

## 자동차 사고재현을 위한 영상블랙박스 모델링

박창규<sup>○</sup> 최요한 한성덕 이준희 문호선 김용득 이정원  
아주대학교

pck0912<sup>○</sup>@ajou.ac.kr ahsy2@ajou.ac.kr duk0669@gmail.com crete2010@gmail.com

who@ajou.ac.kr yongdkim@ajou.ac.kr jungwony@ajou.ac.kr

### Video Blackbox Modeling For Car Accident Reconstruction

Changgyu Bak<sup>○</sup> Yohan Choi Seongdeok Han Junhee Lee  
Hosun Moon Yongdeuk Kim Jung-Won Lee  
Ajou University

#### 요 약

최근 차량용 블랙박스는 단순히 차속 및 주행 거리를 기록하는 차량 운행 기록기의 기능을 넘어, 각종 센서 및 영상 처리, GPS 장치 등을 통하여 수집된 정보를 토대로 자동차 사고 분석이나 부품 결함을 발견할 수 있는 기능을 추가 하는 것을 목표로 하고 있다. 본 논문은 자동차로부터 얻을 수 있는 정보를 다각도로 분류해 보고 자동차 사고 중 가장 높은 비율을 차지하고 있는 차대차 사고재현을 위한 필수적인 파라미터를 선정함으로써 제한된 프로세싱 자원 하에서 사고 재현 효과를 극대화 할 수 있는 영상 블랙박스 모델을 제안하고 수집된 파라미터의 분석 절차를 제시한다.

#### 1. 서 론

자동차 사고 재현을 위해서는 명확한 사고현장의 증거, 확실한 목격자, 차량의 흔적 등 차량사고의 물리적 증거물 등을 들 수 있을 것이다. 하지만 발생하는 사고의 대부분이 풍부한 사고현장의 증거물들을 획득할 수 있는 것은 아니다. 따라서 그로 인해 발생하는 사고 당사자간의 마찰이나 사고원인 규명 등을 위해서는 일관된 기준이 무엇보다 중요하게 되었다. 이를 해결하기 위해서 세계 각국에서는 정부기관과 자동차 메이커들의 주도로 자동차 운행기록장치의 개발이 이루어져왔다. 우리나라에서도 도로교통안전관리공단과 사설기관 그리고 자동차 메이커들을 중심으로 운행기록 장치를 기반으로 사고 당시의 정보를 기록매체에 저장하여 추후 사고 재현에 사용하기 위한 노력을 기울이고 있다 [1].

이러한 노력의 일환으로 최근 차량용 블랙박스는 단순히 운행 기록을 하는 기능에서 벗어나 다양한 센서들과 영상 장치, GPS 등을 장착하여 운전 보조정보 제공, 차량의 궤적 및 충돌데이터 기록을 통한 차량궤적 재구성, 사고시점 재현, 사고당시 부품 결함 여부, 운전자의 안전 운전 여부 등을 파악할 수 있는 기능을 추가하고 있다. 그러나 하나의 블랙박스가 차량 내외부로부터 수집될 수 있는 모든 데이터를 이용하여 앞에 열거한 모든 기능을 효과적으로 제공한다는 것은 불가능하다. 따라서 최근의 블랙박스는 사고 재현에 초점을 두기 보다는 차량간의 안전거리 확보, 차선 이탈 방지, 자율주행, 차선 변경 보조 등을 위한 운전보조적인 기능[2,3,4],

GPS/GIS 데이터의 결합으로 도로 및 교통 안내, 사고 발생시 사고지점 알림 등의 위치정보 제공 기능[5], 전방 차량 충돌경고[6] 등 한 분야에 집중하여 연구, 개발되고 있다. 물론 HK-e car[7]는 이러한 기능 이외에 사고 재현을 위한 블랙박스를 제공하고 있다. 그러나 기존의 블랙박스와 영상 블랙박스를 구분하여 제공하고 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 자동차로부터 얻을 수 있는 정보를 다 각도로 분류해 보고 영상 정보를 접목하여 자동차 사고 재현에 유용하게 사용될 수 있는 파라미터를 선정함으로써 최소한의 프로세싱 자원 하에서도 사고 재현 효과를 극대화 할 수 있는 영상 블랙박스 모델을 제안하는 것을 목표로 한다.

