

블록체인 기반 논문 심사 시스템

권용빈*, 장경배*, 최승주*, 서화정*
*한성대학교 IT응용정보시스템학과

e-mail:vexyoung@gmail.com

A Paper Examination System Based on Blockchain

Yong-Been Kwon*, Kyoung-Bae Jang*, Seung-Joo Choi*, Hwa-Jung Seo*
*Dept of Applied IT System, Han-Sung University

요 약

연구자들의 연구 결과를 공유하는 논문은 학회에 제출되어 심사를 거친 뒤 정식으로 등록된다. 이러한 과정에서 심사는 연구 윤리를 지키기 위해, 학회의 가치를 높이기 위해 시행되는 필수적인 과정이다. 하지만 이러한 심사 관리 과정에서 다양한 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 본 논문에서는 기존의 시스템에서 발생하는 문제들을 해결함과 동시에 비용적인 면에서도 효율성을 제공하는 블록체인 기반의 논문 심사 시스템을 제안한다.

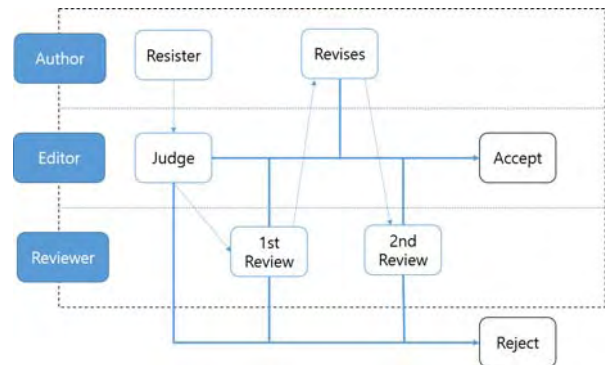
1. 서론

연구자들은 자신의 연구 결과를 학계에 알리기 위하여 논문을 작성하여 학회에 투고한다. 투고된 논문은 학회의 심사와 개선 과정을 거친 후 비로소 자신의 연구 결과를 인정받는다. 이러한 논문 심사 시스템을 통해 연구 윤리에 어긋나는 논문의 표절, 조작 등을 방지하고 학회가 추구하는 방향성에 부합하지 않는 논문들을 걸러내며 다양한 의미에서의 좋은 논문을 받아들임으로써 학회의 가치를 높일 수 있다. 하지만 이 시스템은 투고, 심사 그리고 이후 관리 단계에서 예상하지 못한 여러 문제들을 동반할 수 있다. 이러한 문제는 미디어와 인터넷 환경의 변화로 개선되고 있으나 여전히 다양한 문제들이 반복하여 발생하고 있다. 한편 최근 블록체인 기술은 가상화폐로서 주목을 받기 시작하여 현재에는 화폐가 아닌 다양한 목적으로의 연구가 이루어지고 있다. 많은 연구자들은 블록체인의 탈중앙화 시스템에 관심을 갖고 이 시스템이 제공하는 다양한 장점을 어떻게 활용하며 단점을 어떻게 보완할지 고민 중이다. 본 논문에서는 과거에서 현재에 이르는 논문 심사 시스템의 문제점을 제시하고 그에 대한 해결책으로 블록체인 기반 논문 심사 시스템을 제안한다.

2. 기존 논문 심사 시스템

논문은 각 분야에 적합한 학회에 투고되어 심사를 통해 적절성을 판단한 뒤 학회에 등록되어 연구자의

연구를 인정받게 된다. 본 장에서는 제출된 논문이 등록되는 과정과 발생할 수 있는 문제점에 대해서 자세히 살펴본다. 논문 제출 형태와 논문 심사 과정은 다소 상이하지만 전반적으로 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.



