

지능을 이용한 교통사고 분석

Analysis of Traffic Accident using Intelligence

홍유식^{*}, 박종원^{**}, 박종국^{***}

You-Sik Hong, J.W.Park, Chong-Kug Park

* 상지대학교 컴퓨터정보공학부, ** HK e CAR, *** 경희대학교 전자공학과

요약

미국, 일본 등 해외 선진국에서는 교통사고를 과학적으로 분석하기 위해서 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 교통사고가 발생하면 어느 차량이 가해차량 이고 피해 차량인지 판단하기가 매우 어려운 실정이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 교통사고 발생 전후 일정 시간 동안 진행차량의 주변 상황을 자동 녹화하고, 특히 충돌방향으로 카메라의 방향을 이동시켜서 충돌 시에 차체의 방향이 변경되더라도 그에 따라 카메라의 촬영 각도를 변경시켜 충돌전후의 상황을 정확하게 녹화할 수 있는 시스템을 제안하였다.

키워드 : 교통사고 자동녹화, 블랙박스, 교통사고 판별

1. 서론

본 논문에서는 룸미러 일체형 교통사고 자동녹화 시스템에 관한 것으로서, 특히, 충돌한 방향으로 카메라의 각도를 추적 및/또는 이동시켜 충격을 받은 차체의 방향이 변경되더라도 촬영되는 장면을 지속적으로 포착하여, 일정시간 동안 주변 상황을 정확하게 촬영하는 교통사고 자동녹화 시스템에 관한 것이다. 교통사고 발생시 목격자가 확보되지 않으면 사고 발생순간의 상황을 알 수 없기 때문에 사고원인에 대한 당사자간의 엇갈린 진술에 대해 정확한 판단을 할 수가 없어서 가해자와 피해자 사이의 분쟁이 종종 발생하였다. 이런 경우 경찰, 보험회사 등에서도 정확한 판단을 내리기에 큰 어려움을 겪고 있으며 이에 따라 소송 등 사회적 비용도 크게 증가하고 있다[1].

이를 위해 종래에는 전자식 운행기록계 등을 이용하여 자동차의 속도, 가속도 브레이크 작동여부, 핸들 방향 등을 디지털식으로 기록하는 기능에 의존하여 사고 시 상황을 판단하는 경우 등도 있었으나, 그 판독에 어려움이 있고, 명확하게 책임여부가 가려지지 않는 경우도 있어왔다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 상기와 같은 교통사고의 분쟁 방지를 위해 교통사고 발생 전후 일정 시간 동안 진행차량의 주변 상황을 자동 녹화하고, 특히 충돌방향으로 카메라의 방향을 이동시켜서 충돌 시에 차체의 방향이 변경되더라도 그에 따라 카메라의 촬영 각도를 변경시켜 충돌전후의 상황을 정확하게 녹화할 수 있는 시스템을 제공하는데 있다[2-3].

이와 유사한 초보적인 장치들은 이미 수십년 전 부

터 북미와 유럽 등지에서 개발이 이루어져 왔다. 미국에서는 1970년대 연방고속도로안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)에서 차량의 충돌 신호를 저장할 수 있는 장치를 개발했으며, 1974년에 1000여대의 차량에 장착하여 시범운행을 하였다[4-5].

1992년에는 유럽연방에서도 동일한 장치의 개발을 위하여 프로젝트를 진행하였으며 850대의 차량에 시범운행을 실시한 바 있다. 이 시범운영 결과 사고율은 평균 28% 감소하였으며 사고 비용은 48% 감소하였다고 보고 되었다. WHO는 2020년 상해나 사망의 3번째 주요 원인으로 차량사고를 예상하고 있으며, 미국의 경우 모든 수송사고의 90%는 차량에 의해 이루어진다. 2001년 한해 대략 600만 건의 사고가 있었고 그중 4만 명가량이 사망하고 300만 명 가량이 상해를 입었다. 평균적으로 매 4-5초 간격으로 차량사고가 발생하고 있다[7-10].

