IC 카드에 의한 원외 전자처방전 보안을 위한 시스템 구축

강 세 나[†] · 이 기 한[††]

요 약

최근 환자의 개인적인 의료정보가 외부에 노출되는 것은 사생활적인 측면뿐 아니라 사회 활동 및 환경에도 영향을 준다. 그러므로 불법적인 조작으로부터 환자의 개인적인 의료정보를 안전히 보호하는 것은 중요하다. 이에 본 논문에서는 첫 번째, IC 카드에 전자처방전 정보를 저장하는 방법을 연구하고 두 번째, IC 카드에 저장된 정보에 접근하기 위한 사용자(의사, 간호사, 의료기관 관계자, 약국, 약사, 환자 등)의 접근 권한을 설계한다. 마지막으로 윈도우즈 2000이 지원하는 인증 관리 모델의 보안 API를 이용하여 인증서를 발급하고, 보안 서비스 제공 프로그램을 이용하여 공개키/개인키를 생성하여, 전자처방전에 대해 전자서명을 한다. 본 논문에서 제시한 시스템은 전자처방전의 안전성과 신뢰성을 확실히 보장할 수 있으며, 진료에 대한 서비스를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Implementation of the Electronic Prescription Security System Using by an IC Card

Se Na Kang[†] · Ki Han Lee[††]

ABSTRACT

Nowadays, a patient's private medical data which is exposed to the outside world has a severe effect on not only the patient's private life but also his/her social activities and environment. So, it is important to securely protect the patient's private medical data from the illegal manipulation. This paper studies the method to store the electronic prescription information in an IC card. For that, an access control for users, such as a doctor, a nurse, a medical institute member, a pharmacy, a pharmacist, or a patient, is proposed to access the data stored in an IC card. The certificate is issued using the Crypto API of a certificate management model supported by Windows 2000. The public/private key is created by the Cryptographic Service Provider program, and the electronic prescription is signed using the digital signature. The proposed system, therefore, can improve the quality of medical services by securing the safety and integrity of the electronic prescription, stored in an IC card.

키워드 : IC 카드(Integrated Circuit Card), 인증서(Certificate), 전자 서명(Digital Signature), 접근 권한(Access Control), 전자처방전(Electronic Prescription)

1. 서 론

국내 의료분야의 정보화로 정보의 교류가 활발해짐에 따라 의료정보 활용 및 공유의 필요성에 대한 인식이 높아지고 있다. 또한 의료기관의 환경이 변화되고 있으며, 환자들의 의료 서비스에 대한 욕구 증대 및 의료기관의 전문화 요구 등의 의료기관에 대한 정책이 변화되고 있다. 그러나 각 의료기관에서 사용되는 여러 정보 시스템들은 업무효율의 향상과 진료의 질적 향상을 위한 수단으로 사용되고는 있지만, 보관 및 관리에 대한 규정이 마련되어 있지 않아서 의료정보 활용에 따른 환자 정보가 외부에 노출될 위험이 높아졌다. 이에 의료정보 보호를 위한 보안체계의 설립, 운영 및 관리에 대한 관심이 고조되고 있다.

본 논문에서는 IC 칩이 내장된 카드에 전자처방전을 저장하기 위한 파일 시스템을 설계하고, 처리 및 암호 알고리즘을 내장하고 있는 IC 카드를 이용하여 전자처방전의 강력한 보안 위한 저장 및 검색 매체로 사용한다. 또한 전자처방전의 강력한 접근 보안을 위해 전자처방전 정보에 대한 접근 등급 및 권한 제한을 하고, 사용자 및 기관에 대한 인증 프로토콜을 설계한다. 마지막으로 안전성과 신뢰성을 보장하기 위해 PKI(Public Key Infrastructure)기반의 인증기관 구축을 통해 전자서명을 생성하여, 전자처방전의 기밀성(Confidentiality), 무결성(Integrity), 인증(Authentication), 부인방지(Non-Repudiation) 서비스를 보장한다. 이렇게 전자처방전 전달 시스템을 중심으로 IC 카드를 이용하여 보안 시스템을 구축하고자 한다.

