

전기자동차 전력연계시스템의 리뷰

임재원¹ · 임옥택^{2†}

¹울산대학교 대학원 경영학부, ²울산대학교 기계공학부

Review of Electric Vehicle to Grid System

JAEWAN LIM¹, OCK TAECK LIM^{2†}

¹Graduate School of Business Administration, University of Ulsan, 93 Daehak-ro, Nam-gu, Ulsan 44610, Korea

²School of Mechanical Engineering, University of Ulsan, 93 Daehak-ro, Nam-gu, Ulsan 44610, Korea

[†]Corresponding author :
otlim@ulsan.ac.kr

Received 7 October, 2020
Revised 15 December, 2020
Accepted 30 December, 2020

Abstract >> Whilst vehicle-to-every (V2X) is still at a research and development phase, we are nearing the point when this technology could begin to enter in commercial mass markets. However, this transition is unlikely to happen until a number of issues have been resolved which currently hinder the developing of V2X technology and its capacity to provide value to end-users and other actors. This roadmap has set out plan for how these issues may be overcome, based on eight key goals that the automotive industry, network operators and policy makers should aim to achieve. Suggestions for near-term activities that may be carried out towards meeting these goals have also been identified.

Key words : Vehicle-to-every(차량사물전력연계, V2X), Roadmap(로드맵), Vehicle-to-grid(차량과 전력망 간 연결, V2G), Vehicle-to-home(차량과 주택 간 연결, V2H), Vehicle to load(차량과 도로 간 연결, V2L)

1. 서론

지구 온난화, 에너지 안보 및 대기 오염의 건강 영향에 대한 우려로 인해 차세대 운송수단으로 휘발유 및 디젤 모델보다 플러그인 전기자동차(plug in hybrid vehicle) 및 플러그인 하이브리드 전기자동차(plug-in hybrid electric vehicle)가 선택되고 있다. Fig. 1을 보면 2017년 상반기와 2018년¹⁾ 사이에 전기자동차(electric vehicle, EV)의 세계 판매량은 66% 증가하였으며, 2030년까지는 전기 경량차량의 수가

1억 2,500만 대에 달할 것으로 예측되었다. 성장은 유럽, 중국, 미국을 중심으로 이루어지고 있으며 2017년 자동차 판매량에서 노르웨이는 비율 측면(39%)에서, 중국은 볼륨 측면(58만)에서 EV 시장을 이끌었다²⁾.

이 수송 시스템의 극적인 변화는 전력 시스템의 도전과 기회를 가져왔다. 주요 관심사는 차량 충전이 최대 전기 부하를 크게 증가시킬 수 있으며 수요를 충족시키기 위해 새로운 세대 및 그리드 용량에 대 규모 투자가 필요하다는 것이다. 그러나 "스마트 충

전" 기술을 통해 차량 충전을 오프 피크 기간으로 전환함으로써 이러한 불리한 결과가 완화될 것으로 예상되었다. 영국에서는 National Grid가 2040년까지 스마트 충전으로 인해 EV로 인한 최대 수요 증가를 8 GW로 제한할 수 있으며 이는 총 용량 증가에 대한 10% 기여도와 같다³⁾.

EV에 대한 부정적인 영향을 완화하는 것 외에도 EV는 전력 시스템에 이점을 줄 수 있다. 차량 충전을 동적으로 제어하고 EV 배터리가 차량 대 그리드로 알려진 기술인 vehicle-to-grid (V2G)를 이용하여 그리드로 다시 전기를 공급할 수 있게 함으로써 언젠가 건물 시스템의 수준에 맞게 유연성과 용량을 제공할 수 있을 것이다. EV는 언젠가는 시스템, 분배 및 빌딩 수준에서 유연성과 용량을 제공할 수 있을 것이다. 풍력 및 태양열과 같은 다양한 재생 가능 에너지원의 수준과 같이 향후 전력 시스템의 유연성에 대한 필요성이 증가할 것으로 예상되고 있다. 따라서

Fig. 2와 같이 EV에 재생 가능 에너지 공급이 일치하고 그리드 보안 및 안정성을 향상시키기 위한 주파수 조정 서비스를 제공하면 미래의 부하 곡선을 형성하는 데 도움이 될 수 있다.

전기 네트워크를 지원하는 것뿐만 아니라 EV 배터리에 저장된 전력은 건물, 독립형 부하 및 기타 EV에 전력 공급과 같은 다양한 응용 프로그램을 수행하는 데 사용될 수 있다. 이러한 다양한 응용 프로그램의 등장으로 V2G 및 여러 다른 응용 프로그램을 포괄하는 vehicle-to-every (V2X)라는 포괄적인 용어가 사용되었다.

