

# PSNR과 비콘 기반의 카 하이어링 사용자 인증 서비스<sup>1)</sup>

최충재<sup>1</sup> 박승호<sup>2</sup> 심광석<sup>3</sup> 김태현<sup>4</sup> 김웅섭<sup>5</sup>

동국대학교 공과대학 정보통신공학과

e-mail:cjchoe12@gmail.com<sup>1</sup> 8forever4@naver.com<sup>2</sup> sgs0322@naver.com<sup>3</sup>

james3121@naver.com<sup>4</sup> woongsup@dongguk.edu<sup>5</sup>

## PSNR and Beacon Based User Authentication System on Car Hiring Service

Chung-Jae Choe Seung-Ho Park Kwang-Seok Sim Tae-Hyun Kim  
Woongsup Kim

Department of Information Communication Engineering, Dongguk  
University

### 요 약

카 하이어링 서비스는 개개인간의 차를 공유할 수 있는 환경을 제공하는 서비스 플랫폼이다. 카 하이어링 서비스에서는 일반적으로 웹 서버를 구축하여 자차의 대여를 원하는 개인이 해당 차량의 지역 정보, 등록 정보 등을 기입·저장한다. 이후 웹 서버를 통해 일련의 인증과정을 거친 사용자가 해당 지역에 등록되어 있는 차량의 이용을 원할 때, 서버로 본인의 유저 정보를 송신하여 차량을 대여할 수 있도록 서비스를 운영한다. 우리는 본 연구에서 비콘 기술과 영상처리를 통한 PSNR 검출을 사용하여 개인 간의 차량 대여에서 발생하는 보안성과 신뢰성 문제를 보완 향상시켜 카 하이어링 서비스를 활성화 할 수 있는 기반을 구축하고자 한다. 이를 위해 웹 서비스 구현, 인증된 사용자가 차량을 이용할 수 있는 인증키 생성 및 암호화 알고리즘, 라즈베리파이를 비콘 스캐너로 활용한 인증키 검증 절차, 카메라 영상처리를 이용한 차량 동작 감지 방법의 구현으로 보안성을 강화한 시스템을 구축하였다.

### 1. 서론

카 하이어링 서비스는 개인 자동차의 유희시간, 즉 차량을 사용하지 않는 시간을 활용하여 개인이 자기 소유의 차량을 차량 대여 서비스에 등록하고, 차가 필요한 고객이 등록된 차량을 자유롭게 대여 받을 수 있기 위한 시스템이다. 본 서비스는 자동차를 공유재로 활용하여 자원 낭비를 줄이고, 차주와 이용 고객 간의 상호적인 이익을 향유할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 차주 입장에서 타인에게 대여해준 자차가 대여 기간 동안 정상적이고 적절하게 사용될 지에 대해 우려하게 되는 문제가 발생하고 이는 카 하이어링 서비스 활성화에 주요 장애요인이 된다.

본 연구에서는 카 하이어링 서비스에서 개인 사용자가 차를 안심하고 공유할 수 있도록 도움을 주는 시스템을 설계하였다. 개인 차량 공유 서비스의 보안성과 신뢰성을 향상시키기 위하여 차량을 대여 받은 사람만이 차를 운전할 수 있도록 하는 사용자 인증 방법 및 차량 사용 상태를 모바일 환경에서 확인이 가능하도록 하는 시스템 구현에 중점을 두었다. 이 시스템을 통해 차량 소유자는 대여

가 완료된 자차가 실제 운행시 인증 받은 사용자가 운전을 하고 있는지에 대한 여부와 무리한 차량운행 여부를 실시간으로 확인할 수 있게 된다. 이를 통해 개개인들이 안심하고 카 하이어링 서비스를 이용할 수 있도록 한다.

위 플랫폼의 구축을 위해 라즈베리파이와 라즈베리파이 전용 카메라 모듈과 같은 임베디드 기기들을 활용하였다.