※ 본 연구과제는 "2003년도 서울여자대학교 교내 특별과제 연구비"에 의해서 진행된 결과입니다.
† 준 회 원 : 서울여자대학교 대학원 컴퓨터학과
†† 정 회 원 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 교수
논문접수 : 2002년 7월 25일, 심사완료 : 2003년 3월 20일

2. 연구 내용 및 방법

2.1 전자처방전 파일 시스템 설계

IC 카드는 일반적으로 마이크로프로세서, 운영체제, 보안 모듈, 메모리 등을 갖추고, 특정 트랜잭션 처리능력의 집적 회로 칩을 내장한 신용카드 크기의 플라스틱 카드로 정의할 수 있다[1].

IC 카드의 파일 종류는 DF(Dedicated File), EF(Elementary File)로 나뉘어지며, DF는 파일의 디렉토리 구조를 나타낸다. DF는 다시 2종류로 나뉘어 지는데 DF들 중 루트 디렉토리에 해당하는 파일은 MF(Master File)라고 하고 이외의 파일들을 DF라고 한다. EF는 실제로 데이터가 저장되는 파일을 나타낸다. EF도 2종류로 나뉘어 지는데 카드의 운영체제가 사용하는 IEF(Internal Elementary File)와 응용 서비스의 정보를 저장하는데 사용하는 EF이다. IC 카드 파일 시스템은 MF, DF, EF에 의해 계층적인 구조를 가진다[2-4].

본 논문에서 구현하는 시스템에서는 2가지 종류인 환자 그룹용 카드와 관리 그룹용 카드가 사용된다. 그렇게 때문에 전자처방전 파일 시스템은 환자 그룹에서 사용하는 파일 시스템 구조와 병원, 의사, 간호사, 약국, 약사, 의료기관 관련자 그룹에서 사용하는 관리 그룹의 파일 시스템 구조로 나뉜다. 환자 그룹에서 사용하는 파일 시스템은 MF 아래 전자처방전에 대한 DF가 있고 개인 정보, 처방전 정보, 조제전 정보로 3개의 EF로 구성된다. 관리 그룹의 파일 시스템은 환자 그룹에 있는 전자처방전 DF와 그 아래 3개의 EF가 있고 관리를 위한 DF와 신분 정보 및 확인을 위한 정보인 EF로 구성된다. 환자 그룹용 카드의 환자 정보 부분에는 환자의 신상 정보, 의료보험 정보, 장애에 관한 정보로 구성되고, 처방전 정보에는 처방에 관한 일자, 약품 정보, 병명 정보, 의료기관 관련 정보로 구성되며, 조제전 정보에는 처방전 정보들과 조제전에 대한 체크 정보, 기타 사항 정보로 구성된다.

관리 그룹용 카드의 신분 확인 정보에는 관리자에 대한 번호와 발급 번호, 등록 일자 정보로 구성된다. 각 정보들은 기존 의료기관에서 사용하는 처방전 형식을 기초로 ISO/TC215/WG5의 Data Structure for Electronic Prescription을 참조하여 구성하였다[5]. (그림 1)은 전자처방전의 파일 시스템 구조와 각 파일의 정보를 보여준다.

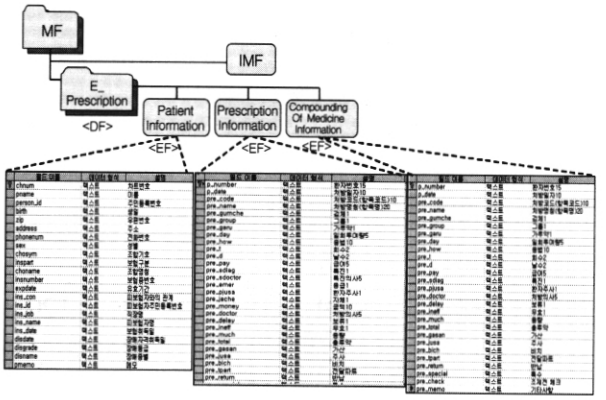
2.2 전자처방전 접근 권한 설계

접근 권한을 정의하고 관리하기 위해서는 접근 권한의 주체인 사용자 또는 기관에 대해 정의를 하고, 인증 프로토콜을 설계한다. 그리고 전자처방전에 대한 권한 유형을 설정한다. 이러한 권한 부여를 통해 IC 카드에 저장된 전자처방전에 대해 접근 보안을 한다.

