

사회 안전망 구축을 위한 시간과 위치 정보 기반의 차량 블랙박스 영상물 수집 기법*

최재덕,^{1*} 채강석,² 정수환^{2*}
¹ETRI 부설연구소, ²송실대학교

Video Data Collection Scheme From Vehicle Black Box Using Time and Location Information for Public Safety*

Jaeduck Choi,^{1*} Kangsuk Chae,² Souhwan Jung^{2*}
¹The Attached Institute of ETRI, ²Soongsil University

요 약

본 논문에서는 사회 안전망 서비스 구축의 일환으로 블랙박스 영상물 수집 기법을 제안한다. 기존 사회 감시 시스템으로 사용되는 고정형 CCTV와 차량 블랙박스 영상물 수집 시스템은 녹화되는 모든 영상물들을 중앙 센터에 전송하기 때문에 개인 프라이버시 침해, 네트워크 트래픽량 및 서버의 저장 용량 부담 문제점이 있다. 제안 기법은 주행 및 주차 중 상시 녹화 기능이 있는 블랙박스에서 촬영된 영상을 각종 범죄 수사 및 예방에 활용할 수 있도록 사건·사고 발생 시간 및 GPS 위치 정보에 해당하는 영상물만을 선택 수집한다. 제안기법은 사건·사고 관련 영상물들만 수집하기 때문에 개인 프라이버시 침해 문제, 네트워크 트래픽 과다 발생 및 영상물 저장 용량 부담 문제를 완화한다. 또한 블랙박스 영상물 전송 서비스 구현 및 실험을 통해 제안 서비스가 실현 가능함을 보여준다. 향후 제안 서비스가 사회 안전 감시 시스템으로써 종합적인 도시 관제기능을 수행하면서 국민의 안전을 보장하고, 범죄와 사고를 예방하며, 범법행위를 사전에 단속하여 공공시설물과 국민의 재산을 보호할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

This paper proposes a scheme to collect video data of the vehicle black box in order to strengthen the public safety. The existing schemes, such as surveillance system with the fixed CCTV and car black box, have privacy issues, network traffic overhead and the storage space problems because all video data are sent to the central server. In this paper, the central server only collects the video data related to the accident or the criminal offense using the GPS information and time in order to investigation of the accident or the criminal offense. The proposed scheme addresses the privacy issues and reduces network traffic overhead and the storage space of the central server since the central server collects the video data only related to the accident and the criminal offense. The implementation and experiment shows that our service is feasible. The proposed service can be used as a component of remote surveillance system to prevent the criminal offense and to investigate the criminal offense.

Keywords: Black Box, Time, Location, Video Surveillance, Public Safety

접수일(2011년 9월 29일), 수정일(1차: 2012년 2월 29일, 2차: 2012년 7월 3일), 게재확정일(2012년 7월 3일)

* 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음

(NIPA-2012-H0401-12-1004).

† 주저자, cjduck@ensec.re.kr

‡ 교신저자, souhwanj@ssu.ac.kr

I. 서 론

각 중 강력 범죄 및 테러 위협이 끊이지 않는 가운데 국가적으로 사회 안전망 시스템 구축의 일환으로 CCTV 설치를 확대하고 있다. CCTV는 방범용, 어린이보호용, 재난감시용, 교통단속용, 시설물관리용 등 다양한 용도로 활용되고 있으며, 사회 안전망 구축에 있어서 필수 요소로 자리 잡고 있다[1-3]. 최근에는 비디오 영상 감시 기술의 발달로 범죄자 행동패턴 인식 기능, 카메라 자동 추적기능, 전자지도 연계기능 등 CCTV 최첨단 기술을 접목해 범죄 및 사고현장을 과학적으로 감시한다[4]. 그러나 CCTV는 촬영되는 모든 영상물들이 중앙 센터에서 관리되고 있어 개인 프라이버시 침해 문제 및 중앙 센터의 영상물 저장 용량 부담이 있으며, 국가 단위의 CCTV 기반의 사회 안전망 구축을 위한 비용 부담 문제가 있다. 공용 차량에 CCTV를 설치한 모바일 CCTV도 대안으로 제시되고 있지만[5], 여전히 광범위한 지역을 감시하기에는 역부족이다.

최근 차량용 블랙박스가 주행 및 주차 중 상시 녹화 기능을 통해 주변 상황을 촬영하면서 새로운 모바일 CCTV로 각광받고 있다. 블랙박스 영상물은 차량 사고 원인 파악뿐만 아니라, 범죄 발생 지역에서 녹화된 영상물 수집을 통해 수사의 실마리를 해결할 수 있는 단서 확보용으로 폭넓게 활용될 수 있다. 따라서 블랙박스 영상물들을 사회 감시 영상 자료로 적극 활용할 필요가 있다. 그러나 현재 블랙박스 영상물은 운전자가 사건·사고 발생을 인지한 경우에만 일부 수사기관이나 방송국에 제공되어 활용되고 있으며, 그 이외의 영상물들은 블랙박스 메모리 용량 한계로 인해 특별한 활용 없이 기기에서 자동 삭제되고 있다. 무의미하게 삭제되는 블랙박스 영상물들을 사회 안전망 구축에 적극 활용할 필요가 있으며, 이를 위해서는 프라이버시 이슈 및 방대한 용량의 블랙박스 영상데이터 관리 방안이 필요하다.

본 논문에서는 차량용 블랙박스 영상물을 각 중 사건·사고에 활용하기 위한 효율적인 블랙박스 영상물 수집 기법을 제안한다. 기본 아이디어는 사건·사고 발생 시간 및 위치 정보를 사용하여 임의의 블랙박스 기기 또는 스마트폰에 저장되어 있는 영상물들을 수집하는 것이다. 중앙서버에서 시간과 GPS 위치 정보를 알려주면 각 블랙박스 기기에서 저장하고 있는 영상물 중 시간과 GPS 위치 정보에 해당하는 영상물만 선택하여 중앙 서버에 전송한다. 차량이 주행 중이거나 주

차 중인 곳에서 상시 주변 상황을 녹화하는 차량 블랙박스의 특성을 사회 안전을 위한 감시 시스템으로 활용하여 고정형 CCTV의 촬영 사각지대, 설치비용, 프라이버시 문제 등을 해결한다. 제안 기법은 블랙박스 영상물 수집 요청 방식에 따라 Passive 모드와 Active 모드로 구분되며, 블랙박스 영상물 수집에 있어서 모든 영상데이터를 수집하지 않고 사건·사고와 관련된 영상들만을 수집하기 때문에 개인 프라이버시 문제 및 방대한 용량의 영상데이터 관리 부담을 완화한다. 향후 제안 기법이 사회 안전 감시 시스템으로써 종합적인 도시 관제기능을 수행하면서 국민의 안전을 보장하고, 범죄와 사고를 예방하며, 범법행위를 사전에 단속하여 공공시설물과 국민의 재산을 보호할 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서 블랙박스 관련 기술 및 문제점에 대해서 고찰하고, III 장에서 사회 안전망 서비스 구축을 위한 시간 및 위치 정보 기반의 블랙박스 영상물 수집 기법에 대해서 제안하고, IV 장에서 제안 기술의 구현 및 실험에 대해서 살펴보고, V 장에서 제안 기법의 보안, 사회 안전, 비용 측면의 대해서 살펴보고, 마지막으로 VI장에서 결론을 맺는다.