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 2장에서는 교통사고 자동 녹화시스템에 관해서 알아보고 3장에서는 자동녹화시스템 구조를 알아본다. 마지막으로 4장에서는 시뮬레이션 결과 및 결론을 서술한다.

2. 교통사고 자동녹화 시스템

교통사고 자동녹화시스템은 충돌한 방향으로 카메라의 각도를 추적 및/또는 이동시켜 충격을 받은 차체의 방향이 변경되더라도 촬영되는 장면을 지속적으로 포착하여, 일정시간 동안 주변 상황을 정확하게 촬영하는 교통사고 자동녹화 시스템에 관한 것이다. 교통사고 발생시 목격자가 확보되지 않으

면 사고 발생순간의 상황을 알 수 없기 때문에 사고원인에 대한 당사자간의 엇갈린 진술에 대해 정확한 판단을 할 수가 없어서 가해자와 피해자 사이의 분쟁이 종종 발생하였다. 이런 경우 경찰, 보험회사 등에서도 정확한 판단을 내리기에 큰 어려움을 겪고 있으며 이에 따라 소송 등 사회적 비용도 크게 증가하고 있다.

이를 위해 종래에는 전자식 운행기록계 등을 이용하여 자동차의 속도, 가속도 브레이크 작동여부, 핸들 방향 등을 디지털식으로 기록하는 기능에 의존하여 사고시 상황을 판단하는 경우 등도 있었으나, 그 판단에 어려움이 있고, 명확하게 책임여부가 가려지지 않는 경우도 있어왔다. 교통사고의 분쟁 방지를 위해 교통사고 발생 직후 일정 시간 동안 진행차량의 주변 상황을 자동 녹화하고, 특히 충돌방향으로 카메라의 방향을 이동시켜서 충돌시에 차체의 방향이 변경되더라도 그에 따라 카메라의 촬영각도를 변경시켜 충돌전후의 상황을 정확하게 녹화할 수 있는 시스템이 필요하다.



그림 1 일본 MITSUBISHI의 교통사고 자동녹화 장치

Fig. 1 Japan MITSUBISHI's traffic accident automatic recording device

2000년 A사는 건교부에서 공모한 지능형교통시스템(ITS) 연구개발 사업의 일환으로 교차로 내에서 차량 사고시 사고 전·후 총 10초간의 영상을 저장할 수 있는 개발하기 위한 연구를 수행하고 있다. 교통사고 판별은 영상과 음향분석을 동시에 수행하여 검지하는 방식이며, 영상분석의 기본 개념은 두 차량간의 상대거리와 방향벡터를 이용하여 충돌여부를 검지 하는 방식이고 음향분석은 교통사고 충돌음의 주파수 특성을 검지하는 방식임. 교통사고 발생 전·후 10초간 자료(200frame)를 돌발 상황관리센터에 PCS망을 통해 전송하는 방식으로 연구를 수행중이다. 교통사고 자동녹화장치를 2000년 2월 후쿠오카 현에 있는 Chidoribashi 교차로에 설치하고 약 1달 동안 현장조사를 실시한 결과 저장된 자료중에서 사고(incident)는 2건이었고, 발생한 음향자료 총수는 10,000건이었으며 이들을 90%정도의

정확도로 음향 발생원인을 분류하였다. 그림 2는 사고 판별을 위해 교통소음의 주파수 특성을 분석하며, 분류 문제 해결에 탁월한 성능을 발휘하는 Back-propagation Neural Network을 이용하여 교통사고 발생을 검지한다. 이 시스템의 장점은 사판별을 위해 음향분석을 실시하며, Back-propagation Neural Network을 사용하여 교통사고 판별 신뢰도 높였다. 특히, Back-propagation Neural Network의 학습 데이터를 설치지역에 맞추어 조절하여 동 시스템이 설치되고 있다.

