http://www.jsebs.org
ISSN: 2288-3908

The Journal of Society for e-Business Studies
Vol.24, No.4, November 2019, pp.1-16
https://doi.org/10.7838/jsebs.2019.24.4.001

블록체인 기술을 활용한 전자투표시스템과 지배구조: 국민연금 사례를 중심으로

Blockchain E-voting System and Governance: The Case of Korean National Pension Service

정혜진(Hae Jin Chung)*

초 록

블록체인 기술은 분권화를 통해 투표 과정에서 이루어질 수 있는 부당한 개입과 조작을 방지하여 투표 결과의 신뢰성을 높여 공정한 여론 수렴의 어려움으로 인해 대리 의사결정이 이루어지던 많은 분야에서 직접 의사결정의 가능성을 열어 주었다. 전세계적으로 공공 의사결정에 블록체인 기술을 활용한 투표 시스템을 도입하려는 시도가 이루어지고 있으며, 이는 투명하고 공정한 여론 수렴 채널로 기능하여 공공 의사결정 과정과 지배구조에 큰 변화를 가져올 것으로 기대된다. 최근 스튜어드십 코드를 도입한 국민연금의 경우, 지배구조에 대한 불신으로 인해 스튜어드십 코드 도입 취지와 달리 국민연금 가입자의 이해에 반하는 주주권 행사와 지나친 경영 간섭이 일어날 것이란 우려가 제기 되고 있다. 본 연구에서는 국민연금 사례를 중심으로 가입자 의견 수렴과 공공 의사결정을 위한 블록체인 기술을 응용한 투표 시스템을 제안하고 이를 도입하기 위해 마련되어야 할 사회적 제도적 제반 여건에 대해 논의한다.

ABSTRACT

Blockchain technology prevents tampering of central authorities that manage voting process, enhancing trust in the vote results. This technology enables citizens to participate more directly in the areas where delegation was inevitable due to the difficulties in polling fair and trustworthy public opinions. There are many projects around the world proposing to implement voting system for public decision making using blockchain technology. The blockchain voting system is expected to work as a transparent and fair channel for polling public opinions, which will transform the public decision-making process and governance. Korean National Pension Service (NPS) recently introduced stewardship code to better represent the interest of beneficiaries. However, because of the mistrust in governance of NPS, introduction of stewardship code is facing criticism for potential misuse of their voting rights against the interest of beneficiaries and for government's interference with corporate management. This study proposes a voting system applying blockchain technology for polling the opinions of National Pension Fund's beneficiaries to support public decision-making, and discusses social and institutional conditions for implementation of the proposed system.

키워드 : 블록체인, 전자투표, 합의 알고리즘, 국민연금, 스튜어드십 코드
Blockchain, E-voting, Consensus Algorithm, National Pension Fund, Stewardship Code

* Department of Business Administration, Sejong University (hj-chung@sejong.ac.kr).
Received: 2019-04-02, Review completed: 2019-09-25, Accepted: 2019-10-10

1. 서 론

블록체인 기술은 분산원장을 통해 중앙기관 또는 중개기관이 없이도 신뢰를 가지고 거래를 가능하게 하였다. 즉, 거래정보를 참여자 누구나 검증할 수 있게 하여 조작이나 수정을 방지하고, 거래의 익명성을 보장하면서도 이중지불 문제를 방지하였다. 이러한 블록체인 기술의 특성을 활용하여 기존의 중개비용이나 거래 이력 추적 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대되며, 블록체인 기술은 비트코인의 송금에서 시작하여 각종 상거래, 유통, 정부서비스, 지적재산권 등 소유권 관리, 기록 관리 등 다양한 분야에 적용이 시도되고 있다[13]. 그 중 투표는 투표를 주관하는 중앙기관이 선거인단 선정부터 개표에 이르기까지의 선거과정에 개입하여 조작하는 부정행위를 저지를 가능성이 높은데, 블록체인 기술을 적용함으로써 중앙기관 없이 탈중앙화된 방식으로 운영되는 투명한 투표 시스템을 실현할 수 있을 것으로 기대되고 있다[1, 5, 18]. 블록체인 기술을 투표 플랫폼으로 활용하기 위해 우리나라를 비롯해 에스토니아, 덴마크, 미국 등 전 세계적으로 다양한 시도가 진행되고 있다[18, 20].

이러한 기술의 발전은 고전적인 주인-대리인 문제에 대한 새로운 접근을 가능하게 하였다. 주식회사의 주주-경영진 관계나 국민-정부 관계와 같은 주인-대리인 관계에서는 주인과 대리인의 이해관계가 일치하지 않을 경우 대리인이 주인에게서 위임 받은 권한을 주인의 이해가 아닌 대리인의 이해에 따라 행사하는 문제가 발생한다. 이러한 대리인 비용에도 불구하고 주인-대리인 관계의 계약이 성립된 것은 대리인의 전문성이나 정보 격차 등으로 인해 대리인 계약의 비용보다 이득이 더 크기 때문이다. 즉, 주식회사나 국가와 같이 어떠한 공동의 목표(예: 부의 극대화)를 공유하면서 한편으로 서로 다른 이해관계를 가진 다수의 주인이 존재할 때, 주인들의 의견을 수렴하는 비용이 대리인 비용에 비해 매우 컸기 때문에[4] 주주나 국민과 같은 주인이 투표 등을 통해 직접 의사결정을 해야 하는 이슈들은 매우 제한적이었으며, 주인은 의사결정을 대리인에게 위임하였다. 그러나 온라인이나 모바일 설문조사, 전자투표와 같은 기술의 발전은 이러한 비용을 감소시켜 보다 다양한 의사결정에 대리인이 아닌 주인이 직접 의사결정을 할 수 있게 하였다.

