Journal of Korea Multimedia Society Vol. 8, No. 7, July 2005(pp. 988-999)

디지털 상품 거래를 위한 전자지불 프로토콜 설계 및 구현

한재균†, 박세승††

요 약

인터넷이 상거래를 변환시키면서 지불 방법이 인터넷을 통한 상거래를 성공적으로 이끄는 중요한 요소가 되고 있으며, 전자 화폐는 기존 실물 화폐가 가지는 모든 특성들을 가지면서 모든 거래에 대해 보안성을 보장해 준다. 따라서 전자 화폐를 기반으로 하는 인터넷 지불 시스템이 향후 전자 상거래에 있어서 안전하고 효율적인 지불 방법으로 기대된다. 디지털 상품과 같은 콘텐츠 상품은 상품의 전달과 대금 지불이 동일 네트워크에서 이루어질 수 있다는 특성을 가짐으로써 전자 상거래 시스템의 설계를 최적화하는데 도움이 된다. 본 논문에서는 지불 과정을 가상 ID를 사용하여 익명성이 가능하도록 하였으며, 동일 네트워크에서 처리하여 지불단계를 줄일 수 있었고, 암호화 횟수 및 통신횟수를 감소시킴으로서 시스템의 효율성 및 안전성이 확보되도록 하였다.

Design and Implementation of the Electronic Payment Protocol for Digital Merchandise

Jae-Kyun Han†, Sei-Seung Park††

ABSTRACT

As the Internet continues to have the commercial trade changed, the method of payment is one of critical components to conduct successful businesses through the internet. An electronic cash has all of the characteristics of a traditional commodity cash and ensures the security for all transactions. Accordingly an internet billing system based on the electronic cash is expected as the secure and efficient payment method for the future electronic commerces. The digital contents such as digital merchandise and services have the characteristic that both the delivery of merchandise and the payment of money can be accomplished on the same network and are helpful to idealize the design of the electronic commerce system. In this paper, Anonymity got to be possible by using a virtual ID in the process of payment, the payment steps were decreased by being processed on the same network, and the efficiency and the security were guaranteed by decreasing the frequency of the coding and communication.

Key words: Security(보안), Electronic Cash(전자화폐), PKI(공개키기반구조)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 한재균, 주소 : 광주광역시 광산구 월계동 864-3(506-735), 전화 : 062)973-5100, FAX : 062)973-5106, E-mail : jiguin@knou.ac.kr
접수일 : 2005년 3월 4일, 완료일 : 2005년 7월 22일
† 조선대학교 정보통신공학과
†† 조선대학교 전자공학과 교수
(E-mail : sspark@chosun.ac.kr)
※ 이 논문은 2000학년도 조선대학교 학술연구비의 지원에 의한 연구 결과입니다.

1. 서 론

21세기는 정보화를 주도해 가는 국가만이 경쟁력을 가질 수 있는 사회이다. 이러한 정보화 시대가 현실화되면서 인터넷의 사용빈도도 급속히 증가하여 개인의 사생활이나 개인정보는 중요한 이슈가 되고 있는 실정이다. 현대 사회의 인터넷은 급속한 보급과

발전으로 사회활동 전반에 걸친 변화를 주도하고 있으며, 이를 받아들여야 하는 시점에서 새로운 형태의 상거래인 인터넷을 이용한 전자상거래(Electronic Commerce)가 확산·발전되고 있다.

통계청이 최근 발표한 자료에 따르면 2003년 기업간 전자상거래 거래규모는 초고속으로 성장하여 전년대비 32.2% 증가한 235조250억 원에 이르렀다. 이러한 전자상거래가 계속 발전하기 위해서는 안전성과 신뢰성이 확보되어야 할 것이다. 하지만 네트워크에서 사용되는 자료의 특수성으로 인하여 전자화폐에 대한 지불 방식은 사용자의 개인 정보 유출 및 불법 사용과 같은 문제점에 노출되어 있는 실정이다.

전자화폐란 실물화폐의 신용성에 기반을 두고, 기본 화폐가 지니고 있는 불편함을 해소시키기 위해 일정한 화폐 가치를 IC 카드나 PC 등에 디지털 가치로 저장했다가 온라인이나 오프라인 형태로 상품을 구매하거나 비용을 지불함으로써 원격지 이송에 따른 통신 기능, 휴대 및 보관의 편익 기능, 위조방지 기능 등을 추가한 새로운 전자적 결제 방법이라고 정의할 수 있다. 화폐로서의 기능상 전자동전(Electronic Coin)[1]방식과 전자수표(Electronic Check)[2]방식으로 분류하며, 액면 가치를 보증하기 위해 은행이 서명한 디지털 신호로 표현된 가치정보이다. 기존의 실물 화폐는 거래의 불편함, 휴대의 불편함, 그리고 제작비용, 원거리에서의 상품 구입에는 부적합하다. 한편, 신용 카드를 이용한 지불 방법도 카드 번호의 노출 위험, 위조 가능성이 있으며 실물 화폐가 가지는 익명성, 오프라인성을 보장하지 못하고 있으며 양도도 불가능한 많은 단점을 가지고 있다. 인터넷을 기반으로 한 가상공간에서 사용자가 전자화폐를 서로 쉽게 주고받을 수 있도록 하여 실물화폐를 대체할 수 있는 새로운 개념의 화폐[3]에 대한연구가 절실한 상황이다.

전자화폐에 대한 연구개발은 1982년 David Chaum의 은닉서명에 기반 한 추적 불가능한 온라인형 전자화폐 프로토콜이 처음 등장한 이래 전자화폐가 요구하는 여러 가지 조건들을 만족시키는 많은 방식들이 제안되어 오고 있으며, 전자지불 시스템의 프로토콜은 안전성 및 보안성을 위해 여러 가지 요구사항을 고려하여야 한다[4]. 이러한 시스템의 중요한 기술인 디지털 서명, 은닉 서명과 같은 인증 기능 및 보안은 공개키 기반구조(PKI)의 대표적인 RSA (Rivest-Shamir-Adleman)를 통한 암호화를 이용하여 보안기술에 기반을 둔 안전장치를 갖추는 것이 바람직할 것이다[5]. 익명성이 제공되는 전자화폐 시스템에서 익명성을 오용함으로써 발생할 수 있는 각종 위협요소는 위조, 이중사용, 위장, 초과사용, 돈세탁, 불법 구매, 약탈, 은행 강탈 등이 있다. 전자지불 프로토콜은 디지털 정보화(Independence), 재사용 불가능성(안전성), 익명성(Privacy, Untraceability), 오프라인성(Offline), 양도 가능성(Transferability), 분할 이용 가능성(Divisibility), 부정 사용자의 익명성 취소(Anonymity Revocation of illegal user) 등을 요구하고 있다. 인터넷과 웹을 기반으로 한 온라인 쇼핑몰에서는 TV, 냉장고, DVD 등과 같은 상품뿐만 아니라 소프트웨어, 비디오 타이틀, MP3 오디오 파일 등과 같은 디지털 콘텐츠도 거래될 수 있다. 디지털 콘텐츠는 일반 상품과 달리 대금 결제가 이루어지면 메일이나 파일 전송 등의 방법으로 인수할 수 있는 장점이 있다.