V2X 개념에 대한 관심은 최근 몇 년 동안 증가해 왔으며, 2010년 이래로 1,000개 이상의 학술 간행물과 전 세계적으로 50개 이상의 시범 프로젝트⁴⁾가 수행되었다. V2G 기술이 구현될 수 있는 방법, 가치를 생성하는 방법 및 부정적인 영향을 완화할 수 있는 방법에 대한 이해를 향상시키기 위해 많은 진전이

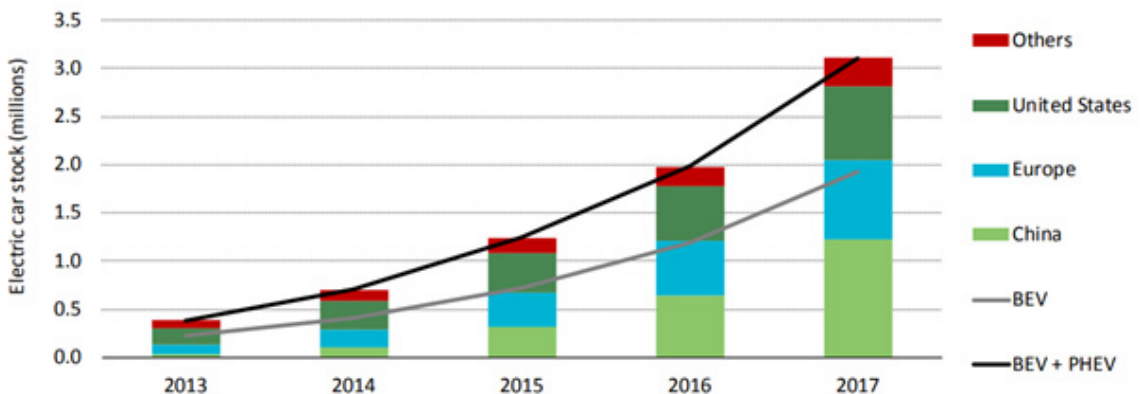


Fig. 1. EV stock historic data²⁾

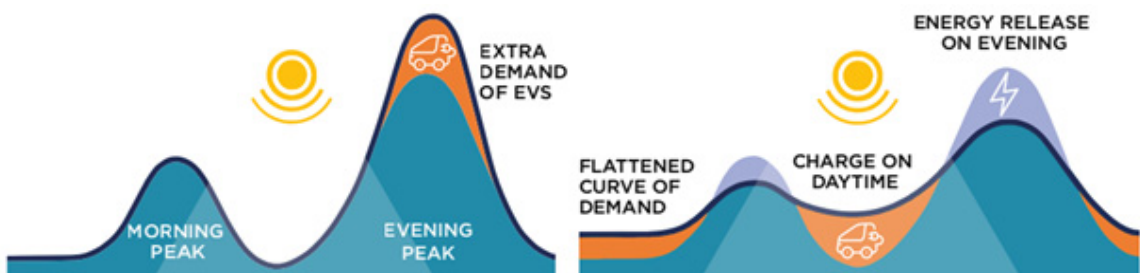


Fig. 2. Load curve without (left) and with V2G (right)⁷⁾

있었다. 그러나 V2X는 신형 기술로 남아 있으며 비즈니스 사례는 아직 상업적 규모로 입증되지 않았다.

V2X는 최종 사용자, 그리드, 건물 및 기타 부하에 이점을 제공하기 위해 여러 연구 및 시연 프로젝트를 통해 보였다. 또한 전기 이동성의 총 소유 비용을 절감하고 저탄소 수송의 흡수를 가속화할 수 있는 잠재력이 있다. 그러나 사업 사례는 여전히 불분명하며, 그 기술은 아직 널리 대중의 인식을 얻거나 대규모 시장에 진출하지 못하였다. 이 지점에 도달하기 위해서는 정부뿐만 아니라 운송 및 에너지 부문의 이해 관계자가 V2X의 잠재적 이익을 극대화하고 현재 개발이 느린 장벽을 극복하기 위한 활동을 조정할 필요가 있다. 본 논문에서는 이러한 필요성을 알리는 데 목적을 두고 있다.

2. V2X 개요

2.1 스마트 충전

초기 구분은 V2X와 “스마트 충전(smart charging)” 사이에서 이루어졌으며, "제어 충전"이라고도 하며 때로는 약어로 된 VIG로 알려졌다. 스마트 충전 및 V2X는 EV 배터리가 충전되는 속도를 원격으로 제어할 수 있지만 V2X 기술만으로는 온 보드 EV 배터리로 시스템에 전력을 공급할 수 있다. 다시 말해 V2X 시스템은 유연한 발전기 및 유연한 부하로 작동할 수 있지만 스마트 충전은 유연한 부하로만 작동할 수 있다.

스마트 충전은 시장 통합에 대한 첫 번째 접근 방

식으로 EV가 다양한 에너지 및 기타 제어 신호에 응답할 수 있게 하였다. 실제로 스마트 충전은 많은 상업 시장에서 널리 이용 가능해지고 있다. 반면에 스마트 충전과 달리 연구 개발 단계에 있는 V2X 장비는 EV가 그리드의 자원으로서의 잠재력을 증가시키는 두 번째 단계로 볼 수 있다. 로드맵의 초점은 스마트 충전보다는 V2X에 있다.