(그림 1) 투고된 논문 흐름도

연구자는 자신의 논문을 학회에 등록한다. 등록된 논문은 가장 먼저 편집 위원장에게 전달된다. 편집 위원장은 초록 등을 읽고 논문이 다루는 분야가 학회의 방향성과 일치하는지를 판단한다. 방향성이 다를 경우 논문 투고를 거절(Reject)할 수 있다. 만약 내용이 매우 적절하다고 판단되면 즉시 개제를 할 수도 있으나 주로 심사 위원에게 심사를 요청하게 된다. 심사 위원은 3명 내외로 이루어지며 정해진 심사 기준에 따라 논문을 평가하여 점수를 주고 이

접수에 따라 즉시 게재가, 수정 후 게재, 수정 후 재심, 게재 불가의 결정을 내린다. 수정 후 재심에 해당할 경우 수정을 한 뒤 재심을 거쳐 게재가 되거나 투고가 거부되게 된다. 심사에 필요한 기간은 빠르게 처리되어도 1개월에서 보통은 6개월 오래 걸린다면 1년의 기간이 소요된다. 본 논문에서는 기존 시스템의 개선점으로 개방성과 비용 측면에서의 효율성을 제시한다. 이러한 관점에서 문제점을 살펴본다.

기존의 심사 시스템에 따르면 논문 게재 여부에 대해 영향력을 미치는 사람은 편집 위원장과 소수로 이루어진 심사위원들이다. 어떤 논문이 게재되느냐에 따라 학회의 방향성과 수준이 결정하기에 중앙 집중적인 결정 구조가 형성된 것이다. 하지만 이에 따른 문제들 역시 동반하고 있다. 먼저 이러한 집중적인 권한이 오용 또는 남용되는 문제가 발생할 수 있다. 다음으로는 연구 주제에 대한 갈래가 넓어지는 경우 편집장과 소수의 심사위원들이 각각의 연구 갈래에 대하여 전문성을 가지고 충분히 평가할 수 없다는 문제가 존재한다. 이러한 문제들을 다루는 방법으로 본 논문에서 제안하는 방법은 현재의 시스템에 개방성을 부여한다. 다음은 비용과 연관된 문제이다. 중복 게재, 표절 등의 연구 윤리를 지키기 위해 그리고 학회의 방향성과 가치를 위해 논문을 꼼꼼하게 심사하는 것은 꼭 필요한 작업이다. 하지만, 4차 산업시대의 태동기에 있는 지금 대부분의 학문의 가파른 발전 속도에 비해 현재의 비효율적 시스템을 통한 지식 공유 속도는 세상의 변화속도를 따라가지 못하는 것으로 보인다. 본 논문에서 제시하는 방법은 이러한 문제들을 해결함으로써 시간, 비용적인 효율성을 제공한다.

3. 관련 연구

논문 심사의 비윤리적 요소와 그 대응책을 연구한 논문[1]에 따르면 연구윤리위원회 설치의 필요성에 동의하는 대학은 71.6%, 학회는 56%으로 과반수 이상이 동의하였다. 이와 동시에 학술지 논문 심사 과정에서 가장 빈번하게 관찰되는 비윤리 사례는 논문 내용에 대한 면밀한 검토 없이 게재가 심사되는 경우였다. 이러한 연구에서 확인할 수 있는 것은 2장에서 언급한 논문 심사 시스템의 문제점이 실제로 만연해 있음을 보여준다.

올바른 논문 심사에 대한 연구를 진행한 논문[2]에서는 논문 심사에 대한 투명성의 문제를 해결하기 위한 방법으로서 저자에게 심사자의 신원을 공개하

는 시도가 있었음을 보인다. 하지만 이 경우 좁은 학계 내에서 적절한 심사자를 찾기가 더욱 어려워지기 때문에 모든 학회에 도입되지는 못한다고 이야기하고 있다. 따라서 투명성을 제공함과 동시에 적합한 많은 심사자를 구할 수 있어야 할 것이다.

인문학 논문 심사에 대해 자세히 연구한 논문[3]에서는 현재 논문 시스템에 대하여 논문 심사 규정 등에 대해 공개적으로 논의가 필요함을 주장하면서 논문 심사 과정의 정당성을 은폐성을 통해 확보하려고 하는 것에 대한 문제점을 지적하고 있다. 이 논문에서는 법제적인 방법을 제안하고 있으나 실효성의 문제로 아직까지 적용되지 못하는 실정이다.

위의 관련 연구들을 확인한 결과로 현재 논문 투고 시스템이 악용되고 있으며 그에 대한 해결책도 도모하고 있다는 것을 보이고 있다. 해결책으로는 투명성에 대한 확보, 은폐성으로 심사 과정의 정당성을 확보한다는 것에 대한 지적 등이 있었다. 이러한 문제를 모두 해결하기 위해 제안하는 시스템에서는 블록체인을 활용한다. 이뿐만 아니라 제안하는 시스템은 추가적으로 시간적인 효율성을 제공하여 심사 과정을 원활하게 함으로써 급속도로 변화하는 사회를 따라가는 지식 공유를 가능하게 할 것이다.