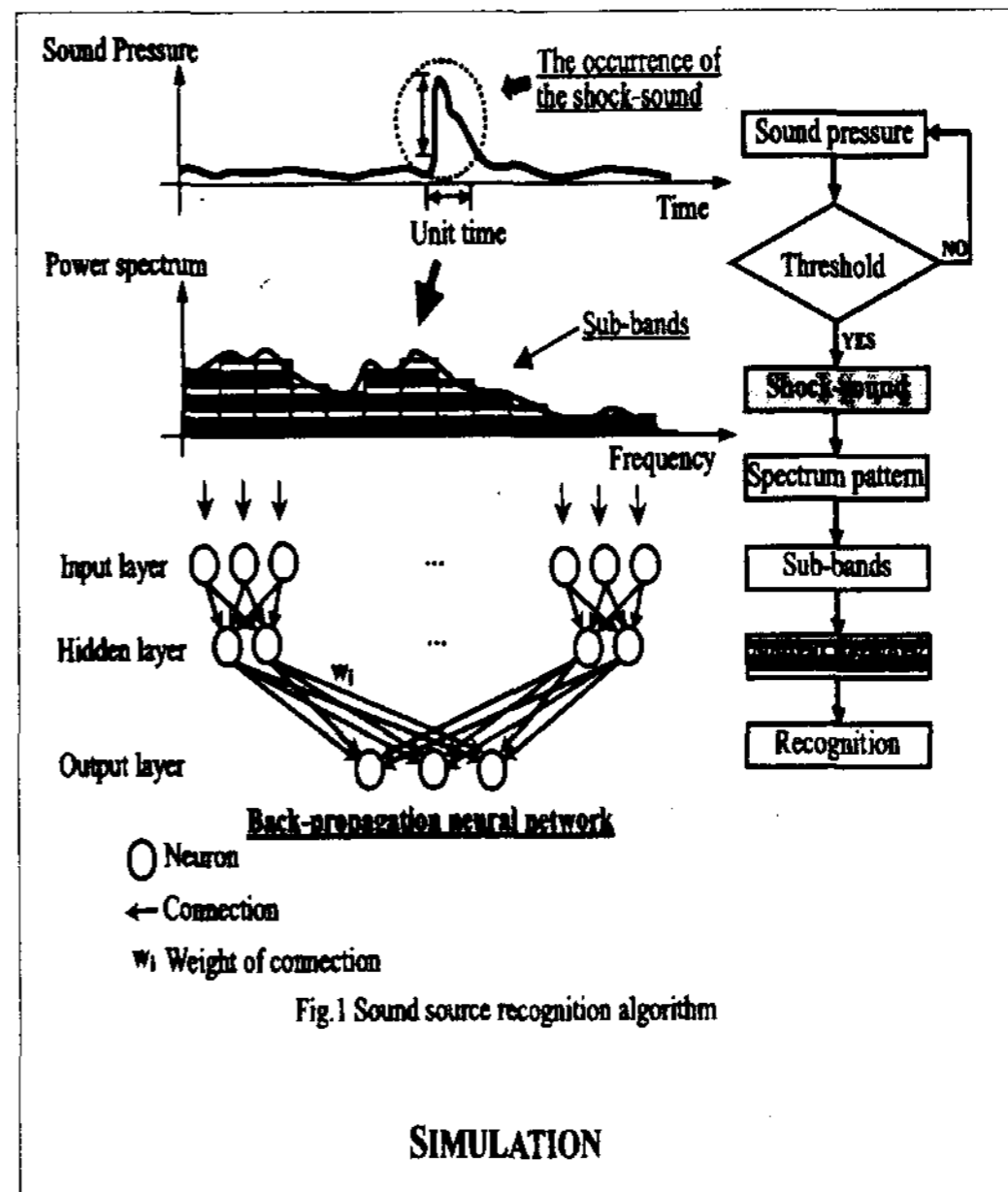


그림 2 신경망을 이용한 교통사고 판별 알고리즘

Fig. 2 Traffic accident distinction algorithm using neural network

이러한 시스템은 교통사고 발생 전 과정이 기록된 동영상을 비디오테이프에 기록하며, 동영상에는 사고당시의 교통신호등 상태 및 날자, 시간 등의 정보가 표시되며, 장점은 사고 상황 및 각종 정보를 비디오테이프에 기록하는 방식이며, 비디오테이프는 교통사고 검지영역의 교통사고의 전 과정을 정확하게 파악할 수 있을 정도의 화질을 가지고 있고, 사용 방법이 용이하다.

또한, 동영상에는 교통사고 발생시의 교통신호등 상태 및 날자, 시간 등의 정보가 정확히 기록되어 있어 교통사고 과정을 정확하게 분석할 수 있다. 단점은 영상 저장시간이 7.2초(표준의 경우)로 다소 짧아 교통사고 시점을 정확히 판단하지 못할 경우 교통사고 동영상 중 일부를 기록하지 못할 수 있다. 교통사고 판별은 영상과 음향분석을 동시에 수행하여 검지하는 방식이며, 영상분석의 기본 개념은 두 차량간의 상대거리와 방향벡터를 이용하여 충돌여부를 검지 하는 방식이고 음향분석은 교통사고 충돌음의 주파수 특성을 검지하는 방식임. 교통