국민연금의 경우도 정부(대리인)가 가입자(주인)로부터 국민연금의 운영 권한을 위임 받은 형태로 볼 수 있다[4, 14, 23]. 그런데 삼성물산-제일모직 합병비율을 두고 불거진 엘리엇 사태에서 보듯이 국민연금의 의사결정은 정부나 집권 여당의 정치적 목적에 의해 좌우될 수 있다[15]. 최근 국민연금이 가입자를 대신하여 적극적으로 주주권을 행사하는 스튜어드십 코드의 도입을 계기로 국민연금의 정부로부터의 독립성을 확보하기 위한 방안이 다각도로 논의되고 있다[10]. 국민연금 독립성을 확보하기 위한 한 방안으로 국민연금의 주인인 국민연금 가입자의 의견을 직접적으로 반영하는 채널을 만들어 줄 필요가 있다. 특히 엘리엇 사태와 같이 대리인인 정부나 집권 여당의 이해관계가 주인인 국민연금 가입자의 이해관계가 대립할 수 있는 기업 경영권 관련 주주권 행사에 대해서는 국민연금 가입자의 의견이 보다 적극적으로 반영되어야 한다. 본 연구에서는 국민연금 가입자 의견 수렴을 위해 블록체인 기술을 활용한 투표 시스템을 제안한다. 블록체인 기술을

활용한 투표 시스템은 정부 또는 다른 어떤 권력의 조작과 압력으로부터 자유롭고 안전한, 투표 과정이 투명하게 관리되는 신뢰할 수 있는 투표 시스템 구축의 가능성을 보여준다[7]. 이 투표 시스템은 분산원장의 기능을 통해 누구든지 투표 결과를 열람할 수 있어 투표의 투명성이 보장되면서도 누가 어떤 표를 행사하였는지에 대한 익명성도 함께 보장된다.

본 연구에서는 블록체인 투표 시스템을 구현하여 국민연금 의결권 행사를 위한 투명한 의사결정을 지원하는 방안을 제안하며, 이를 위한 기술 및 법적·제도적 제반 여건에 대해 논의한다. 제2장에서는 블록체인과 전자투표 및 스튜어드십 코드와 국민연금 지배구조에 대한 선행연구를 논의한다. 제3장에서는 제안하는 블록체인 시스템의 운영 원리를 기술하였다. 제4장에서는 제안된 모형의 기대효과를 기존의 전자투표 제도와 비교하여 블록체인 기술을 적용했을 때의 이점을 논의한다. 제5장에서는 제안된 모형을 도입하여 국민연금 의결권 행사를 위한 가입자 의견 수렴에 활용하기 위한 법적·제도적 제반 여건에 대해 논의한다. 제6장에서는 연구의 시사점과 향후 연구 방향을 논의한다.

2. 관련 연구

2.1 블록체인과 전자투표(e-voting)

비트코인이나 이더리움 등 현재 구현된 블록체인 기술은 코인이라고 불리는 암호화폐의 거래 내역을 블록체인 기법으로 구현된 분산원장에 위・변조가 불가능하게(prohibitively costly) 기록한다. 이들 암호화폐는 스크립트(script)로 일종의 프로그램이며, 무엇을 프로그램 하느냐에 따라 거래 내역의 기록부터 각종 기록 보관, 스마트 컨트랙트 등이 가능하다. 또한, 거래 주체의 신원은 비밀로 하면서도 거래 내역은 타임스탬프(time stamp)되어 모두에게 공개된다.

비트코인이나 이더리움과 같이 누구나 참여할 수 있는 퍼블릭 블록체인(public blockcahin)에서 탈중앙화(decentralize)된 방식으로 모든 노드들이 동일한 분산원장을 유지하고 위・변조를 불가능하게(prohibitively costly)하여 거래의 신뢰를 획득하기 위해서는 분산된 노드들 간의 합의 모델이 필요하다. 비트코인과 이더리움이 채택한 작업증명방식(PoW: Proof of Work)이 대표적인 합의 모델이다[19, 25]. 이 방식에서는 해쉬(hash) 퍼즐을 푸는 작업증명을 통해 특정 노드에게 블록생성권한을 부여하고, 블록생성권한을 얻은 노드는 블록 생성에 대한 보상과 거래 처리에 대한 수수료를 받게 된다. 블록생성권한을 얻어 경제적 이익을 얻기 위한 노드들의 경쟁이 완전경쟁에 가까울수록 시스템의 안정성이 높아진다. 그러나 노드들이 경쟁을 하는 과정에서 에너지가 많이 소요된다는 단점이 있다.

기존의 전자투표에서는 투표를 주관하는 선거관리위원회의 역할이 중요하다. 중앙선거관리위원회는 2013년부터 전자투표 서비스인 k-voting을 서비스하고 있으며, 지방자치단체에서 시민 의견 수렴을 위한 k-poll 등에서 이미 전자투표가 실시되고 있다[16]. k-voting의 경우 정부의 유관기관인 중앙선거관리위원회에 대한 신뢰를 바탕으로 중앙집중화된 방식으로 투표를 진행한다. 그런데 국민연금과 같이 대리인이 정부이며, 정부와 가입자의 이해관계가 충돌할 수 있을 때 가입자들은 중앙선거관리위

원회 주도의 투표나 정부가 의뢰한 여론 조사 결과를 얼마나 신뢰할 수 있을까? 더군다나 k-voting의 경우, 투표를 의뢰한 사용자가 투표 인단 관리부터 투표 진행 전반에 거쳐 관리자가 개입할 수 있는 여지를 열어두고 있다[16]. 이는 한편으로는 선거 과정에 필요한 관리 기능을 갖춘 것이라고 볼 수도 있지만 다른 한편으로는 투표 주관기관이 투표에 개입하여 결과를 조작할 수 있다는 위험에 노출되어 있다 하겠다[1, 2]. 또한 중앙집중적인 전자투표 시스템의 경우 투표자들을 투표 시스템에 접근하지 못 하게 하는 디도스 공격에 취약하다[2].