#### 2. 사고재현 파라미터 분류

블랙박스에 사용될 수 있는 사고재현 파라미터에는 큰 범주로 영상 파라미터, ECU(Electronic Control Unit) 파라미터, 음향 파라미터, GPS 파라미터로 나눌 수 있다. 이는 차에 설치될 블랙박스를 기준으로 볼 때, 외부 환경에 대한 해석을 위해 영상을, 차량내부정보를 위해서 ECU 파라미터를 사용할 수 있다. 영상은 자동차의 정/후/측면에서 사고당시의 실제상황을 명확하게 기록하는 역할이며, 향후 사고 분석 및 재현에 운전자 및 목격자의 입장에서 사고를 바라볼 수 있는 명확한 증거자료가 될 수 있다. ECU 파라미터는 차량에 설치될 다양한 센서 데이터로서 사고감지 및 사고이후의 추이를 해석할 수 있는 중요한 자료가 된다. 그리고 음향 파라미터는 ECU와 영상의 중간적인 의미를 띄고 사고당시의 상황을 그대로 기록하여 보존하지만 분석을 통해서 사고에 가치를 부여해야한다. 그리고 마지막으로 GPS 데이터

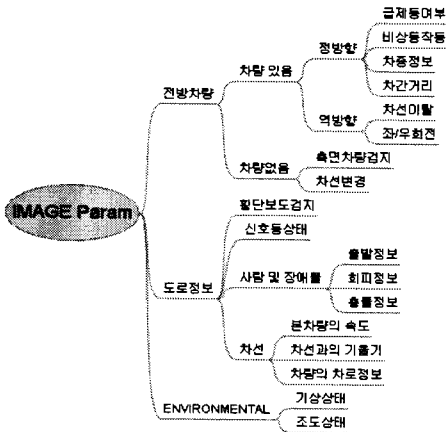
본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 해외교수요원초빙사업의 연구결과로 수행되었음

는 차량의 움직임을 센서데이터로서 측정하는 블랙박스  
와 차량의 절대좌표를 맵핑해 줌으로서 블랙박스의 지역  
성 문제를 해결해주는 역할을 한다.

다음절에서부터 사고재현을 위한 관점에서 영상,  
ECU, 음향, 그리고 GPS의 범주를 토대로 세부적인 파라  
미터들을 분류하고 이를 설명한다.

### 2.1 영상 파라미터

영상 파라미터는 차량에 설치된 카메라를 통하여 얻을  
수 있는 차량 전방 혹은 후방의 정보를 의미한다. 주로  
카메라를 통해 획득되는 영상정보를 분석하여 차량의 차  
선이탈 감지, 전방차량의 현재상태인식, 위험 상황 인식,  
차선 검출알고리즘을 통한 주행정보 획득 등이 널리 연구  
되고 있으며, 최근에는 측면 카메라를 통한 측방상황인식  
및 후방 주행 정보와 신호상태 및 장애물 감지등으로 확  
대되어 가고 있다. 다음 그림 1은 영상파라미터를 전방차  
량, 도로정보, ENVIRONMENTAL로 나눈 분류이다.



[그림 1] 영상 파라미터.

#### • 전방차량

영상정보의 가장 기본이 되는 정보가 전방에 차량에  
대한 정보인데 이 정보 역시 차량이 있을경우와 없을 경  
우 정방향의 차량이 있을때와 역방향의 차량이 있을때가  
구별된다. 화면상의 차량의 모습인 급제동(브레이크등)  
및 비상등 그리고 차종정보와 차간거리연산을 제공한다.  
차량이 존재하지 않을 시에는 측면에서 지나치는 차량과  
차선 추월 정보 등을 알 수 있다.