2.2 V2X 기술

V2X의 사용을 위해서는 온 보드 배터리에서 AC로 DC 출력을 변환하는 인버터와 같은 표준 또는 추가 전기 장비가 필요하다. 이 추가 변환 장비는 일반적으로 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 EV 충전설비(electric vehicle service equipment, EVSE)에 통합되어 있지만 일부 제조업체는 차량(workshop IX) 내에 이를 통합하는 것을 고려하고 있다. 제어 장치는 차량과 연결된 전기 시스템의 이러한 상호 작용을 관리하기 위한 상류 통신 프로토콜과 효율적이고 신뢰할 수 있는 안전한 배터리 충전 및 방전에 필요하다.

V2X 시스템은 배포된 메인 그리드에 연결되면 여러 가지 추가 기술 요구 사항을 충족해야 한다. 예를 들어, EVSE에 결함이 있거나 유지 보수 작업이 진행될 수 있는 동안 차량이 그리드에 전력을 공급하지 않도록 하기 위해 적절한 loss of mains 보호 장비를 가져야 한다. 또한 그리드와의 전기 교환을 측정하기 위해서는 양방향 계량 능력이 필요하다⁹⁾. 이러한 모든 요구 사항은 지역 또는 국가 네트워크 운영자가 규정한 그리드 코드를 준수해야 한다.

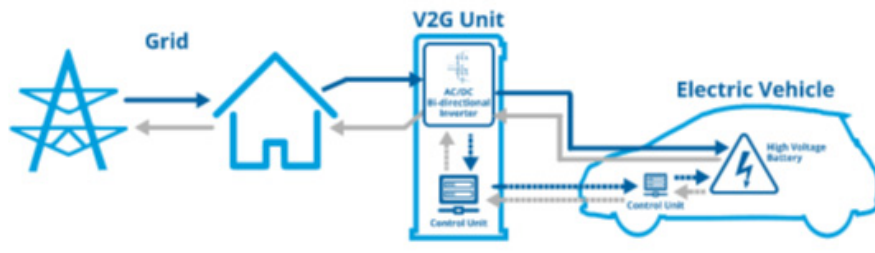


Fig. 3. V2G diagram⁸⁾

2.3 V2X 적용

V2X 기술은 여러 가지 응용 프로그램에 사용될 수 있다. 응용 프로그램 중 현재 가장 중요하게 고려되는 것은 V2G이다. EV는 소비자량 측정기 뒤의 유통 네트워크를 연결하고 전력 시스템의 다른 액터에 서비스를 제공한다. V2G 서비스에는 배전계통운영자(distribution system operator, DSO)에 대한 관리 서비스, 송전 시스템 운영자(transmission system operator, TSO)에 대한 서비스 균형 조정 및 balancing responsible parties와의 에너지 거래가 포함된다. 그리드에 충분히 크고 신뢰할 수 있는 응답을 제공하

기 위해 V2G 서비스는 여러 EVSE의 집계가 필요하므로 전원 시스템에서 새로운 "집계 장치" 역할을 한다.

다른 주요 적용분야로는 차량 대 집(vehicle-to-home, V2H) 또는 차량 대 건물(vehicle-to-building, V2B)이다. 이러한 응용 프로그램은 Fig. 4와 같이 전기 연결 측면에서 V2G와 유사하지만 그리드 운영자에게 서비스를 제공하거나 집계기를 통해 에너지 시장에 직접 참여하는 대신 차량이 연결된 가정 또는 건물 사용자에게 서비스가 제공된다. V2H/V2B는 건물 사용자의 에너지 비용을 줄이고 현장에서 자체 공급을 극대화 할 수 있다. 또한 V2B/V2H는 예비 비상 상황

