

완전 자동화를 위한 주차 관제 시스템에 관한 연구

옥 인 준*

A Study on Parking Control System for Fully Automated

Ock Injun

〈Abstract〉

The system proposed in this paper is a fully automated parking control system that can even protect users' information through blockchain. Unlike conventional parking control systems, the system consists of a web page that is accessible to people of all ages and ages, directly to the parking lot. Such a system would also benefit managers in the parking lot business. This is because it can reduce soaring labor costs and maximize the sales it can generate by operating 24 hours a day. In order to implement these systems, the web page was first designed using HTML and the API was configured using JAX-RS to invoke the API required by the web page. As a result, it created a web page that was easily accessible to anyone, built a server that could be accessed by more than 200 people at the same time, focused on personal information protection by encrypting the information of users through blockchain grafts, and designed a system that enabled users to complete payments easily. It is planning to add QR codes and GPS functions in the future and implement a function that allows one-touch information on parking lots and their vehicle information.

Key Words : Blockchain, Parking control, Personnel Wage, Parking lot, Automation

I. 서론

요즘 주차장에서 주차관리인 및 주차 관제 시스템을 운용 중이나, 이러한 방식은 다양한 문제점이 노출되고 있다. 관리자 입장의 문제점은 직원을 주차 현장에 고용해야 하며, 최근 최저임금 시급인상 등의 요인으로 인하여 인건비가 과다하게 소요된다[1]. 또한, 야간, 휴일 등 직원을 고용하지 않을 때는 무료 개방 또는 출입 차단 등의 조치를 할 수밖에 없으며

로 주차장 수입 감소 및 주차장 활용률 감소를 초래한다[2]. 직원(주차관리원)이 주차요금을 현금으로 수납한 후 이를 중간에 빼돌리는 문제가 발생했다고 한다[3]. 사용자 즉 주차장 고객들의 사용 문제점은 다소 복잡한 결제 과정과 기계의 취약한 계층들은 이러한 서비스를 이용하기 힘들다. 따라서 본 논문에서 제안하는 시스템 개발을 스마트폰에서도 사용할 수 있도록 구현하게 되었다.

최근 스마트폰을 통해 제공되는 다양한 핀테크/모바일 결제 서비스들은 영화 속 미래 사회와 같이 편

* 충북대학교 정보통신공학부 석사과정

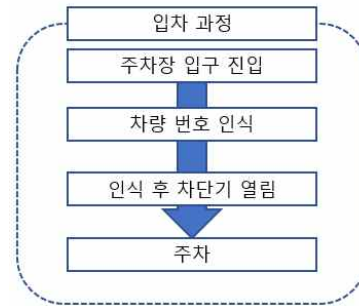
리하고 스마트한 결제 경험을 제공하고 있다. 스마트폰을 매장의 POS 시스템에 접속하여 결제가 이루어지고, 스마트폰 화면에 출력된 바코드를 제시하고 이를 POS에서 읽는 것만으로 쿠폰 결제 등이 가능하다. 최근 스마트폰의 발전과 함께 결제와 관련된 각종 간편결제 서비스들이나 쿠폰과 관련된 서비스 혹은 모바일 커머스 등을 통해서 다양한 모바일 전자 상거래 서비스가 이루어지고 있다. 하지만 몇몇 공영주차장 주차관리는 여전히 주차 정산원(부스 내 상주하는 관리인 또는 도로상의 관리인)을 통한 현금결제/거래 위주인 데다 종이영수증을 발급하고 있다[4]. 따라서 차내에 종이영수증이 굴러다니는 불편이 있다. 종이로 출력된 영수증을 차내에서 관리하기도 어렵고, 추후 주차명세를 증빙할 필요가 있을 때는 운전 중에 이를 다시 지갑에 넣거나 보관할 필요가 있어 불편하다[5].