블록체인 투표 시스템을 구축하는 목적은 이러한 정부 또는 다른 어떤 권력의 조작과 압력으로부터 자유롭고 안전한, 투표 과정이 투명하게 관리되는 신뢰할 수 있는 투표 시스템을 마련하는 것이다. 그리고 현실적으로 적은 비용으로 효율적으로 가입자들의 의견을 수렴하여야 한다. 그런데 암호화폐가 투표권으로서 작동하는 투표 시스템에서는 작업증명방식에서처럼 채굴자에게 블록 생성에 따른 경제적인 보상을 주게 될 경우 투표 시스템 운영 비용이 지나치게 높아진다. 다수의 선행 연구에서는 이더리움 기반 스마트 컨트랙트를 이용하여 전자투표 시스템을 개발하였는데[12, 17], 이들은 이더리움 가격 변동 및 가스 가격 변동에 따라 투표자 1인당 소요 비용이 변하게 되며, 블록 당 가스 제한 때문에 최대 투표자 수 등 확장성에 제약이 있게 된다. McCorry et al.[17]의 경우, 가스 가격을 0.00000002 이더(ether)로 고정한다고 가정했을 때, 1 이더(ether)의 가격이 한창 높았을 때인 $1,100 수준일 때 투표자 1인당 소요비용은 $73에 육박하며, 2019년 2월 말 현재 가격인 $135 수준을 적용할 경우 투표자 1인당 소요비용은 $9가 되며, 최대 투표자는 50명 수준으로 제약된다. 또한 블록체인이 탈중앙화된 방식으로 운용되기 위해서는 각 노드가 블록체인 방식으로 기록된 투표 내역을 모두 저장해야 하는데 투표 사안에 대한 이해관계가 크지 않은 투표자들로서는 노드로서 저장 메모리의 부담을 감수할 유인 역시 없다. 따라서 투표시스템을 운영할 때 비트코인과 같이 에너지 소모가 많으며 블록 생성에 따른 경제적 보상이 필요한 작업증명방식의 합의 알고리즘은 적합하지 않으며, 현실적으로 비용을 고려했을 때 투표시스템의 신뢰성을 해치지 않는 선에서 어느 정도로 분산할 것인지와 어떻게 합의할 것인지, 즉 어떤 방식으로 블록 간의 충돌이 없도록 순차적으로 블록을 생성할 것인지에 대한 의사결정이 필요하다. 본 연구에서는 정부, 시민단체 등 비교적 신뢰할 수 있는 신원이 알려진 참가자들이 참여하는 컨소시엄 블록체인(consortium blockchain) 형태로 블록생성권한이 이들 기관 노드들 사이에 확률적으로 순서대로 돌아가는 순환순서합의모델(round robin consensus model)[25]을 적용하는 것을 제안한다. 컨소시엄 블록체인은 퍼블릭 블록체인과 달리 블록체인 기록에 대한 수정이나 조작의 위험이 존재하여 무결성이 희생되는 대신 거래 처리 속도나 양, 비용 등에 있어서 효율성이 높다는 장점이 있다[11, 24, 27]. 효율성이라는 장점을 누리면서 수정이나 조작의 위험을 최소화하기 위해서는 상호 견제와 감시가 가능하며 신뢰할 수 있는 주체들로 컨소시엄을 구성하는 것이 중요하다.

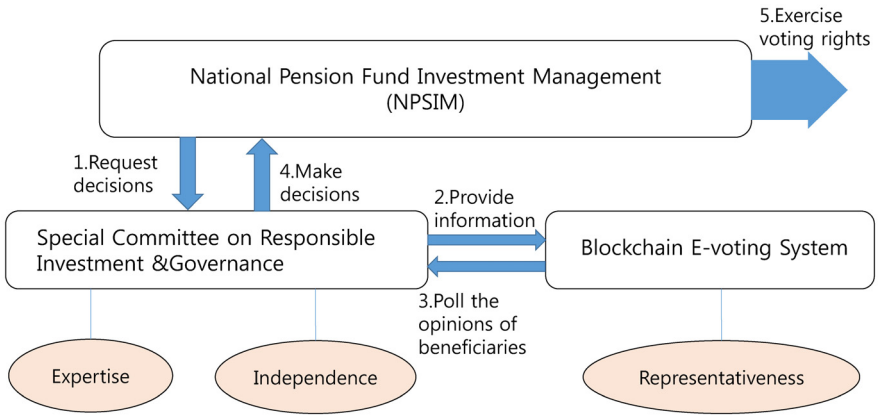
2.2 스튜어드십 코드와 국민연금의 지배구조

스튜어드십 코드는 자금을 운용하는 수탁 기

관이 자금의 주인의 충실한 스튜어드(steward)로서 기능하기 위해 그 간의 소극적인 주주권 행사를 벗어나 보다 적극적인 감시와 주주의 권리를 행사함으로써 투자 기업의 중장기 가치를 증대시켜 자금 주인의 부를 증대하고자 도입되었다. 스튜어드십 코드는 2008년 금융위기 이후 기업지배구조 개선을 위한 기관투자자의 역할이 강조되면서 전 세계적으로 도입이 추진되었다[21]. 우리나라는 2016년 한국 스튜어드십 코드 “기관투자자의 수탁자 책임에 관한 원칙”을 제정하였으며, 2019년 2월 현재 약 80여 개의 기관투자자들이 참여하고 있으며(한국 스튜어드십 코드 http://sc.cgs.or.kr/participation/investors.jsp 참조) 국민연금은 2018년 8월 논란 끝에 스튜어드십 코드에 참여하였다.

국민연금의 지배구조를 살펴보면, 국민연금의 관리와 운용의 주체는 보건복지부이며, 보건복지부 장관은 국민연금관리공단의 이사장을 겸임한다. 2018년 국민연금에서 스튜어드십 코드를 도입하면서 기금운용본부의 수탁자 책임 활동을 보완하기 위하여 기존의 주식의결권 행사전문위원회를 수탁자책임전문위원회로 확대 개편하였다. 수탁자책임전문위원회는 기금운용본부가 독자적으로 판단하기 곤란한 안건에 대한 의사 결정을 담당한다. 수탁자책임전문위원회는 정부, 사용자, 근로자, 지역가입자 단체 및 관련 연구기관 등에서 추천한 인사들로 구성하며, 전문성과 독립성을 갖추어야 한다.

