

Design and Validation of Tertiary General Education System based on Public Permissioned Blockchain and Smart Contract¹⁾

Kyun, Suna (Sookmyung Women's University, Assistant Professor)
Seo, Heejeong²⁾ (Korea National Open University, Researcher)

< ABSTRACT >

Tertiary general education innovation in Korea has achieved the current level of innovation, following the trajectory of reform and innovation level of the university academic structure. In particular, it has been reporting great achievements in general education innovation, as a part of government-supported university education innovation projects such as ACE, PRIME, and LINC+. However, tertiary general education needs to be further improved to be competitive, considering that our society is rapidly changing with the rapid development of technology. Therefore, the current study designed and validated the 'tertiary general education model operated by public permissioned blockchain-based smart contract' that can overcome the limitations of existing tertiary general education innovation by using the design & development research methodology. Specifically, first i) public permissioned blockchain-based general education system based on blockchain technology and literature analysis was designed. Next, technical review by technical experts was carried out, followed by validity through field review by university stakeholders. Through validation processes, technical feasibility of the model and opinions of university stakeholders were confirmed. Based on these, policy supplements for the model and specific implementation plans were proposed. This study has significant implications in that it provided guidelines that many universities in Korea are considering in tertiary general education innovation as well as tertiary education innovation.

Key Words : General education innovation, design & development research methodology, blockchain, public permissioned blockchain, smart contract

1) This work was supported by the National Research Foundation of Korea grant funded by the Korea government(MSIT) (NRF2020R1G1A1100739).

2) Corresponding Author: Seo, Heejeong, Researcher, Korea National Open University, 86 Daehak-Ro, Jongno-Gu, Seoul, Korea, 03087 / E-mail: hao0810@knou.ac.kr

공개 허가형 블록체인 및 스마트 컨트랙 기반의 대학교양교육체제 설계 및 타당화 연구¹⁾

권선아 (숙명여자대학교, 조교수)
서희정²⁾ (한국방송통신대학교, 연구위원)

< 요약 >

국내 대학교양교육은 대학학사구조의 개혁과 그 궤적을 같이하며 혁신의 과정을 통해 현재에 이르렀다. 특히 최근 ACE, PRIME, LINC+ 등의 정부지원 대학교육혁신 프로젝트의 일환으로 교양교육 혁신의 큰 성과들이 보고되고 있다. 그러나 급속한 기술의 발전에 따라 빠른 속도로 변화해 가고 있는 우리 사회를 고려해 볼 때, 대학교양교육이 경쟁력을 갖추기 위해서는 좀 더 개선될 필요가 있다. 이에 본 연구는 설계·개발 연구방법론을 활용하여 기존 교양교육혁신의 한계점을 극복할 수 있게 하는 ‘공개 허가형 블록체인 기반 스마트 컨트랙에 의하여 작동되는 대학교양교육체제 모형’을 설계하고 타당화를 수행하였다. 구체적으로, ① 먼저 블록체인 기술 및 문헌 분석에 근거하여 공개 허가형 블록체인 기반 교양교육체제 모형을 설계하고, 이어서 ② 기술전문가들의 기술검토, ③ 대학 이해관계자들의 현장검토를 통한 타당화의 과정을 수행하였다. 타당화의 과정을 통하여, 본 연구가 제안하는 모형의 기술적 구현 가능성 및 대학 이해관계자들의 의견을 확인하였고, 이를 기반으로 모형의 정책적 보완점 및 구체적인 실행방안을 도출하였다. 본 연구는 대학교육혁신 및 교양교육혁신에 대하여 고민하는 국내의 많은 대학들이 참조할 수 있는 지침들을 구체적으로 제시하였다는 측면에서 큰 의미가 있다.

주요어 : 교양교육혁신, 설계·개발연구, 블록체인, 공개 허가형 블록체인, 스마트 컨트랙

1) 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF2020 R1G1A1100739).

2) 교신저자: 서희정, 연구위원, (03087) 서울특별시 종로구 대학로 86, 한국방송통신대학 / E-mail: hao0810@knou.ac.kr

논문투고일자: 2022. 2. 13 / 심사일자: 2022. 2. 14 / 게재확정일자: 2022. 3. 15

I. 서론

국내 대학교양교육의 변혁은 대학학사구조의 변화 및 혁신의 과정과 그 궤적을 같이한다(Kang & Kim, 2010). 급격하게 변화하는 사회와 그에 따른 대학교육의 변혁 속에서 대학교양교육 역시 끊임없이 변화와 혁신을 거듭해 현재에 이르렀으며, 이와 같은 대학교양교육은 최근 4차 산업혁명의 시대적 요구에 부응하기 위해 다시한번 새로운 변화의 방향을 모색하고 있다(Jho, 2017).

그 간의 대학교양교육의 발전 및 혁신과 관련된 연구와 성과는 다음과 같다. 대부분의 교양교육 관련 연구는 ① 끊임없이 변화해 가는 사회 속에서 교양교육이 나아가야 할 새로운 방향 및 정체성에 대한 연구, ② 새로운 사회가 요구하는 지식, 기술, 역량 기반의 새로운 교양교육과정 개발연구, 마찬가지로 ③ 새로운 시대가 요구하는 인재양성을 목적으로 하는 교수법 및 교육방법 연구로 크게 나뉘며, 이와 같은 연구는 연구로 끝나지 않고 국내 많은 대학에서는 ACE(Advancement for College Education, 학부교육 선도대학 육성사업)(Ministry of Education, 2015), PRIME(Program for Industrial needs-Matched Education, 산업연계 교육 활성화 선도대학 육성사업)(Ministry of Education, 2015), LINC+(Leaders in Industry-university Cooperation, 사회맞춤형 산학협력 선도대학 육성사업)(Ministry of Education, 2017) 등의 정부지원 대학교육혁신사업의 일환으로 실질적으로 구현되어 그 성과를 보고해 오고 있다(Kyun & Jang, 2021).

이와 같이 국내의 많은 대학들은 정부가 지원하는 대학교육혁신프로젝트의 일환으로 교양교육혁신의 큰 성과를 보고해 오고 있지만, 기술순환주기는 점점 빨라지고 이와 함께 급속하게 변화해가고 있는 우리 사회를 고려해볼 때 좀 더 개선이 요구된다. 즉 급변하는 사회 속에서 대학교양교육을 포함하는 대학교육이 더욱더 경쟁력을 갖추고 사회 및 학습자 요구에 적합한 교육과정을 개발하여 학습자들에게 효율적으로 제공하기 위해서는 새로운 기술의 적극적인 적용과 이를 기반으로 하는 혁신이 필수적이다.

따라서 본 연구는 4차 산업혁명을 주도할 신기술인 블록체인 기술을 적용한 대학교양교육모형을 제안한다. 구체적으로 ① 설계·개발 연구방법론에 입각하여 먼저 문헌분석 및 블록체인 기술에 기반하여 공개 허가형 블록체인과 스마트 컨트랙에 의하여 작동되는 교양교육시스템을 설계하고, 이어서 ② 기술전문가의 검토 및 대학 이해관계자의 현장검토를 통한 타당화의 과정을 거쳐, 이들의 의견이 반영된 교양교육체제 및 그 실행방안을 제안한다.

II. 이론적 배경

1. 국내 대학교양교육의 혁신과 한계

가. 교양교육의 혁신 과정 및 성과

대학학사구조 및 대학교육의 변혁과 함께 발전해온 국내 대학교양교육의 혁신은 다양한 연구자, 조직 및 체제, ACE, PRIME, LINC+ 등 다양한 형태의 정부지원프로젝트의 수행을 기반으로 현재의 성과를 이루었다. 현재의 성과를 가능하게 한 대표적인 관련 연구 및 간략한 변혁의 과정을 소개하면 다음과 같다.

Son(2009)은 지식기반 정보사회에 있어서 학생들이 갖추어야 하는 가장 중요한 역량은 ‘창의적으로 사유하는 능력’ 이라고 보았으며, 이와 같은 창의력은 전공교육만으로는 불가능하고 따라서 융복합교육이 절실하게 요구되는데, 이와 같은 융복합교육의 기초로서 교양교육이 그 어느 때보다 중요하다고 여겼다. 이에 Son(2009)은 21세기 초반 교양교육의 새로운 위상에 대한 그의 연구에서 교육내용, 교육과정, 교육조직, 교육행정, 교육지원의 총 5개 영역으로 나누어 교양교육을 강화할 수 있는 구체적인 대안을 제시하였다.

Seo(2010)는 기존 대학교양교육체제와 관련하여 논의할 때 빼놓을 수 없는 대표적인 연구다. Seo(2010)에 의하면 교양교육은 학생들이 자신을 둘러싼 사회와 세계를 이해하고 학문적 성과를 성취할 수 있게 하는 소양교육으로, 이는 급변하는 사회속에서 개별 학습자가 자신의 정체성을 확립하고 스스로 살아갈 역량과 지식을 습득하게 하는 교육과 무관하지 않다. Seo(2010)는 이와 같은 교육이 ‘학부대학(University College)’ 체제 안에서 가능하다고 보았다. 즉, 학부대학 체제에서는 사회수요와 학습자요구에 맞는 교양교과목으로 분류될 수 있는 교과목의 폭넓은 개설이 가능하며 학생들도 1-2학년 동안에는 전공교과목에 얽매이지 않고 자신에게 가장 적합한 전공이 무엇인지 탐색하며 희망하는 교과목을 선택하여 이수하는 것이 가능하다. 이와 같은 학부대학은 우리나라의 경우 대학의 자발적인 참여가 아닌 정부의 탑다운 정책으로 인하여 사실상 실패했다고 볼 수 있다(Seo, 2010). 그러나 현재 국내 대부분의 대학들은 각기 처한 여건에 따라 변형하여 ‘자유전공학부’ 혹은 ‘기초교육원’ 등의 명칭으로 불리우는 교양교육 전담 기구를 개설하여 운영하고 있다. 비록 학사구조의 전면적 개편이라는 본래의 차원에는 못 미치고 있기는 하지만, 이 기구들을 통해서 지속적으로 교양교육의 문제점을 확인하고 개선하는 구심점을 확보했다는 점에서는 매우 큰 의미가 있다(Seo, 2010).