II. 관련기술 및 문제점 고찰

2.1 차량용 영상 블랙박스 및 활용 사례

차량용 영상 블랙박스는 주행 중이거나 충돌 사고 발생 시 사고영상을 촬영 및 저장하는 제품으로 저장된 영상을 통해 사고의 원인이나 책임 소재를 확인하기 위한 기기이다. [그림 1]은 차량용 영상 블랙박스 기기들과 블랙박스 PC 전용 뷰어를 통해 보는 녹화 장면의 한 예이다. 블랙박스에서 제공하는 녹화 기능에는 주행 및 주차 중 녹화 기능이 있으며, 각 기능은 상시 및 충격감지 녹화로 구분된다. 주행 중 상시 녹화 기능은 동작이나 충격이 감지되지 않아도 주행 중 모든 상황을 촬영하여 저장한다. 주행 중 충격감지 녹화 기능은 충격이 감지된 경우에만 충격이 발생한 전·후 일정 시간의 영상만 저장하는 기능이다. 최근에는 주행 중 상시 및 충격감지 기능이 결합되어 상시 녹화하면서 충격 감지 시 영상만을 별도 메모리 영역에 저장하는 기능들이 주로 적용되고 있다. 블랙박스는 주행 중뿐만 아니라 주차전원제어장치를 통해 주차 중에도 상시 및 동작감지 녹화 기능을 제공한다. 주행 및



(그림 1) 차량용 영상 블랙박스

주차 중 녹화 영상 기록은 메모리 용량을 넘어설 경우 최초 녹화 부분부터 삭제하며 계속하여 저장한다. 블랙박스 저장 영상의 화질은 제품 성능에 따라 다양하지만 대부분의 제품들이 200만화소 이상의 HD급 화질을 제공한다. 블랙박스 카메라의 시야각은 110° ~ 146°로 다양하며, 시야각이 클 경우 넓은 촬영 시야를 확보할 수 있어서 전방은 물론, 주변 지형 및 차량을 모두 녹화할 수 있다. 블랙박스는 전방만을 촬영하는 1채널 방식이 일반적이며, 후방 및 양 측면까지도 녹화하는 4채널 방식의 제품도 출시되고 있다. 또한 블랙박스 저장 영상은 GPS와 연동하여 시간과 위치 기록이 함께 기록되어, 영상 재생 시 영상에 대한 시간과 위치 정보도 함께 확인 가능하다.

최근 다양한 스마트폰 앱이 개발되면서 스마트폰 블랙박스 앱도 개발되어 활용되고 있다[6-7]. 차량용 영상 블랙박스 기기 대신에 스마트폰 블랙박스 거치대와 블랙박스 앱을 사용하여 500만화소 이상의 차량 주행 녹화 장면을 기록하고 있다. 또한 스마트폰에 기본 장착되어 있는 GPS와 연동하여 블랙박스 영상과 함께 시간 및 위치 정보도 저장한다.

블랙박스 영상물은 차량 사고뿐만 아니라 각종 사회 범죄 수사용, 재난 현장 상황에 대한 뉴스 보도용 등 영상 감시 시스템으로서 많은 분야에서 활용되고 있다. 차량 보험사 및 경찰서에서는 차량 사고 발생 후 사고 원인 및 책임 소재를 밝히기 위해 사용하고 있으며, 뺑소니 차량 수사, 주차 시 차량 훼손 및 도난 수사 등에도 활용하고 있다. 최근 일부 지자체에서는 운전 중 담배꽂초 무단투기 및 쓰레기 무단투기 단속 등에 블랙박스 영상을 활용하고 있으며, 방송국에서는 사건·사고 장면 및 재난 현상이 녹화된 블랙박스 영상을 뉴스 보도화면으로 활용하기도 한다. 이와 같이 블랙박스 영상물의 높은 활용도에 힘입어 차량 제조회사가 출고되는 차량에 대해 운행영상기록장치(차량 블랙

박스)를 의무적으로 장착하도록 하는 교통안전법개정이 최근 발의되기도 하였다. 개정안은 블랙박스의 무 장착을 법제화함으로써 교통사고 상황 파악과 각종 범죄 예방에 활용하도록 하되, 영상물에 대한 열람 등 사생활 침해 요인을 통제할 수 있는 개정안도 명시하고 있다.

2.2 문제점 고찰

차량 블랙박스 기기 또는 스마트폰 블랙박스 앱에서 녹화되는 영상물은 매우 방대하지만, 실제 영상물이 활용되는 경우는 차량 운전자 본인의 직접적인 사건·사고 또는 차량 운전자가 의식적으로 인지한 사건·사고와 관련된 경우에만 블랙박스 영상물이 온·오프라인으로 수사기관 및 방송국 등에 제공되고 있어 활용도가 낮다. 최근 블랙박스 사용자가 늘어나면서 전국적으로 블랙박스는 주요 도로 뿐만 아니라 주택가 골목 등에서도 모바일 CCTV 역할을 충분히 수행하고 있다. 이러한 점을 고려해 볼 때 차량 운전자와 직접적으로 관련 있는 영상자료들뿐만 아니라 운전자가 인지하지 못한 사건·사고 관련 블랙박스 영상자료들도 수집하여 활용도를 극대화 할 필요가 있다. 다음은 운전자가 사건·사고를 직·간접적으로 인지하지 못하였더라도 다양한 시나리오에서 블랙박스 영상물을 활용할 수 있는 사례들이다.

- 활용 사례 1 : 주택가 A지역에서 강력 범죄가 새벽 2시경에 발생하였다고 가정할 때, A 주택가 골목길에 주차되어 있는 차량 블랙박스들로부터 새벽 2시 전후의 영상들을 수집하여 분석하면 용의자의 신원을 파악할 수 있는 단서를 포착할 수 있다. 이 과정에서 A 주택가 주변에 주차되어 있는 차량 운전자들은 새벽 2시경에

강력 범죄가 발생했는지 여부를 인지하지 못하였음에도 불구하고, 블랙박스에 녹화된 영상물들은 범죄 수사에 중요한 수사 자료로 활용될 수 있다.

- 활용 사례 2 : 직장인 B씨가 퇴근 이후에 실종되는 사건이 발생하였다고 가정할 때, B씨 직장 주변 지역 퇴근 시간대에 녹화된 블랙박스 영상물들을 수집하여 분석하면 B씨가 택시에 승차하는 모습 등의 정황을 확보하여 수사에 활용할 수 있다. 활용 사례 1과 같이, B씨의 택시 승차 장면이 녹화된 블랙박스의 차량 운전자는 B씨 실종 사건에 대해 전혀 인지하지 못한 상황이다.
- 활용 사례 3 : 사고차량 가해자 C씨가 신호위반 사실을 감추기 위하여 블랙박스 기기를 파손 및 분실시켰다고 가정할 때, 사고 당시 주변 차량들에서 녹화된 블랙박스 영상으로 가해자 C씨의 신호위반 사실을 밝혀낼 수 있다. 당시 주변 차량 운전자들은 C씨의 블랙박스 기기 파손 및 분실 사실을 인지하지 못하였음에도 불구하고, 블랙박스 영상물들은 사고 차량의 책임 소재를 밝히는데 중요한 단서로 사용될 수 있다.
- 활용 사례 4 : 서울의 한 아파트 10층에서 화재 사고가 발생하였다고 가정할 때, 아파트 주차장에 주차되어 있던 차량들 또는 아파트 정문을 지나가던 차량들 블랙박스로부터 영상물들을 수집하여 분석하면 D씨가 석유통을 들고 걸어가는 모습 등을 확보하여 수사에 활용할 수 있다. 앞선 사례와 마찬가지로, 블랙박스 영상물을 제공한 차량 운전자들은 블랙박스 영상자료가 방화 사건 단서에 활용될 것으로 전혀 예측하지 못한 상황이다.