NetBill은 콘텐츠만을 거래하기 위한 지불브로커 방식의 소액 지불 시스템이다[6]. 구매자는 NetBill 서버의 지불 승인을 받은 후 상품을 수령하고, 판매자는 결제가 일어난 후 상품을 전달하기 때문에 구매자와 판매자 모두가 상호 신뢰할 수 있으나, 매 서비스마다 NetBill 서버에 접속하여 확인 절차를 거쳐야 하고, 거래 단계도 복잡함으로 인하여 다른 지불 프로토콜에 비해서 전자 서명이 많이 쓰이는 단점이 있다. 또한, 판매자는 구매자의 신원을 파악하고, NetBill에 의한 모든 거래 정보는 서버에 기록되므로 거래를 추적할 수 있기 때문에 구매자와 판매자 모두 익명성이 보장되지 않는다.

E-cash의 경우도 수취인이 은행계좌에 동전을 입금하게 되면, 은행에서는 동전의 일련번호 등을 기록하여 두 번 이상 사용될 수 없도록 하는 과정에서 수취인의 입금내역을 파악할 수 있어서 수취인의 익명성은 보증되지 않으며, Netcash의 경우도 은행이 구매자에게 화폐를 인출할 때 화폐의 일련번호를 확인하고 온라인 데이터베이스에 기록하여 익명성을 제공하지 못하는 문제점이 있다[7].

본 논문에서는 공개키기반구조(PKI)의 네트워크형 전자화폐 기반의 전자지불 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜은 콘텐츠(소프트웨어, 잡지 등)만을 취급하는 NetBill 시스템의 문제점인 익명성이 보장되지 않는 부분을 보완하였으며, 구입과 지불을 동일 네트워크에서 처리하여 지불단계를 줄일 수 있었

으며, 암호화 횟수 및 통신횟수를 감소시킴으로서 시스템의 효율성 및 안전성이 확보되도록 하였다.

2. 디지털 상품 거래를 위한 전자지불 프로토콜

2.1 제안된 네트워크형 전자지불 프로토콜

2.1.1 프로토콜 개요

콘텐츠만을 취급하는 NetBill 시스템의 경우 고객과 상점 모두 익명성이 보장되지 않는 단점을 가지고 있으며, 고객은 지불승인을 받은 다음 상품을 수령하고, 상점은 결제가 일어난 후 상품을 전달하기 때문에 고객과 상점 모두 상호간에 신뢰할 수는 있지만, 구매 결정에서부터 콘텐츠를 이용할 수 있는 거래 단계가 복잡하다. 매 서비스마다 서버에 접속하여 확인 절차를 거치고, 거래 단계도 복잡함으로 인하여 다른 지불 프로토콜에 비해서 전자 서명이 많이 쓰이는 단점도 있다.

따라서 본 논문에서 제안하는 전자지불 프로토콜의 전체 흐름도는 그림 1과 같으며 상품이 모두 디지털로 되어 있기 때문에 상품 제공과 지불 사이에 생기는 공백으로 인한 불신이 발생하지 않는다는 점을 감안하여, 상품 주문과 지불을 동시에 처리함으로써 익명성이 보장되고 거래 단계를 최소화 할 수 있도록 설계하였다.

◈ 제안된 전자지불 프로토콜을 설명하는데 사용되는 기호는 다음과 같다.

CA : 인증기관
B : 은행
V : 판매자
C : 구매자
M : 문서
ER : 공개키 암호 알고리즘
DR : 공개키 복호 알고리즘
Z : 압축 알고리즘
KU_A : A의 공개키
KR_A : A의 개인키
E : 관용키 암호 알고리즘
D : 관용키 복호 알고리즘
Ks : 세션키
H : Hash 알고리즘
Certificate A : A의 인증서
|| : 연접(Concatenation) 연산

2.1.2 인증서 및 IDc

1) 인증서 및 IDc 신청

구매자의 익명성을 보장하기 위해서 구매자는 인증기관(CA)에 자신의 실명정보를 제공하고, 인증서와 익명성 유지를 위한 가상 ID를 신청한다. 구매자(C)는 자신의 실명정보(Customer), 인증서 암호와 콘텐츠 구매에 사용할 가상 ID(IDc)를 CA의 공개키로 암호화하여 인증기관에 전송한다.

$$ER_{KUca}\{Customer \parallel IDc \parallel Pswd\} \quad (1)$$

2) 인증서 및 IDc 발행

인증기관(CA)은 구매자(C)의 신원을 확인하고 인증서를 C에게 신청당시 즉시 전송한다.

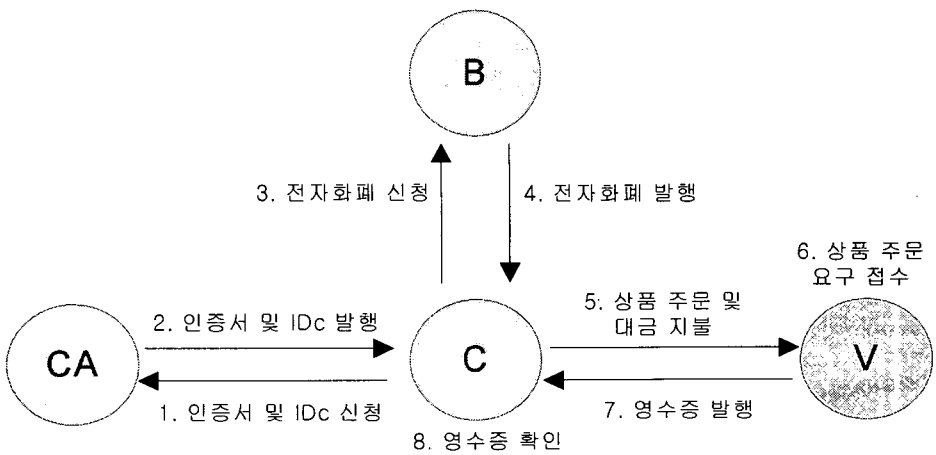


그림 1. 제안된 프로토콜의 전체 흐름도

Certificate C (2)