사고발생 전·후 10초간 자료(200frame)를 돌발 상황관리센터에 PCS망을 통해 전송하는 방식으로 연구를 수행중이다. 미국은 교통사고를 자동 녹화하는 장치에 관한 개발이 이루어지고 있지는 않으나, 교통사고를 실시간으로 검지하기 위한 각종 연구가 진행되어 왔으며, 교통사고를 검지하는 방식은 음향을 이용하는 방식과 영상을 이용하는 방식이 있다. 그 중 Charles Harlow와 Yu Wang은 교통사고 음을 이용하여 교통사고 발생을 검지하는 연구를 하였으며, 이 연구 결과는 교통사고 발생을 돌발 상황 관리센터에 통보하고, 교통사고 발생시간 등의 정보를 저장하는 시스템 개발에 활용이 가능하다.

시스템은 Back-propagation Neural Network을 이용하여 교통사고 발생 충격음의 주파수 특성을 분석하는 것으로 실험 결과 99%의 신뢰도를 나타낸다. Charles Harlow와 Yu Wang은 교통사고 음을 이용하여 교통사고 발생을 검지하는 연구를 하였다. 알고리즘은 음향신호의 특성을 분류하고 선별하는 과정에는 다음과 같은 기본적인 4가지 단계로 구성된다.

- < 1단계 > 음향신호를 디지털 신호로 바꿈
- < 2단계 > MFCC(Mel Frequency Cepstral Coefficients)를 계산하여 스펙트럼 범위를 나타냄
- < 3단계 > 매우 작은 시간간격으로 계산
- < 4단계 > 역전파 신경망 알고리즘을 활용하여 이러한 특성(feature)을 각각의 프레임별로 사고여부를 분류하며, 그림 3은 이러한 인식과정을 나타낸다.