#### • 도로정보

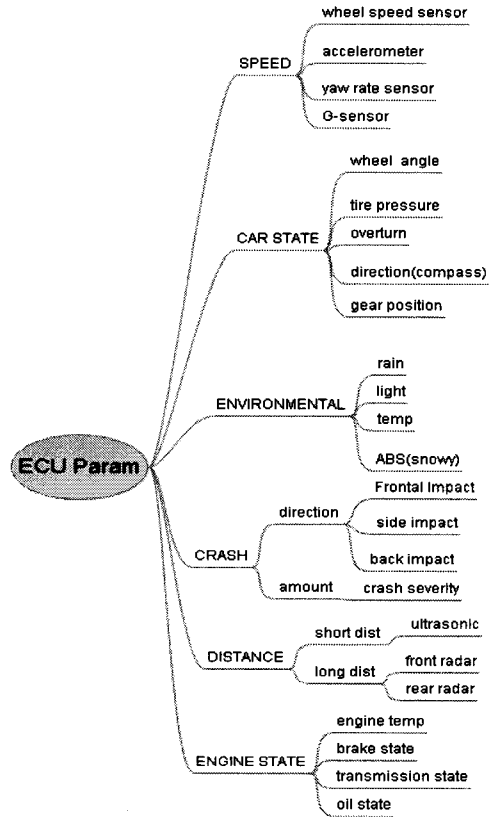
전방의 횡단보도 여부, 신호등상태, 차선이탈여부, 차선  
의 종류 및 장애물의 여부는 사고시 상황재현에 유용하며  
장애물은 차량의 상태와 연관지어져 출발가능, 장애물회  
피, 충돌등의 상태로 고려될 수 있다.

#### • ENVIRONMENTAL

환경적인 재구성은 화면에 비친 기상상태와 주야구별  
등을 통해서 당시의 상황을 구축하는데 사용된다.

### 2.2 ECU 파라미터

ECU 파라미터는 차량에서 얻어오는 기본 차량정보와  
센서데이터들의 유용한 신호 해석의 결과라고 볼 수 있  
다. 차량에 설치되거나 설치되어 있는 센서들의 집합은  
매우 다양해서 그림 2의 트리에서 나눈 범주대로 보게되  
던 다음과 같다.



[그림 2] ECU 파라미터

#### • SPEED

사고 재현을 위해서 가장 중요하다고 볼 수도 있는 속  
도 정보이며 자동차 바퀴에서 속도를 감지하는 부분  
(wheel speed), 블랙박스내 가속도값의 적분치를 이용하  
여 속도검출(accelerometer), 선형적인 속도는 아니지만  
회전각속도(yaw rate)와 중방향 가속도 측정(G-sensor)  
을 위한 센서가 이 분류에 포함된다.

#### • CAR STATE

차량의 상태는 사고당시 차량의 조향각 상태(wheel  
angle), 타이어의 파손여부(tire pressure), 전복여부  
(overturn), 차량의 진행방향(electric compass), 차량의  
변속상태(gear position), 제동장치상태(brake)가 있다.

#### • ENVIRONMENTAL

사고당시의 차량의 주변상황 및 노면에 대한정보로서  
강우센서, 조도센서, 온도센서 그리고 노면 상태정보를

알 수 있는 ABS센서의 동작 여부등이 이 분류에 포함된다.

• CRASH

차량의 충격 정보는 사고 재현을 위한 중요한 부분으로서 최초 충격 방향을 위해서 전/후/측면의 충격 센서(front-side impact)의 정보를 분석해야하며 주로 전방 충격량감지에 사용되는 충격량 센서(crash severity)가 이 분류에 포함된다.

• DISTANCE

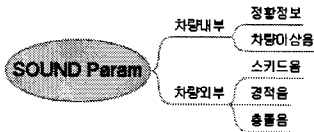
차량의 사고 원인을 위해서는 사고전후에 차량의 주변 물체에 대한 인식이 중요한데 이 부분의 센서들을 모아둔 것으로 전방향의 근거리 접근을 알 수 있는 초음파센서(ultrasonic), 전/후방의 원거리 외부상태를 알 수 있는 레이더가 이 분류에 포함된다.

• ENGINE STATE

사고 당시의 차량의 동작이 일어나게 된 원인을 위해서는 차량 자체의 동력정보도 필요하게 되는데 이를 위해서는 기존에 잘 갖춰진 엔진 컨트롤 유닛(Engine Control Unit)의 정보를 사용하여 차량의 이상여부를 체크할 수 있다.

2.3 음향 파라미터

그림 3의 음향 파라미터는 주로 영상 파라미터와 같이 사고 상황을 기록한다는 의미는 비슷하나 영상에 비하여 데이터량이 적고 사고시점 측정과 사고음향이외에 정황 정보등도 음향기록을 통해서 사용할 수 있는 점 등 때문에 사고 재현에 사용될 수 있다[8].



[그림 3] 음향 파라미터.