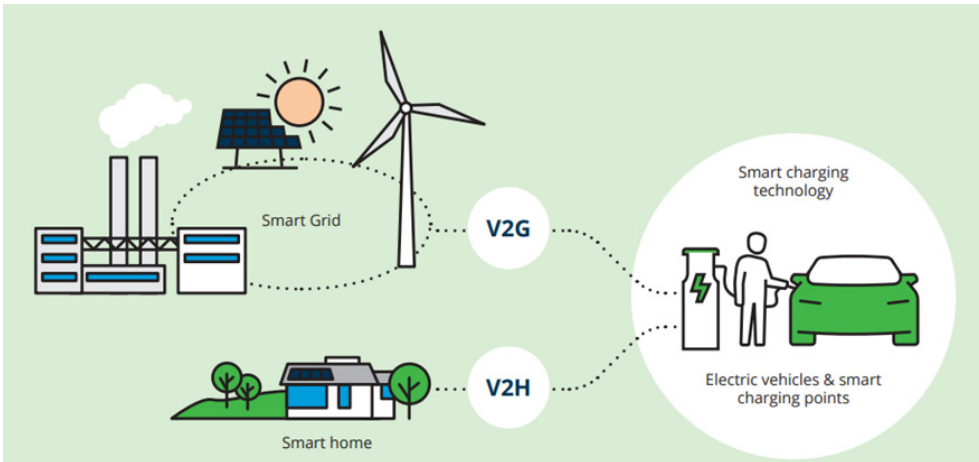


Fig. 4. Vehicle to grid (V2G) and vehicle to home (V2H)⁹⁾

		Typical Response Times	Typical Duration of Service	Typical Revenue
Frequency Services	Including Frequency Regulation, Restoration and Containment i.e. FFR	0 – 30 seconds	30 seconds – 30 mins	EEEE
Reserve Services	Typically separate positive and negative services i.e. STOR & DTU	5 – 240 mins (faster response = higher value)	30 mins to 4 hours	EE
Capacity Markets	Used to ensure sufficient capacity is available to meet system need	Up to 4 hours	Potentially unlimited (risk to DSR)	EEE

Fig. 5. Summary of TSO system service markets in Great Britain⁷⁾

이후의 상황에서 백업 전원 공급 장치를 제공하여 그리드 전기를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 건물 또는 가정의 전원을 차량의 배터리에서 공급할 수 있다.

최종 적용 분야는 배전 네트워크에 정상적으로 연결되지 않은 개별 시스템으로의 전력 흐름을 특징으로 하는 차량 대 부하(vehicle to load, V2L) 및 차량 대 차량(vehicle-to-vehicle, V2V)이다. V2L의 경우 캠프장 및 건설 현장 등이 포함되며 V2V의 경우 충전에 대한 액세스 권한이 없는 다른 EV를 포함할 수 있다.

2.4 V2X 가치 제안

2.4.1 TSO에 대한 시스템 서비스(V2G)

현재까지 가장 널리 보급되고 상업적으로 입증된 서비스는 V2G 집합을 사용하여 TSO에 시스템 서비스를 제공하는 것이다. Fig. 5와 같이 주파수 규제, 예비 용량 시장을 포함하는 이러한 서비스는 전력 품질을 개선하고 보다 우수한 시스템 안정성을 제공하며 최소 용량 마진 요건을 충족시키도록 설계되었다. 다른 시스템 서비스로는 응답 시간, 램프 속도, 방향, 사용률 및 지속 시간 측면에서 다양한 특성을 갖는다. V2G에 가장 적합한 시스템 서비스 종류는

빠른 응답 시간, 대칭 응답 패턴, 최소 에너지 처리량, 짧은 지속 시간 및 거의 활성화가 되지 않은 것이 특징이다⁹⁾. 또한 TSO는 시스템 서비스 계약에 대한 최소 전력 및 신뢰성 임계값을 설정하기 때문에 이러한 요구 사항을 충족하기 위해 여러 EV (및 기타 리소스)의 응답을 조정해야 한다.

즉, Fig. 6에서 볼 수 있듯이 V2G를 하루 종일 여러 서비스 시장에 참여할 수 있도록 함으로써 부가 가치를 실현할 수 있다.

2.4.2. DSO에 대한 시스템 서비스(V2G)

V2G는 미래에 제약 조건 관리 및 전압 제어를 포함하여 DSO에 사전 및 사후 서비스를 제공할 수 있다. TSO 시스템 서비스와 마찬가지로, 충분히 크고 신뢰할 수 있는 응답을 생성하기 위해 여러 V2G 유닛의 동작을 조정하기 위해 집계기가 필요하다. 이러한 서비스는 위치에 크게 의존할 가능성이 높으며 이러한 배포 시스템 서비스 시장은 아직 초기 단계이다. 따라서 현재 상황에서 V2G 부서가 그러한 서비스를 제공함으로써 기대할 수 있는 가치를 정량화하고 일반화하는 것은 어렵다.

2.4.3. 측정기 최적화(V2B)