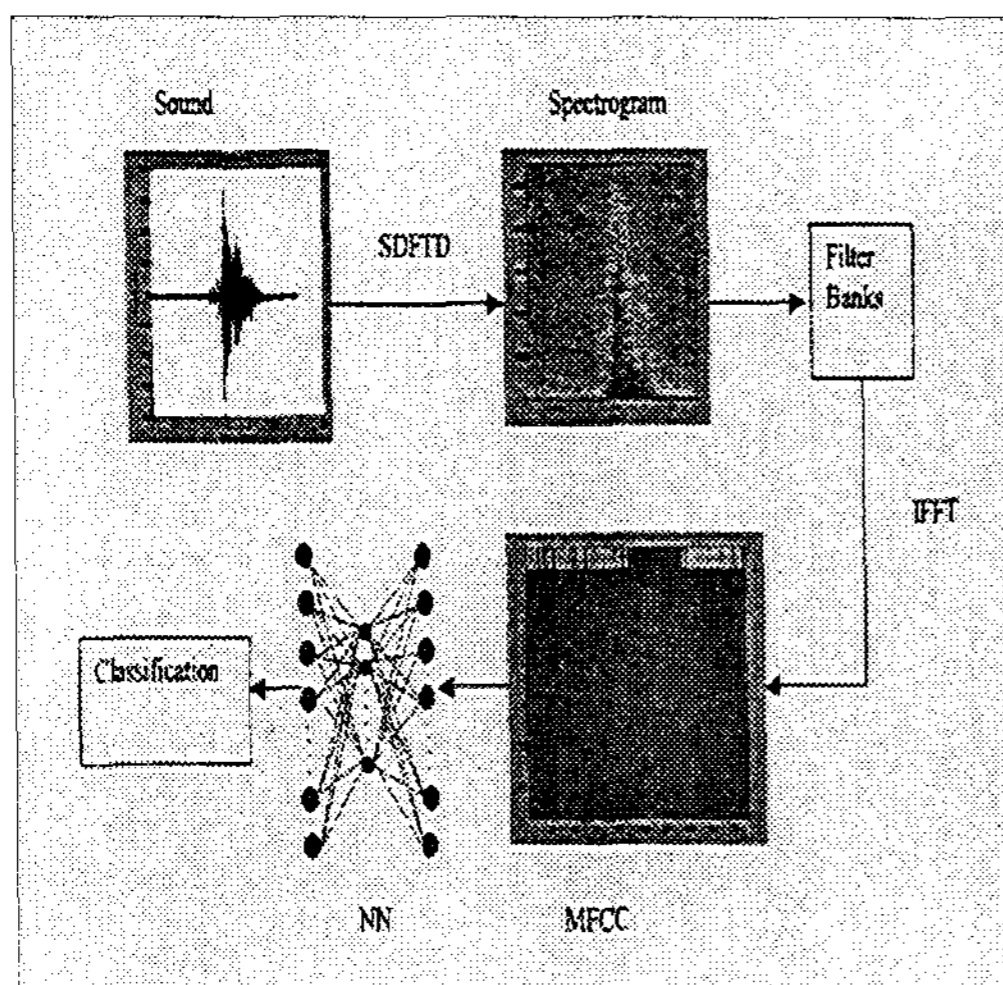


그림 3 음향신호를 이용한 충돌인식 과정
Fig. 3 Collision realization process using audible signal

3. 자동 녹화 시스템의 구성

자동 녹화 시스템은 자동차의 룸미러에 장착되어 차량의 전후방 및/또는 좌우의 상황을 자동으로 녹

화하여 저장하는 교통사고 자동녹화 시스템에 있어서, 착탈이 가능하여 차량의 외측에 별도로 부착가능하고 카메라의 촬영 각도를 상하좌우로 변경하는 것이 가능한 복수의 카메라를 구비한 촬영부; 차량에 장착되어 접근하는 물체 및 타 차량과의 거리를 검지하고, 다른 물체와 충돌시 충격을 감지하고 그 충격값을 연산하는 센서부; 상기 거리와 미리 정해진 임계값을 비교하는 판정부; 실시간으로 촬영된 데이터를 임시로 저장하였다가 소정시간 동안 충돌이 감지되지 않으면 임시 저장된 데이터를 삭제하는 버퍼부; 충돌이 감지되면 충돌후 미리정해진 소정시간 동안 실시간으로 데이터를 저장하는 데이터 저장부; 차량의 진행방향을 검지하는 자이로스코프 센서; 충돌이 감지되는 경우 자이로스코프 센서와 상기 센서부에 의해 검지된 값에 근거하여 충돌방향과 변경될 카메라의 촬영 각도를 연산하는 충돌연산부; 및 상기 판정부에 의해 판정된 거리가 임계값이내인 경우 물체가 접근한 방향의 카메라를 작동시키고, 임계값 이내의 거리에서 검지되는 물체의 움직임에 따라 실시간으로 반응하여 카메라의 촬영 각도를 변경하여 접근하는 물체에 카메라를 고정시키며, 충돌시 상기 충돌 연산부에 의해 연산된 값에 따라 상기 카메라의 방향을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 룸미러 일체형 교통사고 자동녹화 시스템을 제공한다.