본 논문에서 제안하는 시스템은 최근 서비스가 시행되고 있는 스타벅스의 전자영수증(Electronic receipt)발급을 이용하고, 남녀노소 가지고 다니는 스마트폰으로 간단히 결제할 수 있는 시스템과 무인으로 운영하여 인건비 절감과 24시간 운영하여 수익을 창출할 수 있는 주차장 시스템을 설계하였다. 또한, 주차장 내 교통체증 감소를 위해 사용자가 원하는 주차장 구역에 대해 예약 가능한 기능을 추가하여 교통체증 감소 효과를 볼 수 있는 시스템을 구현하였다.

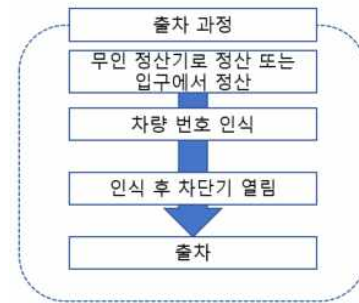
본 논문 2장에서 현재 시행 중인 주차 관제 시스템에 관한 선행연구에 대해서 고찰하였으며, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템 설계를 위한 방법들과 설계 후 결과를 제시하였고 4장에서는 본 논문의 결론으로 구성하였다.

II. 관련연구

2.1 선행연구



<그림 1> 주차장의 입차 과정



<그림 2> 주차장의 출차 과정

현재 많은 곳에서 시행 중인 무인 주차시스템은 위 그림과 같은 방식으로 운용 중이다. 과거의 주차장보다는 많이 편리해진 주차장 시스템이지만 아직도 많은 부분에서 보완되어야 한다. 먼저 무인주차요금 정산방식은 주차장의 관리 요원 대신 자동화 시스템의 도움으로 주차장을 이용하면서 입차 시간부터 출차 시간까지 주차요금을 계산을 해주고 스스로 사전에 요금을 정산하는 방식이다. 현재 시행되고 있는 무인 정산 방식은 크게 3가지로 구분되고 있다. 첫 번째는 출차 이전에 미리 요금을 정산한 후, 출차시 주차권을 판독기에 넣어 정산 여부를 확인하고 이때 정산하지 않은 차들은 주차관리 요원에게 정산한 후 출차

하는 방식이다. 두 번째는 출구에서 관리 요원에게 직접 정산을 하는 방식이며 마지막 세 번째는 출구 쪽에 자동화기기를 두어 사전 무인 시스템과 병행함으로써 출구에서 병목현상을 해소하는 방법이다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 이러한 과정 없이 사용자가 직접 웹페이지에서 자신의 요금을 결제하고 차가 나오는 과정을 거치기 때문에 기존의 시스템보다 빠른 출차 시간을 가지며 입구에서의 병목현상을 줄이고 사용자들의 답답함을 해소해줄 수 있는 시스템이다.

2.2 블록체인

블록체인은 “Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System”이라는 논문에서 처음 구현되었다[6]. 기술이 처음 등장하였을 당시, 암호통화의 대체 기술로 이해되었다. 따라서 암호통화에서 처음 사용된 애플리케이션일 뿐이지 화폐에서만 사용 가능한 기술이 아니라 상태를 기억하고 저장하는 형태이므로 어떤 데이터를 담느냐에 따라 다양한 형태로 사용 가능하다[7].

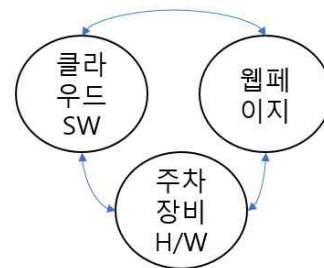
본 논문에서 제안하는 시스템은 개인정보보호를 위해 블록체인의 특징인 분산성, 확장성을 이용할 것이다. 분산성이란 당사자 간 데이터를 저장하는 구조이고 확장성이란 네트워크에 참여하는 구조로 데이터의 공유가 필요한 시스템 간 확장이 쉽다는 특징이 있다[8]. 이러한 특징들은 한 사용자의 블록이 임의로 조작이 될시 다른 사용자들의 블록에서는 유효성 검사를 하여 자신이 가지고 있는 다른 사용자들의 블록 정보와 불일치 시 오류를 알려주는 특징이 있다. 이러한 블록체인의 특징을 가지고 사용자들의 정보를 블록화할 계획이다. 사용자들의 결제 정보, 개인 정보 등을 보호하고 안정성을 보장하고자 한다.

