

도로교통사고 감정사 소식지



- | | |
|--|-----|
| 03. EDR 및 DSSAD의 표준 및 법규동향..... | 김정윤 |
| 15. 자동차의 모빌리티 혁명 SDV 시대 | 문학훈 |
| 21. 고의 교통사고의 과학적 분석기법 정립을 위한 인지·반응시간에 대한 연구 | 김원기 |
| 30. 마찰계수 재정립을 위한 연구 | 장석우 |
| 39. 파일 전송 방법에 따른 블랙박스 원본영상과 재촬영된 영상에 대한 시간 오차에 관한 연구 ... | 박 용 |

도로교통사고감정사란?

교통사고의 원인을 체계적으로 조사 분석 감정할 인력을 배출하기 위해 도입된 제도로써 대부분의 교통사고는 경찰조사 결과의 처분을 따르지만 간혹 사고원인규명 자체가 모호하거나 사고관련 당사자들의 주장이 상반되어 판단하기 어려운 경우 과학적이고 체계적인 조사 분석으로 공정한 사고조사를 하기 위한 공인자격제도이다.



도로교통사고 감정사 소식지



EDR 및 DSSAD의 표준 및 법규동향



김정운 교수

• 대구가톨릭대학교 미래자동차공학과

1. 자동차 교통사고 분석과 사고기록장치

교통사고 분석의 목적은 사고의 원인을 파악해서 책임소재를 밝히고 앞으로 유사한 사고가 발생하지 않도록 예방하는 것이다. 교통사고의 주된 원인으로는 운전 중에 운전자의 판단 착오 또는 과실에 의한 운전자 요인과 도로 구조나 안전시설의 하자에 의한 도로 요인, 차량 결함이나 정비 불량으로 인한 차량 요인이 있다. 사고분석을 통해 교통사고의 당사자들이 법규 위반을 했는지 또는 가해 차량과 피해 차량은 누구인지, 사고처리 또는 교통사고 감정을 통해 사고 책임을 밝히게 된다. 또한 교통사고로 인해 발생하는 운전자나 동승자의 사고 상해는 어떻게 연관이 되는지 과학적이고 의학적인 방법을 통해 사고 통계를 분석하고 이를 바탕으로 자동차 보험회사는 보험개발원과 보험 지수, 상해 지표 평가 등을 수행할 수 있다.

자동차 교통사고의 분석은 사고조사의 권한을 가진 교통경찰 또는 법원이나 당사자의 위임을 받은 대리인인 사고조사 감정사 등이 하게 되며 이들은 정해진 절차와 방법을 통해 교통사고 현장을 조사하고 차량에 장착된 사고기록장치에 저장된 기록을 검토하고 분석하게 된다. 사고기록장치는 다음과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

먼저 “디지털 타코미터”라는 운행기록장치(DTG)는 사업용 차량의 주행 관리를 통한 사고 예방 및 연료 저감이 목적이다. 운행 기록장치에는 차량의 주행 속도와 가속도, 주행거리, 주행 시간, 정차 시간, 차량 위치 등이 저장되는데 개인 정보가 노출될 수 있어 개인용이 아닌 영업용 차량인 택시, 버스, 트럭 등이 장착 대상이다. 우리나라에서는 2011년 1월 1일부터 교통안전법 55조, 시행령 45조에 의해 신규 등록 사업용 차량에 의무 장착이 되고 있다.

그리고 우리가 “사고기록장치”라고 부르는 EDR(Event Data Recorder)이 있다. EDR의 목적은 사고 예방 및 원인 규명이고 필수 저장 항목은 차량의 속도 변화, 차량의 진행 방향과 횡방향의 속도, 그리고 가속 페달과 관계있는 스로틀 포지션, 브레이크, 안전벨트 장착 여부 등이다. EDR의 장착 대상은 전 차량으로 사고 기록 데이터와 저장 방법 등에 대해 여러 가지 표준과 법규가 제정되어 있다.

마지막으로 우리가 흔히 블랙박스라고 하는 사고영상 기록장치가 있다. 이 장치는 전방 카메라의 영상과 차량 가속도, 정보 생성 시각, GNSS(Global Navigation Satellite System : 위성항법시스템) 정보 등이 저장된다. 사고영상 기록장치는 개인정보가 포함되어 있어 지금까지 차량에 의무적으로 장착하게 되어 있지는 않으나 임시운행 중인 자율주행 자동차에는 사고영상 기록장치가 필수적으로 장착되어 있다.

[표1] 사고기록장치의 종류, 자율주행 핵심기술 R&D 및 표준화 추진동향 현황보고서 1호, 자율주행기술개발혁신사업단

항목	운행기록장치(DTG)	사고기록장치(EDR)	사고영상기록장치(EVDR)
사용목적	사업용 차량 및 운전자 주행관리를 통한 사고예방 및 연료저렴	사고예방 및 원인규명	사고예방 및 원인규명
필수저장 항목	주행속도, 가속도(X, Y) 주행거리, 주행시간, 정차시간, 엔진RPM, 차량위치, 브레이크	속도변화(X, Y), 차량 속도, 스로틀포지션, 브레이크, 안전벨트(운전석)	전방 카메라, 가속도(X, Y), 사고기록정보 생성 시각, 제품개체식별 번호, GNSS 정보
장착 대상	영업용차량(택시, 버스, 트럭)	전 차량	전 차량
국내 표준	KS R 5072(2002년), 교통안전법 55조 (시행령 45조)	KS R 5076(2007년)	KS R 5078(2011년)
국제/단체 표준	ISO 16844	IEEE 1616	IEC 63005(우리나라가 주도)
관련기관	국토교통부, 교통안전공단	산업통상자원부, 국가기술표준원	산업통상자원부, 국가기술표준원

* 한국표준협회, 2021.12.31.

2. EDR 데이터를 활용한 사고분석 사례

[표 2] 국내 사고기록장치 활용 조사 건수

구분	2017년도	2018년도	2019년도	2020년도
전체교통사고 발생건수	1,143,175	1,228,129	1,292,864	집계중
경찰청 교통사고 조사건수	216,335	217,148	229,600	집계중
사고기록장치(EDR) 활용 조사건수	200	1200	1700	집계중

국내 사고 기록 장치를 활용한 사고조사 건수는 해를 거듭할수록 증가하고 있으며 이는 EDR 데이터가 교통사고 분석에서 매우 중요한 역할을 하고 있음을 나타낸다. EDR의 어떤 데이터가 사고분석에 사용되는지 몇 가지 대표적인 사고유형을 통해 살펴보면 추돌사고에서는 다중추돌 사고 여부를 판단하기 위한 이벤트 횟수, 간격, 충돌 전 속도와 속도 변화 등이 중요하며 진로 변경 사고에서는 차량의 속도 변화와 함께 핸들 조향각이 중요하다.

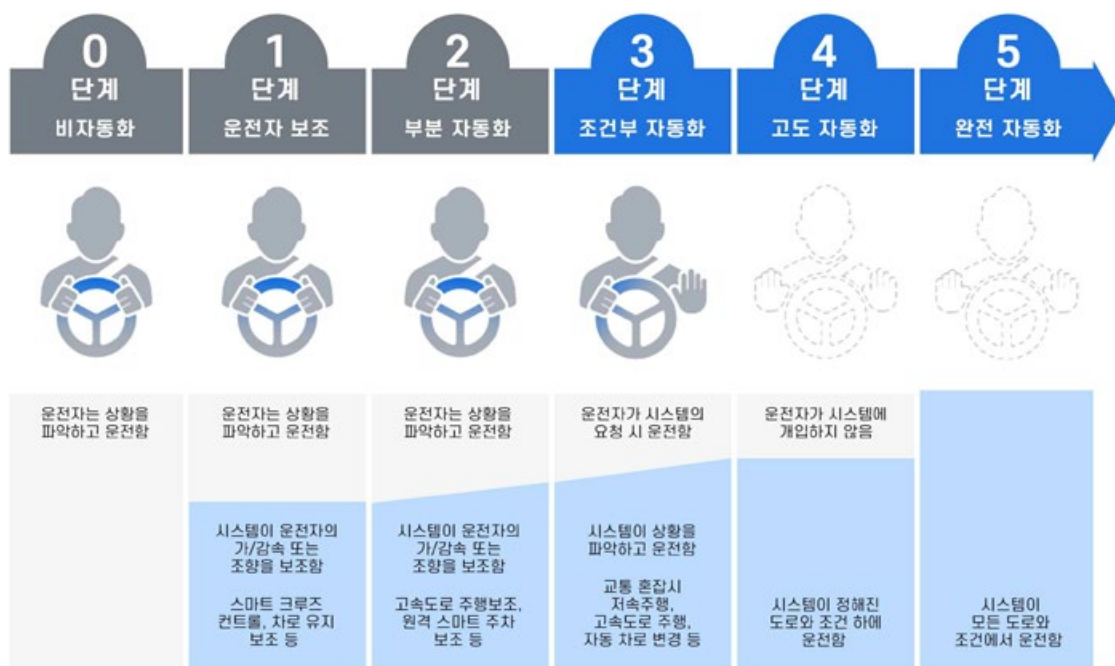
사고의 심각도를 판단하기 위해서는 에어백 및 시트벨트의 착용 여부와 차속 변화량을 알아야 한다. 또한 교통범죄 사고 여부는 운전자 안전장치의 착용 여부, 브레이크 조작 및 핸들 조향 여부를 먼저 알아야 하며 차량 결함 사고는 자동차 각 부품 특히 안전과 관계된 사시부품의 작동 및 결함 여부를 판단할 수 있어야 한다.

현재 사고 기록 장치에 저장되는 데이터는 필수 항목 15개와 선택 항목 30개로 규정되어 있다. 사고기록장치에 더 많은 정보가 저장된다면 사고원인 분석에 많은 도움이 되겠지만 EDR 기록 데이터를 확장하는 데는 다음과 같은 어려움이 있다. 먼저 다양한

센서에서 전달되는 각각 다른 차량 정보를 저장하기 위해 데이터를 동기화하여 디지털 형태로 저장하기가 쉽지 않다. 따라서 데이터 저장 해상도와 저장 소요 시간을 일치하기 어렵고 저장되는 데이터의 용량에도 제한이 있다. 또한 사고로 인한 차량의 훼손 상태가 심각해 EDR 장치에 전원 공급이 되지 않는 경우를 대비한 백업 전원 공급과 기록된 데이터의 정합성과 신뢰성을 보장할 수 있는 기능이 필요하다.

3. 자율주행 자동차와 자율주행 기술

우리는 이제 곧 자율주행 자동차의 시대가 도래할 것으로 예상한다. 자율주행 자동차는 레벨 0부터 레벨 5까지 단계를 나눠서 분류하며 현재 단계는 2단계 또는 2.5 단계라고 한다. 현재 시판되고 있는 자동차에 장착된 첨단 운전자 보조 장치인 ADAS(Advanced Driver Assistance System) 기능은 2단계에 해당한다. 레벨 3에서는 자율주행 시스템이 상황을 파악하고 차량을 직접 운전하면서, 운전자는 시스템이 요청할 때 차량의 제어권을 가지게 된다. 교통 혼잡 시 저속 주행을 한다거나 고속도로 주행이나 자동 차로변경 같은 경우 차량이 실제적인 운전 책임을 맡는 조건부 자동화이다. 레벨 4는 시스템이 정해진 도로와 정해진 조건에서 운전하면서 운전자가 시스템에 개입하지 않게 되고, 레벨 5는 시스템이 모든 도로와 조건에서 운전하는 완전 자동화가 된다.



[그림] 자율주행 단계, <https://blog.hyundai-transys.com/249>

아직 레벨 2 이하의 자율주행 기능을 가진 자동차는 운전자의 책임을 강조하고 있으므로 사고가 발생했을 때 운전자의 책임이 더 크다. 하지만 이제 레벨 3 이상의 자율주행 자동차에서 사고가 났을 때 누가 책임을 져야 하는지에 대한 논의가 필요하다. 지금 국내에는 레벨 3의 자율주행 자동차가 임시 운행 허가를 받아 실 도로상에서 주행하고 있지만 외국의 경우 자율주행 기능이 탑재된 차량이 판매되고 실제 운행을 하면서 사고가 발생하는 경우들이 많이 있다.

대표적인 예를 몇 가지 들면 2016년에 구글의 자율주행 자동차하고 버스의 충돌 사고인데 이 사고는 자율주행 자동차가 차선 변경을 할 때 버스가 비켜줄 거로 생각했지만 실제로 그렇게 되지 않아 사고가 발생한 경우이다. 이 사고는 조사 결과 자율주행

자동차와 버스 운전자 간의 상호 작용이 미흡할 수 있음을 고려하지 못한 차선변경 알고리즘 미완성으로 결론이 내려져 자율차 회사의 책임이 인정되었다.

같은 해에 테슬라 모델S와 트레일러가 충돌한 사고가 있었는데 운전자가 자율주행 기능인 오토-파일럿을 켜 채 주행하던 중에 교차로의 버스를 인식하지 못해 운전자가 사망한 사고로, 사고조사 결과 테슬라 차량이 사고 발생 전에 운전자에게 경보를 알렸다는 사실이 확인되어 운전자의 주의 부족으로 결론이 났다. 이렇듯 자율주행 자동차의 사고에서도 사고의 원인과 책임에 대한 분석은 매우 중요하며 사고가 발생했을 때를 대비해서 자율주행 정보를 기록할 장치의 필요성이 대두되었다.

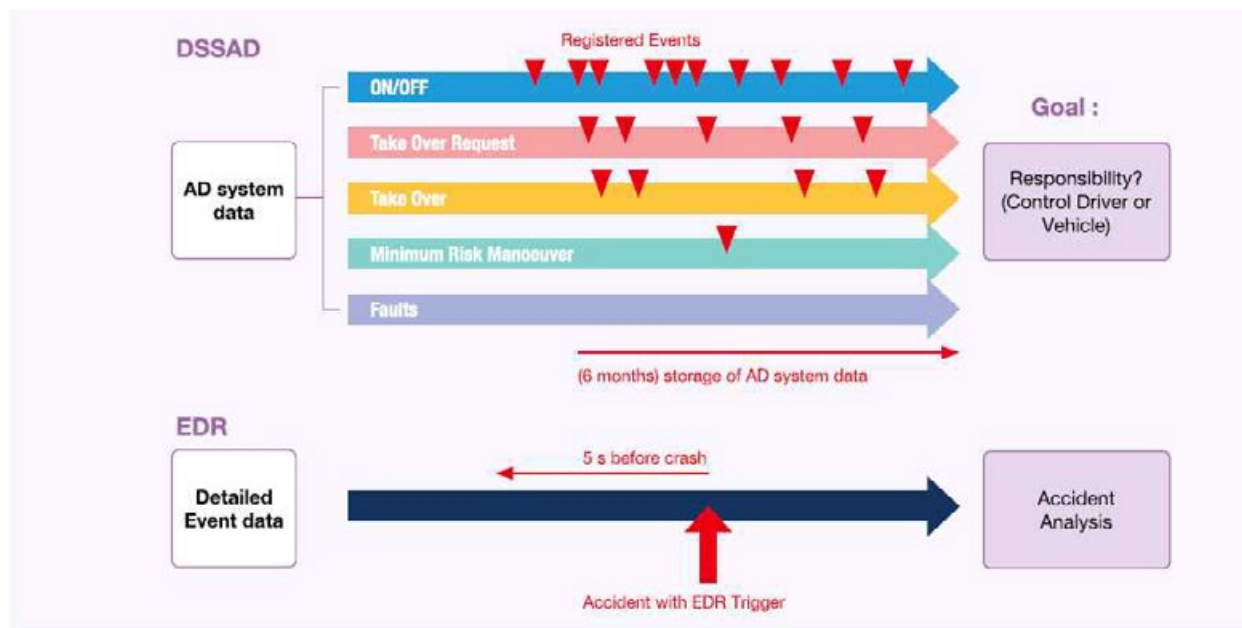


[그림] 자율주행차 사고, 누가 책임져야 하나요? https://www.koti.re.kr/user/bbs/cardnewsView.do?bbs_no=7711

4. 자율주행 기록장치 (DSSAD: Data Storage System of Autonomous Driving)

자율주행 자동차의 주행 정보와 관련된 데이터 기록장치를 자율주행 정보 기록장치(DSSAD)라고 한다. 국내에서는 2020년 12월부터 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙 일부 개정령을 통해 자율주행 정보 기록장치의 성능 기준과 최소 기록 데이터에 대해서 정의하고 있다. 이 개정령에서 자율주행 정보 기록장치는 최소 6개월 이상 또는 2,500건 이상의 기록 사항을 저장할 수 있어야 하며 자율주행 시스템의 작동, 해제 방법, 운전전환 요구 조건 등을 최소 데이터로 기록하게 되어 있다. 또한 사고분석에 사용할 수 있도록 EDR과 마찬가지로 충돌 후에도 기록 내용이 추출될 수 있어야 하며 자동차 내장 전원공급기의 사용이 불가능한 경우에도 기록된 모든 정보는 추출될 수 있도록 하고 있다.

국외에서는 UNECE의 WP29 내 EDR/DSSAD 워킹그룹에서 DSSAD에 관한 표준화 논의를 진행하고 있으며 EDR과의 차별성, 사고에 대한 정의 명확화, 수집 데이터 항목, 메모리 용량, 데이터 저장 전원 확보 등을 주요 논의 사항으로 하고 있다. EDR과 DSSAD의 차이점을 간단하게 그림으로 표시하면 다음과 같다.



[그림] DSSAD와 EDR

EDR은 사고 발생 5초 이전부터의 차량 주행 정보를 기록하지만 DSSAD는 자율주행 자동차의 여러 가지 정보들을 주행 중 기록하기 때문에 사고가 발생했을 때뿐만 아니라 자율주행과 관련된 정보들을 상시 저장하고 있다. 따라서 EDR과는 다른 데이터 저장 방법이 필요하고 매우 큰 데이터 저장 용량이 필요하다. 또한 EDR은 사고의 원인을 분석하고 사고를 재구성하는 데 그 목적을 가지고 있지만 DSSAD는 사고와 상관없이 자율주행과 관계있는 여러 가지 정보들이 저장되기 때문에 차량의 자율주행 운전권에 대한 책임을 파악하는 데 그 목적이 있다. EDR과 DSSAD의 차이점을 정리해서 살펴보면 다음 표와 같다.

[표 3] EDR과 DSSAD의 비교

구분	EDR	DSSAD
목적	사고분석 및 재현	연구 및 법적 책임 판단 활용, 모니터링
데이터 기록 조건 및 기간	트리거에 의한 데이터 기록	주행 전주기에 따른 데이터 기록
적용범위	• 1단계 : 경차, 승용차(R.E.3 기준 M1, N1) • 2단계 : 대형차(R.E.3 기준 M2, M3, N2, N3)	• 단계 : 모든 차량 타입 (ALKS가 포함된 자율주행 레벨 3~4)
데이터 항목	사고분석 관련 데이터 • 차량속도 및 감속 • 차량 연료 점화장치 • 차량 엔진 스로틀 • 에어백 발동 • 기타	차량제어 관련 데이터 • ADS 작동여부(시스템 주행, 운전자 주행) • 시스템 주행 중 운전자 주행 전환 요구 • 운전자 주행 중 시스템의 개입 여부 • 시스템 주행 중 운전자의 개입 여부 • 기타

DSSAD는 데이터 기록 조건 및 기간의 차이와 함께 저장되는 데이터 항목도 EDR과는 조금 다른데 EDR은 주로 차량 속도 및 에어백 작동 여부 등 사고분석 관련 데이터가 주를 이루지만 DSSAD는 자율주행 기능 장치의 작동 여부, 운전자 주행 제어권 전환 및 개입 여부 등 차량 제어 관련 데이터가 주된 항목이다.

자동차 사고기록장치와 관련한 기술은 계속해서 진화하고 있다. 이에 자동차 제작사와 학계를 중심으로 관련 장치의 표준화가 이루어지고 있는데 우리나라에서는 한국자동차공학회가 대표적으로 관여하고 있다. 특히 미국 자동차공학회(SAE: Society of Automotive Engineers)의 EDR 표준인 SAE J1698, J1962 표준의 국내 부합화를 한국자동차공학회이 중심으로 진행하고 있다.

- SAE J1698(Vehicle event data interface – vehicular output data definition)
- SAE J1698-1(Vehicle event data interface – output data definition)
- SAE J1698-2(Event data recorder – retrieval tool protocol)
- SAE J1962(Diagnostic connector equivalent to ISO/DIS 15031-3)

5. EDR 데이터 취득 범위의 확장

최근 급발진 의심 사고가 많이 보도되면서 사고기록장치가 세간의 집중을 받고 있다. 자동차 리콜센터는 신고자가 급발진이 의심된다는 의견으로 별도 신고한 내역을 수집하고 있는데, 아래와 같이 2018년 49건에서 2022년에는 76건까지 증가하고 있다. 이렇게 급발진 의심 사고가 증가하면서 많은 사고 당사자와 일반시민들이 사고기록장치에 저장되는 데이터 항목의 정합성과 장치의 실효성에 대한 의문을 품기 시작했다.

자동차리콜센터는 현재 신고자가 ‘급발진’ 의견으로 별도 신고한 내역을 수집하고 있다. 경찰 수사 과정에서 국립과학수사 연구원에 조사 의뢰된 경우는 포함되어 있지 않은 만큼, 의심사례는 더 많을 것으로 예상된다.

실제로, 국립과학수사연구원에서 차량 급발진 의심 사고를 조사한 건수는 2018년 49건, 2019년 58건, 2020년 57건, 2021년 56건, 2022년 76건에 달한다. 올해는 지난 8월 기준 68건의 조사가 추가로 이뤄졌다.

연 도	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년 8월
차량 급발진 의심 사고 처리 건수	49	58	57	56	76	68

국립과학수사연구원/창 급발진 의심 사고 처리 건수(단위: 건)

[그림] 차량 급발진 의심 사고 처리 건수, <http://www.snakorea.com/news/articleView.html?idxno=722216>

이에 최근 국토교통부에서 EDR 데이터의 취득 범위를 확장하겠다는 발표와 함께 2023년 12월 26일 EDR 일부 개정안 입법 예고가 있었다. 이번 개정을 통해서 사고기록장치의 기록 항목을 확대해서 사고분석의 신뢰도를 높이고 야간 스텔스 자동차를 방지하는 등 자동차 안전성이 강화될 것으로 기대한다. 특히 이번 개정안에서는 기존 45개의 기록 항목을 필수 항목 55개와 선택 항목 12개, 모두 67개로 확대하였고 에어백이 전개된 경우뿐만 아니라 보행자, 자전거 등의 충돌 상해를 완화하기 위한 장치가 작동된 경우에도 정보를 기록하도록 기록 조건을 확대하였다.