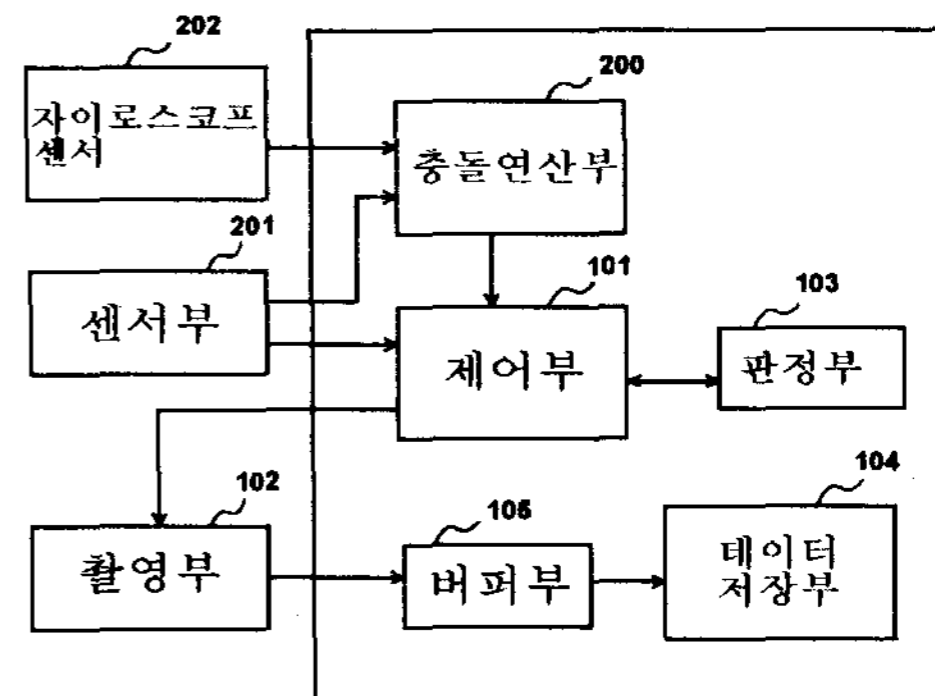


그림 4 자동녹화 시스템의 구조
Fig 4 Structure of automatic recording system

그림 4은 룸미러 일체형 교통사고 자동녹화시스템의 블록도이다. 판정부는 제어부를 통해 수신한 상기 센서부에 의해 검지된 거리와 미리 정해진 임계값을 비교하여 제어부로 전달하고, 제어부는 상기 판정부에 의한 판정 결과에 따라 촬영부를 작동시킨다. 상기 촬영된 데이터는 실시간으로 버퍼부에 임시 저장된다.