• 차량내부

차량내부에서는 주로 사람들 간의 대화나 차량의 내부에서 들을 수 있는 차량이상음 등의 정보가 될 것이며 이를 통해서 사고 전의 차량 상황을 알 수 있다.

• 차량외부

차량외부에서 나는 음향정보들은 주로 사고시 발생하는 특정 주파수의 패턴이나 사고시 발생하는 주변음등의 정보를 기초로 하고 있으며 사고 시점의 정확한 기록 등에 사용된다.

2.4 GPS 파라미터

GPS 파라미터는 현재 GPS 수신기로부터 받을 수 있는 위치정보를 응용하여 현재 차량의 절대좌표를 GIS(지리정보시스템)상에 맵핑함으로써 차량의 진행 경로를 쉽게 나타낼 수 있도록 하며, 차량의 이동속도도 알 수 있다. 차량내의 블랙박스의 시간정보를 GPS 시간에 항상 동기함으로서 시간동기문제를 해결할 수 있다.

2.5 파라미터의 재분류

사고해석을 위해서 앞 절에서 제시한 파라미터를 사고시점과 환경정보, 차량정보에 따라서 재분류 하면 표 1

과 같으며 '✓' 로 각각 파라미터가 어느 요인을 분석하는데 사용될 수 있는지 표시하였다. 이러한 분류는 3장에서 사고유형별 요구 파라미터를 추출하는데 근거가 된다.

3. 사고 유형별 요구 파라미터 선정

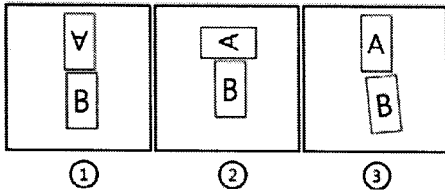
3장에서는 앞장에서 분류한 파라미터를 효과적으로 블랙박스에 사용하기 위해 방대한 사고형태를 세가지 유형으로 나누어 파라미터를 다시 살펴본다. 다음 표2에서의 차대차 사고의 통계자료에서 알 수 있듯이 차량의 충돌에 의한 사고는 정면 충돌, 측면(편심)충돌, 추돌사고 이렇게 크게 세 분류(그림 4)로 나눌 수 있으며 측면(편심)충돌은 사고 비율이 높고 그에 따른 사상자수도 많이 있으며, 정면충돌의 경우에는 발생건수에 비해서 사망자의 수가 많은 것으로 보아 대형사고의 비중이 높은 점을 알 수 있다. 추돌사고의 경우에는 동방향 진행 중 추돌 사고와 주정차중인 상황에서 발생하는 것이 포함된다.

[표 1] 사고시점 및 기타 용도별 파라미터분류.

파라미터	사고시점		환경 요인	차량 상태
	전	후		
전방차량 정보	✓			
전방차량 비상등	✓			
전방 차간거리	✓			
전방 차종정보	✓			
전방 차량속도	✓			
면방향차량 차선이탈	✓			
좌/후 회전차량	✓			
도로구설물정보	✓			
차선정보	✓		✓	
장애물정보	✓		✓	
신호상태	✓		✓	
기상상태(눈,비)	✓		✓	
조도상태(주,야)	✓		✓	
wheel speed	✓			✓
accelerometer	✓	✓		
yaw	✓	✓		
G-sensor	✓	✓		
wheel position	✓			✓
tire pressure	✓			✓
overturn	✓	✓		
compass	✓	✓		
gear position	✓			✓
brake state	✓			✓
rain			✓	
light			✓	
temp			✓	
ABS	✓			✓
Front impact		✓		
side impact		✓		
back impact		✓		
crash severity		✓		
ultrasonic(Front/Back)	✓			
radar(Front)	✓			
ECU(Engine State)	✓			✓
정황정보	✓	✓		✓
차량이상음	✓		✓	✓
스키드음	✓	✓	✓	
경적음	✓			✓
충돌음	✓			✓
차량속도	✓			✓
차량위치	✓	✓	✓	✓
시간정보	✓	✓	✓	

[표 2] 차대차 교통사고 통계[9].

사고유형	발생건수	구성비	사망자	부상자	
정면충돌	11,776	7 %	589	22,785	
측면(편심)충돌	73,680	46 %	920	121,814	
추돌	진행중	29,363	19 %	456	54,915
	주정차중	27,741	17 %	297	55,981
기타	17,175	11 %	373	27,100	
소계	159,735	100%	2,635	282,595	



[그림 4] 사고유형.