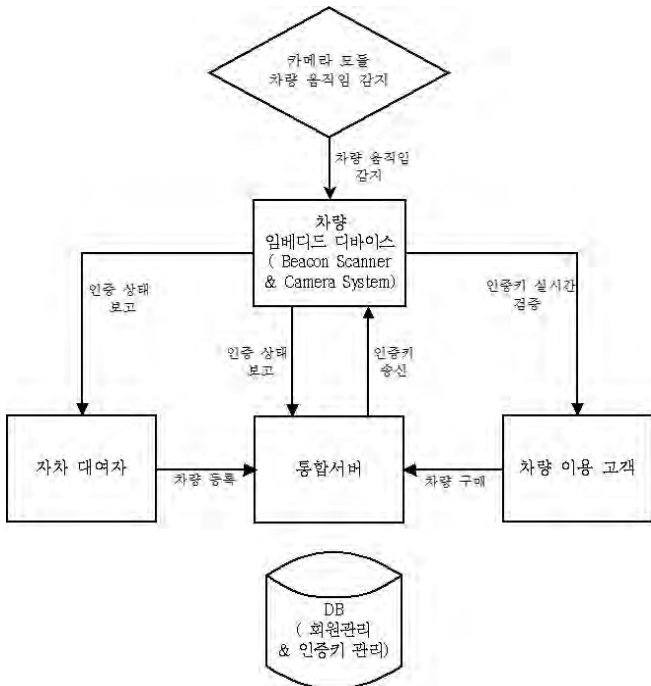
본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 시스템의 전체적인 구조 및 동작방식, 3장에서는 시스템의 각 구현 단계를 총 네 가지 분야로 나누어 서술하였다. 마지막으로 4장에서는 위 서비스의 기대효과에 대해 설명하고 향후 연구에 대한 방향을 기술하였다.

### 2. 시스템 구조

본 연구의 서비스 및 시스템 동작은 (그림 1)과 같이 구성되어 있다. 통합서버 플랫폼에서는 차량 등록 및 고객을 관리하며, 회원 단말기 블루투스의 UUID와 Mac Address 값을 통해 암호 인증키를 생성·관리한다. 자차 대여자는 대여를 원하는 지역과 이용 요금을 통합서버를 통해 등록한다. 차량 이용 고객은 본인 인증과 함께 차량을 이용한다. 차량 대여 확정시에 서버에서는 해당 차량에 설치된 임베디드 기기에 고객의 암호화된 인증키를 전송한다. 차

1) 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음. 과제번호 (2016-0-00017)

량 운행이 시작되면 임베디드 기기에서는 서버로 부터 받은 인증키를 복호화 하여 인증 고객 여부를 지속적으로 확인하게 된다. 인증키 검증 실패가 정해진 횟수 이상이 넘어가면, 카메라 모듈을 작동시켜 차량의 움직임 여부를 판단한다. 위 과정을 통해 인증된 사용자의 차량 이용 여부를 검증하여 현황을 서버와 자차 대여자에게 보고하게 된다.



(그림1) 카 하이어링 서비스 시스템 구조

### 3. 구현

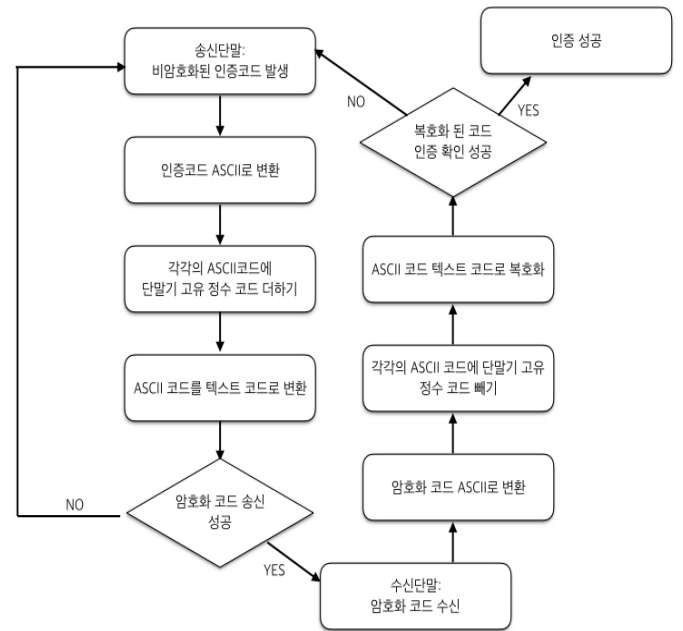
#### 3.1 서비스 플랫폼

대여자와 피대여자 간의 이용 요금 결제 및 예약은 온라인 웹 서비스 플랫폼을 통해 진행되며 웹 서비스 플랫폼은 자기 차량의 대여를 원하는 자가 웹 사이트에 가입하여 해당 차량의 정보나 이용 가능한 시간, 차량 사용 시 주의 사항 등을 웹에 기입할 수 있도록 한다. 또한 차량을 대여하려는 자는 마찬가지로 웹 사이트에 가입 절차를 진행할 시, 본인의 운전면허등록번호를 기입하고 개인 휴대폰으로 인증 절차를 거쳐 타인의 명의로 차량을 대여하지 못하게 한다. 또한 회원가입 시에 본인의 단말기 블루투스 UUID와 Mac Address를 등록하는 과정이 요구된다.