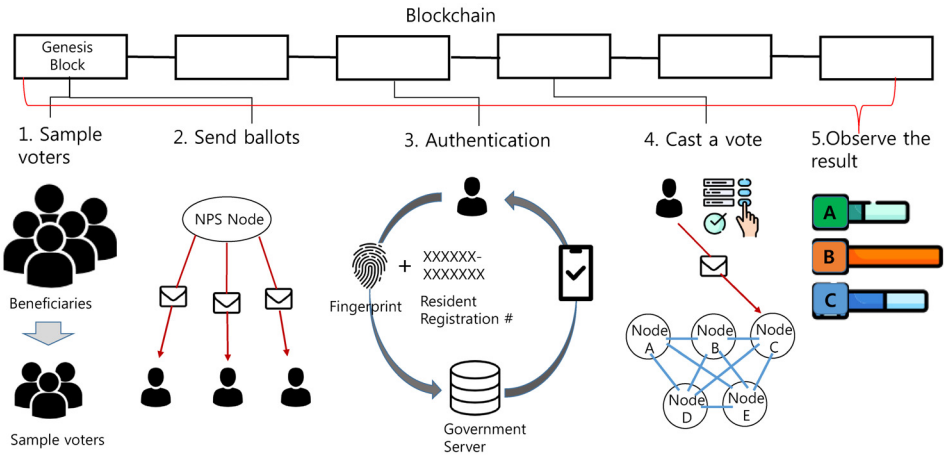
국민연금의 주주권행사에는 이중의 대리인 문제가 있다. 즉, 국민연금이 주인으로서 기업 경영자를 대리인으로 하는 주인-대리인 구조의 대리인 문제와 국민연금 가입자가 주인으로서 국민연금 운용자를 대리인으로 하는 주인-대리인 구조의 대리인 문제가 엮여 있다. 만약 국민연금 가입자들이 현재 국민연금의 운용 행태를 불신하여 국민연금이 적극적으로 주주권을 행사하지 못 한다면, 국민연금 가입자는 대리인 문제로 인해 대리인의 대리인인 기업 경영자에 대한 정당한 권리를 행사하지 못 하게 되는 것이다. 삼성물산-제일모직 합병 과정에서 보듯이 국민연금은 다른 기관투자자들과 달리 주주권행사를 해야 하는 기업과 다른 사업관계로 엮여 있는 대리인 문제는 없으나 보건복지부 장관을 비롯한 정부나 정치권의 압력에서 자유롭지 못하며[14, 15, 23], 국민연금의 주주의결권 행사가 자칫 정부의 기업에 대한 압박이나 연금사회주의로 이어지는 것을 우려하는 목소리가 높다. Woidtke[23]는 정부가 운용하는 공적연금의 경우, 사적연금과 달리 기업가치 증대보다는 정치적 압력에 의해 주주권행사가 이루어질 수 있으며, 이 경우 기업 가치에 부정적 영향을 미치는 것을 보였다. 국민연금은 2018년 4분기 기준 상장사 110개에 대해 국민연금이 5% 이상의 지분을 보유하고 있는 등(국민연금기금운용본부 주식 대량보유 내역(2018. 4분기) 공시 참조) 한국 주식시장에 대한 영향력이 지대하다. 따라서 국민연금의 주주권행사가 기업가치 제고에 기여할 수 있는 방향으로 이루어 질 수 있도록 국민연금 지배구조와 의사결정 구조에 대한 보완책을 마련하는 것이 시급하다[10, 21]. 본 연구에서는 국민연금의 기업 경영권 관련 의결권 행사에서 일어날 수 있는 정부와 정치권 개입 우려를 혁신적으로 완화할 수 있는 방안으로 <Figure 1>과 같이 국민연금가입자를 대상으로 블록체인을 활용한 투표를 제안하며, 수탁자책임전문위원회는 이를 국민연금 자금의 주인인 국민의 의견을 들을 수 있는 창으로 활용할 수 있다.



〈Figure 1〉 Model Process of Exercising National Pension Fund's Voting Rights

3. 국민연금 가입자 의견 수렴을 위한 블록체인 투표 시스템 제안

이 장에서는 블록체인 기술을 응용하여 투명하고 분권화 된 전자투표 시스템을 제안한다. 국민연금의 수탁자책임위원회는 기업의 임원 선임 및 해임 관련 주주 제안 등 경영 간섭 논란이 큰 사안에 대하여 제안된 모델을 활용하여 가입자 의견을 수렴할 수 있다. 수탁자책임위원회는 제안된 모델을 통해 무작위로 추출한 일정 규모의 가입자 표본을 대상으로 실시한 투표 결과를 의사 결정에 참조하도록 하고, 수탁자책임위원회의 결정이 투표 결과와 다를 경우 이에 대한 소명을 하도록 할 수 있다. 국민연금의 의결권 행사와 관련한 가장 큰 우려 중 하나는 현재 주식시장에서 국민연금이 차지하는 비중이 지나치게 크기 때문에 국민연금의 의결권 행사 결정이 경영진에게 큰 압박으로



〈Figure 2〉 Blockchain E-voting System

작용한다는 것이다. 가입자 투표를 실행하면 국민연금 지분을 전부 한 의견으로 행사하지 않고 가입자 투표 결과를 반영하여 각 의견의 찬성 비율대로 지분을 나누어 의결권을 행사할 수 있다. 이를 통해 연금사회주의에 대한 우려를 불식시킬 수 있으며 사회의 다양한 의견을 효과적으로 반영할 수 있을 것이다.

3.1 투표 방식

<Figure 2>는 본 모형에서 제안하는 투표 방식을 보여준다. 본 응용 기술은 스마트폰의 앱과 웹 서비스를 통해 제공된다. 국민연금 가입자 투표에 회부된 안건에 대하여 가입자의 주민등록번호를 활용하여 투표자 표본을 무작위추출하거나 필요에 따라 계통추출 하고 앱과 웹서비스를 통해 이를 공지한다. 그리고 추출된 표본에 대하여 안건-표본번호로 구분된 코인(투표권)을 발행한다. 코인을 받은 사람은 주민등록번호와 지문을 이용하여 본인이 투표권자임을 인증 받는다. 이 때, 동형암호기법(homomorphic encryption)을 사용하여 인증과정에서 투표권자의 익명성을 보장한다[22]. 투표권자임을 인증 받으면 해당 선택지 노드로 코인(투표권)을 보내는 방식으로 투표를 한다. 투표 결과는 투표권자의 앱과 블록을 생성할 수 있는 노드(full node)에 암호화되어 분산 저장된다. 투표 결과는 타임스탬프(time stamp)되어 누구나 확인 가능하며, 투표 집계는 각 선택지 노드 별 코인(투표권) 잔액을 확인하며 된다. 블록체인 시스템은 각 투표권의 행사 여부 및 투표 결과를 투명하게 보여주면서도 암호화를 통해 투표자의 익명성을 확보한다.

3.2 인증

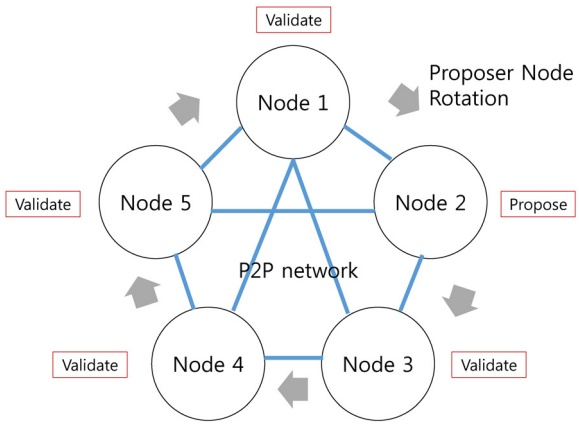
본 모형에서는 <Figure 2>에서와 같이 투표자의 본인 인증을 위해 현재 시행되고 있는 휴대폰인증번호를 활용하는 방법이나 동형암호기술을 통해 주민등록번호와 지문정보를 암호화하여 복호화 없이 인증하는 방법을 제안한다[22]. 단, 이러한 방법으로도 전자투표의 특성상 본인 인증 문제와 대리 투표 문제를 기술적으로 완벽하게 해결하기는 어렵다. 본 모형에서는 현재 주민등록등본 등 서류를 발급받을 때 주민등록번호와 지문을 활용하여 본인 인증하는 것처럼 이 두 정보를 활용하여 본인 인증을 하되, 동형암호기법을 활용하면 암호화된 주민등록번호와 지문 정보의 복호화 없이 투표자 본인이 맞는지 여부만 확인이 가능하다. 따라서 주민등록번호와 지문과 같은 개인정보는 정부에서 관리하여 보호하고, 인증 결과와 투표 결과는 개인들이 분산하여 저장할 수 있다. Akabari et al.[1]과 Hardwick et al.[9] 등에서도 보안과 프라이버시 보호를 위해 인증 과정은 정부 등 중앙기관에서 관리하고 투표 결과는 블록체인에 기록하는 이원적인 시스템을 채택하고 있다. 이 때, 투표 결과에도 동형암호기술을 적용할 경우 비밀 투표를 보장하면서 투표 결과를 확인할 수 있다.