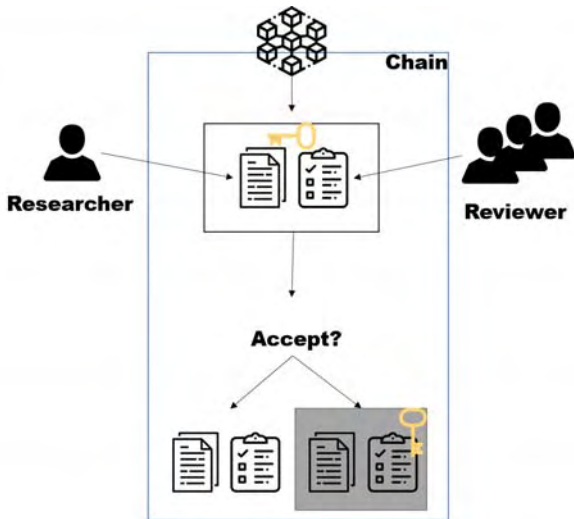
4. 블록체인

블록체인은 초기에는 가상화폐로서 화제가 되었지만 현재는 그 다양한 가능성을 인정받아 세계적으로 활발한 연구가 진행 중이다. 가장 큰 주목을 받는 블록체인의 장점은 탈중앙화된 데이터베이스 시스템으로 블록체인의 모든 참여자들은 공동의 데이터베이스를 복사하여 소유하고, 관리하기 때문에 중앙화된 데이터베이스 시스템이 갖는 문제들을 해결한다. 예를 들어, 기존의 시스템에서는 중앙화된 한 데이터베이스가 해킹되었을 경우 데이터의 변조 등이 가능했지만 블록체인을 이용할 경우 전체 사용자의 51%이상을 해킹해야 가능하므로 위변조에 면역을 갖는다. 또한 기존의 시스템에서는 데이터베이스의 이용 내역이 공개되지 않는 반면에 블록체인에서는 모든 이용 내역이 공개되기 때문에 투명성을 확보할 수 있다. 다수의 최신 블록체인은 특정한 조건을 만족할 시 특정한 코드를 실행하는 기술인 스마트 컨트랙트 기술을 가지는데 이를 통해 데이터베이스를 더 효율적으로 관리할 수 있다. 현재 블록체인과 스마트 컨트랙트를 이용한 다양한 서비스들이 제안, 연구되고 있다[4]. 이와 더불어 기술 자체에 대한 개

발도 연구되고 있어[5,6] 블록체인을 이용한 서비스의 상용화가 점차 가까워지고 있다.

5. 블록체인 기반 논문 심사 시스템

본 논문에서는 블록체인 기반의 논문 심사 시스템을 제안한다. 전반적인 시스템 구조는 그림 2와 같다.



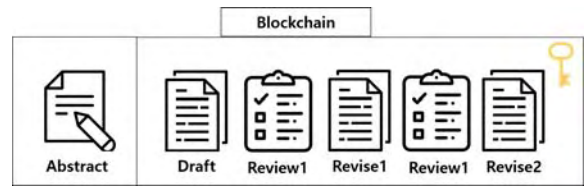
(그림 2) 심사 시스템 전반

연구자에 의해 등록된 논문들은 심사위원회에 의해 심사된다. 초록을 제외한 내용들은 암호화되어 저장된다. 복호화키는 스마트 컨트랙트에 의해 관리되는데 논문 게재 여부에 따라 자동적으로 키가 발급되어 접근이 가능해진다. 하지만 게재가 불가능할 경우, 다른 학회에 제출하는 경우, 혹은 수정까지의 시간이 걸리는 경우를 대비하여 암호화된 채로 저장되게 된다. 이 경우에는 컨트랙트는 키를 발급하지 않으며 따라서 논문 아이디어의 노출을 막을 수 있다.

