이더리움 스마트 컨트랙트 기반 자동 프린터 관리 시스템

김가현*, 김대한**, 최광훈***, 김강석**, 김재훈**

*아주대학교 디지털미디어학과
**아주대학교 사이버보안학과
***아주대학교 컴퓨터공학과

e-mail:kimgahyun1@ajou.ac.kr, kimchdh@ajou.ac.kr, saarc@ajou.ac.kr,
kangskim@ajou.ac.kr, jaikim@ajou.ac.kr

A Study on Automatic Printer Management System based on Ethereum Smart Contract

Kim Ga Hyeon*, Kim Dae Han**, Choi Kwang Hoon***,
Kim Kangseok**, Kim Jai-Hoon**
Department of Digital Media*, Ajou University
Department of Cyber Security**, Ajou University
Graduate School of Computer Engineering***, Ajou University

요 약

본 연구에서는 프린터에 블록체인을 사용하여 정보의 신뢰성을 기반으로 안전하고 편리하게 소모품을 주문할 수 있는 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다. 스마트 컨트랙트를 활용하여 기존의 거래 시의 불편함을 감소시키고 주문뿐만 아니라 결제까지 안전하게 이루어지도록 한다.

1. 개요

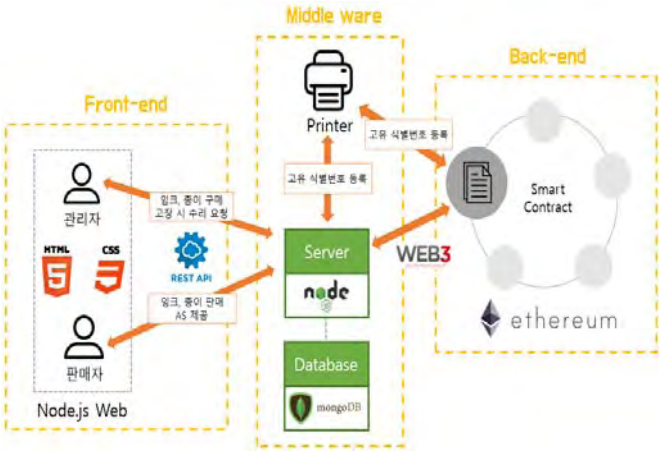
본 논문에서는 잉크, 토너, 용지 등의 소모품들의 소모량 히스토리를 관찰하여 완전히 소모되기 전에 프린터가 스스로 소모품을 주문하고, 현재 상태를 주기적으로 검사하여 고장 여부를 확인하는 스마트 프린터를 개발한다. 블록체인에 프린터 시스템을 등록하여 소모품 관리를 자동화할 뿐만 아니라 프린터의 현재 상태를 등록해 AS(구매 후 서비스) 자동 호출 서비스까지 제공한다. 또한, 이더리움의 스마트 컨트랙트를 이용해 블록체인의 가장 큰 장점인 데이터의 신뢰성을 확보한다.

2. 관련 연구

현재 존재하는 서비스 중 본 논문과 유사한 모델로는 삼성의 프린팅 토너 자동 주문 서비스가 있다. 아마존은 IoT(사물인터넷) 기술을 이용하여 소모품과 생필품을 자동 주문 및 배송하고 있다. 삼성과 아마존의 협업으로 삼성 프린터 사용자도 이 서비스를 이용할 수 있게 됐다. 프린터가 토너 사용량을 자동 측정하며 토너가 떨어지면 자동 주문이 진행된다. 본 논문의 스마트 프린터는 소모품이 떨어지면 자동으로 주문이 이루어진다는 점에서 유사하지만 자동 주문에서만 그치지 않고 자동결제와 자동 AS 호출 서비스까지 제공한다.

블록체인을 활용한 거래 시스템에는 중고차 매매 플랫폼, 공유 자전거 등이 있다.[1][2] 두 시스템 모두 거래의 신뢰성을 확보하기 위하여 블록체인을 사용하였다. 또한 스마트 컨트랙트를 통해 거래 장부 또한 자동으로 작성되며 블록 체인에 저장되어 효율적인 관리가 가능하다.

3. 시스템 구조



(그림 1)

(그림 1)은 스마트 프린터의 구조를 나타낸다. 스마트 프린터 시스템은 프론트엔드, 미들웨어, 백엔드로 구성된다.

(1) 프론트엔드(Front-end): 서비스를 이용할 이용자들이

속하며, 소모품을 구매하는 프린터 관리자와 소모품을 판매하고 AS를 제공할 판매자가 있다.

(2) 미들웨어(Middleware): 웹(Web)의 형태로 사용자들에게 제공된다. 프린터와 서버, 데이터베이스가 미들웨어에 속한다.