3.3 블록 생성과 합의 모형

제안된 모델에서는 투표권인 암호화폐 코인이 매 안건마다 발행된다. 예를 들어, 어떠한 안건에 표본 수가 10만 명이면 코인이 10만 개가 발행되어 투표권자로 선정된 1인당 1개씩 배분된다. 그리고 투표를 하게 되면 코인은 투

표자의 선택 결과에 따라 각 선택지의 노드(node)로 보내진다. 첫 번째 블록인 제네시스 블록은 투표에 대한 정보 없이 투표권인 코인이 발행되었을 때 생성한다. 그리고 블록이 동시에 생성되는 것을 방지하기 위해 투표 기간 동안 적정 시간(예: 10분, 하루 등)마다 투표결과를 모아 블록을 생성할 수 있다. 투표 결과를 실시간으로 공개하지 않을 경우에는 투표 마감 시에 블록을 생성한다. 어떤 투표권자가 투표를 하게 되면 그 정보는 활성화된 노드들로 보내지고, 이 거래 정보를 모아 블록을 생성한다. 블록을 생성하고 업데이트할 때 노드들은 검증 과정을 거쳐 부정투표를 방지하며, 합의 모델을 통해 모든 노드들이 동일한 분산원장을 유지한다.

제2.1절에서 살펴본 바와 같이, 투표 시스템에는 비트코인이나 이더리움과 같이 작업증명 방식에 기반한 퍼블릭 블록체인은 적합하지 않으며, 본 모델에서는 비교적 신뢰할 수 있는 신원이 알려진 참가자들이 참여하는 컨소시엄 블록체인(consortium blockchain) 형태로 <Figure 3>과 같이 블록생성권한이 노드들 사이에 확률적으로 순서대로 돌아가는 합의 모델(round robin consensus model)을 적용한다[25]. 퍼블릭 블록체인이 아닌 컨소시엄 블록체인을 도입한 것은 이러한 합의 모델이 작업증명방식에 비해 블록 생성의 비용이 적다는 장점이 있는 반면 악의적인 노드를 효과적으로 배제할 수 있는 경제적 유인이 없기 때문이다. 예를 들어, 순환순서합의모형(Round robin consensus model)을 누구나 참여할 수 있는 퍼블릭 블록체인으로 운영할 때 시민들의 노드 참여가 저조한 상태에서 정부나 대기업 등이 대량의 노드를 동원하게 될 경우 높은 확률로 정부나 대기업에서 블록생성권한을 갖게 되어 오히려 위·변조의 가능성이 높아진다. 컨소시엄 블록체인의 경우 컨소시엄을 구성할 때 신원을 알고 신뢰할 수 있는 노드들로 어느 한 이해집단의 비중이 두드러지지 않도록 구성함으로써 이러한 일이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 이렇게 구성된 컨소시엄 블록체인은 비트코인이나 이더리움 등과 같이 작업증명방식으로 작동하는 퍼블릭 블록체인의 탈중앙화 된 시스템에 비하면 위·변조의 가능성이 상대적으로 높지



〈Figure 3〉 Example of Round Robin Consensus Model

만 기존 중앙집권적 여론조사나 중앙선거위원회의 k-voting에 비해 분권화 되었으며 조작의 가능성이 낮다.

블록 생성 권한은 정부, 국민연금, 해당 기업, 시민단체 등 소수의 신원이 알려진 신뢰할 수 있는 노드들에게 부여하여 확률적으로 순차적으로 블록을 생성하여 어느 한 노드가 블록 생성을 독점하는 일이 없도록 한다. 또한 이 노드들은 투표 기간 내내 온라인 상태를 유지하며 분산원장을 보관하는 풀 노드(full node)의 기능을 수행한다. 한편, 블록생성권한은 없어도 열람 권한은 오픈하여 원하는 사람은 누구나 투표 결과를 실시간으로 확인할 수 있게 한다. 이러한 방식으로 운영할 경우 블록체인의 특성상 투표 결과의 조작이 어렵고, 투표가 투명하게 관리되는 장점이 있다. 또한 투표참가자들은 투표 종료 이후부터 자유로이 투표 결과를 삭제할 수 있으므로 메모리 소비도 제한적이다. 시민단체나 이해관계자 등 투표 결과의 감시자가 되고 싶은 사람은 누구나 감시자로 활동할 수 있다. 또한 투표 감시를 활성화하기 위해 코인을 통하여 투표 감시에 대한 보상을 제공하는 것도 고려할 수 있다.

컨소시엄 형태에서 나아가 탈중앙화된 방식으로 조작이나 위·변조로부터 안전한 블록체인 투표시스템을 운영하기 위해서는 다수의 상시 활성화되어 있는, 신뢰할 수 있는 노드가 필요하다. 사회적 쟁점이 되는 안건일수록 조작이나 위·변조를 막기 위해 자발적인 노드 참여가 늘어날 것으로 기대된다. 블록체인의 장점은 투표권자와 비투표권자 누구나 선거감시위원회의 기능을 수행할 수 있기 때문에 투명한 투표를 보장한다는 것이다. 기술과 경험이 축적되면 이러한 완전한 분산화도 가능해질 것이다.