#### 3.2 인증키 생성 알고리즘

인증키 전송 시 목적단말 외에 무단 무선 접근이 가능하므로 보안 절차가 반드시 필요하다. 따라서 본 연구에서는 ASCII 값을 이용한 코드 암호화 방식을 통해 보안 인증 절차를 추가하여 송수신 시스템에 적용하였다. 인증키는 단말기의 MAC address와 블루투스 UUID를 통해 설정되며 해당 암호화 알고리즘의 절차는 (그림 2)와 같다. 여기

서 필요한 단말기별 고유 정수는 난수를 발생시켜 사용한다.



(그림2) 인증키 암호화 및 인증과정

#### 3.3 비콘 스캐너를 통한 검증 절차

우리는 인증 받은 사용자만이 차량을 사용할 수 있도록 하기 위해 라스베리파이를 사용하여 ‘비콘 스캐너’를 구현하였다. 대여자는 차량을 운전하기 전부터 운행 종료 시까지 주기적으로 개인 휴대폰의 블루투스 신호를 라즈베리파이 비콘 스캐너에 송신하여 인증하는 과정이 요구된다.

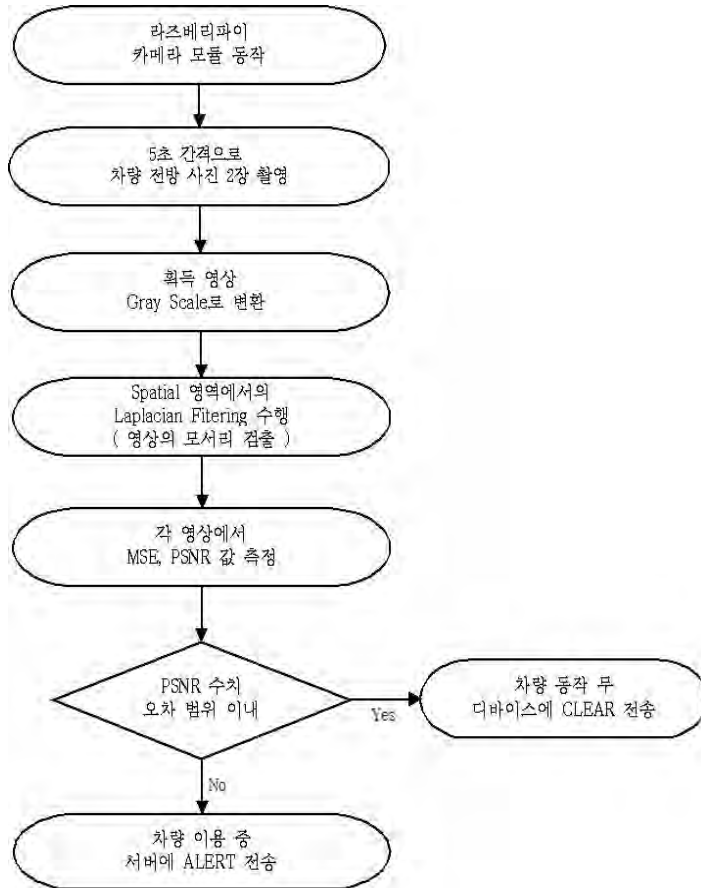
사용자 검증을 통한 보안체제 과정은 차량에 장착된 비콘 스캐너에서 피대여자 단말기의 필드를 포함하는 비콘 신호를 수신하는 단계와 그 수신된 비콘 신호 내 비콘 필드의 값이 저장된 값과 동일한지 여부를 확인하는 단계로 구성되며, 앞의 두 단계에서 값이 동일한 경우 수신된 필드 값을 확인하여 이상이 없을 시에 차량의 정상 이용 메시지를 서버에 송신한다.

차량에서는 라스베리파이를 통해 구현된 ‘비콘 스캐너’를 동작하여 현재 인증상태를 주기적으로 서버에 송신해 주며, 인증키 불일치 및 이용자 단말기의 일정 거리 이탈 등의 상태를 차량 이용자에게 알리게 된다. 일정 횟수 동안 인증키 검증을 실패 할 경우 차량 동작 감시 체제인 카메라 모듈을 통한 영상처리 시스템을 작동하게 된다.

