

국토교통부 부동산거래 전자계약시스템(IRTs)에서 작성된 전자계약서의 무결성 검증 연구

최동준, 김대명, 유연우

To cite this article : 최동준, 김대명, 유연우 (2019) 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템(IRTs)에서 작성된 전자계약서의 무결성 검증 연구, 부동산경영, 19, 297-334

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

국토교통부 부동산거래 전자계약시스템(IRTS)에서 작성된 전자계약서의 무결성 검증 연구

A study on the integrity verification about electronic contracts in the Integrated Real Estate Trade Support system of The Ministry of Land, Infrastructure and Transport Affairs

최 동 준(Choi, Dong-Joon)*

김 대 명(Kim, Dae-Myeong)**

유 연 우(You, Yen-Yoo)***

目 次

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 방법

II. 부동산 전자계약의 이론적 고찰

1. 부동산거래 전자계약시스템과 전자계약서
2. 선행연구 고찰
3. 본 연구의 차별성

III. 연구설계

1. 전자계약서 무결성 검증요소 탐색
2. 전자계약서 무결성 검증방법

3. 무결성 검증 도구 선정

4. 검증절차 설계

IV. 부동산 전자계약서의 무결성 검증

1. 인터넷 연결 중 무결성 검증
2. 인터넷 단절 후 무결성 검증
3. 그 외 무결성 영향 검증

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론
2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

* 한성대학교 스마트융합건설학과 박사과정(주저자).

** 대구과학대학교 금융부동산과 교수, 법학박사(교신저자).

*** 한성대학교 스마트융합건설학과 교수, 행정학박사(교신저자).

< Abstract >

This study puts together the theoretical background of the electronic contract and reviews the technology and features applied in the electronic contract system for real estate transactions of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport. In order to verify the integrity of the actual electronic contract, modification of the code of the electronic contract file was conducted for each digital signature section and the results were reviewed.

This study shows that the integrity of the electronic contract of real estate transaction can be verified by using the PDF viewer which conforms to the international standard of digital signature validation, and the integrity of the electronic contract can be verified without Internet access and third party proof. As a result, it is confirmed that the holder of the electronic contract and the financial institution and public institution that have presented the electronic contract can trust and use electronic contract. However, if a user uses a PDF viewer without a digital signature verification function, the type 2 error risk may occur.

Key-Word : Electronic Contracts, Real Estate Transaction, Integrated Real Estate Trade Support System, Integrity Verification, The Type 2 Error.

한글 주제어 : 전자계약, 부동산거래, 부동산거래전자계약시스템, 무결성 검증, 제2종 오류.

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

부동산의 재산적 가치는 매우 크기 때문에 부동산의 매매·교환·임대차 등 거래는 개인 대 개인으로 행해지는 경우가 매우 드물며, 거래당사자들은 대부분 전문적인 지식과 경험을 가진 개업공인중개사에게 부동산의 거래와 관련된 업무를 위임(중개계약)하고, 개업공인중개사의 중개를 통하여 거래계약을 체결하는 것이 보통이다.¹⁾ 이처럼 개업공인중개사의 중개가 완성되어 거래계약을 체결하는 경우에는 개업공인중개사는 공인중개사법 제26조 제1항의 규정에 따라 일정한 사항²⁾을 기재한 거래계약서를 작성하여 거

1) 윤성호, “부동산 전자계약의 활성화 방안”, 『한국컴퓨터정보학회논문지』 Vol.21 No.10, 한국컴퓨터정보학회, 2016, p.176.

2) 거래계약서에 기재하여야 할 사항은 1. 거래당사자의 인적 사항, 2. 물건의 표시, 3. 계약일, 4. 거래금액·

래당사자에게 교부하고 5년 동안 그 원본, 사본 또는 전자문서를 보존하여야 한다.³⁾ 그러나 대부분의 부동산 거래계약은 거래당사자가 중개사무소를 직접 방문하여 개업공인 중개사가 거래계약서를 서면으로 작성하고, 거래당사자가 서명 또는 날인하는 방식으로 이루어짐으로써 거래당사자들은 시간적·장소적 제약으로 인하여 많은 불편이 초래되고 있었다.

행정안전부에서는 과도한 인감증명 요구에 따른 국민 불편해소 노력으로 209종의 인감증명 요구사무 중 126종(60%)을 폐지키로 함에 따라 2010년 이후 행정부문에서는 인장사용과 인감증명 요구사무가 대폭 감축⁴⁾되었고, 더 효율적인 계약행정 및 공급망 관리를 위한 수단으로 공공 및 민간분야에서 전자계약을 지속해서 도입·확대하고 있다. 조달청 통계에 따르면 지난 2018년 한해 31개 공공조달시스템에서 759만건 141.3조 원의 계약이 체결⁵⁾되었다. 하도급 지킴이⁶⁾에서 체결한 공동도급·하도급 계약까지 포함하면 훨씬 많은 전자계약이 체결되고 있음을 추정할 수 있다. 한편, 민간의 경우에도 대기업 또는 대형건설사 등에서 운영하는 구매조달시스템(e-Procurement)을 이용한 전자계약이 활발하게 운영되고 있으며, 개인의 경우 금융기관이 제공하는 모바일 뱅킹시스템 등에서 전자금융거래신청서와 전자서명⁷⁾으로 처리하는 금융거래 이용자가 확대되고 있다. 그러나 기존의 전자계약시스템은 계약자⁸⁾에게 전자계약서를 교부하지 못하는 문제가 있었다. 일반적인 서면계약은 2부(또는 3부)를 작성하여 기명(또는 서명) 날인 후 각각에게 1

계약금액 및 그 지급일자 등 지급에 관한 사항, 5. 물건의 인도일시, 6. 권리이전의 내용, 7. 계약의 조건이나 기한이 있는 경우에는 그 조건 또는 기한, 8. 중개대상물확인·설명서 교부일자, 9. 그 밖의 약정내용 등이다(공인중개사법시행령 제22조 제1항).

- 3) 종전에는 개업공인중개사는 중개대상물 확인·설명서와 거래계약서를 작성하여 거래당사자에게 교부하고 그 ‘사본’을 보존하도록 규정하고 있었으나(제25조 제3항 및 제26조 제1항), 2016년부터 부동산 전자계약이 도입되어 전자형태의 문서로도 보관이 가능해졌으며, 국토교통부는 ‘부동산거래 전자계약시스템’을 운영하며 전자거래를 권장하고 있으므로 공인중개사법을 개정[2018.8.14. 법률 제15724호, 시행 2018.11.15.]하여 보존해야 하는 대상을 ‘사본’으로 한정하지 않고, ‘원본, 사본 또는 전자문서’로 확대하되, 거래계약서와 중개대상물 확인·설명서가 공인전자문서센터에 보관된 경우는 보존 대상에서 제외하였다(제26조 제1항).

- 4) 행정안전부, “국민불편해소를 위한 인감증명 요구사무 감축 완료-인감증명 요구사무 209종 중 120종 폐지”, 행정안전부 보도자료, 2010. 2. 3.

- 5) 조달청 공공조달통계시스템(온통조달), <http://ppstat.g2b.go.kr>(2019. 3. 23. 접속)

※110.4조(2015)→117.8조(2016)→137.2조(2017)→141.3조(2018), 기관구분별 조달현황

- 6) 하도급 지킴이, 조달청 정부 계약 하도급 관리시스템, <http://www.g2b.go.kr>.

- 7) 전자서명은 서명자를 확인하고 서명자가 당해 전자문서에 서명을 하였음을 나타내는데 이용하기 위하여 당해 전자문서에 첨부되거나 논리적으로 결합된 전자적 형태의 정보이다(전자서명법 제2조 제2호). 전자금융의 중심이제 출금 동의에 대하여는 전자금융거래법 제15조, 같은 법시행령 제10조, 전자금융감독규정(금융위원회고시 제2018-36호) 제6조 등에 규정하고 있다.

- 8) 조달청 나라장터의 경우, 조달청이 운영하는 시스템에 수요기관의 발주에 공급업체가 수주하는 구조이나, 이 논문에서는 수요기업을 대신하여 조달청이 전자계약을 체결하고 있으므로 거래당사자가 일방이 제공하는 시스템으로 간주하였다.

부씩 교부하여 보관하는 반면, 기존 전자계약은 전자문서(TEXT, HWP, PDF 등)와 전자서명 값(주로 PKCS#7⁹⁾)이 분리된 상태로 전자계약시스템에만 저장되어 있기 때문이다.

국토교통부에서는 부동산거래가 서면계약서의 형태로 진행됨에 따른 전·후방 업무의 비효율성 및 사기거래 예방 등 안전한 거래환경 구축을 위해 공공·기업·개인 모두가 이용할 수 있는 부동산거래 전자계약시스템을 도입하여 2016년 5월 서울 서초지역에서 시범운영하고 이어 2017년 8월 전국에 확대 시행하였다. 부동산거래 전자계약 시스템은 부동산 거래계약 과정을 첨단 정보통신기술(ICT)과 접목하여 온라인에서 거래계약서를 작성하여 공인인증·전자서명함으로써 계약을 완성하는 제도¹⁰⁾로서, 작성 단계에서부터 건축물대장 등 부동산공부(公簿) 정보가 자동 기입되고 처리단계별로 국가 행정시스템과 연계되어 각종 행정업무가 전산으로 처리된다.¹¹⁾

전자계약서를 공인전자문서센터에 보관함에 따라 개업공인중개사의 거래계약서, 중개대상물 확인·설명서 보관의무가 해소되고(공인중개사법 제26조 제1항 및 제25조 제3항), 계약서 분실 등 필요 시 재교부·발급이 가능하게 되었다. 전자계약시스템을 이용하면 실거래신고가 전자계약과 동시에 실시간으로 행정관청(시·군·구청)에 자동으로 신고 처리되므로(부동산 거래신고 등에 관한 법률 제25조 및 부동산 거래신고 등에 관한 법률시행규칙 제2조 제10항) 개업공인중개사의 업무 부담을 덜 수 있으며(국토교통부), 전자 임대차계약서(순수 월세 임대차계약은 제외) 내용 중 주택임대차 확정일자 부여에 필요한 사항만을 시스템이 자동으로 관할 주민센터 공무원에게 보내 확정일자 번호를 거래계약서 내부에 부여받게 해준다(주택임대차계약증서상의 확정일자 부여 및 임대차 정보제공에 관한 규칙 제4조의2, 법무부). 그리고 전자계약시스템은 거래계약서의 서명 단계에서 매수인의 본인인증 후 전자등기서비스를 제공하는 법무대리인(법무사 또는 법무법인) 또는 인터넷등기소에 전송되어 잔금일에 현장에서 등기원인 서류를 확보하여 신속하게 전자등기¹²⁾를 진행할 수 있게 된다. 그 밖에도 기획재정부의 전자문서용 전자수입인지(인지세법 제3조 제3항 및 수입인지에 관한 법률 제2조 등), 행정안전부의 지방세(취·등록세) 신고·납부 연동(지방세법 제7조, 제25조) 등 다부처 간 제도개선과 기술개발이 거의 동시에 진행되었는데, 이렇게 많은 정부 부처와 사법기관의 융합적 e비즈니스 협업사례는 찾아보기 힘들 정도이다.¹³⁾

9) PKCS(Public-key Cryptography Standard, 공개키 암호표준) #7은 RFC 2315에 기술된 암호화된 데이터를 표현하는 방식에 대한 표준이다.

10) 박정현, 「스마트한 부동산 전자계약 길라잡이」, 삼일, 2017, p.24.

11) 대한민국특허, “국가 행정업무 통합처리형 부동산 전자거래 장치 및 방법(10-1690736)”, 2016.12.

12) 부동산등기법 제24조 제1항 제2호 및 부동산등기규칙 제51조 제2항 제2호에서는 ‘전자신청’이라 한다.

한편, 전자계약시스템을 이용하여 주택, 토지, 상가, 오피스텔 등 부동산을 매매하거나 주택 전월세 계약을 체결하는 거래계약 당사자(매수인 또는 임차인)가 전자계약 참여 금융기관(은행)에 부동산구입자금 대출 또는 전세자금 대출을 받고자 할 경우 부동산거래 전자계약시스템에 보관되어 있는 전자계약서를 출력하여 해당 금융기관에 제출하거나 전자계약 체결 후 매수인 또는 임차인의 휴대전화에 표시되는 전자계약서의 ‘계약번호’를 은행 직원에게 제공하면 금융기관은 전자계약시스템에서 생성된 전자계약서를 신뢰하고 우대금리를 적용하게 되어 부동산거래 전자계약을 이용하는 국민은 금리 인하 혜택으로 수백만 원의 직접적인 금융비용(이자)을 절감할 수 있게 된다.¹⁴⁾

이처럼 부동산거래 전자계약시스템은 종이 없는 전자계약 체결, 연관 업무 및 신청서류 간소화, 원스톱 처리로 문서유통비 및 처리시간, 교통비 등을 줄임으로써 사회·경제적 비용 절감효과가 있다. 또한, 부동산과 ICT를 등기·세무·금융 등 다른 산업과 접목하여 새로운 융합산업을 창출하고 사회현안 해결에 기여하고 주거약자의 보호, 부동산시장 모니터링 및 정책의 실효성 제고, 금융사기 등 불법행위 차단, 보험 등 신규산업 창출 효과가 있다.¹⁵⁾

이러한 정부의 노력과 기대효과(시스템 이용률 목표치)에도 불구하고 2019.4.23. 기준 4.4만여 건의 전자계약이 체결¹⁶⁾되었다. 이는 연간 거래계약 건수의 약 1% 수준으로 부동산에 대한 물권의 득실변경 전 과정에 대한 투명성을 제고하여, 정보 비대칭에 따른 국민 불안을 해소하고, 각종 부동산 관련 사고 및 분쟁을 예방함으로써 사회적 비용 감소에 기여하고, 실거래가, 거래동향 등 제반 시장정보가 실시간으로 관리됨에 따라 실효성 있는 정책 수립하며, 실시간 부동산거래 데이터 및 IT기술 접목과 정보 취합으로 부동산 지수 등 일자리(보험·금융 등)를 창출¹⁷⁾하고자 하는 도입 취지를 달성하기에는 아직 미흡한 실정이다. 그 이유는 거래계약서 작성을 주도하는 개업공인중개사 또는 소속

13) 최동준·주형근, "부동산거래 전자계약시스템의 e비즈니스 생태계에 관한 연구", 「2018년도 국제e비즈니스학회 춘계학술대회 논문집」, 국제e비즈니스학회, 2018, pp.291-293.