한편, 개별 대학의 교양교육전담조직은 2011년에 교양교육 개선을 통한 대학교육 전체의 질적 수준 제고를 목표로 설립된 한국교양기초교육원(이하, 교기원)이 제시하는 ‘대학교양 기초교육의 표준 모델(Korea National Institute for General Education, 2022, January 6)’을 기반으로 양적 및 질적 발전의 토대를 마련하였다. 즉 개별 대학은 교기원이 지원하는 다양한 사업 및 교양교육 컨설팅을 통하여 교양교육과정을 개발하고, 교수학습지원체제를 마련하는데 크게 도움을 받았는데, 특히 교기원의 ‘대학교양기초교육 표준 모델’은 각 개별 대학 본연의 교육이념과 인재상등 대학 특성에 맞는 교양교육체제를 구축하는데 크게 기여하였다.

2011년 이래 교기원의 대학교양기초교육 표준 모델을 기반으로 발전의 기틀을 마련한 각 개별 대학의 교양교육은 정부주도의 ACE, PRIME, LINC+ 등의 대학혁신사업을 동력으로 새로운 전환점을 맞이하였다. 개별 대학들은 정부지원금을 기반으로 대학교육을 전반적으로 새롭게 변화시켰지만, 특히 학내 어느 조직보다 유연한 조직인 교양교육전담조직이 크게 변화하는 계기가 되었다. 개별 대학의 교양대학 혹은 유사전담조직은 보다 적극적으로 시대의 흐름과 사회수요 및 학습자 요구에 부응하는 교육과정개발에 박차를 가하였는데(Jho, 2017), 특히 2016년 이후부터는 4차 산업 시대에 필요한 기초 지식과 기술 관련 교과목을 포함한 다양한 형태의 융합교과목 개발을 새롭게 추가하였다(Yoon, 2020). 또한 현재 우리 사회가 단순히 지식을 습득하기보다 학제 간 융합을 통한 깊이 있는 이해능력을 배양하는 융합역량을 강조함에 따라, 교수학습방법도 융합적사고력을 기를 수 있는 프로젝트학습 및 학생 간 협력을 기반으로 하는 문제기반학습(PBL), 팀기반학습(TBL), 캡스톤디자인 등의 혁신 수업으로 변화시켜 나갔다(Choi & Chang, 2017). 무엇보다 괄목할만한 것은 국내의 몇몇 대학들은 발 빠르게 인공지능 및 빅데이터 분석기술 등의 신기술을 대학교육에 접목시켜 학습자 지원을 체계화하고 중도탈락을 예방하는데 활용하는 것을 시도하였다(Yoon, 2017, September 20; Choi, 2021, January 30). 특히 인공지능기반 적응형학습시스템(adaptive learning system)은 맞춤형 대학 강의를 수행하여 학습자의 성적향상에 크게 기여하였다고 보고되고 있는데(Shin, 2020), 이와 같은 대학교육의 적극적인 신기술 도입은 학습자중심의 교육체제를 구축함과 동시에 지속가능한 대학체제를 구축하는데 크게 기여하고 있다고 여겨진다.

나. 기존 대학교양교육 혁신의 한계점

이상과 같이 국내의 많은 대학들은 정부지원 대학교육혁신프로젝트를 통하여 대학교육은 물론 교양교육 혁신의 성과를 지속적으로 보고하고 있다. 특히 최근에는 인공지능 등의 신기술을 적용하여 대학과 학습자 모두가 만족하는 대학교육을 구현하고 있기는 하지만, 급변

하는 우리 사회의 상황을 고려해볼 때 교양교육이 좀 더 경쟁력을 갖추고 사회수요 및 학습자 요구에 맞는 교육과정 개발을 수행하기 위해서는 아쉬운 점이 있다. 그와 같은 아쉬운 점은 기존 대학교양교육의 한계점으로 볼 수 있으며 이를 요약하면 다음과 같다.

- 한계점 1: 기존 교양교육혁신의 내용 중 첫 번째 아쉬운 점은 교과목 개발의 절차가 복잡하고 시간이 오래 걸린다는 것이다. 즉, 사회수요 및 학습자 요구에 부응하는 신규 교양교과목 개발에 노력을 기울이고 있는 대부분의 대학들은 ‘교과목 공모’라는 방법을 채택하고 있다. 1개의 교과목이 개발되기까지는 교양교육과정위원회를 포함 교과목 개발과 관련된 여러 위원회 심의가 전제가 되는데 이 일련의 과정은 6개월에서 1년의 긴 시간이 소요될 뿐만 아니라, 공모에 참여하는 교원은 교과목개설 및 운영과 관련하여 거쳐야 하는 심의위원회의 수만큼 계획서 혹은 결과보고서를 제출해야 한다. 이렇듯 긴 절차와 많은 노력을 들여 개발된 교과목은 종종 너무 늦을 수 있으며, 학습자의 선택을 받지 못해 폐강의 절차를 밟기도 하는데 이 경우 비용, 시간, 노력의 낭비가 아닐 수 없다.

- 한계점 2: 두 번째 아쉬운 점은 교양교과목을 개발하고 운영할 수 있는 자격을 해당 대학의 전임교원에 국한시켜 사회수요에 부합하는 교과목 개발의 시의적절성, 적합성, 다양성 확보에 어려움이 있을 수 있다는 것이다. 물론 현재까지 기존 전임교원의 노력이 많은 성과를 이룬 것도 사실이지만 기술혁신이 나타나는 주기가 점점 짧아지고 있는 현재 상황을 고려해볼 때, 향후에는 대학구성원인 전임교원들의 노력만으로는 역부족일 수 있다.

- 한계점 3: 세 번째 아쉬운 점은 교양대학이 야심차고 새롭게 개발한 사회 및 산업수요에 부응하는 교과목을 학생들이 최선을 다해 학습하고 이수하였다 하더라도, 학생은 그 학습 결과를 졸업전까지는 증명할 수도 활용할 수도 없다는 것이다. 졸업 후 얻게 되는 결과 역시 A~F로 요약되는 등급인데, 그와 같은 결과는 학생이 교과목을 통해서 어떤 지식을 습득했고, 어떤 실질적인 역량을 길렀는지 확인이 불가능하다. 기술혁신이 나타나는 주기가 점점 짧아지고 평생직장을 얻기 위해서 반드시 졸업장이 필요한 시대도 점점 사라지고 있는 현 시점에서, 공공기관 및 기업의 인턴 지원 등 경력개발 혹은 취업을 희망하는 학생들이 수고하여 학습한 교과목 이수의 결과를 바로 확인하여 활용할 수 없는 것은 매우 아쉬운 점이다.

이러한 한계점은 블록체인 기술을 적절히 활용하면 해결이 가능하다. 따라서 본 연구는 위에서 언급한 한계점을 극복 가능하게 하는 블록체인의 특성을 검토하고 이를 적용한 교육체제 모형을 제안한다.

2. 블록체인 및 관련 기술

블록체인(blockchain)은 블록(block)이라고 불리는 거래 정보 데이터가 암호화되어 이전 블록들에 체인(chain) 형태로 순차적으로 연결되어 있는 저장시스템으로(Park et al., 2019), ‘거래정보의 분산’, ‘보안 유지’, ‘투명성 확보’를 목적으로 개발된 기술이다(Leloup, 2018). 이와 같은 블록체인은 2009년에 최초로 분산원장(distributed ledger)을 통한 ‘보안(security)’이라는 개념을 토대로 투명한 금융거래의 도구로 등장하였는데(Nakamoto, 2009), 이후 스마트 컨트랙(smart contract)을 기반으로 하는 블록체인인 이더리움(Ethereum) 등 다양한 블록체인의 출현 및 발전과 함께 금융거래 이외의 유통, 교육, 사회, 문화, 보건, 헬스케어 등 우리 사회 전반에 걸친 다양한 영역에 영향을 끼쳐오고 있다(Min et al., 2019; Hwang et al., 2020).

가. 분산원장과 블록체인

분산원장(distributed ledgers)과 블록체인이란 용어는 종종 혼용하여 사용되고 있지만 엄격히 말해서 두 개념은 구별해야 한다. 먼저 분산원장은 여러 기관을 포함한 여러 장소에 지리적으로 분산된 복제, 공유 및 동기화할 수 있는 디지털 데이터를 의미하며, P2P(peer to peer) 네트워크를 기반으로 하고 여러 ‘노드’에서 복제 및 동기화를 수행하기 위해서는 합의의 알고리즘이 필요하다(Mikroyannidis et al., 2020).

반면 블록체인은 계속 증가하는 블록으로 불리는 ‘기록의 목록’이 서로 연결되어 체인의 형태를 형성하는 특정 유형의 분산원장이다(Ramachandran et al., 2020). 즉 블록체인은 암호화 기술로 보호되는 불가역적(immutable) 특성을 지닌 분산원장이며 인센티브시스템을 기반으로 P2P 네트워크상의 탈분산 커뮤니티에 의해서 관리된다(Chowdhury et al., 2020). 이때 커뮤니티의 각 구성원은 노드라 불리우며 블록체인 저장소를 분산하여 관리·유지하고, 네트워크의 대다수가 동의하지 않는 한 노드는 변경의 권한을 가지지 못하는데 이 동의의 과정을 합의의 과정이라고 부른다(Franco, 2015).

이와 같은 블록체인은 기존의 중앙집중식 시스템을 탈중앙화 할 수 있는 핵심 기술이며 이러한 분산저장 기술은 데이터의 ‘보안’, ‘신뢰성’, ‘투명성’을 보장한다(Mikroyannidis et al., 2020). 이와 같은 블록체인의 주요 특성이 고등교육기관에서는 어떻게 적용되어 효율성을 증진할 수 있는지 간단히 살펴보면 다음과 같다.