4. 기대효과 및 평가

제안된 모델과 기존의 전자투표 방법을 1) 비용, 2) 투표자의 투표 편의성, 3) 익명성, 4) 대표성의 측면에서 비교해볼 수 있다. 기존의 전자투표의 경우 투표의 모든 과정이 중앙집권적으로 관리되었으나 블록체인 기술을 활용하면 투표 과정이 분산되어 관리되고 조작이나 공정성 문제가 해결된다는 장점이 있다. 그러나 이를 위해 모든 노드들이 중복적으로 데이터를 저장하고 검증하는 비용이 투입되므로 투표자의 수가 많아지고 노드의 수가 많아질수록 기존 방식 대비 비용 격차가 증가한다는 단점이 있다.

투표자의 입장에서 볼 때, 투표 매체로 스마트폰을 이용하는 것을 가정하면 제안된 모델과 기존의 전자투표를 비교했을 때 투표 과정의 편의성에서는 큰 차이가 없다.

투표자의 익명성 보호는 이해관계자의 로비와 매표를 방지한다는 측면에서 중요하다. 익명성은 전자투표 방식에 적용된 암호화 기법에 따라 보호 정도가 좌우된다[22]. 제안된 모델에서는 무작위로 표본을 추출할 경우 표본으로 선정된 사람이 누구인지, 그 사람이 어떠한 의사결정을 했는지를 모두 비밀로 할 수 있다는 장점이 있으며, 기존의 전자투표 방식에서도 제안된 모델과 비슷한 방식으로 익명성을 보호할 수 있다.

마지막으로 대표성의 경우 표본이 무작위로 추출된다는 메커니즘에 대한 신뢰가 있을 때, 제안된 모델을 통해 일정 규모 이상의 표본의 투표로 이루어진 결과는 국민연금 가입자 전체 의견을 대표하게 된다. 표본을 추출하는 방법에 있어서도 주민등록번호 등 기타 정보를 활

용하여 계통추출법을 적용하는 것도 가능하다. 특히, 표본을 추출하는 코드를 공개하면 공정한 표본 추출에 대한 신뢰를 확보할 수 있을 것이다. 반면 기존 여론조사나 전자투표의 경우 표본 추출 방식이 전적으로 여론조사 기관이나 투표 주관 기관에게 맡겨져 있다. 여론조사 기관이나 투표 주관 기관의 전문성과 객관성, 신뢰성이 확보되지 않을 경우 표본의 대표성이 훼손될 가능성이 존재한다.

또한 기존의 전자투표와 제안된 모델 모두 유선전화, 팩스, 스마트폰 등 조사 기기의 사용 저변과 조사 방법(문자, 웹, 앱 등)에 대한 익숙함의 차이에 따라 응답자 표본에 편향(bias)이 있을 수 있으며, 응답에 대한 보상 여부 및 보상체계에 따라 표본이 무작위로 추출되었어도 응답자 표본은 편향될 수 있다. 따라서 응답에 대해 보상을 할 것인지에 대한 여부 및 보상체계에 대한 디자인이 중요하다.

한편 제안된 모형의 경우 스마트폰을 이용하여 지문인식을 통해 인증을 하고 투표에 참여한다고 가정하였다. 이는 다른 인증 방법에 비해 대리투표의 가능성을 낮춘다는 장점이 있지만 스마트폰이나 PC와 같은 지문인식기기가 없는 투표권자의 경우 투표 과정이 복잡해진다는 단점이 있다. 지문인식기기가 없는 투표권자의 경우 문자나 전화, 우편을 통해 투표를 안내하고, 주민센터 등 공공기관에서 지문 인식이 가능한 스마트폰이나 PC 등을 통해 투표에 참여하도록 할 수 있다. 주민센터 등 공공기관에서는 지문인식이 가능한 기존의 자원을 활용하여 투표에 필요한 장비를 마련할 수 있을 것이다. 다만, 지문인식기기가 없는 투표권자의 경우 투표를 위해 주민센터까지 직접 가야하는 등 참여 비용이 다른 투표권자에 비해 높아 이들의 참여율이 저조한 응답 편향(bias)이 발생할 수 있다.

그리고 제안된 모델의 경우 암호화에 필요한 개인키(key)를 보관해야 하는 이슈가 있다. 지갑(wallet) 애플리케이션이 개인키 보관 문제를 일부 보완해주기는 하지만 기본적으로 블록체인 시스템에서는 개인키를 잃어버리면 다시 되찾을 수 없다는 단점이 있다. 국민연금의 투표는 상시 발생하는 사안이 아닌데다 개인 재산에 당장에 직접적인 영향을 미치지 않으므로 가입자들은 개인키에 대한 관리가 소홀할 수 있으며, 개인키 분실이 투표 참여를 제한하는 요인이 될 수 있다.

5. 블록체인 응용 투표 시스템을 활용한 의결권 행사를 위한 제반 여건

본 연구에서 제안한 모델을 국민연금의 의결권 행사 의사결정에 적용하기 위해서는 다음과 같은 법적 제도적 절차에 대한 사회적 합의가 필요하다.

첫째, 가입자 투표로 회부될 안건의 유형과 투표의 표본 수를 미리 정하여 이러한 안건에 대해서는 수탁자책임위원회에서 반드시 가입자 투표를 거치도록 한다. 투표의 비용과 편익을 고려하면 가입자 투표로 회부되어야 하는 안건은 원칙적으로 정치적 압력이 행사될 가능성이 높거나 국민연금의 수익성이나 국민 경제에 큰 영향을 미칠 수 있는 안건으로 한정되어야 하며, 가입자 투표 여부가 임의적으로 선정되지 않도록 해야 한다. 예를 들어 대기업에 한정하여 임원의 선임 해임 관련 주주 제안과 같은 경영참여 주주권 행사 관련 안건을 가입자

투표에 회부할 수 있을 것이다. 또한 투표를 진행할 경우, 표본 수는 투표 결과의 대표성에 중대한 영향을 미치므로 투표가 진행되는 안건의 경우 충분히 큰 표본수가 확보되도록 사전에 합의를 이루어야 하며, 어떠한 안건에 대해 투표권 코인이 몇 개가 발행 되었는지를 공개하여야 한다.

둘째, 투표에서 정보 제공과 투표 질의의 프레이밍이 투표 결과에 미칠 수 있는 영향력이 지대하므로 이에 대한 신중한 디자인이 필요하다. 투표의 단점은 자칫 대중이 전문성과 정보가 부족한 상태에서 의사결정을 할 수 있다는 점이다. 이를 보완하기 위해 투표를 실시하는 안건에 대해 국민연금에서는 공정하고도 충분한 정보를 제공하여야 하며, 국민연금의 의결권 행사를 담당하는 수탁책임위원회에서는 사전 논의된 추천 선택지와 그 근거를 제공하여 투표자의 선택을 도울 수 있을 것이다. 투표를 하는 사람은 이에 대해 숙지하는 노력이 필요하다.