이를 과정별로 살펴보면 다음과 같다. 논문 등록 과정에서 블록체인 네트워크에 등록되는 정보는 다음과 같다. 먼저, 논문 초록이 저장되는데 이는 논문 심사 단계에 유사한 주제의 논문 검색, 논문 표절 검사, 중복 게재 확인 등의 목적으로 사용한다. 다음으로 논문의 전체 내용은 암호화되어 저장된다. 따라서 원장을 공유하더라도 논문의 기밀성이 유지될 수 있다. 그리고 저자는 학회를 선정하여 논문을 투고한다. 편집 위원장은 네트워크에 저장된 초록을 바탕으로 논문 투고를 거절하거나 심사 단계로 보내게 된다. 여전히 편집 위원장의 결정이 작용하지만 결정이 투명하게 확인되므로 권한의 남용 및 오용을

방지할 수 있다.

논문 심사 과정에서 모든 블록체인 참여자는 심사위원을 자칭할 수 있다. 그에 대한 정당성의 확보를 위해 블록체인 참여자는 전문성 점수를 갖게 된다. 전문성 점수는 논문 작성, 논문 심사 등의 연구업적을 통해서만 획득할 수 있으며, 네트워크에 과정이 투명하게 저장되어 조작이 불가능하다. 이 점수를 바탕으로 자격을 갖춘 심사위원을 선출하여 심사 단계를 진행한다. 심사 단계에서 게재가, 심사 후 재심사 등 모든 평가와 근거 그리고 그에 따른 저자의 수정본이 개별적으로 모두 암호화되어 저장된다. 이러한 방법을 통해 건강한 연구 윤리를 도모할 수 있는데 심사 단계가 영구적으로 투명하게 기록되므로 심사위원과 저자는 자신의 학술적 평판을 위해 논문에 대한 세세한 평가와 그에 대한 반영을 진행할 것이며 이해관계에 따른 불합리한 행위도 차단되기 때문이다. 그림 3은 심사 과정에서 블록체인에 저장되는 자료들을 도식화한 것이다. 초록을 제외한 모든 정보들은 암호화되어 기록으로 남게 된다.



(그림 3) 블록체인에 저장되는 내용

심사 논문이 게재가로 결정되면 스마트 컨트랙트에 따라 해당 논문의 복호키가 공개된다. 따라서 복호키를 가진 사용자들은 처음 등록된 논문부터 심사 과정과 수정본까지 모두 열람이 가능하다.

심사 논문이 게재불가로 결정되면 초록은 남지만 스마트 컨트랙트가 키를 발생하지 않으므로 영구적으로 봉인되게 된다. 이를 통해, 연구자들은 연구에 대한 보상 없이 자신의 연구가 공개되는 것을 막을 수 있다. 심사위원회에 의해 논문이 유출될 수 있으나 저장된 데이터를 바탕으로 추적이 가능하다.

게재 이후 독자들이 논문을 많이 읽을수록, 해당 논문이 많이 인용될수록 해당 논문과 속한 학회의 점수는 올라가게 되며 이는 전문가 점수에 영향을 준다. 이를 통해 보다 객관적이고 조작이 불가능한 논문, 학회, 저자의 평가 기준을 마련할 수 있다.

각 학회의 심사 중인 논문들의 초록은 공개되므로

학회의 심사 과정에서도 용이하게 이용 가능하며 동일한 네트워크라는 향상된 접근성으로 학회간의 협력을 용이하게 하여 이중 게재와 같은 문제를 미연에 방지할 수 있다.

Title	Conference	Author	Abstract	Status
A	NIPS	Alice	A study of tech.	Review1
B	Other	Bob	Study of tech.	Review2

(그림 4) 심사 현황 테이블 예시

예를 들어 그림 4와 같이 서로 다른 학회에 다른 정보를 다르게 하더라도 논문 초록은 논문의 전체 내용을 반영하기 때문에 유사할 것이다. 이 초록은 암호화를 하지 않고 블록체인에 저장되므로 쉽게 비교할 수 있고 내용이 비슷할 경우 해당 학회와의 협력을 통해 이중 게재를 방지할 수 있는 것이다.