- 1) 사용 시간(time of use, ToU) 관세 - 소비자는

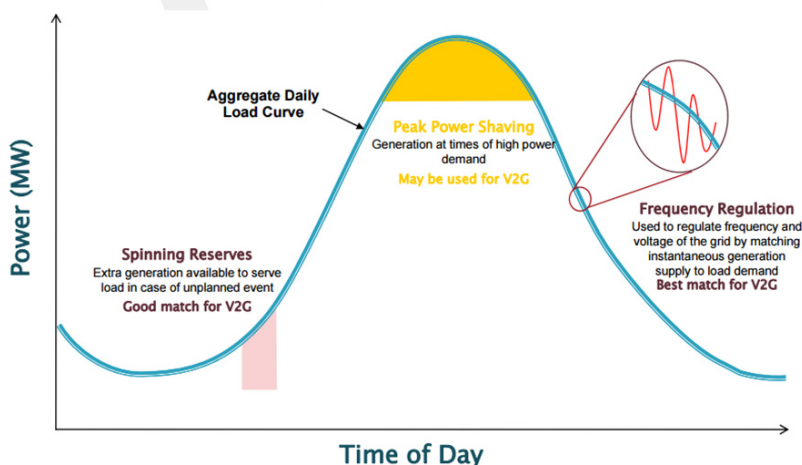


Fig. 6. Participation of V2G in different TSO services¹⁰⁾

\$/kWh로 측정된 전기 가격의 영향을 받는다. 이 가격은 시간의 함수에 따라 다르며 전기 생산 및 공급 가격을 모두 포함할 수 있다. 최대 관세에는 피크 및 비 피크 관세, 동적 가격 책정, 실시간 가격 책정 및 주요 피크 가격 책정이 포함된다. 가격은 전기 가격이 낮을 때 V2X 요금을 예약하고 가격이 높을 때 버리는 방식으로 생성될 수 있다. ToU 가격 신호에는 전기 도매 시장 가격의 변동, 시스템 요금의 유통 및 전송 사용이 반영되거나 시스템 강제 기간 동안 부하 감소가 장려될 수 있다.

2) 용량 충전 - 고객은 \$/kW/day로 측정된 최대 허용 생산 및 공급 용량을 기반으로 네트워크 액세스에 대해 고정 일일 요금이 부과된다. V2X는 건물의 용량 요구사항을 줄이기 위해 "peak shaving"에 사용할 수 있으므로 일일 용량 비용 감소를 통해 가치를 창출할 수 있다.

3) 자가 공급 - 건물이 현장 발전을 통합하고 비대칭 생산 및 공급 가격을 적용받는 경우 자체 공급을 극대화하여 가치를 창출할 수 있다. 일반적으로 V2X는 현장 생성이 있고 수요가 높을 때 배출되는 기간 동안 최적으로 요금을 부과함으로써 가치를 창출할 수 있다.

집계자의 중앙 집중식 제어를 기반으로 하는 DSO 및 TSO 시스템 서비스 조항과 달리, 미터 단위의 V2B 제어는 완전히 분산될 가능성이 높으며, 각 V2B 장치는 국가 또는 지역 가격 신호 및 EV 사용자의 요구에 따라 독립적으로 충전 작용을 최적화한다⁶⁾.

현재 많은 국내 부동산은 전기 가격에 변화가 없으므로 계량기 V2B를 통해 가치를 창출할 수 있는 기회가 제한적이다. 그러나 스마트 계량의 세계적인 역할은 미래에 그러한 관세를 가능케 할 것이다. 상업용 건물은 ToU 관세를 통해 전기를 구입할 가능성이 더 높지만 이러한 관세는 일반적으로 유연성과 용량의 가치를 완전히 반영하지 못한다.

2.4.4. 백업 전원 공급 장치(V2H)

백업 전원 공급 장치의 가격은 건물 유형과 사용

자 요구 사항에 따라 크게 달라진다. 또한 지역이 전력 시스템 중단에 얼마나 취약한지에 달려 있다. 백업 전원 공급 장치의 가치를 추정하는 한 가지 방법은 규제 기관이 개발한 메트릭을 사용하여 소비자에게 전력 손실 비용을 정량화하는 것이다. 영국에서는 손실 전력의 잠재 가치(value of lost load) 측정법이 사용되며 시간, 계절 및 사용자 유형에 따라 6,957 파운드/MWh에서 44,149 파운드/MWh 사이에서 달라질 수 있다. 전력공급지장확률(loss of load probability) 데이터와 결합한 수치를 사용하여 고객에게 백업 전원 공급 장치의 가치를 대략적으로 나타낼 수 있다. 그러나 EV는 항상 건물에서 연결되어 있지 않기 때문에 백업 전원으로서의 가치는 할인되어야 하며 무정전 전원 공급 장치가 필요한 특정 상황에서서는 적합하지 않는다.

2.4.5. V2L 및 V2V

V2L 및 V2V 응용 프로그램의 가치 제안은 이러한 기술이 사용자에게 제공하는 유용성에 따라 달라진다. V2L과 대량 시장의 가능한 많은 징후가 아직 존재하지 않기 때문에 가치를 정량화하는 것은 쉽지 않다. 응용 프로그램의 예시 중 하나로써 배터리가 중도에서 소진되면 V2V를 사용하여 긴급 도로 복구 서비스를 사용할 수 있게 해주는 프로그램이 있다. 이 예에서 해당 서비스의 가치는 기존 도로 복구 서비스의 가치와 유사할 수 있지만 이 시장의 크기는 크지 않을 것으로 예측된다.

3. V2X 현황

3.1 장벽

현재 V2X 기술의 개발을 지연시키는 7가지 장벽이 확인되었다.