가입자의 의견이 국민연금의 수익성 향상이라는 기준에서 볼 때 항상 옳을 수는 없으며, 때로는 가입자의 의사에 반하는 결정이 국민연금의 수익성에 더 바람직할 수 있다. 따라서 수탁자책임위원회는 전문성을 가지고 올바른 의견을 제시할 뿐만 아니라 이를 가입자들에게 설득하기 위해 최선을 다해야 할 것이다. 한편 가입자 의견에 따라 국민연금 지분의 의결권을 서로 다른 의견으로 나누어 행사하게 되면 기업 경영 개선을 위한 국민연금의 영향력이 감소되어 국민연금의 주주권 행사가 유명무실해질 수도 있다. 그러나 국민연금의 주주권은 주인인 가입자로부터 위탁 받은 것이며 의사결정의 이득과 손실 모두 주인인 가입자에게 귀속되기 때문에 대리인인 수탁자책임위원회는 가입자의 의견을 충실히 반영한다는 원칙을 따르는 것이 중요하다. 국민연금의 주주권 행사 경험과 수탁자책임위원회의 제안에 대한 가입자의 신뢰가 쌓이게 되면 수탁자책임위원회의 의견은 가입자로부터 더욱 많은 지지를 받게 될 것이다.

셋째, 안건에 따라 투표 기간과 투표 결과 실시간 공개 여부에 원칙 제정이 필요하다. 투표 결과가 실시간으로 공개되면서 투표 기간을 임의로 조정 가능할 경우, 어느 한 쪽에 유리한 표가 많을 때 투표를 종료하여 나머지 표를 사표로 만드는 방식으로 결과 조작이 가능하다. 따라서 투표 기간을 사전에 정해 놓아 이러한 조작의 가능성을 방지해야 한다. 또한 제안된 모델에서와 같이 투표 결과를 실시간으로 공개할 경우 그 전까지의 투표 결과가 이후의 투표 결과에 영향을 줄 수 있으며, 경영진과 경영진의 의견에 반대하는 주주들이 국민연금의 투표 결과 향방에 따라 캠페인을 벌일 수도 있다[26]. 이 과정에서 사회적으로 지나친 비용이 소모되는 것을 방지하기 위해서는 어느 정도까지의 캠페인을 합법적으로 볼 지에 대한 기준을 제정할 필요가 있다. 더 나아가 투표 결과를 실시간으로 공개할 것인지 아니면 투표 마감 이후 최종 투표 결과만을 공개할 것인지에 대한 원칙 제정이 필요하다.

넷째, 가입자 의견을 수렴할 때 의견의 가중치에 대한 고려가 필요하다. 투표를 통해 국민연금 가입자의 의견을 수렴할 때 1인 1표가 아니라 국민연금에 대한 기여도나 연령에 따라 의견의 가중치를 다르게 조정할 수 있다. 국민연금에 대한 기여도에 따른 가중치는 국민연금에 투자한 금액이 클 수록 국민연금의 수익성

에 더 높은 관심을 갖는다는 가정을 바탕으로 한다. 그러나 국민연금이 소득에 비례하여 책정된다는 것을 고려하면, 국민연금에 대한 기여도가 낮은 개인이 국민연금이 노후소득에서 차지하는 비중은 오히려 더 높을 수 있고, 국민연금의 의사결정에 더 큰 관심을 가질 수도 있다. 또한 국민연금은 장기적 수익성이 중요한데 고령 가입자의 경우 청년층 가입자에 비해 상대적으로 근시안적인 관점에 근거하여 의사결정을 할 가능성이 있다[7]. 특히, 우리나라의 경우 저출산 때문에 인구구조에서 고령층이 차지하는 비중이 높아지기 때문에 장기적 관점에 따른 의사결정을 위해 세대간 투표권의 가중치 조정이 필요할 수 있다.

마지막으로 실시간으로 투표 결과를 공개할 경우 매표 또는 매수 방지를 위한 법적 장치를 마련할 필요가 있다. 제안된 모델에서 투표 결과는 타임스탬프(time stamp)되어 실시간으로 누구나 확인 가능하다. 그러므로 투표자가 소수이고 공개된 장소에서 투표를 할 경우 투표자의 신원확인이 가능할 수 있다. 따라서 이해관계자가 누군가에게 공개적으로 투표를 하거나 투표 시간을 인증하도록 압력을 가하거나 뇌물을 주어 투표 결과를 조작하는 것을 방지하기 위한 법이 필요하며, 투표자들 또한 최소한의 보안에 대한 노력으로 신원이 노출되는 것을 방지할 필요가 있다.

6. 결론 및 향후 연구

본 연구에서 제안한 블록체인 기술을 활용한 국민연금 가입자 투표 제도가 안착하기 위해서는 무엇보다 성숙한 시민 의식과 참여 의식이 바탕이 되어야만 한다. 블록체인 기술을 활용하여 중앙기관의 조작과 개입으로부터 자유로운 투명한 투표 시스템이 갖추어져 있더라도 투표율이 저조하게 되면 투표 결과의 대표성은 보장 받지 못 한다. 예를 들어, 투표 안건의 대상인 기업의 관계자 등 이해관계가 큰 소수만 투표하게 될 경우 투표 결과가 투표에 적극적으로 참여하지 않은 이해관계가 적은 다수의 의견을 제대로 반영되지 못 하게 되어 오히려 의사 결정에 혼란을 주며 의사 결정 속도를 저해하게 된다. 본 논문이 제안하는 모형의 투표율 추정을 위한 벤치마크로 주주권 행사 비율을 들 수 있겠다. 주주권 행사의 경우, 현재 주주총회에서 오프라인 투표와 전자투표가 모두 가능함에도 불구하고 개인과 기관투자자를 포함한 주주들의 주주권 행사 비율은 매우 낮다[6]. 그러나 삼성물산-제일모직 합병의 경우 이례적으로 80%에 가까운 참여율을 보이기도 하여 국민연금 가입자 투표 제도 활용 가능성에 희망을 보여주고 있다[8]. 따라서 본 연구에서 제안한 모형이 국민연금의 의결권행사 의사결정에 도입될 경우, 국민연금 가입자의 참여 의식과 경험이 성숙함에 따라 보다 다양한 의제에 대해 가입자의 뜻을 반영하며 국민연금의 장기수익성에 바람직한 영향을 주는 방향으로 자리잡을 것으로 기대된다.