〈 사고기록장치(EDR) 관련 개정안 〉

	현 행	개 정 안
기록 항목	제동페달 작동여부, 가속페달 변위량 등 필수항목 15개 조향핸들각도, 합성속도 최대 변화값 시간 등 선택항목 30개	조향핸들각도, 비상자동제동장치 작동여부 등 필수항목 55개 제동 압력값 등 선택항목 12개
기록 조건	가속도가 일정 수준 이상에 도달하는 경우, 에어백 등이 전개된 경우	가속도가 일정 수준 이상에 도달하는 경우, 에어백 등이 전개된 경우, <u>보행자·자전거 등의 충돌 상해를 완화하기 위한 장치 작동 시(추가)</u>

[그림] 사고기록장치 관련 개정안

6. 자율주행 기록장치(DSSAD)의 필요성

자율주행 기술이 발전하면서 일반 도로에서 자율주행 차량의 시험이 필요하게 되어 미국 캘리포니아주에서 2012년 9월 자율주행 테스트를 허용하는 법률안이 제정되었다(캘리포니아주, Senate Bill 1298 Chapter 570, Status of 2012), DIVISION 16.6. Autonomous Vehicles에서 자율주행 자동차 관련 용어 정의, 일반 도로 시험주행요건). 이에 미국 DMV(Department of Motor Vehicle) 인증에서 자율주행 자동차의 일반 도로 시험주행요건에 자율주행 데이터의 기록이 필요하며 자율주행 자동차는 분리된 구조의 자율주행 데이터 저장장치가 필요하며, EDR과 유사한 기능요건을 가져야 함을 명기하였다.

우리나라에서는 각국의 법률 등을 참조하여 자율주행 자동차의 안전 운행 요건 및 시험 운행 등에 관한 규정을 제정하여 제17조와 18조에서 운행기록장치와 영상기록장치의 장착을 의무화하였다.

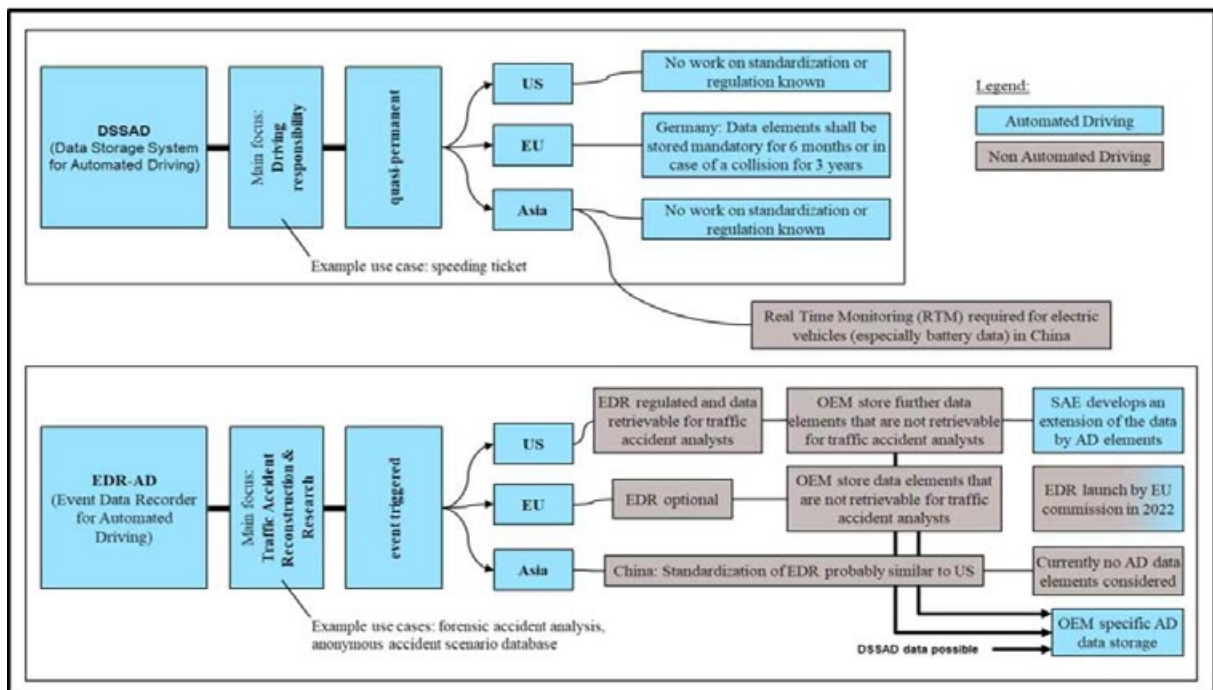
- 제17조(운행기록장치 등) 자율주행자동차에는 교통안전법 제55조제1항에 따른 운행기록장치를 장착하여야 하고, 운행기록장치 또는 별도의 기록장치에 다음 각 호의 항목을 저장하여야 한다. 자율주행시스템의 작동모드 확인, 제동장치 및 가속제어장치의 조종장치 작동상태, 조향핸들각도, 자동변속장치조종레버의위치
- 제18조(영상기록장치) 자율주행자동차를 도로법제2조에 따른 도로에서 주행할 때에는 다음 각 호의 위치에 해상도 1280x720(초당 24프레임) 이상의 영상기록장치를 설치하여 사고 전·후 주행상황을 확인할 수 있어야 한다. 핸들, 변속레버 등의 운전석의 조종장치 작동여부 확인이 가능한 위치, 주행차로의 전방시야각이130° 이상으로 좌·우측 차로의 주행상황 확인이 가능한 위치, 주행차로의 후방시야각이120° 이상으로 좌·우측 차로의 주행상황 확인이 가능한 위치

자율주행 기록장치는 미국 SAE의 SAE J3197 표준에 자율주행 시스템 데이터 로거로 표시되어 있다. 특히 SAE J3197 표준에서는 자율주행 기록장치의 목적이 자동차 사고의 재구성에 있다고 적시하고 있다.

7. DSSAD 법규 및 규제 현황

아직 레벨 3 이상의 자율주행 자동차가 판매되고 있지 않은 상황에서 DSSAD는 개발이 진행되고 있는 기술이지만 선제적으로 법규 및 표준에 대해 논의할 필요가 있다. 먼저 UNECE의 자율주행 전문가 그룹인 GRVA(Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles)내의 DSSAD와 관련된 WP29에서 자율주행 기록장치에 관한 표준화 논의를 시작했다. 주요 논의 항목은 EDR과 어떻게 차별성을 가질 것인지, 사고에 대한 정의를 어떻게 명확할 것이며 수집 데이터 항목과 메모리 용량, 데이터 저장 전원 확보 등을 어떻게 할 것인지이며 DSSAD에 관한 성능 기준과 평가 방법론 개발 그리고 사이버 보안, 소프트웨어 업데이트 관련된 내용들도 논의하고 있다.

DSSAD와 사고기록장치를 별개로 봐야 한다는 의견도 있는데 DSSAD는 자율주행 정보 기록장치로 사고의 발생 유무와 상관 없이 자율주행차의 주행 정보를 저장하기 때문에 사고기록장치의 기능요구사항을 적용하지 말아야 한다는 의견이다. 그래서 EU 특히 독일의 경우를 제외하고는 사고기록장치가 아닌 자율주행 정보의 저장과 관련한 표준이나 법규화에 대한 활동은 활발하지 않으며 특히하게 중국은 전기차의 배터리 데이터를 모니터링하기 위해 자율주행차가 아닌 전기차에 주행정보 기록장치를 장착해야 한다는 의견이다.



[그림] DSSAD와 EDR-AD, United Nations Economic and Social Council. Revised Framework document on automated/autonomous vehicles: World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations - 178th session.

자율주행 자동차의 사고기록장치는 DSSAD가 아닌 EDR-AD라는 개념으로 접근해야 한다는 의견이 북미를 중심으로 논의되고 있다. 이러한 DSSAD와 EDR-AD라는 용어의 혼재는 EDR과 DSSAD의 목적과 기능의 차이로 인한 것으로 앞으로도 많은 논의가 있을 것으로 예상된다.

2021년 5월 28일 독일에서 무인 자율주행차 상용화를 위한 도로교통 법 및 자동차 의무 보험법 개정안이 독일 연방 상원의 승인을 받았다. 여기에서 무인 자율주행차가 운행하기 위해서 3명의 당사자를 법에서 정의하고 있는데 첫 번째 당사자는 “보유자”

로 차량의 소유자이다. 차량 보유자는 시스템 관리, 법규 준수 사고 시 1차적 배상 책임 및 보험 가입 의무를 부담한다. 또 다른 당사자는 “기술감독관”으로 유사시 운전 개입하고 탑승자 및 다른 교통 참여자들의 안전을 확보할 의무를 가진다. 마지막 당사자는 “제작사”인데 제작사는 시스템의 안정성 및 보안에 관한 의무를 부담한다.

특히 무인 자율주행차 운행 시 “보유자”는 법령에서 정한 조건에 따라서 자율주행 관련 데이터를 저장해야 하고, 사고와 관련된 이벤트가 발생했을 때 연방교통국에 이를 제공해야 하는 의무가 있다. 이때 제공해야 하는 저장 대상 데이터는 총 13개이며 이 데이터가 독일 무인 자율주행차법에서 지정되면서 우리가 DSSAD 또는 EDR-AD라고 하는 자율주행차량의 사고기록장치에 저장되는 항목이 될 가능성이 높다.

8. 국내의 DSSAD 법규 및 규제 현황

국토교통부 고시로 자동차 운행 기록 및 장치에 관한 관리 지침에서 “자율주행차량에 장착되는 기억 장치는 0.01초 단위의 데이터 저장이 가능하여야 하며 1초 단위의 데이터를 최소 6개월 이상 저장할 수 있도록 해야 한다”라고 되어 있다. 그리고 자동차 및 자동차 부품의 성능과 기준에 관한 규칙 111조의 3, 부분 자율주행 시스템의 안전 기준에서 다음과 같이 총 10개의 저장데이터를 지정하였다.

- 1) 자동차로유지기능의 시작
- 2) 다음 방법에 의한 자동차로유지기능의 해제
 - 가) 운전자가 자동차로유지기능(오프모드) 사용
 - 나) 운전자의 조향 입력 조작
 - 다) 운전자의 가속페달 조작
 - 라) 운전자의 제동페달 조작
- 3) 다음의 조건에 따른 자율주행시스템의 운전전환요구
 - 가) 예상되는 상황
 - 나) 예상되지 않는 상황
 - 다) 운전자가 운전석을 이탈하거나 안전띠를 착용하지 않은 경우
 - 라) 운전자의 운전조작 불가
 - 마) 부분 자율주행시스템의 고장
- 4) 제1호가목6)가)부터 바)까지 외의 부분 단서에 따른 조작입력 무시 및 조정 작동
- 5) 비상운행의 시작 및 종료
- 6) 사고기록장치의 작동
- 7) 충돌 인지
- 8) 위험최소화운행의 시작
- 9) 부분 자율주행시스템의 심각한 고장
- 10) 자동차의 심각한 고장

이제 곧 레벨3 이상의 자율주행 자동차가 시판되고, 사고가 났을 때 사고기록장치 데이터의 무결성 확보 방안이나 추출 데이터의 열람 권한, 보관, 분석 등에 대한 법적 처리 절차의 정립이 필요함은 자명하다. 또한 자율주행 임시 운행 허가를 받은 자동차의 교통사고 원인 분석을 위해서도 데이터 추출 관련 법규의 마련이 필요하고, 현장에서의 원활한 처리를 위한 매뉴얼 개발이 필요한 상황이기 때문에 현재 임시 운행중인 자율주행 자동차의 교통사고 발생 시 손해배상 책임 규명을 위해 자동차 손해배상 보장법 제39조 14에서 국토교통부 산하 자율주행 자동차 사고조사위원회의 설치와 업무, 이해관계자의 의무 등이 지정되어 있다.

또한 완전 자율주행이 이루어진 자동차는 주변의 차량과 교통정보, 도로환경과 정보를 주고받을 수 있어야 한다. 우리는 이것을 차세대 지능형 교통시스템(C-ITS: Cooperative-Intelligent Transport Systems)라고 하며 차량과 보행자, 도로 인프라 등 도로의 구성 요소들이 통신을 통해 정보를 교환하고, 이를 바탕으로 도로와 차량의 안전과 편의 향상을 목적으로 하는 기술이다. 자율주행 자동차가 운행하는 데 필요한 여러 교통정보와 인프라 데이터들은 관제 센터 내에 있는 관제 서버에서 저장 관리하게 되며 「자동차손해배상 보장법시행령」 제33조의 15에 따르면 자율주행 정보의 기록 및 보관은 최소 6개월로 제시되어 있다.

9. 자율주행 기술의 표준화



[그림] 자율주행기술개발혁신사업단

우리나라에서는 27년 융합형 레벨 4 이상의 자율주행차 상용화 기반을 완성하기 위해서 산업통상자원부, 과기정보통신부, 국토교통부, 경찰청 등 정부 부처가 공동으로 참여하고 있는 자율주행기술개발혁신사업단이 꾸며져 있다.

여기서는 자율주행 기술과 관련된 여러 가지 일들을 하고 있는데 그 중 자율주행 정보 기록장치인 DSSAD 기술개발에도 관여하고 있다. 특히 사업단에서 추진 중인 범부처사업으로 "자율주행 기술개발 혁신사업"을 산업통상자원부와 경찰청, 국토교통부가 공동으로 DSSAD의 개발과 데이터 추출, 사고분석, 평가방법 개발로 수행하고 있으며 각각의 기술개발 과제가 DSSAD개발에 연관되어 있어 3개 사업을 관리하는 운영위원회와 표준화 논의를 위한 기술운영회가 설치되어 있다.

이와 함께 DSSAD의 표준화와 관계있는 자율주행차 표준화 포럼이 있다. 이 자율주행차 표준화 포럼은 한국표준협회가 사무국으로 운영위원회를 주관하고 있다. 자율주행차 표준화 포럼은 국내 자율주행차 안전을 위한 표준, 자율주행차 시스템을 위한 표준, 자율차 모빌리티 서비스 표준 제정과 함께 UNECE의 국제 표준과 법규 제정에서 여러 가지 활동을 하고 있다. 자율주행차 표준화 포럼의 한국표준협회에서 자율주행 정보 기록장치는 현재의 DTG와 EDR을 자율주행 정보 기록장치로 발전시켜 시스템이 주행 중 데이터를 기록하는 운행기록장치의 특성과 사고가 발생한 전후 시간에 데이터만을 저장하는 사고기록장치의 특성을 모두 포함하는 형태로 개발을 추진하고 있다.



[그림] 자율주행차 표준화 포럼

10. 마무리하며

이제 곧 우리 앞에 펼쳐질 자율주행 자동차의 시대에 맞는 교통사고 분석을 위해 자율주행 기록장치(DSSAD)에 대한 여러 국가의 표준 및 기술 선점을 위한 경쟁이 치열하다. 필자는 EDR 및 DSSAD의 표준 및 법규 동향을 설명하기 위해 먼저 자동차 교통사고 분석과 사고기록장치의 역할을 살펴보았다. 그리고 EDR 데이터를 활용한 사고분석 사례를 소개하여 교통사고 분석에서 필요한 사고기록장치의 기능요구사항을 기술하였다.

자율주행 기술의 발전에 따른 자율주행 기록장치의 필요성을 EDR의 발전과 함께 이루어지고 있는 EDR 데이터 취득 범위의 확장과 함께 살펴보았으며 자율주행 기록장치(DSSAD)의 법규 및 규제 현황을 국내와 UNECE를 기준으로 한 해외로 나누어 기술하였다. 마지막으로 우리나라의 자율주행기술개발혁신사업단과 자율주행차 표준화 포럼을 소개하여 국내 DSSAD 표준화 동향을 설명하였다. 모쪼록 이 글이 우리나라의 자율주행과 사고기록장치 기술에 관심 있는 많은 분께 도움이 되기를 바란다.



자동차의 모빌리티 혁명 SDV 시대

(SDV:Software Defined Vehicle)



문 학 훈 교수

• 오산대학교 미래전기자동차과

I. SDV는 무엇인가?

자동차가 1980년대 초반부터 전자제어화 되면서 하드웨어 시스템만으로 작동되는 장치에서 하드웨어(Hardware)와 소프트웨어(Software)를 포함한 컴퓨터가 자동차를 제어함으로써 정밀한 주변상황에 대한 감지(Sensing)와 제어(Control)를 함으로써 성능향상과 감성이나 브랜드 아이덴티티에 지대한 영향을 끼쳐왔다. 이러한 것을 기반으로 소프트웨어를 통한 파워는 이제 자동차에서 없어서는 안되는 존재가 되었다. 사람으로 구분하면 인체 골격을 하드웨어라고 하면 지식은 소프트 웨어가 되는 것이다. 따라서 지식을 수시로 업데이트 함으로써 풍부한 논리로 사용 할 수가 있는 것과 같이 자동차에도 소프트 웨어를 통한 업데이트로 성능향상에 기여하게 되는 것이다.자동차에서 모빌리티 시대로의 전환은 아주 의미 있는 이야기이다.

SDV(Software Defined Vehicle)은 전기차(EV)와 자율주행차의 확산으로 대두되는 개념이며, 소프트웨어로 정의되는 차량을 의미한다. 즉 차량의 하드웨어가 아니고 차량의 성능은 소프트웨어 중심으로 변화하고 있다는 것이다. 차량의 모빌리티의 변화는 입력신호를 받아 컴퓨터의 CPU라고 하는 중앙연산처리장치의 제어장치에서 출력신호로 넘어가는 단계에서 중앙연산처리장치를 거치면서 제어되는 소프트웨어가 SDV의 중요한 역할을 하는 것이다. 신호의 처리신호는 입력신호와 제어신호 그리고 출력신호로 구분되어진다.

1) 입력 신호(Input Signal)

입력 신호는 시스템에 들어오는 데이터나 명령입니다. 이러한 신호는 센서, 스위치, 사용자 인터페이스 등을 통해 수집됩니다. 예를 들어, 온도 센서, 차량의 속도, 가속페달의 움직임, 브레이크 페달의 작동등을 수집한 데이터, 에어컨의 설정한 목표 온도 등이 입력 신호가 될 수 있습니다.

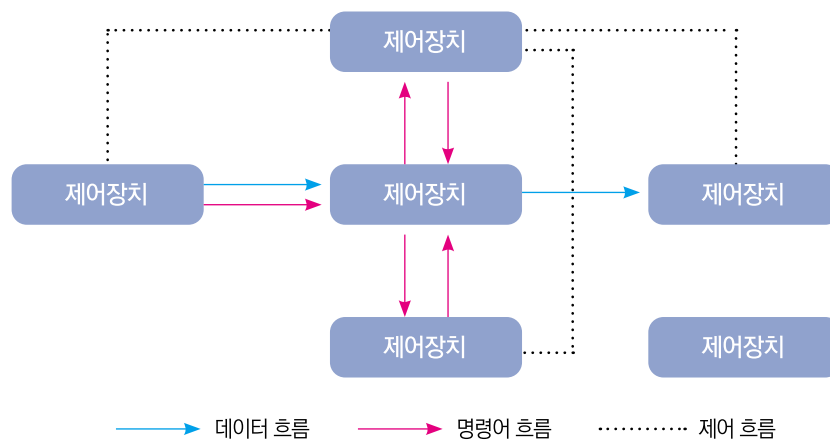
2)제어 신호(Control)

자동제어 시스템은 입력 신호를 받아서 내부적인 로직에 따라 처리하고, 그 결과를 출력 신호로 변환합니다. 이 과정에서 제어 알고리즘과 프로그래밍이 중요한 역할을 합니다. 여기에 사용되는 데이터는 소프트웨어적으로 제어되는 것이며 이러한 것을 SDV라고 정의 할 수있다.

3)출력 신호(Output Signal)

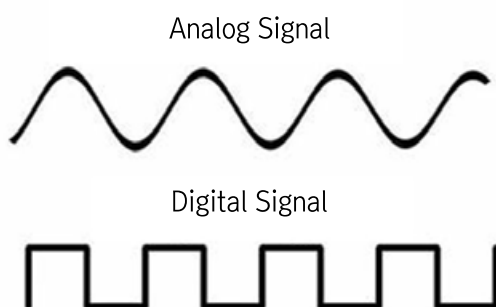
출력 신호는 시스템이 입력 신호를 기반으로 생성하는 반응이나 명령입니다. 예를 들어, 난방 시스템에서는 온도 조절 명령이 출력 신호가 됩니다. 출력 신호는 실제 장치를 제어하여 필요한 조치를 취합니다.

〈 컴퓨터 시스템 H/W의 5대장치 〉



프리미엄 자동차에 옵션으로 장착되던 운전자보조시스템(ADAS)같은 전자제어 시스템이나 첨단 기술은 기술의 표준화로 옵션에 적용되기도 하며 긴급호출이나 원격시동은 물론 영상이나 음원등의 콘텐츠사용 및 위치탐색,결제까지도 가능해지고 있으며 자동차 인공지능화가 진행 중이다. 최근에는 정부로부터 OTA(Over The Air)가 허가 되면서 자동차에 성능 향상을 위한 무선 업데이트가 이루어 지면서 네비게이션 업데이트,시스템 업데이트가 활발하게 진행되고 있다. 기존에는 자동차의 시스템에 품질향상을 위해 서비스센터에 방문하여 업데이트를 받았다면 지금은 핸드폰처럼 자동으로 업데이트가 이루어지는 시대가 되었다.자동차에서 사용되는 입력과 출력을 좀더 자세히 알아보면 소프트웨어가 얼마나 중요한 역할을 하는지 알수가 있다.

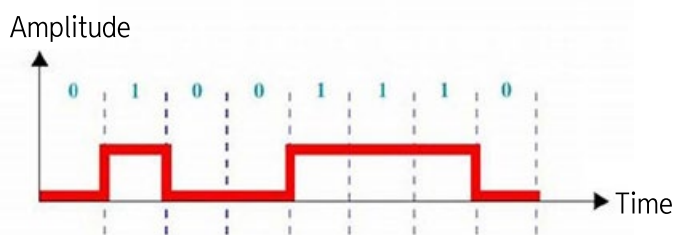
● 아날로그 입력(AI, Analog Input)



아날로그 입력은 연속적인 물리량을 컴퓨터로 입력되며, 스로틀개도, 냉각수온도, 악셀페달 개도, 공기온도, 습도, 유량, 압력 등을 측정하게 되고 입력신호는 전압 0~12V DC 또는 0~5V이며, 전류는 4~20mA 이다. 전류, 전압 등의 값을 받아서 정수값으로 컴퓨터 CPU로 입력이 되고 컴퓨터는 아날로그 신호를 그대로 사용할 수가 없으므로 A/D컨버터를 통해 디지털 신호로 가공하여 신호를 처리하게 된다.

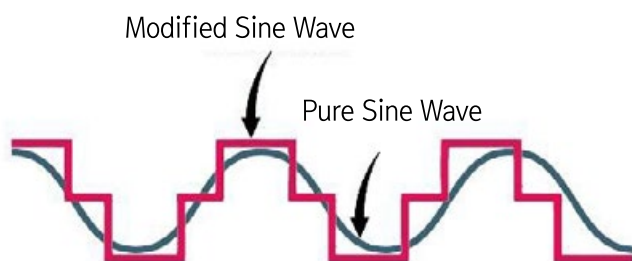
● 디지털 입력(DI, Digital Input)

디지털 입력은 1 또는 0의 입력값을 받아서 컴퓨터 CPU가 ON/OFF 상태를 확인하고 디지털 신호로 입력이 되며 입력센서중 반도체 소자 홀IC(Hall IC)를 사용하는 크랭크각 센서, 휠 속도센서, 캠축센서 등은 디지털 신호이며 별도로 아날로그에서 디지털로 변환없이 CPU에서 소프트웨어적으로 연산하여 데이터로 사용됩니다.



