

신기술분야 SW안전 관리 동향 및 정책적 시사점

이중엽, 박태형

소프트웨어 정책연구소

ilovebiz@spri.kr, parkth@spri.kr

Software Safety in Emerging Technologies: Trends and Policy Recommendations

Lee Joong-Yeup, Park, Tae Hyung

Software Policy & Research Institute(SPRI)

요약

4차 산업혁명 관련 신기술 발생과 융합 가속화로 SW 인재에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 이를 반영하여 SW분야 산업인재의 양적·질적 수급 불일치에 대응하면서 SW역량을 국가 차원에서 전략적으로 강화할 수 있는 새로운 SW 역량체계 개발 방향성 및 운영방식 도출하고자 한다.

I. 서론

4차 산업혁명은 디지털 기술과 자동화를 통해 산업 경쟁의 패러다임을 재편하고 있다. 1차 산업혁명에서 중기기관과 철도가 물리적 이동의 한계를 극복하며 시장 성장을 이끌었다면, 오늘날 소프트웨어 정의 차량(SDV)과 도심 항공 모빌리티(UAM)는 소프트웨어를 통해 이동 수단을 혁신하고 있다. 이러한 기술은 물리적 거리를 초월하고, 산업의 경쟁 및 성장 체계를 재구성할 잠재력을 지닌다(Christensen, 2013). 그러나 소프트웨어가 이러한 기술의 핵심에 있으며, 그 안전성은 신뢰성과 상용화의 핵심 요소로 부각된다. 본 논문은 SDV와 UAM의 최신 동향을 분석하고, 소프트웨어 안전 관점에서 필요한 지원 방안을 검토한다. 특히, 안전 표준, 생태계 협력, 그리고 단계적 접근법을 통해 첨단 모빌리티 산업의 발전 방향을 모색한다.

4차 산업혁명에서 모빌리티는 경쟁의 핵심 요소로 자리 잡았다. SDV는 자동차를 하드웨어 중심에서 소프트웨어 중심으로 전환하며 자율주행과 개인화된 경험을 제공한다. UAM은 전기동력 항공기를 활용해 도심 교통 혼잡을 해결하는 새로운 교통 체계를 제안한다. 두 기술 모두 소프트웨어가 물리적 시스템을 제어하는 통합 플랫폼으로 작동하며, 이에 따라 소프트웨어 안전은 기술 성공의 필수 조건이 된다. 본 논문은 이러한 배경에서 소프트웨어 안전의 중요성을 강조하며, SDV와 UAM의 생태계와 안전 관리 방안을 심층적으로 탐구한다.

II. 소프트웨어 정의 차량(SDV): 동향 및 안전 시사점

SDV는 기존 완성차 제조사와 정보통신기술(ICT) 기업 간 협력을 통해 급성장하고 있다. 테슬라의 오토파일럿(Autopilot)이나 웨이모(Waymo)의 자율주행 플랫폼은 소프트웨어가 차량의 핵심 기능을 정의하는 사례다. 이러한 생태계는 소프트웨어 플랫폼 개발에 집중하며, 차량 내 인포테인먼트, 자율주행, 그리고 OTA(Over-the-Air) 업데이트를 지원한다(McKinsey & Company, 2021). 또한, 표준 컨소시엄을 통해 안전성과 상호운용성을 강화하기 위한 협력이 활발하다. 예를 들어, 오토모티브 SPICE와 같은 표준은 소프트웨어 개발 프로세스의 품질을 보장한다. SDV의 소프트웨어 안전은 ISO 26262(기능 안전)과 ISO/PAS

21448(SOTIF, 의도된 기능의 안전) 표준을 통해 관리된다(International Organization for Standardization, 2018). ISO 26262는 전자 시스템의 고장 위험을 줄이는 데 초점을 맞추며, SOTIF는 자율주행 시스템의 비고장성 위험(예: 센서의 오인식)을 다룬다. 그러나 이러한 표준을 적용하는 데는 여러 도전 과제가 있다. 첫째, 소프트웨어의 빠른 개발 주기는 엄격한 안전 인증과 충돌할 수 있다. 둘째, OTA 업데이트는 새로운 기능 추가와 함께 보안 취약점을 유발할 가능성이 있다. 예를 들어, 2020년 테슬라의 OTA 업데이트 중 일부는 사용자 경험 개선을 위해 배포되었으나, 안전 관련 소프트웨어의 안정성 논란이 제기되었다(McKinsey & Company, 2021).