이와 같이 블랙박스 영상물의 활용도는 높을 것으로 기대되지만, 실제 구축을 위해서는 방대한 블랙박스 영상데이터 관리 부담과 개인 프라이버시 문제가 해결되어야 한다. 블랙박스 영상물들을 온라인으로 중앙 서버에 제공하는 기존 기술들도 있지만[8], 이러한 기술들은 블랙박스에서 촬영된 모든 영상물들을 실시간 또는 비실시간으로 중앙 서버에 제공하는 방식들이어서 영상 전송 시 네트워크 트래픽 부하 발생, 중앙 서버의 영상물 저장 용량 부담, 개인 프라이버시 침해 등의 문제점들을 안고 있다. Li 등이 제안한 기법에서는 도심 지역에서 유사한 영상을 촬영하는 주변 차량들 간에 정보를 교환하여 중복된 영상자료를 삭제함

으로써 블랙박스 영상물 저장 용량과 전송되는 네트워크 트래픽 부담을 개선하였지만[9], 여전히 수집된 영상물로부터 사건·사고 관련 영상들을 선별하는 방법과 모든 영상물 수집에 따른 개인 프라이버시 문제는 고려하고 있지 않다. Liu 등은 영상 감시 데이터의 네트워크 전송 부담을 개선하기 위해 영상 압축 기술을 제안하였지만[10], 마찬가지로 사건·사고와의 관련성 여부 및 모든 영상물 수집에 따른 개인 프라이버시 침해에 대해서는 고려하고 있지 않다.

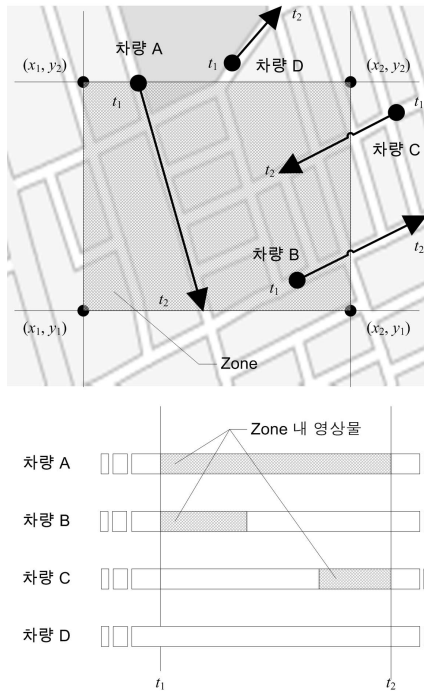
또한 블랙박스 영상물의 활용성을 높이기 위해서는 블랙박스 영상물의 무결성 보장 방안도 제시되어야 한다[16]. 블랙박스 영상물을 임의 훼손 및 변경하는 경우 법원과 경찰서에서 정식 증거자료로 인정받을 수 없으며, 사건·사고 수사에 혼선을 야기할 수 있다. 차량용 블랙박스 시스템을 위한 실시간 무결성 보장기법이 제시되었지만[15], 블랙박스 영상물 자체를 고의로 삭제할 경우 사건·사고 진실 규명에 활용할 수 있는 방법이 없다.

따라서, 사회안전망 구축의 일환으로 수많은 블랙박스로부터 녹화되는 방대한 양의 영상물들을 각 종 사건·사고의 유용한 자료로 활용할 필요가 있으며, 이 경우 효율적인 영상데이터 관리 문제, 개인 프라이버시 문제, 영상데이터 훼손 문제를 최소화할 수 있는 기법 연구가 필요하다.

III. 사회 안전망 서비스를 위한 블랙박스 영상물 수집 기법

3.1 기본 원리

제안하는 사회 안전망 서비스의 블랙박스 영상물 수집 기법 원리는 중앙 서버에서 시간과 GPS 위치 정보를 알려주면 각 차량의 블랙박스 기기 또는 블랙박스 앱을 실행하는 스마트폰에서 저장하고 있는 블랙박스 영상물 중 요청된 시간과 GPS 위치 정보에 해당하는 영상물이 존재할 경우에만 선택 전송하는 방식이다. 중앙 서버는 [그림 3]과 같이 2개의 시간 정보 $\{t_1, t_2\}$ 와 4개의 위치 정보 $\{x_1, x_2, y_1, y_2\}$ 를 차량 블랙박스 기기 및 스마트폰 블랙박스 앱에 전송하면 필요한 영상물을 효과적으로 수집할 수 있다. 클라이언트에서는 저장된 영상물의 시간 t_c 가 조건 $(t_1 \leq t_c \leq t_2)$ 을 만족하는지 확인하고, 만약 해당 영상물이 존재한다면 해당 영상물의 위치정보가 수신한 $\{x_1, x_2\}$ 좌표와 $\{y_1, y_2\}$ 좌표 범위 내의 영상물일 경우 중앙 서

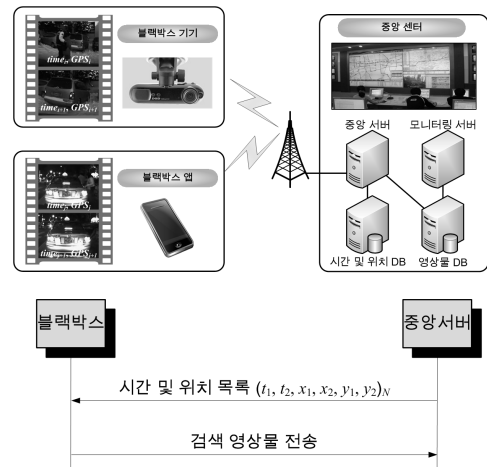


(그림 2) 시간 및 위치 정보를 이용한 영상물 수집 기법의 기본 원리

버에 전송한다.

예를 들면, [그림 2]에서 차량 A는 t_1 시점에 Zone에 진입하여 t_2 시점에 Zone을 벗어나는 경우로 t_1 에서 t_2 사이에 녹화된 모든 영상물을 중앙 서버에 전송한다. 차량 B는 t_1 시점에 Zone에서 이미 운행하고 있는 상태였으며 t_2 시점 이전에 Zone을 벗어나는 경우이다. 차량 C는 t_1 시점 이후에 Zone에 진입하였으며 t_2 시점 이후에도 계속해서 Zone에서 운행하고 있는 차량이다. 차량 B와 C의 경우에는 $t_1 \sim t_2$ 사이의 일부 영상물만 중앙 서버로 전송한다. 차량 D는 t_1 과 t_2 사이에 Zone에서 운행하고 있지 않은 경우로 중앙 서버에 영상물을 전송하지 않는다.