14) 현재는 주택자금 대출 시 대출신청인이 부동산거래 전자계약시스템의 전자거래계약서를 출력하여 해당 금융기관에 제출하거나 거래계약서의 ‘계약번호’를 은행에서 직접 확인하기 위하여 1회 정도는 은행을 반드시 방문해야 하지만, 인터넷전문은행의 대출사례에서 보듯이 앞으로는 이마저도 사라지는 완전한 ‘무방문’, ‘비대면’ 주택자금대출 거래로 진행될 것으로 기대된다(박정현, 전제서, p.47).

15) 권병철·강정규, “부동산거래 전자계약시스템 활성화 방안에 관한 연구”, 「주거환경」, 제16권제1호(통권 제39호), 한국주거환경학회, 2018, p.37.

16) 한숙렬, “국민을 위한 부동산거래 전자계약시스템, 어떤 방향으로 나아가야 하는가?”, 「부동산거래 전자계약의 현재와 활성화 방향 정책토론회」, 김영진 의원실/한국감정원, 2019, pp.36-39.

※ 자료 기준: 550건(2016)→7,062건(2017)→27,759건(2018), ※ 발표자 언급: 44,743건(2019.4.23.)

17) 법원행정처/국토교통부, “부동산 안전거래 통합지원 시스템 구축 사업”, 「2016년도 전자정부지원사업 사업계획서」, 2016, p.7.

공인증개사가 다양한 이유로 기존 서면 방식을 선호하고, 거래당사자가 전자계약을 인지하지 못하거나 일방이 거절하는 경우 적극적으로 요구하기 어렵기 때문이다. 사인 간 거래의 경우 계약자유 원칙상 계약방법¹⁸⁾을 강제할 수 없으나, 공공부문과 투기과열지구 거래계약의 전자계약시스템 사용 의무화¹⁹⁾ 필요성 등이 지속해서 제기되고 있다. 이 경우 부동산 거래당사자의 절반이 50대 이상²⁰⁾이고, 50대 이상은 전자계약 유사경험²¹⁾이 부족한 현실을 고려하여 과거 정부 주도 성공적 전환 사례²²⁾와 같이 체계적인 변화관리가 필요하다.

한편, 연구자는 전자계약서가 특별한 보안 수단이 없는 경우 쉽게 복제 및 위·변조될 수 있다는 단점에 착안하여 전자계약시스템의 경우 공인인증서로 전자서명한 후에 전자계약서의 위·변조 방지를 위한 타임스탬프 기술을 적용하고 공인된 전자문서센터에 보관하여 진정성이 추정된다 하더라도, 거래당사자, 금융회사(영업점·보험회사·권리조사회사·여신심사·실행센터), 법무대리인(법무사·법무법인), 인터넷등기소(등기관), 전자소송(대리인) 등 여러 번의 복제전송 가능성이 있으므로 해당 과정 중 언제든지(현재 또는 공인인증서의 유효기간이 만료된 미래의 어느 시점 포함) 열람할 수 있는 전자계약서를 과연 신뢰할 수 있는지 확인하는 것에서부터 출발해야 한다고 판단했다.

이 연구는 먼저 전자계약 관련 선행연구를 검토하여 이론적 배경을 정리하고, 실제 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템에서 작성된 전자계약서의 ‘거래내용’과 ‘디지털서명’의 위·변조 가능성 여부를 실증적으로 확인하며, 전자계약서에 나타나는 디지털서명 유효성 변화를 검증하고자 한다. 결과적으로 전자계약서 작성 후, 열람 시점의 전자계약서 소지자가 유효한 방법으로 ‘변경되지 않은 계약서’를 확인하고 신뢰할 수 있는지와 전자계약서의 내용 중 일부가 변경되었는데 ‘변경된 계약서’를 확인하지 못하는 오류 위험을 실증적으로 검증하고자 한다.

18) 법제처, “계약자유 원칙에는 계약체결의 자유, 계약체결 상대방 선택의 자유, 계약의 내용을 결정하는 자유, 계약방식의 자유가 있음”. 「찾기 쉬운 생활법률정보」, 2019. 4. 27. 접속.
<http://www.easylaw.go.kr>

19) 유관석 의원, “공기관의 부동산거래, 공공임대 등 전자계약 의무화 필요”(2018. 10. 14.,국정감사) 강훈식 의원, “투기과열지구 등에서 일정 기간 전자계약 시스템을 의무화할 필요”(2108. 10. 29,국정감사)

20) 한국감정원, “‘19.1~4 아파트매매 및 주택매매 매입자 연령”, 「부동산 통계」, 2019. 4. 27. 접속.

※ 주 택: ~20대(4.5%),30대(19.5%),40대(25.3%),50대(23.4%),60대(14.1%),70대(6.0%),기타(7.2%)

※ 아파트: ~20대(4.5%),30대(23.6%),40대(28.3%),50대(21.8%),60대(12.0%),70대(5.6%),기타(4.2%)

21) 한국은행, “최근 3개월 내 모바일 금융서비스 이용 경험”, 「2018년 지급결제보고서」, 2019.3.26.

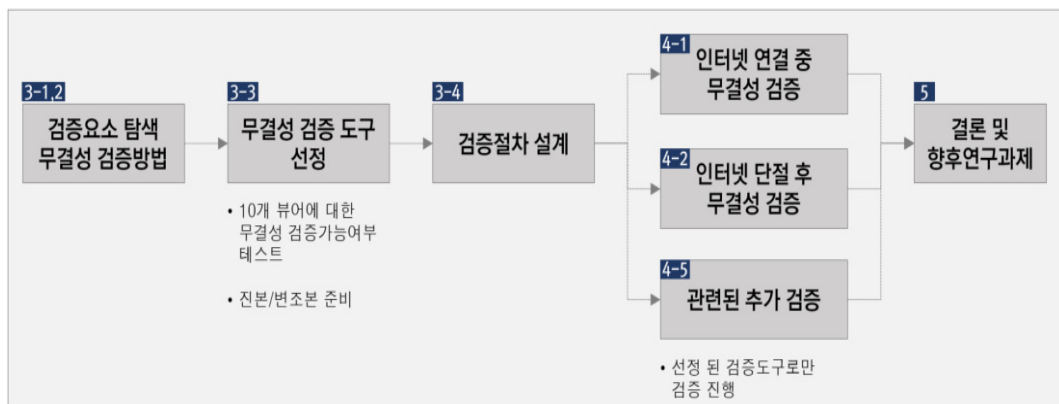
※ 모바일 금융 경험: 30대(89.3%),40대(76.9%),50대(51.8%),60대(13.1%)

22) 온라인 전환 후 오프라인을 허용하지 않는 사례: 국세청의 전자세금계산서, 관세청의 인터넷통관시스템, 기획재정부의 전자수입인지 등

2. 연구의 범위 및 방법

이 연구는 부동산거래 전자계약시스템에서 작성된 전자계약서의 변경 여부를 확인하기 위해 ‘문서 무결성 검증’(Document integrity verification confirms)을 수행한다. ‘문서 무결성 검증’은 “서명된 콘텐츠가 서명된 후 변경되었는지 여부를 확인하는 것”²³⁾이다. Adobe社에서는 해당 절차를 “문서 무결성 확인”으로 표기하고 있으나, 이 연구에서는 선행연구에서 사용하고 있는 “무결성 검증” 용어를 사용했다.

연구방법으로 부동산 전자계약서의 ‘무결성 검증’ 요소를 탐색하여 내용과 첨부 순서를 확인하고, 디지털 서명의 무결성 확인이 가능한 문서뷰어를 테스트하여 검증 도구를 선정하였다. 이후 ‘거래내용’과 ‘디지털 서명 구간별로 변경된’ 전자계약서를 인터넷 네트워크 연결·분리 상태에서 사전 선정한 검증 도구를 이용하여 무결성을 확인하였다. 그 다음 이 연구와 관련된 필요한 추가검증을 실시하고 결론 및 시사점을 정리하였다.



〈그림 1-1〉 연구방법

Ⅱ. 부동산거래 전자계약의 이론적 고찰

1. 부동산거래 전자계약시스템과 전자계약서

전통적인 서면계약은 거래당사자가 서명 또는 날인하고 개업공인중개사가 서명 및

23) 디지털 서명 유효성 검사 중 ‘문서 무결성 확인’(Document integrity verification confirms)은 “서명된 콘텐츠가 서명된 후에 변경되었는지 여부를 확인하는 것”을 의미한다.

※ Adobe社, <https://helpx.adobe.com>)

날인한 후 각자 1부씩 보관하는 방식으로 진행되는데, 계약서가 실제 서면으로 작성됨에 따라 계약체결 전·후 단계도 오프라인으로 처리되었다. 그러나 전자문서는 디지털정보로 되어 있어 전산기기와 응용소프트웨어 없이 유관으로 쉽게 열람할 수 없으며, 종이문서에 비해 수정이 쉽고 위·변조를 확인하기 어렵다는 점에서 문서로서의 효력을 인정받지 못하였으나, 전자문서 및 전자거래 기본법²⁴⁾에 따라 전자적으로 생산되었거나, 종이 문서로 생산된 후 스캔된 문서(전자화 문서)도 문서로서의 효력이 부여²⁵⁾되었다. 전자서명은 다른 법령에서 문서 또는 서면에 서명, 서명날인 또는 기명날인을 요하는 경우 전자문서에 공인전자서명이 있는 때에는 이를 충족한 것으로 보며, 공인전자서명 외의 전자서명은 당사자간의 약정에 따른 서명, 서명날인 또는 기명날인으로서의 효력을 가진다(전자서명법 제3조 제1항, 제3항).

국토교통부 부동산거래 전자계약시스템은 첨단 ICT 기술과 접목, 공인인증·전자서명, 부인방지 기술을 적용하여 종이·인감 없이도 온라인서명으로 부동산 전자계약 체결, 실거래신고 및 확정일자 부여 자동화, 거래계약서 확인·설명서 등 계약서류를 공인된 문서보관센터에 보관하는 전자적 방식(공인인증 등)의 부동산거래 계약서 작성 및 체결 시스템이다”²⁶⁾

부동산 전자계약의 거래절차는 기존의 부동산 거래절차와 마찬가지로 공인중개사가 기존의 ‘중이’ 대신 컴퓨터, 태블릿PC, 휴대폰 등으로 거래계약서를 작성하면 거래당사자가 전자서명하고, 개업공인중개사가 공인인증서로 서명하는 단계로 진행된다. 공인중개사는 사전단계로 공인인증서를 등록하는데 공인중개사법에서 요구하는 인장의 등록²⁷⁾에 해당하는 절차이다. 부동산 전자계약 선행연구에서 공인인증서 발급절차와 등록이 공인중개사의 불편사례로 조사되었고 ‘공인’ 용어가 빠지는 전자서명법 개정(안)이 검토되고 있으나 공개키 기반구조(PKI)를 사용하고 있는 공인전자서명은 글로벌하게 사용되는 표준전자서명·암호화 기술²⁸⁾이다. 부동산 전자계약은 공개된 개방형 표준규격(ISO

24) 이 법은 1999. 2. 8. 전자거래기본법(법률 제5834호)으로 제정되어 시행되다가, 2012. 6. 1. 법률 제명을 전자문서 및 전자거래 기본법(법률 제11461호)으로 변경하였다.

25) 전자거래 및 전자거래기본법 제4조 제1항에는 “전자문서는 다른 법률에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 전자적 형태로 되어 있다는 이유로 문서로서의 효력이 부인되지 아니한다”고 규정하고 있다.

26) 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템 > 프로그램 개요 (2019. 3. 26. 접속)
<https://irts.molit.go.kr>

27) 공인중개사법 제16조(인장의 등록) ①개업공인중개사 및 소속공인중개사는 국토교통부령이 정하는 바에 따라 중개행위에 사용할 인장을 등록관청에 등록하여야 한다. 등록된 인장을 변경한 경우에도 또한 같다. ② 개업공인중개사 및 소속공인중개사는 중개행위를 함에 있어서는 제1항의 규정에 의하여 등록된 인장을 사용하여야 한다.

28) 공인인증서는 본인확인, 무결성, 부인방지 기능을 한 번에 제공하는 보안기술로, 전자문서에 의한 전자거

32000)인 PDF 포맷을 사용한다. PDF는 RFC 3161, RFC 2630, ISO1 8014/x.9.95 등 표준규격의 전자서명(전자서명법상의 공인인증서 포함) 첨부와 다른 포맷의 데이터를 삽입할 수 있다. 부동산 전자계약서는 데이터 재사용을 위한 XML 데이터를 포함하고 있고 필요에 따라 거래당사자의 신분증(또는 명함) 이미지도 첨부할 수 있다. 부동산 전자계약 유관분야의 공공서비스에서도 <표 2-1>과 같이 PDF 포맷이 사용되고 있다. 유관 공공 서비스는 디지털 서명 및 검증방식이 부동산 전자계약서와 일부 상이하다. 해당 서비스별 차이점 비교, 호환성 문제점과 해결방안은 후속 연구에서 다루기로 했다.