- 탈중앙화 (decentralization) 그리고 보안(security): 일반적으로 대부분의 고등교육기관은 학생의 개인 정보를 포함하는 기록을 저장하고 유지하기 위하여 자체의 중앙집중식 데이터

베이스를 사용해 오고 있다(Chowdhury et al., 2020). 그러나 현재의 중앙 시스템에 의한 데이터베이스 구조는 항상 해킹의 위협에 노출되어 있으며, 중앙 서버에 문제가 발생하면 전체 시스템을 정지시킨다. 그러나 블록체인 기반 분산시스템을 적용한다면 모든 네트워크에서 참여자의 시스템이 다운되지 않는 한 데이터는 영구적으로 보존이 가능하고 해킹의 위협으로부터 보호할 수 있다(Kyun et al., 2021).

- 불가역성(immutability) 그리고 신뢰성(reliability): 블록체인은 암호화 기술에 의하여 보호되는 불가역적 특성을 지닌 분산원장(distributed ledgers)이며, 이때 원장이란 거래기록(transaction) 데이터를 의미한다. 블록체인의 트랜잭션은 불가역적인데, 이것은 일단 블록체인에 저장되면 영구적으로 저장되며, 소급되어 수정될 수 없는 특성 때문이다(Chowdhury et al., 2020). 따라서 기존 고등교육 시스템이 블록체인을 적용한다면 서버 자체의 문제 혹은 직원의 고의 혹은 실수로 인한 학생정보 변경이 불가능하기 때문에 학생기록의 위변조를 원천적으로 차단함으로써 학생정보의 신뢰성을 확보할 수 있다(Kyun & Jang, 2021).

- 투명성(transparency): 블록체인 기반 시스템에 기록된 모든 정보는 탈중앙화된 P2P 네트워크에 의해서 투명하게 공개되고 관리된다(Hori et al., 2018). 즉 블록체인 네트워크에 속한 구성원은 누구나 모든 거래 정보에 대한 접근이 가능하다. 따라서 기존 고등교육기관이 블록체인 시스템을 적용한다면 학생들의 취업과 경력개발에 기여할 수 있다. 즉, 기존 대학의 시스템상으로는 학생 및 대학의 담당 행정직원만이 학생의 졸업자격 및 기타 사항에 대한 액세스 권한을 가지고 있다. 따라서 학생들은 취업 혹은 경력개발을 위해 지원할 경우 자신의 자격증명을 확보하기 위해서 엄청난 시간, 노력, 비용을 들여야 한다. 그러나 고등교육기관이 블록체인 시스템을 적용한다면 그와 같은 시간, 노력, 비용을 절약할 수 있다. 블록체인 네트워크의 일원이라면 누구라도 정보의 관람이 가능하기 때문이다. 이것은 대학, 기업, 공공기관 등 학생들의 취업 및 경력개발과 관련되어 있는 기관들이 컨소시엄 블록체인 형태로 연결된다면 충분히 가능한 일이다.

나. 블록체인의 유형

블록체인은 사용자에게 주어지는 권한에 따라 비허가형(permissionless)과 허가형(permissioned), 혹은 공개(public)와 사설(private)로 나뉜다. 구체적으로 ‘쓰기’ 권한이 모두에게 열려있으면 ‘비허가용’, 제한되어 있으면 ‘허가형’으로 분류되며, ‘읽기’ 권한이 모두에게 열려 있으면 ‘공개’ 제한되어 있으면 ‘사설’로 분류된다(Kim, 2020, March 6).

<표 1>에서 제시하였듯이 보통은 비허가형 블록체인을 공개 블록체인, 허가형 블록체인을 사설 혹은 컨소시엄 블록체인으로 구분하는데, 이와 같이 유형화하는 것이 항상 적합하지는

않다. 왜냐하면 공개 블록체인과 사설 블록체인은 두 개의 개념으로 명확하게 나눌 수 없는 하나의 연속선상에 있는 개념이기 때문이다. 즉 블록체인 설계 시 적용하는 기능에 따라서 공개 혹은 사설 블록체인이라 명명하는데, 같은 사설 혹은 컨소시엄 블록체인이라 불리운다 하더라도 블록체인에 따라 각기 다른 기능과 특징을 지닐 수 있다. Hwang et al.(2020), Lee et al.(2020), Min et al.(2019), Park et al.(2019)을 기반으로 일반적으로 언급되는 블록체인의 유형 및 특징을 요약하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 블록체인의 유형

유형	구분	특징	예시
비허가형 (permissionless)	공개 블록체인 (public blockchain)	<ul style="list-style-type: none"> · 누구나 참여 가능 · 투명한 정보 · 수정불가능 · 소유권이 참여자들에게 분산됨 · 인센티브 제공을 위하여 암호화폐 사용 · 속도 느리고, 네트워크 유지비용 높음 	<ul style="list-style-type: none"> · 비트코인 · 이더리움 · 이오스
	사설 블록체인 (private blockchain)	<ul style="list-style-type: none"> · 권한이 있는 참여자만 가능 · 명확한 주체 운영 · 수정가능 · 기관 혹은 개인이 소유 · 인센티브 시스템은 필수적이지 않음 · 속도 빠르고, 네트워크 유지 비용 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> · 하이퍼레제 · 패브릭 · 쿼럼
허가형 (permissioned)	컨소시엄 블록체인 (consortium blockchain)	<ul style="list-style-type: none"> · 공개 블록체인과 사설 블록체인의 장점 결합 · 넓은 응용환경 · 현재 주로 산업에서 사용 · 두 개 이상의 기관 혹은 개인이 소유권을 지님 · 인센티브 시스템은 필수적이지 않음 · 속도 빠르고, 네트워크 유지 비용 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> · R3CEV · CASPER

공개 블록체인은 모두에게 개방되어 누구나 참여할 수 있고 모든 데이터는 투명하게 공개 되는데 이런 특성 때문에 비허가형(permissionless) 블록체인으로 불리기도 한다(Park et al., 2019). 대표적으로 비트코인(Bitcoin)과 이더리움(Ethereum)등이 이에 속하는데, 이와 같은 블록체인 시스템을 유지하는 핵심원리는 바로 암호화폐 기반의 인센티브시스템이다(Min et al., 2019). 현재까지는 가상화폐 암호화 외에 적절하게 사용되는 환경을 찾지 못하고 있지만(Park et al., 2019), 아이디어가 풍부한 기존 기업들이 생각지 못하는 시스템 개발을 시도하는 스타트업이 활용하기에 적합한 블록체인이다(Min et al., 2019).

사설 블록체인은 사전에 허가를 받은 사용자만 활용할 수 있는 블록체인으로 주로 기업과 기관이 활용한다. 블록체인에 기록된 대부분의 정보는 모든 참여자가 열람 가능한 공개 장 부이지만, 기업과 기관에서는 공개되지 않아야 하거나 일부에게만 공개되어야 하는 정보가

있기 마련이다(Min et al., 2019). 이러한 이유로 사적 블록체인이 등장하게 되었으며 리눅스 재단이 만든 하이퍼레제 패브릭(Hyperledger Fabric)이 대표적으로 이에 속한다(Hwang et al., 2020).

컨소시엄 블록체인은 공개 블록체인의 탈중앙화 특성과 사적 블록체인의 다양한 응용환경을 결합한 블록체인으로 여러 기관이 협의체로서 참가해 신뢰성과 익명성을 높이는 방식으로 운영된다(Park et al., 2019). 즉, 참여자(즉, 노드) 간의 협의가 필요한 서비스에서 컨소시엄 블록체인이 사용되는데, 가령 기관끼리의 이미 체결된 협의에 따라 중개기관(trusted third party, 이하 TTP)의 처리를 거치지 않고 서비스 제공되는 경우가 이에 속한다.

다. 스마트 컨트랙

스마트 컨트랙(smart contract)은 1994년 컴퓨터 과학자 닉자보(Nick Szabo)가 처음 제안한 개념으로 ‘컴퓨터 네트워크상에서 합의된 계약 조건이 충족되면 자동으로 계약 체결과 이행이 자동으로 실행되도록 미리 프로그래밍한 알고리즘 코드’를 의미한다(Hwang et al., 2020). 즉 간단히 말해서 스마트 컨트랙은 중개자(TTP)없이 자체적으로 거래의 신뢰성을 보증하는 시스템이다. 스마트 컨트랙의 큰 장점은 조건이 충족되면 중개자가 거래를 처리할 필요가 없이 자동으로 즉시 실현되기 때문에 관련 시간과 비용을 절약할 수 있으며, 암호화된 거래 기록은 참여자 간에 공유되기 때문에 투명하고 신뢰할 수 있다(Yasunori, 2020). 또한 블록체인의 거래 기록은 불가역성이라는 블록체인의 근본적인 특성으로 인해 위·변조가 어렵고, 암호화 되어 있어서 해킹으로부터 안전하게 보호될 수 있다(Kasaki et al., 2020). 그러나 이와 같은 스마트 컨트랙 기반의 거래의 불가역성은 커다란 장점인 동시에 단점이 될 수도 있다. 즉 스마트 컨트랙을 구성하는 코드에 버그 등의 오류가 발행하여 거래가 잘못 수행되었을 경우 거래 이전으로 원상복구가 불가능하다(Leloup, 2018).

대표적인 공개 블록체인인 이더리움(Ethereum)이 스마트 컨트랙이 구현되는 블록체인으로 일반적으로 소개되고 있지만, 솔라나(Solana), 하이퍼레제 패브릭(Hyperledger Fabric) 등의 블록체인에서도 스마트 컨트랙을 활용한 프로세스 자동화가 가능하다.

Ⅲ. 연구방법

1. 설계·개발 연구

설계·개발연구는 실제 환경에서 체계적으로 수집한 자료들에 근거하여 새로운 지식을

생성하는 것을 추구하며, 크게 ① 산출물 및 도구연구와 ② 모형연구로 나뉜다(Richey & Klein, 2009). 즉, Richey와 Klein의 정의에 의하면, 설계·개발연구는 ‘교수적 또는 비교수적 산출물 및 도구, 그리고 그 개발을 이끄는 새로운 모형의 생성에 관한 실증적 기반 확립을 목표로 하는 설계, 개발, 평가과정에 대한 체계적인 연구(Richey & Klein, 2009)’이다.