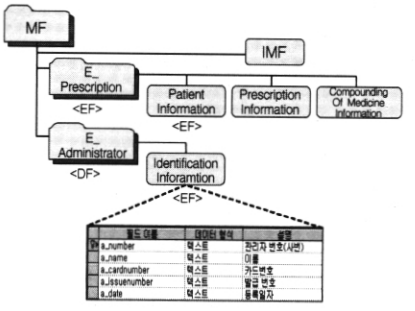
2.2.1 전자처방전을 이용하는 사용자, 기관 정의 및 인증 프로토콜 설계

<표 1>과 같이 전자처방전을 사용하는 사용자 중심으로 환자, 의사, 간호사, 약사, 의료기관 관련자 그룹으로 구분을 했으며, 기관을 중심으로는 병원, 약국 그룹으로 구분했다.

<환자 그룹용 카드>



<관리 그룹용 카드>



(그림 1) 전자처방전 파일 시스템 구조와 각 파일의 정보

〈표 1〉 전자처방전을 사용하는 구성원과 인증 프로토콜

항 목	구 성 원	인증 프로토콜
Hospital Group	병원	암호키(Triple DES)
Doctor Group	의사	개인식별번호(PIN)
Nurse Group	간호사	개인식별번호(PIN)
Pharmacy Group	약국	암호키(Triple DES)
Pharmacist Group	약사	개인식별번호(PIN)
Staff Group	의료기관 관계자	개인식별번호(PIN)
Patient Group	환자	개인식별번호(PIN)

2.2.2 전자처방전 DF와 EF에 대한 권한 유형과 ACL (Access Control List)

DF와 EF에 대한 권한 유형과 ACL은 <표 2>와 같으며, ACL은 DF와 EF를 접근하는 제어 목록으로 불리언 식의 규칙을 가지고 있으며, UID(User IDentifiers)과 GID(Group IDentifiers)를 포함한다. 그리고 연산으로 AND와 OR를 사용한다. 타입은 Disjunctive와 Conjunctive로 나누어지며, 아래와 같은 표현식으로 나타낸다[6].

Disjunctive	Conjunctive
(A AND B) OR (C AND D)	(A OR B) AND (C OR D)

〈표 2〉 DF와 EF의 권한 유형과 ACL

연 산	정 의	규 칙
DIR_ENUM	DF 안의 파일 목록 허가	Only Administrator
DIR_ACCESS	DF 안에 있는 파일 생성 또는 오픈에 대한 패스	[(Hospital Group) OR (Doctor Group) OR (Nurse Group) OR (Pharmacy Group) OR (Pharmacist Group) OR (Staff Group) OR (Patient Group)]
DIR_CREATEFILE	DF 생성	Only Administrator
DIR_DELETE	DF 삭제	Only Administrator
DIR_GETATTRIBUTES	DF 속성 복귀	Only Administrator
DIR_SETATTRIBUTES	DF 속성 세팅	Only Administrator
FILE_READ	EF 읽기	[(Hospital Group AND Doctor Group AND Nurse Group AND Pharmacy Group AND Pharmacist Group AND Patient Group) OR (Staff Group)]
FILE_WRITE	EF 쓰기	[(Doctor Group) OR (Pharmacist Group) OR (Patient Group)]
FILE_EXECUTE	EF 실행	Only Administrator
FILE_EXTEND	EF 크기 변경 (파일 내용 변경)	[(Doctor Group AND Pharmacist Group AND Patient Group) OR (Staff Group]
FILE_DELETE	EF 삭제	Only Administrator
FILE_GETATTRIBUTES	EF 속성 복귀	Only Administrator
FILE_SETATTRIBUTES	EF 속성 세팅	Only Administrator
FILE_CRYPTO	EF이 암호화 연산 사용	Only Administrator

〈표 3〉 전자처방전에 대한 접근 권한

	Hospital Group			Doctor Group			Nurse Group			Pharmacy Group			Pharmacist Group			Staff Group			Patient Group		
	E_Pre	Pa	Pr/Co	E_Pre	Pa	Pr/Co	E_Pre	Pa	Pr/Co	E_Pre	Pa	Pr/Co	E_Pre	Pa	Pr/Co	E_Pre	Pa	Pr/Co	E_Pre	Pa	Pr/Co
DIR_Access	O			O			O			O			O			△			O		
FILE_Read	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	△	△	△	O	O	O
FILE_Write	X	X	X	X	O	X	△	X	X	X	X	X	X	X	O	△	X	X	O	X	X
FILE_Extend	X	X	X	X	O	X	△	X	X	X	X	X	X	X	O	△	X	X	O	X	X
FILE_Delete	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

