자동차의 산업 변화의 핵심 요인들에 대해 FAR를 적용하여, 다수의 예측 방향 중 실제 일어날 수 없는 부적합 시나리오를 사전에 제거하여 시나리오의 신뢰성을 높였다.

넷째, MPC와 FAR를 적용하여 도출된 미래 시나리오를 통합하여 제시하였다. 마지막으로 평가 체크리스트를 활용하여 통합된 미래 시나리오의 타당성을 검증하였다.

본 연구에서 제시된 방법은 자율주행 자동차와 같이 다양한 변동성이 존재하는 기술 및 산업 분야의 미래 예측 연구 방법의 하나로 적용될 수 있음을 시사한다. 결국, 미래 예측의 핵심 목표는 주요 역할자들 관점에서 해당 분야의 전략적 목표와 계획을 수립하는 근거로 활용될 수 있어야 한다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 첫째, 시간적 제약 및 산업계의 일부 전문가의 참여만으로, 주요 역할자들 관점에서 도출된 시나리오가 실현될 수 있도록 우선 추진해야 하는 전략적 목표까지는 제시하지 못했다. 향후 추가 연구를 통해 이러한 부분을 보완하게 되면 좀 더 실용적인 결과가 도출될 것으로 기대한다.

둘째, 본 연구는 자율주행 자동차의 상용화 과정에서 발생할 수 있는 핵심기술과 관련된 한계 및 문제들은 해결될 것이라는 가정하에 연구를 진행하여, 기술 변동성에 따른 산업 변화에 대해 전망이 달라질 수 있는 부분과 와일드카드와 같은 급진적 혁신이 일어날 수 있는 요소가 내재 되어 있음을 밝혀둔다.



# 참고문헌

## (1) 국내 문헌

- 김지은(2014) [INNOVATION REVIEW] vol.2. Issue 1. Future technology-design convergence Part3, p. 21, ISSN 2288-0844
- 문종덕·조광오 (2014), “산업부의 자율주행 자동차 기술개발 방향” [한국산업기술평가원 PD Issue Report 2014]
- 이세준, 이윤준, 홍정임 (2008), “통합적 미래 연구방법론의 탐색 및 적용”, 『과학기술정책연구원, 정책연구 2008-16』, p. 129-136
- 임현, 한종민, 손석호, 황기하 (2010), “시나리오를 이용한 과학기술예측조사의 정책 활용도 제고에 관한 연구 : 신재생에너지 시나리오”, 『기술혁신연구, 제18권 제1호』, p. 53-74
- 자동차산업연구소 (2015), “자율주행차 핵심기술 개발전략” [보고서-연구프로젝트 2015-15]
- 정석운, 남세일, 홍석, 한창희 (2003), “기업의 미래기술 예측을 위한 방법론 및 사례 연구”, 『한국전자거래학회』, 제11권 제1호
- 한국산업기술진흥원 (2017), “자율주행차가 초래하는 사회변화와 주요 이슈” [2017 산업기술 리포트]
- 한국산업기술진흥원 (2020), “MaaS가 초래하는 사회변화와 주요이슈” [2020 산업기술리포트]

## (2) 국외 문헌

- Anderson, M., Kalra N., Stanley, D., Sorensen, C., and Oluwatola A. (2016). “Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymaker”, Santa Monica, CA: RAND Corporation, [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html). Also available in print form.
- Breitschwerdt, D., Conet, A., Michor, L., Müller, N., and Salmon, L. (2016). *Performance and disruption - A perspective on the automotive supplier landscape and major technology trends*, Hg. v. McKinsey & Company.
- California DMV(Department of Motor Vehicle), Autonomous Vehicle Collision Reports from <https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-industry-services/autonomous-vehicles/autonomous-vehicle-collision-rep>.
- Coyle, R.G. and Yong, Y. C. (1996), “A scenario projection for the South China Sea: Further experience with field anomaly relaxation”, *Futures*, Vol. 28, No. 3, pp. 269-283.
- Coyle, R.G. (2003) *Scenario thinking and strategic modelling*, in DO Faulkner & A Campbell

- (eds), *The Oxford handbook of strategy*, Oxford University Press, pp. 308 - 349.
- Duczynski, G. (2000), "A Practitioner's Experience of Using Field Anomaly Relaxation (FAR) to craft futures", *Futures Research Quarterly*, Winter, pp. 19-33.
- Glenn, J. (1994), "Introduction to The Future Research Methodology Series", AC/UNU Millennium Project
- Glenn, J. and Gordon, T. (2001), "The Millennium Project : Challenges We Face at the Millennium", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 66, No. s 2 - 3, pp. 129 - 312.
- Glenn, J. and Gordon, T. (2009), *Futures Research Methodology Version 3.0*, Research Methodology, The Millennium Project, American Council for the United Nations, Washington, DC.
- Kaptelinin, V., Nardi, B., and Macaulay, C., (1999), *The activity checklist: a tool for representing the 'space' of context, interactions*, pp. 29 - 39.
- Linstone HA. (1989), *Multiple perspectives: Concepts, applications and user guidelines*, *Systems Practice 2*: pp. 307-331.
- Litman, T. (2020). *Autonomous vehicle implementation predictions Implications for transport planning*, Victoria, BC: Victoria Transport Policy Institute.
- Mendonca, S., Cunha, MPE., Ruff, F., Kaivo-oja, J., (2009), "Venturing into the Wilderness Preparing for Wild Cards in the Civil Aircraft and Asset-Management Industries", *Long Range Planning*, pp. 23-41.
- Moore, M. M and Lu, B. (2011), "Autonomous vehicles for personal transport: A technology assessment", *SSRN*. [Online]. Available: <http://ssrn.com/paper=1865047>.
- NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), *The Road to Full Automation* from <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>
- Rhyne, R. (1974), "Technological forecasting within alternative whole futures projections", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 6, pp. 133-62.
- Rhyne, R. (1981), "Whole-pattern futures projection using field anomaly relaxation", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 19, pp. 331-60.
- Rhyne, R. (1995), "Field anomaly relaxation: the arts of usage", *Futures*, Vol. 27, No. 6, pp. 657-74.
- SAE(2018), (R) *Surface Vehicle Recommended Practice : Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*
- Silberg, G. , Wallace, R. , Matuszak, G. , Plessers, J. , Brower, C. , and Subramanian, D. (2012), *Self-Driving Cars: The Next Revolution*, KPMG, New York, and Center for Automotive

Research, Ann Arbor, Mich. from <http://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-next-revolution.pdf>.

Silberg, G. , Manassa, M. , Everhart, K. , Subramanian, D. , Corley, M. , Fraser, H. , and Sinha, V. (2013), *Self-Driving Cars: Are We Ready?*, KPMG, New York. from <http://www.kpmg.com/US/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/self-driving-cars-are-we-ready.pdf>.

Stephens, A. K. (2006), *Future Urban States: a Field Anomaly Relaxation Study*, Technical, Report Series DSTO-TR-1910, Defence Science and Technology Organisation, Australia.

Ulinwa, IVC. (2008), *Machine intelligence quotient: A multiple perspective analysis of intelligent artificial systems including educational technology*, Walden University. ProQuest Dissertations Publishing, 3297188.

□ 투고일: 2021.09.28. / 수정일: 2022.04.05. / 게재확정일: 2022.04.18.