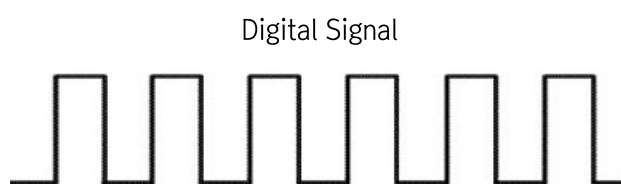
● 아날로그 출력(AO, Analog Output)

아날로그 출력은 컴퓨터에서 디지털 신호로 처리 후 출력을 내 보낼 때는 디지털 신호를 다시 아날로그 신호로 변환하여 출력하게 되는데 이때는 D/A컨버터 또는 비교기를 통해 연속적인 비례 출력으로 내보내지게 된다. 예를 들어 모터 인버터, 비례제어 밸브, 비례제어 댐퍼 등을 조작하게 된다. 출력신호는 전압 0~12V(DC), 전류 0~20mA로 작동되며, 아날로그 출력은 전류, 전압 등의 값을 출력하는데, 예를 들면 0~12V의 값을 구동모터 주게 되면 만약에 0V면 모터가 0%로 정지하는 상태일 것이고, 6V이면 50% 중간정도의 세기로 작동하게 되고 12V면 100%로 모터가 최대출력으로 작동하게 된다.



- 1) 모터 인버터는 모터의 속도를 제어하는 장치이며 인버터는 보통 속도제어까지만 하고 위치제어를 하지는 않고 서보 드라이브와 같이 정밀한 제어에 사용되지 않으며, 중대형 펌프, 팬 등을 돌리는 용도로 많이 사용된다. 인버터를 사용하는 가장 중요한 이유는 유도 모터의 속도를 제어하는 것이지만, 인버터를 사용하면 순간적으로 증가하는 기동 전류가 발생하지 않고 전류 제한 등으로 모터를 보호 할 수 있는 장점이 있다.
- 2) 비례제어 밸브와 비례제어 댐퍼는 각각 유량과 압력을 제어하는 장치이며 비례제어 밸브와 댐퍼는 출력 유량이나 압력이 변경되거나 동적 설정 포인트에 따라 결정되는 응용 분야에서 제어 기능을 수행한다. 빠르고 매우 정밀한 응답을 통해 공기, 가스 또는 물을 제어할 수 있으며. 비례제어 밸브와 비례제어 댐퍼는 전압 변화에 비례하여 출력되는 솔레노이드를 이용하여 제어된다.

● 디지털 출력(DO, Digital Output)



디지털 출력은 컴퓨터 CPU에서 ON하면 신호를 받고 작동되고, OFF하면 신호를 받고 정지하게되며. 전등을 예로 들면 스위치를 켜면 전등이 켜지고, 스위치를 끄면 전등이 꺼지게 된다. 디지털 출력은 각종 구동모터,

전기식펌프, 송풍기 등을 기동 및 정지 시킵니다. 출력신호는 릴레이 접점으로, 작은 전류를 사용하여 큰 전류를 스위칭할 때 사용된다.

SDV는 소프트웨어를 이용하여 자동차 시스템을 작동 시키기 위해 필요한 부분이기에는 하나 결국은 외부로부터 또는 내부의 기억된 소프트웨어를 통해 차량을 제어하기 때문에 입력과 제어,출력의 구조를 이해하고 소프트웨어가 어떻게 작동되는가를 알아야 한다.

II. SDV는 왜 필요한가?

자동차 소프트웨어 시장은 무한하게 확장될 상황이다.전기자동차,자율주행 자동차등과 같이 시스템에 전자제어화가 많은 부분을 차지하고 있으므로 소프트웨어 시장은 기하 급수적으로 증가할 전망이다. 소프트웨어를 기반으로 한 커넥티드 카 서비스(Conneted Car Service)는 자동차와 사람, 사물과 초고속 통신망으로 연결하여 양방향 소통이 가능하게 하는 서비스로 긴급 서비스와 실시간 차량 관리등에 운전자가 필요로 하는 콘텐츠를 제공해 전체적으로 교통상황을 개선하는데 기여하게 된다. 그러나 무선 업데이트가 자동차에 안전과 관련해 OTA를 통해 펌웨어 스프트웨어를 업데이트 하는 것은 조심해야하는 부분 이기도 하고 정부에 신고 후 프로세스를 처리해야 하는 부분도 있다. 즉 전기차에 구동모터, 고전압 배터리에 안전과 관련된 부분을 모르게 업데이트 하게 되면 어떤 부분을 개선하여 업데이트하게 되었는지가 불분명해지게 되면서 사고로 이어질 수 있으므로 조심해야 한다.

구분	SOTA	FOTA
정의	Software Over-The-Air	Firmware Over-The-Air
기능	- 연결된 장치에 파일 전송, 다운로드, 설치 - 소프트웨어 업데이트, 보안패치, 새로운 기능 추가	- 장치를 방해하지 않고 버그 수정, 시스템 기능을 개선, 펌웨어 버전 업그레이드 가능
예시	- 커넥티드 차량의 내비게이션 지도 업데이트	- 커넥티드 차량 내부의 첨단 전자 제어장치(ECU) 원격 업데이트

SDV는 크게 OTA(Over The Air)업데이트와 통합ECU,차량용 소프트웨어 및 클라우드등으로 구성되는 전자 아키텍처와 모빌리티 및 커넥티비티 서비스를 통합하고 서드파드 사업자까지 고려한 서비스 플랫폼으로 구성된다.

III. SDV는 어떻게 발전할 것인가?

결론적으로 소프트웨어의 영역 확장은 새로운 패러다임 변화에 미래를 준비하는 모빌리티 업계의 혁신적인 변화이며 이를 통한 새로운 기술의 진화가 진행 중이다. 자동차는 일상의 이동수단 뿐만 아니라 데이터의 활용을 포함한 모빌리티라는 넓은 개념으로 사회와 접속되고 있으며 주행 데이터가 차세대 교통 서비스 영역에서의 차량 위치 데이터로 활용되고 있다. 이제는 소프트웨어의 플랫폼 시대이며 서비스 플랫폼을 통한 도시 OS(스마트 시티 플랫폼)와의 접속도 가능하며 다른 단말 어플리케이션과의 접속 할 수 있는 환경이 마련되기도 할 것이다. 자동차의 소프트웨어는 모빌리티의 중심이며 사용자의 안전을 보장하기 위하여 보안과 버전관리 등의 관점에서 IT기업을 비롯한 타 업종의 플레이어 등장으로 소프트웨어 시대에 자동차 산업이 키플레이어(Key Player)로 향후 전개가 될 것으로 생각한다.

소프트웨어 정의 자동차(SDV: Software Defined Vehicle) 자동차의 하드웨어를 기반으로 소프트웨어가 중심으로 구현되는 자동차로 인포테인먼트, 자율주행 소프트웨어 업데이트, 음원 업데이트, 내비게이션 업데이트, 도로 기반 시설 업데이트 등 엄청난 활용이 될 것으로 기대 한다. 또한 미래에는 AAM, PBV, 로봇, 로보택시 등의 다양한 모빌리티 장치를 하나의 계정으로 연동한 **새로운 모빌리티 디바이스와 서비스**를 만들 것으로 예상되며 이처럼 모든 여정을 물 흐르듯 연결하는 기술의 중심은 바로 소프트웨어가 될 것이다. 그러기 위해서는 차량에 고도화된 소프트웨어를 구현하기 위해서는 차량용 운영체계가 필수이며 방대한 차량의 데이터와 다수의 전장부품을 효율적으로 제어하기 위해서는 독자적인 운영체제인 CCOS(Connected Car Operating System)이 필수이다. CCOS는 방대한 데이터를 빠르고 신속하게 가공 및 처리하고 표준화된 아키텍처를 기반으로 시장에 요구하는 데이터를 유연하게 설계 할 수 있는 구조를 갖춰 안정적인 서비스를 제공하여야 하는 소프트웨어 플랫폼이다. 그러기 위해서는 고성능 하드웨어의 성능을 최대한 끌어 올려야 가능한 일이다.

미래 자동차 산업에서는 AI 기술과 자율주행 기술이 혁신적인 변화를 가져올 것으로 예상되며, 이러한 변화는 자동차 산업뿐만 아니라 인간 생활에도 큰 영향을 미치게 된다. 첫째로, 자율주행 자동차는 교통체증 문제를 해결할 수 있을 것이고 또한, 인간의 운전 오류로 발생하는 교통사고를 줄일 수 있으며, 스마트 시티와 연동하여 교통 흐름을 더욱 효율적으로 관리할 수 있게 된다. 둘째로, AI 기술을 이용한 차량 운전 스타일 분석과 개선으로 연비를 높일 수 있으며, 차량의 고장을 예측하여 미리 정비할 수 있으며, 주행 시 인공지능 기술을 이용한 안전운전 가이드 등으로 운전자의 안전을 보호할 수 있다.



셋째로, 스마트 시티와 연동하여 자동차 주차, 배송 등 다양한 서비스를 제공할 수 있으며 이를 통해 우리의 일상생활은 보다 편리하고 스마트한 방향으로 변화할 것이다. 이러한 변화는 자동차 산업의 전환점이 될 것이고 이에 따라 자동차 산업에서는 기존의 기술을 넘어서는 혁신적인 기술과 비즈니스 모델의 창출이 필요하고 이러한 변화가 일어나면서 생기는 인력 투자, 교육, 법적 문제 등도 같이 고민해야 된다.

Ⅳ. 커지는 자동차 해킹위협 SDV는 안전한가?

SDV로 점철되는 커넥티드 카·자율주행의 발전과 사이버 보안에 중요성도 높아지고 있다. 대표적으로 체로키 해킹 사건은 미국의 화이트 해커가 지프 체로키에 탑재된 디지털 시스템을 해킹해 크라이슬러는 해당 모델을 리콜하게 된 경우도 발생하게 되었으며, 2020년에는 테슬라 모델X가 2분 30초 만에 화이트 해커로 인해 뚫리기도 했으며 해커는 본인의 노트북과 자동차 키를 연결해 잠금해제 코드를 생성하고 이를 통해 문을 열수 있었다. 또한 2016년에는 닛산 리프 차량을 제어하는 전용 스마트폰 어플리케이션을 해킹해 자동차 문을 여는데도 성공한 바가 있다. 따라서 완성차 업체들은 소프트웨어 보안강화에 신경을 쓰고 다양한 국제 표준·법규를 제정하고 있으나 고려해야 할 사항으로는 첫째로, 안전성은 자율주행 자동차의 가장 중요한 고려 사항이며 자동차가 스스로 주행하기 때문에 안전성 문제가 발생할 경우 인명피해가 크게 발생할 수 있다. 따라서 자율주행 자동차는 신뢰성 높은 기술과 안정적인 시스템이 요구된다. 둘째로, 보안 문제는 인공지능 기술이 적용된 자율주행 자동차가 해킹당할 경우 큰 문제를 야기할 수 있으며 자율주행 자동차의 보안성을 높이기 위한 기술적인 대책이 필요하다. 셋째로, 윤리적 고민은 자율주행 자동차가 사람 대신 결정을 내리는 경우가 발생할 수 있기 때문에 자동차가 어떤 선택을 할 것인가에 대한 문제가 있고 이러한 문제들은 자율주행 자동차가 적극적으로 수용되기 전에 해결되어야 한다.

자율주행 자동차 기술의 도전 과제는 매우 중요한 문제이고 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 자율주행 자동차 관련 연구와 기술의 발전뿐 아니라, 법적인 제도 및 윤리적인 가이드 라인도 필요하다. 이를 위해 전문가들과의 협력과 국제적인 규제체계도 함께 마련되어야 할 것이며, 향후 자율주행 자동차를 위한 핵심기술인 차량-사물간 통신(V2X; Vehicle to Everything)이 도입되면 자동차는 상시적으로 정보통신망에 연결상태로 운행이 될 것으로 생각되며 이로 인한 사이버 공격은 다양한 형태로 나타날 것이다. 예를 들어 해커가 소프트웨어 시스템을 조작해 문을 잠그거나 또는 시동을 걸거나 특히 제동에 영향을 미치게 하거나 하면 굉장히 혼란스러운 일이 발생할 상황이 생기게 될 것이다.

인포테인먼트 시스템을 해킹하게 되면 차량 내에서 하는 회의내용을 엿듣거나 화상회의를 유출 할수 있으며 블루투스나 와이파이를 이용해 차량 내에 있는 노트북에 접근 할 가능성도 있다. 국내에서는 한국도로공사가 V2X 보안인증체계를 실증하기 위한 사업을 2020년부터 추진하고 있으며 아우토크립트, 한국전자인증, 안랩 등이 컨소시엄을 구성해 참여하고 있다. V2X는 교통환경관련 모든 요소와 정보를 공유하기 때문에 잘못된 정보가 들어오거나 통신내용이 탈취 되지 않도록 보안 환경이 마련되며 국가 V2X를 통한 침투가 되지 않도록 구현 방안을 마련 중이다.





고의 교통사고의 과학적 분석기법 정립을 위한 인지·반응시간에 대한 연구



김 원 기 사고조사연구원
• 도로교통공단 교통사고종합분석센터

[요약]

자동차를 이용하여 고의로 교통사고를 발생시킨 후 보험금을 편취하는 보험사기가 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다. 고의로 교통사고를 발생시키려는 운전자들은 상대차량의 진행상황을 예의주시하다 회피 운전이 아닌 충돌을 위한 운전조작 형태를 보인다. 이러한 고의적 운전행태는 예측할 수 없는 상태가 아닌 상대차량과의 충돌을 예측한 상황에서 발생되므로 예측을 전혀 하지 못한 상태에서 사고가 발생될 때의 운전자 인지·반응시간을 적용하여 교통사고에 대한 고의성 여부를 과학적으로 분석하기에는 무리가 있다.

본 연구에서는 고의 교통사고를 발생시키는 운전자의 행동특성을 고려하여 인지반응시간을 도출한 결과 남녀 연령대에 따른 차이는 확인되지 않았고 여성에 비해 남성의 인지·반응시간이 다소 짧은 것으로 도출되었으나 남녀간에 유의미한 차이는 확인되지 않았다. 도출된 실험 결과의 검증 결과에서도 운전자의 인지·반응시간은 0.6초로 검증되어 향후 교통사고의 고의성 여부를 분석할 때 운전자의 인지·반응시간으로 0.6초를 적용하는 방안을 제시해 본다.

[Key Words]

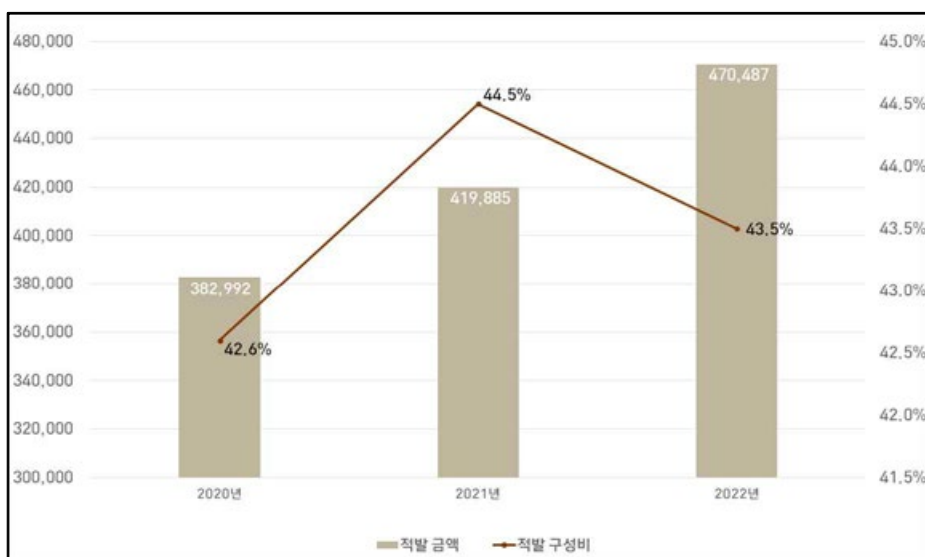
고의 교통사고, 보험사기, 인지·반응시간

1. 연구 배경과 목적

보험사기방지 특별법(약칭 : 보험사기방지법) 제2조(정의) 1항에 의하면 보험사기행위란 보험사고의 발생, 원인 또는 내용에 관하여 보험자를 기망하여 보험금을 청구하는 행위를 말한다.

자동차를 이용하여 고의로 교통사고를 야기한 교통사고 관련 보험사기는 과실범을 가장하고 있고, 수많은 교통사고 속에 포함되어 있어 일반적인 보험사기보다 입증이 어렵다. 이러한 이유로 고의 교통사고는 돈을 쉽게 벌 수 있는 수단으로 왜곡되는 등 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다.

금융감독원에서 발표한 보험사기로 인해 적발된 금액을 보더라도 자동차를 이용하여 고의로 사고를 발생시켜 청구되었다 적발된 보험금액은 2020년 382,992백만원에서 2021년 419,885백만원, 2022년 470,487백만원으로 매년 약 50,602백만원씩 증가하였으며 적발 구성비도 약 42.6%~44.5%로 다른 보험사기에 비해 큰 비중을 차지하고 있다.



〈그림 1〉 자동차보험 적발 금액 및 적발 구성비

매년 증가하고 있는 자동차 관련 고의 교통사고를 과학적으로 입증하기 위해 수사·사법기관에서 우리 공단에 의뢰하고 있는 고의 교통사고 관련 감정의뢰건수도 매년 증가하고 있는 실정이다. 우리 공단은 매년 증가하고 있는 자동차 관련 고의 교통사고를 과학적으로 입증하여 올바른 사법적 판단과 국민 권익보호에 기여하고자 한다.

자동차를 이용한 고의 교통사고 유형은 다음과 같이 8가지로 구분할 수 있다.

- ① 진로변경 차량 고의 충돌
- ② 동시 좌회전 차량 고의 충돌

- ③ 법규위반 차량 고의 충돌
- ④ 후진 차량 고의 충돌
- ⑤ 시설물 고의 충돌
- ⑥ 고의 급제동에 의한 추돌
- ⑦ 보행자 신체 부위 고의 자동차 충돌
- ⑧ 고의 추락 사고
- ⑨ 살인사고 위장

이중 고의 교통사고 유형 ①~⑤까지의 고의 교통사고는 운전자가 상대차량의 움직임을 예측, 인지 후 사고 회피를 위한 운전조작 없이 고의 충돌을 위한 운전조작으로 상대차량과 고의 충돌하는 사고유형으로 볼 수 있다. 운전자가 상대차량의 움직임을 인지 후 운전조작을 하기까지는 어느정도의 시간이 소요되는데 이를 인지·반응시간이라고 한다. 모든 운전자는 인지·반응시간 이후에 차량 조작이 가능한바 운전자의 인지·반응시간 산정이 매우 중요하다. 고의로 교통사고를 야기하는 운전자가 상대차량의 움직임을 예측한 시점부터 상대차량과의 충돌을 회피하기 위한 운전조작이 아닌 충돌을 위한 운전조작을 하기 위한 첫단계이기 때문이다.

기존 수행된 연구들은 시뮬레이터를 이용하여 사고 회피를 하기 위한 운전자들의 인지·반응시간을 산정한 연구가 대부분이다. 사고 회피를 위한 운전자의 인지·반응시간을 고의로 교통사고를 야기하는 운전자들의 인지·반응시간으로 적용하기에는 무리가 있다.

따라서 본 연구에서는 실제 차량을 이용하여 사고 상황을 예측한 운전자들을 대상으로 나이, 성별 등으로 구분하고, 실험을 통해 운전자의 인지·반응시간 산정 후 이를 실주행 상황으로 검증하여 교통사고를 고의로 야기하는 운전자들에 대한 운전 행태를 과학적으로 규명하기 위한 기법을 정립하고자 한다.

II. 본론

1. 인지·반응시간의 정의

차량을 운전하는 운전자의 인지·반응시간은 운전자가 위험발생 상황을 인지한 후 적절한 운전행동을 결정하여 실제 차량조작을 실행하기까지 소요되는 시간을 의미한다.

인지·반응시간은 <그림 2>와 같이 4단계로 구분할 수 있는데 1단계는 운전자가 위험발생 상황을 육안과 같은 신체 감각기관을 통해 인지하는 단계이다. 2단계는 식별의 단계로서 운전자가 위험상황에 대한 구체적 특징을 확인하는 단계



<그림 2> 운전자의 인지반응 프로세스

이고, 3단계 판단은 위험상황에 대해 적절한 차량조작 행동을 결정하는 위한 행동판단 단계이다. 마지막 4단계인 반응은 운전자가 차량의 운전 조작을 실질적으로 실행하는 단계로 구분할 수 있다.

인지·반응시간은 운전자의 신체상황에 따라 달라진다고 알려져 있으며 일반적으로 여성에 비해 남성이, 고령운전자에 비해 낮은 연령대의 운전자 그리고 차량의 속도가 높을수록 인지·반응시간이 짧다고 알려져 있다.

2. 관련연구 고찰

2.1. 인지·반응시간에 대한 국외 연구

국외에서는 교통사고 분석시 활용하기 위한 목적으로 시뮬레이터 및 실차환경에서의 특정 위험상황에 대한 운전자의 인지·반응시간 및 운전행태에 대한 연구가 다수 수행되었다.

Toxopeus는 도로를 무단횡단하는 보행자와 자전거가 출현하는 상황을 시뮬레이터로 구축하여 운전자의 반응시간을 측정하였으며 보행자가 갑작스럽게 출현할 때는 평균 1.46초, 자전거가 출현할 때는 평균 1.93초로 측정되었다.

Jurecki와 Stanczyk는 실차환경에서 보행자가 갑작스럽게 출현할 때 운전자의 반응시간을 측정하였으며 운전자가 대응할 수 있는 시간이 짧을수록 인지·반응시간이 빨라지는 것으로 연구되어 위험상황 발생 시점에 따라 운전자의 반응시간을 다르게 적용하는 방안을 제시하였다.

한편, Olson과 Sivak은 공동연구를 통해 실차환경에서 고령운전자와 비고령운전자를 대상으로 갑작스런 위험발생 상황부터 운전자가 브레이크 페달을 작동하기까지의 시간을 측정하였고, 고령운전자와 비고령운전자들의 95퍼센타일은 모두 약 1.6초로 산정되었다.

고령운전자의 인지·반응시간을 연구하기 위해 Uno와 Hiramatsu는 20명의 65세 이상 고령운전자와 20명의 60세 미만 비고령운전자를 대상으로 회피행동에 대한 비교연구를 진행하였다. 비고령자의 조향각속도 및 페달반응시간은 고령자보다 빠른 것으로 확인되었으며 위험상황이 갑작스럽게 발생할수록 피실험자들의 반응시간이 빠르게 나타남을 확인하였다.

2.2. 인지·반응시간에 대한 국내 연구

국민대학교 자동차공학전문대학원의 한현서는 운전자가 60km/h로 차량을 운전하고 있는 상황에서 보행자가 출현할 때 운전자가 제동장치 혹은 조향장치 중 위험상황을 회피하고자 차량의 어느장치를 먼저 작동하는지에 대한 연구를 시뮬레이터를 통해 진행하였다. 실험대상으로는 20대~40대의 남녀 105명을 대상으로 실험을 진행하였으며 보행자가 출몰하는 위험상황에서 모든 연령대의 운전자는 조향장치 작동보다는 제동장치를 먼저 작동하여 위험상황을 회피하려는 경향이 나타났다. 운전자가 보행자를 발견한 시점부터 제동장치를 작동하기까지는 평균 1.002초, 조향장치를 작동하기까지는 평균 1.166초가 소요되는 것으로 확인되었다.