[그림 3]은 블랙박스 영상물 수집 기법의 시스템 구성 및 절차 개요를 보여준다. 먼저, 차량 영상 블랙박스 기기 또는 블랙박스 앱을 실행하는 스마트폰과 같은 클라이언트들은 차량 내에서 상시 블랙박스 영상물을 녹화하여 저장한다. 녹화되는 영상물들은 현재 시간 및 GPS 정보가 함께 기록된다. 또한 클라이언트들은 중앙 서버로부터 수신한 시간 및 위치 정보에 해당하는 영상물들을 검색하여 중앙 서버에 전송하는 역할을 수행한다. 중앙 센터에는 중앙 서버, 시간 및

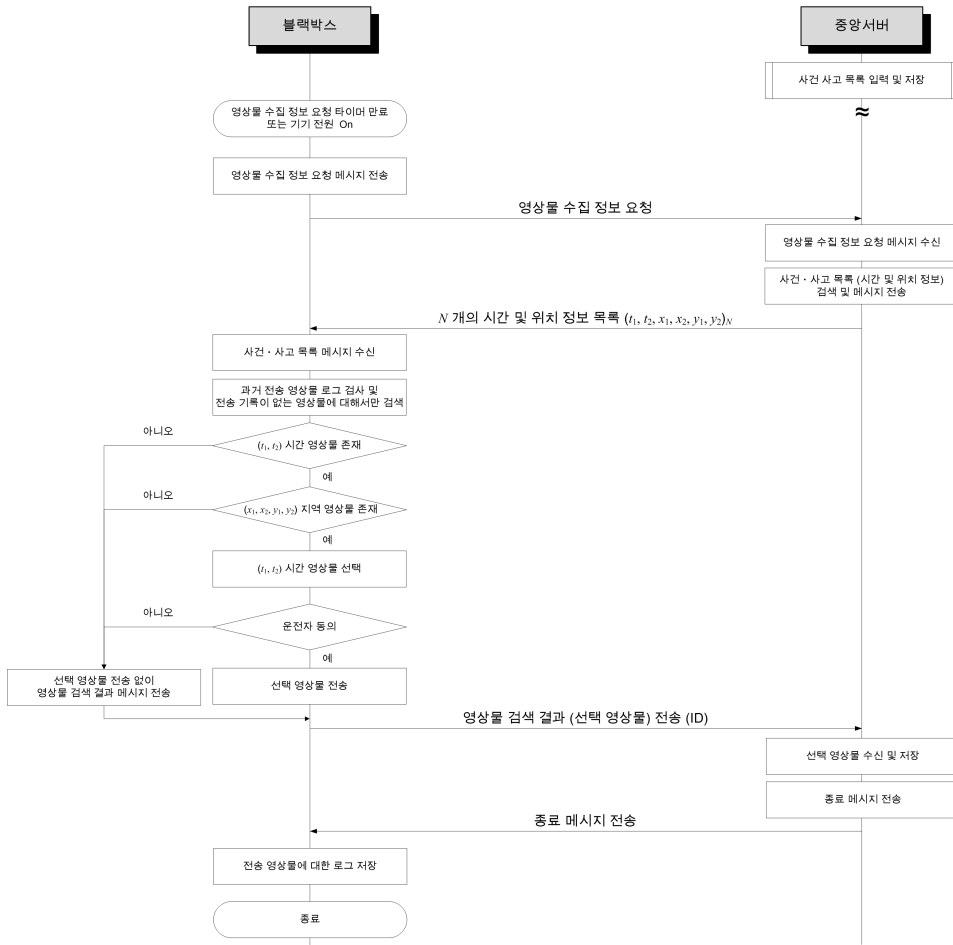


(그림 3) 사회 안전망 서비스를 위한 시스템 구성 및 절차 개요

위치 정보 DB, 영상물 저장 DB, 모니터링 서버로 구성된다. 중앙 서버는 블랙박스 클라이언트들과 무선 네트워크를 통해 통신하며, 시간 및 위치 정보 DB로부터 사건·사고 목록 $\{t_1, t_2, x_1, x_2, y_1, y_2\}_N$ 을 클라이언트에게 전송한다. 또한 중앙 서버는 클라이언트들로부터 수신한 영상물을 영상물 DB에 저장한다. 모니터링 서버는 중앙 센터에서 영상물 분석을 위한 모니터링 시스템이다. 제안하는 사회 안전망 서비스의 블랙박스 영상물 수집 기법은 Passive 모드와 Active 모드로 구성된다. Passive 모드는 클라이언트에서 주기적인 영상물 요청 메시지를 중앙 서버에 전송하면, 중앙 서버가 클라이언트에게 시간 및 위치 정보 목록을 제공하여 필요 영상물을 수집하는 모드이다. Active 모드는 중앙 서버에서 클라이언트들에게 시간 및 위치 정보 목록을 특정 지역에 브로드캐스트하면, 클라이언트들이 해당 영상물을 검색하여 중앙 서버에 제공하는 모드이다.

3.2 Passive 모드의 영상물 수집 방법

[그림 4]는 Passive 모드의 영상물 수집 기법 흐름도이다. 먼저, 중앙 센터에서는 사전에 접수 받은 사건·사고들의 필요 영상물들을 수집하기 위해 사건·사고 시간 및 GPS 위치 정보들을 DB에 입력 및 저장하였음을 가정한다. 블랙박스 클라이언트는 사전에 설정된 영상물 수집 정보 요청 타이머의 만료 또는 기기들의 전원이 켜질 때 중앙 서버에 접속하여 시간과 위치 정보로 구성된 사건·사고 목록을 요청한다.



[그림 4] Passive 모드의 사건·사고 영상물 수집 방법

중앙 서버에서 클라이언트로부터 사건·사고 목록 요청 메시지를 수신하면, 시간 및 위치 정보로 구성된 N 개의 사건·사고 목록을 클라이언트에게 전송한다. 클라이언트에서는 영상물 전송 로그 기록을 통해 수신한 N 개의 사건·사고 목록 중 이전에 이미 전송한 M ($0 \leq M \leq N$) 개의 목록을 제외한 $\{t_1, t_2, x_1, x_2, y_1, y_2\}_{N-M}$ 개를 대상으로 시간과 위치 정보 범위 내에 존재하는 영상물들이 있는지 검색한다. 먼저, $\{t_1, t_2\}_{N-M}$ 개의 시간 정보들에 해당하는 영상물들을 검색하고, $\{t_1, t_2\}_{N-M}$ 개의 시간 범위 내에 존재하는 L ($0 \leq L \leq N-M$) 개의 시간 목록 중에서 $\{x_1, x_2, y_1, y_2\}_L$ 개의 위치 정보들에 해당하는 영상물들을 다시 검색한다. 최종적으로 N 개의 목록 중 시간과 위치 정보 범위에 존재하는 K ($0 \leq K \leq L$) 개의 영상물들을 운전자의 동의를 얻어 중앙 서버에 전송한다. 운전자

의 동의는 블랙박스 기기의 경우 네비게이션 시스템과 연동되며, 네비게이션 디스플레이 화면을 통해 이루어지는 것으로 가정한다. 운전자 동의는 운전자로 하여금 영상물 제공 사실을 인지하고, 영상물 제공에 따른 운전자의 프라이버시 침해 문제를 최소화하기 위한 과정이다. 마지막으로, 클라이언트는 전송한 K 개의 영상물들에 대한 로그 기록을 저장하고 블랙박스 영상물 전송 과정을 종료한다. 중앙 서버에서는 수신한 영상물들을 영상물 DB에 저장하고 모니터링 서버를 통해 사건·사고에 유용한 자료로 활용한다.

