

제조물 책임 면책 수단으로서의 ISO 26262와 ISO/PAS 21448 ISO 26262 and ISO/PAS 21448 as Exemption Clauses of Product Liability

이 성 수*★

Seongsoo Lee*★

Abstract

Product liability is an important regulation factor in automotive industry. ISO 26262 international standard was established as an exemption clause of product liability. In autonomous car, product liability becomes more important, and ISO/PAS international standard was additionally established, but it can be applied to only sensing stage, which can partly make the autonomous car companies exempt the product liability but not completely. Therefore, reform of current legal system is absolutely necessary to commercialize autonomous car until a new international standard is established as a complete exemptions clause.

요 약

제조물 책임은 자동차 산업에서 매우 중요한 규제 요소로 작용하고 있으며, 이에 대한 면책 수단으로 제정된 것이 ISO 26262 국제 표준이다. 자율주행자동차에서는 제조물 책임의 중요성이 더욱 높아지기 때문에 추가로 ISO/PAS 21448이 제정되었으나, 이 역시 주로 센싱 단계에만 적용이 가능하기 때문에 제조물 책임을 어느 정도 면책시킬 수 있으나 완전한 면책은 어렵다. 이에 따라 자율주행자동차의 상용화를 위해서는 완전한 면책수단으로서 새로운 국제 표준이 개발될 때까지 한시적으로 법체계의 개선이 반드시 필요하다.

Key words : Autonomous Car, Legal Issues, Product Liability, ISO 26262, ISO/PAS 21448

1. 서론

자율주행자동차가 상용화 단계에 도달함에 따라 이전까지는 기술적 이슈에 가려져있던 법적 이슈가 점차 문제로 대두되기 시작했다. 이 중에서 매우 중

요한 이슈 중 하나가 자율주행자동차 제조 회사의 제조물 책임(Product Liability)이다. 본 논문에서는 자율주행자동차 제조 회사의 제조물 책임에 대해 살펴보고 제조물 책임을 면책하는 수단으로서의 ISO 26262 [1]와 ISO/PAS 21448 [2]에 대해 살펴본다.

* School of Electronic Engineering and Research Institute of Future Automobile, Soongsil University

★ Corresponding author

E-mail : sslee@ssu.ac.kr, Tel : +82-2-820-0692

※ Acknowledgment

This work was supported by the Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) grant funded by the Korean government (MOTIE: Ministry of Trade, Industry & Energy, HRD Program for Software-SoC convergence) (No. N0001883). Manuscript received Mar. 12, 2019; revised Mar. 22, 2019; accepted Mar. 25, 2019.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

II. 자동차의 제조물 책임과 ISO 26262

제조물책임법 제 3조 제 1항을 보면 “제조업자는 제조물의 결함으로 생명·신체 또는 재산에 손해(그 제조물에 대하여만 발생한 손해는 제외한다)를 입은 자에게 그 손해를 배상하여야 한다”라고 제조물 책임을 규정하고 있으며 동 법 제 4조 제 1항의 제 2호에서는 제조물 책임을 면책하는 사유로 각각 “제조업자가 해당 제조물을 공급한 당시의 과학·기술 수준으로는 결함의 존재를 발견할 수 없었다는 사실”을 규정하고 있다[3]. 이러한 규정은 대부분의 국가에서 대동소이하다.

2011년에 ISO 26262 국제 표준으로 제정된 “기능 안전”(FS : Functional safety)은 제조물 책임 면책 사유에서 “당시의 과학기술 수준으로는 결함의 존재를 발견할 수 없었다는 사실”을 증명하는데 매우 유용한 수단으로 여겨지고 있다. ISO 26262는 현재의 과학기술 수준을 총동원하여 제정된 국제 표준이며 해당 사건의 위험도가 정해진 수준 이하임을 보장할 수 있기 때문이다.