※ E_Pre : Electronic_Prescription DF
※ Pa : Patient Information EF, Pr : Prescription Information EF, Co : Compounding of medicine Information EF
※ O : Possible, X : Impossible, △ : Possible or Impossible

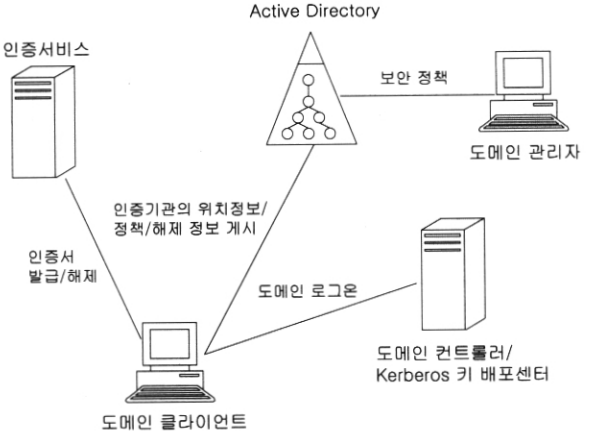
DF의 권한 유형에 대한 접근 제어 규칙은 7개의 사용자 그룹 모두가 DF에 접근할 수 있는 DIR_ACCESS 권한 유형을 제외하고는 Only Administrator로 설정한다. 그리고 EF의 권한 유형에 대한 접근 제어 규칙은 Health Card에서 발표된 프랑스 네트워크 시스템의 접근 권한에 관한 표와 ISO/TC215/WG5의 보안을 위한 기능 및 속성을 참고하여 설계하였다[5, 7].

각 권한 유형에 따른 접근 제어 규칙을 기초로 카드를 사용하는 사용자 그룹에 따른 전자처방전 DF 및 EF에 대한 접근 권한을 정리한 것은 <표 3>과 같다.

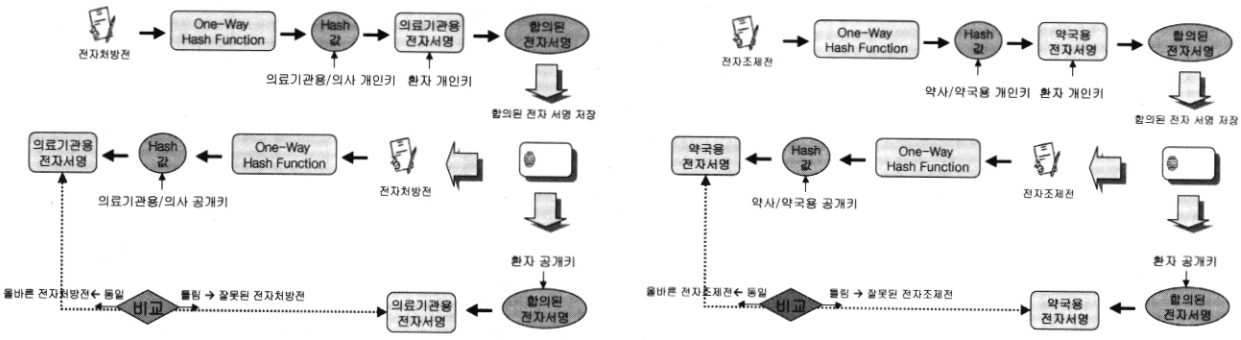
2.3 PKI 기반의 전자서명 인증센터 구축 및 전자처방전을 위한 전자서명

마이크로소프트사의 윈도우즈 2000을 이용하여 가상의 PKI 기반의 전자서명 인증센터를 구축하였다. (그림 2)는 윈도우즈 2000에서 제공하는 PKI 구성요소이다.

PKI의 핵심 요소는 인증 서비스이다. 인증기관에서는 인증서 발급과 해제를 지원하고, Active Directory와 통합되어 있어 인증기관의 위치 정보와 정책을 제공하며, 인증서와 해제 정보를 게시한다. 윈도우즈 2000에서 지원되는 인증기관 모델 중 엔터프라이즈 루트 인증기관을 설치하여 인증서 요청에 대해 발급을 하고, 전자서명에 사용할 키와 인증서를 생성하며, Active Directory를 이용하여 디렉토리 서비스를 한다[8-10].