III. 시스템 설계

3.1 시스템 개발 준비 및 목표

본 연구에서 추구하고자 하는 최종목표는 모바일 웹(HTML5) 기반 셀프 주차관리, 주차비 카드 결제, 영수증 발급장치 개발이다. 본 연구에서 가장 기본이 되는 웹페이지를 제작하기 위해 스프링 프레임워크를 사용하였으면 각각의 시스템에서 데이터베이스로 정보를 주기 위한 API 서버의 프레임워크는 JAX-RS 프레임워크를 이용하였다. 셀프 주차관리 웹사이트는 일반 브라우저에서 동작하도록 구현하였고 현재 QR 코드 기반 차량 위치 인식 지원도 향후 구현 계획 중에 있다.

<그림3>은 본 연구에서 궁극적으로 구현하고자 하는 시스템을 그림으로 표현한 것이다. 각각의 동작 과정에서 서로 연동할 수 있게 구현하여 주차 장비, 클라우드 SW와 웹페이지를 하나처럼 동작하여 완전 자동화를 목표로 하고 있다.



<그림 3> 궁극적인 목표

3.2 시스템 아키텍처

주차관리센터(Parking Management Center)의 서버에는 각 주차장 로컬사이트(Local Site)로부터 수집되는 각종 차량에 대한 실시간 입/출차 정보를 비롯

아두이노 주차장 모형에서 이벤트가 발생해 API를 호출하면 데이터베이스에 값을 저장하고 웹페이지에서 저장된 값들을 읽어와 사용자들에게 보여주고 있다.

본 시스템에서 웹페이지를 통한 로그인, 차량 요금 조회, 주차, 출차, 결제 등은 웹페이지 자체적으로 API들을 호출하고 있다.

3.4 블록체인 설계

본 시스템에서 사용할 블록체인 API를 설계하는 과정을 보여주는 장이다. <그림 7> 블록의 유효성 검사와 해당 블록의 해시값을 가져온 결과이다. <그림 8>은 해당 블록의 정보를 보여주고 있다. <그림 7>에 Blockchain is Valid라는 부분은 블록의 유효성을 검사하는 과정이며 결과는 true 또는 false로 나타난다. 이러한 블록은 각각 사용자의 유효성과 정보를 담고 있으며 사용자들이 회원가입시 생성되는 부분이다 [11]. 각각의 블록 정보들을 데이터베이스에 암호화하여 저장하고 있다. 그 이유는 결제를 진행할 때 해당 암호화한 값을 가지고 블록의 유효성을 판단하기 위함이다.

3.5 웹페이지 화면

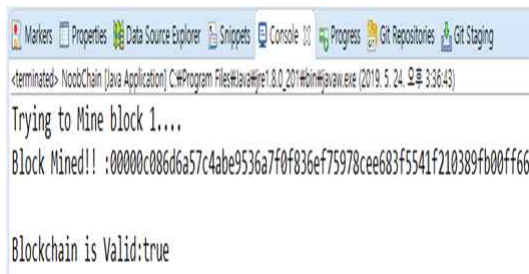
웹 서버는 Apache 서버를 사용하여 사용자에게 모

바일 기기 또는 웹페이지를 통해 주차시스템을 조작할 수 있는 인터페이스를 보여준다. 회원가입, 로그인, 차량 입차, 출차 등을 제공한다. 홈페이지는 사용자들의 요청에 따라 데이터베이스를 조회 및 업데이트 쿼리를 생성하여 데이터베이스 서버에 전송하고, 데이터베이스 서버로부터 해당 정보들을 수신하여 사용자들에게 제공한다. <그림 9>는 사용자 모바일 기기에서 주차 관제 시스템 웹 서버에 접속한 화면이다. 해당 웹 서버에 접속하면 메인화면인<그림 9(c)>가 먼저 보이며 원하는 메뉴에 따라 각각의 화면들이 보인다. 더 많은 화면이 있지만, 시스템에서 중요하게 생각한 4가지만을 논문에 실었다. 시스템을 사용하기 위해 회원가입 <그림 9(b)> 과정을 거치면 블록이 생성되고 정상적으로 블록이 생성되면 <그림 9(a)>로그인 화면에서 로그인을 진행할 수 있다.