본 연구는 설계·개발연구의 하위 범주 중에 하나인 모형연구(model research)에 근거하여 수행되었다. 모형연구는 설계·개발연구 중 가장 손쉽게 활용되는 연구로, 새로운 혹은 개선된 모형의 설계를 목적으로 하며, 이때 활용되는 구체적인 방법 및 전략으로는 모형개발(model development), 모형타당화(model validation), 모형사용(model use)이 있다(Richey & Klein, 2009). 본 연구의 경우, 모형연구 방법론 중에서 모형개발 및 모형타당화를 기반으로 수행되었다. 즉, 본 연구는 블록체인이라는 신기술을 기반으로 학습자 맞춤형 대학 교양교육 체제 모형을 설계하는 연구로, 먼저 ① 신기술 이론 및 문헌에 근거하여 대학 교양교육체제 모형을 개발하였고(model development), 이어서 ② 기술전문가의 검토연구(model validation), 대학이해관계자의 현장평가 연구(model validation)가 수행되었고, 이들의 의견을 면밀히 분석하여 그 결과를 반영한 최적의 모형을 제안하고 있다.

2. 연구 절차

설계·개발연구 방법론에 따라 학습자 맞춤형 대학교양교육체제 모형을 개발하고, 이에 대한 기술전문가의 검토 및 대학이해관계자의 현장평가의 과정을 거쳐 제안된 모형을 보완 및 구체화하였다.

가. 모형 설계

선행연구를 기반으로 학습자 맞춤형 대학교양교육체제 모형이 개발되었다. 활용된 선행 연구는 대표적으로 두 편이다. 하나는 기존의 대학교양교육 혁신을 보완하기 위해서 블록체인 기술을 적용할 것을 제안하고 있는 개념연구(conceptual research)인 Kyun & Jang(2021)의 연구이고, 다른 하나는 상황과 맥락에 적합한 블록체인 선정에 대한 기준을 제공하는 연구인 Wüst & Gervais(2018)의 연구이다. 이 두 선행연구 분석으로부터 ① 구체적인 블록체인의 종류가 선정되었고, ② 블록체인을 기반으로 하는 플랫폼 중심의 대학교양교육과정의 개발과 운영과 관련된 플랫폼의 작동에 대한 세부적인 원리 및 전제가 되어야 하는 대학정책 등이 설계되었다.

나. 기술적 측면에서의 모형 검토

제안된 모형이 기존의 블록체인 및 스마트 컨트랙 기술로 구현이 가능한지 확인하기 위하여, 블록체인 기반 플랫폼 개발자 및 관련 개발 업무를 수행하고 있는 현직 개발자 및 연구원을 대상으로 의견을 수렴하였다. 2022년 1월 초에 대면 및 비대면 1:1 면담을 통하여 이들의 의견은 수집되었고, 그 결과가 분석되었다. 면담은 1시간 가량 소요되었으며, 면담에 참여한 기술전문가들의 개별 정보는 <표 2>와 같다.

<표 2> 기술전문가의 배경 정보

검토자	경력 및 특징	면담방법	면담일
기술전문가1	소프트웨어 엔지니어 하이퍼레제 패브릭 개발자 국책연구기관 소속 연구원 블록체인 등 관련 업무 6년	대면	2022년 1월 7일
기술전문가2	소프트웨어 엔지니어 이더리움 개발자 블록체인 개발 스타트업 대표이사 블록체인 스타트업 운영 5년	대면	2022년 1월 10일
기술전문가3	소프트웨어 엔지니어 게임 개발 스타트업 운영 11년	ZOOM 기반 화상회의	2022년 1월 13일

모형의 기술검토는 기술전문가들의 ① 사전검토 및 ② 면담의 과정으로 수행되었다. 면담 시간의 효율적 활용을 위하여 10쪽 분량의 모형에 대한 설명자료 및 질문지는 이메일을 통하여 전문가들에게 사전 전송되었고, 일대일로 진행된 면담을 통하여 이들의 의견은 확인되었다. 면담 내용은 녹음 또는 요약·전사되었다. 면담의 주요 내용 및 질문은 ① 본 연구가 제안하고 있는 교육플랫폼이 현재의 기술로 구현 가능한가? ② 구체적으로, 기존 스마트 컨트랙 기술이 이 교육플랫폼의 주요 기능을 해결할 수 있는가? ③ 다양한 블록체인 중에서 어떤 블록체인을 활용하는 것이 효과적인가? ④ 본 연구가 궁극적으로 추구하는 목적을 달성하기 위해서 어떤 점들이 고려될 필요가 있는가? 등이며, 이에 대한 기술전문가들의 답변은 분석의 과정을 거쳐서 최종 모형에 적용되었다.

다. 대학이해관계자 측면에서의 모형 검토

본 연구가 제안하는 플랫폼 중심의 교양교육체제 모형에 대한 현장 적용 가능성을 높이기 위한 방안을 마련하고자 대학의 주요 이해관계자인 9명의 대학교원을 대상으로 심층 면담

을 수행하였다. 서울, 부산 등의 대도시 및 수도권과 지방의 중소 도시 소재 대학에 재직하는 대학교원 9명은 공통적으로 대학교육혁신에 대하여 관심이 있으며 직·간접적으로 관련 업무를 수행한 경험이 있지만, 조금은 다른 이해관계 안에 속하는 교원들이다. 대학은 다양한 이해관계가 존재하는 곳으로 어느 한쪽에 치우친 의견 수집을 피하고 다양한 의견을 수렴하기 위해서 다양한 위치에 있는 교원들을 면담대상자로 구성하였다. 따라서 면담대상자 9명 중에는 대학의 최종 의사결정권자에 속하는 전·현직 부총장 및 처장급 보직자, 대학혁신사업의 주요 실무자, 교육과 연구 활동만을 수행해온 교원들이 포함되었다. 1:1로 수행된 심층면담은 2021년 12월에서 2022년 1월에 걸쳐 대면 및 비대면의 방법을 통하여 진행되었으며, 면담에 참여한 대학이해관계자들의 주요 경력 등 개별 정보는 <표 3>과 같다.

<표 3> 대학이해관계자의 배경 정보

검토자	경력 및 특징	면담방법	면담일
대학이해관계자 1	대학교육 및 연구 경력 10년 대학혁신사업 업무 7년	대면	2021년 12월 22일
대학이해관계자 2	대학교육 및 연구 경력 23년 대학혁신사업 및 주요보직 업무 15년	대면	2021년 12월 28일
대학이해관계자 3	대학교육 및 연구 경력 10년	ZOOM 기반 화상회의	2021년 12월 29일
대학이해관계자 4	대학교육 및 연구 경력 10년 대학혁신사업 업무 3년	대면	2021년 12월 30일
대학이해관계자 5	대학교육 및 연구 경력 20년 대학혁신사업 및 주요보직 업무 10년	대면	2021년 12월 30일
대학이해관계자 6	대학교육 및 연구 경력 10년 대학혁신사업 업무 1년	ZOOM 기반 화상회의	2021년 12월 31일
대학이해관계자 7	대학교육 및 연구 경력 7년 대학혁신사업 및 주요보직 업무 7년	대면	2022년 1월 3일
대학이해관계자 8	대학교육 및 연구 경력 27년 대학혁신사업 및 주요보직 업무 15년	대면	2022년 1월 4일
대학이해관계자 9	대학교육 및 연구 경력 15년	ZOOM 기반 화상회의	2022년 1월 11일

모형의 대학이해관계자 측면의 검토는 해당 대학교원들의 ① 면담 및 ② 사후정리의 과정으로 수행되었다. 즉 면담대상자들은 먼저 면담을 수행하고, 면담을 통해서 확인된 내용은 면담 이후 면담자에 의하여 개별적으로 사후정리의 과정을 거쳐 요약되어 연구자에게 이메일을 통하여 전달되었다. 또한 면담의 내용은 녹음되었는데 이때 면담자에 의해서 작성된 면담 요약본과 녹음 내용을 종합하여 면담자의 의견이 분석되었다. 이때 면담대상자가 ‘면담 녹음’ 혹은 ‘사후 의견정리’에 대하여 불편함을 보인 경우, 면담자가 작성한 사후 정리자료, 혹은 면담 녹음 내용 중 한 가지 방법이 활용되어 면담자의 의견이 분석되었다.

기술전문가 면담과 달리, 대학이해관계자들에게 사전검토 자료를 제공하지 않은 이유는 본 연구가 제안하고 있는 모형에 대한 면담대상자들의 최초 인식을 확인하기 위해서였다. 대학교원들은 그들이 처한 위치에 따라 상이한 이해관계 안에 놓여있을 수 있으며, 이와 같은 그들의 상황이 반영된 최초 인식을 수집하기 위하여 사전검토자료 제공없이 면담이 수행되었다. 따라서 연구자는 각각의 면담에서 면담대상자들에게 질문을 던지기 전에 먼저 본 연구가 제안하는 모형에 대하여 간략히 설명하고, 면담대상자들이 모형에 대하여 완전하게 이해하는 것을 돕기 위하여 질의응답 시간을 가졌다.

면담의 주요 내용 및 질문으로는 본 연구가 제안하는 대학교양교육체제 전반에 걸친 의견으로 구체적으로 ① 중개자(TTP, 즉 대학의 경우 각종위원회 및 행정직원)의 개입 없이 혹은 최소한의 개입만을 허용하는 교수자와 학습자를 직접 연결하여 교수학습을 수행하는 교육시스템에 대한 의견, ② 대학교양교육과정을 개발하고 운영할 수 있는 자격을 외부전문가로 확대하고 이들을 전문가 풀(expert pool)이라는 장치를 통하여 관리하는 것에 대한 의견, ③ 학습자가 자신의 학습결과를 바로 확인하고 활용할 수 있게 하는 학습여권(learning passport) 시스템에 대한 의견, ④ 본 연구가 제안하고 있는 플랫폼 중심의 대학교양교육과정을 학부생뿐만 아니라 평생학습자에게도 오픈하는 방안에 대한 의견 등이며, 이에 대한 대학교원들의 답변은 분석의 과정을 거쳐 최종 모형에 적용되었다.