〈표 2-1〉 부동산 전자계약 유관분야 PDF 활용

구분	관련근거	업무처리 중 PDF 활용
전자수입인지 (기획재정부)	국세기본법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전자문서용 수입인지는 PDF 전자문서에 결합 ※ 전자수입인지 웹사이트
인터넷등기소 (대한민국 법원)	부동산등기법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 첨부 문서를 PDF로 변환, PDF에 전자서명 ※ 인터넷등기소 길라잡이 전자신청 절차
전자소송시스템 (대한민국 법원)	민사소송 등에서의 전자문서 이용 등에 관한 법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한글, MS워드 그대로 제출하거나 PDF 변환제출 ■ 스캔파일의 경우에는 PDF로 변환제출 ■ 여러 개의 파일인 경우 하나의 PDF로 병합제출 ※ 전자소송 사용자설명서 6p-7p ■ PDF가 아닌 경우 자동으로 PDF변환 (61p,95p)
전자공증시스템 (법무부)	공증인법	<ul style="list-style-type: none"> ■ PDF 전자문서에 촉탁인의 전자서명 등록 ※ 전자공증시스템 매뉴얼 4p

2. 선행연구 고찰

전자계약에 사용되는 ‘전자문서’는 「전자문서 및 전자거래 기본법」을, ‘전자서명’은 「전자서명법」을 근거로 하는데, 이정현(2012)²⁹⁾은 전자문서는 유통과정에서 위변조가 용이하고, 문서작성 사실의 입증이 어려우며, 전송 내용의 비밀유지가 곤란한 문제가 있어 이를 해결하기 위해 암호기술을 이용한 ‘전자서명’이 도입되었다고 전자문서와 전자서명의 관계에 대하여 설명했다.

래 활성화를 위해 미국, 독일, 영국, 일본 등 세계에서 채택하여 운영하고 있는 ITU-T X.509 국제표준 기술, 한국인터넷진흥원 전자서명인증관리센터 (2019. 3. 26. 접속)

<https://rootca.kisa.or.kr>

29) 이정현, “전자서명 인증제도에 관한 법적연구”, 경희대학교 대학원 법학박사학위논문, 2012, pp.198-201.

강창구·김대영(1992)³⁰⁾은 다수의 계약참여자가 시간차이를 두고 순차적으로 진행하는 방식을 ‘Off Line형’ ‘순차다중서명방식(sequential multi-signature scheme)’, 실시간 계약수행을 ‘Online형’ ‘동시다중서명방식(simultaneous multi-signature scheme)’이라 하고 동시다중전자계약시스템에 대하여 연구하였다. 강창구·김대영·신기수·이대기(1993)³¹⁾의 공동연구에서 전자계약의 위험요소를 5가지(서명위조, 제3자 계약체결, 계약부인, 서명불법사용, 고의 계약파기)로 보고 다중서명 요구조건을 6가지(검증가능성, 실행가능성, 부정 조기검출성, 공통성, 일반성, 무순서성)를 도출·검증했다. 김태윤·윤성현(1993)³²⁾은 기업 간 전자적 문서교환(EDI)에 있어, 다중서명 방식으로 메시지 조작검증과 서명자의 메시지 무결성 검증을 연구하였는데 기안자(저자 부연: 선행서명자)가 검증자 검증결과에 대하여 부인할 수 없음을 모형으로 제시하였다.

김영진(2003)³³⁾은 전자문서 중 확장성이 높은 XML로 부동산계약서 스키마를 설계하고 중개소(저자 부연: 공인중개사)의 비밀키(저자 부연: 공인인증서 개인키)를 이용하여 전자서명하여 성공·실패를 판정하는 실증시스템을 구현하였고, 이문구(2008)³⁴⁾도 XML 구조로 X.509 인증표준과 RSA 알고리즘을 적용하여 △콘텐츠 △구조정보를 암호화하는 XML 부동산 전자계약서 초안을 제시하였다. XML 서명은 필요한 데이터 영역에 서명가능하기 때문에 효율적이라 했다.

송병호(2004)³⁵⁾는 전자문서 유통시스템에서 XML을 이용하여 문서의 구조정보를 표현하는 이유와 한계를 설명하고, 전자문서를 △외양 △내부구조 △콘텐츠 세 정보로 분리하여 엄격히 통제하여 수정이 없어야만 문서정보가 잘 유지된 것으로 전자문서의 목적을 달성할 수 있다고 했다. 전자문서 유통표준의 조건으로 “만든 모습 그대로 재생할 수 있어야 함”으로 전자문서의 요건에 ‘외양’을 강조했다.

박선우·이창빈·이광우·김지연(2012)³⁶⁾은 워드프로세서 파일(HWP, DOC, PDF)에

30) 강창구·김대영, “새로운 순차 및 동시다중서명 방식”, 「통신정보보호학회논문지」, 제2권 제1호, 한국정보보호학회, 1992, pp.36-44.

31) 강창구·김대영·신기수·이대기, “디지틀 다중서명방식의 전자계약시스템 적용”, 「1993년도 제3회 통신정보합동 학술대회 논문집」, 제3권, 대한전자공학회, 1993, pp.346-352.

32) 김태윤·윤성현, “안전한 EDI 메시지 인증방법”, 「1993년도 한국정보과학회 가을 학술발표논문집」, Vol.20, No.2, 한국정보과학회, 1993, pp.665-668.

33) 김영진, “XML 보안기반의 부동산계약서 전자서명 생성 시스템설계”, 이화여자대학교 정보과학대학원 석사학위논문, 2003.

34) 이문구, “XML 보안기반의 부동산계약서 전자서명 생성 및 검증”, 「전자공학회 논문집」 제45권 CI편 제6호, 대한전자공학회(발행기관: 한국과학기술정보연구원KISTI), 2008, pp.147-153.

35) 송병호, “정부 전자문서유통의 발전방향에 관한 연구”, 「정보관리학회지」, 제21권 제3호, 한국정보관리학회, 2004, pp.185-202.

36) 박선우·이창빈·이광우·김지연, “전자서명 소프트웨어 전자서명 기능에 대한 안전성 분석”, 「정보보호학회논문지」, 한국정보보호학회, 2012, pp.945-957.

대한 전자서명 안전성을 분석하였는데, 부문 데이터 서명은 서명 값 이외의 데이터 무결성 보장과 악의적 코드 삽입 가능성이 있으므로 문서 전체를 원문의 범위로 설정하는 ISO 32000-1 권고방식으로 전자문서의 무결성을 점검하고 시중 전자서명 솔루션에 대한 개선사항을 도출하였다. 박선우·정재욱·원동호(2012)³⁷⁾는 전자서명에 사용된 인증서 유효기간 만료 후 유효성을 검증할 수 없는 문제해결을 위해 전자서명 장기검증(Long Term Validation) 지원을 위한 추가정보 항목을 연구하였다. 전자서명 장기검증의 경우 추가 프로그램을 설치해야 하는 Plug-in 방식과 별도 설치가 필요 없는 Adobe Filter 방식에 대하여 검토하였다.

정창보(2013)³⁸⁾는 전통적 계약과 전자계약을 법리적으로 해석하여, 전자계약의 법리상의 주요 사항들의 문제점을 검토하여 ‘전자적 의사표시’ 등 도입을 설명하고 법률개정안을 함께 제시했다. 특히, 입법 예시(안)에서 ‘전자문서의 형식요건’ 중 “2.전자문서가 작성, 변환 및 송신·수신된 때의 형태 또는 그와 같이 재현될 수 있는 형태로 보존되어 있을 것”을 제시하여 전자문서 ‘외양’ 재현 및 보존을 설명했다.

이승규(2017)³⁹⁾는 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템에서 공인중개사가 은행용 공인인증서를 사용할 수 없음을 ‘절차적 복잡성과 비용’ 측면에서 문제로 지적하고, ‘해킹사고’ 시 대량의 개인정보 유출을 우려했다. 공인중개사의 경험과 판단이 거래사고를 예방하고 있으므로 전자서명은 신원확인 절차로만 사용하고 ‘대면 계약을 위주로 하는 시스템’으로의 변경이 필요하므로 부동산전자계약에 공인중개사의 역할을 강조하였다. 권병철·강정규(2018)⁴⁰⁾는 공인중개사 대상 설문조사결과 부동산거래 전자계약 절차가 복잡하고 까다로워 개업공인중개사들도 불편해하며, 거래당사자들이 시스템 사용 회피에 따른 개선사항으로 ‘특수목적용 공인인증서 절차 간소화’ 등을 도출하였다.

최동준·주형근(2018)⁴¹⁾은 최신 전자계약의 요소를 5가지로 설명하면서 PDF로 작성된 전자계약서의 장점을 설명했는데, 전자계약서의 단절 없는 유통으로 전자등기, 전자수입인지, 지방세 납부 등 온라인 처리가 가능하게 되었으며, 부동산전자계약을 정부부처와 사법기관의 융합적 e비즈니스 협업사례로 설명했다.

김제완(2018)⁴²⁾은 블록체인 기술 전에는 개인 간 거래에서, 제3의 객관적인 기관, 중

37) 박선우·정재욱·원동호, “전자서명 장기검증 기능 적용을 위한 PDF표준 개선방안”, 「한국컴퓨터정보학회 하계 학술대회논문집」 제20권 제2호, 한국컴퓨터정보학회, 2012, pp.381-384.

38) 정창보, “전자계약의 법리에 관한 입법론적 연구”, 제주대학교 대학원 법학박사학위논문, 2013.8.

39) 이승규, “부동산전자계약시스템의 활성화방안 연구”, 「지역사회발전학회 논문집」, 제42권 제2호, 한국지역사회발전학회, 2017, pp.129-139.

40) 권병철·강정규, 전제논문, pp.33-50.

41) 최동준·주형근, 전제논문, pp.291-293.

42) 김제완, “블록체인 기술의 계약법 적용상의 쟁점-스마트계약을 중심으로”, 「법조」, 제68집 법조학회,

양기관 내지 중앙집권적인 통제기구 없이 데이터의 진정·위변조 여부 확인을 확인할 수 없었다고 했다. 블록체인 하에서는 네트워크상의 과반수를 지배하지 못하는 한 데이터를 위조·변조할 수 없기 때문이라고 설명했다.

〈표 2-2〉 선행연구 정리

연구자	연구제목	본 연구 관련사항
이정현 (2012)	전자서명 인증제도에 관한 법적연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전자문서는 위변조가 용이 ■ 문서작성사실 및 비밀유지를 위해 암호기술을 이용한 전자서명 도입
강창구 · 김대영 (1992)	새로운 순차 및 동시 다중 서명 방식	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시간차를 두고 서명하는 방식을 오프라인형 순차다중전자서명, 실시간 계약수행을 온라인형 동시다중전자서명 (일본연구 인용)
강창구 · 김대영 · 신기수 · 이대기 (1993)	디지털 다중서명방식의 전 자계약시스템 적용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 6가지 다중서명 요구조건 도출 (검증가능성, 실행가능성, 부정 조기검출성, 공통성, 일반성, 무순서성)
박희운 · 강창구 · 이임영 (1998)	디지털다중서명 방식의 전 자계약시스템 적용에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 7항목(6가지 다중서명 요구조건과 TC필요성)을 5가지 방식(Itakura-Nakamura, Okamoto, Kang-Kim, Ohta-Okamoto, 제안)으로 점검
김태윤 (2003)	안전한 EDI 메시지 인증방 법	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기안자(부연:선행서명자)가 검증자에 의해 부인할 수 없음을 모형으로 제시
김영진 (2002)	XML 보안기반의 부동산계 약서 전자서명 생성 시스템 설계	<ul style="list-style-type: none"> ■ XML방식으로 부동산거래계약서를 설계하고, 공인중개사의 서명으로 전자서명 판정
이문구 (2003)	XML 보안기반의 부동산계 약서 전자서명 생성 및 검 증	<ul style="list-style-type: none"> ■ XML방식으로 X.509 기반 메시지와 구조정보를 암호화하는 부동산계약서 모형 ■ XML방식은 콘텐츠만 서명할 수 있어 효율적
송병호 (2004)	정부 전자문서유통의 발전 방향에 관한 연구	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전자문서 유통시스템에서 XML 문서의 구조정보를 표현하는 이유와 한계 설명 ■ 3가지 요소(△외양△내부구조△콘텐츠)가 통제될 때 전자문서 목적 달성 가능
박선우 · 이창빈 · 이광우 · 김지연 (2012)	전자서명 소프트웨어 전자 서명 기능에 대한 안전성 분석	<ul style="list-style-type: none"> ■ 부문 데이터 서명은 서명값 이외 데이터 무결성 보장과 악의적 코드 삽입 가능성으로 워드 프로세서 파일전체 범위로 무결성 점검

연구자	연구제목	본 연구 관련사항
박선우 · 정재욱 · 원동호(2012)	전자서명 장기검증 기능 적용을 위한 PDF표준 개선방안	■ 전자서명에 사용된 인증서 유효기간 만료 후에도 유효성 검증을 위한 LTV 연구
정창보(2013)	전자계약의 법리에 관한 입법론적 연구	■ 민사소송상 전자문서의 원본성 문제, 진정성립 문제, 전자서명·인증제도의 문제 제시 ■ 전자문서법 개정의견 제시(전자문서의 외양 등)
김동환 · 권대중(2016)	부동산전자계약 시스템 도입의 중개업계 영향 및 대응방안	■ 계약자 본인확인 시 공인인증서의 문제 지적 (계약자본인확인, Active-x, 핸드폰실명인증 위협) ■ 중개사회 K-REN정보망을 통해서만 거래 필요
이승규(2017)	부동산전자계약시스템의 활성화방안 연구	■ 공인인증서 사용을 절차적 복잡성으로 지적하고, 대면계약 위주 변경 필요성 설명
권병철 · 강정규(2018)	부동산거래 전자계약시스템 활성화 방안에 관한 연구	■ 전자계약 절차가 복잡하여 공인중개사들이 불편해하며, 공인인증서 발급절차가 가장 높음
최동준 · 주형근(2018)	부동산거래 전자계약 시스템의 e비즈니스 생태계에 관한 연구	■ 최신 전자계약 5가지 핵심요소 제시 (△태블릿&스마트폰 △PDF포맷 △디지털서명 △타임스탬프 △공인전자문서센터 보관)
김제완(2018)	블록체인 기술의 계약법 적용상의 쟁점-스마트계약을 중심으로	■ 블록체인 기술전에는 개인간 거래에서 진정, 위변조 여부확인이 불가능하다고 인용하여 블록체인 필요성을 설명