ISO 26262는 자동차를 구성하는 각 부품과 모듈 별로 완성차의 안전에 영향을 미치는 여러 가지 원인, 이들이 발생할 확률, 이들이 초래하는 상해 정도 등을 FMEDA(Failure Modes, Effects, and Diagnostic Analysis)를 통해 정량적으로 분석하여 최종적으로 고장이 발생했을 때의 위험도를 정량화한 다음, 그 위험도를 엄격하게 정해진 수준 이하로 낮추도록 각 부품과 모듈의 안전성을 높이고, 필요한 경우 예비 장치, 설계 변경 등을 수행하도록 한다. ISO 26262는 물리적 오류와 설계 오류에 대비하는 것으로 기본적으로 자동차가 설계자의 의도대로 동작하지 않는 고장을 방지하는 것이 목적이다. 따라서 ISO 26262를 제대로 준수하기만 한다면 제조 회사는 제조물 책임에 대해 크게 걱정할 필요가 없다.

III. 자율주행자동차와 ISO/PAS 21448

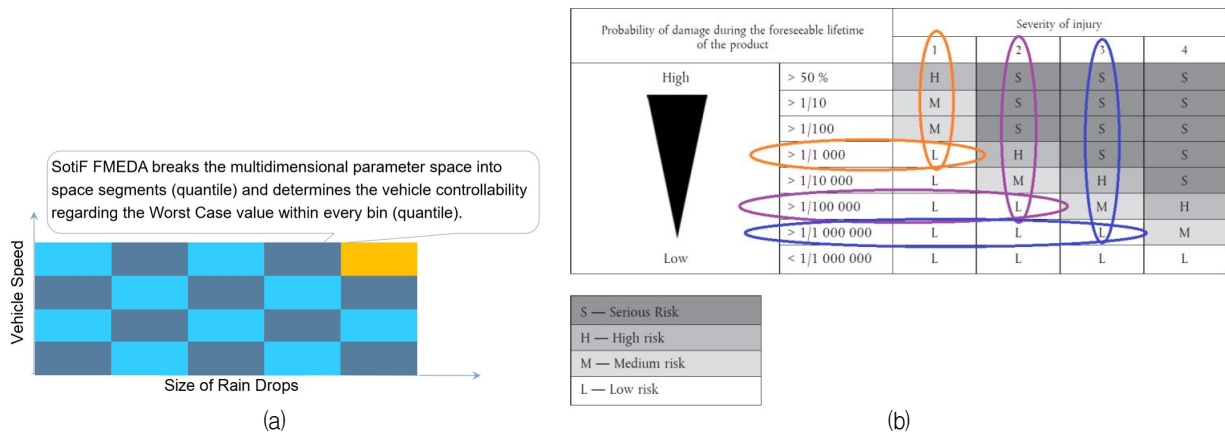
기존 자동차에서 사고가 나면 물리적 고장(Physical Failure)에 대한 책임을 제조 회사에, 판단 실패(Decision Failure)에 대한 책임을 운전자에게 묻게 된다. 그러나 자율주행자동차의 사고에서는 상황이 크게 달라진다. 기존 자동차에서의 제조물 책임은 물리적 고장에 국한되지만 자율주행자동차에서는

주행의 전 단계를 자동차가 자체적으로 수행하기 때문에 물리적 고장뿐만 아니라 판단 실패에 대한 제조물 책임까지 모두 제조 회사에 묻게 된다.