IV. 연구결과

1. 공개 허가형 블록체인 및 스마트 컨트랙 기반의 대학교양교육체제 모형 설계

가. 대학교양교육체제 모형의 3가지 설계 원리

모형은 기존 대학교양교육 혁신의 한계점 극복 방안으로 블록체인 및 스마트컨트랙의 신기술을 적용하여 설계되었다. 즉, 국내 대학교양교육의 발달현황 및 한계점, 그리고 그 극복방안에 대하여 상세하게 논의한 선행연구인 Kyun & Jang(2021)이 제안하는 교육모형을 본 연구에서는 더욱 구체화하였다. 본 연구가 제안하고 있는 교양교육체제 모형은 기본적으로 교수자(=교수)와 학습자(=학생)를 직접적으로 바로 연결하는 온라인 기반 교육플랫폼으로 기존 교양교육 혁신의 한계점을 극복하는데 그 목적이 있다. <표 4>는 기존 대학교양교육 혁신의 한계점 및 그 한계 극복을 위한 설계 원리를 제시하고 있다.

<표 4> 모형의 설계 원리 : 기존 교양교육체제 한계극복을 위한 설계 원리

No	기존 교양교육혁신의 한계점	한계점 극복을 위한 설계원리
1	교육과정 개발의 절차가 복잡하고 긴 시간이 소요됨	⇒ 블록체인 네트워크 및 스마트 컨트랙을 적용한 교육과정 개발 및 운영의 자동화
2	교육과정 개발 및 운영을 할 수 있는 자격을 대학 전임교원에게 한정시킴으로써 교육과정의 다양성 확보에 한계를 지님	⇒ 전문가 풀(expert pool) 운영: 블록체인 네트워크상에서 스마트컨트랙 적용
3	사회 및 산업 수요에 적합한 교육과정을 이수했어도, 졸업하기 전에는 그 학습결과를 바로 증명하여 경력개발(예: 인턴지원 등)의 도구로 활용하기 어려움	⇒ 학습여권(learning passport) 시스템 운영: 블록체인 네트워크상에서 스마트컨트랙 적용

위의 <표 4>에서 확인할 수 있듯이, 본 연구가 제안하는 첫 번째 설계원리는 블록체인과 스마트 컨트랙 기술을 활용한 교과목 개발과 운영의 자동화이다. 즉, 자격을 갖춘 교수자·전문가라면 누구나 중개자(TTP)의 개입없이 교과목을 개설할 수 있게 하고, 마찬가지로 교수자와 학습자가 바로, 중개자의 개입없이, 연결되어 교수학습 및 평가가 자동으로 수행될 수 있게 하는 교육시스템에 대한 제안으로 기존 대학교양교육 혁신의 첫 번째 한계점 극복과 깊은 관련이 있다. 즉, 기존 대학교양교육혁신의 첫 번째 한계점은 교양교과목 개발의 절차가 매우 복잡하고 긴 시간이 소요된다는 것인데, 본 연구는 이에 대한 극복 방안으로 첫 번째 설계원리를 제안하고 있다. 현재 교양교육혁신의 성과를 보고하고 있는 많은 대학들이 교과목 공모 및 그 일련의 방법을 통하여 교양교육과정을 개선해 온 것에 대해서는 의심의 여지가 없지만, 향후에도 지속적으로 효과적일지는 고려해 볼 필요가 있다. 일단, 새로운 교과목을 개설하고자 하는 교원들은 교과목 공모 및 공모한 교과목이 채택되기까지 교과목 개설과 관련된 각종 위원회(예: 교육과정심의위원회, 교육평가심의위원회, 교육방법심의위원회 등)가 개설될 때마다 신설교과목 개발과 관련된 서류들을 작성하고 제출해야 하는데 제 아무리 신설교과목 개발에 적극적인 교원이라 할지라도 과중한 서류작업 및 긴 절차는 큰 부담이 아닐 수 없다. 이와 같은 철저한 절차 및 교원의 노력에도 불구하고 새롭게 개설된 교양교과목이 실질적으로 학생들로부터 선택받지 못해 폐강의 절차를 밟는 경우도 종종 보이는데, 이 경우 시간, 비용, 노력의 낭비가 아닐 수 없다. 이에 본 연구가 제안하는 교양교육체제 모형의 첫 번째 설계원리는 블록체인 기반 스마트 컨트랙 기술을 활용하여, 중개자(TTP)의 개입없이, 기존 대학교원 및 자격을 인정받은 외부전문가라면 바로 교과목을 개발하여 개설할 수 있게 함으로써 공모를 통한 교과목 개발 및 일련의 과정에서 소요되는 비용과 시간을 절감하는 것과 관련이 있다. 교양대학이 제공하는 교양교과목 중 급변하는 기술의 변화, 이에 따른 사회 및 산업수요 그리고 학습자 요구에 맞는 교과목을 시의적절하게 개

발하여 개설해야 할 경우, 이 첫 번째 설계원리는 매우 적합하다고 볼 수 있다.

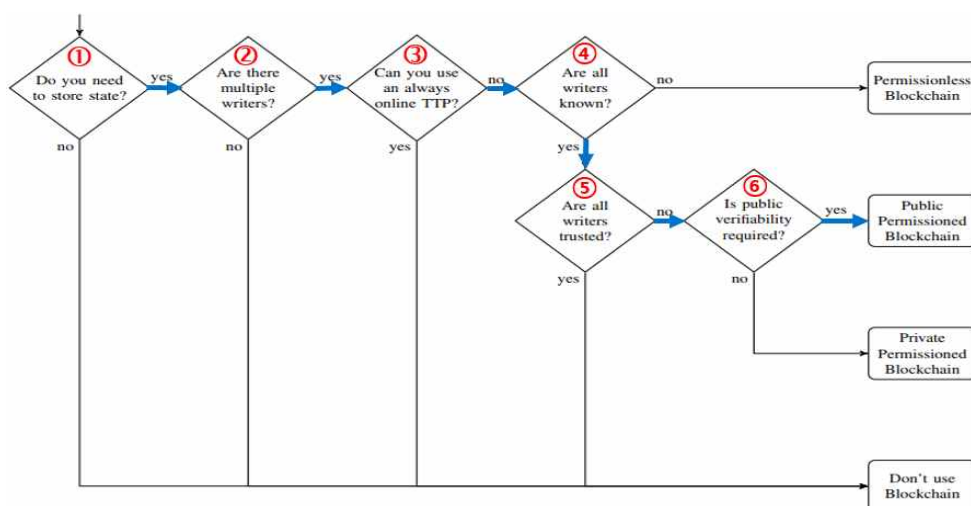
두 번째 설계원리는 전문가 풀(expert pool) 시스템의 적용으로 이것은 기존 대학교양교육 혁신의 두 번째 한계점을 극복하고자 하는데 그 목적이 있다. 구체적으로 설명하자면, 두 번째 한계점은 교과목을 개발하고 운영할 수 있는 자격을 대학 전임교원에 국한시키고 있어서 시의적절한 교육과정 개발의 실재성 및 다양성 확보에 어려움이 있을 수 있다는 것이다. 기존 전임교원 간의 협력 및 노력으로 현재의 교양교육혁신이라는 성과를 달성한 것도 기정사실이며, 대학 밖 전문가들은 특강강사 혹은 멘토 등 다양한 위치로 대학교육에 참여해 오고 있다. 그러나 급격한 기술의 발달로 인해 기술혁신이 나타나는 주기가 급속하게 짧아지고 있는 현재에 있어서, 사회 및 산업 수요에 시의적절한 교과목을 개발하고 운영하는 데에 있어서 현재의 방법은 제고해 볼 필요가 있다. 대학 내 전임교원들만의 노력으로는 역부족일 수 있으며, 이에 대학은 이를 보완하기 위한 방편으로 보다 적극적으로 대학 밖에 있는 각 분야 전문가들에게 대학의 교과목을 개발하고 운영할 수 있는 권한을 부여함으로써 해결할 수 있을 것으로 여겨진다. 물론 이와 같은 시스템이 완전하게 자리잡기까지는 다양한 대학 정책 및 제도가 선행되고 마련되어야 하겠는데, 이에 본 연구는 그중 가장 근간이 되는 요소라고 볼 수 있는 대학의 ‘전문가 풀’ 운영을 두 번째 설계원리로 제안한다. 전문가 풀은 교양교과목을 개발·운영할 수 있는 자격을 갖춘 외부전문가들을 선발하여 관리하는 시스템이다. 이때 전문가 풀에 등록된 외부전문가들은, 첫 번째 설계원리에서 제시했듯이, 대학 내 중개자(TTP) 개입없이 교과목을 개설·운영할 수 있으며, 만약 개설한 교과목에 대하여 수강을 희망하는 학습자가 없을 경우 개설된 교과목은 자동 폐강된다. 스마트 컨트랙 기반으로 교수자와 학습자는 직접 연결되어 교수학습 및 평가는 자동으로 수행되고, 그 결과에 따라 학습자는 지정된 학점을 받고 교수자는 비용을 지급받는 스마트 컨트랙 시스템은 바로 이 전문가 풀과 연동된다. 또한, 블록체인 네트워크상에서 관리되는 전문가 풀은 교수자의 정보를 신뢰롭고 투명하게 관리함으로써 학습자가 보다 신뢰로운 교수자 정보를 기반으로 학습할 교과목을 선택할 수 있게 하고, 모든 정보가 공개된 교수자는 더욱 책임을 다해 교과목을 개발하고 운영할 수 있으며, 이에 대학은 교양교육과정의 다양화 및 질 관리의 수월성을 확보할 수 있다.