3. 이 연구의 차별성

기존 선행연구는 △ EDI, XML 등 데이터 중심의 전자계약 구조설계 △ 유통을 위한 온전한 형태연구 △ 문서의 무결성 및 장기서명검증 연구 △ 전자계약시스템 사용자 설문조사 △ 블록체인 스마트계약 관련 법률검토 등 전자문서와 전자서명에 필요한 이론적 연구와 구현을 위한 기술적 설계 중심의 접근이었다고 할 수 있다. 그러나 이 연구는 국토교통부에서 구축하여 실제 사용하고 있는 부동산거래 전자계약시스템에서 작성된 부동산 전자계약서의 내용과 특징을 정리하였으며, 전자계약서가 위·변조되어 거래 당사자 또는 금융기관·공공기관 등 담당자에게 신뢰를 얻지 못 할 경우 부동산거래 전자계약시스템의 이용 활성화가 어려울 수 있음에 착안하여 부동산거래 전자계약시스템에서 작성된 전자계약서의 내용과 디지털 서명 구간별로 유효성 변화를 검증함으로써 전자계약서의 내용 중 일부가 변경되었는데 변경된 것을 확인하지 못하는 무결성에 대

Ⅲ. 연구설계

우선 부동산 전자계약서의 외형과 내용을 확인하여 디지털 서명의 종류와 역할을 탐색했다. 부동산 전자계약서는 명시적으로 제목에 ‘전자계약서’로 표기되어 있고, 서면계약서에는 없는 ‘계약번호’와 전자계약서 생성된 시점을 시각적으로 확인할 수 있는 ‘시점확인필’과 ‘전자서명’란이 있다. 무결성 검증에 필요한 디지털 서명은 거래당사자와 공인중개사의 전자서명, 시점확인필, 확정일자가 해당된다.

전자계약서 상단 중앙에는 문자와 숫자로 구성된 10자리 ‘계약번호’가 있다. 계약번호는 영문 1글자, 연도 2자리 숫자, 7자리 연번 구조로, 영문 1글자가 ‘T’면 매매계약, ‘L’이

[illegible]

〈그림 3-1〉 부동산 전자계약서 외형

면 임대차계약이다. 계약번호는 금융기관 등에서 대출 취급 시 부동산 전자계약서의 진위를 확인하거나, 법무사 등이 인터넷등기소에 전자신청(전자등기) 하는 경우 원인증서(매매계약서 등)를 조회하는 용도로 사용될 수 있다. 계약번호 자체로 전자계약서의 무결성을 확인할 수 없지만, 계약종류를 구분하거나 계약을 특정하는 용도로 사용할 수 있다. 전자계약서에 계약번호가 없거나, 제시된 계약서에 기재된 계약번호를 진위확인시스템에서 확인할 수 없다면 거래 사실을 의심해 볼 필요가 있다.

2) 전자서명 (디지털 서명 또는 타임스탬프)

‘전자서명’란은 계약서 하단에 6개(거래당사자 2명, 개업공인중개사 2명, 소속공인중개사 2명)가 예정되어 있는데 부동산계약 시 거래당사자 2명, 공인중개사 1명을 포함하여 최소 3명이 전자서명을 하게 된다. 전자서명의 방법으로 공인전자서명과 전자패드 서명이 가능한데, 전자패드 서명(벡터 이미지 서명)도 타임스탬프로 처리하기 때문에 ‘무결성 검증’ 대상이 된다. <표 3-1>과 같이 처음 거래계약서가 생성된 이후 단계적으로 디지털 서명이 삽입되는데 최종 부동산 전자계약서(mn) 파일 1개에 모든 데이터가 포함되는 구조이다.

〈표 3-1〉 전자서명 진행절차

구분	단계	명칭	내용
계약 문서	문서작성	m ₁	전자서명前 PDF 부동산 전자계약서
계약자1 전자서명	전자서명	m ₂	= (m ₁) + 계약자1 서명
계약자2 전자서명		m ₃	= (m ₂) + 계약자2 서명
			= (m ₁ +계약자1 서명)+계약자2 서명
공인중개사 전자서명		m ₄	= (m ₃) + 중개사 서명
			= {(m ₁ +계약자1 서명)+계약자2 서명} + 중개사 서명
시점확인	시점확인	m ₅	= (m ₄) + 전자서명
			= [{(m ₁ +계약자1 서명)+계약자2 서명} + 중개사 서명] + 시점확인


한편, 부동산 전자계약서에는 공인인증서의 유효기간(기본적으로 최소 1년, 보안토큰 매체인 경우 최대 3년)이 만료된 후에도 전자서명의 유효성을 검증할 수 있도록 ‘전자서명 장기검증(LTV, Long Term Validation)’ 기술이 적용되었다. 연구자는 공공분야 전자

기록물에 대한 장기검증(ISO 15489) 외 공공·민간·금융 등 전자서명 분야에서 LTV 적용사례를 찾지 못했다. 이에 부동산 전자계약서를 전자계약 분야 국내 최초 LTV 적용 사례로 조심스럽게 추정⁴³⁾한다.

3) 시점확인필 (타임스탬프)

시점확인필은 국토교통부 전자계약시스템의 요청 시점에 대한 공인인증기관의 공인 전자서명⁴⁴⁾으로 개업공인중개사의 공인전자서명이 완료되면 즉시 처리된다. 시점확인필은 매매계약서에 1개, 임대차계약서에 2개가 첨부된다. 디지털 서명을 검증할 수 있는 PDF 문서뷰어에서 '시점확인필' 유효 여부로 전자계약서의 무결성을 검증할 수 있다.

매매계약서 시점확인			
50000003)		시점확인	
			
을 체결한다.			
101호			
대지권	32.96 /	면적	5756.9㎡
면적	50 m		

임대차계약서 시점확인 및 확정일자			
임대차계약을 체결한다.		시점확인 1	시점확인 2
			
면적		㎡	확정일자 
면적		㎡	시점확인 
면적		㎡	(등부번호: 4610000) 

〈그림 3-2〉 매매계약서와 임대차계약서의 시점확인필 비교

4) 임대차계약의 경우 확정일자 (타임스탬프)

확정일자는 임대차계약의 경우 임차인의 별도 신청 없이 전월세거래 정보시스템과 연계하여 온라인으로 부여된다. 구체적으로는 공인중개사의 전자서명으로 임대차계약 체결이 완료되면 즉시 “1차 시점확인필”을 첨부하여 전자계약서의 무결성을 확보하고, 확정일자 부여기관(주민센터)에서 승인하면 ‘확정일자 정보(지역, 날짜, 등부번호)’와 ‘직인 이미지’가 전자계약서에 첨부된다. 확정일자 첨부이 완료되면 계약서 전체의 무결성 확보를 위해 최종 ‘시점확인필’이 처리된다. 확정일자는 권리의 순위를 다투는 중요한 정보로, 확정일자에 처리된 타임스탬프의 유효 여부로 처리된 전자계약서의 '무결성 검증'

43) 공공, 구매, 근로, 금융 등 디지털 서명처리 분야를 포함하여 국토교통부가 부동산 전자계약서에 LTV 기술을 적용했음을 언급한 것으로, 이 연구에서 제시한 계약서의 시점확인필(2015. 11. 12. 21:01:47 KST) 첨부 이전의 공식적인 시점에 LTV가 적용되었다면 최초 여부는 반복될 수 있다.

44) 전자서명법 제20조에는 “공인인증기관은 가입자 또는 공인인증서를 이용하는 자(이하 "이용자"라 한다)의 신청이 있는 경우에는 전자문서가 당해 공인인증기관에 제시된 시점을 공인전자서명하여 확인할 수 있다”고 규정하고 있다.

이 가능하다.

5) 전자계약 단계별 디지털 서명 정리

부동산 전자계약 체결 시 전자서명 당사자가 사용하는 ‘서명 방식’과 ‘순서’에 따라서 공인전자서명과 타임스탬프가 복합적으로 처리된다. 사용사례별로 구분하여 나열하는 방식으로 정리한 결과 매매계약서의 디지털 서명은 <표 3-2>와 같이 최소 4개, 임대차 계약서의 디지털 서명은 <표 3-3>과 같이 최소 6개로 식별되었다.

〈표 3-2〉 매매계약 최소 4단계 (디지털 서명 최소 4개)

구분	1단계 매도(매수)인 n회	2단계 매수(매도)인 n회	3단계 공인중개사(1~n)	4단계 공인중개사(1~n)	비고
CASE.1	공인전자서명	공인전자서명	공인전자서명	타임스탬프	비대면
CASE.2	공인전자서명	전자패드 서명 (타임스탬프)			비대면 /대면
CASE.3	전자패드 서명 (타임스탬프)	공인전자서명			
CASE.4	전자패드 서명 (타임스탬프)	전자패드 서명 (타임스탬프)			대면

〈표 3-3〉 임대차계약 최소 6단계 (디지털 서명 최소 6개)

구분	1단계 임대(임차)인 n회	2단계 임차(임대)인 n회	3단계 공인중개사 n회	4단계 1회 (시점확인)	5단계 1회 (확정일자)	6단계 1회 (시점확인)	비고
CASE.1	공인전자서명	공인전자서명	공인전자서명	타임 스탬프	타임 스탬프	타임 스탬프	비대면
CASE.2	공인전자서명	전자패드 서명 (타임스탬프)					비대면 /대면
CASE.3	전자패드 서명 (타임스탬프)	공인전자서명					
CASE.4	전자패드 서명 (타임스탬프)	전자패드 서명 (타임스탬프)					대면

6) 전자문서 보안 및 진본성 요건 충족 검토

부동산 전자계약은 태블릿 또는 스마트폰을 이용하여 현장 및 공인중개사사무소 대면 상태에서 전자계약 체결이 가능하다. 이에, 한국인터넷진흥원의 「대면거래 업무에서 전자문서 작성 및 보관요건(2016.12.20.)」이 제시하는 진본성 요건에 대한 부동산 전자계약시스템의 기능 충족 여부를 정리했다.

〈표 3-4〉 전자문서 보안 및 진본성에 대한 요건 충족

구 분		본 요건에서의 기능	부동산 전자계약시스템 기능
공인 인증서 / 공인전자 서명	신원확 인 기능	■ 대면에서의 실명증표나 휴대폰 인증, 생체인증 등을 통해 신원(본인)확인	■ 부동산거래 시 신분증표를 제시하고, 태블릿에서 휴대폰 본인인증 실시
	위·변조 검증 기능	■ 서비스제공자의 공인전자서명, 시점확인정보(선택) 등을 통해 전자문서의 위·변조 검증	■ 공인중개사의 공인전자서명과 시점확인 ※ 지침에서 서비스제공자는 ‘전자문서 작성 및 보관 서비스를 제공하는 자 또는 이를 대행하는 자’를 말함 ■ 공인인증기관의 시점확인
	부인 방지 기능	■ 서비스이용자에게 전자문서를 전송하거나 추후 열람 등을 통해 부인방지 ■ 필요한 경우, 제3의 보관대행기관에 전자문서를 별도 보관함으로써 전자문서 내용에 대한 부인방지	■ 공인전자문서센터에 전자계약서를 보관대행
문서관리 기본 원칙	진본성	■ 전자문서 생성 시, 첨부되는 공인전자서명, 시점확인정보(선택) 등을 통하여 진본성 확보 ■ 서비스제공자의 전자문서관리시스템을 통하여 전자문서 진본성 확보	■ 계약서 생성 시 거래 당사자의 공인전자서명 또는 전자패드 서명에 시점확인정보 첨부 ■ 공인중개사의 공인전자서명
	신뢰성	■ 전자문서 생성·보관·폐기 등 수명주기 전반에 걸친 이력과 맥락정보를 보관함으로써 신뢰성 확보 ■ 필요한 경우, 제3의 보관대행기관에 별도 보관함으로써 신뢰성 제고	■ 표준방식의 디지털 서명으로 서명문서 이력 관리 ■ 공인전자문서센터에 전자계약서를 보관대행
	무결성	■ 전자문서관리시스템을 통하여 전자문서가 훼손, 손상, 변조되지 않도록 관리 ■ 공인전자서명, 시점확인정보(선택) 등을 통하여 무결성 검증	■ 거래당사자 또는 공인중개사의 공인전자서명 ■ 공인인증기관의 시점확인
	이용 가능성	■ 전자문서 파일형식을 국내·외 표준에 따른 형식을 채택함으로써 이용가능성 제고	■ 국제표준 PDF문서 사용 ■ 표준방식의 디지털 서명 ■ 표준방식의 전자서명장기검증

출처) 한국인터넷진흥원 요건에 따른 부동산 전자계약시스템의 해당 기능을 저자가 정리함.