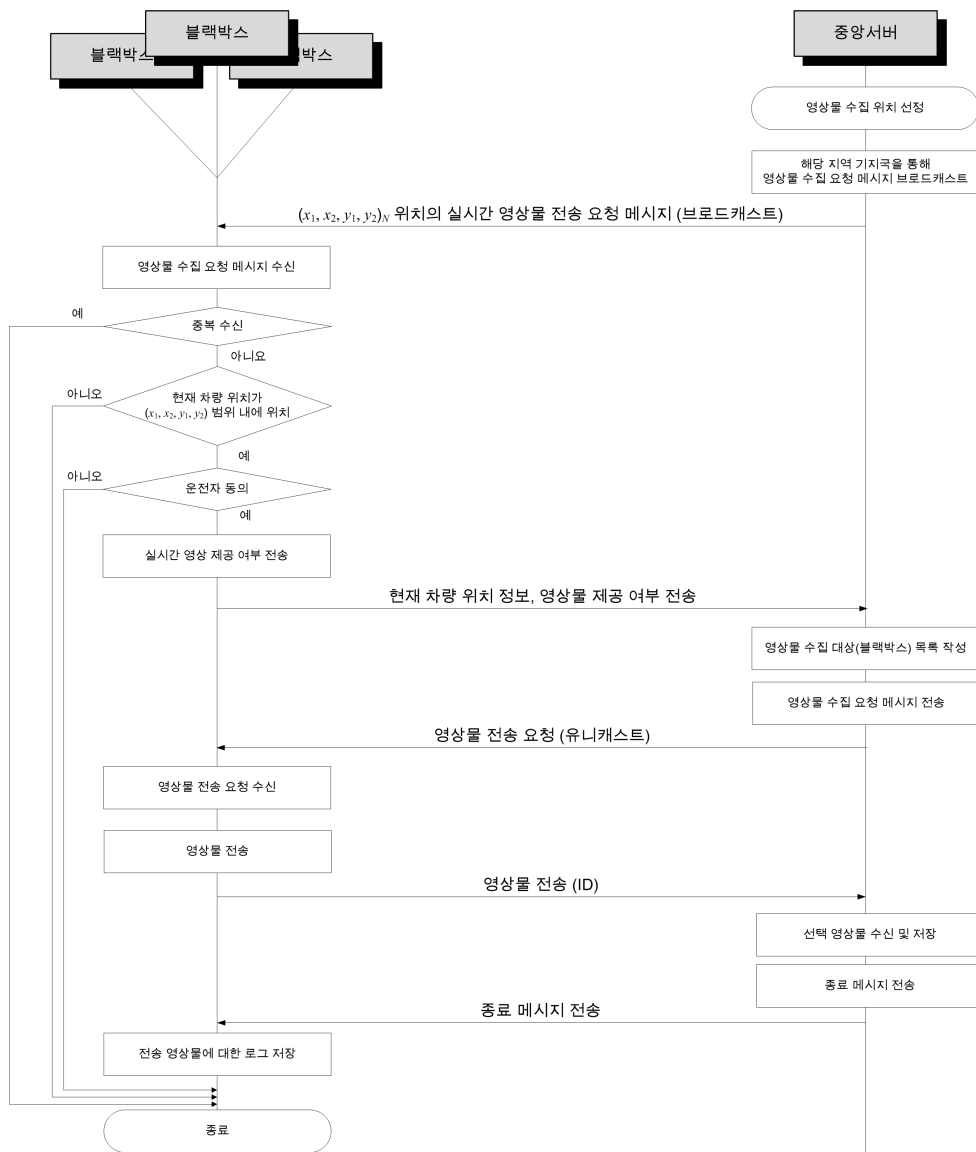
블랙박스 영상물 수집 과정에서 프라이버시 보호를 위하여 영상물을 제공하는 운전자 및 차량에 대한 식별정보 ID를 기본적으로 포함하지는 않지만, 사건·사고 해결에 중요한 단서가 되는 영상물 제공에 따른 보상 등을 위하여 운전자 및 차량에 대한 식별정보를 포

함할 수 있다. 또한, 운전자의 동의를 얻지 못해 전송되지 않은 영상물들 중에 사건·사고 해결에 중요한 단서가 될 수 있는 영상물들이 있을 수 있으므로, 클라이언트에서는 중앙 서버에서 전송한 시간 및 위치 정보에 해당하는 영상물이 저장되어 있으나 운전자의 동의를 얻지 못한 경우 운전자 및 차량의 식별 정보를 중앙 서버에 전송한다. 이렇게 수신한 운전자 및 차량 식별 정보는 추후 다른 클라이언트들로부터 수집된 블랙박스 영상물들에서 유용한 단서를 얻지 못하였을 경

우, 중앙 센터에서 운전자의 동의를 얻지 못한 클라이언트를 대상으로 별도 오프라인 방법을 통해 영상물을 수집 하는데 사용된다.

3.3 Active 모드의 영상물 수집 방법

Active 모드에서는 중앙 서버에서 긴급을 요하는 사건·사고와 관련된 영상물들을 수집하기 위하여, 특정 지역에 위치한 무선 통신 기지국을 통해 기지국 영역에



(그림 5) Active 모드의 실시간 영상물 수집 방법

위치한 블랙박스 기기 및 스마트폰에 사건·사고 목록을 브로드캐스트하여 필요한 영상물을 수집한다. 먼저, 중앙 서버에서는 영상물 수집을 목적으로 하는 사건·사고 목록을 선정하고, 해당 지역의 기지국을 선정하여 사건·사고 목록을 브로드캐스트한다. 해당 지역 기지국을 통해 브로드캐스트 메시지를 수신한 클라이언트들은 수신한 사건·사고 목록에 해당하는 영상물을 검색하여 중앙 서버에 전송한다. 클라이언트에서 영상물 검색 및 전송 등의 과정은 Passive 모드와 동일하다.

[그림 5]는 Active 모드의 영상물 수집 기법 중 특정 지역에서 실시간 영상을 수집하는 흐름도이다. 실시간 블랙박스 영상물 수집은 산사태 및 홍수 피해 현장의 실시간 모니터링, 시내 및 주요 도로의 실시간 교통량 모니터링 등을 위해 기지국 지역을 중심으로 블랙박스 영상물을 수집하는 경우이다. 이러한 경우, 중앙 서버로부터 브로드캐스트 메시지를 수신한 기지국 내 모든 차량들이 동시에 영상물을 중앙 서버로 전송하는 현상 때문에 무선 네트워크 트래픽 폭주가 발생한다. 특히 해당 지역의 교통정체 등으로 자동차 밀도가 높은 경우 영상물 전송에 따른 트래픽이 기하급수적으로 증가할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 중앙 서버에서 클라이언트들에게 영상물 제공 가능 여부를 먼저 파악하고, 이후에 클라이언트와 1:1 통신으로 영상물을 수집한다. 먼저, 중앙 서버에서 실시간 영상물 요청을 위한 지역을 선정하면, 해당 지역에 위치한 무선 통신 기지국을 통해 기지국 영역에 위치한 블랙박스 기기 및 스마트폰에 $\{x_1, x_2, y_1, y_2\}_N$ 위치의 실시간 영상물 전송 요청 메시지를 브로드캐스트한다. 실시간 영상물 전송 요청 메시지 브로드캐스트는 해당 기지국 통신 반경을 벗어나는 차량들과 새로 진입하는 차량들을 고려하여 주기적으로 전송한다. 해당 지역 기지국을 통해 브로드캐스트 메시지를 수신한 클라이언트들은 현재 차량 위치 정보, 영상물 제공 여부를 운전자의 동의를 얻어 중앙 서버에 전송한다. 중앙 서버가 영상물 제공 가능한 클라이언트들을 대상으로 1:1 통신을 통해 영상물 전송 요청 메시지를 보내면, 클라이언트는 실시간으로 해당 지역 실시간 영상자료를 중앙 서버로 전송한다.