2.1.3 전자화폐 신청 및 발행

1) 전자화폐 신청

구매자는 자신이 사용할 전자화폐의 금액만큼을 은행에 입금하고, 인증서와 IDc를 전송하여 전자화폐 발행을 요구한다. 구매자는 개인의 실명정보가 아닌 인증서와 IDc만을 사용하기 때문에 은행은 구매자의 개인실명 정보를 알 수 없고, 대신에 IDc만으로 거래를 하게 된다. 구매자는 인증서, IDc 및 전자화폐로 전환하고자하는 금액(Cash)을 은행의 공개키와 사용자의 비밀키로 암호화하여 전송한다.

$ER_{KUb}\{ER_{KRc}\{Cash \parallel IDc \parallel Certificate\ C\}\}$ (3)

2) 전자화폐 발행

은행은 인증서와 IDc를 검증하고 입금된 금액에 맞는 전자화폐를 발행한다. 검증된 자료의 전자화폐 금액은 IDc의 정보로 DB에 저장하고, 구매자가 접속할 경우 상품 구매 내역 및 전자화폐 발행내역을 표시하고, 사용 가능한 전자화폐의 금액을 나타낸다. 구매자에게 전자화폐 발행금액(E-Cash)을 은행의 인증서를 첨부하여, 구매자의 공개키와 은행의 비밀키로 암호화하여 전송한다. 이때 은행은 신청한 전자화폐 금액과 은행 잔액을 비교한 후에 발급여부를 결정하고 정당한 발급 신청일 시에 전자화폐를 발급한다.

$ER_{KUc}\{ER_{KRb}\{E\text{-}Cash \parallel IDc \parallel Certificate\ B\}\}$ (4)

2.1.4 상품 주문과 대금 지불의 동시 처리

상품 주문 및 대금지불 블록도는 그림 2와 같으며, 구매자(C)는 인증기관으로부터 발급 받은 IDc로 DB에 접속하게 되고, 접속과 동시에 IDc의 구매자가 사용 가능한 전자화폐의 금액이 계산되어 사용 제한을 받는다. 구매자(C)는 판매자(V)의 준비된 상품 중에서 원하는 콘텐츠를 선택한 후 전자화폐금액과 콘텐츠 정보를 전송하고 전송과 동시에 DB에 주문서의 내용을 등록한다. 주문서(M)를 Hash하고 자신의 개인키(KRc)로 암호화하는 과정을 통하여 주문서에 자신의 서명을 한다. 하지만 사용자의 실명정보는 알 수 없다.

M={IDc, 콘텐츠 번호, 전자화폐 금액, 전자 화폐발행 번호} (5)

$ER_{KRc}\{H(M)\}$ (6)

그리고 차후에 발생될 전송 및 변조여부의 시비를 확인 할 수 있도록 Hash된 주문서(H(M))를 보관한다. 그리고 M, $ER_{KRc}\{H(M)\}$, Certificate C를 함께 압축하고 세션키(Ks)를 사용하여 관용키 암호알고리즘으로 암호화한다.

$E_{Ks}\{Z\{M \parallel ER_{KRc}\{H(M)\} \parallel Certificate\ C\}\}$ (7)

세션키(Ks)는 판매자(V)의 공개키(KU_V)로 암호화한 후

$ER_{KUv}\{Ks\}$ (8)

세션키로 암호화한 주문서와 같이 판매자(V)에게 전송한다.

$E_{Ks}\{Z\{M \| ER_{KRc}\{H(M)\} \| CertificateC\}\} \| ER_{KUv}(Ks)$ (9)

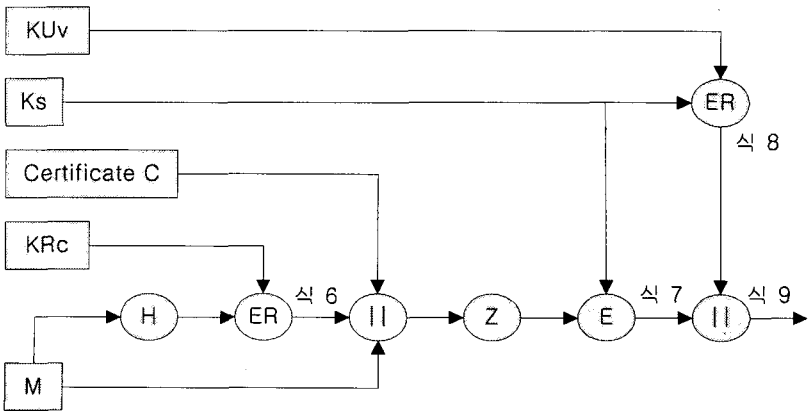


그림 2. 상품 주문과 대금 지불의 동시 처리

2.1.5 주문상품의 대금결제 및 접수 처리

구매자(C)가 원하는 콘텐츠의 번호와 대금 지불에 관한 정보를 판매자(V)에 전송하면, 판매자는 주문서의 내용을 DB에서 판매자의 정보로 그 유효성을 검사하여 정당한 주문서인지를 판단한다. 판매자(V)는 독단으로 신규 구매 DB를 생성할 수 없으며, 단지 문서의 내용을 판단하여 인증번호를 부여할지 만을 결정하고 정당한 주문서라면 인증번호를 부여한다. 따라서 판매자(V)가 부정한 거래한 할 수 없도록 하였다.

상품 주문서의 복호화 과정은 그림 3과 같으며, 판매자(V)는 구매자(C)에게서 받은 주문서 중 $ER_{KUv}\{Ks\}$를 자신의 개인키(KR_V)를 사용하여 세션키(Ks)를 얻는다.

$$DR_{KRv}\{ ER_{KUv}(Ks) \} = Ks \quad (10)$$

구한 세션키(Ks)를 사용하여 관용키 암호화된 부분을 복호화 한다.

$$D_{Ks}\{E_{Ks}\{Z\{M \| ER_{KRc}\{H(M)\} \| \text{Certificate C}\}\}\} = Z\{M \| ER_{KRc}\{H(M)\} \| \text{Certificate C}\} \quad (11)$$

사용된 압축을 풀어내고 Certificate C를 통하여 유효한 공개키인지 확인한다. 유효하지 않는 인증서이면 재전송을 요구하고, 유효한 인증서이면 다음 작업을 수행한다.