7) 주요 특징 정리

부동산 전자계약서는 △ PDF포맷 1개 파일 △ 작성 및 열람 시 ‘외양’ 동일 △ 전자계약서 전체를 콘텐츠로 하는 전자서명 △ 전자문서와 전자서명 합본 △ 다수 거래당사자가 순서 상관없이 다중 전자서명 △ 전자패드서명과 공인전자서명이 복합적으로 사용 △ 전자서명과 타임스탬프가 N개 처리되는 등 기존의 전자계약과 다른 많은 특징이 있다<표 3-5>. 한편, 부동산 전자계약서는 표준을 준수하는 PDF 문서뷰어만 있으면 무결성 검증이 가능한데, 행정안전부 전자문서 진본확인센터(GTSA)⁴⁵⁾에서 발급한 디지털 서명(시점확인필) 문서(관보, 연말정산 서류 등)는 Acrobat Reader만 가능하고 별도의 “타임스탬프 검증용 소프트웨어(플러그인)”를 설치해야 한다는 점에서 차이가 있다.

〈표 3-5〉 부동산 전자계약서 주요 특징

구분		내용	비고
작성 포맷		■ PDF (Portable Document Format)	디지털 서명 합본
문서 외양		■ 전자문서 작성 및 송수신 이후 동일	
계약번호		■ 고유 계약번호 부여	
전자 문서	파일 수	■ 1개	유통용이
	포함문서	■ 거래계약서, 설명서, 공제증서, 실명확인표 외	최소 3종 이상
	첨부정보	■ 신분증표 사진, XML 문서, 지문 서명	옵션 항목 포함
전자 서명	방식	■ 디지털 서명(공인전자서명, 전자패드서명) 혼합	
	횟수	■ 다수 전자서명 : 최소 3회 이상	매매:3회, 임대차:6회
	절차	■ 순차 및 동시 다중서명 방식 혼합	거래당사자 무순서성
	범위	■ 콘텐츠(전자서명 시점의 대상 문서) 전체	
	보관	■ 전자계약서에 통합하여 보관	
무결성 검증		■ 표준 Adobe. Filter 적용	표준준수 뷰어에서 검증
추 적 성		■ 표준준수 PDF뷰어에서 단계별 버전 재현 가능	mn , mn-1~m1
문서보관		■ 공인전자문서센터	중개사 보관의무 면제
대면요건		■ 대면거래업무 전자문서 작성, 보관요건 준수	중개사 대면계약 가능

45) 전자문서 진본확인센터(GTSA, Government Time Stamp Authority)란 각종 전자(화)문서의 진본 및 시점확인을 위해 타임스탬프를 발급하는 신뢰할 수 있는 제3의 기관이다.

※ 자료실 > 검증용 소프트웨어 > ‘타임스탬프 검증용 소프트웨어 v4.0’

http://www.gtss.go.kr/viewpage.pa?p=data_01 (‘19.4.27.접속)

2. 전자계약서 무결성 검증방법

앞서 부동산 전자계약서 탐색 결과 무결성 검증요소로 ‘공인전자서명’과 ‘타임스탬프’ 두 종류의 디지털 서명이 무순서성으로 사용되었음을 확인했다. PDF는 디지털 서명이 있는 경우 <표 3-6>과 같은 3가지 항목⁴⁶⁾을 점검할 수 있다. 이 연구는 전자계약서의 변경 여부 확인(Verification)이 목적이므로 ‘점검항목①’을 주요범위로 하고 ‘점검항목②’의 ‘유효기간 만료/폐기포함’의 유효성 확인(Validation)은 IV-3-(1)에서 별도로 진행했다. ‘점검항목③’은 최상위인증기관(RootCA)의 인증서가 AATL⁴⁷⁾에 등록되지 않아서 진행할 수 없었다. 이에 PDF 문서뷰어가 제공하는 ‘인증서의 신뢰 수준’⁴⁸⁾을 설정하고 검증해야 했다.

〈표 3-6〉 디지털 서명이 있는 경우 점검가능 항목

구분	내용	비고
점검항목①	서명 후 변경 여부, 무결성 영향, 허가된 변경사항 여부	연구범위
점검항목②	디지털 인증서 유효 여부(유효기간 만료/폐기포함)	
점검항목③	인증서 체인 목록(AATL) 등록 여부	

연구자는 변경이 없는 정상계약서의 경우 ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 전·후 ‘무결성 검증’이 불가능하여 ‘서명이 유효함(변경되지 않음)’을 나타내더라도, 전자계약서에 변경이 발생한 경우에는 변경이 발생하였음을 명확하게 검증할 수 있어야 한다고 판단했다. 이에, 변경된 계약서가 사용될 위험이 없는 <표 3-7>을 이상적인 무결성 검증결과로 설정했다. 이 연구가 얻고자 하는 핵심 결과는 현재 시점의 전자계약서 열람자가 ‘변경계약서를 변경되지 않은 것으로 판정(제2종 오류)’ 할 가능성 확인이다.

46) 디지털인증서 포함문서 열람 시 점검 항목 3가지는 △ 디지털인증서 유효 여부(유효기간 만료/폐기포함) △ 서명 후 변경 여부/무결성 영향/허가된 변경사항 여부 △ 인증서 체인 목록(AATL) 등록 여부이다. (<https://helpx.adobe.com/kr>) 내용 정리

47) AATL(Adobe Approved Trust List)은 사용자가 서명한 문서를 Acrobat Reader 소프트웨어에서 해당 인증서 체인이 Trusted Identity 목록에 등록된 경우 해당 서명을 자동으로 신뢰할 수 있도록 사전에 등록된 디지털인증서 목록이다. (<https://helpx.adobe.com/kr>) 내용 정리

48) 인증서의 신뢰 수준 설정(Set the trust level of a certificate)은 해당 인증서 또는 최상위인증서가 AATL에 등록되지 않아 사용자가 직접 신뢰할 수 있도록 설정(등록)하는 절차이다. 인증된 문서 또는 서명된 문서의 서명은 사용자와 서명자 사이에 신뢰 관계가 수립된 경우에만 유효하다.

〈표 3-7〉 이상적인 무결성 검증결과 예측

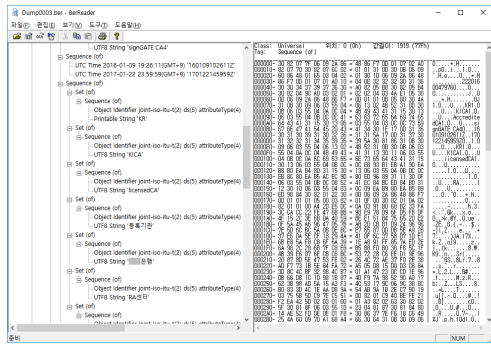
구분	무결성 검증	
	인증서의 신뢰 수준 설정 전	인증서의 신뢰 수준 설정 후
정상계약서	무결성 검증 불가	변경되지 않음
변경계약서	변경 확인	변경 확인

정상계약서와 변경계약서의 디지털 서명검증 성공·실패 테스트 결과로 무결성 검증 도구(PDF 문서뷰어 솔루션)를 선정한다. 이후 부동산 전자계약서의 ‘거래내용’과 ‘디지털 서명’을 구간별로 변경하고 인터넷 네트워크 연결·분리 상태에서 검증 도구를 이용하여 무결성 변화를 관찰하였다. 그 외 이 연구에서 필요하다고 판단한 추가 검증을 실시하고 결론 및 시사점을 정리하였다.

3. 무결성 검증 도구 선정

1) 무결성 검증 도구 확인 필요성

PDF 포맷인 부동산 전자계약서에 삽입된 전자서명은 <그림 3-3>과 같이 문자열로 구성되어 유관으로 실제 내용을 파악할 수 없고 BER 값⁴⁹⁾을 ‘Ber Reader’ 등을 이용하여 열람해도 서명 값과 인증서 정보만을 확인할 수 있다. 전자계약서 열람자가 원문정보와 전자서명을 비교하여 디지털 서명 유효성을 검증하는 방법은 기술적으로 어렵고 검

전자서명 값	전자서명 값 확인 (Ber Reader 1.1.0.13)
MIIHbgYJKoZIhvcNAQcCoIIHXzCCB1sCAQExDTALBglghkgBZQMEAgEwHQYJKoZIhvcNAQcBoBAEDjIyMjAxNzAwMDkyMTM4oIIFnzCCBZswggSDoAMCAQICBB3f71UwDQYJKoZIhvcNAQELBQAwUjELMAkGA1UEBhMCa3IxEDAOBgNVBAoMB3llc3NpZ24xFTATBgNVBAsMDEFfY3JlZGl0ZWwRDQTEaMBGGA1UEAwwReWVzc2lnbkNBIENsYXNzIDlwHhcNMTYxMjEzMTUwMDAwWheNMTcxMTA2MTQ1OTU5WjByMQswCQYDVQQGE0wJrcjEQA4GA1UECgwHeWVzc2lnbjEUMBIGA1UECwwLCG9yY29uYWw0SUIxDDAKBgNVBAsMA0tNQjEtMCsGA1UEAwk6cmA64+E7ZuIKGtpbWRvaG9vbikwMDA0MDQ5MzAyMjUxODE2MIIHBIjANBgkqhkiG9w0BAQ..... (이하생략)	

〈그림 3-3〉 전자서명 값(PKCS#7) 확인

증실패 위험 때문에 직관적이고 쉬운 무결성 검증 도구가 필요하다.

2) ‘디지털 서명 유효성’ 검증 결과

부동산 전자계약서에 ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 전·후에 대하여 ‘타임스탬프’와 ‘공인전자서명’의 정상표시 여부 8개(TEST-A1~A8)와 ‘디지털 서명 유효성 검사’ 시 메시지 처리(TEST-A9)에 대하여 외산 5개, 국내 5개 총 10개 PDF 문서뷰어를 이용하여 다음 9가지⁵⁰⁾ 항목을 테스트했다.

〈표 3-8〉 무결성 검증도구 테스트 CASE

구분		테스트 CASE	
		인증서의 신뢰 수준 설정 전	인증서의 신뢰 수준 설정 후
정상 계약서	타임스탬프	■ [TEST-A1] 타임스탬프 정상표시	■ [TEST-A3] 타임스탬프 정상표시
	공인인증서	■ [TEST-A2] 공인전자서명 정상표시	■ [TEST-A4] 공인전자서명 정상표시
변조 계약서	타임스탬프	■ [TEST-A5] 타임스탬프 정상표시	■ [TEST-A7] 타임스탬프 정상표시
	공인인증서	■ [TEST-A6] 공인전자서명 정상표시	■ [TEST-A8] 공인전자서명 정상표시
서명유효성 상세		■ [TEST-A9] 서명 유효성 검사 상태 표기	

[TEST-A1] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 전 10개의 PDF 문서뷰어 중 9개 솔루션이 ‘타임스탬프’ 인영을 정상 표시했고 1개는 표시하지 못하였다. 테스트 결과에 영향을 주는 것은 아니지만, Foxit Reader와 국산 E뷰어는 인영을 표시하였으나 인영을 반투명하게 표시했다.

외산					국산				
Acrobat	Foxit	S뷰어	X뷰어	K뷰어	A뷰어	P뷰어	E뷰어	I뷰어	H뷰어
									
				X					

〈그림 3-4〉 [TEST-A1] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 전 ‘타임스탬프’ 정상표시 여부

49) BER(Basic Encoding Rule)은 ASN.1 구조의 데이터를 네트워크에서 전송할 수 있는 형식으로 변환한 정보이다.

50) Adobe社, <https://helpx.adobe.com/acrobat/kb/approved-trust-list2.html>의 AATL 목록에 근거한 3가지 중, 2번째 항목 (2019.4.6 접속)

[TEST-A2] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 전 10개의 PDF 문서뷰어 중 9개가 ‘공인전자서명’ 인영을 표시했고 1개는 인영을 표시하지 못했다. 인영을 표시한 9개 중 Foxit Reader와 국산 E뷰어는 타임스탬프 인영을 반투명하게 표시했다.

외산					국산				
Acrobat	Foxit	S뷰어	X뷰어	K뷰어	A뷰어	P뷰어	E뷰어	I뷰어	H뷰어
				X					

〈그림 3-5〉 [TEST-A2] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 전 ‘공인전자서명’ 정상표시 여부

[TEST-A3] 10종의 PDF 문서뷰어 중 3개가 ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 기능이 있었다. 그중 Acrobat과 Foxit Reader 2개 PDF 문서뷰어는 디지털 서명이 변경되지 않았음을 나타내는 ‘타임스탬프’ 인영에 녹색 체크를 표시했고, 다른 1개의 PDF 문서뷰어는 정상 동작하지 않아 물음표 표시를 유지되었다. 8개 PDF 문서뷰어는 타임스탬프의 ‘무결성 검증’에 실패했다.

외산					국산				
Acrobat	Foxit	S뷰어	X뷰어	K뷰어	A뷰어	P뷰어	E뷰어	I뷰어	H뷰어
				X					

〈그림 3-6〉 [TEST-A3] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 후 ‘타임스탬프’의 정상표시 여부

[TEST-A4] 10개의 PDF 문서뷰어 중 3개가 ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 기능이 있었다. 그중 Acrobat과 Foxit Reader 2개 PDF 문서뷰어는 ‘공인전자서명’ 인영에 정상검증을 의미하는 녹색 체크를 표시했고, 국산 A뷰어는 기능은 있었으나 정상 동작하지 않았다. 다른 7개는 ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정이 불가능 했다. Foxit Reader의 경우 무결성 검증 표시(물음표, 체크)가 정상 동작하였으나, 인영 뒤로 배치되어 시각적으로 잘 보이지 않았다. 8개 PDF 문서뷰어가 공인전자서명의 ‘무결성 검증’에 실패했다.

외산					국산				
Acrobat	Foxit	S뷰어	X뷰어	K뷰어	A뷰어	P뷰어	E뷰어	I뷰어	H뷰어
				X					

〈그림 3-7〉 [TEST-A4] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정 후 공인전자서명’의 정상표시 여부

[TEST-A5] 타임스탬프 영역이 변조된 전자계약서가 변경된 것을 확인할 수 있는지 확인하는 실험에서 8개 PDF 문서뷰어가 변경을 확인하지 못했다.