(그림 2) 윈도우즈 2000 PKI 구성요소



(그림 3) 전자처방전과 전자조제전의 전자서명 생성과 검증과정

엔터프라이즈 루트 인증기관을 구현하기 위한 핵심 요소는 도메인 컨트롤러를 포함한 호스트 서버를 선택해야 한다. 인증기관 식별 정보인 인증기관 이름, 조직, 조직 구성 단위, 국가·영역, 시·도, 구·군, 전자메일, 인증기관 설명, 유효기간 중 인증기관 이름은 인증서에 바운드 함으로써 변경할 수 없기 때문에 이러한 점을 고려해야 하며, 공개키 쌍은 설치 과정 중 생성되고, 루트 인증기관이기 때문에 공개키 개인키 쌍을 사용하여 자동으로 자체 서명된 인증기관 인증서를 생성한다. 그리고 인증기관에 관련된 정보를 Active Directory에 통합하며, Enterprise Policy Module을 설치하고 권한 있는 관리자에 의해 수정될 수 있도록 한다.

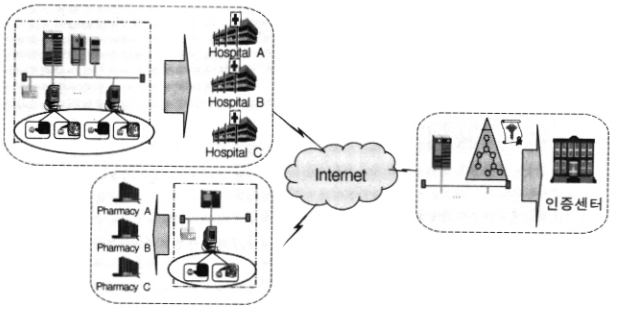
(그림 3)과 같이 의료기관에서 진료시 생성되는 처방전 정보를 의료기관용 또는 의사의 개인키를 통해 전자처방전에 대한 의료기관용 전자서명값을 생성하고, 환자의 개인키를 통해 전자처방전에 대한 합의된 전자서명값을 생성한다. 그리고 생성되어진 합의된 전자서명과 전자처방전을 IC 카드에 저장을 하고, 올바른 전자처방전임을 전자서명값 검증을 통해 확인한다. 약국에서는 전자조제전에 대해 약국 또는 약사의 개인키를 통해, 전자조제전에 대한 약국용 전자서명값을 생성하고, 환자의 개인키를 통해 전자조제전에 합의된 전자서명값을 생성한다. 그리고 생성되어진 합의된 전자서명과 전자조제전을 IC 카드에 저장을 하고, 올바른 전자조제전임을 전자서명값 검증을 통해 확인한다. 이렇게 전자서명을 이용하여 사용자에 대한 인증 기능을 할 수 있으며, 송·수신되는 전자처방전과 전자조제전의 비밀성, 무결성, 부인방지 서비스를 보장할 수 있다.

3. 연구 결과

3.1 전자처방전 보안 시스템 개발 환경 및 개요

- 운영체제 : Windows 2000 Server / Professional
- 개발도구 : WFSC Smart Card Toolkit 1.1 / Service Pack
- 개발 언어 : Visual C++ 6.0 / Visual Basic 6.0
- 카드 사양
  - COSWindows powered smart card v 1.1, EEPROM : 16Kbytes
  - ISO 7816-1, 2, 3, 4 표준 규격 준수
  - DES/Triple DES, RSA, SHA-1 등 암호화 알고리즘 지원, 통신 : T = 0, T = 1 지원
- 단말기 사양
  - ISO 7816-1, 2, 3, 4가 지원되는 모든 IC 카드 지원, PC/SC 지원, RS-232C 통신

본 논문에서 구현한 IC 카드를 이용한 전자처방전 보안 시스템의 전체 구성에 대한 개요는 (그림 4)와 같다. PKI 기반의 인증기관을 통해 개인키, 공개키, 인증서를 발급 받고 발급된 항목들을 IC 카드에 저장한다. 그리고 의료기관과 약국에서 환자카드와 함께 전자서명을 통하여 처방전 정보와 조제전 정보를 카드에 저장하고, 각 활용도에 맞추어 사용된다.