구매자(C)의 개인키(KRc)로 암호화 된 문서를 Certificate C에 포함되어있는 C의 공개키를 사용하여 복호화 한다.

$$DR_{KUc}\{ER_{KRc}\{H(M)\}\} = H(M) \quad (12)$$

압축을 풀어낸 문서에 포함된 M을 Hash하고 (12)에서 나온 H(M)과 비교하여 다르면 재전송을 요구하고 같으면 전송도중에 변조되지 않은 것으로 인정한다.

2.1.6 영수증 발행

판매자는 구매자로부터 받은 정보와 전자화폐 내용에 이상이 없으면 상품을 발송하고 영수증을 발행하며 그 과정은 그림 4와 같다. 영수증에 상품 인증번호를 첨부하여 전송하게 되면 구매자는 상품 인증 번호를 입력하여 콘텐츠 상품을 다운로드받을 수 있다.

(5)의 해싱된 주문서와 상품인증번호(Contents_No)의 정보를 판매자의 개인키(KR_V)로 서명을 한다.

$$ER_{KRv}\{ H(M) \| \text{Contents\_No}\} \quad (13)$$

서명한 정보와 Certificate V, 수신 받은 날짜와 시간을 구매자의 공개키 KUc로 암호화하여 전송한다.

$$ER_{KUc}\{ER_{KRv}\{H(M \| \text{Contents\_No})\} \| \text{Certificate V} \| \text{Date/Time}\} \quad (14)$$

2.1.7 영수증 확인

판매자(V)로부터 발행된 영수증으로 콘텐츠에 대

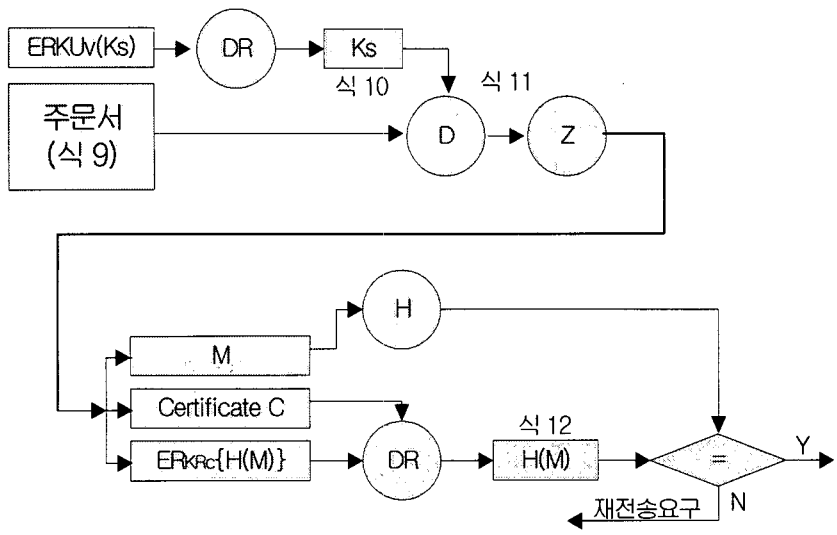


그림 3. 주문 상품의 대금 결제 및 접수 처리

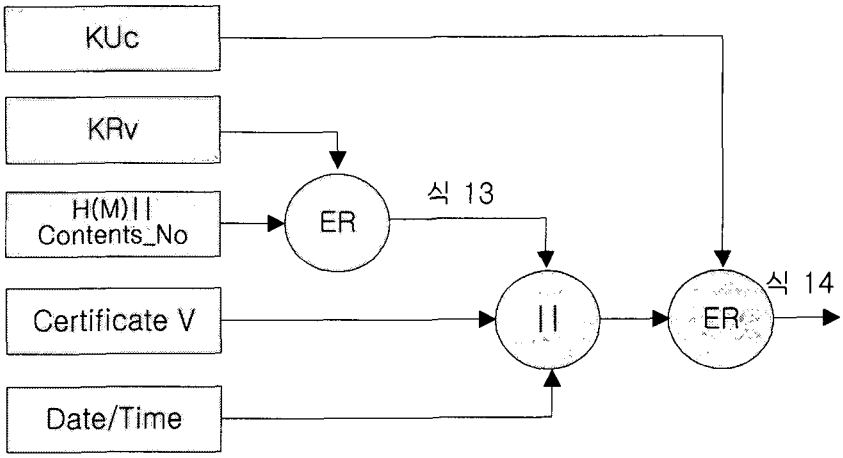


그림 4. 대금 지불에 관한 영수증 발행

한 대금이 정확하게 지불되었는지를 확인한다.

구매자(C)는 전송된 문서를 자신의 개인키(KRc)로 복호화 하여

$DR_{KRc}\{ER_{KUc}\{ER_{KRv}\{H(M \| Contents\_No)\} \| Certificate\ V \| Date/Time\}\}$

$= ER_{KRv}\{H(M \| Contents\_No)\} \| Certificate\ V \| Date/Time$ (15)

포함된 Certificate V가 유효한지를 확인하고, 유효하면 Certificate V에 포함된 판매자(V)의 공개키(KU_V)를 이용하여 판매자(V)의 개인키로 서명된 H(M) 문서를 복호화 한다.

$DR_{KUv}\{ER_{KRv}\{H(M) \| Contents\_No\} = H(M) \| Contents\_No$ (16)

여기에서 얻은 Hash된 문서(H(M))와 (12)과정에서 발생한 H(M)을 비교함으로써 전송도중에 문서가 변조되지 않았음을 그림 5에서 확인할 수 있다.