본 공단 최홍 사고조사연구원은 교통사고 해석을 위한 운전자의 인지·반응시간 측정을 위해 운전상황과 유사한 환경을 구현한 시뮬레이터를 활용하여 실험을 실시하였다. 운전자의 인지·반응시간 측정을 위해 어린이 보행자가 진행중인 차량 앞으로 갑작스럽게 출현하는 상황과 자전거가 출몰하는 상황으로 시나리오로 구축하였다. 실험대상 운전자들에게는 사전에 정확한 실험목적은 알리지 않고 첫 번째 실험을 실시하여 실험대상 운전자들이 위험상황을 경험케 한 Unalerted 상황에 이어 두 번째 위험상황이 또 다시 연출되도록 하여 운전자들이 위험상황을 자연스럽게 예측할 수 있는 Alerted 상황에서의 시간을 각각 측정하였다. 20~50대의 남녀 각 35명씩 총 70명을 대상으로 실험을 실시하였으며 <표 1>과 같이 Unalerted 조건에서 남성의 평균 인지·반응시간은 0.91초, 여성은 0.93초인 반면 Alerted 조건에서 남성은 0.68초, 여성은 0.77초 산정되어 Unalerted 조건이 Alerted 조건에 비해 인지·반응시간이 긴 결과를 보이는 것으로 조사되었다.

<표 1> Alerted와 Unalerted 조건에 대한 인지·반응실험 결과

분류	남성		여성	
	Unalerted	Alerted	Unalerted	Alerted
20대	0.90초	0.62초	1.06초	0.82초
30대	0.85초	0.66초	0.84초	0.72초
40대	0.91초	0.69초	0.94초	0.78초
50대	0.97초	0.77초	1.09초	0.79초
평균	0.91초	0.68초	0.93초	0.77초

3. 인지·반응시간 측정 실험

3.1. 실험방법

고의 교통사고를 야기하려는 운전자들의 인지·반응시간을 측정하기 위해 실제 차량 운전석에 실험 대상자를 탑승시킨 후 실험 대상자가 운전석에서 전방을 주시할 때 운전자의 육안으로 확인 가능한 특이사항을 순간적으로 발생시켰다. 그리고 특이사항을 목격한 운전자가 브레이크 페달을 밟아 차량 제동등이 점등되는 상황을 동영상으로 녹화한 후 영상에서 특이사항 발생시점부터 차량 제동등이 점등될 때까지의 시간을 측정하였다.

고의 교통사고를 발생시키려는 운전자들은 상대 차량과의 충돌을 고의로 발생시키고자 상대 차량의 진행상황을 예의주시하면서 차량의 진행상황을 예측한 후 상대 차량이 진로변경과 같은 진행상황에 변화가 발생할 때 가속 등에 의한 차량 운전으로 상대차량과의 충돌을 발생시키는 운전행태를 보이는 것으로 추정된다. 따라서 고의 교통사고를 발생시키는 운전자들의 운전행태를 본 실험에 적용하기 위해 실험 대상자들에게 사전에 실험방법을 고지하였다. 즉 차량 운전석에 탑승해 있는 실험 대상자들은 전방에서 특이한 사항이 발생할 수 있음을 미리 예견하게 하여 특이사항을 목격한 후 바로 제동장치를 작동할 수 있게 하였다.

3.2. 실험 대상자

실험 대상자들은 운전면허를 소지하고 실제 차량을 운전하고 있는 운전자를 대상으로 선정하였으며 고의로 교통사고를 발생시켜 보험금을 편취하려는 보험사기 운전자들은 다양한 나이대와 성별 구분이 없다고 판단되어 20대부터 50대까지의 남녀를 대상으로 실험을 실시하였다.

각각의 실험 대상자들을 대상으로 총 5번의 실험을 실시하였으며 5번의 실험으로 취득된 데이터 중 이상치 제거를 위해 최소 소요시간과 최대 소요시간을 제외한 나머지 소요시간을 평균하여 운전자들의 인지·반응시간을 산정하였다.

4. 인지·반응시간 측정 실험 결과

특이사항이 발생됨을 인지하고 있는 남성 운전자가 특이사항을 목격 후 바로 제동장치를 작동하기까지 소요된 평균 시간(인지·반응시간)은 제시된 <표 2>와 같이 40대를 제외한 20,30,50대에서 약 0.5초로 측정되었다. 여성 운전자의 경우 <표 3>과 같이 30대를 제외한 20,40,50대에서 인지·반응시간 평균은 약 0.7초로 측정되었다.

기존 논문 등에 의하면 동일 성별 그룹에서는 연령대가 높아질수록 운전자의 인지·반응시간도 높아진다고 연구되었다. 그러나 본 실험과 같이 운전자들이 전방에서 특이한 사항이 발생됨을 인지하고 있는 경우에는 연령대와 상관없이 인지·반응시간에 큰 차이가 없는 것으로 확인되었다. 또한 남녀 모두 50대보다는 20,30대의 인지·반응시간이 다소 낮은 것으로 조사되었으나 이는 운전자들의 개인 신체 차이에 의한 것으로 추정된다.

한편 모든 연령대에서의 남성 운전자의 평균 인지·반응시간의 약 0.5초로 조사되었고 여성 운전자의 전체 평균 인지·반응시간은 0.6초로 조사되어 남성 운전자에 비해 여성 운전자의 인지·반응시간이 다소 늦는 것으로 조사되었다. 그러나, 남녀 운전자의 인지·반응시간 차이는 0.1초에 불과하므로 남녀 운전자의 인지·반응시간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 사료된다.

따라서 실험대상 운전자들의 성별 및 나이대를 구분하지 않았을 경우 운전자들의 평균 인지·반응시간은 0.6초로 도출되므로 상대차량의 움직임을 예측하여 고의 교통사고를 발생시키려는 운전자의 최소 인지·반응시간은 0.6초로 적용 가능할 것으로 사료된다.

<표 2> 남성 운전자의 인지·반응시간 실험 결과

분류	남성			
	1회	2회	3회	평균
20대	0.5초	0.5초	0.4초	0.5초
30대	0.6초	0.4초	0.4초	0.5초
40대	0.6초	0.6초	0.6초	0.6초
50대	0.6초	0.4초	0.4초	0.5초
전체평균	0.5초			

〈표 3〉 여성 운전자의 인지·반응시간 실험 결과

분류	여성			
	1회	2회	3회	평균
20대	0.7초	0.7초	0.7초	0.7초
30대	0.6초	0.5초	0.5초	0.5초
40대	0.7초	0.6초	0.8초	0.7초
50대	0.6초	0.7초	0.7초	0.7초
전체평균	0.6초			

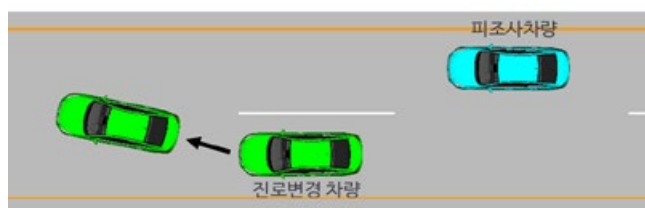
5. 산정된 인지·반응시간의 검증

5.1. 검증 방법

고의 교통사고를 발생시키려는 운전자의 인지·반응시간은 0.6초로 도출되었으며, 도출된 결과의 검증을 위해 실차 실험을 실시하였다.

실차 실험은 안전을 위해 일반 실제 시내부 도로를 구현한 주행실험장에서 실시하였다.

실험은 〈그림 3〉의 실차 실험 개요도와 같이 직선 구간의 편도 2차로 구간에서 1차로에서 30~50km/h로 진행하는 차량이 운전자의 임의로 1차로에서 2차로로 진로변경할 때, 이를 일정구간 2차로 후방에서 동일한 속도로 진행하는 피조사차량 운전자가 진로변경하는 차량을 인지하고, 바로 운전 조작이 가능할 때까지 소요되는 최소 시간을 측정하였다.



〈그림 3〉 실차 실험 개요도



〈그림 4〉 실차 실험 상황

검증을 위한 실차 실험에서도 마찬가지로 피조사차량 운전자는 1차로에서 진행하는 차량이 2차로로 진로변경함을 사전에 고지 받아 1차로 전방에서 진행하는 차량이 불시에 2차로로 진로변경함을 예측 가능한 상황으로 설정하여 실험을 실시하였다.

5.2. 검증 결과

실차 실험 결과 30km/h로 진행하던 중 차로변경하는 차량을 목격한 운전자가 고의 충돌을 위한 운전조작이 가능할 때까지 소요되는 시간은 평균 약 0.6초 도출되었으며 50km/h에서도 동일한 시간이 도출되었다.

〈표 4〉 인지·반응시간 검증 결과

분류	1회	2회	3회	평균
30km/h	0.5초	0.6초	0.7초	0.6초
50km/h	0.6초	0.7초	0.6초	0.6초
전체평균	0.6초			

이는 실험으로 산정된 운전자의 최소 인지·반응시간 0.6초와 동일한 결과(인지·반응시간)이다. 즉, 상대차량의 이동 상황을 예측하여 상대차량의 진행상황에 변화가 생길 때 가속과 같은 운전조작으로 상대차량과의 충돌을 발생시켜 고의로 사고를 야기하려는 운전자들의 인지·반응시간으로 0.6초를 적용하는데 무리가 없는 것으로 사료된다.

III. 결론 및 향후과제

일반적인 교통사고 발생 시 운전자들은 사고 발생상황을 전혀 예측하지 못한 상태에서 발생되게 되고 이러한 상황에서의 운전자들의 인지·반응시간은 0.7~1.0초 산정되어 교통사고분석에서 일반적인 운전자의 평균 인지·반응시간을 1.0초로 적용하여 사고를 분석하였다.

하지만 교통사고의 발생상황을 전혀 예측하지 못한 운전자들과는 달리 고의로 교통사고를 발생시키려는 운전자들은 상대차량의 진행상황을 예의주시하여 상대차량의 진행상황을 예측하고 상대차량의 진행상황에 변화가 목격될 때 가속과 같은 운전조작으로 사고를 발생시키는 운전행태를 보이는 것으로 추정되는 바, 보험금 수령을 목적으로 고의로 사고를 발생시키려는 운전자의 인지·반응시간을 도출하여 교통사고의 고의성 여부를 과학적으로 규명하기 위해 본 연구를 수행하였다.

연구 결과 성별에 따라 남성 운전자의 인지·반응시간은 평균 0.5초인 반면 여성 운전자의 인지·반응시간은 평균 0.6초로 도출되어 남성 운전자에 비해 여성 운전자의 인지·반응시간이 다소 늦은 것으로 나타났으나 남성 운전자와 여성 운전자간의 인지·반응시간 차이는 불과 0.1초 나타나 성별에 따른 인지·반응시간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 보인다.

또한, 남성 운전자와 여성운전자 운전자 모두 연령에 따른 인지·반응시간에 유의미한 차이가 발생하지 않았으며 검증
을 위한 실차 실험에서도 실험과 동일한 결과가 도출되었다. 따라서 교통사고의 고의성 여부를 과학적으로 규명하기 위해
서는 기존의 인지·반응시간 1.0초와 달리 0.6초를 적용하는 방안이 적절한 것으로 사료된다.

본 연구는 교통사고의 고의성 여부를 규명하기 위한 첫단계로 운전자가 상대차량의 진행상황에 변화가 발생되기
시작한 시점부터 차량 운전조작이 가능할 때까지 소요되는 시간에 대한 연구만을 진행하였고, 이후 운전자는 상대차량
과의 충돌을 발생시키기 위한 운전조작 단계에서의 연구를 수행하지 못한 한계가 있다. 즉 교통사고의 고의성 여부를
공정하고 과학적으로 규명하기 위해서는 향후 운전조작 단계에서의 운전자 운전 행태에 대한 연구가 진행되어야 할 것
으로 사료된다.

또한 본 연구는 검증결과를 걸쳤으나 실험 단계와 검증단계에서 성별 및 다양한 연령에 따른 실험 대상자를 대상으로
충분한 실험을 하지 못한 한계가 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해 더 많은 실험 표본수를 확보하고 인자별에 따른 유의성
여부의 통계분석으로 더 정확한 인지·반응시간이 도출되면 추후 교통사고에 대한 고의성 여부를 과학적으로 분석되는데
도움이 될 것으로 사료된다.

-
1. R. Toxopeus, S. Attalla, S. Kodsí and M. Oliver, "Driver Response Time to Midblock Crossing Pedestrians," SAE 2018-01-0514, 2018.
 2. R. Toxopeus, S. Attalla, S. Kodsí and M. Oliver, Driver Response Time to Cyclist Path Intrusions, "SAE 2018-01-0531, 2018.
 3. R. Jurecki and T. Stanczyk, "Driver Reaction Time to Lateral Entering Pedestrian in a Simulated Crash Traffic Situation," Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior, Vol. 27, Part A, pp. 22-36, 2014.
 4. P. L. Olson and M. Sivak, "Perception-response Time to Unexpected Roadway Hazards," Human Factors, Vol. 28, No. 1, pp. 91-96, 1986.
 5. P. L. Olson, "Driver Perceptin Response Time," SAE 890731, 1989.
 6. 한현서, 이승준, 심호용, 김송희, 양지현, "시뮬레이터 활용 무단횡단 보행자 출몰 시 운전자의 인지반응시간 연구", 한국자동차공학회논문집 제28권 제7호, 2020.
 7. 최홍, "교통사고 해석을 위한 운전자 인지반응시간에 대한 연구", 사고분석 자율연구 보고서, 2017.
 8. 도로교통공단 (2001). 교통사고 조사 매뉴얼.



마찰계수 재정립을 위한 연구



장석우 사고조사연구원
• 도로교통공단 교통사고종합분석센터

[요약]

교통사고 분석에서 정지거리 산출 및 하기 위해 마찰계수는 중요한 변수로 작용한다. 하지만 기존에 사용하고 있는 마찰계수는 1990년대의 마찰계수 실험데이터를 바탕으로 정의되었으며 차종별 마찰계수는 한국교통안전공단에서 제공하는 KNCAP 정지거리를 통해 도출할 수 있었으나 한국교통안전공단은 2019년 이후의 정지거리 검사를 진행하고 있지 않기 때문에 ABS 의무 장착 및 전기자동차 등 모빌리티 환경 반영하지 못하고 있어 최신화가 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 차종별 실차 실험을 통해 차종별 마찰계수를 도출하였다. 본 연구의 결과를 통해 사고차량의 정지거리 분석 등 교통사고 해석의 정확성 및 신뢰도 향상에 기여할 것으로 기대된다.

[Key Words]

마찰계수(coefficient of friction), 잠김방지 제동 장치(ABS, Anti-lock Brake System)

I. 서론

1. 연구 배경과 목적

교통사고 분석에서 회피가능여부, 안전거리 확보여부 등을 규명하는데 있어 마찰계수는 중요한 변수로 작용한다.

기존에 사용하고 있는 마찰계수는 1990년대 후반의 마찰계수 연구자료 및 과거 실험데이터를 기반으로 정의되었지만, 이는 2012년에 시행된 ABS 장착 의무화에 따라 변화된 마찰계수 및 전기차의 마찰계수 등을 반영하지 못하였기 때문에 한국교통안전공단의 KNCAP에서 제공하는 정지거리 데이터를 활용하여 마찰계수를 산출하다. 한국교통안전공단은 2019년 이후의 정지거리 검사를 실시하고 있지 않기 때문에 최신화된 마찰계수가 필요하다고 생각하여 본 연구를 진행하였다.

2. 배경이론

2.1. 마찰계수(Coefficient of Friction)

마찰계수(Coefficient of Friction)는 물체가 표면에 미끄러질 때 수평력(당기는 힘)을 수직력(차량중량)으로 나눈 것이며, 차량을 제동시킬 때 타이어에 어느정도 마찰력이 필요한지 타이어 접지면에 적용되는 용어로 다음과 같이 계산된다.

$$\mu = \frac{F}{W}$$

(μ : 마찰계수, F : 당기는 힘, W : 차량 중량)

마찰계수는 매우 폭이 넓으며, 타이어의 잠김정도, 슬립비에 따라 달라지며, 다음과 같은 인자에 영향을 받는다.

- 도로표면 요소(표면상태, 포장구성 등)
- 차량운행 요소(차량구조, 브레이크 등)
- 타이어 요소(크기, 트레드 형태 등)

우리나라에서는 현재 승용차의 경우 일반적으로 건조한 노면의 경우 일률적으로 0.8로 적용하고 있으며, 이는 과거 국내외 1990년대 후반 ~ 2000년대 초반의 실험결과를 참고하였다.

화물차의 경우 국내외 실험자료를 확인해봤을 때 보통 승용차 마찰계수값의 65%~90%까지 다양하게 나타나고 있다. 우리나라에서 국내외 각종 실험자료를 고려하여 도로교통공단의 공석용에 의하여 1997년 7월 2일 경찰청에 “대형차량 마찰계수 적용안”이 제안되었으며 그 요지를 나타내면 일반 승용차 마찰계수값의 75%~85%를 적용하는 것이 타당하다.

2.2. ABS(Anti-lock Brake System)

ABS는 운동 마찰력보다 최대 정지 마찰력이 크다는 원리를 이용한 브레이크 시스템이다.

자동차의 특성상 바퀴가 회전하지 않으면 조향을 할 수 없으며 멈추는 거리가 증가하게되는데 ABS가 적용되면, 바퀴의 잠금을 방지하여 차량의 제어력을 유지할 수 있어 차량의 안정성을 높일 수 있다.

ABS의 경우 제동중 조향장치의 작동이 가능하고, 주행안정성이 확보되며, 마찰계수가 다소 높아 제동력이 뛰어나다.

화물차의 경우 2003년에 ABS이 의무장착이 의무화되었으며, 2013년에 모든 차량에 ABS의 의무장착이 법제화되었다.

II. 본론

1. 관련연구 고찰

본 연구를 위해 분석한 논문은 2006년~ 2011년에 발표된 논문에 나타난 마찰계수를 분석한 결과는 다음과 같다.

1990년대에 발표된 논문들의 경우 노면의 차이에 따른 마찰계수의 변화에 관한 연구가 많았다면 2000년대 초에 발표된 논문들의 경우 ABS 장착 차량과 ABS 미장착 차량의 차이에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이는 2012년 ABS가 옵션으로 도입되고 있던 시기였기 때문에 ABS 도입으로 인한 브레이크 성능의 변화를 확인하기 위해 연구가 활발히 진행되었을 것으로 사료된다.

● 건조 및 젖은 노면에서 자동차의 급제동과 마찰계수 변화(2006년)

본 논문은 2006년도 춘계학술대회 논문집에 수록된 논문으로 노면의 상태에 따른 마찰계수를 산출하였다. 먼저, 젖은 노면에서의 마찰계수가 건조 노면에서의 마찰계수 보다 0.1가량 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있는데 이는 타이어와 노면 사이에 수막이 발생하여 접지력을 상실하게 하는 현상인 수막현상이 발생하여 건조 노면에서의 마찰계수가 더 크다.

〈표 1〉 건조 노면 및 젖은 노면의 마찰계수

건조 노면			젖은 노면		
속도 (km/h)	정지거리	마찰계수	속도 (km/h)	정지거리	마찰계수
41.9	9.83	0.89	58.9	20.93	0.73
44.1	10.65	0.85	61.0	21.97	0.77
43.8	10.73	0.86	64.5	23.76	0.78
59.6	19.25	0.82	82.4	37.79	0.77
61.4	21.01	0.82	84.7	41.43	0.73
81	36.66	0.79	80.1	38.23	0.73
82.2	36.80	0.77	104.9	66.26	0.67
102.0	54.89	0.80	102.4	60.77	0.73
103.8	56.72	0.78	100.9	60.03	0.70
103.3	54.90	0.87	102.3	61.1	0.67
			102.2	63.54	0.68

● ABS와 Non-ABS 승용 차량의 급제동시 마찰계수 측정(2007년)

본 논문은 2007년 자동차공학회 추계학술대회 논문집에 수록된 논문으로 ABS 유무에 따른 마찰계수를 산출하였으며 〈표 2〉와 같이 ABS 차량의 최대 마찰계수는 1을 넘는데 반해 Non-ABS 차량의 0.95정도의 수치를 나타내는 것을 보인다. 이는 ABS는 작동시 차량의 바퀴가 정지하지 않고 구르도록 제어하기 때문에 최대 마찰력이 나오는 구간을 일정하게 유지하게 되어 ABS가 장착된 차량의 마찰계수가 더 크게 나오는 것으로 추정된다.

〈표 2〉 ABS와 Non-ABS의 마찰계수 차이

	속도(km/h)	최대 마찰계수	최소 마찰계수	평균
ABS	40	1.03	0.73	0.83
	60	1.13	0.79	0.94
	80	1.08	0.79	0.94
	100	1.08	0.80	0.95
Non- ABS	40	0.98	0.78	0.82
	60	0.98	0.77	0.81
	80	0.93	0.72	0.76
	100	0.96	0.75	0.76

● ABS와 Non-ABS 승용차량의 급제동시 마찰계수의 변화(2008년)

본 논문은 K&K 교통사고분석공학센터, 부산대학교에서 작성한 논문으로 노면의 상태에 따른 마찰계수를 산출하였으며 〈표 3〉과 같이 ABS 장착된 차량이 Non-ABS 차량보다 마찰계수가 0.2 가량 더 큰 것으로 확인된다. 또한, 후륜의 마찰계수보다 전륜의 마찰계수가 0.2~0.3가량 더 크게 나타나는데 이는 일반적으로 차량의 전면부의 무게가 크기 때문에 전륜에 더 많은 무게가 실리게 되어 그에 따라 전륜의 타이어의 접지면 크기 때문에 전륜의 마찰계수가 크게 나타날 것이라고 추정된다. 마찬가지로 전륜과 후륜의 마찰계수의 차이가 Non-ABS 보다 ABS 차량에서 더 크게 나타나는 이유 또한 전륜의 접지면이 크기 때문에 ABS 적용에 따라 더 크게 변화하는 것으로 추정된다.

〈표 3〉 ABS 장착차량 제동거리 및 마찰계수

	속도(km/h)	Front	Rear	Average
ABS	40	1.00	0.72	0.86
	60	1.02	0.72	0.87
	80	1.06	0.72	0.89
	100	1.04	0.73	0.89
Non-ABS	40	0.87	0.76	0.82
	60	0.83	0.69	0.76
	80	0.85	0.72	0.78
	100	0.83	0.68	0.76

● ABS 장착한 제동거리 측정 표준안의 비교연구(2008년)

본 논문은 자동차부품연구원, 기술표준원, 강원대학교에서 작성한 논문으로 속도에 따른 마찰계수를 산출하였으며 〈표 4〉와 같이 같은 속도라고 하더라도 마찰계수가 0.2 가량 차이가 나는 항목이 있는데 이는 제동시간에서 3초가량 차이 나는 것으로 보아 실험을 진행하면서 일정하게 브레이크 패드의 작동 정도가 달라 감속도의 차이로 인해 마찰계수가 차이가 나타났다고 추정된다.

〈표 4〉 속도에 따른 마찰계수

속도 (km/h)	제동시간	제동거리	마찰계수	속도 (km/h)	제동시간	제동거리	마찰계수
99.9	4.70	46.32	0.85	90	2.31	29.99	1.06
99.8	4.52	45.18	0.87	90	2.24	29.28	1.09
101.2	4.70	47.37	0.85	50.1	3.52	13.98	0.71
100.4	4.61	46.89	0.85	49.9	3.50	14.56	0.67
99.7	5.16	46.97	0.83	50.0	3.51	15.41	0.64
90	2.32	30.15	1.06	50.2	3.12	13.77	0.72
90	2.28	29.17	1.09	50.0	3.42	15.33	0.64
90	2.30	29.89	1.07				

● ABS 특성을 고려한 제동거리 예측(2011년)

본 논문은 한국타이어 중앙연구소에서 작성한 논문으로 타이어 종류에 따른 마찰계수를 산출하였으며 〈표 5〉과 같이 같은 차량이라고 하더라도 타이어별 마찰계수의 차이가 나타난다. 이는 타이어별로 트레드 마크의 차이로 인해 타이어와 노면의 접지면이 달라지기 때문에 그에 따라 타이어별 마찰계수가 달라진 것으로 추정된다.