문제는 물리적 고장이 ISO 26262의 준수 등을 통하여 원인 분석, 결함 검증 및 제거가 가능한데 비해 판단 실패는 이러한 대응이 쉽지 않다는 점이다. 이는 물리적 고장의 경우 기계적, 전기적 문제점에 의해서만 발생하는데다가 원인 및 결과가 정량적(Quantitative)인데 반하여 판단 실패는 정량화가 어려운 물체 인식, 경로 결정, 위험 판단 등의 결함으로 인해 발생하고 내부 요인과 외부 요인이 복합적으로 상호작용하기 때문에 원인과 결과를 정성적(Qualitative)으로 분석할 수밖에 없기 때문이다. 따라서 자율주행자동차의 제조 회사는 정량화에 기반하여 판단 실패에 대처하기 어려워서 이에 따른 제조물 책임을 전적으로 저야한다. 이는 자율주행자동차의 상용화를 사실상 불가능하게 만든다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 크게 두 가지 접근 방식을 생각할 수 있다. 첫 번째는 기술적인 접근 방식으로서 자율주행 자동차의 판단 실패에 대해 정량적으로 분석, 대응, 평가할 수 있는 방법을 개발하는 것이며, 두 번째는 법적인 접근 방식으로서 자율주행 자동차의 판단 실패에 불확실성이 있음을 어느 정도 받아들이고 여기에 맞게 법체계를 개선하는 것이다. 이러한 두 가지 접근 방식에는 모두 나름대로의 한계가 존재하는데, 전자의 경우 현행 법체계를 기본적으로나마 만족시키는 수준에서 판단 실패를 정량화하기에는 주관적이고 정성적인 요소가 너무 많으며 후자의 경우 판단 실패에 대한 책임을 경감하는 방향으로 갈 수밖에 없는데 이는 자칫 제조 회사에게 면죄부를 부여할 우려가 있다. 첫 번째 접근 방식으로는 2019년에 ISO/PAS 21448 국제 규격으로 “의도된 기능 안전”(SOTIF : Safety of the Intended Functionality)이 제정되었다. ISO/PAS 21448의 개념은 ISO 26262에 비해 다소 어려운데, 어떤 특정한 기능을 수행하도록 의도된 시스템에서 성능의 한계로 인해 발생하는 위험도를 정량적으로 분석하고 이를 방지하는 것이다.

ISO 26262와 ISO/PAS 21448을 비교하면 ISO 26262는 시스템이 오류로 인해서 시스템의 설계 의도대로 동작하지 않아 발생하는 물리적 고장을 방



Physical Parameters

Friction Tire to Road	(horizontal) Curve Radius of Lane	Visibility in visible and infrared light	Attenuation at 24/77GHz	Angle Vehicle to slope surface (vertical curve)	Longitudinal Speed of Vehicle (EGO speed)	Width of Obstacle
Friction μ : 0.3	lane radius: 100m	visibility: 20m	RADAR attenuation 1.0dB/km	0° slope angle	Vehicle longitudinal Speed: 0 - 30km/h	obstacle width: 0.3m
Friction μ : 0.5	lane radius: 200m	visibility: 60m	RADAR attenuation 10.0dB/km	3° slope angle	Vehicle longitudinal Speed: 30 - 60km/h	obstacle width: 0.5m
Friction μ : 0.7	lane radius: 400m	visibility: 100m		6° slope angle	Vehicle longitudinal Speed: 60 - 90km/h	obstacle width: 2.0m
	lane radius: 1,200m	visibility: 1,000m			Vehicle longitudinal Speed: 90 - 130km/h	obstacle width: 3.0m
						obstacle width: 4.0m

Quantile Bins

Quantile	Friction Tire to Road	(horizontal) Curve Radius of Lane	Visibility in visible and infrared light	Attenuation at 24/77GHz	Angle Vehicle to slope surface (vertical curve)	Longitudinal Speed of Vehicle (EGO speed)	Width of Obstacle
8%		1.16%	-1.1;2.72211203969778%;_1	3.4;100%	84.27229%	13.8%	1.128%
38%		3.17%	-1.1;18.6224097152064%;_1	3.1;100%;_3.2;100%;_3.3;100%	15.26215%	16.2%	4.509%
53%		15.61%	-1.1;78.6554782450959%;_1		0.46556%	35.0%	68.573%
		80.07%	-1.3;84.3043871353957%;_1			35.0%	5.481%
							20.309%