2.2 제안된 전자결제 시스템 구현

2.2.1 개발환경

구 분	내 용
프로그램 명칭	Contents-Pay
CPU	Intel Pentium 4 2.00GHz
RAM	265MB RAM
OS	Microsoft Windows XP
데이터베이스	MySQL 3.23.49
개 발 툴	DELPHI 6 Enterprise

2.2.2 구현범위

은행과 관련된 부분은 은행과 연계된 이후에 사용될 수 있도록 은행에 전자화폐를 신청하는 부분만 처

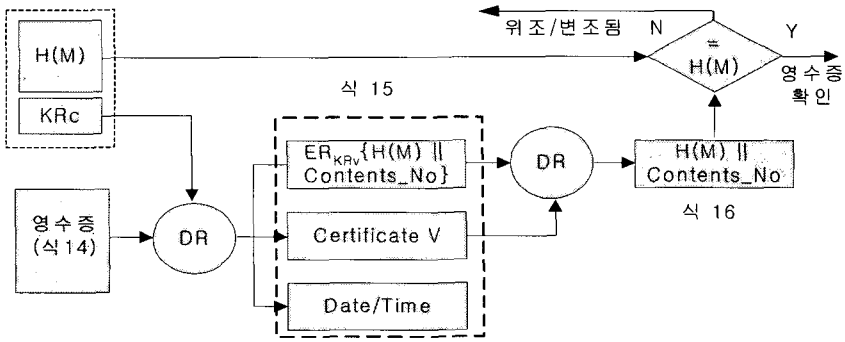


그림 5. 영수증 복호화 및 검증

리 하였고, 상품의 구입과 같은 전자화폐 사용 내역에 중점을 두고 구현하였다. 데이터베이스 서버가 존재하고, 일반 사용자들이 사용하는 클라이언트용 소프트웨어를 개발하였으며, 서버에 접속 할 경우에는 ID와 비밀번호로 데이터베이스에 접속이 가능하도록 하였다. 전자화폐의 불법적인 사용이 이루어진 것으로 짐작되면 관리자의 특별한 권한으로 개인의 전자화폐 거래내역을 열람할 수 있도록 하여 익명성 철회가 가능하도록 하였다.

2.2.3 콘텐츠 구매 처리 화면

디지털 상품과 같은 정보 상품은 상품의 전달과 대금 지불이 동일 네트워크에서 이루어질 수 있다는 특성을 고려하여 구현하였으므로, 콘텐츠 구입 및 결제를 위해 자료를 전송하고, 서버에서 복호화가 완료되면 콘텐츠에 대한 결제는 완료되며 다운로드 할 수 있도록 하였다. 개인 신상에 관한 자료로 공개키, 개인키 및 인증서를 발급 받는다. 인증서는 모든 거래에 사용되며, 증서가 사용될 때는 실명이 아닌 등록된 ID만을 사용하게 된다. 상품 주문 및 결제가 동시에 처리되는 특성을 이용하여 결제가 완료되면 콘텐츠를 바로 다운로드 할 수 있도록 하였으며, 우측 하단에 사용 가능한 전자 화폐를 표시하여 잔액을 초과하는 콘텐츠는 구매가 이루지지 않도록 하였다. 본인이 그동안 구입한 내역을 보여 주고 결제가 완료된 콘텐츠는 언제든지 다시 다운로드 할 수 있도록 하였다. 암호화 및 복호화는 처리과정의 정확성을 위하여 단계마다 암호화 및 복호화 과정을 화면에 출력하도록 하였다. 실제 처리 과정에서는 사용자가 볼 수 없도록 하였다.

그림 7. 디지털 상품 주문을 위한 자료 암호화(전송)

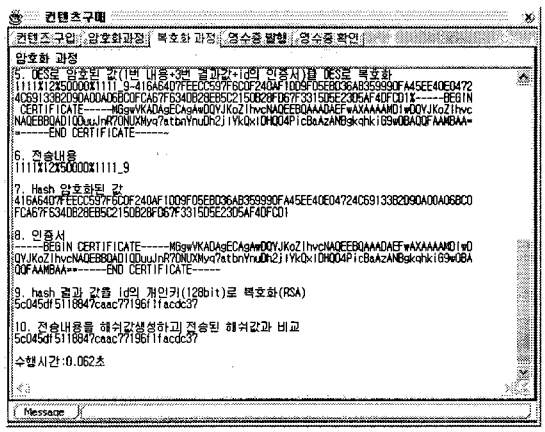


그림 8. 디지털 상품 결제를 위한 복호와 과정(결제)

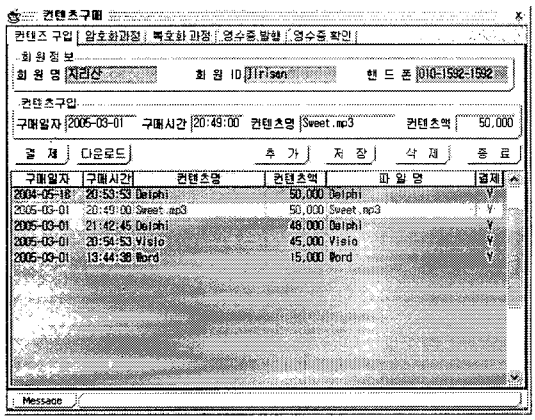


그림 6. 상품구매 처리 화면

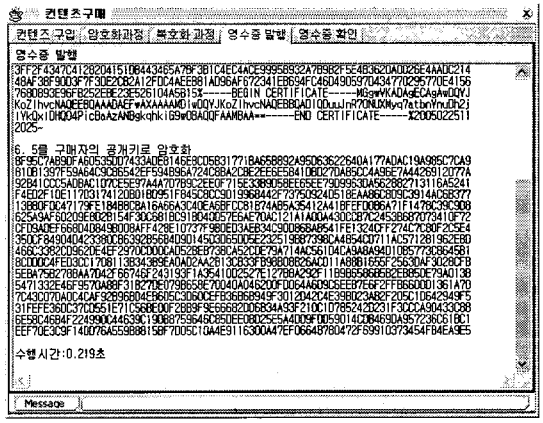


그림 9. 영수증 발행

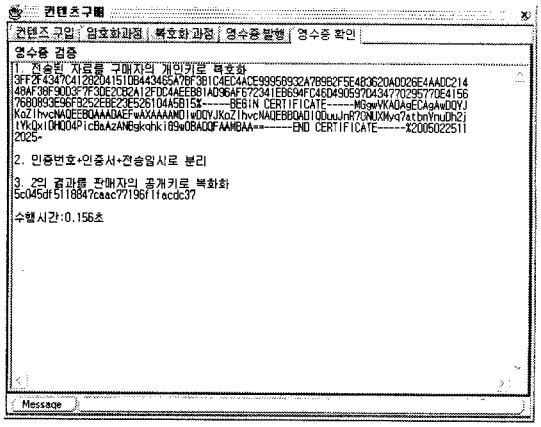


그림 10. 영수증 확인

3. 제안된 프로토콜의 특징 및 성능 비교분석

3.1 제안된 프로토콜의 특징

제안된 프로토콜을 전자지불 프로토콜의 요구사항 만족도 측면에서 분석해 보았다.