〈표 5〉 타이어별 제동거리 및 마찰계수

차량	타이어	제동거리	마찰계수	차량	타이어	제동거리	마찰계수
A	1	35.0	1.12	D	1	33.3	1.18
	2	35.7	1.1		2	34.2	1.15
	3	39.3	1.00		3	36.1	1.09
	4	37.6	1.05		4	37.3	1.06
	5	38.3	1.03		5	37.3	1.06
	6	34.9	1.13		6	35.1	1.12
B	1	36.2	1.09	E	1	36.8	1.07
	2	36.2	1.09		2	36.1	1.09
	3	40.8	0.96		3	41.3	0.95
	4	37.0	1.06		4	39.0	1.01
	5	38.4	1.03		5	41.0	0.96
	6	35.7	1.10		6	36.2	1.09
C	1	35.3	1.12	F	1	35.4	1.11
	2	35.1	1.12		2	34.2	1.15
	3	38.6	1.02		3	-	-
	4	37.2	1.06		4	37.7	1.04
	5	37.5	1.05		5	38.1	1.03
	6	34.7	1.13		6	34.6	1.14

2. NCAP 데이터 분석

교통안전공단에서 신차를 대상으로 실시한 안전성검사 실험 중 제동거리 항목의 데이터를 활용하여 마찰계수를 분석하였으며, 마찰계수에 영향을 주는 ABS 의무장착인 2012년 이전과 이후로 나누어서 분석하였다.

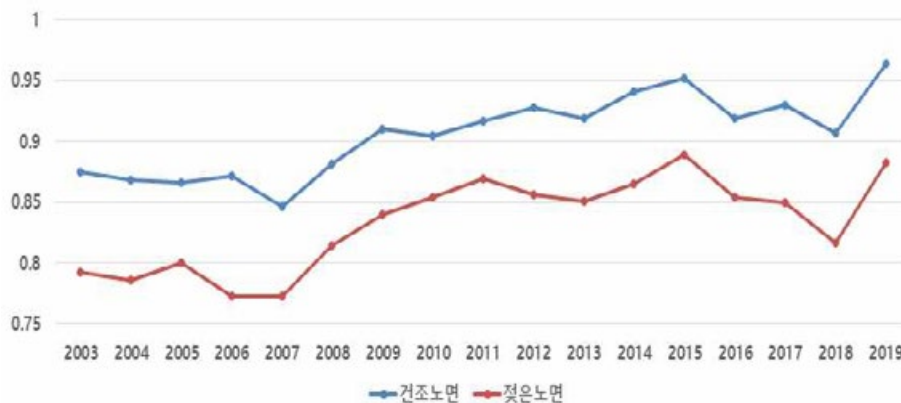
2.1. ABS 의무장착(2012년) 이전 이후 연도별 마찰계수 차이

〈표 6〉 ABS 의무장착 이전 연도별 마찰계수

	건조노면	습윤 노면	실험표본
2003	0.88	0.79	4개
2004	0.87	0.79	5개
2005	0.87	0.80	5개
2006	0.87	0.77	5개
2007	0.85	0.77	5개
2008	0.88	0.81	10개
2009	0.91	0.84	11개
2010	0.90	0.85	11개
2011	0.92	0.87	11개
평균	0.88	0.81	67개

〈표 7〉 ABS 의무장착 이후 연도별 마찰계수

	건조노면	습윤 노면	실험표본
2012	0.93	0.86	12개
2013	0.92	0.85	11개
2014	0.94	0.87	13개
2015	0.95	0.89	12개
2016	0.92	0.85	14개
2017	0.93	0.85	5개
2018	0.91	0.82	11개
2019	0.96	0.88	10개
평균	0.93	0.86	88개



연도별 마찰계수의 평균을 보게 되면 전체적으로 상승곡선을 그리고 있으나 감소하는 구간이 존재하는데 이는 NCAP 자료가 매년 생산되는 신차를 기준으로 작성되기 때문에 당해 생산된 차량의 성능에 따라 달라지기 때문에 매년 상승하지 않은 것으로 사료된다. 예를 들어 가장 하강폭이 큰 2016년과 2018년을 예로 들어보면 2016년에 생산된 RAV4는 마찰계수가 0.82로 나타났고 2018년에 생산된 뉴캠리의 경우 마찰계수가 0.82로 나타났다.

연도별로 감소가 있을 수는 있지만 전체적으로 살펴본다면 시간이 지남에 따라 마찰계수는 상승하는 경향이 보였으며, 2009년 이후 마찰계수는 건조 노면에서 0.9, 습윤 노면에서 0.8 이상으로 나타났다.

3.2. ABS 의무장착(2012년) 이전 이후 차종별 마찰계수 차이

〈표 8〉 ABS 의무장착 이전 차종별 마찰계수

건조 노면		습윤 노면		표본개수
승용	0.90	승용	0.84	44개
SUV	0.87	SUV	0.80	21개
평균	0.89	평균	0.82	

〈표 9〉 ABS 의무장착 이후 차종별 마찰계수

건조 노면		습윤 노면		표본개수
승용	0.93	승용	0.86	57개
SUV	0.93	SUV	0.85	31개
평균	0.93	평균	0.86	

ABS 의무장착 이전과 이후를 비교해봤을 때, 의무장착 이전에 비해 의무장착 이후의 마찰계수가 더 크게 나타나는데 이것은 2012년 ABS 의무장착 도입으로 인해 마찰계수가 상승한 것으로 추정된다. 또한, 2012년 이전의 마찰계수 또한 건조노면에서 승용차의 마찰계수는 0.9, SUV의 마찰계수는 0.87로 높은 수치를 보이는데 이는 2012년 ABS 장착 의무화 시행 이전에도 옵션으로 ABS이 존재하였기 때문에 2012년 이전에도 마찰계수가 높았던 것으로 사료된다.

3. 급제동 마찰계수 실차실험

3.1. 실험방법

본 연구에서는 KIAPI(지능형자동차부품진흥원)의 주행 시험로에서 실제 차량을 스마트 크루즈 모드를 활용하여 30km/h, 50km/h, 80km/h로 주행하면서 속도의 변화가 없다고 판단이 되었을 때, 브레이크를 밟아 급정거를 하는



[그림 3] 가속측정장비(Vericom 4000)



[그림 4] 가속측정장비(Vericom 4000) 설치 장면



[그림 3] 가속측정장비(Vericom 4000)

것을 가속측정장비(VC-4000)을 활용하여 마찰계수를 측정하였다. 또한, 차종별 마찰계수를 차이를 확인하기 위해 세단(K5), 전기차(EV6), SUV(TUCSON)으로 차종을 선정하여 실험을 실시하였다.

3.2. 급제동 마찰계수 테스트 결과

실제 차량을 스마트 크루즈 모드를 활용하여 30km/h, 50km/h, 80km/h로 주행하면서 속도의 변화가 없다고 판단이 되었을 때, 브레이크를 밟아 산출된 정지거리 및 마찰계수는 <표 8~10>과 같이 30km/h로 주행하였을때의 마찰계수는 0.86~0.89, 50km/h로 주행하였을때는 0.88~0.90, 80km/h로 주행하였을때는 0.89~0.92로 나타나며, 속도가 증가할수록 마찰계수가 커지는 것을 볼 수 있다. 이는 속도가 증가함에 따라 공기에 저항이 커지면서 마찰계수가 상승하였을 것으로 추정된다.

한편 전기자동차인 EV6와 내연기관 차량인 TUCSON을 비교해보았을 때 실험 회차에 따라 0.01~0.03 정도의 마찰계수의 차이는 있으나, 이는 세단 차량인 K5와 SUV 차량인 TUCSON에서도 나타나는 정도의 수치로 전기기관과 내연기관의 차이보다는 급정거를 실시하면서 VC-4000의 수평이 흔들려서 발생한 오차로 추정된다.

<표 10> K5 속도별 마찰계수

K5				
구분		1차	2차	3차
30km	속도(km/h)	28.4	27.2	27.95
	마찰계수	0.89	0.88	0.87
50km	속도(km/h)	50.65	41.75	41
	마찰계수	0.92	0.90	0.88
80km	속도(km/h)	82.05	67.45	68.3
	마찰계수	0.91	0.92	0.91

<표 11> TUCSON 속도별 마찰계수

투싼				
구분		1차	2차	3차
30km	속도(km/h)	26.45	25.4	25.55
	마찰계수	0.89	0.86	0.87
50km	속도(km/h)	45	45.2	46.65
	마찰계수	0.86	0.90	0.87
80km	속도(km/h)	76.9	75.55	76.75
	마찰계수	0.89	0.92	0.92

〈표 12〉 EV6 속도별 마찰계수

EV 6				
구분		1차	2차	3차
30km	속도(km/h)	25.7	26	24.25
	마찰계수	0.86	0.89	0.85
50km	속도(km/h)	49.1	49.4	48.3
	마찰계수	0.87	0.90	0.90
80km	속도(km/h)	80.8	80.8	81.25
	마찰계수	0.94	0.92	0.93

Ⅲ. 결론 및 향후과제

교통사고 사고분석을 하는데 있어 정지거리 산출을차량에 대한 직접적인 실차실험이 불가능하고 관련 차량의 데이터가 부재할시, 마찰계수를 일반적으로 0.8로 가정하여 정지거리를 산출한다. 하지만 마찰계수 0.8의 경우 ABS 등과 같은 마찰계수의 영향을 줄 수 있는 시스템이 부재한 과거에 산정된 수치로 현재의 환경에 맞는 마찰계수로 최신화할 필요성이 있다고 사료된다.

연구 결과 KNCAP 데이터 분석 결과, 건조노면 기준 2003년~2012년까지의 마찰계수는 0.88으로 나타나며 2012년~2019년까지의 마찰계수는 세단과 SUV의 건조노면에서의 마찰계수는 0.93으로 나타난다. 실차실험 결과 세단의 평균 마찰계수는 0.9, SUV의 평균 마찰계수는 0.89, 전기자동차의 평균 마찰계수는 0.89로 나타난다.

KNCAP, 실차실험 모두 0.9에 가까운 마찰계수를 보였으나 실차실험보다 KNCAP 수치가 높은 것으로 확인되었는데 이는 KNCAP 정지거리의 실험은 신차를 대상으로 실시하였으나 실차실험은 신차가 아닌 운영중인 차량을 대상으로 실험을 실시하였기 때문에 이러한 차이가 발생하였을 것으로 추정된다.

또한 본 연구는 실차실험을 통해 마찰계수 측정을 수행하였으나를 주행시험로 여건상 실시하지 못한 젖은 노면과 같은 노면의 환경에 관한 연구와 미쉐린, 금호타이어등 타이어의 제조사 별 차이에 관한 연구를 마찰계수 연구를 하는데 있어 도움이 될 것으로 사료된다.

1. 김기남, 문원길, 김민석, 김민호, 옥진규, 박수진, 유완석 “건조 및 젖은 노면에서 자동차의 급제동과 마찰계수의 변화”, 한국자동차공학회춘계 학술대회논문집, 2006.
2. 옥진규, 김민석, 이지훈, 유완석, 김기남, 박지영, “ABS와 Non-ABS 승용 차량의 급제동시 마찰계수 측정”, 한국자동차공학회춘계 학술대회 논문집, 2007.
3. 김기남, 이지훈, 옥진규, 유완석, 박지영 “ABS와 Non-ABS 승용 차량의 급제동시 마찰계수 변화”, 한국자동차공학회춘계 학술대회 논문집, 2008.
4. ABS 장착한 승용차의 제동거리 측정 표준안의 비교연구, 2008 한국자동차공학회 창립 30주년 기념 학술대회 논문집.
5. 이경수, 이호중, 김성호 “ABS 특성을 고려한 제동 거리 예측”, 한국자동차공학회논문집 제28권 제7호, 2020.
6. 도로교통공단 (2001). 교통사고 조사 매뉴얼.



파일 전송 방법에 따른 블랙박스 원본영상과 재촬영된 영상에 대한 시간 오차에 관한 연구



박 용 사고조사연구원
• 도로교통공단 대구지부

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

블랙박스 영상을 이용한 차량의 속도는 영상에서 확인되는 단위 시간 당 차량의 이동거리를 통해 산출된 평균 주행 속도로, 블랙박스 영상에서의 시간은 교통사고 분석에서 있어 매우 중요한 자료이다. 한편, 블랙박스 영상과 같은 동영상 자료를 사고 당사자가 사법기관에게 제출하는 방법으로는 직접 방문하여 USB, CD로 제출하거나 이메일(E-mail), MMS(Multimedia Message Service), SNS(Social Network Service) 등을 통하여 제출하게 되며, 사법기관은 수집한 자료를 타 기관에게 위와 같은 방법을 통해 전달하게 된다. 또한 동영상 자료를 휴대전화로 재촬영한 이후 재촬영된 영상을 위와 같은 방법을 통해 전달하는 것이 일반화된 상황이다. 이러한 경우 동영상파일의 용량이 작아지거나 파일이 변형될 수 있으며, 이로 인해 교통사고를 분석하는데 있어 문제가 발생할 수 있다.

본 연구에서는 교통사고를 분석하는데 있어 중요한 블랙박스 영상의 재생시간, 영상 자체에 기록되어 있는 기록시간, 영상을 구성하고 있는 각각의 프레임(Frame)에 대한 프레임시간의 시간오차를 검증하고, 원본을 재촬영한 영상의 시간에 대한 오차를 검증하고자한다. 또한, 블랙박스 영상과 재촬영된 영상을 USB와 CD, 이메일, MMS, SNS 등을 이용하여 파일을 주고받을 때 발생하는 변화를 검토하여 동영상 전송 방법에 따른 시간에 대한 오차를 연구하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 차량용 블랙박스를 이용하여 디지털 스톱워치의 시간을 촬영한 후 녹화된 영상을 프레임 단위로 캡처하여 영상을 구성하고 있는 각각의 이미지(Image)를 추출한다. 이후 동영상 재생프로그램인 ‘팟플레이어’에서의 캡처 기능 중 각 이미지에 대한 재생시간이 파일명으로 생성되는 기능을 이용한 재생시간과 사진 자체 내에 명시되어있는 촬영 당시 시간인 기록시간의 초당 프레임레이트(Frame Rate)와 각각의 이미지에 대한 초당 프레임 수를 이용한 기록시간, 영상파일

자체의 프레임레이트와 이미지에 대한 프레임 수를 이용한 프레임시간을 각각 추출하고 이를 디지털 스톱워치에서 확인되는 시간과 비교한다.

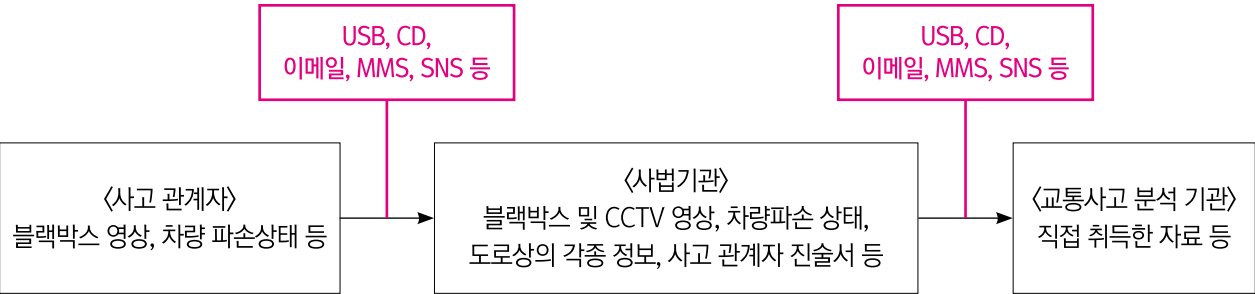
원본영상과 재촬영된 영상을 비교하기 위해 휴대전화를 이용하여 블랙박스 영상의 원본을 24fps(Frame Per Second), 30fps, 60fps로 각각 재촬영하고 이에 대한 재생시간, 기록시간, 프레임시간을 스톱워치에서 확인되는 시간과 비교한다. 이후 원본영상과 재촬영된 영상을 USB와 CD, 이메일, MMS, SNS를 통해 파일을 전달하고 이를 받으면서 발생하는 파일의 변화를 확인하고, 시간에 대한 오차를 검증하여 교통사고 분석 사항인 속도 산출 과정에서 발생할 수 있는 오차율에 대해 고찰한다.

II. 이론적 배경

1. 교통사고 분석 자료

교통사고 기술지원에 있어 필요한 자료는 <그림 1>과 같이 사고 관계자가 사법기관에게 직접 제출한 자료와 사법기관이 직접 취득한 자료 등을 교통사고를 분석하는 기관에게 전달한 자료로, 이러한 자료를 전달하는 방식으로는 USB, CD와 같은 저장 매체를 이용한 직접적인 전달 방법과 이메일, MMS, SNS를 이용한 전자통신 전달 방법으로 크게 구분된다.

한편, 카카오톡과 같은 SNS가 대중화되면서 별도의 사용요금 없이 사진 및 영상파일을 공유하고 있으며, 교통사고를 분석하는데 있어 사용되고 있는 자료 또한 SNS를 통해 전달받고 있다. SNS를 통해 동영상 자료를 전송할 경우 영상파일을 효율적으로 전송하기 위해 SNS 자체에서 인위적으로 파일을 압축하거나 변환하여 자료를 전달 할 수 있다. 이로 인해 영상파일을 수신한 자는 원본파일이 아닌 변환된 파일을 받게 되므로, 원본영상이 아닌 변환된 영상이 교통사고를 분석하는데 중요한 자료로 활용될 수 있다.



<그림 1> 교통사고 분석자료 전달 방법

2. 동영상 파일

동영상은 연속된 이미지들의 모음인 영상과 소리인 오디오로 구성되어 있으며, 영상과 오디오는 촬영 및 녹화, 재생의 호환성을 위해 해상도, 프레임레이트 등과 같은 일정한 규격들을 가지고 있다. 일반적으로 동영상은 영상과 오디오의 아날로그 데이터(Analog Data)를 컴퓨터가 처리할 수 있는 디지털 신호(Digital Signal)로 변환하여 저장하는 인코딩(Encoding) 과정을 거치며, 동영상을 재생할 때에는 디지털 신호를 아날로그 데이터로 변환하는 디코딩(Decoding)과정을 거치게 된다. 이러한 인코딩·디코딩 과정의 기능을 수행하는 코덱(Codec)은 파일 형식인 확장자를 통해 확인이 가능하다.

동영상의 품질은 가로·세로의 픽셀(Pixel) 수인 해상도와 초당 재생되는 프레임 수인 프레임레이트, 초당 영상을 구성하는 비트의 양인 비트레이트(Bit Rate)에 의해 크게 결정된다. 이 중 영상의 총 비트레이트는 비디오 비트레이트와 오디오 비트레이트의 합으로 구성되어 있다.

3. 블랙박스 영상을 이용한 속도 산출

블랙박스 영상을 이용한 차량 속도는 단위 시간 당 차량이 이동한 거리로 산출되는데 이때 산출된 속도는 단위 시간 동안의 평균속도이다. 속도 산출 구간은 특정 시점에서부터 종점까지의 분석구간으로 분석자가 상황에 따라 임의로 설정하게 되는데, 분석구간의 시간 산출방법이 몇 가지 경우로 나뉠 수 있다. <그림 2>와 같이 ①특정 재생프로그램을 통해 프레임 단위로 캡처(Capture)된 각각의 이미지의 재생시간을 파일명으로 생성시켜 특정 프레임간의 재생시간 차로 산출하는 방법과 ②캡처된 각각의 이미지 상에서 확인되는 영상 촬영 당시 시간인 기록시간의 초당 프레임레이트와 이미지에 대한 초당 프레임 수를 이용한 기록시간 차로 산출하는 방법, ③영상파일의 재생정보를 통해 확인되는 프레임레이트와 각각의 이미지에 대한 프레임 수를 이용한 프레임시간 차로 산출하는 방법으로 구분할 수 있다. 위와 같은 방법을 통해 산출하고자 하는 특정 구간에서의 차량 이동시간과 측량된 이동거리를 이용하여 차량의 속도를 산출하게 된다.

영상을 이용한 속도 산출에 관한 선행연구로, 엄광태 외 1명(2005)은 CCTV 영상에서의 프레임 수와 프레임레이트를 이용하여 차량을 추적할 수 있는 기법을 제한하고 영상기반의 차량 구간속도 및 상대오차를 연구하였다. 최홍(2022)은 재생시간과 프레임시간을 이용한 속도와 자동속도산출프로그램(Auto Speed)을 통한 속도에 대한 오차를 비교하고 이를 재촬영된 영상에서의 속도와 비교하였다.



〈그림 2〉 블랙박스 영상의 재생, 기록, 프레임 시간

Ⅲ. 블랙박스 원본영상과 재촬영된 영상

1. 블랙박스 원본영상 검토

본 연구에 사용된 차량용 블랙박스는 아래 <표 1>과 같은 사양을 가진 ‘(주)파인디지털’사의 ‘LXQ500 POWER’ 모델로, 블랙박스를 이용하여 디지털 스톱워치에서의 시간을 촬영한 후 녹화된 1분 분량의 원본파일 1개를 검토하였다. 블랙박스 영상파일의 속성은 아래

<표 1> 블랙박스 LXQ500 POWER 제품 사양

렌즈	화각	해상도	프레임레이트
QUAD HD급 광각 렌즈	122°	QHD(2560×1440p)	30fps

<표 2>와 같이 QHD 해상도, 프레임레이트 30fps로, 블랙박스 기기의 사양과 동일하게 촬영된 것으로 확인된다.

원본영상에서의 약 10초 구간을 프레임 단위로 캡처하여 <그림 3>과 같이 각각의 이미지에서 확인되는 스톱워치 시간과 동영상 재생프로그램의 캡처를 이용한 재생시간, 이미지에서 확인되는 촬영 당시 시간인 기록시간, 영상파일의 프레임레이트를 이용한 프레임시간을 각각 추출하였다.

<표 2> 원본영상 파일의 속성

영상	확장자	용량(MB)	해상도	비트레이트(kbps)	프레임레이트(fps)
원본	AVI	145	QHD(2560×1440p)	20054	30



<그림 3> 캡처된 이미지의 재생, 기록, 프레임 시간

원본영상 프레임레이트가 30fps인 점을 고려하였을 때 각각의 이미지에 대한 시간 간격은 1/30초(약 0.033초)로 동일해야 할 것으로 사료되나, 캡처된 각각의 이미지 간의 스톱워치 시간과 재생시간, 기록시간, 프레임시간 간격은 <표 3>과 같이 측정된다.

캡처된 각각의 이미지 간의 스톱워치 시간 간격은 0.033~0.034초로 측정되는데 이는 1/30초(0.033...)가 무한소수인 점과 스톱워치 시간이 소수점 셋째자리까지 밖에 나타나지 않는 점으로 인해 발생하는 시간차로 추정된다. 따라서, 원본영상에서 캡처된 약 10초 구간에서의 각각의 이미지 시간 간격은 균일하게 촬영되어진 것으로 판단된다.