IV. 실험

4.1 구현 환경

본 장에서는 제안 기법의 실현 가능성을 검증하기



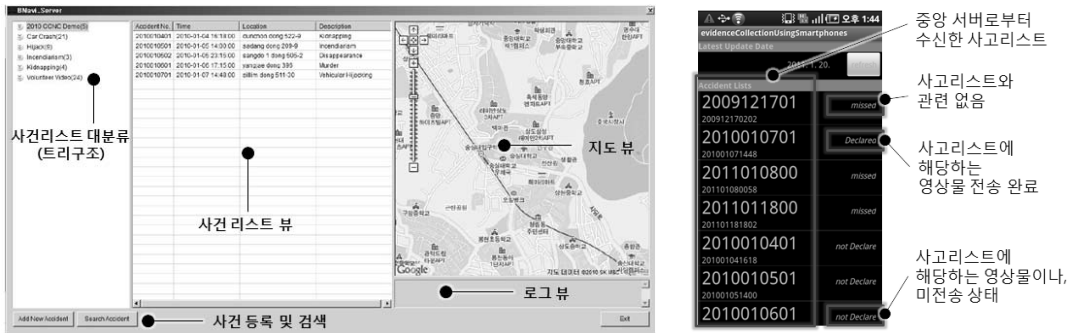
(그림 6) 차량용 블랙박스 영상물 수집 시스템 구축 환경

위해 구현 및 실험한 차량용 블랙박스 영상물 수집 시스템에 대해서 설명한다. 제안 기법에서는 차량용 블랙박스와 중앙 서버 간에 무선 통신이 가능해야 한다. 이를 해결하기 위해 본 실험에서는 무선 통신이 가능한 특수 메모리 카드를 차량용 블랙박스에 장착시켜 스마트폰과 Wi-Fi 통신이 가능하도록 하였다. 또한 스마트폰은 3G 및 Wi-Fi로 중앙 서버 시스템과 무선 통신이 가능하도록 하였다. [그림 6]은 구현 시스템의 구성 환경을 나타낸다.

차량용 블랙박스 영상물 수집 시스템의 구성요소로는 차량용 블랙박스, Wi-Fi 송수신 가능한 메모리 카드, 스마트폰, 중앙 서버가 있다. 차량용 블랙박스는 비전드라이브의 VD3000 제품을 사용하였고, 블랙박스에 삽입되는 메모리 카드는 Wi-Fi 기능의 동작이 가능한 Eye-Fi 메모리 카드를 사용하였다. 차량용 블랙박스와 중앙 서버의 통신채널 형성 및 영상물의 검색과 선택적 전송 기능을 위해서 스마트폰을 활용하였으며, 안드로이드 기반의 스마트폰인 HTC 디자이너 (Desire)에서 동작하는 애플리케이션으로 구현하였다. 중앙 서버는 윈도우 XP 기반의 데스크탑 PC 환경에서 동작하는 애플리케이션과 사건리스트 및 수집 영상 데이터베이스를 포함하고 있다.

4.2 중앙 서버 및 클라이언트 구현

중앙서버에서 동작하는 애플리케이션은 사건 목록 및 수집영상의 확인, 클라이언트 접속 로그 확인이 가능하도록 구성하였다. 중앙 서버 및 클라이언트 애플리케이션 GUI 화면은 [그림 7]과 같다. 중앙 서버에 영상 수집을 원하는 사건의 위치정보 및 시간정보를 등록하면 클라이언트가 서버에 접속하였을 때 등록된 사건 리스트를 클라이언트에게 전송한다. 중앙 서버 애플리케이션은 클라이언트로부터 수신한 관련 영상을 각 사건 리스트와 연결하여 데이터베이스로 관리하



(그림 7) 중앙 서버 및 클라이언트 GUI 화면

며 사건 리스트 및 영상물의 수정 및 삭제 기능을 구비하고 있다.

클라이언트 역할을 수행하는 스마트폰은 차량용 블랙박스에 저장된 영상을 수신하여 저장 및 관리할 수 있고, 중앙 서버와의 통신을 통해 사건 리스트의 수신과 사건 관련 영상의 탐색 및 전송 기능을 구비하고 있다. 스마트폰 GUI에서는 수신한 사건 리스트들에 대해 '관련 없음', '수집 대상 영상물이지만 미전송 상태', '수집 대상 영상이고 전송 완료'의 3가지 상태 메시지를 보여준다. 또한 스마트폰 애플리케이션은 사용자 프라이버시를 고려하여 수집 대상 영상에 대한 사용자의 확인 후 신고가 가능하도록 구현하였다.

V. 고려사항

본 장에서는 제안하는 사회 안전망 서비스를 위한 차량용 블랙박스 영상물 수집 기법의 보안 및 사회 안전 고려사항을 살펴보고, 기존 기법과 비교분석 한다.

5.1 보안 및 사회 안전 고려사항

제안하는 블랙박스 영상물 수집 기법에서 가장 고려해야 할 보안은 블랙박스 영상물 제공에 따른 운전자 본인의 위치추적, 블랙박스에 촬영된 임의 차량의 위치추적 및 신분 노출과 관련된 개인 프라이버시 문제이다. 먼저, 제안 기법은 모든 블랙박스 영상물을 수집하지 않고, 선별된 영상물들만 수집하기 때문에 기존 고정형 CCTV의 개인 프라이버시 침해 문제를 완화한다. 다음으로 수집된 블랙박스 영상데이터만으로는 운전자의 위치를 추적하기 어렵다. 수집된 블랙박스 영상데이터에는 시간정보와 위치정보가 포함되어 있지만 운전자 또는 차량을 식별할 수 있는 정보를

포함하고 있지 않다. 차량의 위치 추적을 위해서, 블랙박스 영상 전송 시 차량의 IP 정보 등으로 차량을 식별하고 추적할 수 있으나 무선 네트워크를 이용하는 차량은 기지국 이동 시 IP 정보가 변경되기 때문에 차량 위치 추적에 한계가 있다. 또한 차량 외부를 촬영하는 블랙박스의 특성상 블랙박스 영상화면을 통해 운전자와 관련된 어떤 정보도 식별할 수 없다. 블랙박스에 촬영된 영상을 통해 임의 차량의 위치정보 및 익명인의 신분 노출 문제가 발생할 수 있지만, 중앙 센터에서 수집된 블랙박스 영상물들에 프라이버시 침해 발생 부분을 가려주는 다양한 프라이버시 보호 기술[4, 11-12, 16] 등을 적용하여 문제를 최소화할 수 있다.

블랙박스 영상물 수집 기법은 중앙 서버 위장 공격, 블랙박스 영상물의 외부 유출 공격, DoS 공격으로부터 안전성을 보장받기 위하여 인증 및 키 교환 과정이 필요하다. 중앙 서버 위장 공격은 공격자가 임의 블랙박스 영상물 수집을 목적으로 공격자가 선정한 시간 및 위치 정보를 블랙박스에 전송하는 공격이다. 블랙박스 영상물의 외부 유출은 무선 네트워크에서 전송되는 블랙박스 영상물들을 공격자가 악의적인 목적으로 수집하는 공격이다. DoS 공격은 Active 모드에서 블랙박스들이 인증되지 않은 브로드캐스트 메시지 수신 또는 시간 및 위치 정보 범위의 부적절한 설정 등으로 대용량의 불필요한 영상물 전송을 유발시켜 무선 네트워크의 트래픽 폭주 현상을 유도하는 공격이다. 본 논문에서는 블랙박스와 중앙 서버 간에 인증 및 키 교환 과정을 다루고 있지는 않지만, 최근 차량 네트워크 VANET(Vehicular Ad-hoc Network)에서 다양하게 연구되고 있는 공개키 기반의 인증 기술들을 [13-14] 적용하여 위와 같은 공격들을 방지할 수 있다.