① 익명성

인증서를 첨부하여 인증기관으로부터 인증서의 내용을 통보 받기 전까지는 어느 누구도 계좌 추적과 같은 개인 정보의 외부 누출은 발생하지 않아 개인의 지불 내역이 공개되지 않는다.

실명 정보가 아닌 IDc만을 사용하기 때문에 인증기관의 승인 없이는 어떠한 경우라도 전자화폐 사용자의 실명 추적이 불가능하다.

② 위조 불가능성

모든 거래가 일련번호 발행 절차를 거치기 때문에 신청한 인증서와 일련번호 없이는 어떠한 경우라도 권한이 부여된 은행이외의 경우를 제외하고는 전자화폐 발행이 불가능하며, 은행 또한 개인의 동의 없이 불법적인 전자화폐발행을 할 수 없다.

③ 오프라인성

구매자가 콘텐츠 구입 대금으로는 전자화폐를 지불했을 때 판매자는 은행에 접속하지 않더라도 전자화폐의 공정성, 유효성을 검증할 수 있도록 했다.

④ 이중 사용 및 부인 방지

영수증 발행 및 검증 절차를 수행하여 거래 당사자간에 정보의 전달 내용에 대해 부인할 수 없도록 하였다. 또한, 전자 화폐에 대한 사용도 일련번호를 부여하고, 접속과 동시에 잔액을 계산함으로써 잔액 이상인 초과 금액의 사용이나 이중 사용이 불가능하도록 하였다.

⑤ 속임 방지

당좌 수표의 경우 소지인이 반드시 은행을 통해서만 현금 인출이 가능하듯이, 제안된 프로토콜은 인증서와 일련번호 없이는 거래가 불가능하기 때문에 인증서와 일련번호가 없는 거래는 모두 부정한 거래로 간주된다.

3.2 기존 전자지불 프로토콜과의 성능분석 및 비교

3.2.1 Contents-Pay 성능분석

하나의 거래를 처리하기 위해 걸리는 평균 수행시간은 표 2에서 나타난 것과 같이 0.58초이며, 총 암호화 횟수는 표 1에서와 같이 Hash함수를 포함하여 14회의 암호화 계산을 수행한다. 이러한 수행 시간은 사용자의 시스템환경에 약간의 차이는 보일 수 있으나, 전자지불 시스템을 사용하는 사용자에게 부담이 되지 않는 수행시간이라고 본다.

3.2.2 Contents-Pay 비교 분석

대부분의 전자지불 프로토콜이 마이크로칩과 같은 하드웨어를 사용했을 경우에는 익명성 제어가 가능하지만, 소프트웨어만으로는 익명성 제어를 제공하지 못하고 있는 실정이다. 제안된 프로토콜은 하드

표 1. Contents-Pay 프로토콜의 암호화 횟수

처리구분 / 암호화구분	콘텐츠주문 (암호화, 전송)	콘텐츠결제 (복호화, 수신)	영수증발행 (암호화, 전송)	영수증확인 (복호화, 수신)	계
Hash	1	1	1	1	4
공개키암호화	2	-	2	-	4
공개키복호화	-	2	-	2	4
관용키암호화	1	-	-	-	1
관용키복호화	-	1	-	-	1
계	4	4	3	3	14

표 2. Contents-Pay 프로토콜의 수행시간

처리구분 / 실험횟수	콘텐츠주문 (암호화, 전송)	콘텐츠결제 (복호화, 수신)	영수증발행 (암호화, 전송)	영수증확인 (복호화, 수신)	계
1	0.093	0.063	0.265	0.172	0.593
2	0.093	0.079	0.218	0.172	0.562
3	0.094	0.062	0.219	0.172	0.547
4	0.094	0.063	0.203	0.172	0.532
5	0.141	0.078	0.203	0.172	0.594
6	0.094	0.078	0.219	0.172	0.563
7	0.093	0.079	0.203	0.172	0.547
8	0.094	0.063	0.234	0.172	0.563
9	0.094	0.063	0.218	0.188	0.563
10	0.094	0.063	0.359	0.219	0.735
계	0.984	0.691	2.341	1.783	5.799
평균	0.098	0.069	0.234	0.178	0.580

웨어 없이 익명성 제어가 가능하게 하였으며, 기존 프로토콜과의 전체적인 특성을 비교하면 표 3과 같다.

① NetBill과의 비교

구매자는 NetBill 서버의 지불승인을 받은 후 상품을 수령하고, 판매자는 결제가 일어난 후 상품을 전달하기 때문에 구매자와 판매자 모두가 상호 신뢰할 수 있으나, 매 서비스마다 서버에 접속하여 확인 절차를 거쳐야 하고, 거래 단계도 복잡함으로 인하여 다른 지불 프로토콜에 비해서 전자 서명이 많이 쓰이는 단점이 있다.

또한, 판매자는 구매자의 신원을 파악하고, NetBill에 의한 모든 거래 정보는 서버에 기록되므로 거래를 추적할 수 있기 때문에 구매자와 판매자모두 익명성이 보장되지 않는다. 하지만 새로 제안된 프로토콜의 경우 가상 ID를 사용하여 인증기관의 도움 없이는 실명정보를 알 수 없기 때문에 익명성이 보장되며, 구입과 지불을 동시에 처리함으로써 기존의 지불방식에 비해 지불 단계를 줄일 수 있다.

② Millcent와의 비교

Millcent는 선불방식으로써 구매자가 판매자의 스크립(scrip)을 구입하여 거래하는 방식으로 암호화를 사용하지 않고 해쉬 연산만을 이용함으로써 구현 비용 및 연산 과정을 현저하게 줄였다. 하지만, 구매자는 각 판매자마다 다른 스크립을 구입해야 하는 번거로움이 있으며, 익명성이 보장되지 않고 판매자가 스크립 생성에 필요한 모든 정보를 알고 있기 때문에 부정한 스크립을 생성할 수 있는 문제가 있다. 그러나 제안된 프로토콜은 가상 ID를 사용함으로써 다른 판매자와의 거래도 언제든지 할 수 있으며, 판매자 독단으로는 구매와 관련된 신규 DB를 생성할 수 없도록 하였고, 영수증을 발행함으로써 판매자가 구매자를 속이고 부정한 거래를 할 수는 없다.