1) V2X가 가능한 하드웨어 부족 - 현재 차량과 충전 지점 사이에 양방향 전력 흐름을 제공할 수 있는 제한된 수의 EV가 시장에 있다. 또한 V2X 지원 및 EVSE 플러그의 가용성이 제한적이다. 이는 V2X 기

능이 V2X 기능에 대한 차량 사용자의 요구 부족과 함께 배터리 노화에 대한 V2X의 영향에 대한 주문자 상표 부착 생산(original equipment manufacturing, OEM)의 우려로 인한 것으로 예측된다.

2) 집합 능력 부족 - V2X 집계에 필요한 통신 및 제어 인프라는 여전히 개발 초기 단계에 있으며 시장에는 상업용 집계기가 거의 없다.

3) V2X에 대한 그리드 코드 지원 부족 - 많은 국가의 그리드 코드는 EV 또는 EVSE를 네트워크에 전력을 주입할 수 있는 분산 에너지 저장 리소스로 인식하지 못한다. 그리드 상호 연결 및 인증 프로세스는 느리거나 비싸서 종종 금지된다.

4) 가격 신호에 노출되지 않는 건물 - 많은 건물, 특히 국내 부동산은 ToU 관세 또는 용량 요금에 노출되어 V2X 충전 및 배출을 최적으로 계획할 수 없다.

5) V2X에 적합하지 않은 TSO 시장 - TSO 시스템 서비스 시장에 대한 접근은 V2X에 의해 금지되거나 시장 설계가 V2X의 완전한 참여를 막는다.

6) 개발되지 않은 DSO 시장 - DSO 시스템 서비스

는 초기 단계에 있으며 현재 배포 네트워크 수준에서 유연성과 용량의 가치를 실현하는 방법은 거의 없다.

7) 낮은 고객 인식 수준 - 현재 V2X 기술에 대한 고객 인식 수준이 낮으며 최종 사용자는 V2X의 가치에 대해 잘 이해하지 못하는 경우가 많다.

또한 다른 장벽은 다른 V2X 응용 프로그램 및 가치 제안에 영향을 미친다는 점에 유의해야 한다는 것이다. 이 관계를 이해하기 위해 Fig. 7에 8가지 ‘사용 사례’와 그에 따른 장벽이 표시되어 있다. 일부 장벽은 모든 사용 사례에 영향을 미치고 다른 장벽은 V2X 기술에만 영향을 미치고 다른 장벽은 제공되는 서비스에만 국한된다. 이는 특정 사용 사례가 더 적은 장벽을 극복해야하므로 더 쉽게 달성될 수 있음을 의미한다. 그러나 V2X는 이해 관계자에게 충분한 가치를 창출하기 위해 여러 서비스를 제공해야 할 가능성이 높다는 것도 널리 알려져 있다. 따라서 V2X 기술은 Fig. 7에서 명시된 장벽의 대부분이 극복되어야 상업적 환경에서 성공할 수 있다.

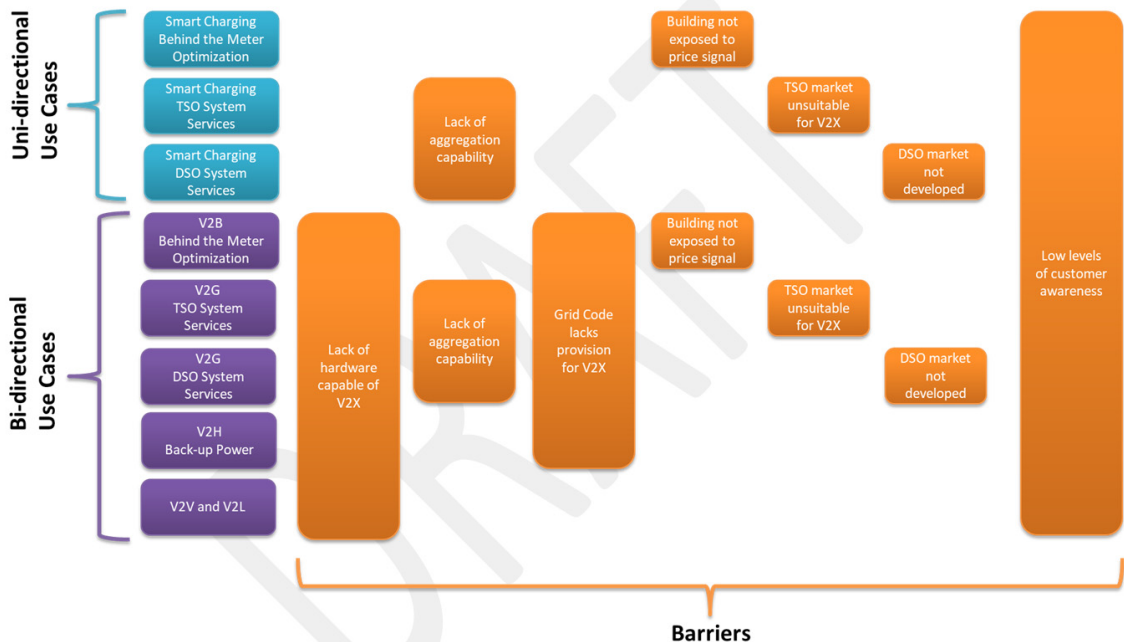


Fig. 7. Use cases and barriers¹¹⁾

4. V2X 로드맵

V2X 기술을 발전시키고 비즈니스 사례를 개선하는 데 필요한 주요 목표와 조치를 식별하기 위한 프레임 워크가 개발되었다. Fig. 8은 이러한 개념이 서로 어떻게 관련되어 있는지 보여준다. 목표와 행동은 로드맵의 세 트랙에 따라 분류되며 기술, 규제 및 사회적 측면을 다룬다.