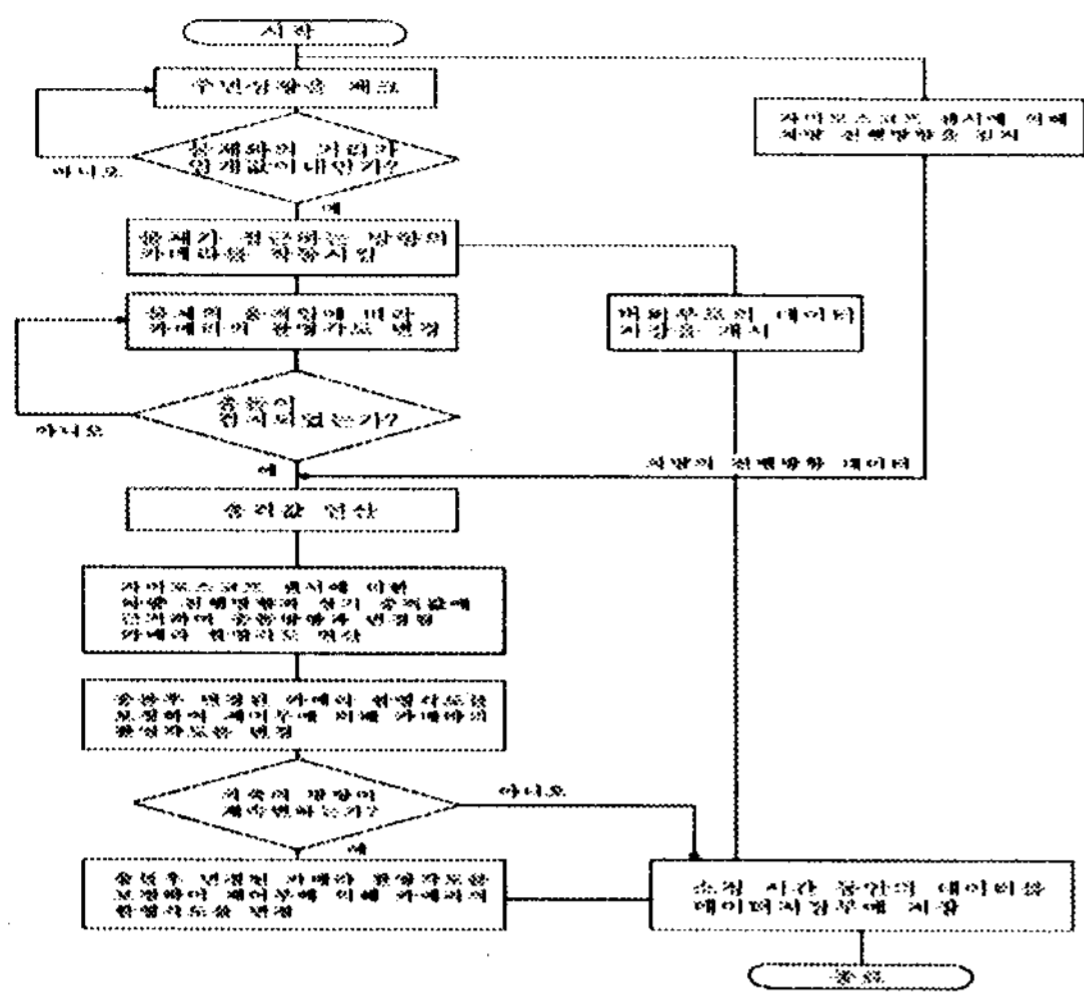


그림 5 자동녹화 시스템의 동작 흐름도
Fig 5. flowchart of automatic recording system

차량의 주행 중에 차량에 장착된 자이로스코프 센서에 의해 검지된 차체의 진행방향에 관한 데이터가 지속적으로 갱신되어 충돌 연산부로 보내지며, 상기 임계 값 이내로 접근한 타 차량이 본 차량에 충돌하는 경우, 상기 센서부가 충돌을 검지하고 충격값을 연산하여 충돌 연산부로 보내고, 자이로스코프 센서에 의해 검지된 값과 상기 센서부에 의해 검지된 값에 근거하여 충돌 연산부가 충돌후 변경된 차체의 각도를 자동으로 연산하고, 변경될 카메라의 촬영 각도를 산출하여 제어부로 보낸다. 그런 다음 제어부가 카메라를 제어하여 촬영 각도를 변경시키도록 지시하고 충돌후의 상황을 끊임 없이 촬영할 수 있도록 한다.