<그림 9(c)>에서 차량번호 입력 및 주차요금 실시간 조회 메뉴를 선택하면 <그림 9(d)> 실시간 주차 상황 화면이 보인다. 초록색이 주차 가능한 공간이며 실제로 주차장에 도착하지 않아도 자신이 원하는 구역에 예약 또한 가능하다.

3.6 아두이노 주차장 설계

본 시스템에서 사용한 아두이노 주차장을 설계하는 과정을 보여주는 장이다. 먼저 아두이노 주차장을 설계할 때 가장 중요하게 생각한 기능이 차량이 동시



<그림 7> 블록 유효성 검사



<그림 8> 블록 정보



<그림 9> 사용자 모바일에서 접속한 웹 페이지 화면

에 접속 시에도 성공률을 높이는 방법을 생각하였다. 먼저 서버에 접속하기 위해 ESP-8266이라는 기본적인 WiFi 모듈이 탑재된 보드를 사용하였고 WiFi 보드와 통신을 하기 위한 메인보드는 아두이노 메가 보드(이하 메가)를 사용하였다. 다른 보드들도 사용할 수 있지만, 메가의 편리한 확장성과 편리한 통신 방법 때문에 메가를 선택하였다. 먼저 차량이 입구를 통과하게 되면 초음파 센서로 차량의 입차 정보를 받게 된다. 초음파 센서로부터 차량의 입차 정보를 받은 센서들은 대기 상태에 들어가고 이때 조도 센서를 이용하여 현재 조도값을 받아온다. 각 주차장에 설치된 조도 센서들은 현재의 조도값보다 어두워 지면 차량이 주차되었다는 것을 판단하여 판단한 즉시 WiFi 보드에 해당 정보를 전송해준다. 정보를 전송받은 WiFi 보드는 입차 시 사용되는 API를 호출해 해당 주차구역에 차가 들어왔음을 서버로 전송해준다. 해당 API 호출 실험은 3.7장에 제시하였다.

3.7 성능평가

3.7.1 스마트기기와 웹서버 연동 실험

본 장에서는 사용자 모바일과 웹 서버 간 연동 실험 결과를 제시한다[12]. 인터넷이 되는 어떠한 모바일로도 가능하기에 저자의 핸드폰인 IOS 기반의 스마트폰을 사용하였다. 먼저 회원가입을 완료하면 멤버 테이블에서 <그림 10>과 같이 확인할 수 있다.

NUMBER	ID	PIW	NAME	AGE	GENDER	PHONE	EMAIL	AUTH
1	jun7680		목민준	29	남	01051086798	rjunodi@naver.com	0
25	1231			123	123	123	1231123@naver.com	1
26	clwms91		chr	29	남	01051086798	cdmjun@naver.com	1

<그림 10> 데이터베이스 테이블의 사용자 정보

<그림 10>의 AUTH의 필드는 관리자나 나타내는 필드 값이다. '0'은 관리자이고 '1'은 사용자들이다.

PW 항목은 비밀번호 필드이며 정보보호를 위해 가려두었다.

사용자들은 자신이 원하는 곳에 차량을 주차하면 아두이노에서 서버로 차량이 들어왔다는 신호를 준다. <그림 11>은 사용자가 3번 구역에 차량을 주차했을 때 데이터베이스 서버에 저장된 사용자의 정보를 보여준다. 각각의 필드를 확인해 보면 '2019-07-30 18:45:06'에 주차가 되었다는 것을 확인할 수 있다. <그림 12>는 출차 시 데이터베이스 화면을 나타낸다. 출차는 주차장에서 차량이 빠져나가면 나가는 순간 해당 서버의 API를 호출해 시간을 저장한다.