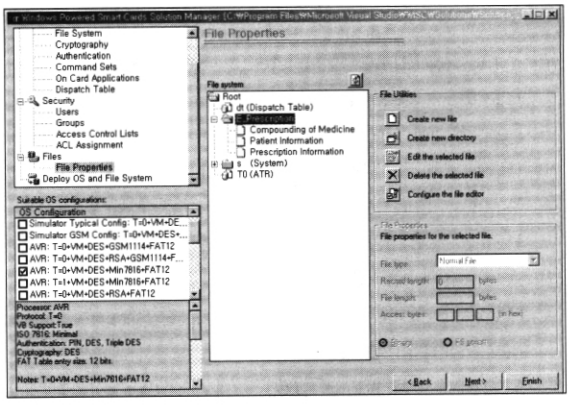
(그림 4) 전체 구성에 대한 개요도

IC 카드의 파일 시스템, 접근 권한 구현 및 인증기관 구현을 통해서 전자서명을 생성, 검증 과정을 적용시켜 시스템을 구현하였다.

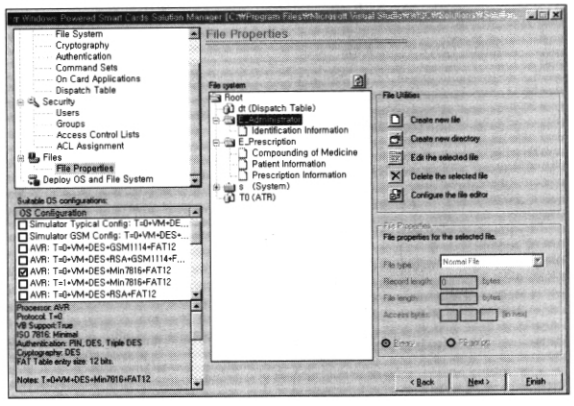
3.2 전자처방전 저장 보안을 위한 IC 카드 시스템 구현

전자처방전 저장 보안을 위한 IC 카드 시스템의 파일 시스템 구조는 WFSC Smart Card Tool Kit을 통해 볼 수 있다. (그림 5)는 환자 그룹용 카드와 관리 그룹용 카드의 파일 시스템 구현을 나타낸다.

<환자 그룹용 카드>



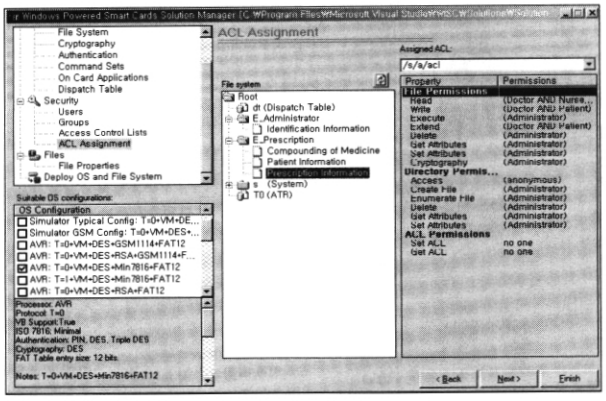
<관리 그룹용 카드>



(그림 5) 환자/관리 그룹용 카드의 파일 시스템 구현화면

3.3 전자처방전 접근 보안을 위한 접근 권한 구현

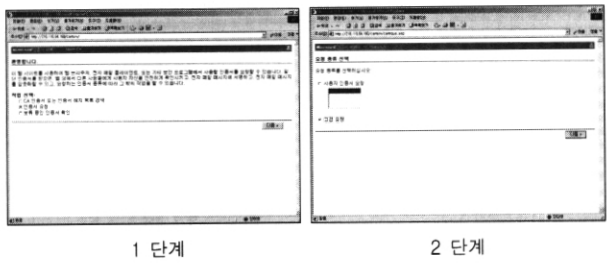
전자처방전 접근 보안을 위한 각 EF별 접근 제어 목록 또한 WFSC Smart Card Tool Kit을 통해 볼 수 있다. 그림 6은 전자처방전 DF 아래 개인 정보 EF의 접근 제어 목록을 보여주는 예이다.