Distribution of Quantile

Velocity distribution due to environmental model **Detection distribution due to obstacle mode** **Severity distribution due to vehicle model**

Probability of Safety Performance Flaws

Transversal Distance of Obstacle	Exposure	Probability for speed					Probability of obstacle detection					Probability for Crash Severity				Exposure for Crash Severity						
		0km/h	30km/h	60km/h	90km/h	130km/h	200.0m	84.5m	58.5m	39.0m	19.5m	0m	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3		
obstacle transversal distance: 0.0m	2E-8															2E-8						
obstacle transversal distance: 3.6m	1E-10										1E+0	2E-6	1E+0		3E-14					1E-10	5E-24	
obstacle transversal distance: 7.3m	9E-11										1E+0	2E-6	1E+0		3E-14					9E-11	3E-24	
obstacle transversal distance: 0.0m	2E-10															2E-10					2E-10	8E-24
obstacle transversal distance: 3.6m	2E-12	1E+0	2E-8								1E+0	2E-6	1E+0		3E-14					2E-12	5E-26	
obstacle transversal distance: 7.3m	9E-13										1E+0	2E-6	1E+0		3E-14					9E-13	3E-26	
obstacle transversal distance: 0.0m	3E-9															3E-9					3E-9	9E-23
obstacle transversal distance: 3.6m	2E-11										1E+0	2E-6	1E+0		3E-14					2E-11	6E-25	
obstacle transversal distance: 7.3m	1E-11															1E-11					1E-11	3E-25

Fig. 1. Example of ISO/PAS 21448 [4] (a) Space segment approach of multidimensional parameters (b) Determination of risk level (c) FMEDA.

그림 1. ISO/PAS 21448의 예시 [4] (a) 다차원 파라미터의 공간 분할 방식 (b) 위험도 결정 (c) FMEDA

지하는 것이라면 ISO/PAS 21448은 시스템이 설계 의도대로 동작하고 오류가 없는 경우에도 센서 등으로부터의 입력이 정상 범위 내에서 보이는 편차에 따른 인식을 저하 등의 문제로 발생하는 판단 실패를 방지하는 것이다. 예를 들어 전방의 물체를 비전 카메라로 감지하여 자동으로 자동차를 제동시키는 시스템에서 심한 역광이나 짙은 안개 등으로 인식이 떨어지는 경우, 시스템 자체는 의도대

로 설계되었으나 주변 상황을 제대로 인식하지 못함으로서 판단 실패가 발생하며 기존의 ISO 26262로 대응이 불가능하다.

ISO/PAS 21448에서는 상황 인식을 위해 필요한 각종 입력을 그림 1 (a)와 같이 구간화하여 각 구간별로 위험이 발생할 확률, 이들이 초래하는 상해 정도 등을 정량적으로 분석한다. 또한 위험이 일어날 확률과 그 상해 정도를 조합하여 그림 1 (b)와

같이 위험도 (Risk Level)를 결정한다. 이후 그림 1 (c)와 같이 각 구간별로 일어날 수 있는 모든 입력의 값 구간, 각 구간의 발생 빈도 등과 이들이 조합되어 생길 수 있는 모든 시나리오를 도출하여 분석한 FMEDA를 작성하여 최종 위험도를 정량화한다 [4]. ISO 26262처럼 정량화된 위험도를 엄격하게 정해진 수준 이하로 낮추도록 다른 시스템을 추가하거나 알고리즘 및 설계 변경 등을 수행하여 시스템의 안전성을 높인다.

자율주행자동차의 아키텍처는 그림 2와 같이 센싱, 판단, 동작의 3 단계로 나눌 수 있다. SAE (Society of Automotive Engineers)에서는 J3016 표준[5]을 통해 자율주행자동차를 5단계로 구분한다. Level 0인 기존 차량에서는 동작 단계만 존재하며 Level 1~2는 센싱과 동작 단계, Level 3~5는 센싱, 판단, 동작 단계가 모두 존재한다.