이미지 간의 재생시간의 간격은 1/30초와 비교하였을 때 -0.001초에서 +0.002초 오차가 발생하는 것으로 측정된다. 동영상 재생프로그램에서 영상을 캡처할 때 동일한 이미지일지라도 상황에 따라 재생시간이 동일하지 않는 경우가 확인되는바, 재생시간 오차는 재생프로그램 상에서 각각의 이미지에 대한 재생시간을 산출하는 과정에서 발생한 오차인 것으로 사료된다.

〈표 3〉 스톱워치, 재생, 기록, 프레임 시간 간격

영상	시간간격	스톱워치 시간	재생시간	기록시간	프레임시간
원본	최대	0.034s	0.035s	0.034s	0.033s
	최소	0.033s	0.032s	0.032s	0.033s

기록시간은 ± 0.001 초 오차가 발생하는 것으로 측정되는데, 이는 〈표 4〉와 같이 이미지에서 확인되는 초당 프레임레이트가 29~31fps 간격으로 일정하지 않은 점에서 발생하는 오차로 사료된다. 프레임시간은 오차가 발생하지 않은 것으로 측정되며, 이는 각각의 이미지를 1프레임씩 캡처한 이후 파일의 속성인 프레임레이트 30fps를 이용하여 산출한 결과로, 이미지간의 시간 간격이 동일할 수밖에 없을 것으로 사료된다.

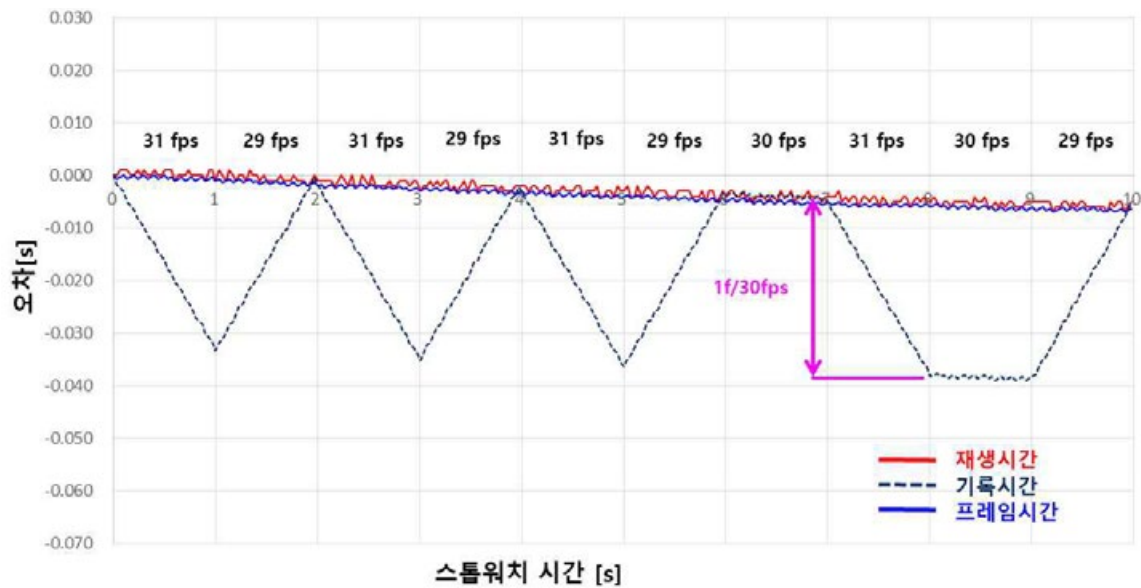
원본영상에서의 스톱워치 시간은 녹화 당시 실제 시간의 흐름과 동일하며 1/30초의 시간 간격으로 균일하게 촬영되어 있어 스톱워치 시간의 신뢰성이 가장 높을 것으로 판단된다. 스톱워치 시간을 기준으로 검토 시작 시점을 동기화하였을 때 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 〈그림 4〉와 같이 나타낼 수 있다.

스톱워치 시간 기준 재생시간과 프레임시간에 대한 오차는 시간 동기화 시점을 기준으로 점점 증가하여 약 10초 구간 내에서 최대 -0.007초의 오차가 발생한 것으로 확인된다. 검토 구간을 1초 단위로 나누어 각각의 1초 구간 내에서의 오차는 최대 0.002초인 것으로 확인된다. 일반적으로 교통사고분석 사항 중 속도 산출은 1초 내외의 시간 범위에서 산출하고 있는 점을 고려하였을 때, 1초 구간 내에서의 오차 0.002초는 1/30초에 비해 상대적으로 작은 값이므로 속도 산출 결과 값에 큰 차이가 없을 것으로 사료된다.

기록시간에 대한 오차는 -0.033초에서 -0.039초까지 증감을 반복하며, 특정 구간에서는 상대적으로 오차가 일정하게 유지되는 형태를 보인다. 기록시간의 초당 프레임레이트가 31fps인 구간에서는 오차가 점점 커지고 30fps인 구간에서는 오차가 거의 일정하게 유지되고, 29fps인 구간에서는 오차가 감소하는 것으로 확인된다. 프레임레이트가 30fps인 원본

〈표 4〉 기록시간의 초당 프레임 수

시간 (동기화)	39(0)s	40(1)s	41(2)s	42(3)s	43(4)s	44(5)s	45(6)s	46(7)s	47(8)s	48(9)s
프레임 수	31f	29f	31f	29f	31f	29f	30f	31f	30f	29f



〈그림 4〉 원본영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

영상의 속성을 고려하였을 때 초당 프레임레이트가 30fps인 구간에서는 오차는 일정하며, 31fps인 경우 오차는 음의 방향으로 발생, 29fps 인 경우 오차는 양의 방향으로 발생하는 것으로 확인되는데, 이는 기록시간의 초당 프레임이 일정하지 않아 발생하는 오차로 사료된다.

검토 구간을 1초 단위로 나누어 각각의 1초 구간에 대한 오차는 최대 약 1f 차이인 1/30초로 확인된다. 따라서 기록시간을 기준으로 1초 내외의 시간 범위에서 속도를 산출할 때는 영상파일의 프레임레이트와 초당 프레임레이트가 동일할 경우 기록시간을 사용한 속도 산출 결과 값에 차이가 없을 것으로 사료되나, 초당 프레임레이트가 총 프레임레이트에 비해 1f 많거나 작을 경우 최대 약 1f/원본영상의 프레임레이트30fps 만큼의 시간적 오차가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 재촬영된 영상 검토

블랙박스 원본영상을 재촬영하기 위해 ‘애플’사의 ‘아이폰13’ 모델을 이용하였으며, 원본영상을 컴퓨터 모니터 화면에 재생시킨 후 앞서 검토한 약 10초 구간에 대해 24, 30, 60fps로 각각 재촬영하였다. 재촬영된 영상에 대한 속성은 아래 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉 원본영상과 재촬영된 영상의 속성

	원본영상	24fps 재촬영 영상	30fps 재촬영 영상	60fps 재촬영 영상
확장자	AVI	MOV	MOV	MOV
용량(MB)	145	99.1	164	40.3
길이(s)	60	22	30	14
해상도	QHD(2560 × 1440p)	UHD(3840 × 2160p)	UHD(3840 × 2160p)	FHD(1920 × 1080p)
비트레이트(kbps)	20054	35943	45733	23912
프레임 레이트(fps)	30	24	30	59.97

(1) 원본영상을 24fps로 재촬영된 영상

원본영상을 24fps로 재촬영한 영상을 프레임 단위로 캡처하여 원본영상과 비교한 결과, <그림 5>와 같이 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 1f이 촬영되어있지 않은 것으로 확인된다. 프레임레이트가 30fps인 영상을 24fps로 재촬영 시 초당 6f이 촬영되지 않아야하는 점으로 인해 5f마다 1f이 촬영되지 않은 것으로 사료된다. 한편, <그림 6>과 같이 검토 구간 내에서 특정주기가 아닌 1개의 이미지가 촬영되지 않은 것으로 확인되는데, 이는 카메라가 이미지를 저장하는 과정에서 기계적인 문제로 인해 발생한 오류로 사료된다.

24fps로 재촬영 영상의 스톱워치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 <그림 7>과 같이 나타낼 수 있다.

특정주기가 아닌 불규칙적으로 1개의 이미지(1f)가 촬영되지 않은 구간으로 인해 재생, 프레임 시간은 전체적으로 약 0.5f/원본영상의 프레임레이트30fps 만큼의 오차가 누적해서 발생하나, 기록시간은 1개의 이미지가 촬영되지 않은 초 단위의 기록시간구간에서만 오차가 발생할 뿐 누적해서 발생하지 않는 것으로 사료된다.

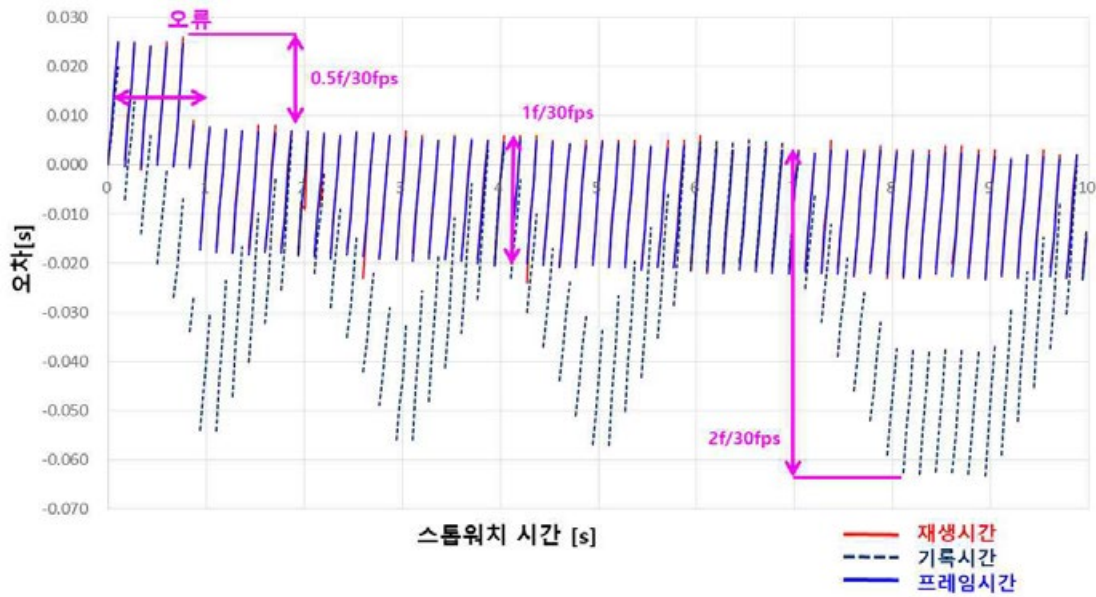


<그림 5> 원본영상과 24fps로 재촬영된 영상 비교①



<그림 6> 원본영상과 24fps로 재촬영된 영상 비교②

재생시간과 프레임시간, 기록시간에 대한 오차는 특정 주기를 가지며 오차가 증감을 반복하는 것으로 확인된다. 이는 원본영상의 5f 마다 1f이 촬영되어있지 않아 특정 주기를 가지며 오차 증감한 것으로 사료된다. 검토 구간을 1초 단위로 나누어 1초 구간 내에서의 오차를 고려하였을 때 재생시간과 프레임시간은 최대 약 1f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가, 기록시간은 최대 약 2f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.

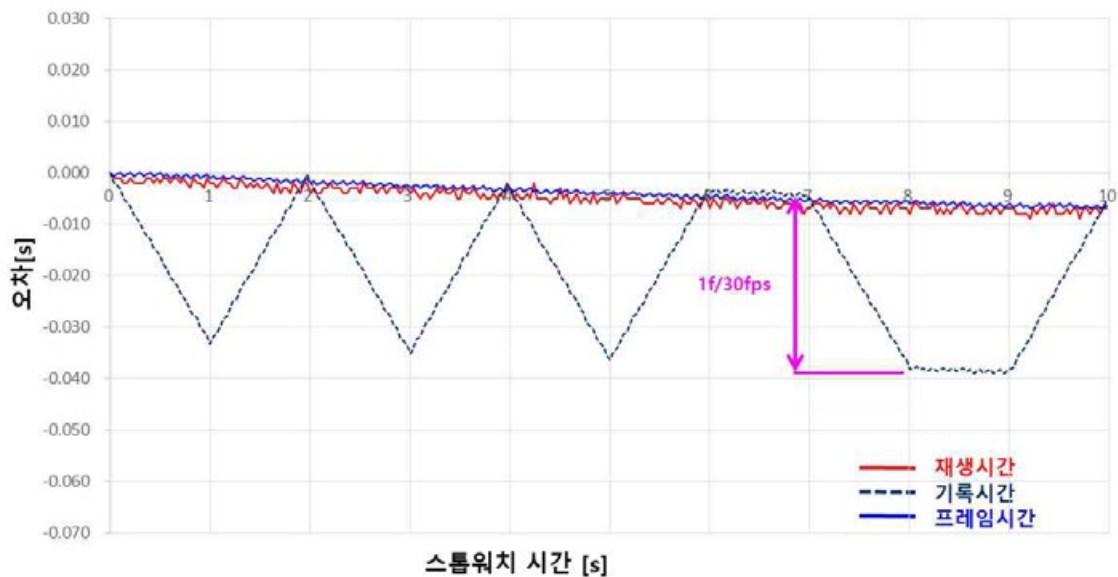


〈그림 7〉 24fps로 재촬영된 영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

(2) 원본영상을 30fps로 재촬영된 영상

원본영상을 30fps로 재촬영한 영상을 프레임 단위로 캡처하여 원본영상과 비교한 결과, 원본영상과 30fps로 재촬영된 영상에서의 캡처된 이미지가 서로 동일한 것으로 확인되며, 스톱워치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 〈그림 8〉과 같이 나타낼 수 있다.

검토 구간을 1초 단위로 나누어 1초 구간 내에서의 오차를 고려하였을 때 재생시간과 프레임시간 오차는 최대 -0.003 초인 것으로 확인되며, 이는 1/30초에 비해 상대적으로 작은 값이므로 속도 산출 결과 값에 큰 차이가 없을 것으로 사료된다. 기록시간은 최대 약 1f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생하며, 이는 30fps로 구성된 원본영상을 30fps로 재촬영되었기에 원본영상에서의 시간오차와 동일한 오차인 것으로 사료된다.

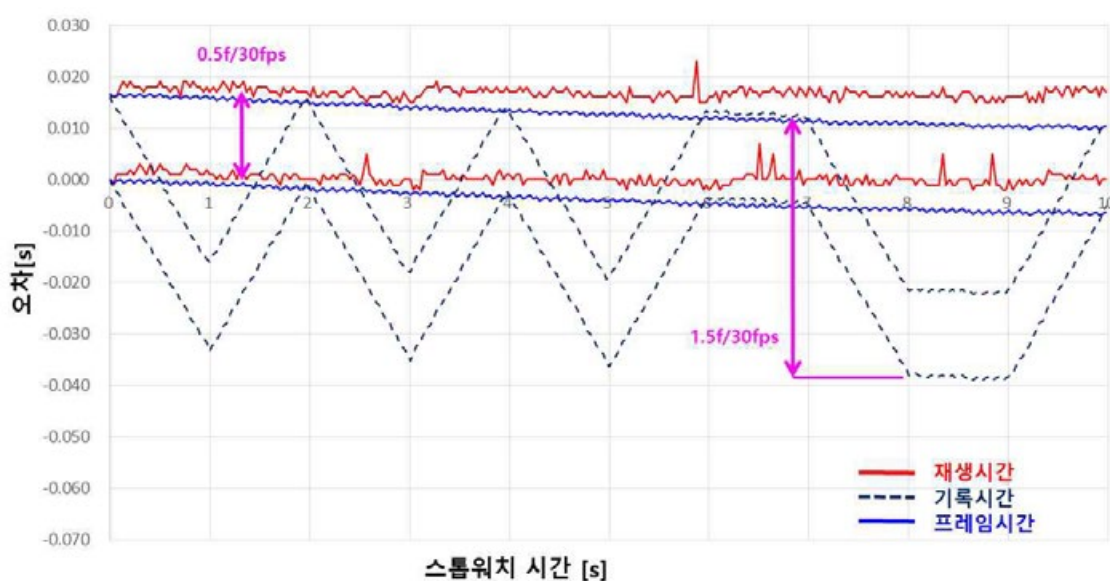


〈그림 7〉 24fps로 재촬영된 영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

(3) 원본영상을 60fps로 재촬영된 영상

30fps인 원본영상을 60fps로 재촬영한 영상을 프레임 단위로 캡처하여 원본영상과 비교한 결과, 원본영상의 각각의 이미지가 2개씩 촬영되어 60fps로 재촬영된 것으로 확인된다. 이에 대한 스톱워치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 <그림 9>와 같이 나타낼 수 있다.

검토 구간을 1초 단위로 나누어 1초 구간 내에서의 오차를 고려하였을 때 재생시간과 프레임 시간은 최대 약 0.5f/원본 영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생하며, 기록시간은 최대 약 1.5f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생할 수 있을 것으로 사료된다. 이는 동일한 이미지가 2개씩 포함되어있는 60fps로 재촬영된 영상으로 인해 발생한 오차로 사료된다.



<그림 8> 30fps로 재촬영된 영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

IV. 파일전송 방법에 따른 원본영상과 재촬영된 영상

앞서 검토한 블랙박스 원본영상과 이를 24, 30, 60 fps로 각각 재촬영한 영상 3개를 USB와 CD, 이메일, MMS(문자메시지), SNS(PC카카오톡, 휴대전화 카카오톡)를 통해 파일을 주고 받으면서 발생하는 파일의 변화를 검토한다. 카카오톡의 경우 PC와 휴대전화로 파일을 보낼 수 있으며, 이를 PC와 휴대전화로 각각 받을 수 있다. PC카카오톡으로 파일을 전송할 경우 ‘동영상 원본으로 보내기’ 기능을 활성화·비활성화 시킬 수 있으며, 휴대전화 카카오톡으로 파일을 전송할 경우 동영상 화질을 고화질·일반화질로, ‘동영상 변환’ 기능을 활성화·비활성화 시킬 수 있다. 한편, PC와 휴대전화 카카오톡 모두 파일의 용량이 300MB를 초과할 경우 파일 전송이 불가능한 것으로 확인된다.

1. USB와 CD, 이메일을 이용한 전달 방법 검토

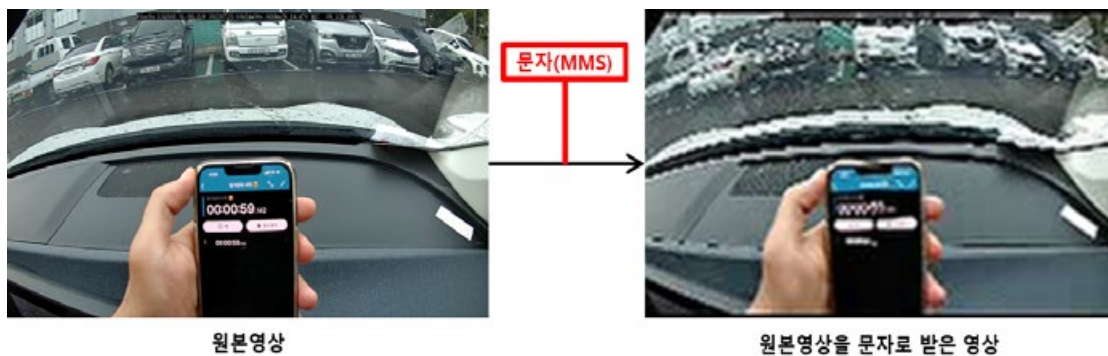
원본파일과 재촬영한 영상파일 3개를 USB, CD, 이메일로 각각 전송하고 이를 받은 결과, 각각의 영상파일에 대한 속성은 변화가 없는 것으로 확인된다. 또한 각각의 캡처된 이미지가 동일한 것으로 확인되는 바, USB와 CD, 이메일을 이용하여 영상파일을 주고받을 때 파일의 변화는 없는 것으로 사료된다.

2. MMS를 이용한 전달 방법 검토

원본파일과 재촬영한 영상파일 3개를 문자(MMS)를 이용하여 각각 주고 받은 결과, 각각의 영상파일에 대한 속성은 아래 <표 6>과 같은 것으로 확인된다. 총 재생시간이 긴 원본영상은 문자로 보낼 때 사용자 임의로 재생구간을 편집하여 문자를 보낼 수 있는 것으로 확인된다. 30fps인 원본영상과 30fps로 재촬영된 영상, 60fps로 재촬영된 영상은 문자로 보낼 시 프레임레이트가 10fps로 변환된 것으로 확인되며, 24fps로 재촬영된 영상은 프레임레이트가 12fps로 변환된 것으로 확인된다. 또한, 문자를 이용하여 영상파일을 주고받을 때 크기와 해상도, 비트레이트가 눈에 띄게 낮아진 것으로 확인되며, <그림 10>과 같이 영상의 화질과 품질이 매우 낮은 것으로 확인된다. 따라서, 문자를 이용하여 주고 받은 영상파일 경우 교통사고를 분석하는데 있어 사용하기 어려울 것으로 사료된다.

<표 6> 문자를 통한 전달받은 영상의 속성

	원본영상	24fps 재촬영 영상	30fps 재촬영 영상	60fps 재촬영 영상
전달 방법	MMS(문자)			
확장자	MP4	MOV	MOV	MOV
용량(MB)	-(편집)	0.72	0.78	0.28
길이(s)	-(편집)	22	30	14
해상도	176×144p	176×144p	176×144p	176×144p
비트레이트(kbps)	108	221	179	125
프레임레이트(fps)	10	12	10	9.99



< 컴퓨터 시스템 H/W의 5대장치 >

3. PC카카오톡을 이용한 전달 방법 검토

원본파일과 재촬영한 영상파일 3개를 컴퓨터로 옮긴 후 PC카카오톡에서 ‘동영상 원본으로 보내기’를 활성화한 상태와 비활성화한 상태에서 각각 파일을 전송한 이후 컴퓨터와 휴대전화로 각각 영상파일을 받았다. ‘동영상 원본으로 보내기’를 활성화한 상태에서 받은 영상파일의 속성은 변화가 없는 것으로 확인되며, 각각의 캡처된 이미지가 동일한 것으로 확인된다. ‘동영상 원본으로 보내기’를 비활성화한 상태에서 받은 영상파일의 속성은 아래 <표 7>과 같은 것으로 확인된다.