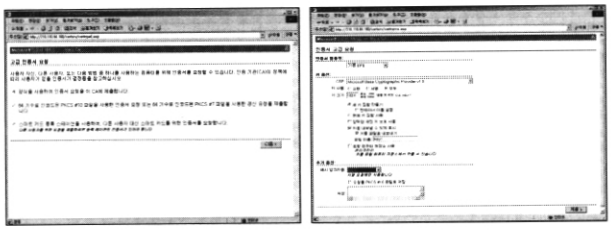
(그림 6) 전자처방전의 개인 정보에 대한 접근 제어 목록 예

3.4 전자처방전 전달 보안을 위한 전자서명 시스템 구현

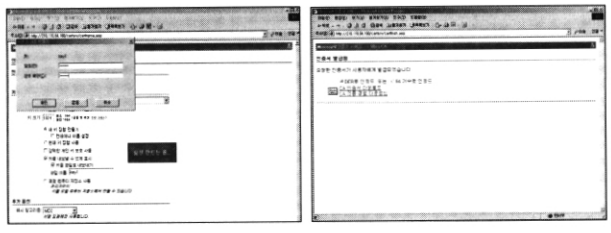
윈도우즈 구성 요소 마법사를 이용하여 엔터프라이즈 루트 인증기관을 설치하고, 엔터프라이즈 루트 인증기관의 설치가 종료되면, (그림 7)에서와 같이 6 단계를 통해 인증서를 요청한 후 인증서를 발급 받고, 인증서를 원하는 곳에 설치할 수 있다. 그리고 구현된 인증기관은 콘솔을 통해 발급된 인증서와 폐지된 인증서를 관리할 수 있다. 그리고 IC 카드를 이용한 전자처방전 보안 시스템 구현의 보안 모듈로 (그림 8)과 같은 키 쌍을 이용하여, 전자 서명을 위한 암호화 복호화 모듈을 통해 전자처방전의 합의된 전자서명과 전자조제전의 합의된 전자서명을 생성하고, 검증 과정을 통해 사용자의 인증과 데이터의 비밀성, 무결성, 부인방지 서비스를 보장한다.



1 단계 2 단계

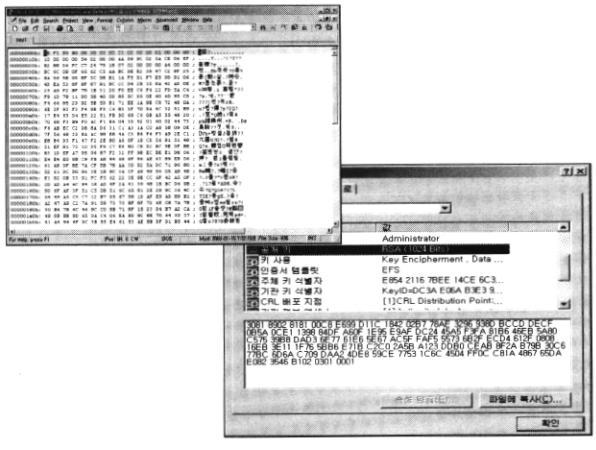


3 단계 4 단계



5 단계 6 단계

(그림 7) 인증서의 요청과 발급 화면



(그림 8) 디지털 서명을 생성할 키 쌍

4. 연구 결론 및 고찰

본 논문에서 구현한 시스템은 의약 분업 이후 처방전 전달 시스템의 보안 문제를 해결하고자 기술적인 방법으로 저장 보안, 접근 보안, 전달 보안에 초점을 맞추어 개발하였다. 진료 기록이 전자의무기록으로 전환될 수밖에 없는 상황에서 환자의 진료 정보는 반드시 보호되어 한다. 개인의 비밀 정보를 개인의 승낙 없이 활용하거나 유출하는 것은 범법 행위이다. 이에 본 논문에서는 환자 정보의 차별화된 접근 권한과 디지털 서명을 통한 시스템 구현에 의해서 보다 완벽한 환자 정보 보호를 보장하였다.

첫 번째, 저장 보안으로 마그네틱 카드 단가보다 고가이기는 하지만 정보의 관리, 활용성, 보안성이 우수한 IC 카드를 이용하여 시스템을 구축함으로써 다수의 의료기관과 연계가 가능하다. 전자처방전 정보 뿐 아니라 의료기관에서 사용되는 다양한 정보들을 저장하고 관리할 수 있다. 두 번째, 접근 보안으로 사용자별, 접근하는 파일별로 접근 권한을 설계하여 사생활적으로 민감한 의료정보의 접근을 제한하였다. 그러나 국내 종합 의료 시스템에 맞추어 좀 더 세분화한 접근 권한을 설계하여 실제 시스템에 적합한 접근 권한으로 수정해야 할 필요성이 있다. 세 번째, 전달 보안으로 가상의 인증기관을 구현하고, 인증기관을 통해 인증서를 발급 받아 전자서명을 생성하고 검증함으로써 사용자의 인증과 데이터의 비밀성, 무결성, 부인 방지 서비스를 보장할 수 있었다. 그러나 소프트웨어적인 암호화 모듈을 사용함으로써 하드웨어 모듈을 사용한 사례에 비해 병목 현상 문제점을 발견할 수 있었다. 또한 구현된 인증기관은 가상 인증기관으로 의료정보 분야를 위한 인증기관 설립 정책이 기존 전자상거래를 위한 인증기관의 정책에 비해 미흡하게 설정되었다.