- 웹서버: Node.js를 이용한 서버 측에서 동작하는 웹 애플리케이션이다. 관리자에게는 현재 프린터의 상태, 주문 배송 상황, 소모품 잔여량 등의 정보를, 판매자에게는 구매 요청과 AS 요청 등의 정보를 제공한다. MongoDB 데이터베이스에 이용자들의 정보를 저장, 관리하며 이용자들에게 로그인과 회원가입 서비스를 제공한다.

(3) 백엔드(Back-end): Ethereum Virtual Machine(EVM)의 Solidity 언어를 이용해 스마트 컨트랙트를 개발한다. 프린터의 고유 식별번호를 등록하고 추후에 다른 프린터를 추가할 수 있도록 한다. 프린터의 상태를 주기적으로 검사하고 소모품이 일정량 이하로 떨어지면 자동으로 판매자에게 주문을 넣고 결제까지 처리한다. 또한, 스마트 컨트랙트를 웹과 연동하기 위해 네트워크 통신이 필요한데, 인터페이스로 쉽게 구현할 수 있는 Web3.js 라이브러리를 사용한다.

4. 설계

(그림 2, 3, 4)는 본 논문의 백엔드인 이더리움 스마트 컨트랙트 주요 코드이다.

```
struct paper_order{
        string printer_device;  //order된 프린터의 종류
        address seller;         //order되었을 때 판매를 한 사람
        uint80 order_num;       //주문 번호(추후에 고유번호를 부여할 예정)
        bool end;
}

struct ink_order{
        string printer_device;  //order된 프린터의 종류
        address seller;         //order되었을 때 판매를 한 사람
        uint80 order_num;       //주문 번호(추후에 고유번호를 부여할 예정)
        bool end;
}


struct num_register{
    uint256 ink_num;        // 현재 주문된 잉크 개수
    uint256 paper_num;      // 현재 주문된 종이 개수
}
```

(그림 2)

(그림2)에서는 프린터에 필요한 소모품인 종이와 잉크를 구조체로 정의하였다. 해당 구조체의 정보를 통해서 거래가 발생할 때의 정보를 블록체인에 저장하여 거래의 신뢰성을 확보한다.

종이와 잉크의 각각의 구조체 안에는 프린터의 종류와 판매자, 잉크와 종이의 주문 번호 저장을 위한 변수를 선언하였다. 프린터 종류는 프린터의 고유 Device ID를 통하여 프린터를 구분하기 위해 사용 되며 판매자는 Ethereum Network의 Account Address가 된다. 그리고 마지막으로 주문 번호는 주문 일시, 판매 정보등을 종합한 뒤 해시 값을 통해 각 주문별로 고유의 번호를 부여한다.

```
mapping (uint256 => paper_order) public Paper_Order;
mapping (uint256 => ink_order) public Ink_Order;

function order_ink(uint _order_num, string _device) public
    returns(bool suceess){
        num_register.ink_num++;
        Ink_Order[num_register.ink_num].order_num = _order_num;
        Ink_Order[num_register.ink_num].printer_device = _device;
        Ink_Order[num_register.ink_num].end = false;
        return true;
}

function order_paper(uint _order_num, string _device) public
    returns(bool suceess){
        num_register.ink_num++;
        Paper_Order[num_register.ink_num].order_num = _order_num;
        Paper_Order[num_register.ink_num].printer_device = _device;
        Paper_Order[num_register.ink_num].end = false;
        return true;
}
```

(그림 3)

(그림 3)에서는 Paper_Order와 Ink_Order 매핑을 정의하고 order_ink와 order_paper 함수에서 매핑을 사용한다. 함수의 인자로 들어온 _order_num을 매핑을 통해 각각 paper_order와 ink_order 구조체로 전달한다. 구매신청이 끝나면 판매자가 거래를 승낙하기 전까지 false를 할당한다. 마지막으로 구매 신청이 끝나면 반환값인 success에 true를 반환한다.

5. 결론

본 논문에서는 필요한 소모품의 주문에서 결제까지 자동으로 이루어지는 프린터 관리 시스템을 제안하고, 시스템 내에서 일어나는 거래의 신뢰도를 높이기 위해 왜 블록체인이 필요한지 제시하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2018 년도 정부 (교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2018R1D1A1B07040573).

참고문헌

[1] 김의현, 김민중, 김태영, 홍준기 "블록체인과 스마트 컨트랙트를 이용한 중고차 매매 플랫폼", 2018년 한국정보기술학회 하계공동학술대회 논문집, pp. 76-79.

[2] 전병민, 김기휘, 김남호, 홍충선 "블록체인 기술을 활용한 자전거 공유 경제 시스템 구축", 2017년 한국소프트웨어종합학술대회 논문집, pp. 2013-2015.