본 연구에서 제안된 모형은 비단 국민연금의 의사결정뿐만이 아니라 이해집단 간 이해관계가 첨예한 이슈에서 공정한 의견 수렴을 위한 투표나 여론조사에도 활용되어 민주주의 발전에 기여할 것으로 기대된다. 단, 투표나 여론조사에 블록체인 기술을 도입할 때는 신뢰성과 효율성의 상충관계를 고려해야 한다[11, 24, 27]. 즉, 정부 등 투표주관기관을 충분히 신뢰할

수 있으며 외부 공격의 가능성이 낮은 이슈에 대해서는 기존의 전자투표를 활용하여도 공정한 의견 수렴이 가능할 것이다. 또한 본 연구에서 제안된 모형은 기업과 같이 경제적 성과가 우선시 되는 의사결정보다는 공정한 의견 수렴이라는 사회적 성과(social impact)[3]가 보다 중요한 공공의사결정에 더 적합하다

블록체인 기술은 아직 초기 단계의 기술이며, 향후 연구를 통해 보다 활용도 높은 투표 시스템으로 개선될 것이다. 예를 들어, 본인 인증과 대리 투표 방지를 위한 기법, 투표율 제고를 위한 암호화폐를 활용한 인센티브 기법, 그리고 컨소시엄 블록체인의 참여자를 확대하기 위한 합의 알고리즘 등에 대한 향후 연구를 통해 투표율을 제고하고 투표 시스템의 투명성과 신뢰성을 향상시킬 수 있을 것이다.

References

[1] Akbari, E., Wu, Q., Zhao, W., Arabnia, H., and Yang, M. Q., “From blockchain to internet-based Voting,” 2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), IEEE, pp. 218-221, 2017.

[2] Ayed, A., “A conceptual secure blockchain-based electronic voting system,” International Journal of Network Security & Its Applications, Vol. 9, No. 3, pp. 1-9, 2017.

[3] Becker, H., “Social impact assessment,” European Journal of Operational Research, Vol. 128, No. 2, pp.311-321, 2001.

[4] Bernheim, B., and Whinston. M., “Common agency,” Econometrica: Journal of the Econometric Society, Vol. 54, No.4, pp.923-942, 1986.

[5] Boucher, P., “What if blockchain technology revolutionised voting,” Unpublished manuscript, European Parliament, 2016.

[6] E-Daily, http://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03772006619339136&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y.

[7] Gunthorpe, D. and Levy, H., “Portfolio composition and the investment horizon,” Financial Analysts Journal, Vol. 50, No. 1, pp. 51-56, 1994.

[8] Hankyoreh, http://www.hani.co.kr/arti/economy/economy_general/700708.html#csidx3d8eb80c37a04a68e2b6b980766f92c.

[9] Hardwick, F., Gioulis, A., Akram, R., and Markantonakis, K., “E-Voting with blockchain: An E-Voting protocol with decentralisation and voter privacy,” 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), IEEE, pp. 1561-1567, 2018.

[10] Kang, Y. S. and Wee, K., “How can the Korean National Pension Service enhance independency and specialty in exercising its shareholder’s rights?,” Korean Journal of Financial Studies, Vol. 44, No. 1, pp.

127-156, 2015.

[11] Kannengießer, N., Lins, S., Dehling, T., and Sunyaev, A., "Mind the gap: Trade-offs between distributed ledger technology characteristics," arXiv preprint arXiv: 1906.00861, 2019.

[12] Kim, C., "An online voting system based on Ethereum block-chain for enhancing reliability," Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 19, No. 4, pp. 563-570, 2018.

[13] Kim, E., "A Study for the Innovativeness of Blockchain," Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 23, No. 3, pp. 173-187, 2018.

[14] Korea University Research and Business Foundation, "Research on Responsible Investment of NPS and Stewardship Code," National Pension Research Institute, 2017-04, 2017.

[15] Kwon, J. H,, "A Study for issue of the exercise of voting rights of institutional investors in according to the Elliotte Hedge Fund affair: The voting rights of the National Pension Service and the stewardship code," Journal of Business Administration and Law, Vol. 26, No. 2, pp. 47-85, 2016.

[16] k-voting, http://www.kvoting.go.kr/NecVote/html/main/main.jsp.

[17] McCorry, P., Shahandashti, S. F., and Hao, F., "A Smart contract for boardroom voting with maximum voter privacy," International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Springer, Cham, 2017.

[18] Moura, T. and Gomes, A., "Blockchain voting and its effects on election transparency and voter confidence," Proceedings of the 18th Annual International Conference on Digital Government Research, ACM, pp. 574-575, 2017.

[19] Nakamoto, S., "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," Unpublished manuscript, 2008.

[20] Park, K., Kim, C. O., and Youm, H. Y., "Countermeasures against security threats to online voting using distributed ledger technology," Journal of the Korea Institute of Information Security & Cryptology, Vol. 27, No. 5, pp. 1201-1216, 2017.

[21] Song, H. S., "Facilitating shareholder engagement in Korea," Korea Capital Market Institute, Research Report 18-03, 2018.

[22] Wang, K. H., Mondal, S. K., Chan, K., and Xie, X., "A review of contemporary E-voting: requirements, technology, systems and usability," Data Science and Pattern Recognition, Vol. 1, No. 1, pp. 31-47, 2017.

[23] Woidtke, T., "Agents watching agents?: Evidence from pension fund ownership and firm value," Journal of Financial Economics, Vol. 63, No. 1, pp. 99-131, 2002.

[24] Xu, X., Weber, I., Staples, M., Zhu, L., Bosch, J., Bass, L., Pautasso, C., and Rimba, P., "A taxonomy of blockchain-based systems for architecture design,"

2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), IEEE, pp. 243-252, 2017.

[25] Yaga, D., Mell, P., Roby, N., and Scarfone, K., "Blockchain technology overview," National Institute of Standards and Technology, NIST IR 8202, 2018.

[26] Yermack, D., "Corporate governance and blockchains," Review of Finance, Vol. 21, No. 1, pp. 7-31, 2017.

[27] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen. X., and Wang, H., "An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends," 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), IEEE, pp. 557-564, 2017.

저 자 소 개

정혜진	(E-mail: hj-chung@sejong.ac.kr)
2003년	연세대학교 경영학과 (학사)
2004년	연세대학교 경영학과 (석사)
2009년	뉴욕대학교 경영대학 재무학 (박사)
2009년~2018년	카이스트 경영대학 교수
2019년~현재	세종대학교 경영대학 교수
관심분야	기업재무, 블록체인