외산					국산				
Acrobat	Foxit	S뷰어	X뷰어	K뷰어	A뷰어	P뷰어	E뷰어	I뷰어	H뷰어
				X					

〈그림 3-8〉 [TEST-5] 변조된 ‘타임스탬프’ 식별 가능 여부

[TEST-A6] 공인전자서명 영역이 변조된 전자계약서가 변경된 것을 확인할 수 있는지 확인하는 실험에서 8개 PDF 문서뷰어가 변경을 확인하지 못했다.

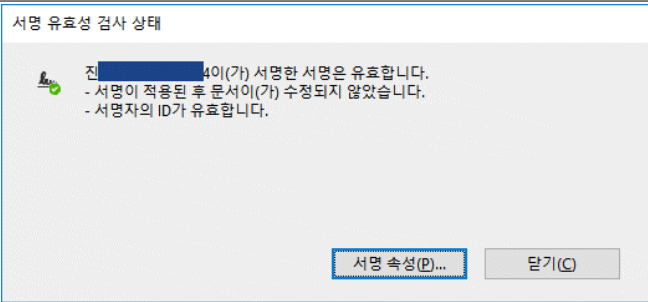
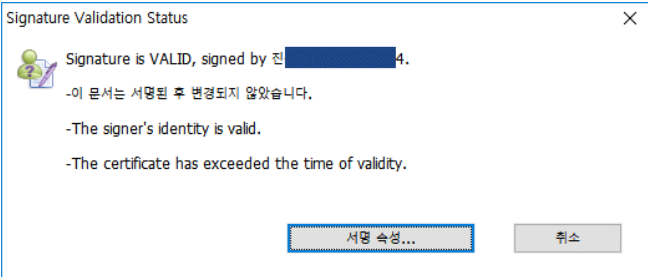
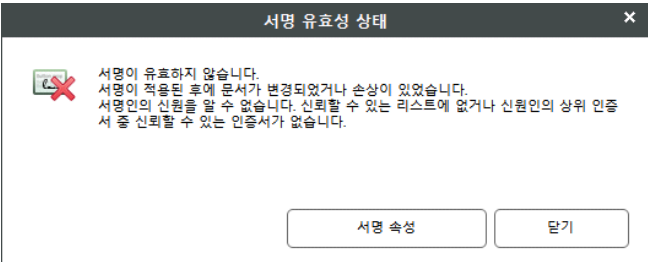
외산					국산				
Acrobat	Foxit	S뷰어	X뷰어	K뷰어	A뷰어	P뷰어	E뷰어	I뷰어	H뷰어
				X					

〈그림 3-9〉 [TEST-A6] 변조된 ‘공인전자서명’ 식별 가능 여부

[TEST-A7]은 [TEST-A5]와 동일한 <그림 3-8> 결과를 보였으며, [TEST-A8]은 [TEST-A6] 같은 <그림 3-9>의 결과로 나타났다.

[TEST-A7] ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정은 10개 중 3개 PDF 문서뷰어에 기능이 있었는데 2개만 정상 동작하고 1개는 정상 동작하지 않았다. 3개 PDF 문서뷰어에서 ‘서명 유

효성 검사'를 진행한 결과 '인증서의 신뢰 수준'이 정상설정 된 2개 뷰어는 문서가 수정/변경되지 않았음을 정상 표시했고, 정상 설정할 수 없었던 다른 1개 뷰어는 '서명이 유효하지 않습니다. 서명이 적용된 후에 문서가 변경되었거나 손상이 있었습니다.'를 표시했다. 해당 PDF 문서뷰어는 해당 버전 기능 오동작 또는 표준 미준수로 추정된다.

구분		서명 유효성 검사 상태	비고
외산	Acrobat Reader	 <p>서명 유효성 검사 상태</p> <p>진 [redacted] 4이(가) 서명한 서명은 유효합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 서명이 적용된 후 문서이(가) 수정되지 않았습니다. - 서명자의 ID가 유효합니다. <p>서명 속성(P)... 닫기(C)</p>	무결성 확인 (정상)
	Foxit Reader	 <p>Signature Validation Status</p> <p>Signature is VALID, signed by 진 [redacted] 4.</p> <ul style="list-style-type: none"> -이 문서는 서명된 후 변경되지 않았습니다. -The signer's identity is valid. -The certificate has exceeded the time of validity. <p>서명 속성... 취소</p>	무결성 확인 (정상)
국산	A뷰어	 <p>서명 유효성 상태</p> <p>서명이 유효하지 않습니다.</p> <p>서명이 적용된 후에 문서가 변경되었거나 손상이 있었습니다.</p> <p>서명인의 신원을 알 수 없습니다. 신뢰할 수 있는 리스트에 없거나 신원인의 상위 인증서 중 신뢰할 수 있는 인증서가 없습니다.</p> <p>서명 속성 닫기</p>	무결성 확인 (비정상)

〈그림 3-10〉 [TEST-A9] '디지털 서명 유효성 검사' 테스트 결과

검증결과를 종합하면, 10개 뷰어 중 Acrobat과 Foxit Reader 2개의 PDF 문서뷰어는 '타임스탬프 표시', '인증서의 신뢰 수준' 기능, '디지털 서명 유효성 검사' 기능을 정상 처리했다. 그 중 Foxit Reader는 타임스탬프 이미지를 반투명하게 처리하고 무결성 검증정보가 이미지 인영 뒤로 배치되는 것을 현상이 있어 Acrobat Reader를 이 연구의 '무결성 검증' 도구로 선정했다. 종합 결과는 다음 <표 3-9>와 같다.

〈표 3-9〉 10개 PDF 문서뷰어 기능 테스트 결과 종합⁵¹⁾

구분	제조사	뷰어명	버전	정상계약서				변조계약서				서명 유효 상세	비고
				인증서 수준 설정 前	신뢰 수준 설정 後	인증서 수준 설정 前	신뢰 수준 설정 後	인증서 수준 설정 前	신뢰 수준 설정 後	인증서 수준 설정 前	신뢰 수준 설정 後		
				A-1 (인증서)	A-2 (TSA)	A-3 (인증서)	A-4 (TSA)	A-5 (인증서)	A-6 (TSA)	A-7 (인증서)	A-8 (TSA)	A-9 (공통)	
외 산	Adobe	Acrobat	Korean 19.010.20098									제공	검증 도구 적합
	Foxit	Foxit	9.4.1.16828									제공	
	S社	S뷰어	1.**.*****										
	X社	X뷰어	4.**										
	K社	P뷰어	1.**										
국 산	E社	A뷰어	2.**.*****									제공	
	E社	P뷰어	5.*										
	U社	E뷰어	3.**.*										
	I社	P뷰어	8.**.*										
	H社	D뷰어	8.**										

* 범례) 기능없음, 검증불가, 서명유효, 서명변경, 동작안됨(기능있음)

4. 검증절차 설계

1) 인터넷 연결 중 ‘무결성 검증’ 절차

HEX 에디터로 부동산 전자계약서 내용과 서명영역 등 일부를 변조하고 Acrobat Reader에서 디지털 서명을 클릭하면 “서명이 적용된 후 본 문서가 수정되지 않았습니다.” 문구가 유지되는지 확인하고, Reader의 서명패널에서 ‘확인상태를 나타내는 아이콘’이 유효(, 수정되지 않음)와 유효하지 않음(, 변경되거나 손상)으로 표시되는지 확인한다.

51) 검증 환경 : PC#1 Windows 10 Home(x64,16G), PC#2 Win10 Pro(x64t,8G), 2019.3.30.~3.31
검증 횟수 : 동일 PDF 사용, 각 PDF뷰어 10회 이상 검증 (동일버전)

〈표 3-10〉 인터넷 연결 중 무결성 검증 CASE

검증 CASE	검증 내용
VERI-B1	최초작성 PDF 계약서 영역 변조
VERI-B2, B3, B4, B5	전자서명(디지털 서명 또는 타임스탬프) #1~#4 변조
VERI-B6	최종 타임스탬프 영역 변조

2) 인터넷 단절 후 ‘무결성 검증’ 절차

부동산 전자계약서를 접수받은 금융기관 및 공공기관은 인터넷과 분리된 내부망 또는 행정망을 이용하기 때문에, 인터넷이 단절된 상황에서 ‘무결성 검증’이 필요하다. 검증PC의 유선네트워크 케이블을 물리적으로 분리하고 운영체제를 ‘비행기 모드’⁵²⁾로 전환하여 무선네트워크를 차단하고 인터넷 연결 중 검증[VERI-B1~B6]과 동일한 검증[VERI-C1~C6]을 진행한다.

〈표 3-11〉 인터넷 단절 후 무결성 검증 CASE

구분	검증 내용
VERI-C1	최초작성 PDF 계약서 영역 변조
VERI-C2, C3, C4, C5	전자서명(디지털 서명 또는 타임스탬프) #1~#4 변조
VERI-C6	최종 타임스탬프 영역 변조

3) 그 외 무결성 영향 검증절차

부동산 전자계약시스템에서 공인인증서가 사용될 때는 유효한 인증서였으나, 전자계약서를 열람하는 시점에 유효기간이 만료된 경우에도 해당 공인전자서명의 유효성을 검증할 수 있는지 확인하기 위해 전자서명 장기검증(LTV) 기술적용 및 정상여부를 확인한다. 한편, 부동산 전자계약서는 거래당사자의 성명, 주민등록번호, 주소 등이 기재되어 있어 암호화가 필요한데, 현재 전자계약서는 암호가 설정되어 있지 않다. 이에 부동산 전자계약서에 PDF 자체방식의 암호를 설정하고 무결성을 검증한다.

52) 비행기 모드: Windows OS에서 Wi-Fi, 셀룰러, Bluetooth 같은 무선통신을 모두 중지하는 옵션

〈표 3-12〉 그 외 무결성 검증

구분	검증 내용
VALI-D1	서명에 사용된 공인인증서의 유효기간 경과 후 무결성 확인
VERI-D2	PDF 자체방식의 암호 설정 시 디지털 서명 영향

IV. 부동산 전자계약서의 무결성 검증

1. 인터넷 연결 중 ‘무결성 검증’

검증사례 [VERI-B1]은 거래계약서(=m1)의 거래내용 수정이 디지털 서명에 주는 영향 확인이다. 의도적 변조일 경우 거래내용이 주요 목표가 될 가능성이 높다. 따라서 이 검증은 거래금액, 거래당사자, 거래일시, 거래대상물, 거래조건 등 계약의 중요내용 변경에 대한 무결성 확인을 의미한다. <그림 4-1>은 거래내용 영역의 거래금액을 수정하고 무결성을 검증한 결과이다. 검증결과, ‘확인상태를 나타내는 아이콘’이 디지털 서명 전체를 ‘변경 또는 손상’으로 표시했다.

VERI-B1 부분 변조

Offset(h) 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F

67 74 3B 30 38 26 6C 74 3B 2F 4C 41 4E 44 5F 4C

4E 44 43 54 5F 43 4C 53 5F 43 44 26 67 74 3B 0A

26 6C 74 3B 4C 4F 54 52 54 5F 44 45 4E 4F 4D 5F

41 52 45 41 26 67 74 3B 31 32 33 34 26 6C 74 3B

2F 4C 4F 54 52 54 5F 44 45 4E 4F 4D 5F 41 52 45

41 26 67 74 3B 0A 26 6C 74 3B 4C 4F 54 52 54 5F

4E 4D 52 5F 41 52 45 41 26 67 74 3B 31 32 33 26

6C 74 3B 2F 4C 4F 54 52 54 5F 4E 4D 52 5F 41 52

45 41 26 67 74 3B 0A 26 6C 74 3B 54 52 41 44 43

5F 41 4D 54 26 67 74 3B 32 35 30 30 30 30 30 30

30 30 26 6C 74 3B 2F 54 52 41 44 45 5F 41 4D 54

26 67 74 3B 0A 26 6C 74 3B 43 4E 54 52 5F 41 41

54 26 67 74 3B 32 35 30 30 30 30 30 30 30 26 6C

74 3B 2F 43 4E 54 52 5F 41 4D 54 26 67 74 3B 0A

26 6C 74 3B 42 41 4C 43 45 5F 41 4D 54 26 67 74

3B 32 35 30 30 30 30 30 30 26 6C 74 3B 2F

42 41 4C 43 45 5F 41 4D 54 26 67 74 3B 0A 26 6C

무결성 6개 영향

비주거용매 전자 계약서 (서명번호: 11170000000000000000)

비주거용매 전자 계약서 (서명번호: 11170000000000000000)

비주거용매 전자 계약서 (서명번호: 11170000000000000000)

비주거용매 전자 계약서 (서명번호: 11170000000000000000)

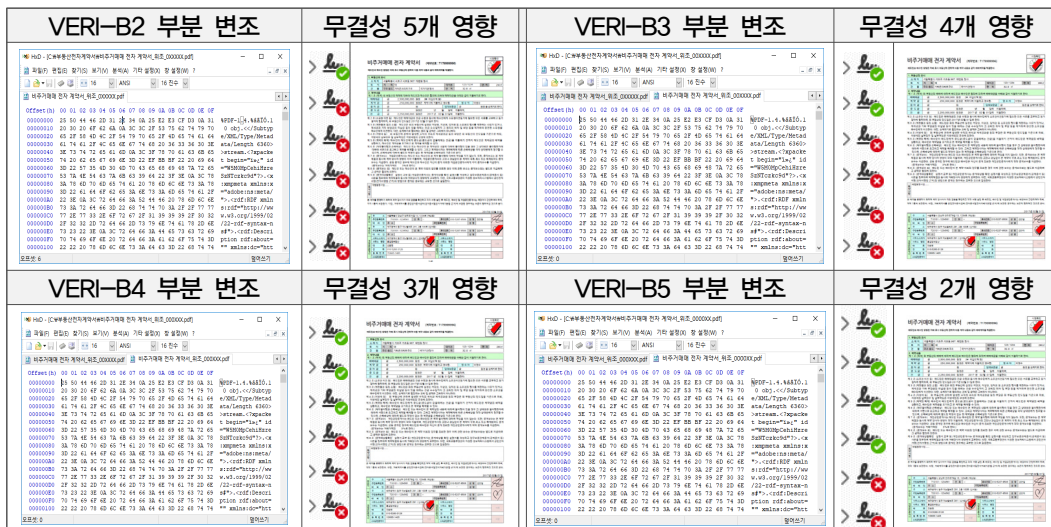
비주거용매 전자 계약서 (서명번호: 11170000000000000000)