추후 의료기관에 관련된 환자의 등록, 입원 처방 등의 정보를 처리하는 HIS(Hospital Information System), 진단 방사선과의 정보를 다루는 RIS(Radiology Information System)의료영상 정보의 전송 체제인 PACS(Picture Archiving and Communication System)등과의 유기적인 결합을 통해 IC 카드의 활용성을 증가시키고, 의료분야의 특수성을 고려하여 인증기관의 설립 및 운영을 통해 좀 더 신뢰할 수 있는 의료정보에 대한 인증을 할 수 있도록 해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] ETRI IT 지식정보센터, "스마트카드 기술 및 세계동향", 주간 기술동향, 통권 제1034호, 2002.

[2] 김신효 정병호, "스마트카드 기반 휴대단말 보안기술 동향", 전자통신동향분석, 제17권 제3호, 2002.

[3] 기술정보센터 정보조사분석팀, "스마트 카드 기술/시장 보고서" 30대 품목 기술/시장보고서, 1999.

[4] Wrankl & Effing, Translated by Kenneth Cox, "Smart card HandBook second edition," John wiely&Sons, 2000.

[5] Gerd Bauer, "Data Structure for Electronic Prescription," (Proposal), ISO/TC215/WG5, 2000.

[6] Window For Smart Card Toolkit 1.1 메뉴얼, 2000.

[7] Health card 1995~1999, ISO press, 1995~1999.

[8] Andrew Nash William Duane Celia Joseph Derek Brink, "PKI : Implementing and Managing E-Security," Osborne/McGraw-Hill, 2001.

[9] Microsoft, "Windows 2000 공개키 기반구조 소개", White paper, 1999.

[10] Microsoft, "Windows 2000 Security Technical Overview," White paper, 2000.

[11] 송명원, "우리나라 공공분야 전자서명 인증관리 체계에 관한 연구", 한양대학교 석사학위논문, 2001.

[12] 한국정보보호센터, "인증관리체계 운영자 교육과정", 2000.

[13] Jose Luis Zoreda Jose Manuel Oton, "Smart cards," Artech House Boston London, 1994.

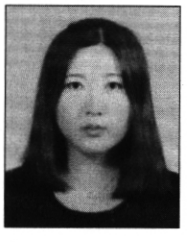
[14] 金東新, "XML 문서의 접근 권한 관리", 동국대학교 석사학위논문, 2000.

[15] Gerd Bauer, "Data Structure for Electronic Prescription," (Proposal), ISO/TC215/WG5, 2000.

[16] 신영수, "임상 의료 정보학 입문", 고려의학, 1997.

[17] 宋永富, "디지털 서명 인증관리센터의 인증서버 구현", 인천대학교 석사학위논문, 2000.

[18] J. H. van Bemmel, M. A. Musen, 한국보건정보교육학회 역 "보건정보학개론", 현문사, 2000.



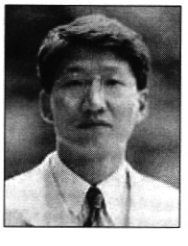
강 세 나

e-mail : forever11@hanmail.net

1999년 서울여자대학교 컴퓨터학과(학사)

2003년 서울여자대학교 대학원 컴퓨터학과 (이학석사)

관심분야 : Smart Card



이 기 한

e-mail : knight@swu.ac.kr

1987년 서강대학교 컴퓨터공학과(학사)

1989년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)

1993년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사)

1995년~1999년 서울여자대학교 컴퓨터학과 조교수

1999년~현재 서울여자대학교 컴퓨터학과 부교수

관심분야 : Smart Card, 의료 정보, Bio-infomatics