제안 기법은 주변 차량들의 블랙박스 영상물 수집

및 활용을 통해 블랙박스 영상물의 무결성 보장 이슈 문제를 해결한다. 블랙박스 영상자료가 법원과 경찰서에서 정식 증거자료로 인정받을 수 있게 되면서, 블랙박스 영상물의 훼손 등을 방지하기 위한 무결성 보장 여부가 중요한 이슈가 되고 있다(15-16). 예를 들어, 신호 위반 차량 운전자가 고의적으로 적신호를 청신호로 변조하는 등의 블랙박스 영상 데이터 변조가 기술적으로 가능하다. 그러나 제안 기법을 통해 차량 사고 당시 주변 차량들의 블랙박스 영상물을 수집하여 분석하면, 차량 사고 가해자 차량의 블랙박스 영상물 조작 여부가 드러날 수 있다. 또한 일부에서는 사고 가해자가 자신의 블랙박스 기기 자체를 훼손하여 증거 인멸을 시도하는 경우도 있지만, 주변 차량 블랙박스에서 촬영된 영상을 통해 사건·사고의 원인을 명확히 규명할 수 있다.

각 중 범죄 및 테러 사건 해결을 위한 사회 안전 측면에서, 수많은 차량 블랙박스의 주행 및 주차 중 녹화 영상물들이 고정형 CCTV의 사각지대를 해결하고, 촬영한 영상물들은 납치 현장, 범죄 모의 현장, 용의자 인상착의 화면 확보 등에 유용하게 활용되어 사회 안전에 기여한다. 주택가 골목, 아파트 지하 주차장, 도로변 등 대부분의 일상 생활권이 무의식적으로 블랙박스에 의해 촬영되고 있기 때문에 범죄자들은 블랙박스 촬영 지역을 피하기 어렵다. 주택이나 건물 내부에서 범죄가 발생하더라도 주택 및 건물 외부에서 범죄 발생 시간대의 영상물을 수집하여 분석하면 용의자의 인상착의를 확보할 수 있다.

5.2 비용 고려사항

제안 기법은 국가적으로 사회 안전망 구축비용을 절감하는데 효과적이다. 각 중 강력 범죄가 끊이지 않는 가운데 정부 및 각 지자체에서는 고정형 CCTV 설치 계획을 확대하고 있다. 주요 우범지역을 대상으로 고정·지능형 CCTV를 설치하고 있지만, 고정형 CCTV의 사각지대 문제와 설치비용 문제를 해결하기는 쉽지 않다. 고정형 CCTV의 사각지대 문제를 해소하기 위해 공용 차량에 CCTV를 설치하여 관할 지역을 순찰하기도 하지만, 여전히 많은 차량에 CCTV를 설치해야 하는 비용 문제가 남아 있다. 제안 기법은 차량용 영상 블랙박스 영상물을 활용한 사회 안전망 구축 방법으로, 정부 및 지자체에서 별도 구축비용이 요구되지 않는다. 더욱이 최근 자발적으로 차량 블랙박스 기기를 설치하는 운전자들이 늘어나고 있으며,

스마트폰 블랙박스 앱을 사용하는 경우에는 블랙박스 기기 설치비용을 절감할 수 있다. 블랙박스 영상물을 전송하기 위한 무선 네트워크 인프라 구축도 스마트폰 사용에 따른 3G, 4G 인프라가 구축되어 있어 통신 인프라 구축비용도 절감할 수 있다.

제안하는 블랙박스 영상물 수집 기법은 영상 데이터 전송 시 각 차량들의 분산된 위치와 시간에 영상물들을 수집하기 때문에 무선 네트워크 대역폭 사용 측면에서 효율적이다. 블랙박스 영상물 수집 조건 $\{t_1, t_2, x_1, x_2, y_1, y_2\}$ 을 만족하는 차량 대수는 수백 ~ 수천대가 될 수 있다. 많은 수의 차량이 동시에 무선 네트워크를 통해서 영상물을 전송한다면 트래픽 폭주 현상이 발생할 수 있으나, 일반적으로 영상물 수집 시점이 t_2 시간 이후이며, $\{t_1, t_2\}$ 시간대에 $\{x_1, x_2, y_1, y_2\}$ 지역에 주행 및 주차되어 있던 차량들도 t_2 시간 이후에는 서로 다른 지역에 분포하게 된다. 또한 수백 ~ 수천대의 블랙박스들이 영상물을 전송하는 시간도 각 블랙박스에서 Passive 모드를 시작하도록 설정된 시간과 차량 위치에 따라 중앙 서버로부터 브로드캐스트 메시지를 수신하는 시간들이 분산되어 있기 때문에 제안 기법은 블랙박스 영상물을 전송할 때 무선 네트워크에 부담을 주지 않는다. 중앙 서버에서는 사건·사고와 관련된 영상들만 수집하기 때문에 방대한 영상물 저장 용량 측면에서 효율적이다.

5.3 비교분석

[표 1]은 기존 기법들과 제안 기법을 효율성, 개인 프라이버시 침해 정도, 사회 안전망으로의 활용성 측면에서 비교분석한 표이다. 기존 Li 등의 방법이 중복된 영상자료를 삭제하여 블랙박스 영상물의 저장 용량을 효율적으로 사용할 수 있도록 제안하였지만, 사건·사고와 관련 없는 영상들도 수집 및 저장하기 때문에 저장 용량 측면에서 비효율적이다. Liu 등의 방법도 사건·사고와 직접적인 관련이 없는 모든 블랙박스 영상물들을 수집하기 때문에 중앙 센터에서 방대한 영상물 처리를 위한 부담이 있다.

개인 프라이버시 측면에서 제안 기법은 기존 기법에 비해 개인프라이버시 침해 소지가 낮다. Li 와 Liu 의 기존 기법들은 중앙 센터에서 모든 차량의 블랙박스 영상물들을 수집한다. 이는 중앙기관에서 블랙박스로부터 수집한 영상물들을 차량이 있는 곳의 모든 일상을 총체적으로 감시하는데 악용할 수 있다. 현재 사회 안전망 구축의 일환으로 범죄 우범 지역 및 일부

(표 1) 차량용 영상 블랙박스 수집 기법 비교분석

	<i>Li</i> 의 기법 [9]	<i>Liu</i> 의 기법 [10]	제안 기법
네트워크 전송 효율성	낮음	낮음	높음
데이터 저장 효율성	낮음	낮음	높음
개인프라이버시 침해 정도	높음	높음	낮음
사회 안전망으로의 활용성	낮음	낮음	높음

지역을 대상으로 CCTV 설치를 확대하고 있지만, 24시간 촬영되는 CCTV 감시에 따른 개인 프라이버시 침해 이슈가 끊이지 않고 있다. CCTV 설치 지역보다 광범위한 지역을 대상으로 인도 및 차도의 행인과 차량을 촬영할 수 있는 블랙박스를 대상으로 기존 기법과 같이 모든 차량의 영상물들을 수집할 경우 개인 프라이버시 침해 소지가 클 것으로 예상된다.