4.1 기술 개발

4.1.1 표준화 및 통일화

V2X 기술에 대한 글로벌 표준을 개발하고 이를 기존 전력, 운송 및 통신 시스템과의 통일성을 만든다. 글로벌 표준의 계약 및 적용은 비용을 줄이고 /부정적인 영향을 완화하며 제조업체 및 서비스 제공업체의 참여를 장려한다.

4.1.2 배터리 분해에 대한 이해

V2X가 배터리 분해 및 일련의 표준 또는 모범 사례 개발에 미치는 영향에 대한 OEM 합의를 교차한다. 이를 통해 기존 및 향후 배터리 보증을 손상시키지 않고도 OEM에 V2X 기능을 포함시킬 수 있다.

4.1.3 V2X의 배터리 성능 저하를 제한하는 모델 개발 및 검증 및 배터리 통합 플랫폼 구축

배터리 제조 시 V2X의 배터리 영향을 최소화시킬 방안을 고안하고 이를 통해 EV 제조업체가 차량에 V2X 기능을 구축하도록 권장하여야 한다. 특히, 각국의 가정용 전원이용시의 이용 전기장치, 전기부하 등을 고려하여 비교 분석하여야 한다.

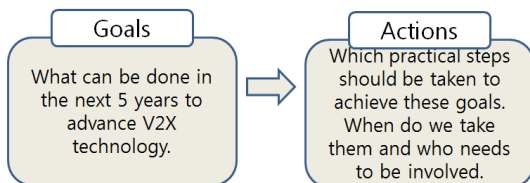


Fig. 8. Goals and actions

배터리 성능 보호를 위한 배터리 failure, 디그레이데이션 문제 분석, 성능저하 분석을 위한 알고리즘과 배터리 문제에 대한 매커니즘을 분석하고 이를 개선하기 위한 알고리즘의 개발이 필요하며 배터리 충전시 영향을 미치는 인자에 대해서(충전 시 최대 전류, 최소 전류, 전압, 온도 등) 통합 플랫폼을 구축하고 배터리 V2X 모델링을 개발해야 한다.

4.2 시장 및 규제

4.2.1 그리드 코드에 V2X 포함

V2X가 배포 네트워크에 쉽게 연결하고 그리드에 전원을 주입할 수 있도록 그리드 코드를 수정한다. 이것은 비상사태 이후의 건물에 대한 V2B 백업 전원을 포함하여 다양한 V2X 응용 프로그램에 대한 장비 인증을 필요로 한다.

4.2.2 유연성을 위한 새로운 관세 및 접속 개발

전력 시스템의 에너지 및 용량의 실시간 가치를 보다 잘 반영하기 위해 에너지 관세를 재설계해야 한다. 이를 통해 V2X와 같은 유연한 리소스가 있는 건물이 충전 및 방전 최적화를 가능하게 할 수 있다.

4.2.3 TSO 시스템 서비스 시장 재설계

V2X가 TSO 시스템 서비스 시장에 완전히 참여하지 못하도록 하는 규제 장벽을 제거한다(예: 집계 및 서비스 시장에 새로운 참가자의 진입을 방해하는 장벽을 포함한다).

4.2.4 DSO 시스템 서비스 시장 개발

유통망 수준에서 유연성의 외부 효과를 수익을 창출하기 위해 제약 관리 또는 전압 보정과 같은 새로운 DSO 시스템 서비스 시장을 개발해야 한다.

4.3 사회적 수용

4.3.1 고객 중심 비즈니스 모델 개발

V2X 가치 제안에 대한 이해를 향상시키고 혜택과

위험을 분산시키는 고객 중심의 비즈니스 모델을 개발해야 한다.

4.3.2 V2X 기술에 대한 대중 인식 향상

V2X 기술 및 그 응용 프로그램에 대한 대중 및 정치 인식의 수준을 향상시켜야 한다.

5. 결론

1) V2X는 최종 사용자, 그리드, 건물 및 기타 부하에 이점을 제공하기 위해 여러 연구 및 시연 프로젝트를 통해 표시되었다. 또한 전기 이동성의 총 소유 비용을 줄이고 저탄소 운송의 흡수를 가속화할 가능성이 있게 되었다. 그러나 비즈니스 사례는 여전히 불분명하며 기술은 아직 대중의 인식을 널리 얻지 못하거나 대량 시장에 진입하지 못했다. 이 시점에 도달하기 위해서는 정부와 마찬가지로 운송 및 에너지 부문의 이해 관계자가 V2X의 잠재적 이익을 극대화하고 현재 개발을 늦추는 장벽을 극복하기 위해 활동을 조정해야 할 필요가 있다.