비주거용매 전자 계약서 (서명번호: 11170000000000000000)

〈그림 4-1〉 [VERI-B1] 계약내용 변조⁵³⁾ 검증결과

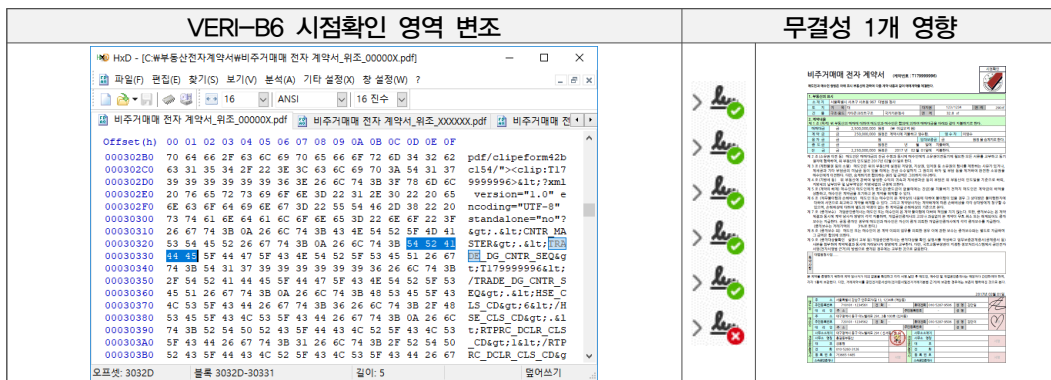
53) 전자계약서 변조에 사용한 프로그램 : HxD-헥스데이터 버전1.7.7.0

이후 전자서명 된 4개의 디지털 서명 구간을 순차적으로 변조한 결과, ‘확인상태를 나타내는 아이콘’이 영향 받는 범위에 따라 “변경 또는 손상”으로 표시했다.



〈그림 4-2〉 [VERI-B2~B5] 전자서명#1~#4 변조 검증

최종 처리되는 무결성 정보인 타임스탬프는 이 전자계약의 생성시점⁵⁴⁾을 의미한다. 전자문서 생성시점의 수정을 의미하는 검증결과 변경을 확인할 수 있었다.




〈그림 4-3〉 [VERI-B6] 시점확인 영역 변조 검증


54) 한국인터넷진흥원, “대면거래업무에서의 전자문서 작성 및 보관요건” 6.2.2 (전자문서생성) ⑤공인전자서명이 첨부되는 시점을 전자문서생성시점으로 간주한다. 단, 추가로 시점확인정보를 첨부할 경우 그 시점을 전자문서생성시점으로 간주한다. 2016.12, (KISA R 0001:2016)

검증 [VERI-B1~6]을 종합하면, 변경이 없는 전자계약서는 ‘확인상태를 나타내는 아이콘’이 모두 정상이나, 변경된 영역이 있는 전자계약서는 변경 영역 이후에 처리된 디지털 서명이 연쇄적으로 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 이는 전자문서 전체에 대한 ‘무결성 검증’ 구조가 정상적으로 동작하고 있는 것을 의미했다.

〈표 4-1〉 구간별 변조에 따른 ‘확인상태를 나타내는 아이콘’ 영향

전자계약서 진본 (변경 前)	문서 변경	서명변경					시점확 인변경
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
>  수정 버전 1: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	
>  수정 버전 2: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	
>  수정 버전 3: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	
>  수정 버전 4: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	
>  수정 버전 5:  _0000742794이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	
>  수정 버전 6: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	

* 범례 서명이 적용된 후 문서가 수정되지 않았습니다.













* 범례 서명이 적용된 후 문서가 변경되거나 손상되었습니다.


2. 인터넷 단절 후 ‘무결성 검증’


인터넷 단절 후 검증[VERI-C1~C6] 결과는 <표 4-2>와 같이 정리하였는데, 인터넷 연결 중 검증[VERI-B1~B6] 결과 <표 4-1>과 동일했다. 인터넷 연결 여부가 무결성 검증에 영향을 주지 않았다.

부동산 전자계약서가 아닌 타 유사 전자계약(= PDF+공인전자서명+타임스탬프)에서 인터넷 단절 시 무결성 검증이 불가능한 사례가 있어, 이는 부동산 전자계약서의 특징으로 구분할 필요가 있다.

〈표 4-2〉 구간별 변조에 따른 ‘확인상태를 나타내는 아이콘’ 영향

전자계약서 진본 (변경 前)	문서 변경	서명변경					시점확 인변경
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
>  수정 버전 1: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	> 
>  수정 버전 2: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	> 
>  수정 버전 3: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	> 
>  수정 버전 4: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	> 
>  수정 버전 5:  _0000742794이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	> 
>  수정 버전 6: 테스트(KTNET)이(가) 서명함	> 	> 	> 	> 	> 	> 	> 

* 범례[] 서명이 적용된 후 문서가 수정되지 않았습니다.

* 범례[] 서명이 적용된 후 문서가 변경되거나 손상되었습니다.

3. 그 외 무결성 영향 검증

1) 공인인증서의 유효기간 경과 후 무결성 검증 가능 여부

공인인증서의 유효기간은 일반적으로 최대 1년인데, 부동산 임대차 계약기간은 대부분 1년 이상 이어서 공인인증서 유효기간이 만료된 이후에도 임대차전자계약서의 서명 유효성을 확인할 수 있는지 확인했다.

과거 시점에 체결된 부동산 전자계약서를 현재 시점에 검증한 결과 공인전자서명에 LTV가 설정되어 있으며, 해당 공인인증서의 만료일이 2년 이상 경과된 검증시점에도 유효성 검증(Validation)에 성공했다.

※ 전자서명: 2017.02.07 18:14:52, 인증서 유효기간: 2016.04.25.~2017.04.25

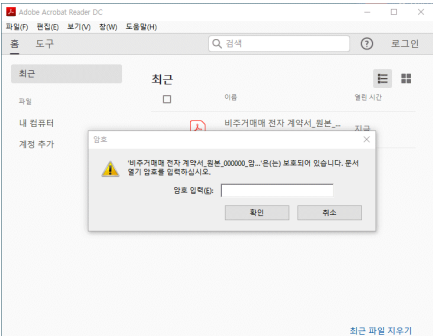
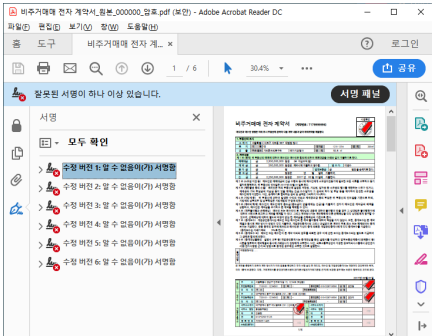
※ 현재시점(검증시점): 2019.05.20. 18:08:46 , 서명유효

유효기간 확인	LTV 설정 확인	서명 유효성 확인
<p>요약 세부 사항 하지 신뢰 정책 법적 고지 사항</p> <p>00742794 TradeSign</p> <p>발급자: TradeSignCA2 TradeSign</p> <p>발로일: 2016/04/25 12:54:25 +09'00' 만료일: 2017/04/25 13:24:25 +09'00'</p> <p>사용 목적: 디지털 서명, 본인 방지</p>	<p>서명되었으며 모든 서명이 유효합니다.</p> <p>서명</p> <p>모두 확인</p> <p>수정 버전 5: 00742794이(가) 서명함</p> <p>서명이 유효함: 문서(는) 서명이 적용된 후 수정되지 않았습니다. 서명자의 ID가 유효합니다. 서명 시간은 서명자 컴퓨터의 시간을 기준으로 합니다. 서명에 LTV를 사용하도록 설정되어 있음</p> <p>서명 세부 사항 마지막으로 확인한 날짜: 2019.05.20 18:08:46 +09'00'</p>	<p>서명 특성</p> <p>00742794이(가) 서명한 서명은 유효합니다. 서명 시간: 2017/02/07 18:14:52 +09'00'</p> <p>원인 위자 유효성 요약</p> <p>서명이 적용된 후 문서(가) 수정되지 않았습니다. 인증자가 이 문서에 대해 정식 채우기, 서명 및 주석 달기를 허용합니다. 다른 사항은 변경할 수 없습니다. 서명자의 ID가 유효합니다. 서명 시간은 서명자 컴퓨터의 시간을 기준으로 합니다. 서명 시간(2017/02/07 18:14:52 +09'00')에 서명 유효성을 검사했습니다.</p>

〈그림 4-5〉 [VALI-D1] 인증서 유효기간, LTV 설정/확인시점, 서명 유효성

2) PDF 자체 암호기능 적용 시 무결성 영향

부동산 전자계약서에는 거래당사자의 주민등록번호, 주소, 연락처 등이 포함되기 때문에 암호화 대상⁵⁵⁾에 해당한다. 따라서 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템에서는 이들 정보를 암호화하여 처리되고 있으나, 계약당사자가 해당 전자계약서를 교부 받는(다운로드) 시점에 암호화가 해제된다. 별도 응용솔루션을 이용하거나, 압축 프로그램으로 비밀번호를 설정해도 결국 사용자의 End-Point에서 PDF 파일이 분리되기 때문에 응용솔루션을 배제한 자체암호화 수단이 필요하다.

PDF 자체암호방식, 암호입력	전자서명 영향 결과
	

〈그림 4-4〉 [VERI-D2] PDF 자체 암호화 적용 후 무결성 영향

55) 개인정보보호법 제24조의2 제2항에서는 “개인정보처리자는 제24조제3항에도 불구하고 주민등록번호가 분실·도난·유출·위조·변조 또는 훼손되지 아니하도록 암호화 조치를 통하여 안전하게 보관하여야 한다. 이 경우 암호화 적용 대상 및 대상별 적용 시기 등에 관하여 필요한 사항은 개인정보의 처리 규모와 유출 시 영향 등을 고려하여 대통령령으로 정한다”고 규정하여 주민등록번호 처리의 제한에 관하여 규정하고 있다. 개인정보처리자란 업무를 목적으로 개인정보파일을 운영하기 위하여 스스로 또는 다른 사람을 통하여 개인정보를 처리하는 공공기관, 법인, 단체 및 개인 등을 말한다(개인정보보호법 제2조 제5호).

이에, 앞서 검증에 사용한 부동산 전자계약서에 PDF 자체 암호기능을 설정하고 부동산 전자계약서의 무결성을 검증했다. 부동산 전자계약서에 ‘사용자 암호’와 ‘소유자 암호’를 설정하고 확인한 결과 사용자, 소유자 주체와 상관없이 전자계약서의 모든 디지털 서명이 변경되었다. 따라서 PDF 자체방식의 암호설정은 디지털 서명을 변경하므로 부동산 전자계약서의 암호화 용도로 적합하지 않아 다른 추가적인 검토가 필요하다. DRM을 전문으로 하는 보안솔루션 회사에서 DRM이 무결성에 미치는 영향을 검토해 주었으면 한다.

〈표 4-3〉 정상계약서와 변경계약서의 무결성 검증결과와 오류 유형

계약서 구분	무결성 검증 결과			
	인증서의 신뢰 수준 설정 전		인증서의 신뢰 수준 설정 후	
	변경되지 않은 것으로 판정(T1)	변경된 것으로 판정(F1)	변경되지 않은 것으로 판정(T2)	변경된 것으로 판정(F2)
(T) 정상계약서	정상계약서를 변경되지 않은 것으로 판정	정상계약서를 변경된 것으로 판정	정상계약서를 변경되지 않은 것으로 판정	정상계약서를 변경된 것으로 판정
Acrobat, Foxit 2종	변경 확인불가 	변경 확인불가 	변경없음 확인 	변경없음 확인 
	T@T1 검증불가	T@F1 검증불가 (제1종 오류유형)	T@T2 검증성공	T@F2 검증성공 (제1종 오류유형)
그 외 PDF 뷰어	변경 확인불가 	변경 확인불가 	변경 확인불가 	변경 확인불가 
	T@T1 검증불가	T@F1 검증불가 (제1종 오류유형)	T@T2 검증불가	T@F2 검증불가 (제1종 오류유형)
(F) 변경계약서	변경계약서를 변경되지 않은 것으로 판정	변경계약서를 변경된 것으로 판정	변경계약서를 변경되지 않은 것으로 판정	변경계약서를 변경된 것으로 판정
Acrobat, Foxit 2종	변경 확인 	변경 확인 	변경 확인 	변경 확인 
	F@T1 검증성공 (제2종 오류유형)	F@F1 검증성공	F@T2 검증성공	F@F2 검증성공
그 외 PDF 뷰어	변경 검증불가 	변경 검증불가 	변경 검증불가 	변경 검증불가 
	F@T1 검증불가 (제2종 오류유형)	F@F1 검증불가	F@T2 검증불가 (제2종 오류유형)	F@F2 검증불가

* 검증도구 테스트, 무결성 검증결과와 제1종, 제2종 오류 위험 표기

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

전자계약 또는 전자계약서 관련 선행연구를 바탕으로, 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템에서 작성된 실제 전자계약서의 특징을 살펴보았다. 특히, 열람 시점의 전자계약서 소지자가 해당 전자계약서를 신뢰할 수 있는지 확인하기 위하여 무결성 검증 가능한 PDF 문서뷰어를 선택한 후, 전자계약서를 강제 변경하여 무결성 변화를 정리하였다.