사고유형별로 파라미터를 추출하기에 앞서 음향 파라미터의 경우에는 사고지점판별등에 일부가 유용하게 적용될 수 있으나 소리정보의 오판가능성, 표준 사고음의 패턴 부재, 인식률의 저하등의 이유로 블랙박스 모델링 과정에서는 제외되었으며 그 외에도 2장에서 살펴본 파라미터 중 그 기능이 중복되거나 구현상 부적합한 것에 한해서 추출과정에서 제외시켰음을 밝힌다. 그리고 표 3에서 사고유형별 파라미터의 분류는 유형판단의 근거로 사용되는 기여도에 따라서 3,2,1로 각각의 파라미터가 상황 전개에 따라서 어떠한 비중(3이 높음)으로 사용되는지를 나타내었다. 그 밖에 파라미터 가운데 역학을 잃어버린 파라미터는 0으로 표시하였으며 상시 동등한 기준으로 반영되는 파라미터는 상시반영(-)으로 표시하였다. 이러한 기여도는 블랙박스 내부의 유형판단에 중점적으로 사용되며 사고 추이분석에도 적용기준이 된다.

[표 3] 상황 전개에 따른 사고유형별 파라미터 분석.

(3, 2, 1, 0: 기여도, -: 상시반영)

파라미터	정면충돌		측면(편심)충돌		추돌				
	사고이전	충돌	진행추이	사고이전	충돌	진행추이	사고이전	충돌	진행추이
전방영상	3	2	2	1	2	2	1	2	2
G-sensor	1	3	3	1	3	3	1	3	3
front impact	0	3	0	0	1	0	0	1	0
side impact	0	1	0	0	3	0	0	1	0
back impact	0	1	0	0	1	0	0	3	0
brake state	3	1	2	3	2	2	1	1	2
ultrasonic	3	0	0	1	0	0	3	0	0
radar	3	0	0	2	0	0	3	0	0
wheel position	3	2	2	2	2	3	3	2	2
tire state	3	1	1	1	1	2	1	1	2
yaw rate	1	3	2	1	3	3	1	3	2
compass	3	2	2	2	3	3	3	2	2
GPS time	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPS location	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPS 차속	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.1 정면충돌

그림 4에서의 ①에서 충돌은 양 차량의 전방부가 서로 맞닿도록 충돌 하는 형태를 정면충돌이라고 한다. 이 경우에는 B 차량의 전방의 넓은 면적이 A차량의 전면 넓은 부분과 접촉을 하게 됨으로서 차량의 속도의 급감속이 일어나게 되며 횡방향의 감속보다는 종방향의 감속 작용이 크게 발생하게 된다. 상황 전개별로 나누어 보게되면 다음과 같다.

#### • 사고이전

충돌 이전에 가해 차량과의 접근인식이 중요한데 정면충돌의 경우 양 차량이 모두 정면을 보고 있으므로 영상 파라미터가 감지에 중요한 영향을 하며, 차량의 접근은

ECU 파라미터중 초음파센서와 radar센서역시 같은 역할을 한다. 그리고 사고를 이해를 돕기위해 조향상태, 차량 선회상태, 브레이크동작여부가 가치있게 이용된다.

#### • 충돌

차량의 충돌과 동시에 종방향으로 급감속하게 되므로 G-sensor의 반응이 중요하며 이와동시에 전방의 충격인 지 및 충격량정보가 유용하며 yaw rate sensor는 충돌시 차량의 뒤틀림정보를 알기위해 이용된다.

#### • 진행추이

종방향 감속에 의한 결과로 차량의 이후 어떤 감속력을 받게 되는지 알기 위해 G-sensor가 지속적으로 활용되며 조향상태정보, 횡방향 틀어짐이 추이관찰에 이용된다.

### 3.2 측면(편심)충돌

그림 4에서의 ②에서 충돌은 A차량의 측면을 B차량이 정면으로 부딪힌 측면충돌이다. 이 경우 B차량의 진행방향과 A차량의 진행방향이 상이하기 때문에 사고 인지도 중요하지만 사고 이후의 추이를 분석하는 부분이 중요하다. 측면충돌은 사고이후 피해차량이 회전력을 강하게 받는 것에 관해서는 편심(중심을 벗어나게 힘이 관통하는 충돌)이라는 의미도 포함된다.