NUMBER	AREA	STARTTIME	STARTDATE	ENDTIME	ENDDATE	AMOUNT	CARNUMBER	REGION	PAYMENT	ID
124	3	18:45:06	2019-07-30	(NULL)	(NULL)	0	4242	1	1	307600

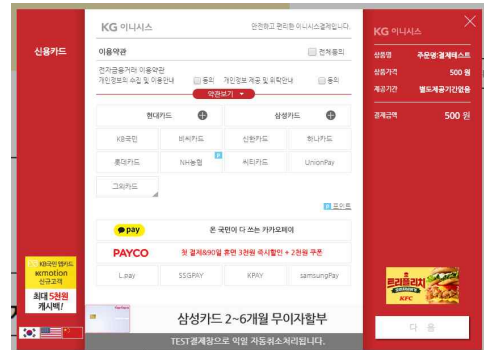
<그림 11> 주차 시 데이터베이스 화면

NUMBER	AREA	STARTTIME	STARTDATE	ENDTIME	ENDDATE	AMOUNT	CARNUMBER	REGION	PAYMENT	ID
124	3	18:45:06	2019-07-30	20:20:13	2019-07-30	0	4242	1	1	307600

<그림 12> 출차 시 데이터베이스 화면

<그림 11>과 <그림 12>를 살펴보면 AMOUNT라는 필드 값이 있는데 해당 필드는 초기에 설계할 때 금액이 변동될 때 API를 호출해 변경해 주었다. 하지만 자원낭비가 심해 요금 계산은 현재 웹 페이지 쪽에서 실시간으로 진행하는 식으로 변경하여 0이 입력되어 있다. 해당 그림들을 통해 주차장의 주차, 출차 기능이 정상적으로 동작함을 볼 수 있다.

웹 사이트의 결제 메뉴를 들어간 후 구매하기 버튼을 통해 결제 API를 호출하면 <그림 13>과 같은 화면이 나타난다. 결제를 성공적으로 진행하면 <그림 14>와 같은 화면이 나타난다.



<그림 13> 결제 화면



<그림 14> 결제 성공 화면

<그림 13>과 <그림 14>를 통해 결제 기능이 정상적으로 동작함을 검증하였다. 만약 결제 과정 중에 실패하게 되면 결제 성공 시 호출되는 API가 호출되지 않아 다시 처음부터 시도하게 설계하였다. 데이터베이스에 결제 관련 필드가 따로 존재하여 웹페이지는 결제 완료라고 뜨는데 중앙관리 시스템에서는 결제 미 완료라고 뜨는 경우를 없게 만들었다. 다시 말해 결제가 정상적으로 진행이 되어야만 결제 완료 후 호출되는 API로 해당 정보를 서버로 전송하고 전송 후에 데이터베이스 해당 구역에 대한 결제 완료 정보를 저장하여 저장된 데이터를 가지고 웹페이지, 중앙 시스템에 반영하여 사용자들의 혼란을 방지했다.

또한, jMeter라는 성능평가 프로그램을 이용해 해당 시스템에서 사용하는 API들의 성능평가 및 검증 또한 진행하였다. <그림 15>와 <그림 16>은 주차 시 호출되는 API와 차량 요금 조회를 할 때 사용되는 API들을 동시접속자 수 200명을 가정하여 진행한 결과이다.

# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %
20000	2455	57	8140	2242.53	0.00%
20000	2455	57	8140	2242.53	0.00%

<그림 15> 주차 시 호출되는 API 결과

# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %
10000	1639	174	34564	2178.23	0.00%
10000	1639	174	34564	2178.23	0.00%

<그림 16> 차량번호 조회 API 결과

그림들을 보면 에러율은 0%이고 주차 시 평균 응답속도는 2455ms 차량번호 조회는 1639ms이다. 해당 검증을 통해 API들이 정상적으로 동작하고 있다는 것을 검증하였다. 본 장에서는 본 논문에서 구현한 시스템에 대하여 기능별로 실험을 수행하였다. 실험 결과 기능별로 정상 동작함을 검증하였다.