6. 결론 및 향후 연구방안

기존의 심사 과정의 경우 소수의 전문가들로 논문 게재를 결정짓는 구조로서 예상되는 문제들이 있었고 실제로 이를 악용한 피해사례 또한 발생하고 있었다. 편집장의 권한으로 고의적인 심사 지연이 가능했고 전문성이 떨어지는 심사위원의 주관적인 심사는 논문의 올바른 평가에 적합하지 않았다. 특히, 심사위원과 저자 간의 이해관계가 있는 상황이면 심사위원 수가 소수라는 구조는 더욱 크게 작용하여 온전한 심사가 불가능 했다. 또한 논문의 표절, 이중 게재 등의 문제에 있어서도 자유롭지 못했다. 마지막으로 논문 투고가 완료되어 지식 공유에 걸리는 시간은 학문이 변화하는 속도를 따라갈 수 없었다. 하지만 제안하는 심사 시스템은 이러한 문제를 모두 해결한다. 모든 사실을 투명하게 관리하고 영구적으로 기록되기 때문에, 연구 윤리에 어긋나는 행동들을 방지하며, 전문가 점수를 통해 양질의 연구 활동을 장려한다. 연구자는 의지를 갖고 심사에 실시간으로 참여할 수 있기 때문에 투고가 완료되기까지 걸리는 시간을 줄일 수 있다. 동시에, 논문을 암호화하여 저장하고 게재 이후 키를 공개함으로써 연구 결과를 보호할 장치를 제공한다. 따라서 공유 원장으로부터 발생하는 지적재산권의 침해를 해결한다.

제안하는 시스템은 블록체인 플랫폼의 안정성에 모든 학술 정보를 의존한다는 점에서 위협할 수 있으나 앞으로 블록체인에 대한 상용화가 진행되고 안

전한 표준이 제안된다면 해결될 것으로 예상된다. 또한, 비주류 연구 분야에 대해서는 여전히 심사위원과 저자간의 이해관계를 배제하기 어렵기 때문에 이 부분에 어떤 심사방법을 적용할지 생각해 보아야 한다. 또한 합리적인 전문성 점수를 부여하기 위한 연구 결과 평가 기준에 대한 연구가 필요하다. 의도적인 네트워크 부하를 막기 위해 연구자를 등록하는 과정이 관리되어야 한다. 블록체인 자체가 가지는 제한적인 용량 문제를 가질 수 있는데 이는 저장소의 주소를 저장하는 방식을 사용하거나 적절한 기간에 블록체인을 포크하는 방법이 있다. 포크란 변경된 합의 사항을 갖고 새로운 블록체인 네트워크를 생성하는 작업이다. 하지만 이러한 부분 또한 실제 적용을 위해서는 충분한 연구가 필요할 것이다. 제안하는 시스템은 블록체인을 통해 투명성을 제공하며 시간적인 효율성을 제공한다. 전문가 점수를 통해 참여자들의 능동적인 참여를 이끌어 내며 심사위원의 자격을 검증할 장치를 마련한다. 컨트랙트에 의한 암호화를 통해 블록체인이 가지는 지적재산권 침해 문제를 해결한다.

참고문헌

[1] S. R. Yoo, "Case-oriented Analysis of Ethical Problems in Academic Publishing & Review Process" in *Journal of Korean Ethics Studies*, vol. 76 no. 0, pp. 331-364, 2010

[2] G. M. Choi, S. M. Jung, M. J. Nam "How to Referee Scientific Papers" in *J Korean Bioethics Assoc*, vol. 7, no. 2, pp. 73-80, Dec. 2006

[3] B. H. Ha, "Rhetorische Untersuchung über die Begutachtung der geisteswissenschaftlichen Arbeiten - Die Begutachtung in der "Koreanischen Gesellschaft für Rhetorik"" in *rhetoric*, vol. 20, pp. 303-333, Mar. 2014

[4] M. H. Kang, M. K. Park, T. K. Kwon, "User-Centric Identity Management System Using Smart Contact" in *The Korea Institute of Information and Commucation Engineering* vol. 2018, no. 1, pp. 1450-1451 2018

[5] C. J. Kim, "A Static and Dynamic Design Technique of Smart Contract based on Block Chain" in *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* vol. 9 no. 6, pp. 110-119, 2018

[6] J. H. Song, S. H. Kim, S. Y. Park, "Experiment and Analysis of Ethereum Smart Contract Performance Decline" in *KIISE Transactions on Computing Practices* vol. 24, no. 7, pp. 381-384 2018