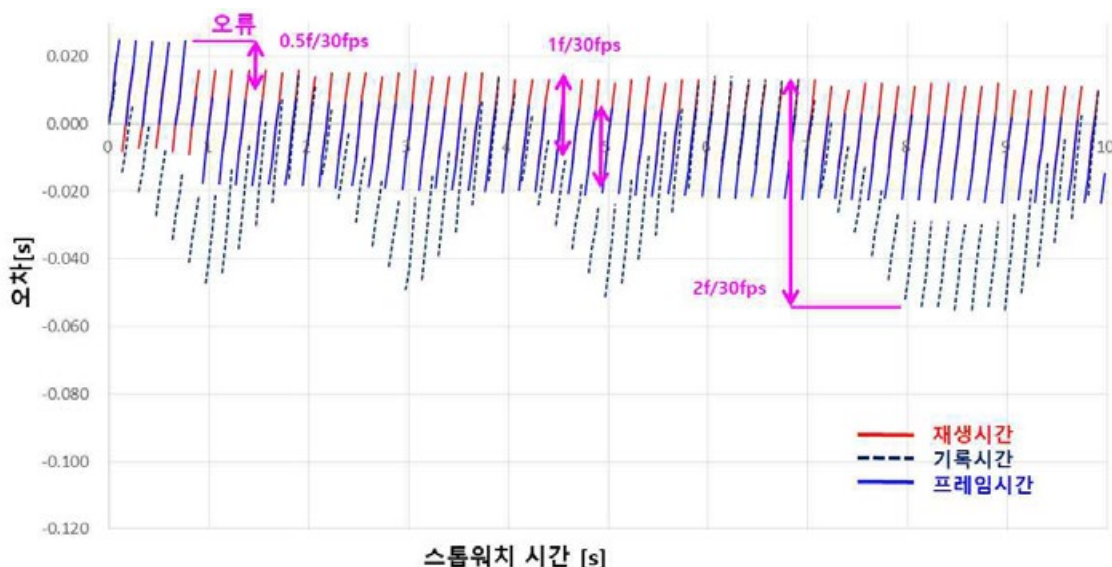
PC카카오톡을 이용하여 영상파일을 보낼 시, 각각의 영상파일의 총 재생시간은 동일하나 파일크기와 비트레이트가 모두 낮아지며, QHD 해상도는 동일하나 FHD는 HD로 해상도가 낮아지는 것으로 확인된다.

<표 7> PC카카오톡을 통한 전달받은 영상의 속성

	원본영상	24fps 재촬영 영상	30fps 재촬영 영상	60fps 재촬영 영상
전달 방법	PC카카오톡(동영상 원본 보내기 비활성화)			
받는 방법	PC, 휴대전화	PC, 휴대전화	PC, 휴대전화	PC, 휴대전화
확장자	MP4	MOV	MOV	MOV
용량(MB)	11	5.06	6.75	3.54
길이(s)	60	22	30	14
해상도	QHD(2560 × 1440p)	HD(1280 × 720p)	HD(1280 × 720p)	HD(1280 × 720p)
비트레이트 (kbps)	1445	1748	1786	2016
프레임레이트(fps)	24	24	24	24

(1) 원본영상을 프레임레이트 변화 검토

PC카카오톡을 이용하여 원본영상을 보낼 시 프레임레이트는 30fps에서 24fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 1f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. PC카카오톡을 이용하여 받은 원본영상의 스톱 위치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 <그림 11>과 같이 나타낼 수 있다.



<그림 11> PC카카오톡을 통해 전달받은 원본영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

재생시간과 프레임시간, 기록시간에 대한 오차는 특정 주기를 가지며 오차가 증감을 반복하는 것으로 확인된다. 검토 구간을 1초 단위로 나누어 1초 구간 내에서의 오차를 고려하였을 때 재생시간과 프레임시간은 최대 약 1f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생하며, 기록시간은 최대 약 2f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.

(2) 24fps로 재촬영된 영상 프레임레이트 변화 검토

PC카카오톡을 이용하여 24fps로 재촬영된 영상을 보낼 시 프레임레이트는 변화가 없으며, 각각의 캡처된 이미지가 동일한 것으로 확인된다. 따라서, 프레임레이트가 24fps인 영상을 PC카카오톡을 이용하여 보낼시 영상의 품질은 다소 낮아질 수 있으나, 영상을 구성하는 각각의 이미지와 프레임레이트가 동일할 것으로 사료된다.

(3) 30fps로 재촬영된 영상 프레임레이트 변화 검토

30fps로 재촬영된 영상을 PC카카오톡을 이용하여 영상파일을 보낼 시 프레임레이트는 30fps에서 24fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 1f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. 또한, <그림 12>와 같이 검토구간 내에서 특정주기가 아닌 2개의 이미지가 촬영되지 않고 1개가 불규칙적으로 촬영된 것으로 확인되는데, 이는 영상이 변환되는 과정에서 발생한 오류로 추정된다. PC카카오톡을 이용하여 받은 30fps 재촬영영상의 스톱워치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 <그림 13>과 같이 나타낼 수 있다.

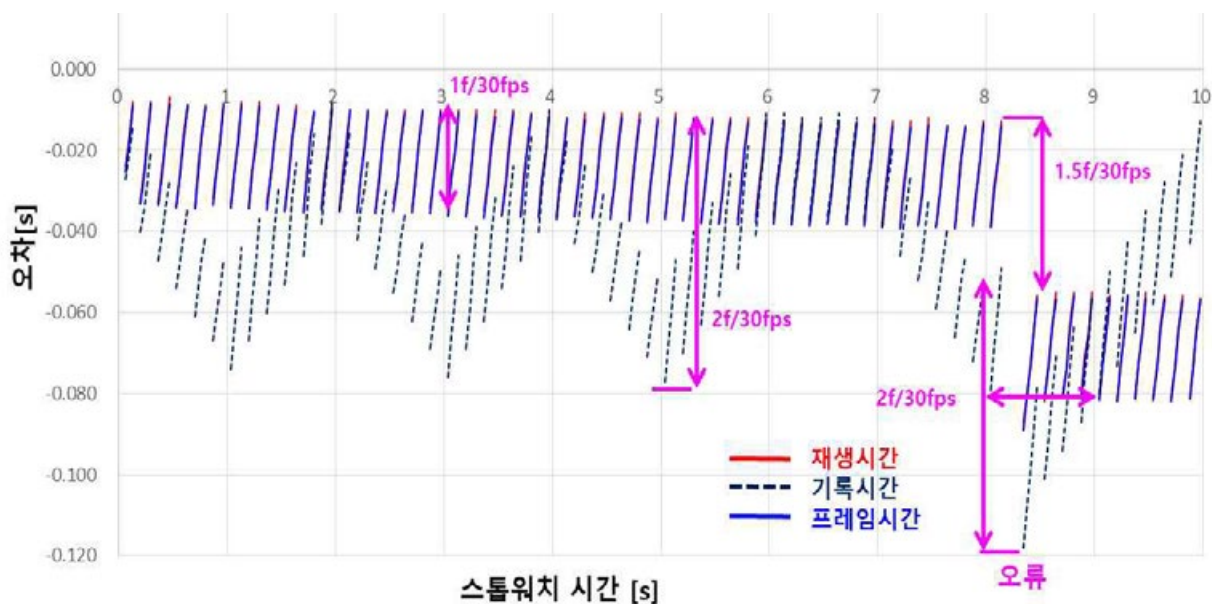
특정주기가 아닌 불규칙적으로 3개의 이미지(3f)에 대해 오류가 발생한 구간으로 인해 재생, 프레임 시간은 전체적으로 약 1.5f/원본영상의 프레임레이트 30 fps 만큼의 오차가 누적

해서 발생하나, 기록시간은 오류가 발생한 초 단위의 기록시간 구간에서만 오차가 발생할 뿐 누적해서 발생하지 않는 것으로 사료된다.

재생시간과 프레임시간, 기록시간에 대한 오차는 특정 주기를 가지며 오차가 증감을 반복하는 것으로 확인된다. 검토 구간을 1초 단위로 나누어 1초 구간 내에서의 오차를 고려하였을 때 재생시간과 프레임시간은 최대 1f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생하며, 기록시간은 최대 약 2f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.



<그림 12> 30fps로 재촬영 영상과 이를 PC카카오톡을 통해 주고 받은 재촬영된 영상 비교

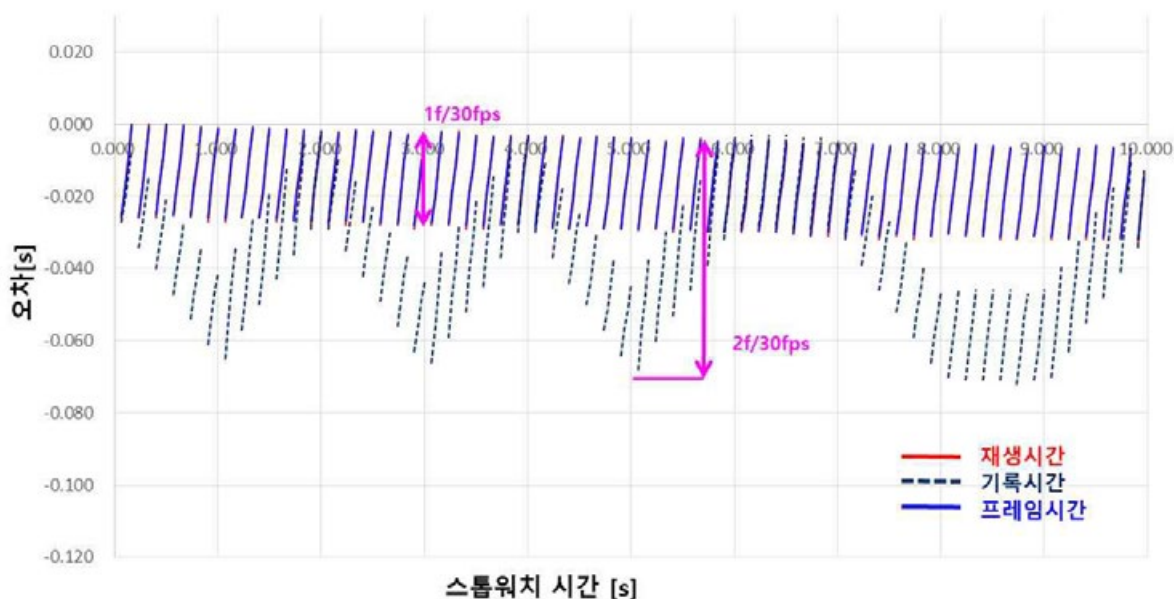


〈그림 13〉 PC카카오톡을 통해 전달받은 30fps 재촬영 영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

(4) 60fps로 재촬영된 영상 프레임레이트 변화 검토

PC카카오톡을 이용하여 60fps로 재촬영된 영상을 보낼 시 프레임레이트는 60fps에서 24fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 3f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. PC카카오톡을 이용하여 받은 60fps로 재촬영된 영상의 스톱워치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 〈그림 14〉와 같이 나타낼 수 있다.

재생시간과 프레임시간, 기록시간에 대한 오차는 특정 주기를 가지며 오차가 증감을 반복하는 것으로 확인된다. 검토 구간을 1초 단위로 나누어 1초 구간 내에서의 오차를 고려하였을 때 재생시간과 프레임시간은 최대 1f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생하며, 기록시간은 최대 약 2f/원본영상의 프레임레이트 30fps 만큼의 시간적 오차가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.



〈그림 14〉 PC카카오톡을 통해 전달받은 60fps 재촬영 영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

4. 휴대전화 카카오톡을 이용한 전달 방법 검토

원본파일과 재촬영한 영상 3개를 휴대전화로 옮긴 후 휴대전화 카카오톡에서 고화질과 동영상 변환 기능을 활성화 시킨 상태, 고화질과 동영상 변환 기능을 비활성화 시킨 상태, 일반화질과 동영상 변환 기능을 활성화 시킨 상태, 일반화질과 동영상 변환 기능을 비활성화 시킨 상태에서 각각 파일을 전송한 이후 컴퓨터와 휴대전화로 각각 영상파일을 받은 영상파일의 속성은 <표 8~11>과 같은 것으로 확인된다.

<표 8> 휴대전화 카카오톡을 통한 전달받은 원본영상의 속성

		원본영상							
전달 방법	원본영상 (전달 전)	휴대전화 카카오톡							
		고화질, 변환기능 활성화		고화질, 변환기능 비활성화		일반화질, 변환기능 활성화		일반화질, 변환기능 비활성화	
받는 방법		PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화
확장자	AVI	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4
용량(MB)	145	15.6	34.4	15.6	34.4	12.4	12.4	11.5	12.4
길이(s)	60	60	60	60	60	60	60	60	60
해상도	QHD (2560 × 1440p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	QHD (2560 × 1440p)	QHD (2560 × 1440p)	QHD (2560 × 1440p)	QHD (2560 × 1440p)
비트레이트 (kbps)	20054	2087	4457	2087	4542	1633	1633	1515	1633
프레임 레이트(fps)	30	30	30	30	30	24	24	24	24

<표 9> 휴대전화 카카오톡을 통한 전달받은 24fps로 재촬영된 영상의 속성

		원본영상							
전달 방법	원본영상 (전달 전)	휴대전화 카카오톡							
		고화질, 변환기능 활성화		고화질, 변환기능 비활성화		일반화질, 변환기능 활성화		일반화질, 변환기능 비활성화	
받는 방법		PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화
확장자	MOV	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4
용량(MB)	99.1	7	15.4	7	15.4	5.07	5.07	5.19	5.07
길이(s)	22	22	22	22	22	22	22	22	22
해상도	UHD (3840 × 2160p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)
비트레이트 (kbps)	35943	2454	5321	2454	5256	1750	1750	1793	1750
프레임 레이트(fps)	24	24	24	24	24	24	24	24	24

〈표 10〉 휴대전화 카카오톡을 통한 전달받은 30fps로 재촬영된 영상의 속성

		원본영상							
전달 방법	원본영상 (전달 전)	휴대전화 카카오톡							
		고화질, 변환기능 활성화		고화질, 변환기능 비활성화		일반화질, 변환기능 활성화		일반화질, 변환기능 비활성화	
받는 방법		PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화
확장자	MOV	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4
용량(MB)	164	9.89	21.7	9.89	21.7	6.74	6.74	6.75	6.74
길이(s)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
해상도	UHD (3840 × 2160p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)
비트레이트 (kbps)	45733	2659	5708	2659	5706	1783	1783	1787	1783
프레임 레이트(fps)	30	30	30	30	30	24	24	24	24

〈표 11〉 휴대전화 카카오톡을 통한 전달받은 60fps로 재촬영된 영상의 속성

		원본영상							
전달 방법	원본영상 (전달 전)	휴대전화 카카오톡							
		고화질, 변환기능 활성화		고화질, 변환기능 비활성화		일반화질, 변환기능 활성화		일반화질, 변환기능 비활성화	
받는 방법		PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화	PC	휴대전화
확장자	MOV	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4	MP4
용량(MB)	40.3	3.62	7.96	3.71	8.18	3.35	3.35	3.54	3.54
길이(s)	14	14	14	14	14	14	14	14	14
해상도	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	FHD (1920 × 1080p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)	HD (1280 × 720p)
비트레이트 (kbps)	23912	2060	4335	2119	4577	1903	1903	2021	2021
프레임 레이트(fps)	59.97	30	30	30	30	24	24	24	24

(1) 원본영상을 프레임레이트 변화 검토

원본영상을 휴대전화 카카오톡을 이용하여 고화질로 보낼 시 영상의 품질은 다소 낮아질 수 있으나, 영상을 구성하는 각각의 이미지와 프레임레이트는 동일할 것으로 사료된다. 일반화질로 영상파일을 보낼 시 프레임레이트는 30fps에서 24fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 1f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. 이는 앞서 검토한 ‘PC카카오톡을 통해 전달된 원본영상’과 동일한 프레임레이트 변화인 것으로 확인된다.

(2) 24fps로 재촬영된 영상 프레임레이트 변화 검토

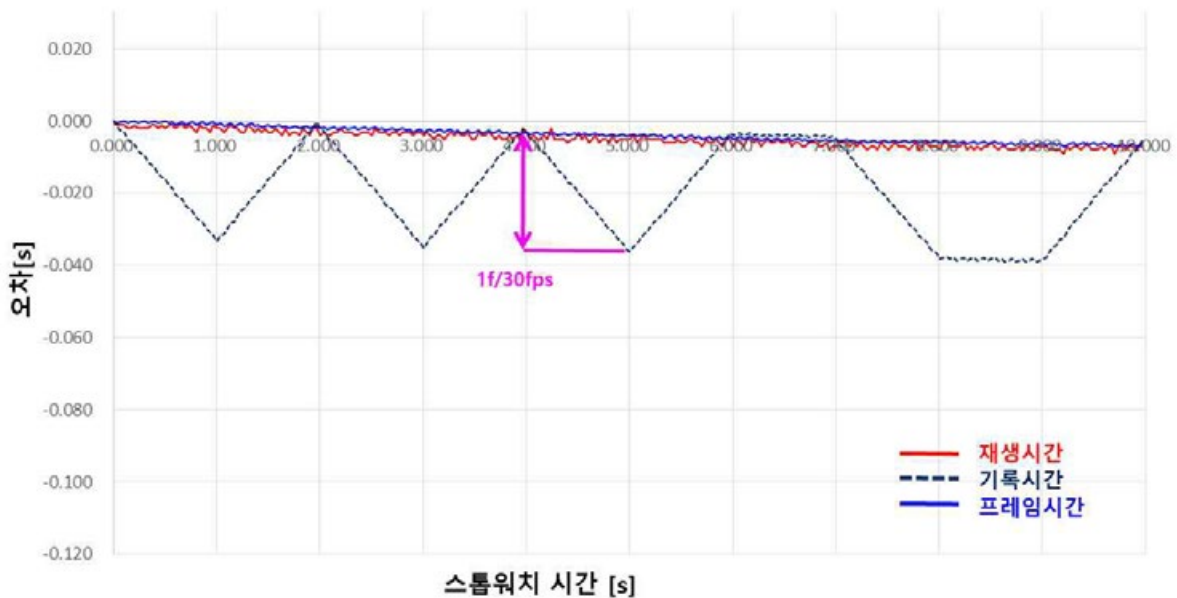
24fps로 재촬영된 영상을 휴대전화 카카오톡을 이용하여 고화질과 일반화질로 보낼 시 영상의 품질은 다소 낮아질 수 있으나, 영상을 구성하는 각각의 이미지와 프레임레이트는 동일할 것으로 사료된다.

(3) 30fps로 재촬영된 영상 프레임레이트 변화 검토

30fps로 재촬영된 영상을 휴대전화 카카오톡을 이용하여 고화질로 보낼 시 영상의 품질은 다소 낮아질 수 있으나, 영상을 구성하는 각각의 이미지와 프레임레이트는 동일할 것으로 사료된다. 일반화질로 영상파일을 보낼 시 프레임레이트는 30 fps에서 24fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 1f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. 이는 앞서 검토한 'PC카카오톡을 통해 전달된 30fps 재촬영 영상'과 동일한 프레임레이트 변화인 것으로 확인된다.

(4) 60fps로 재촬영된 영상 프레임레이트 변화 검토

60fps로 재촬영된 영상을 휴대전화 카카오톡을 이용하여 고화질로 보낼 시 프레임레이트는 60fps에서 30fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 2f 마다 1f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. 휴대전화 카카오톡을 이용하여 받은 60fps 재촬영된 영상의 스톱워치 시간 기준 재생, 기록, 프레임시간에 대한 오차는 아래 <그림 15>와 같이 나타낼 수 있다. 이는 앞서 검토한 '원본영상'의 시간 오차와 유사한 것으로 사료된다.



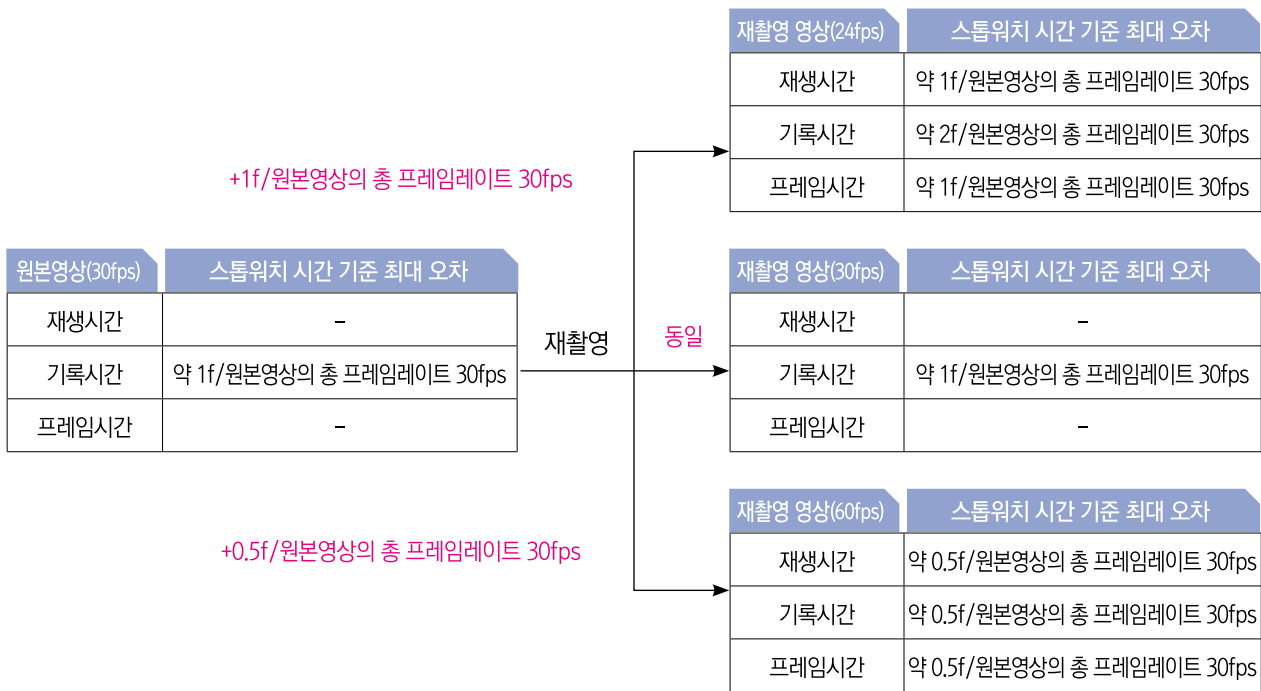
<그림 15> 휴대전화 카카오톡을 통해 전달받은 60fps 재촬영 영상의 재생, 기록, 프레임시간 오차

일반화질로 영상파일을 보낼 시 프레임레이트는 60fps에서 24fps로 변환된 것으로 확인되며, 특정 주기를 가지며 원본영상의 5f 마다 3f이 촬영되어 있지 않은 것으로 확인된다. 이는 앞서 검토한 'PC카카오톡을 통해 전달된 60fps 재촬영 영상'과 동일한 프레임레이트 변화인 것으로 확인된다.