IV. 결론

웹 페이지는 누구나 자신의 핸드폰이나 자신의 태블릿 PC로 쉽게 접근할 수 있다. 웹페이지를 통해 주차장을 관리할 수 있고 다양한 기능들을 사용자들이 이용할 수 있다. 기존의 무인주차시스템에서 본 연구는 다음과 같은 문제를 해결하였다. 첫째, 웹페이지를 이용하여 사용자들이 직접 자신의 주차요금을 관리하도록 하였다. 이를 통해 기존 입구에서 대기하고 있던 상주 요원의 인건비를 절감할 수 있고, 사용자들은 움직이면서 손쉽게 결제를 진행하여 주차장 입구의 병목현상을 줄이는 효과를 가져올 수 있다. 둘째, 블록체인을 이용하여 사용자들의 정보를 암호화함으로써 사용자들은 정보를 보호하는 효과를 가져올 수 있다. 셋째, 24시간 운용할 수 있다. 지금도 24시간 운용하는 곳이 있지만, 인건비 또는 결제 문제

로 심야에는 무료로 운용되고 있는 곳들이 있다. 논문에서 제안하는 시스템을 통해 이러한 문제를 해결하여 24시간 운영과 수익을 기대할 수 있다. 더 나아가 원터치 시스템, QR코드, GPS 위치 추적 등을 추가하여 상용화 수준의 시스템을 개발할 것이다.

참고문헌

- [1] 노승윤, "무인 주차요금 정산기의 사용 편의 개선에 관한 연구," 서울과학기술대학교 대학원, 석사학위 논문, 2008.
- [2] 한국정보화지능원, https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/main.do 2019년 8월 검색.
- [3] 남두희 · 임관수, "무인 노변 주차 관리시스템 운영 방식 및 설계," 한국 ITS 학회 논문지, 제8권, 제3, 2009, pp.20-26.
- [4] 김무영, "현금 무인 정산시스템의 유가증권 인식 자동화 확대 연구," 한국산업기술대학교 산업 기술 · 경영대학원, 석사학위 논문, 2019.
- [5] 강정석, "자동화 및 스마트공장 구축에 대한 정부 지원사업의 효과 분석," 성균관대학교 일반대학원, 석사학위 논문, 2019.
- [6] Nakamoto Satoshi, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," 2008.
- [7] 임명환, "블록체인 기술의 특징과 산업활용 및 시장전망," 대한경영학회, 학술발표대회 발표논문집, 제4호, 2019, pp.21-21.
- [8] 블록체인 특징, <https://brunch.co.kr/@shinseonho/41> 2019년8월 검색
- [9] About Pub:Sub model, <https://medium.com/zaneiru-tech-life-blog/pub-sub-모델에-대해서-daa3c5c52aa8> 2019년 8월 검색
- [10] What is Pub-Sub?, <https://www.toptal.com/ruby-on-rails/the-publish-subscribe-pattern-on-rails>

2019년 8월 검색

- [11] 박찬길 · 최영화 · 이철희, "FinTech를 위한 다자간 컴퓨팅 암호기술," 디지털산업정보학회 논문지, 제15권 제1호, 2019, pp.61-66.
- [12] 이주화 · 이명숙, "IoT 기반의 효율적인 스마트도서관 자원 관리 시스템 개발," 디지털산업정보학회 논문지, 제15권 제2호, 2019, pp.1-9.

■ 저자소개 ■



옥 인 준
Ok, In Jun

2017년 9월~현재
충북대학교 정보통신공학부
(석사과정)
2010년 3월 충북대학교 정보통신공학부

관심분야 : 안드로이드, IoT, 소프트웨어,
임베디드시스템, 자동화 시스템,
인공지능
E-mail : dlswns9119@gmail.com

논문접수일 : 2019년 8월 1일
수정일 : 2019년 8월 24일
게재확정일 : 2019년 8월 26일