이를 해결하기 위해, 산업계는 협력과 혁신을 모색해야 한다. 완성차 제조사와 ICT 기업은 안전 알고리즘 개선을 위해 데이터를 공유하고, 규제 기관은 OTA 업데이트 인증 프로세스를 간소화하면서도 엄격한 기준을 유지해야 한다. 또한, 사이버 보안은 소프트웨어 안전의 필수 요소로 간주되어야 한다. SDV는 원격 공격에 취약할 수 있으며, 이는 숨겨 안전에 직접적인 위협이 된다. 따라서 방화벽, 침입 탐지 시스템, 그리고 암호화된 통신 프로토콜이 필수적이다.

[표 1] 주요국 SDV 정책

국가	정책
미국	자율주행 정책(AV4.0), ADAS 충돌 관련 보고 요구 규제 중국산 커넥티드카 규제, SBOM 요구 정책
독일	하이테크 전략 2025 NPM(National Platform for the Future of Mobility) VVM 프로젝트
스웨덴	'Drive Sweden' 이니셔티브
중국	중국자동차협회의 AUTOSAR 기반의 SDV API 표준화 SDV 백서 발간
일본	'모빌리티 DX 전략' 내 SDV 내용 '미래자동차 산업 발전전략'(2019)
한국	'자율주행차 규제혁신 로드맵 2.0'(2021) '모빌리티 혁신 로드맵'(2022) '미래자동차부품산업법'의 SW내용 업데이트(2024)

III. 도심 항공 모빌리티(UAM): 동향 및 안전 시사점

UAM은 도심 내 교통 혼잡을 해결하기 위한 혁신적 교통 체계로, 전기동력 항공기를 활용해 단거리 항공 이동을 제공한다. UAM 생태계는 기체 제조, 도심 항공 교통 관리(UATM), 그리고 베티포트(수직 이착륙 공항) 운영으로 구성된다. 예를 들어, 조비 에비에이션(Joby Aviation)은 2024년 미국 내 UAM 상용화를 목표로 기체 개발과 교통 관리 시스템을 통합하고 있다(Federal Aviation Administration, 2023).

UAM의 소프트웨어 안전은 복잡한 생태계를 통합하는 데 달려 있다. UATM 시스템은 실시간으로 항공기 간 충돌을 방지하고, 기상 조건에 대응해야 한다. 이를 위해 인공지능(AI) 기반 의사결정 시스템과 센서 네트워크가 필수적이다. 그러나 이러한 시스템은 높은 계산 복잡성과 사이버 보안 위협에 직면한다. 예를 들어, UATM 시스템에 대한 해킹은 항공기 충돌로 이어질 수 있다. 따라서 소프트웨어는 철저한 테스트와 보안 프로토콜을 거쳐야 한다.

글로벌 규제 기관은 UAM의 안전한 상용화를 위해 노력하고 있다. 미국 연방항공청(FAA)과 NASA는 UAM 운영 개념(ConOps)을 발표하며 단계적 상용화 모델을 구축 중이다(Federal Aviation Administration, 2023). 유럽에서는 유럽연합항공안전청(EASA)이 기체 안전 기준을 수립하고 있다(European Union Aviation Safety Agency, 2022). 이러한 노력은 소프트웨어 안전을 보장하기 위한 국제적 협력의 중요성을 보여준다. 그러나 규제 간 조화와 공공의 신뢰 구축은 여전히 과제다. UAM은 새로운 기술인 만큼, 초기 사고는 대중의 수용도를 크게 저하시킬 수 있다. 이를 방지하기 위해 투명한 안전 보고와 공공 커뮤니케이션이 필요하다.

[표2] 주요국 UAM 관련 사업 및 정책 동향

구분	관련 사업 및 정책	내용
미국	ConOps 1.0(2020)	운영 개념을 고안해 UAM 정책의 기본 방향을 마련 및 제시
	ConOps 2.0(2023)	대중의 신뢰를 높이기 위한 대규모 실증사업을 통해 기술 검증
	National Campaign(2018)	대중의 신뢰를 높이기 위한 대규모 실증사업을 통해 기술 검증
	eVTOL 인증 기준 수립(2017)	신속한 기체 개발을 지원하기 위한 감항 인증 기준 마련 및 테스트 등 인증 지원
	AgilityPrime 사업(2020)	신속한 기체 개발을 지원하기 위한 감항 인증 기준 마련 및 테스트 등 인증 지원
	'선진항공교통 조율 및 리더십 법'(2022)	UAM 관련 법·제도 정비를 통한 생태계 구축 지원
유럽	SESAR 개념 수정(2020)	UAM 개념을 기존 항공교통관리 시스템에 반영 및 통합
	AMU-LED(2021)	공역 통합을 목표로 대규모 실증사업 지원
	SAFIRMed(2020)	공역 통합을 목표로 대규모 실증사업 지원
	CORUSXUAM(2021)	기체 개발 지원을 위한 감항표준 특별조건 마련
	SC-VTOL-01(2019)	EASA 주도의 통합 규제 프레임워크 수립