4. 시뮬레이션 결과 및 결론

일체형 교통사고 자동녹화 시스템에 의하면, 교통사고 발생시 운전자의 별도 조작 없이 자동으로 시스템이 작동되어 교통사고발생전후의 상황을 진행 방향의 전방 또는 전후좌우 4방상에서 촬영 및 녹화하여 제공함으로써, 정확하게 교통사고의 발생원인을 분석할 수 있다. 또한, 피해자가 사망한 교통사고의 경우에도 피해자를 위하여 교통사고 발생 상황을 증언해주는 역할을 할 수 있고, 녹화된 영상은 교통사고 가해자와 피해자와의 분쟁 발생시에, 영상을 녹화한 운전자의 자유판단에 의하여 자신에게 유리할 수 있도록 경찰 또는 법정에서 증거물로 제시할 수 있다. 본 논문에서 제시한 기술들은 자동차 사고 재구성 해석 및 자동 통보 과정에서 핵심 부분인 블랙박스 즉, EDR 시스템의 상용화 개발을 가능하게 할 것이다. 우선, 선진국에 비해 초보적인 수준에 머무르고 있는 사고 해석 업무를 과학적으로 지원해 주어 자동차 충돌 사고를 신뢰성 있

게 구성하는 데 직접 적용할 수 있을 것이다. 본 연구의 결과에 의하여 과학적인 교통사고 조사가 이루어지면 교통사고 원인 분석의 불신으로 인한 교통사고 당사자들의 언쟁을 막을 수 있으며 이로 인한 시간적, 경제적 손실을 최소화하여 국가 경쟁력 향상에 기여할 수 있다. 또한, 사고 자동 통보 및 유고관리 시스템 개발로 응급구호체계 시장 활성화가 가능하게 되고, ITS 사업의 핵심 부분인 교통 관련 정보제공의 정확도에 획기적으로 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 2007년도 건설교통부 연구과제: 건설교통 기술연구개발사업:(과제번호05-기반구축B02)로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1]M.Guz다, Z, Lozia, "Possible Errors During Accident Reconstruction Based on Car Black Box Records," SAE 2002-01-0549, 2002.
- [2]NHTSA EDR Working Group, Event Data Recorders-Final Report, NHTSA, US DOE, 2001.
- [3]NHTSA Vehicle Crash Mechanics, CRC Press, Boca Raton, Fl, 2002.
- [4]T.Nishimoto,"Vehicle Crash Analysis Based on Own Data Recording, " Int. J. Vehicle Design, Vol.32, No.1/2, pp.130-141,2003.
- [5] 조규석, 오승훈, 카시마사게루, "교통공학 ; 주차현상의 통계적 해석에 관한 연구", 대한토목학회논문집 D 집, 2000
- [6] 황영환,박진우,최환수, "자동차 번호판 자동인식에 관한 연구," 신호처리합동학술대회, Vol. 7, pp.433-437, No. 1, 1994.
- [7] 민준영, 최종욱, "특집 인식 시스템 : 영상 검지기 기술", 정보처리학회지, 1999.
- [8] 김동우, 송영준, 김영길, 안재형, "영상처리 : 영역 특징벡터를 이용한 내용기반 영상검색", 정보처리학회 논문지B, 2006 (View | Down / 6 pages)
- [9] 유승화, "특집 : RFID/USN ; RFID/USN 기술 현황 및 활성화 방안", 정보처리학회지, 2005
- [10] I. Han, B. Kim, "Determination of Pre-Impact Velocities and Collision Parameters in Automobile Accident Reconstruction," Proc. A of the KSME Spring Annual Meeting, pp. 254-259, 1999.
- [11] I. Han, S.-U. Park, "Inverse Analysis of Pre- and Post-Impact Dynamics for Vehicle Accident Reconstruction," Vehicle System Dynamics, Vol.36, No.6, pp.413-433, 2001.