마지막으로, 세 번째 설계원리는 학습여권(learning passport)의 적용으로 기존 대학교양교육 혁신의 세 번째 한계점 극복과 관련이 있다. 세 번째 한계점은 교양대학이 야심차게 개발한 사회 및 산업수요에 적합한 교과목들을 학생들이 최선을 다해 학습하고 이수하였다 하더라도 그 학습결과를 바로 증명하여 활용할 수 없다는 것이다. 앞서 언급했듯이, 현재 우리사회는 급격한 기술의 발달로 인해 기술혁신이 나타나는 주기가 급속하게 짧아지고 있으며, 따라서 이제까지의 사회 시스템도 점차 변모해가고 있다. 평생직업을 갖기 위해서 반드시

대학 졸업장이 필요한 시대는 점점 사라지고 있으며, 성적증명서에 기입된 최종 성적보다는 학생 개개인이 어떠한 실질적인 역량을 갖추고 있는가에 대한 정보를 담은 학습포트폴리오(learning portfolio)가 각광받고 있다. 이에 국내의 몇몇 대학들은 발 빠르게 졸업 포트폴리오의 개발과 활용에 앞장서고 있다(Ewha Womans University, 2022, January 30). 그러나 본 연구는 한발 더 나아가, 학습자가 대학 재학 중에도 자신의 역량을 객관적으로 증명하고, 보다 적극적인 경력개발의 도구로 활용할 수 있는 학습여권(learning passport)의 개발과 활용을 세 번째 설계원리로 제안한다. 블록체인 네트워크상에서 스마트 컨트랙 기반으로 작동되는 학습여권은 학습자가 자신의 학습결과 정보를 안전하고 투명하게 관리하는 것을 가능하게 한다. 또한 학습결과는 온라인상에서 e-포트폴리오 형태로 누구나 확인 가능한 형태로 제공됨으로써, 학습자가 재학생의 신분으로 기업 및 공공기관 인턴지원 등을 할 때 자신의 지식과 역량을 증명할 수 있는 도구로 편리하게 활용될 수 있다.

나. 공개 허가형 블록체인(public permissioned blockchain)의 선정

Wüst & Gervais(2018)는 블록체인이 주어진 문제에 대한 적당한 해결방안인지 그리고 어떤 유형의 블록체인이 가장 적합한지를 결정하기 위한 플로우차트를 제안하였다([그림 1] 참조). 이에 본 연구는 대학이 교양교육을 수행하는데 있어서 가장 적합한 블록체인을 선정하기 위하여 Wüst & Gervais(2018)가 제안한 플로우차트를 기반으로 잠정적으로 적용할 블록체인을 선정하였다. [그림 1]의 플로우차트에 따른 본 연구가 제안하고 있는 교양교육체제의 맥락에서 의사결정을 수행하기 위한 단계 및 그에 대한 응답은 다음과 같다.



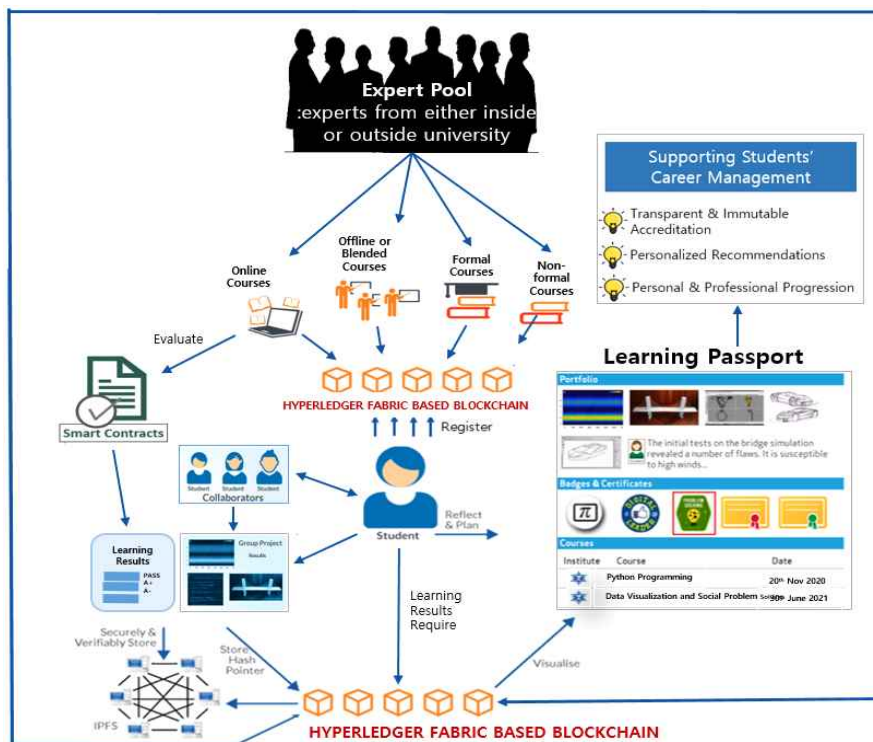
[그림 1] 블록체인 선정을 위한 플로우차트(Wüst & Gervais, 2018)

- (1) 저장이 필요한가요?(Do you need a store state?)
(응답) 예. 본 교양교육시스템의 기록은 안전한 저장이 필요합니다.
- (2) ‘쓰기’ 권한을 가진 사용자가 다중으로 존재하나요?(Are there multiple writers?)
(응답) 예. 교양교육 블록체인에는 ‘쓰기’ 액세스 권한을 요구하는 학습자, 교수자 그리고 해당 교육기관 등 다중으로 존재하며 맥락에 따라 작성자마다 액세스 수준이 달라야 합니다.
- (3) 온라인상에서 ‘쓰기’ 작업은 항상 신뢰할 수 있는 제 3자(Trusted Third Party, TTP)가 위임받아 수행하나요?(Can you use an always-online Trusted Third Party?)
(응답) 아니요. 본 연구가 제안하는 교양교육체제 맥락에서 TTP는 교양교육플랫폼을 운영하는 해당 대학이 될 수 있는데, 해당 대학은 항상 온라인이 아닌 허가된 블록체인 설정에서 인증기관으로 사용됩니다.
- (4) 모든 ‘쓰기’ 사용자들은 비익명이어야 하나요? (Are all writers known?)
(응답) 예. 사용자는 모두 등록절차를 밟아야 하며 시스템관리자에게 익명이 아니어야 합니다. 가령 교양교육 학습결과 기반의 학습여권 발행은 실제 존재하는 학습자에게 부여되어야 하기 때문입니다.
- (5) 모든 ‘쓰기’ 사용자들은 신뢰할 수 있나요?(Are all writers trusted?)
(응답) 아니요. 모든 ‘쓰기’ 사용자들을 신뢰할 수 있다고 가정할 수 없습니다.
- (6) 공개검증 절차가 필요한가요?(Is public verifiability required?)
(응답) 예. 교양교육시스템의 목표 중 하나는 교육과정의 공개검증 가능성을 높이고, 특히 기업 및 공공기관 등과 같은 이해관계자들에게 학습자의 학습결과 증명의 신뢰성을 높이는 것이기 때문입니다.

따라서, 위의 플로우차트 각 단계 질문에 대한 점검 결과, 최종 선정된 블록체인은 ‘공개 허가형 블록체인(public permissioned blockchain)’ 이다. 이에 허가용 블록체인을 대표하는 하이퍼레제 패브릭(Hyperledger Fabric)을 잠정적으로 본 연구가 제안하는 교양교육체제 설계에 채택하는 것으로 결정한다. 하이퍼레제 패브릭은 IBM과 리눅스재단이 지원하는 오픈 소스 공개 허가형 블록체인으로, 공개 블록체인(public blockchain)의 한계를 넘어 멤버십, 성능, 거버넌스, 프라이버시, 결제의 완결성 등을 갖추고 있어서 모든 기관과 산업에 적용가능하다(Yoon, 2018).

다. 모형 요약

위와 같이 Kyun & Jang(2021)과 Wüst & Gervais(2018)로부터 도출된 모형의 설계원리를 기반으로 최종 결정된 대학교양교육체제 모형은 ‘공개 허가형 블록체인’인 ‘하이퍼레제 패브릭’ 기반의 플랫폼으로 ‘전문가 풀’ 및 ‘학습여권’ 시스템이 함께 연동되는 온라인 기반의 교육플랫폼이다(그림 2 참조).



[그림 2] 하이퍼레제 패브릭과 스마트 컨트랙 기반의 대학교양교육체제 모형

[그림 2]와 같이, 본 연구가 제안하고 있는 하이퍼레제 패브릭과 스마트 컨트랙 기반의 교양교육체제 모형의 특성 및 그 기대효과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- (1) 하이퍼레제 패브릭 기반으로 신뢰롭고 투명하게 관리되는 교수자의 경력 및 이력에 대한 정보는 누구나 관람가능 ⇒ 학습자의 교과목선택에 객관적 정보 제공
- (2) 외부 전문가들을 전문가 풀(expert pool) 시스템으로 관리하며 이들에게 교과목의 개

발·운영의 자격을 부여 ⇒ 교수자를 외부 전문가로 확장함으로써 교과목 다양화에 기여

- (3) 스마트 컨트랙 기반으로 전문가 풀에 등록된 교수자는 중개자(TTP)의 개입없이 교과목을 바로 교양교육플랫폼에 개설 ⇒ 교직원의 업무 효율성 강화
 - (3-1) 교과목은 항상 15주차가 아닌 콘텐츠의 특성에 따라 15주, 8주, 4주가 가능하며 주어지는 학점도 0.5학점, 1학점, 2학점, 3학점 등 다양 ⇒ 교육과정의 다양화
 - (3-2) 교과목은 정규교과일수도 있지만 비교과도 포함됨 ⇒ 교육과정의 다양화
 - (3-3) 교과목은 온라인강좌뿐만 아니라 오프라인 활동을 포함하는 블렌디드강좌 및 오프라인강좌도 포함됨 ⇒ 교육과정의 다양화
 - (3-3) 교과목은 학습자 협업중심의 프로젝트학습 강좌도 포함됨 ⇒ 교육과정의 다양화
- (4) 이때, 학습자에 의해서 선택되지 못한 교과목은 자동 폐강 ⇒ 교양교과목 질 관리의 수월성 확보
- (5) 스마트 컨트랙 기반으로 학습자 교양교육플랫폼에 개설된 교과목을 선택하여 학습을 수행하고 학습결과 및 학점 취득 ⇒ 교직원의 업무 효율성 강화
- (6) 스마트 컨트랙 기반으로 교수자는 교과목을 이수한 학생 수에 기초하여 산출된 계산법에 따라 자동으로 비용을 지급받음 ⇒ 교직원의 업무 효율성 강화
- (7) 하이퍼레제 패브릭을 활용한 안전하고 투명한 학습자의 학습결과 관리 ⇒ 학습결과를 ‘위·변조’ 및 ‘해킹의 위험’ 으로부터 보호하며 영구관리
- (8) 스마트 컨트랙 기반으로 학습자의 학습결과는 학습여권(learning passport)으로 발행 ⇒ 기업 혹은 기관의 담당자가 지원자(학습자)의 정보를 바로 확인할 수 있게 하는 시스템 구현으로, 학습자는 비용과 시간을 절약할 수 있고, 해당 기업·기관의 담당자는 위변조의 가능성이 없는 자료를 확보함으로써 인재 확보의 수월성 제고

2. 모형의 기술전문가 검토 결과

모형은 3명의 기술전문가 검토를 거쳤으며, 이를 통하여 본 연구가 제안하고 있는 교육플랫폼 모형의 기술적 구현 가능성 및 실제 개발할 경우의 고려사항을 확인하였다. 모형의 검토는 2단계에 걸쳐 진행되었다. 먼저 적용하고자 하는 블록체인 및 주요 기술에 대한 전반적인 검토가 있었고, 교육플랫폼이 제공할 서비스의 세부 기능에 대한 검토가 이어졌다. 모형에 적용하고자 하는 블록체인 및 주요 기술에 대한 전문가들의 검토 의견은 다음의 <표 5>와 같다.