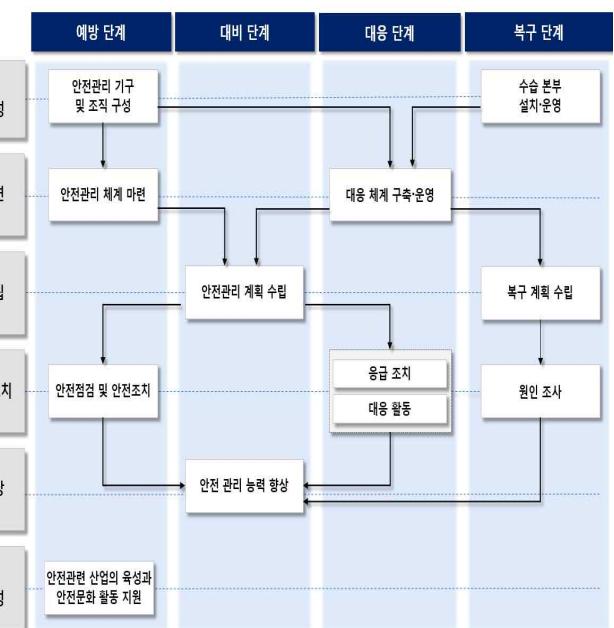
IV. 예방 중심의 소프트웨어 안전 체계 구축

SDV와 UAM의 본격적인 상용화는 예상보다 지연되고 있다. 이는 기술적 복잡성과 규제 장벽 때문이며, '크롤-워크-런(Crawl-Walk-Run)' 접근법을 통해 단계적으로 발전해야 한다. '크롤' 단계에서는 예방 중심의 안전 체계를 구축하는 것이 우선순위다. 예를 들어, 전용 안전 기구를 설립

하고, 글로벌 표준을 조화하며, 소프트웨어 검증 프로세스를 강화해야 한다. '워크' 단계에서는 시범 프로그램을 통해 실증 데이터를 수집하고, '런' 단계에서는 예방-대응 체계 간 환류를 통해 지속적인 개선을 도모한다. 이를 실현하기 위해 글로벌 협력이 필수적이다. 규제 기관, 산업체, 학계가 참여하는 국제 컨소시엄은 지식 공유와 표준화를 촉진할 수 있다. 또한, 소프트웨어 안전은 기술적 차원뿐 아니라 윤리적, 사회적 차원에서도 접근해야 한다. 예를 들어, 자율주행차의 의사결정 알고리즘은 윤리적 딜레마(예: 사고 시 우선순위 설정)를 해결해야 하며, UAM은 소음과 프라이버시 문제를 고려해야 한다.

결론적으로, SDV와 UAM은 첨단 모빌리티 산업의 미래를 열어가지만, 소프트웨어 안전 없이는 그 잠재력을 실현할 수 없다. 예방 중심의 접근법과 단계적 발전 전략을 통해, 산업체는 신뢰를 구축하고, 지속 가능한 성장을 도모할 수 있을 것이다.

[그림 1] 안전관리 관점의 법령 분석 프레임워크



본 논문은 2024년 과학기술정보통신부 SW공학경쟁력강화사업의 지원을 받아 수행된 연구의 일부 내용을 바탕으로 작성되었음.

참 고 문 현

- Christensen, C. M. (2013). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business Review Press.
- European Union Aviation Safety Agency. (2022). Proposed special condition for VTOL aircraft. EASA. <https://www.easa.europa.eu/en/document-library>
- Federal Aviation Administration. (2023). Urban air mobility concept of operations v2.0. FAA. <https://www.faa.gov/uas/partnerships/uam>
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 26262: Road vehicles ? Functional safety. ISO. <https://www.iso.org/standard/68383.html>
- McKinsey & Company. (2021). *The future of mobility: Software-defined vehicles*. McKinsey & Company.