첫째, 디지털 서명 ‘무결성 검증’ 방법은 부동산 전자계약서의 거래내용 변경, 디지털 서명변경을 확인할 수 있다. 즉, 모든 디지털 서명이 유효한 경우 열람 시점의 부동산 전자계약서 소지자는 전자계약서의 무결성이 유지되고 있는 것이며, 변경되지 않았다고 신뢰할 수 있다.

둘째, 디지털 서명 ‘무결성 검증’ 방법은 인터넷 연결 또는 단절 상태에서도 부동산 전자계약서의 무결성 확인이 가능하다. 내부망·행정망 등에서 부동산 전자계약서를 열람하는 경우에도 전자계약서의 변경 여부를 확인할 수 있다.

셋째, 디지털 서명의 ‘무결성 검증’ 방법은 신뢰할 수 있는 제3자 지위의 확인기관이나 블록체인 네트워크에 참여하지 않아도 무결성 검증이 가능하다.

결론적으로, 검증도구 테스트 및 전자계약서 검증결과 그리고 위 결론을 근거로 연구자가 확인하고자 한 핵심 사항인 ‘변경된 계약서가 변경되지 않은 계약서로 판정’되어 현장에서 사용될 위험을 점검한 결과, 디지털 서명 인증기능이 없는 뷰어로 인하여 “제2종 오류” 발생 위험이 있는 것을 확인했다.

〈표 5-1〉 제1종 및 제2종 오류 검증 결과

구분	무결성 검증			
	인증서의 신뢰 수준 설정 전		인증서의 신뢰 수준 설정 후	
	제1종 오류	제2종 오류	제1종 오류	제2종 오류
Adobe & Foxit Reader	가능성 있음 ※AATL 등록 시 해결가능	없음	없음	없음
그 외 뷰어	가능성 있음	가능성 있음	가능성 있음	가능성 있음

‘제1종 오류’는 ‘정상계약서를 변경된 것으로 판정’한 오류이다. 디지털 서명검증 기능이 있는 2개 PDF 문서뷰어에 ‘인증서의 신뢰 수준’이 설정되지 않은 경우와 서명검증

기능이 없는 그 외 PDF 문서뷰어를 이용하는 경우 발생 가능성 있다. ‘제1종 오류’는 계약서가 정상이기 때문에 처리 담당자의 위험은 없으나 계약서 제출자가 신청한 서비스 처리가 중단되거나 계약서 제출자와의 불필요한 오해가 발생할 민원의 소지가 있다. 최상위인증기관(RootCA)의 인증서가 AATL에 등록되는 경우 디지털 서명검증이 가능한 PDF 뷰어는 ‘제1종 오류’가 발생하지 않는다.

‘제2종 오류’는 ‘변경계약서를 변경되지 않은 것으로 판정’한 오류이다. 변경계약서의 제출이 의도와 목적이 있는 경우에는 위험하다. 디지털 서명검증 기능이 있는 PDF 문서뷰어를 이용한 경우에는 ‘인증서의 신뢰 수준’ 설정과 관련 없이 변경을 확인할 수 있어 ‘2종 오류’가 발생하지 않는다. 그러나 그 외 디지털 서명검증 기능이 없는 PDF 문서뷰어는 계약서 변경을 식별할 수 없어서 ‘제2종 오류’로 인한 위험이 있다.

부동산 전자계약서의 ‘무결성 검증’이 필요한 기관은 디지털 서명검증이 가능한 PDF 문서뷰어를 PC에 설치해야 하고, 프로그램 설치가 곤란한 업무시스템 사용자는 개별업무시스템 또는 이미지 · PPR⁵⁶⁾등 지원시스템에 ‘무결성 검증’ 기능 확충이 필요하다. 검증에 사용된 10개 PDF 문서뷰어 중 5개 국산 PDF 문서뷰어가 부동산 전자계약서의 무결성을 검증하지 못했다. 국산 PDF 문서뷰어 솔루션의 ‘무결성 검증’ 기능 보완이 필요하다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

1) 연구의 한계

이 연구는 검증 도구 선정 시 대표적인 범용 10개(외산 5개, 국내 5개) PDF 문서뷰어 솔루션만을 대상으로 하였으므로, 다른 범용 솔루션과 EDMS/ECM 전문제품으로 확대 테스트하는 경우 검증 도구는 확대될 수 있다. 한편, 최상위인증기관(RootCA)인 한국인터넷진흥원(KISA)의 인증서가 AATL에 등록되지 않아 ‘확실성 확인’⁵⁷⁾ 절차를 진행하지 못하였으며, 검증단계에서 매번 수동으로 ‘인증서의 신뢰 수준’을 설정하였다. 한국인터넷진흥원이 AATL 등록을 추진하고 있으므로 AATL 등록 후 국산 PDF 문서뷰어를 포함한 자동 검증이 필요하다. 이 경우 인터넷 연결 유 · 무, 최초 설치된 PDF 뷰어의 버전에 따라 최상위인증기관(RootCA)의 인증서 사전 설치 여부를 확인해야 한다.

56) PPR시스템(Paperless Process Reengineering) 고객이 작성하는 각종 신청서를 종이문서에서 전자문서로 대체하는 디지털금융 지원시스템

57) 확실성 확인(Authenticity verification confirms)은 “서명자의 인증서나 해당 상위 인증서가 신뢰할 수 있는 ID의 유효성 검사기 목록에 있는지 확인하는 것”을 의미한다.

※ Adobe社, <https://helpx.adobe.com>

2) 향후 연구과제

부동산등기를 목적으로 등기소(등기국, 인터넷등기소 포함)에 제출되는 계약서는 권리의 변동이 목적으로 매도인·임대인의 개인정보가 필요한 반면, 금융기관 등에 제출되는 부동산 전자계약서는 매수인·임차인이 금융서비스를 받기 위함인데, 이때 매도인·임대인의 개인정보가 본인 동의 없이 제출된다. IV-3-(2)에서 언급한 것처럼 유통절차와 목적을 고려하였을 때 암호가 해제된 부동산 전자계약서의 유통을 막을 수 있는 특별한 방법은 없다. 이에 권한 범위에서 정보를 이용할 수 있는 정보보호 측면의 연구가 필요하다. 병행하여 부동산거래 전자계약시스템이 발급하는 ‘(가칭)전자계약 사실확인서’를 신설하여 매도인 또는 임대인의 개인정보가 최소로 기재되도록 하고 해당문서(전자문서 포함)도 부동산 전자계약서의 제출과 동일한 효력을 부여하는 제도개선 연구도 검토될 수 있다.

이외에도, 전자계약시스템을 이용하여 임대차계약을 체결하는 경우 임차인 보호를 위해 법무부에서 전자 임대차계약서 내용 중 주택임대차 확정일자 부여에 필요한 사항만을 시스템이 자동으로 관할 주민센터 공무원에게 보내 확정일자 번호를 거래계약서 내부에 부여받게 해주는 전자확정일자 제도를 도입하였는데, 상업문서에도 전자확정일자가 필요한 업무가 많기 때문에 이에 대한 도입 당위성 연구가 필요하다. 블록체인 2.0 시대, 계약이행을 포함하는 전자계약 등장이 예상되므로 블록체인을 활용한 네트워크의 변화가 부동산산업, 공적장부, 부동산금융에 미치는 영향 등에 관한 연구가 필요하다. 부동산거래에서 대면에 의한 활동의 장점은 유지하고 전자문서 활용도를 높이는 디지털라이제이션 연구는 신뢰성 있고 안전한 부동산거래 환경 조성에 기여할 것으로 기대한다.

< 국문요약 >

이 연구는 전자계약에 대한 이론적 배경을 정리하고, 국토교통부 부동산거래 전자계약시스템에서 적용된 기술과 특징을 고찰하였다. 실제 전자계약서의 디지털 서명 구간 별로 내용을 변경하고 나타나는 무결성 여부를 검증했다.

연구 결과, 부동산 전자계약서는 디지털 서명 유효성 확인기능을 가진 PDF 문서뷰어를 이용하여 무결성 검증이 가능하고, 인터넷 접속과 제 3자 증명 없이 무결성을 확인할 수 있었다. 결과적으로, 계약서 소지자 본인 및 전자계약서를 제시받은 금융기관 및 공공기관에서 신뢰하고 이용할 수 있다는 것을 확인했다. 단, 디지털 서명검증 기능이 없는 PDF 문서뷰어를 이용하는 경우 제2종 오류 유형으로 인한 위험이 발생할 수 있다.

〈참고문헌〉

1. 강창구 · 김대영, “새로운 순차 및 동시 다중서명 방식”, 「통신정보보호학회논문지」, 제2권 제1호, 한국정보보호학회, 1992, pp.36-44.
2. 강창구 · 김대영, “전자 계약시스템에서의 디지털 다중서명 방식”, 「전자공학회 논문지」, 제31권 A편 제1호, 대한전자공학회, 1993, pp.17-25.
3. 강창구 · 김대영 · 신기수 · 이대기, “디지털 다중서명방식의 전자계약시스템 적용”, 「1993년도 제3회 통신정보합동 학술대회 논문집」, 제3권, 대한전자공학회, 1993, pp.346-352.
4. 김동환 · 권대중, “부동산전자계약 시스템 도입의 중개업계 영향 및 대응방안”, 「대한부동산학회지」, 제34권제1호(통권 제42호), 대한부동산학회, 2016, pp.205-231.
5. 김영진, “XML 보안기반의 부동산계약서 전자서명 생성 시스템설계”, 이화여자대학교 정보과학대학원 석사학위논문, 2003.
6. 김재완, “블록체인 기술의 계약법 적용상의 쟁점-스마트계약을 중심으로”, 「법조」, 제68집 법조학회, 2018, pp.150-200.
7. 김태운 · 윤성현, “안전한 EDI 메시지 인증방법”, 「1993년도 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집」, Vol.20, No.2, 한국정보과학회, 1993, pp.665-668.
8. 권병철, “부동산거래 전자계약시스템 활성화 방안에 관한 연구”, 동의대학교 대학원 부동산박사학위논문, 2018.
9. 권병철 · 강정규, “부동산거래 전자계약시스템 활성화 방안에 관한 연구”, 「주거환경」, 제16권 제1호(통권 제39호), 한국주거환경학회, 2018, pp.33-50.
10. 대한민국특허, “국가행정업무 통합처리형 부동산 전자거래 장치 및 방법”, 2016.12.
11. 박선우 · 이창빈 · 이광우 · 김지연, “전자서명 소프트웨어 전자서명 기능에 대한 안전성 분석”, 「정보보호학회논문지」, 한국정보보호학회, 2012, pp.945-957.
12. 박선우 · 정재욱 · 원동호, “전자서명 장기검증 기능 적용을 위한 PDF표준 개선방안”, 「한국컴퓨터정보학회 하계 학술대회논문집」, 제20권 제2호, 한국컴퓨터정보학회, 2012, pp.381-384.
13. 박정현, 「스마트한 부동산 전자계약 길라잡이」, 삼일, 2017.
14. 박희운 · 강창구 · 이임영, “디지털다중서명 방식의 전자계약시스템 적용에 관한 연구”, 「멀티미디어학회 논문지」, 제1권 제1호, 한국멀티미디어학회, 1998, pp.56~66.
15. 법원행정처/국토교통부, “부동산 안전거래 통합지원 시스템 구축 사업”, 「2016년도 전자정부지원사업 사업계획서」, 2016.
16. 송병호, “정부 전자문서유통의 발전방향에 관한 연구”, 「정보관리학회지」, 제21권 제3호, 한국정보관리학회, 2004, pp.185~202.
17. 송인방, “부동산거래에서 블록체인 스마트계약의 활용가능성에 관한 연구”, 「법학연구」, 제

- 18권 제4호(통권 72호), 한국정법학회, 2018, pp.1-26.
18. 윤성호, “부동산 전자계약의 활성화 방안”, 「한국컴퓨터정보학회논문지」, Vol.21 No.10, 한국컴퓨터정보학회, 2016, pp.175-182.
 19. 이문구, “XML 보안기반의 부동산계약서 전자서명 생성 및 검증”, 「전자공학회 논문지」, 제45권 CI편 제6호, 대한전자공학회(발행기관: 한국과학기술정보연구원KISTI), 2008, pp. 147-153.
 20. 이승규, “부동산전자계약시스템의 활성화방안 연구”, 「지역사회발전학회 논문집」, 제42권 제2호, 한국지역사회발전학회, 2017, pp.129-139.
 21. 이정현, “전자서명 인증제도에 관한 법적연구“, 경희대학교 대학원 법학박사학위논문, 2012.
 22. 정창보, “전자계약의 법리에 관한 입법론적 연구”, 제주대학교 대학원 법학박사학위논문, 2013.
 23. 최동준 · 주형근, “부동산거래 전자계약시스템의 e비즈니스 생태계에 관한 연구”, 「국제e비즈니스학회 춘계학술대회 논문집」, 국제e비즈니스학회, 2018, pp. 291-293.
 24. 한숙렬, “국민을 위한 부동산거래 전자계약시스템, 어떤 방향으로 나아가야 하는가?», 「부동산거래 전자계약의 현재와 활성화 방향 정책토론회」, 김영진 의원실/한국감정원, 2019, pp.36-39.

논문투고일: 2019. 4. 30. 심사완료일: 2019. 5. 13. 게재확정일: 2019. 5. 27.