#### • 사고이전

측면충돌 시 가해차량의 접근을 미리 알 수 있는 요소는 적으며 사고 감지에 이전에 차량의 제동상태 및 조향상태가 사고이후의 거동에 영향을 주며, 후방측면, 전방측면에서 다가오는 차량은 센서에서 인지 하게된다. 차량의 충돌전 선회 상태나 조향상태 역시 충돌이후의 상황을 구성하기 위한 요소이다.

#### • 충돌

측면충돌이 일어나면 충돌물이 피해차량의 무게중심을 기준해서 빗겨서 충돌 되었는지 관통했는지에 따라서 차량의 작용되는 회전력의 양이 결정되게 된다. 이 회전력을 이용하여 충돌 시 얼마만큼 뒤틀리는 힘이 작용하였는지 판단하게 되고 이것은 진행 추이에 정보를 제공하게 된다.

#### • 진행추이

차량의 충돌이후에 그 자리에서 멈춰버릴 수도 있으며 큰 움직임이 일어날 수도 있으므로 움직임에 관련된 정보를 횡방향 회전력(yaw rate)과 방위센서(compass) 그리고 제동상태를 조합하여 결정하게 된다.

### 3.3 추돌

그림 4에서의 ③에서 처럼 정지 혹은 주행중이던 차량을 후방에서 충돌한 것을 추돌이라고 한다. 이 사고 유형은 피해 차량에서 전방 영상정보를 통한 분석을 할 수 없으며 주로 차량이 충돌후 진행하던 방향과 동일한 방향으로 전개 되는 특징이 있다.

#### • 사고이전

추돌사고에서 사고이전 상황은 정면 추돌 사고와 비슷한 상황이다. 후방에서 접근하는 장애물을 인식하는 것이 중요하며 충돌 이전의 선회 상태(compass), 조향상태(wheel position)도 충돌시의 순간적 거동을 결정하는데 필요하다.

#### • 충돌

충돌상황에서 순간적으로 전방에 위치한 차량은 종방향으로 가속을 더욱 받게 되는데 대부분은 G-sensor를 통해 알 수 있고, 후방에 충돌을 인식하는 back impact 센서를 통해서 충돌 위치를 확인한다. 충돌시 사고이전

선회상태(compass)등은 차량의 뒤틀림을 야기할 수도 있는데 이는 횡방향가속도(yaw rate)와 차량 조향상태를 통해서 결정한다.

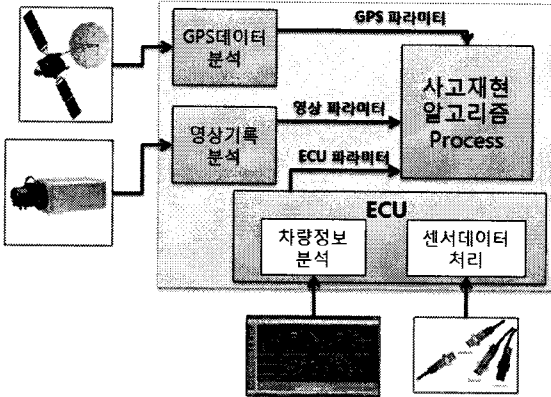
• 진행추이

충돌이후에 차량은 그대로 진행방향으로 밀려나기도 하며 충돌시 뒤틀림을 받았을 경우에 따라서 급격한 경로의 변화를 야기하기도 하므로 충돌순간의 뒤틀림 정보(yaw rate)와 충돌 후의 회전(compass)을 통해서 추이를 결정한다.

3장까지의 논의를 통해 파라미터의 특성을 분류하고 그 적용 방법에 대한 논의를 마무리 하고 4장에서는 블랙 박스의 모델링에 대한 설명한다.

4. 블랙박스 모델링

블랙박스는 크게 그림 5에서 처럼 GPS, 영상, 차량정보와 센서데이터를 이용한 ECU가 입력정보로 사용되게 된다. 입력정보를 통해서 의미 있는 파라미터로 만들기 위한 처리단이 각각 GPS 데이터 분석, 영상기록분석, ECU데이터 분석을 통해서 이루어진다.