2) V2X는 아직 연구 개발 단계에 있지만, 이 기술이 상업적인 대중 시장에 진입하기 시작할 시점에 가까워지고 있다. 그러나 V2X 기술의 개발과 최종 사용자 및 기타 행위자에게 가치를 제공할 수 있는 능력을 방해하는 여러 가지 문제가 해결될 때까지 이러한 전환이 발생하지 않을 것이다. 이 로드맵은 자동차 산업, 네트워크 운영자 및 정책 입안자가 달성해야 하는 8가지 주요 목표를 기반으로 이러한 문제를 극복하는 방법에 대한 계획을 제시하였다.

3) V2X의 성공을 위한 근본적인 전제 조건은 자동차 제조업체 및 전력 시스템 운영자의 지원이다. 지금까지 차량에서 V2X를 가능하게 하고 양방향 충전기를 전력 시스템 및 에너지 시장에 통합하려는 이러한 행위자의 강력한 약속은 없었다. 그러므로 이동성과 에너지 부문 간의 협력을 촉진하고, 탈탄에 대한 규제를 재조정하는 규칙 제정자들을 지원함으로써 이러한 중요한 행위자들은 V2X로의 변화를 이끌도록 동기를 부여받아야 한다.

4) 궁극적으로 V2X의 대량 구매는 최종 사용자 및 다른 행위자에게 가치 제안 및 채택 용이성에 따라 결정되었다. 다양한 EV 사용자 그룹에 대한 간단한 제공과 전력 및 이동성 시스템의 새로운 액터와 기존 액터 간의 표준 상용 배열 세트를 기반으로 여러 가지 연구가 생기고 있다. 이미 일부 유형은 주파수 응답 및 미터 최적화를 제공하기 위해 상업용 집단의 집계와 같은 파일럿 프로젝트에서 결정화되었다.

후 기

이 논문은 산업통상자원부가 지원한 ‘혁신도시 공공기관연계 육성사업’으로 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다(과제명: 전지·ESS기반 에너지산업 혁신 생태계 구축사업).

References

1. EV Volumes, “Total world plug in vehicle volumes”, EV Volumes, 2018. Retrieved from <http://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/>.
2. International Energy Agency (IEA), “Global EV outlook”, IEA, 2018. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2018>.
3. National Grid, “Future energy scenarios”, National Grid, 2018. Retrieved from <https://www.nationalgrideso.com/sites/eso/files/documents/fes-2018-faqs-for-website-v30.pdf>.
4. D. Lauinger, F. Vuille, and D. Kuhn, “A review of the state of research on vehicle-to-grid (V2G): progress and barriers to deployment”, European Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Congress, 2018. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/315144641_A_review_of_the_state_of_research_on_vehicle-to-grid_V2G_Progress_and_barriers_to_deployment.
5. A. Rautiainen, C. Evens, S. Repo, and P. Jarventausta, “Requirements for an interface between a plug-in vehicle and an energy system”, IEEE Trondheim PowerTech, 2011, pp. 1-8, doi: <https://doi.org/10.1109/PTC.2011.6019461>.
6. P. Bach Andersen, R. Garcia-Valle, and W. Kempton, “A comparison of electric vehicle integration projects”, 3rd IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe, Germany, 2012, pp. 1-7, doi: <https://doi.org/10.1109/ISGT Europe.2012.6465780>.

7. SEEV4-City Project, "SEEV4-City: smart, clean energy and electric vehicles 4 the city, state of the art & the point of departure", 2017. Retrieved from https://www.seev4-city.eu/wp-content/uploads/2018/08/SEEV4-City-_Point-of-Departure_Brochure.pdf.
8. Cenex, "V2G market study", Cenex, 2018. Retrieved from <https://www.cenex.co.uk/app/uploads/2019/10/V2G-Market-Study-FINAL-LCV-Edition-with-QR-Code.pdf>.
9. ENSTO, "V2G and V2H: the smart future of vehicle-to-grid and vehicle-to-home", 2016. Retrieved from https://www.ensto.com/globalassets/brochures/ev-charging/ensto_ev_v2g_article.pdf.
10. C. Gorguinpour, "DOD plug-in electric vehicle program: drive Oregon", Department of Defense Plug in Electric Vehicle Program, 2013. Retrieved from <https://www.slideshare.net/emmaline742/departement-of-defense-plug-in-electric-vehicle-program>.
11. IA-HEV, "V2X roadmap", 2018. Retrieved from http://www.ieahev.org/assets/1/7/IEA_HEV_V2X_Roadmap-1.pdf.