ISO/PAS 21448의 한계는 센서가 계측한 물리적 파라미터를 입력구간 별로 나누어 위험도를 정량화하기 때문에 그림 2와 같이 주로 센싱 단계에만 적용된다는 점이다. 반면에 물리적 고장을 방지하는 ISO 26262는 주로 동작 단계에 적용된다. ISO/PAS 21448에서 사용하고 있는 방법론은 SAE Level 3~5에도 확장하여 적용할 수 있다고 주장하지만 현재 상태의 ISO/PAS 21448은 현실적으로 SAE Level 2 이하에만 적용이 가능하다.

가장 큰 문제는 ISO 26262 ISO/PAS 21448의 제정도 불구하고 판단 단계에서 발생할 수 있는 제조물 책임은 여전히 제조 회사가 모두 떠안게 된다는 것이다. 물론 현재의 과학·기술 수준으로는 ISO 26262와 ISO/PAS 21448을 넘어서는 범위에서

결함의 존재를 발견하기가 매우 어렵지만 이 사실만으로 제조물 책임을 면책받기에는 상당한 논란이 예상된다. 이 문제를 해결하기 위해서는 어느 정도 법적인 접근 방식이 필요하다. 즉, 센싱과 동작 단계는 각각 정량화된 ISO/PAS 21448과 ISO 26262를 통해 면책받고, 판단 단계에도 ISO/PAS 21448을 적용할 수 있게 되거나 새로운 표준이 제정될 때까지 한시적으로 판단 단계에 한하여 법체계 개선을 통해 면책받는 방식이다. 그러나 제조 회사에 대한 면죄부가 되지 않기 위해서는 세심하고 치밀하게 법체계 개선 작업이 이루어져야 함은 물론, 사회 구성원 간에도 어느 정도 공감과 합의가 이루어져야 한다.

IV. 결론

본 논문에서는 자율주행자동차에서의 제조물 책임에 대해 살펴보고 이를 면책하는 수단으로서의 ISO/PAS 21448에 대해 살펴보았다. ISO/PAS 21448은 자율주행자동차의 제조물 책임을 어느 정도 면책시킬 수 있으나 그 특성상 완전한 면책은 어렵고 한시적으로 법체계의 개선이 필요하다.

References

[1] ISO 26262-1:2018, "Road vehicles - Functional safety - Part 1: Vocabulary," <https://www.iso.org/standard/68383.html>

[2] ISO/PAS 21448:2019, "Road vehicles - Safety of the intended functionality," <https://www.iso.org/standard/70939.html>

[3] <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=193381fYd=20180419#0000>

[4] W. von Wendorff, "A Hazard-Based Approach to Provide Arguments for the Safety of Automated Vehicles," *Proceedings of Safetronics*, 2017.

[5] SAE J3016_201806, "Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles," https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806

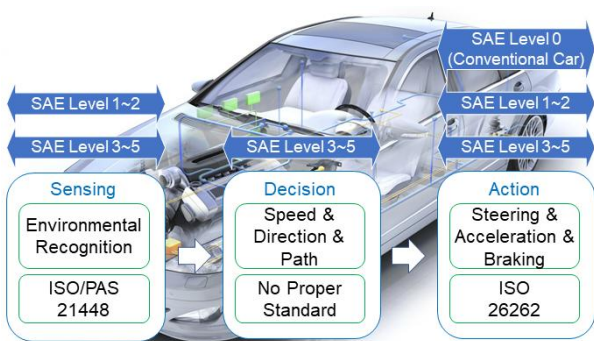


Fig. 2. Application of ISO 26262 and ISO/PAS 21448 in autonomous car.

그림 2. 자율주행자동차에서의 ISO 26262 및 ISO/PAS 21448의 적용