V. 결론 및 향후 과제

프레임레이트가 30fps인 블랙박스 원본영상의 스톱워치 시간을 기준으로 재생시간과 기록시간, 프레임시간의 오차를 비교한 결과, 재생시간과 프레임시간은 오차가 거의 없어 1초 내외의 시간 구간의 속도 산출 결과에 큰 차이가 없으나, 기록시간은 최대 약 1f/30fps인 오차가 발생하므로, 재생시간과 프레임시간을 이용하여 속도를 산출하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

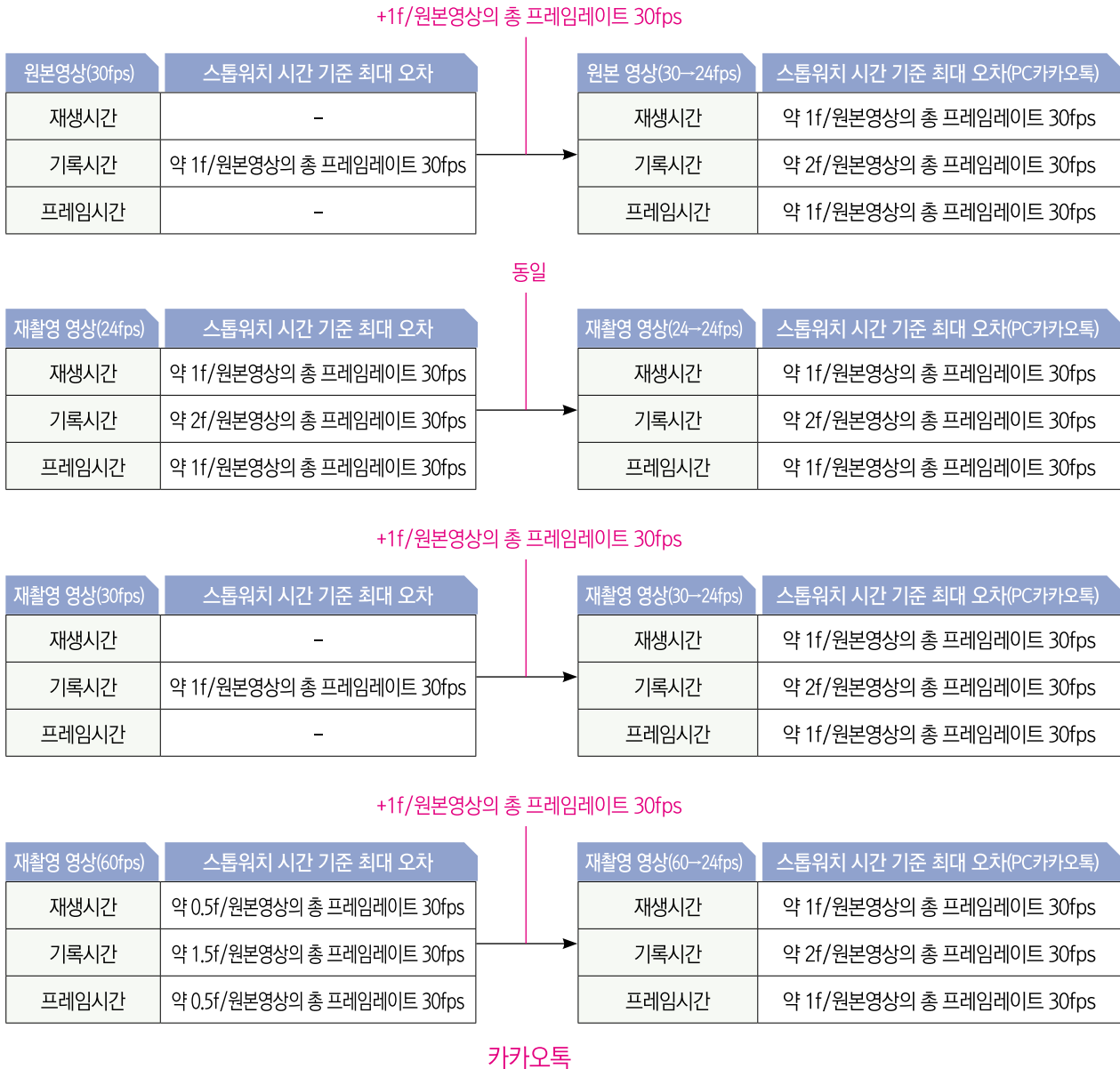
30fps인 원본영상을 24, 30, 60fps로 각각 재촬영한 경우 1초 구간 내에서의 재생, 기록, 프레임시간에 대한 최대 오차는 아래 <그림 16>과 같은 것으로 확인된다. 재촬영된 카메라의 설정 프레임레이트에 따라 최대 약 1f/30fps인 시간 오차가 누적해서 발생하므로, 원본영상을 보내기 어려운 상황일 경우 원본영상의 프레임레이트와 동일한 프레임레이트로 재촬영하여 영상자료를 보내는 것이 합리적일 것으로 사료된다.



<그림 16> 24fps, 30fps, 60fps로 재촬영된 영상의 재생, 기록, 프레임시간 최대 오차

원본영상과 24, 30, 60fps로 재촬영된 영상을 USB, CD, 이메일로 전송하고 이를 받은 경우 파일에 대한 속성변화가 없으며, 각각의 캡처된 이미지 또한 동일하여 영상파일의 변환은 없는 것으로 확인된다. MMS인 문자를 이용하여 이를 전송하고 받을 경우 30fps와 60fps인 원본영상, 재촬영된 영상은 10fps로, 24fps인 재촬영된 영상은 12fps로 변환되며, 영상파일의 크기와 해상도, 비트레이트가 매우 낮아져 교통사고를 분석하는데 있어 사용하기 어려울 정도로 영상의 품질이 낮아진 것으로 확인된다. 따라서, 동영상 자료를 주고받을 때 USB나 CD를 이용하여 제출하거나 이메일을 이용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

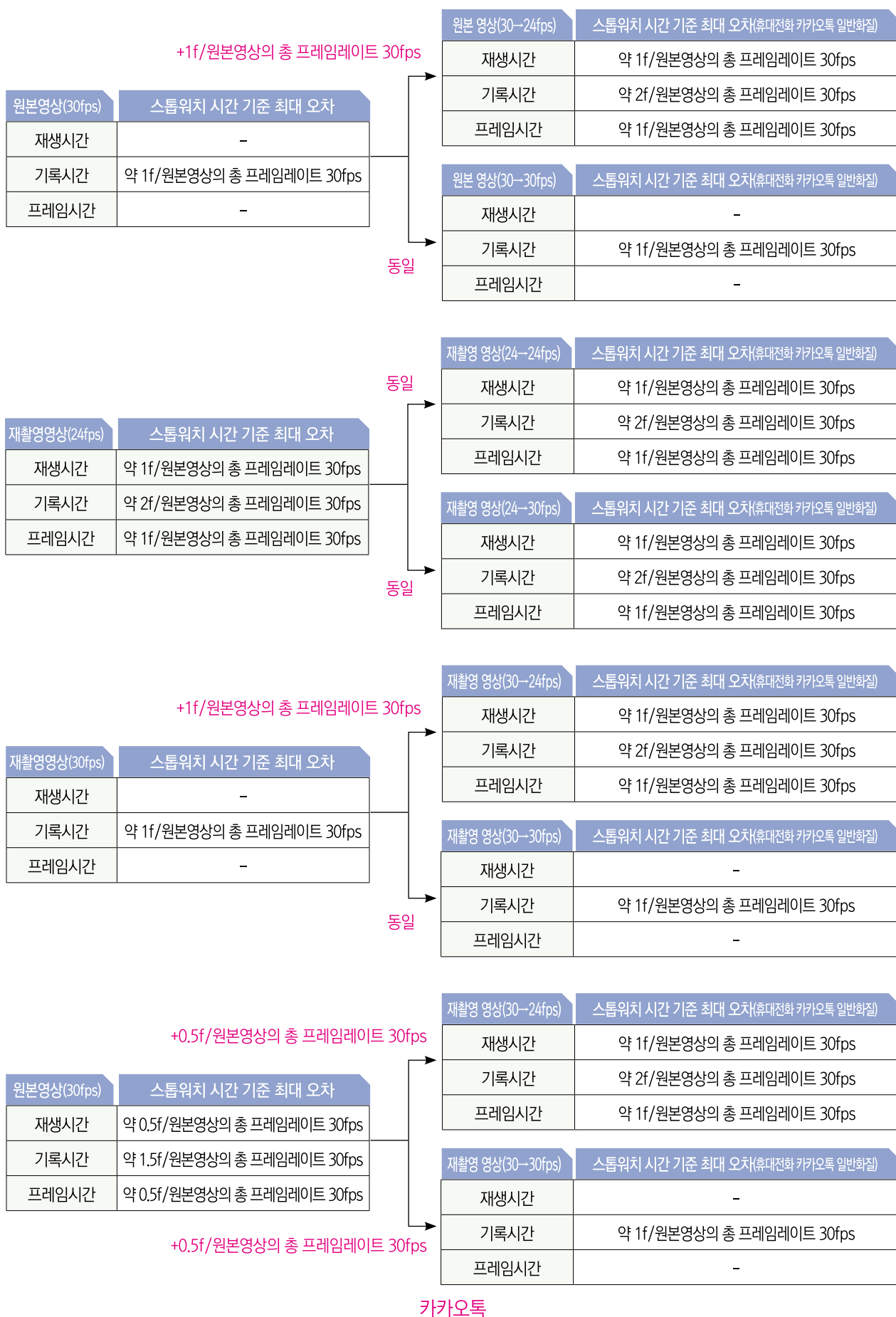
PC카카오톡에서 ‘동영상 원본으로 보내기’를 활성화할 경우 영상파일의 변환은 없는 것으로 확인된다. 비활성화할 경우 영상파일의 크기와 해상도, 비트레이트가 모두 낮아지는 것으로 확인되며, 1초 구간 내에서의 재생, 기록, 프레임시간에 대한 최대 오차는 아래 <그림 17>과 같은 것으로 확인된다.



<그림 17> PC카카오톡을 통해 전달받은 영상의 재생, 기록, 프레임시간 최대 오차

휴대전화 카카오톡에서 영상파일을 보낼 경우 영상파일의 크기와 해상도(QHD 미만), 비트레이트가 낮아지며, 일반화질과 고화질로 영상파일을 보낼 경우가 서로 다른 것으로 확인된다. 이에 대한 1초 구간 내에서의 재생, 기록, 프레임시간에 대한 최대 오차는 아래 <그림 18>과 같은 것으로 확인된다.

PC카카오톡과 휴대전화 카카오톡을 이용하여 영상파일을 보낼 경우 최대 약 1f/30fps인 시간 오차가 누적해서 발생하므로, PC카카오톡을 이용하여 영상파일을 보낼 경우 ‘동영상 원본으로 보내기’를 활성화 시키고, 휴대전화 카카오톡을 이용할 경우 일반화질이 아닌 고화질로 설정한 후 영상파일을 보내는 것이 시간 오차를 줄이는데 합리적일 것으로 사료된다.



〈그림 18〉 휴대전화 카카오톡을 통해 전달받은 영상의 재생, 기록, 프레임시간 최대 오차

원본영상을 재촬영하거나 영상파일을 SNS인 카카오톡을 통해 전송할 때 발생할 수 있는 시간 오차는 속도 산출 결과에 영향을 줄 수 있으며, 위와 같은 시간 오차로 인해 발생하는 1초 구간에서의 속도 오차와 오차율은 아래 <표 12>와 같다.

위와 같은 결과는 30fps인 원본영상이 1/30초마다 촬영된 구간 1개를 이용하여 연구한 결과로, 원본영상이 1/30초마다 촬영되어 있지 않을 시, 재생시간과 기록시간, 프레임시간에 대한 오차는 달라질 수 있을 것으로 사료된다.

또한, 영상을 재촬영할 때와 카카오톡을 이용하여 영상 파일을 주고받을 때 영상의 이미지가 불규칙적으로 촬영되지 않는 점, 동영상 재생프로그램에서 영상을 캡처할 때 동일한 이미지일지라도 상황에 따라 재생시간이 동일하지 않는 점을 고려하였을 때, 동영상 재생프로그램과 SNS 파일 전송 프로그램에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

<표 12> 시간오차에 따른 속도의 오차와 오차율

속도 (km/h)	0.5f/30f (km/h)	1f/30f (km/h)	1.5f/30f (km/h)	2f/30f (km/h)
10	0.164	0.323	0.476	0.625
20	0.328	0.645	0.952	1.250
30	0.492	0.968	1.429	1.875
40	0.656	1.290	1.905	2.500
50	0.820	1.613	2.381	3.125
60	0.984	1.935	2.857	3.750
70	1.148	2.258	3.333	4.375
80	1.311	2.581	3.810	5.000
90	1.475	2.903	4.286	5.625
100	1.639	3.226	4.762	6.250
110	1.803	3.548	5.238	6.875
120	1.967	3.871	5.714	7.500
130	2.131	4.194	6.190	8.125
140	2.295	4.516	6.667	8.750
오차율 (%)	1.639	3.226	4.762	6.250

1. 엄광태 · 이기영(2005), “비디오 영상의 차량추적 및 속도측정에 관한 연구”, 『대한토목학회 정기 학술대회』, 4071-4074.
 2. 최홍(2022), “교통사고 동영상의 속도 분석 방법에 따른 오차에 대한 고찰”, 『사고분석 자율연구 보고서』, 13-20.

2024년 공인자격 도로교통사고감정사 자격검정 공고

자격기본법 제23조 및 도로교통공단 도로교통사고감정사 자격관리규칙 제16조에 의거,
2024년도 제20회 공인자격 도로교통사고감정사 자격검정 시행계획을 다음과 같이 공고합니다.

1. 응시자격 및 시험일정

- 가. 응시자격 : 2024년 시험접수 종료일 기준, 만 18세 이상인 자
(학력제한 없음)
나. 응시제한 : 자격이 취소된 후 1년이 경과하지 않은 자,
시험 부정행위자로 3년이 경과하지 않은 자
다. 시험일정

접수기간	시험일자	시험구분	운영시간		준비물	합격자 발표
			입실시간	시험시간		
24.07.29.(월) 09:00~ 24.08.08.(목) 18:00	24.09.08.(일)	1차 시험	09:00	09:30~12:00	신분증, 공학계산기, 각도기, 필기구 등	24.10.02.(수) 예정
		2차 시험	13:00	13:30~16:00		

※ 1차시험 일부면제자는 입실 09:00, 시험시간 09:30~10:45

2. 시험지역 및 원서접수

- 가. 시험지역 : 전국 13개 지역(최종 시험 장소는 7월 중 안전운전통합민원 홈페이지에 발표 예정)
나. 원서접수 : 안전운전통합민원 홈페이지(www.safedriving.or.kr)를 이용한 온라인 접수
1) 간편인증, 휴대전화인증 등을 이용한 본인 인증
2) 최근 6개월 이내 촬영한 여권사진규격에 맞는 사진(3.5cm×4.5cm) 첨부
3) 1차시험 일부면제 신청자는 교육이수증 사본 또는 경력증명서
(국외 발행서류는 한글번역문) 제출
※ 컬러사진, 1차시험 일부면제자 제출서류는 스캔하여 JPG파일 업로드

3. 응시수수료 및 자격증 발급비

응시수수료(부가세 포함)	납부방법	납부기한
• 일반응시 및 1차시험 일부 면제자 : 77,000원 • 1차시험 전부면제자 : 44,000원	신용카드, 계좌이체(인터넷뱅킹), 가상계좌(무통장 입금)	접수마감 시까지 (가상계좌의 경우 접수 마감 익일 16:00까지, 미납 시 자동 접수취소)

자격증 발급비(부가세 포함)	납부방법	비고
• 공인자격증(기본) : 5,500원 • 공인자격증서(게시용) : 11,000원	신용카드, 계좌이체(인터넷뱅킹)	- 자격시험 합격자에 해당하며 신청자에 한하여 발급 - 발송비용(택배비 3,500원)은 수취인 부담

※ 시험접수, 자격증 발급신청, 수수료 납부는 안전운전통합민원 홈페이지 이용

4. 접수취소 및 환불기준

접수취소(환불) 방법	접수취소(환불) 신청기간	환불금액	환불기간	비고
안전운전통합민원 홈페이지 이용 (승인 취소 또는 계좌 환불)	24.07.29.(월) ~ 24.08.08.(목) 24:00	납입액의 100%	신청일로부터 15일 이내	접수취소(환불) 신청기간 이후 응시수수료 환불 불가
	24.08.09.(금) ~ 24.09.02.(월) 24:00	납입액의 50%		

※ 본인 사망 또는 가족 경조사 등 불가피한 사유로 응시하지 못한 경우 증빙자료
제출 시 50% 환불, 코로나19 관련 수험자 100% 환불 허용

자격증 발급비 환불	합격자에 한하며 자격증 제작 및 발송 이전 취소 시 100% 환불, 그 이후 취소 시에는 환불 불가
------------	--

5. 시험과목 및 면제기준

가. 시험과목 및 문제유형

구분	1차시험	2차시험
시험과목	①교통관련법규 ②교통사고조사론 ③교통사고재현론 ④차량운동학	교통사고분석 및 재현 실무
문제유형 (합격기준)	4지 선다형 객관식 100문제(과목당 25문제) (평균 60점 이상 합격/ 각 과목 40점 미만 과락)	주관식 5문제 중 3문제 선택 기술 (평균 60점 이상)

나. 면제기준(1차시험)

일부면제	- 국내외의 공공 교통안전전문기관(「정부조직법」에 따른 국가 행정기관, 「공공기관 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관 중 법령, 정관에 교통사고조사 업무가 명시된 기관)에서 교통사고 조사에 관한 교육과정을 연속된 일련의 교육으로 105시간 이상 이수한 자 - 「정부조직법」에 따른 국가행정기관, 「공공기관 운영에 관한 법률」에 따른 공공기관에서 교통사고조사 실무경력 10년 이상인 자 ※ 제출서류 : 교육이수증 사본 또는 경력증명서 (국외 발행서류는 한글 번역문)
	1차시험 과목 중 2과목 면제(교통관련법규, 교통사고조사론)
전부면제	23년도 1차시험 합격 후, 2차시험 불합격자

6. 기타사항

- 자격검정에 대한 세부사항은 안전운전통합민원 홈페이지에서
필히 확인하시기 바랍니다.
- 응시원서 작성 및 기타 서류 제출 시 제출서류 미비, 착오·누락,
허위 기재 등의 사유로 인한 불이익은 응시자의 책임으로 하며,
제출된 서류는 일체 반환하지 않습니다.
- 장애인 응시자 및 임신부가 원서접수 시 편의를 제공받고자 할
경우, 본인의 장애여부 및 임신부임을 증명할 수 있는 자료를
안전운전통합민원 홈페이지에 첨부(스캔하여 JPG파일 업로드)
하고, 시험 당일 증빙자료를 제출하여야 합니다.
- 코로나19 관련사항은 방역당국의 지침을 준수하여 운영하며, 자세한
사항은 도로교통공단 교육운영처로 문의하여 주시기 바랍니다.
- 응시자는 지정된 입실시간 및 시험장소에 입실 완료하여야 하며,
신분증(주민등록증, 운전면허증, 복지카드(장애인등록증), 국가
유공자증, 여권 등 사진, 이름(성명), 주민등록번호를 확인할 수
있고 정부 또는 공공기관에서 발행한 유효기간 이내의 신분증]
미지참자는 시험장 입실이 불가합니다.
- 시험 중 화장실 사용이 금지되나, 2시간 경과 후 응시자가 요청할
경우 이용 긴급성을 판단하여 시험감독관과 동행하여 화장실 이용 후
재입실 가능하며, 임신부는 2회 사용할 수 있습니다.
- 상기 시험일정 및 장소 등에 대한 내용은 대·내외 상황에 따라
변경될 수 있습니다.
- 기타 자격검정과 관련한 사항은 안전운전통합민원 홈페이지
(www.safedriving.or.kr) 또는 도로교통공단 교육운영처
(033-749-5317)로 문의하시기 바랍니다.

본 자격검정은 공인자격 취득을 위한 자격시험이므로 도로교통공단에서 자격취득자에게 취업을 알선하거나 보장하지 않습니다.

2024년 3월 27일



도로교통공단 이사장

강원특별자치도 원주시 혁신로2(반곡동)

도로교통사고감정사 자격취득 우대사항

- 경찰공무원 채용시험 가산점(4점), 승진가점(0.3점)
- 국가평생교육진흥원 학점은행제 10학점(교통, 토목) 인정
- 도로교통공단 채용 시 가산점 부여 및 자격수당 지급
- 교통안전담당자로 지정 가능한 자격증으로 관련분야 취업가능

2024년 공인자격 도로교통사고감정사 자격검정 공고

자격기본법 제23조 및 도로교통공단 도로교통사고 감정사 자격관리규칙 제16조에 의거,
2024년도 제20회 공인자격 도로교통사고감정사 자격검정 시행계획을 다음과 같이 공고합니다.

1. 응시자격 및 시험일정

- 가. 응시자격 : 2024년 시험접수 종료일 기준, 만 18세 이상인 자
(학력제한 없음)
나. 응시제한 : 자격이 취소된 후 1년이 경과하지 않은 자,
시험 부정행위자로 3년이 경과하지 않은 자
다. 시험일정

접수기간	시험 일자	시험 구분	운영시간		준비물	합격자 발표
			입실시간	시험시간		
24.07.29.(월) 09:00~	24.08.08.(일)	1차 시험	09:00	09:30~12:00	신분증, 공학계산기, 각도기, 필기구 등	24.10.02.(수) 예정
24.08.08.(목) 18:00		2차 시험	13:00	13:30~16:00		

※ 1차시험 일부면제자는 입실 09:00, 시험시간 09:30~10:45

2. 시험지역 및 원서접수

- 가. 시험지역 : 전국 13개 지역(최종 시험 장소는 7월 중 안전운전통합민원 홈페이지에 발표 예정)
나. 원서접수 : 안전운전통합민원 홈페이지(www.safedriving.or.kr)를
이용한 온라인 접수
1) 간편인증, 휴대전화인증 등을 이용한 본인 인증
2) 최근 6개월 이내 촬영한 여권사진규격에 맞는 사진(3.5cm×4.5cm) 첨부
3) 1차시험 일부면제 신청자는 교육이수증 사본 또는 경력증명서
(국외 발행서류는 한글번역문) 제출
※ 컬러사진, 1차시험 일부면제자 제출서류는 스캔하여 JPG파일 업로드

3. 응시수수료 및 자격증 발급비

응시수수료(부가세 포함)	납부방법	납부기한
• 일반응시 및 1차시험 일부 면제자 : 77,000원 • 1차시험 전부면제자 : 44,000원	신용카드, 계좌이체(인터넷뱅킹), 가상계좌(무통장 입금)	접수마감 시까지 (가상계좌의 경우 접수 마감 익일 16:00까지, 미납 시 자동 접수취소)

자격증 발급비(부가세 포함)	납부방법	비 고
• 공인자격증(기본) : 5,500원 • 공인자격증서(게시용) : 11,000원	신용카드, 계좌이체(인터넷뱅킹)	- 자격시험 합격자에 해당하며 신청자에 한하여 발급 - 발송비용(택배비 3,500원)은 수취인 부담

※ 시험접수, 자격증 발급신청, 수수료 납부는 안전운전통합민원 홈페이지 이용

4. 접수취소 및 환불기준

접수취소(환불) 방법	접수취소(환불) 신청기간	환불금액	환불기간	비고
안전운전통합민원 홈페이지 이용 (승인취소 또는 계좌 환불)	24.07.29.(월) ~ 24.08.08.(목) 24:00	납입액의 100%	신청일로부터 15일 이내	접수취소(환불) 신청기간 이후 응시수수료 환불 불가
	24.08.09.(금) ~ 24.09.02.(월) 24:00	납입액의 50%		

※ 본인 사망 또는 가족 경조사 등 불가피한 사유로 응시하지 못한 경우 증명자료
제출 시 50% 환불, 코로나19 관련 수험자 100% 환불 허용

자격증 발급비 환불	합격자에 한하며 자격증 제작 및 발송 이전 취소 시 100% 환불, 그 이후 취소 시에는 환불 불가
------------	--

본 자격검정은 공인자격 취득을 위한 자격시험이므로 도로교통공단에서 자격취득자에게 취업을 알선하거나 보장하지 않습니다.

2024년 3월 27일



도로교통공단 이사장

강원특별자치도 원주시 혁신로2(반곡동)

• 도로교통사고감정사 자격취득시 우대사항 •

- 경찰공무원 채용시험 가산점(4점), 승진가점(0.3점)
- 국가평생교육진흥원 학점은행제 10학점(교통, 토목) 인정
- 도로교통공단 채용 시 가산점 부여 및 자격수당 지급
- 교통안전담당자로 지정 가능한 자격증으로 관련분야 취업가능