[그림 5] 블랙박스 모델링

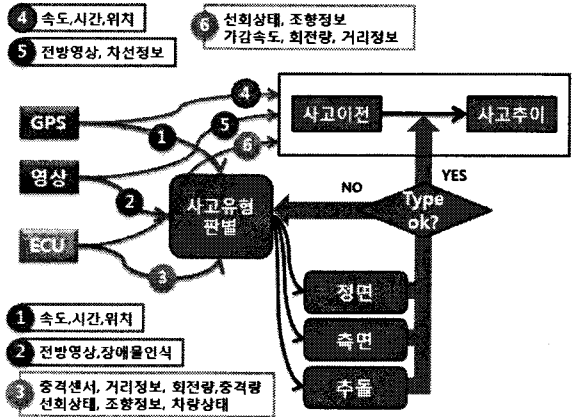
사용되는 시스템의 구성을 하드웨어 및 소프트웨어 스펙으로 소개하면 표4와 같다. 얻어진 파라미터를 통한 판단 과정은 그림 6의 사고재현 알고리즘에 제시되어 있다.

[표 4] 시스템 구성.

항 목	구성요소	
	H / W	S / W
영상	· 전방 카메라 · 영상기록장치(VDR)	· 차량인식 · 차선인식 · 장애물판별
ECU	· 차량정보 (CAN통신) · 센서데이터수집(DSP)	· 센서데이터분석 · 파라미터 가공
GPS	· GPS수신장치	· 위치, 속도, 시간 정보분석

입력된 세가지 큰 정보인 영상데이터, ECU데이터, GPS 데이터는 사고유형을 판별하기 위해서 각각 앞장에서 설명한 시점별 유용한 파라미터들이 사용된다. 이렇게 유형을 구분한 후에 각 유형별로 사고 이전과 사고추이를 알아내기 위해서 유형이 맞았는지를 검증한 후에 맞다면 사고재현을 위한 다음 단계로 넘어가고 충분한 유형 판

단이 되지 않을 경우 다시 재분석을 통해서 유형 판별 과정을 반복하게 된다. 유형 판별이 완료되면 사고 이전 상황과 추이를 알아보는데 유용한 파라미터를 사고재현에 사용하여 재현을 완료한다.



[그림 6] 사고재현 알고리즘 Process.

5. 결론 및 향후연구

본 논문에서 파라미터의 일반적인 분류로부터 영상블랙박스에 도입하기 위한 과정까지 파라미터를 사고유형, 적용시점의 시각으로 재분류하는 과정을 통해 블랙박스를 모델링에 사용하는 과정을 보였다.

최소한의 자원을 가지고 전 파라미터의 특징적인면을 이용하기 위해서 중복파라미터 배제와 오히려 판단을 모호하게 할 수 있는 파라미터를 제외시키는 과정을 거치면서 시스템 구성에 필요한 필수 파라미터 선정을 하였다.

향후 모델링한 블랙박스를 기반으로 시스템을 구성하여 파라미터 획득과정과 사고판별에 의한 사고재현 알고리즘을 구축하고 시뮬레이터를 설계 할 것이다.

참고문헌

[1] 도로교통안전관리공단, “지능형 교통사고 통보 및 분석 시스템 개발 연구”, 지능형교통체계 연구개발사업 보고서, 2003.  
 [2] 김삼용, “전방향 환경인식에 기반한 지능형 운전자 보조 시스템”, 전자공학회 논문지 제 43 권 TC 편 제 9 호, 2006. 9.  
 [3] 용부중, “전방차량충돌경고장치(FVOWS) 평가시스템”, Transactions of KSAE, Vol. 15, No. 3, pp.85-90, 2007.  
 [4] 성준용, “안전주행을 위한 비전기반의 차선변경보조시스템 개발”, 한국 컴퓨터정보학회 논문집 제11권 제5호, 2006. 11.  
 [5] 안수진, “자율주행차량을 위한 차선인식에 관한 연구”, 한국 정보기술학회논문지 제5권 제1호, pp. 136 ~ 142, 2007. 3.  
 [6] 황창수, “GPS를 이용한 조난자 위치정보 추적에 관한 연구”, 인천대학교 학위논문, 2004. 2.  
 [7] HK-e car, <http://www.hke-car.com/>  
 [8] 박문수, “교차로 교통사고 자동감지를 위한 사고음의 음향특성 분석”, 한국산학기술학회 논문집 제7권 제6호, 2006.  
 [9] 경찰청, “2007년판 교통사고 통계”, 2007.