표 3. 기존 전자지불 프로토콜과의 비교

비교항목 / 전자화폐	지불 형태	보안 메커니즘	S/W 요구 사항	H/W 요구 사항	익 명 성
Mondex	스마트카드	마이크로칩	×	○	○
VisaCash	선불카드	마이크로칩	○	○	○
Millicent	소액지불	소액거래	○	×	×
NetCash	전자수표	커버러스	○	×	×
E-cash	전자화폐	RSA	○	×	×
NetBill	전자화폐	전자서명	○	×	×
Contents-Pay	전자화폐	RSA, DES	○	×	○

③ E-cash와의 비교

디지캐쉬사에서 개발되었으며 전자동전을 사용하는 익명성을 지닌 전자화폐 시스템으로 구성원은 은행, 구매자, 상점이다. 수취인이 Ecash를 수락하기 전에 은행에 그 유효성을 검사할 때도 은행에서는 지불인의 신원을 알 수 없도록 하여 지불인의 익명성이 보장된다. 그러나 수취인이 은행계좌에 동전을 입금하게 되면, 은행에서는 동전의 일련번호 등을 기록하여 두 번 이상 사용될 수 없도록 하는 과정에서 수취인의 입금내역을 파악할 수 있어서 수취인의 익명성은 보증되지 않는다. 또 다른 주요 단점은 사용된 화폐들을 데이터베이스에 저장하게 되는데 수많은 사용자들로 인하여 데이터베이스의 크기가 매우 커지게 되어 관리하는데 문제점이 생기는 경우이다. Contents-Pay의 경우 은행이나 인증기관의 개입 없이 거래가 이루어지기 때문에 거래자 모두의 익명이 보장된다.

④ Netcash와의 비교

캘리포니아 대학의 정보과학연구소에서 개발되었으며 구매자, 상점 그리고 통화서버로 구성된다. 통화서버는 전자화폐를 생성하며, 전자화폐에는 통화서버 이름, 통화서버의 네트워크 주소, 소멸날짜, 일련번호, 화폐금액 등으로 구성된다. 이러한 전자화폐는 통화서버의 비밀키로 서명되는 특징이 있다. 그러나, 화폐를 교환할 때는 사용자를 알 수 없는 점을 이용하여 화폐교환에 의한 약한 익명성을 제공하고 있지만, 은행이 구매자에게 화폐를 인출할 때 화폐의 일련번호를 확인하고 온라인 데이터베이스에 기록하여 익명성을 제공하지 못하는 문제점이 있다.

표 4에서 나타난 암호화 횟수를 볼 때 전체적으로 보면 SET에 비해 Contents-Pay가 공개키를 1회 더 추가로 필요하지만 SET에서는 영수증 발행에 대한 언급이 없는 상태이고, Contents-Pay는 영수증 발행 과정을 모두 합하였을 경우의 총 동작 횟수를 나타낸 것이다. 영수증 발행과정을 제외한다면, 훨씬 적은 횟수의 동작으로 거래를 처리할 수 있다. 표 5에서 나타난 것과 같이 통신 횟수 또한 콘텐츠만을 취급하는 특정 프로토콜을 사용하여 상품 전달과 대금 지불이 동일 네트워크에서 이루어진다는 특성을 살려 주문과 결제를 동시에 처리할 때 1회 통신과, 영수증을 전달받을 때 1회로 하여 단 2회의 메시지 전달로 모든 거래가 종료 되도록 하였다. 단, 다운받을 콘텐츠의 크기와 전송 속도에 따라 약간의 시간이 추가로 소요되지만 우편으로 전송되는 시간에 비하면 많은 시간을 절약하게 되며, 배달 사고 및 파손 등의 예기치 못한 사고는 없을 것으로 본다.

3.3 제안된 프로토콜의 안전성 및 효율성

제안된 프로토콜은 안전성과 효율성 측면에서 다음과 같은 특징들을 보여 준다.

① 현금 계좌에서 전자화폐로의 전환, 전자화폐로 결제, 전자화폐에서 현금 계좌로의 전환 등 모든 거래에는 항상 인증서와 일련번호를 함께 제출하여 일상의 당좌 수표처럼 인출 시점마다 금액에 일련번호를 남긴다. 그렇게 함으로써 제한적이나마 필요시에 자금의 흐름을 인증기관의 협조를 얻어 밝혀 낼 수 있다.

② 모든 거래는 인증기관으로부터 할당받은 ID만을 사용하기 때문에 은행이나 상점에서는 거래 당사자의 실명내용을 알 수 없도록 하였다.

③ 당좌 거래에 포함되는 당좌통장처럼 거래 내역을 본인이 상세하게 알 수 있도록 하였으며, 평소에

표 4. Contents-Pay와 SET의 암호화 횟수 비교

	공개키		관용키		비고
	Contents-Pay	SET	Contents-Pay	SET	
암호화 횟수	8	7	2	3	영수증 발행과정 포함
	4	7	1	3	영수증 발행과정 제외

표 5. Contents-Pay와 SET의 통신 횟수 비교

	Contents-Pay	SET	비고
통신 횟수	2	12	영수증 발행과정 포함
	1	12	영수증 발행과정 제외

는 잔액만 보관하기 때문에 자금의 흐름을 알 수 없다.

④ 상품이 모두 디지털로 되어 있기 때문에 상품 제공과 지불 사에 생기는 공백으로 인한 불신이 발생하지 않는다는 점을 감안하여, 상품 주문과 지불을 동시에 처리함으로써 거래 단계를 단축시킬 수 있었다.

⑤ 전자화폐 발행 및 상품 구매 등의 모든 거래를 서버의 거래 DB에 저장함으로써 구매자가 정당한 접속을 시도할 경우 구매자의 모든 거래내역을 파악할 수 있고, 거래 시점에서 사용 가능한 전자화폐의 금액을 표시 할 수 있다.

⑥ 거래내역을 서버에서 관리하기 때문에 지불서버의 안전성과 기밀성이 확보된다면, 사용자는 안전한 거래를 할 수 있다.