<표 5> 모형의 기술전문가 검토 결과 요약: 적용하는 블록체인 및 주요 기술에 대한 의견

검토 영역	기술전문가 검토 의견 요약
모형 전반	<ul style="list-style-type: none"> · 기존의 기술로 모두 구현 가능함
하이퍼레제 패브릭 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 고등교육기관이 적용하기에 하이퍼레제 패브릭은 적절함 · 그러나 어떤 정책을 적용해 플랫폼을 운영하느냐에 따라 ERC-20 토큰 기반 공개 블록체인을 적용하는 것도 가능해 보임
스마트 컨트랙의 적용	<ul style="list-style-type: none"> · 모형이 제안하고 있는 모든 기능에 스마트 컨트랙 적용 가능
종합 의견	<ul style="list-style-type: none"> · 탈중앙화 속성을 기반으로 하는 블록체인은 저장비용이 비싸고 성능이 낮은(= 느린) 시스템임 · 따라서 응답시간이 중요한 서비스를 제공해야 하는 경우에는 탈중앙화 속성을 일부 훼손한 허가형(permissioned) 혹은 사설(private)블록체인을 사용해야함

3명의 기술전문가들은 공통적으로 기존의 블록체인 및 스마트 컨트랙 기술로 모형이 제안하는 모든 기능의 구현이 가능하다는 의견을 제시하였다. 다만 본 교육플랫폼이 구체적으로 ① 어떤 서비스를 제공할 것인지, ② 어떤 블록체인을 구축할 것인지, ③ 어떤 데이터를 블록체인에 저장할지에 따라서 플랫폼이 제공하는 서비스의 특성은 달라질 수 있다고 응답하였다. 이와 더불어 블록체인 시스템은 기존의 중앙집중식 디지털 시스템과 비교해서 비용이 높고 속도가 느리기 때문에 교육플랫폼이 반드시 탈중앙화 속성을 기반으로 하는 서비스를 제공하지 않는 경우라면 매우 비효율적일 수 있다고 조언하였다.

또한, 전문가들 중 일부 전문가는 토큰 기반의 공개 블록체인을 활용하는 경우가 블록체인의 효과성을 가장 크게 활용하는 경우인데, 따라서 고등교육기관이 공개 블록체인 시스템을 사용한다면 기존의 체제를 바꾸기보다는 이전에 없던 시스템을 새롭게 도입하는 측면에서 고려해볼 수 있을 것 같다는 의견을 제시하였고, 또 다른 전문가는 블록체인이 갖는 비용과 성능 문제보다 탈중앙화 속성 기반의 서비스가 중요할 경우 탈중앙화의 속성을 일부 훼손하기는 하지만 허가형(permissioned) 블록체인 중에서 채택하는 것이 적절하며, 따라서 본 모형이 제안하고 있는 하이퍼레제 패브릭이 적절한 블록체인 유형이라는 의견을 나타내었다. 더불어 플랫폼을 운영할 수 있는 고등교육기관이 여러 곳이 있다면 해당 교육기관들이 컨소시엄을 맺은 후 각각 블록체인 노드를 운영하는 허가형 블록체인을 사용하여 컨소시엄 내 기관 간의 교육 데이터를 신뢰성 있게 공유할 수 있는 구조로 개발할 수도 있다고 제안하였다. 전반적인 기술적 검토에 이어서 교육플랫폼이 제공할 서비스와 관련된 세부 기능에 대한 검토가 수행되었는데 그 결과는 다음의 <표 6>과 같다.

<표 6> 모형의 기술전문가 검토 결과 요약: 교육플랫폼의 세부 기능에 대한 의견

교육플랫폼이 요구하는 주요 기능	기술전문가 검토 의견 요약
<ul style="list-style-type: none"> 전문가 풀(export pool) 운영: 교과목 개설·운영의 자격을 부여받은 전문가 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 상에서 큰 이슈없이 구현 가능 전문가들의 자격부여 방법 고려가 선행되어야 함
<ul style="list-style-type: none"> 교수자 경력·이력에 대한 정보 관람 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 플랫폼이라면 큰 이슈없이 구현 가능
<ul style="list-style-type: none"> 전문가 풀에 등록된 교수자는 중개자(TTP)의 개입없이 교과목을 바로 플랫폼에 개설 	<ul style="list-style-type: none"> 허가형 블록체인 플랫폼 사용으로 구현가능 단 블록체인은 저장비용이 높기 때문에 모든 강좌 데이터를 블록체인이 기록할 수 없고 강좌식별자와 강좌운영 결과 정도가 블록체인에 저장하는 것이 바람직해 보임
<ul style="list-style-type: none"> 온라인강좌 뿐만 아니라 블렌디드 및 오프라인 중심의 강좌 개설 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 온라인강좌 경우 문제사항 없음 블렌디드강좌의 경우, 오프라인에서 발생한 기록을 신뢰성있게 스마트 컨트랙에 INPUT으로 어떻게 넣을지에 대한 고민 필요: TTP의 개입 불가피 오프라인강좌의 경우, 역시 중개자의 개입 불가피
<ul style="list-style-type: none"> 학습자간 협업 및 프로젝트 기반의 학습자 중심 강좌 개설 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 참여자가 갖게 되는 개인키·공개키 쌍이 지닌 속성을 스마트 컨트랙 조건에 잘 적용하면 합리적인 협업기반 프로젝트 학습의 수행·평가 가능
<ul style="list-style-type: none"> 학습자는 희망 강좌를 선택하여 학습을 수행하고 자동 학점 취득 	<ul style="list-style-type: none"> 큰 이슈없이 스마트 컨트랙으로 구현 가능
<ul style="list-style-type: none"> 교수자에게 교과목 이수 학습자 수를 기반으로 산출된 계산법에 의해 자동 비용 지급 	<ul style="list-style-type: none"> 큰 이슈없이 스마트 컨트랙으로 구현 가능
<ul style="list-style-type: none"> 학습자가 취득한 학습결과를 신뢰롭고 안전하게 보존 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인에 저장한다면 큰 이슈없이 구현 가능
<ul style="list-style-type: none"> 학습자의 학습결과는 학습여권으로 자동 발행 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기반 플랫폼이라면 큰 이슈없이 스마트 컨트랙으로 쉽게 구현 가능
<ul style="list-style-type: none"> 기업 및 기관 관계자의 개별학습자의 학습결과 관람 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인에 저장한다면 큰 이슈 없이 구현 가능 한편 학습결과 확인의 경우, 데이터의 원본을 저장하기보다 해시(암호학적 압축)된 데이터를 저장하고 원본 데이터는 학습자가 직접 저장해 주어 원본 데이터의 진위여부를 압축된 데이터로부터 판단할 수 있는 구조로도 개발 가능

3명의 기술전문가들은 공통적으로 교육플랫폼이 제공하는 대부분의 서비스는 블록체인 및 스마트 컨트랙 적용으로 큰 이슈없이 구현이 가능하다는 의견을 제시하였다. 그러나 플랫폼이 제공하는 강좌에 오프라인 활동이 포함되는 경우는 중개자(TTP)의 개입이 불가피하며 오프라인에서 발생한 기록을 스마트 컨트랙에 신뢰성있게 투입(INPUT) 하는 방법을 숙고할 필요가 있음을 강조하였다. 한편 개별학습자의 학습결과는 e-포트폴리오 기반의 학습여권 형태로도 구현이 가능하지만, 학습결과를 암호학적으로 압축된 형태로 블록체인에 저장

하여 개별학습자가 필요시 활용할 수 있는 구조로도 개발이 가능하며, 이러한 방법 역시 안전하고 신뢰롭게 학습자의 학습이력을 저장, 관리, 활용할 수 있는 방법으로 제안하였다.

3. 모형의 대학이해관계자 검토 결과

모형의 기술적 구현 가능성에 대한 검토와 동시에 9명의 대학 이해관계자들의 현장 검토를 거쳤으며, 이를 통하여 본 연구가 제안하고 있는 교육플랫폼 모형의 실현가능성 및 우려사항, 실현을 위하여 보완해야 하는 사항 등을 확인하였다. 모형은 크게 모형전반에 대한 의견을 제외한 4개의 영역으로 구분되어 검토되었으며, 검토 결과는 다음의 <표 7>과 같다.