#### 3.4 카메라 영상처리를 이용한 보안 시스템

또한 본 연구에서는 서비스 이용자의 신뢰도를 높이고 차량 공유 보안성을 향상시키기 위해 비콘 스캐너 외에 카메라 영상처리를 통해 대여 차량의 운행 여부를 판별하도록 하였다. 이는 비콘 스캐닝을 통한 사용자 인증 과정에서 피대여자의 인증키 감지 실패 이후에 수행되며, 차량의 동작을 감지하기 위해 수직적인 에러를 나타내는

PSNR(Peak Signal-to-noise Ratio) 값을 검출하여 차량의 동작이 감지되면 비 인증 사용자의 차량 이용 상황이므로 서버에 경고 메시지를 송신하게 된다. PSNR은 두 영상의 차이를 수치적으로 나타내며, 평균적으로 위 값이 35dB가 되면 같은 영상물인 것으로 간주한다.



(그림 3) 영상처리 수행 과정

기본적인 영상처리 과정은 (그림 3)과 같다. 영상처리를 위한 틀로 OpenCV를 활용하였다. 최초에 총 두 장의 정지영상을 획득하기 위해 timer를 이용하여 약 3초 간격으로 전방의 영상을 획득하고 연속된 두 영상물을 영상 처리하기 용이한 형태인 그레이스케일로 변환해 준다. 그레이스케일링 하는 과정을 살펴보면 입력된 이미지로부터 각각 행렬에 따라 픽셀의 red, green, blue 값을 읽어오며 각각의 RGB 값을 더한 후에 3으로 나누는 과정을 취한다. 획득한 두 장의 그레이스케일 정지영상에서 곧바로 PSNR 값을 산출해내면, 움직임이 없더라도 빛의 조도에 따라 각 픽셀의 RGB 값이 상이해지는 결과를 볼 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 모서리 검출 방법을 사용했으며, 공간영역에서의 High Pass Filtering(HPF)를 적용한다. 앞에서 획득한 그레이스케일 영상의 이미지를 3x3 크기의 라플라시안(Laplacian) 마스크를 이용하여 필터링해준다.

필터링 과정에서 이미지 픽셀과 3x3 라플라시안 마스크의 Convolution 연산을 수행하게 되며, 그 결과 해당하는

값이 255보다 클 경우 255로, 0보다 작을 경우는 0으로 Mapping 시켜준다. 영상 처리의 마지막 단계에서는 상기 획득한 모서리 검출 영상 두 장의 PSNR 값을 검출해준다.



그림1 촬영된 원본 사진



그림2 Gray Scale로 변환된 사진

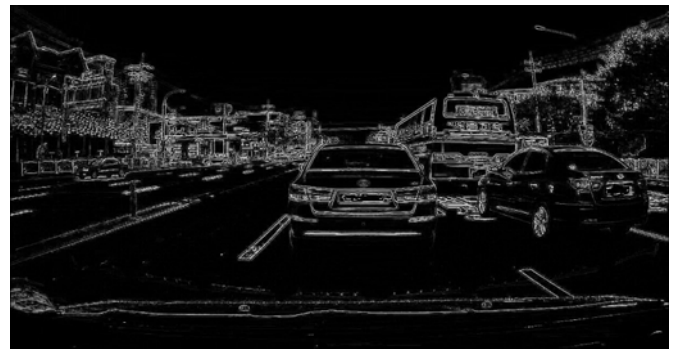


그림3 High Pass Filtering을 통해 모서리 검출된 사진

PSNR 도출을 위해 MSE(mean square error)를 계산하여 모서리 검출된 두 장의 정지영상에서 각 픽셀 값의 차이의 제곱합을 평균값으로 나타낸다. 여기서 PSNR의 단위는 데시벨(decibel, dB)를 사용한다.

<수식1> MSE와 PSNR 값의 도출

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \frac{255^2}{MSE}$$

$$MSE = \frac{1}{X \times Y} \sum_{i=1}^X \sum_{j=1}^Y |C(i, j) - R(i, j)|^2$$

최종적으로 검출된 PSNR 값을 토대로 차량의 동작 유무를 감지하게 된다. 다양한 상황에서 여러 번의 실험을 통해 차량 정지 상태를 판단하는 PSNR의 기준 값을 28dB로 측정하였다. 검출된 PSNR 값이 28dB 이상이면 차량의 동작이 없는 것으로 간주하여 라즈베리파이에 이상 없음을 알리게 되고, 다시 비콘 스캐너를 동작 시킨다. 이와 반대로 PSNR 값이 기준 값인 28dB를 충족하지 못한다면 서버에 ALERT 메시지를 송신하게 되며, 이에 따라 서버에서는 차량 대여자에게 경고 메시지를 보내게 된다. 인증 실패 횟수가 기준 수치 이상이 되면, 플랫폼 관리자는 해당 구매자에게 페널티를 부여하게 된다.