4. 결 론

디지털 콘텐츠 거래를 위해 개발된 NetBill 시스템, 네트워크형 지불 시스템인 E-cash 및 Netcash 시스템에서 익명성을 보장하지 못했던 단점을 보완하고 복잡한 지불 과정을 개선한 네트워크형 전자지불 프로토콜을 설계 및 구현하였다. 모든 거래에는 항상 인증서와 일련번호를 함께 제출하여 일상의 당좌 수표처럼 인출 시점마다 금액에 일련번호를 남김으로써 필요시에 작은 금액이나 큰 금액이나 자금의 흐름을 인증기관의 협조를 얻어 명확하게 밝혀 낼 수 있다. 당좌 거래에 포함되는 당좌통장처럼 거래내역을 본인은 상세하게 알 수 있도록 하였으며, 평소에는 잔액만 보관하기 때문에 자금의 흐름을 알 수 없지만 불법적인 사건에 대해 조사할 필요성이 생기면 자금의 흐름을 추적할 수 있도록 하였다.

1. 제안된 프로토콜은 영수증 발행 및 검증 절차를 수행하여 거래 당사자간에 정보의 전달 내용에 대해 부인할 수 없도록 하였다.

2. 전자 화폐에 대한 사용도 일련번호를 부여하고, 접속과 동시에 잔액을 계산함으로써 잔액 이상인 초과 금액의 사용이나 이중 사용이 불가능하도록 하였으며,

3. 거래 당사자들은 실명이 아닌 인증기관으로부터 부여받은 가상 ID만을 사용함으로써 인증기관의 개입이 없다면 완전한 익명성이 제공되도록 하였다.

4. 콘텐츠의 제공도 인증번호를 부여하여 사용자가 인증번호를 입력하여 다운로드받을 수 있도록 하였다.

5. 판매자가 영수증의 발급 및 검증 절차를 수행함으로써 거래의 단계가 다른 시스템에 비하여 줄어들었으며, 전자화폐의 잔액이 허락하는 금액만큼 제약없이 사용할 수 있다.

6. 평소에는 잔액만 보관하기 때문에 자금의 흐름을 알 수 없다. 하지만, 모든 거래에 인증서와 일련번호를 함께 제출하여 일상의 당좌 수표처럼 인출 시점마다 금액에 일련번호를 남긴다. 그렇게 함으로써 자금세탁, 뇌물 등 불법적인 거래에 대하여 제한적이나마 필요시에 자금의 흐름을 인증기관의 협조를 얻어 밝혀 낼 수 있도록 하였다.

7. 지불 과정을 동일 네트워크에서 처리하여 지불 단계를 줄일 수 있었으며, 암호화 횟수 및 통신횟수를 감소시킴으로서 시스템의 효율성 및 안전성이 확보되도록 하였다.

8. 처리 속도를 측정한 결과 시스템과 통신회선에 따라 정도 차이는 발생하겠지만 상품 주문에서부터 영수증을 확인하는 과정까지 소요되는 시간은 평균 0.58초로 사용자가 처리 시간으로 인한 문제점을 제기하지 않을 만한 처리 속도를 보였다.

현대 사회는 디지털 콘텐츠의 거래가 증가하는 추세인 만큼 누적되는 거래량으로 인하여 서버의 데이터량이 증가하고, 접속이 폭주되어 서버의 과부하를 초래하는 취약성이 문제점으로 제기될 수 있다. 이러한 문제점을 보완하고 더욱 발전된 전자상거래 시스템의 개발을 위하여 향후 연구과제로는 개인의 거래내역에 대한 일괄적이면서 빠른 계산이 요구되며, 거래 전체에 대한 일괄 계산으로 불법적인 전자 화폐의 유무를 밝혀내고, 발견되면 자동으로 추적을 하는 단계가 필요하다.

많은 양의 거래를 빠른 시간에 계산할 수 있는 빠르고 안전한 데이터베이스의 요구도 절실한 상황이고, 지금 보다도 더 빠르고 안전한 통신망 시스템의 확보와 은행권 등 금융망 및 정부의 법적 제도개선도 중요하다고 본다.

이러한 시스템의 발달은 전자적인 거래의 발달을 가져와 전자상거래 뿐만이 아닌 많은 분야에서 이용되리라고 생각되며, 많은 상점과 개인들 및 정부의 이용과 관심이 있다면 전자상거래가 지금 보다도 발전할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] David Chaum, Amos Fiat, and Moni Naor, "Untraceable Electronic Cash," *Advances in Cryptology-Crypto '88*, LNCS 403, Springer Verlag, pp. 319-327, 1988.

[2] David Chaum, "Online Cash Checks," *Advances in Cryptology-Eurocrypto '89*, LNCS 434, Springer Verlag, pp. 288-293, 1989.

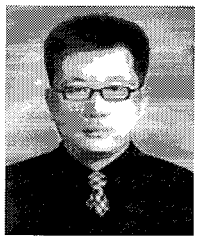
[3] J.Camenisch, U.Maurer, and M.Stadler, "Digital payment systems with passive anonymity-revoking trustees," *In Esorics '96*, Italy, 1996.

[4] David Chaum, "Blind Signatures for Untraceable Payments," *Advances in Cryptology Proceedings of Crypto '82*, pp. 199-203, 1982.

[5] O. Toole, "The Internet Billing server Transaction Protocol Alternatives," Carnegie Mellon University Information Networking Institute, 1994.

[6] B. Cox, J. D. Tygar, and M. Sirbu, "NetBill Security and Transaction Protocol," *Proceeding of 1st USENIX on Electronic Commerce*, 1996.

[7] 이만영 외 5, *전자상거래보안기술*, 생능출판사, 2000.



한 재 균

1997년 한국방송통신대학교 정보통계학과 졸업(이학사)
1999년 조선대학교 산업대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
2003년 조선대학교 대학원 전자공학과 수료(박사과정)
관심분야 : 전자상거래, 전자지불, 정보통신 보안, 암호프로토콜

박 세 승

1999년 경희대학교 전자공학과 공학박사
1979년~현재 조선대학교 전자공학과 교수
1985년~1986년 미국 미시간대학교 객원교수
1986년~1986년 미국 워싱턴대학교 객원교수
1997년~1998년 조선대학교 이부대학장
1999년~2001년 조선대학교 전자정보통신연구소 소장
관심분야 : 시스템보안, 지능시스템, 정보통신, 정보보안