앞서 살펴본 기존 기법과 제안 기법들의 네트워크 전송 및 데이터 저장 효율성과 개인 프라이버시 침해 측면을 종합적으로 고려해볼 때, 제안 기법이 기존 기법에 비해 사회 안전망으로의 활용성이 더 높다. 기존 기법도 사회 안전망 구축에 활용될 수 있지만, 최근 스마트폰 급증과 클라우드 서비스 출현 등의 이동 통신 환경 변화에 따른 빅 데이터 현상과 개인 프라이버시가 중요시되는 인식 변화에 따른 빅 브라더 현상을 완화하기 어렵다. 그러나 제안 기법은 사건·사고 관련 영상물들만 선택 수집하기 때문에 빅 데이터와 빅 브라더 이슈를 최소화 할 수 있다.

제안 기법이 기존 기법에 비해 사회 안전망 구축에 있어 높은 활용성을 갖지만, 블랙박스 영상물 수집으로 인한 개인 프라이버시 침해 문제는 여전히 남아 있다. 이를 해결하기 위해 프라이버시 침해 방지를 위한 구체적인 기술적, 법·제도적 조치가 필요하다.

VI. 결론

본 논문에서는 차량용 블랙박스 영상물을 사건·사고에 활용한 사회 안전망 서비스를 제안하였다. 제안 서비스의 기본 아이디어는 사건·사고의 시간 및 위치 정보를 기반으로 임의의 블랙박스에 저장되어 있는 영상물들을 수집하는 것이다. 제안 서비스는 사건·사고의 시간 및 위치 정보를 활용하여 필요한 블랙박스 영상물만을 수집하기 때문에 기존 기법에 비해 네트워크 데이터 전송량 및 중앙 서버의 데이터 저장 효율성이 우수하고, 개인 프라이버시 침해 문제를 완화시켰다. 또한 블랙박스 영상물 전송 서비스 구현 및 실험을 통해 제안 서비스가 실현 가능함을 보여주었다. 본 논문

에서 블랙박스 영상물 유출에 따른 개인프라이버시 침해, 무선 네트워크 환경에서 대용량의 영상물 데이터 전송을 유도하는 DoS 공격 대응 방안에 대해서 개략적으로 살펴보았지만, 향후 이를 해결하기 위한 구체적인 보안 기술 연구가 필요하다. 마지막으로 제안 서비스가 차량 사고 및 범죄 해결을 위한 수단뿐만 아니라 예방을 위한 사회 안전 인프라로 활용되어 국민의 안전과 재산 보호에 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] T.D. Rätty, "Survey on Contemporary Remote Surveillance Systems for Public Safety," IEEE Transactions on Systems, MAN, And Cybernetics - Part C: Applications and Reviews, 40(5), pp. 493-515, 2010.
- [2] N. Buch, S. Velastin, and J. Orwell, "A Review of Computer Vision Techniques for the Analysis of Urban Traffic," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 12(3), pp. 920-939, 2011.
- [3] 이한덕, 이상일, 조대근, 최정민, 박능수, "CCTV 시스템 응용 사례 및 동향," 한국멀티미디어학회지, 14(3), pp. 19-27, 2010년 9월.
- [4] 유장희, 문기영, 조현숙, "지능형 영상보안 기술현황 및 동향," 전자통신동향분석, 23(4), pp. 80-88, 2008년 8월.
- [5] 대한민국 특허 등록 10-727591, CCTV 탑재차량 및 고정식 CCTV를 이용한 대도시의 양방향 통신 중계장치, 2007.
- [6] 윤장혁, 김진일, "스마트폰을 이용한 자동차 영상블랙박스 시스템 구현," 한국정보기술학회논문지, 8(10), pp. 135-142, 2010년 10월.
- [7] 원형철, 최준영, "안드로이드 기반 자동차 블랙박스 시스템 설계 및 구현," 한국정보기술학회논문지, 9(8), pp. 17-24, 2011년 8월.

- [8] 대한민국 특허 등록 10-525172, 차량의 안전을 위한 영상 보안 제공 장치 및 방법, 2005.
- [9] X. Li, H. Huang, X. Yu, W. Shu, M. Li, and M. Wu, "A new paradigm for urban surveillance with vehicular sensor networks," *Computer Communications*, 34(10), pp. 1159-1168, July 2011.
- [10] L. Liu, Z. Li, and E.J. Delp, "Efficient and Low-Complexity Surveillance Video Compression Using Backward-Channel Aware Wyner-Ziv Video Coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 19(4), pp. 453-464, April 2009.
- [11] H. Sohn, D. Neve, and Y. Man Ro, "Privacy Protection in Video Surveillance Systems: Analysis of Subband-Adaptive Scrambling in JPEG XR," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 21(2), pp. 170-177, Jan. 2011.
- [12] F. Dufaux and T. Ebrahimi, "Scrambling for Privacy Protection in Video Surveillance Systems," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 18(8), pp. 1168-1174, July 2008.
- [13] M. Raya and J.P. Hubaux, "The security of vehicular ad hoc networks," *Proc. The Third ACM Workshop on Security of Ad Hoc and Sensor Networks (SASN 2005)*, 2005.
- [14] M. Raya, P. Papadimitratos, and J.P. Hubaux, "Securing Vehicular Communications," *IEEE Wireless Communications*, 13(5), pp. 8-15, Oct. 2006.
- [15] 김윤규, 김범한, 이동훈, "차량용 블랙박스 시스템을 위한 실시간 무결성 보장기법," *정보보호학회논문지*, 19(6), pp. 49-61, 2009년 12월.
- [16] 김무섭, 최수길, 정치운, 한중욱, "차량용 블랙박스 보안 이슈 동향," *전자통신동향분석*, 27(4), pp.123-129, 2012년 8월.

〈著者紹介〉

사 진

최 재 덕 (Jaeduck Choi) 정회원
 2002년 2월: 숭실대학교 정보통신전자공학부 졸업
 2004년 2월: 숭실대학교 정보통신공학과 석사
 2009년 2월: 숭실대학교 전자공학과 박사
 2004년 1월~12월: (주)에드팩테크놀러지 S/W 연구원
 2009년 3월~2010년 1월: 숭실대학교 전자공학과 박사후 연구원
 2010년 2월~현재: ETRI 부설연구소 연구원
 <관심분야> 스마트그리드 보안, 제어시스템 보안, 유무선 네트워크 인증 및 키교환



채 강 석 (Kangsuk Chae) 학생회원
 2008년 2월: 숭실대학교 정보통신전자공학부 학사
 2010년 2월: 숭실대학교 전자공학과 석사
 2010년 3월~현재: 숭실대학교 전자공학과 박사과정
 <관심분야> 이동 네트워크 보안, VoIP 보안, SNS 보안, 클라우드 보안



정 수 환 (Souhwan Jung) 종신회원
 1985년 2월: 서울대학교 전자공학과 학사
 1987년 2월: 서울대학교 전자공학과 석사
 1988년~1991년: 한국통신 전임 연구원
 1996년 6월: University of Washington 박사
 1997년~1997년: Stellar One Corp. Senior Engineer
 1997년~현재: 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수
 <관심분야> 이동 네트워크 보안, VoIP 보안, SNS 보안, 클라우드 보안