위와 같은 영상의 필터링 과정이 정상적으로 작동하고 HPF를 사용하는 것이 보안과 결과의 신뢰 측면에서 올바른지와 그에 따른 PSNR 값을 확인하기 위해 고속도로·도심지·주차장 등의 장소에서 각각도로 촬영을 시행해왔다. 또한 빛의 세기, 조명의 상태에 따라 차량 이동 인지를 제대로 하는지 알기 위해 조명 상태도 어두울 때와 밝을 때로 나누어 데이터를 확인하였다.

<표 1> 도심지에서의 PSNR 측정

		정차중	저속	중속
1차	밤	35.6013	26.0806	22.1447
	낮	29.5331	24.5015	20.6545
2차	밤	35.7551	26.5435	21.8152
	낮	29.6074	24.8774	19.9316
3차	밤	36.5682	26.4461	21.9716
	낮	29.3588	24.6014	19.2336

<표 2> 고속도로에서의 PSNR 측정

		저속	중속	고속
1차	밤	27.0806	25.1447	23.2908
	낮	27.5015	25.6545	22.0345
2차	밤	27.5435	25.8152	23.6616
	낮	27.8774	24.9316	23.7263
3차	밤	27.4461	25.9716	24.1431
	낮	27.6014	24.2336	22.6323

표1은 도심지에서, 표2는 고속도로에서의 차량 운행 시 PSNR 값을 측정한 결과 값이다. 직접 실험한 결과, 기존의 어두울 때와 밝을 때의 PSNR값의 차이가 많을 것이라는 예상과 달리 눈에 띄는 큰 차이가 없었다. 원인을 분석해 본 결과, 도심지 및 고속도로에 가로등 등 광원이 충분히 확보되어 있어서, HPF를 통하여 영상의 엣지(Edge) 검출 후 PSNR 값을 도출해내면 비슷한 결과를 얻게 됨을 알 수 있었다. 이러한 실험 통계치들을 이용하여 차량 주, 정차를 판별하는데 있어서 PSNR값을 27~28 사이의 값을 경계 값으로 정하는 것이 옳다는 결론을 도출했다.

#### 4. 향후 연구 및 결론

카 하이어링 서비스의 구현으로 일반 개인들 사이에서 차를 공유하여 차주는 금전적인 이익을, 차량을 대여 받는 사용자는 저렴한 가격과 간편한 절차로 차를 이용할 수 있는 상호이익을 향유할 수 있다. 또한 자동차를 직접 구매하여 사용하기보다 편리하게 필요시에만 차량을 이용 가능하게 함으로써 사회적으로 개인 차량 소유 수의 감소로 이어져 환경오염을 줄이는 등의 공적인 이익도 기대할 수 있다.

본 연구에서 비콘 스캐너와 카메라 영상처리를 이용하여 카 하이어링 서비스의 보안 측면에서의 취약점을 보완하였다. 차량 움직임 검증 절차인 영상처리 과정에서 취득 영상의 PSNR 값의 경우, 외부환경요소에 따라 오차 값의 범위가 크게 된다. 하지만 빛의 조도와 다양한 장소에 따른 PSNR 값의 측정으로 오차범위를 분석하여 적절한 범위의 판단 값을 설정해주었고, 장소·빛의 조도에 구애 없이 정확한 데이터를 얻을 수 있게 하였다.

향후 중장기적 계획으로써 본 연구를 바탕으로 보다 정확한 영상처리 시스템을 구현하여 기타 다른 추가 연구로의 확장을 목표로 한다. 그 결과, 앞으로 도래하는 커넥티드 카 및 자율주행 자동차 시스템에 도입할 수 있는 수준으로 연구개발을 지속적으로 수행할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] R. Schmidt, T. Leinmuller, E. Schoch, F. Kargl, and G. Schafer, "Exploration of adaptive beaconing for efficient intervehicle safety communication," *IEEE Networks*, Vol. 24, No. 1, pp. 14-19, Jan. 2010.
- [2] Rafael Gonzalez and Richard Wood, "Digital Image Processing, 2/e", Addison-Wesley, 2001
- [3] Ashok Ambardar, "Digital Signal Processing", Thomson, 2007