<표 7> 모형의 대학이해관계자 검토 결과 요약

검토내용	검토의견 요약
모형 전반	<ul style="list-style-type: none"> · (긍정) 사회 및 시대의 흐름에 맞고 학생들에게 실질적으로 도움이 되는 교과목을 제공할 수 있는 교육모형임 · (긍정) 대학경영관점에서 대학의 인적자원을 효율적으로 활용하고 유연한 교양교육체제를 구축하는데 지침을 제공하는 교육모형임 · (부정) 모형이 추구하는 전반적 방향성 대해서는 동의하지만 많은 대학들에 있어서 도전이 되는 사안임 · (부정) 학생들의 요구에 지나치게 기반한 교육과정 운영방식에 대학들이 거부감을 가질 수 있음 · (보완) 학습자 데이터분석 기반의 교과목 추천시스템을 플랫폼에 적용해 운영한다면 효과성을 극대화할 수 있음
중개자(TTP, 즉 대학의 각종위원회 및 행정직원)의 개입없는 교양교과목 개설 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> · (긍정) 행정절차의 간소화로 교직원의 업무 효율성을 높일 수 있음 · (긍정) 교과목 개편·개발·폐강이 수월한 유연한 교양교육체제 구축 · (부정) 대학이 지향하는 교양교육의 가치 및 목적 달성에 어려움이 있을 수 있음 · (부정) 교과목의 질 관리를 위해서 어느 정도 대학의 개입은 필수불가결 사항임
‘전문가 풀’ 시스템 기반으로 대학 밖 전문가에게로 교과목 개설/운영 자격 확대	<ul style="list-style-type: none"> · (긍정) 교양교육과정의 다양성 확보 · (긍정) 이론과 실무에 조화를 이룬 현장실무자를 교수자로 영입 가능 · (긍정) 학생들이 대학 밖에서 사교육을 통해 받는 교육이 교양교육과정으로 제공된다면 학생들의 비용, 시간, 노력을 줄일 수 있음 · (부정) 전문가들의 자격기준 및 강의능력 검증의 어려움 · (부정) 현 대학체제에서는 교수들의 반대에 부딪힐 가능성이 높음
‘학습여권’ 시스템 (즉, e-포트폴리오 기반의 자격증명 시스템)	<ul style="list-style-type: none"> · (긍정) 학생의 입장에서 수업 듣고 끝나는 것이 아니라 자신의 진로 및 취업을 설계하는데 도움을 줄 수 있음 · (보완) 학사관리시스템과 연동하여 전공교육을 포함한 대학생활을 통해서 경험하는 모든 학습 결과도 함께 담는 것으로 확장 · (보완) 사용자인 기업의 관점에서 포트폴리오 내용을 구성하고 기업이 접근하기 편리한 형태로 설계 · (보완) 사회 및 현장에서 공신력을 얻기 위해서는 사회적 합의 필요

기타 의견: 교양교육플랫폼을 평생학습자에게 개방	<ul style="list-style-type: none"> · (긍정) 재직자 및 이직을 고려하는 평생학습자에게 개방하는 것에 동의 · (보완) 해당대학의 졸업생들을 다시 평생학습자로 들어오게 하는 방안도 고려할만함 · (보완) 국가에서 운영하는 평생학습계좌제와 연동해서 활용할 수 있는 방안도 고려할만함 · (보완) 컨소시엄 형태로 지자체 시스템과 연계하는 모델도 고려할만함
----------------------------------	--

모형전반에 대하여 교수들은 재직기간, 대학혁신 관련 보직 수행여부, 소속대학의 지리적 및 재정 여건 등에 따라 미세한 의견 차이가 있었지만, 본 연구가 제시하고 있는 모형이 고등교육의 방향성 제고가 심각한 이슈로 떠오르고 있는 현재 시점에서 대학교양교육이 변화되어야 할 방향에 대하여 고민하게 하는 모형이라는 것에는 대체적으로 동의하였다. 그러나 모형의 실현 가능성에 대해서는 가능한 부분부터 정책적으로 하나하나 해결해 나가면 가능한 사안이라고 긍정적으로 평가하는 이들도 있었지만, 현 대학체제에서는 도전적인 사항이 많으며, 특히 기존 전임교원들과의 부딪힘으로 인하여 실현은 어려워 보인다는 부정적인 의견도 있었다. 한편, 본 모형에 최근 대두되고 있는 인공지능 기반 교과목 추천시스템을 함께 적용한다면 교육플랫폼의 활용성은 더욱 극대화될 것이라는 의견도 제시되었다.

중개자의 개입없는 교양교과목 개설 및 운영에 대해서도 ‘긍정’ 과 ‘부정’ 의 의견이 팽팽하게 공존하였다. 먼저 긍정의견으로는 행정절차의 간소화로 교직원의 업무 효율성을 높일 수 있으며, 시대적 흐름과 수요자 요구에 상응하는 교과목 개편, 개발 그리고 폐강이 수시로 이루어지는 유연한 교양교육체제를 구축할 수 있게 하는 시스템이라는 점으로 요약될 수 있으며, 부정의견으로는 기존 대학의 교양교육은 저마다 설정하고 있는 핵심역량 강화라는 목적을 달성해야 하는데 지나치게 수요자 중심적인 교양교육은 이를 충족시키기 어려워 보인다는 점과 교과목의 질관리 역시 대학 교직원의 중요한 책무라는 측면에서 개입은 불가피하다는 의견도 있었다. 한편, 개설되는 교과목을 다양한 주차수(4주차, 8주차, 15주차 등)와 학점(0.5학점, 1학점, 2학점, 3학점 등)으로 구성하는 점에 대한 의견으로는 교육내용에 본질을 둔 접근으로 교수자와 학습자 모두에게 효과적일 것 같다는 의견, 그리고 MZ 세대에 해당되는 대학생들은 15주 동안 지속적으로 끈질기게 집중하기 어려운 특성이 보이는데 이러한 특성을 잘 반영한 접근이라는 의견도 있었다.

‘전문가 풀’ 시스템 기반으로 대학 밖 전문가에게도 교과목을 개설하고 운영할 수 있는 자격을 확대하자는 체제에 대해서도 긍정과 부정의 의견이 팽팽하게 공존하였다. 먼저 긍정적인 입장에서는 대학의 교육경쟁력을 위해서 적극적으로 고려해야 할 사안으로 현장에 있는 이론과 실무에 조화를 이룬 지역사회 전문가를 교수자로 포용하는 것은 매우 환영할만한 일이라는 의견을 나타내었다. 또한 학습자들이 대학밖에서 사교육을 통하여 진로개발과 취업준비를 위해서 따로 시간과 비용을 들여 학습하는 내용들이 있는데 그러한 교과목을 대학

이 교양교과목으로 열어준다면 비용과 시간을 절약하면서 학점도 확보할 수 있어서 학생 입장에서는 장점이 될 수 있다고 의견을 나타내었다. 반면 부정적인 입장의 가장 큰 이유는 기존 교수들과의 부딪힘으로 요약된다. 즉, 기존 전임교수들의 책임시수 문제가 해결되지 않으면 불가능하다는 입장이다. 또한 학습자의 수요가 높은 교과목이 반드시 학생들에게 필요하고 좋은 교과목이라고 할 수 없으며, 해당분야에서 높은 전문성을 지녔다 하더라도 교수 능력과 태도가 미흡할 수 있다는 점이 부정적 요인의 이유로 제시되었다.

e-포트폴리오 기반의 자격증명 시스템인 ‘학습여권’에 대해서는 모든 교수들이 이견없이 동의하였다. 즉, 국내 몇몇의 대학은 이미 졸업 포트폴리오 프로젝트를 진행하고 있는데 (예: Ewha Womans University, 2022, January 30), 재학 중에 이 시스템을 활용하는 방안에 대해서는 모두 긍정적인 의견을 나타내었으며 보완을 위한 여러 의견 또한 제시하였다. 대부분의 교수들은 학사관리시스템과 연동하여 교양교육뿐만 아니라, 전공교육 및 비교과 영역도 포함한 대학생활 전반에 걸친 모든 내용을 학습여권에 담을 필요가 있다고 제안하였으며, 사용자인 기업 및 기관의 관점에서 학습여권을 구성하고 이들이 접근하기 편리한 형태로 설계할 필요가 있다고 제안하였다. 더불어 사회 및 현장에서 학습여권이 공신력을 얻기 위해서는 사회적 합의가 선행될 필요가 있다는 의견 또한 강조되었다.

그 외, 본 모형이 지향하는 교양교육플랫폼을 지역사회 평생학습자에게 개방하는 것에 대한 의견에 있어서도 모든 교수들은 이견없이 동의하였다. 즉 재직자 및 이직을 준비하는 평생학습자, 은퇴를 앞두고 준비 중인 중장년 세대, 및 노년기에 있는 실버 세대 등 다양한 계층에게도 교육과정을 개방한다면 현재 대학이 직면하고 있는 학습자 확보 문제 해결에도 크게 기여할 것이라는 의견을 제시하였다. 교양교육플랫폼을 활용한 좀 더 구체적인 대학교육 혁신 전략으로 해당 대학의 졸업생을 평생학습자로 영입하는 방안에 대하여 제안한 이도 있었는데, 이때 모교에 평생학습자로 돌아오는 학습자들은 이미 수강 경험이 있는 기존 교수들의 강좌보다는 젊고 새로운 전문성을 지닌 교수자의 강좌가 더 성공적일 것이 예상되므로 이에 대한 대처방안으로 앞서 언급된 대학 밖 전문가들에게 교수자격을 부여하고 관리하는 ‘전문가 풀’ 시스템을 적극적으로 활용할 필요가 있다고 함께 언급하며 강조하기도 하였다. 한편, 현재 국내 여러 지자체가 본 연구에서 제안하고 있는 유사한 모형으로 지역주민을 위한 평생교육을 준비 중에 있는데, 컨소시엄 형태로 지자체 플랫폼과의 연계도 좋은 모형이 될 것이라는 의견 또한 제시되었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 기존 대학교양교육 혁신의 한계점을 극복하고, 동시에 급격하게 변화해 가고 있는 기술의 발전과 사회변동 속에서도 대학이 여전히 지속가능한 교육기관으로 존속하기 위한 방안의 하나로 4차 산업혁명을 주도할 신기술인 블록체인 기반의 교양교육플랫폼을 제안하였다. 대학혁신에 전략적으로 활용될 온라인 플랫폼기반 교양교육체제를 제안하고 설계하는데 있어서 블록체인 기술을 적용한 이유는 시대와 사회 변화의 흐름에 유연하게 대처할 수 있는 교육체제를 설계하는데 있어서 블록체인 기술이 크게 기여할 수 있을 것이라고 판단하였기 때문이다. 이를 위하여, 먼저 문헌분석을 기반으로 교양교육모형을 설계하였고, 이어서 블록체인 개발자들의 기술검토 및 대학이해관계자들의 현장검토를 수행하였다.

본 연구가 제안하고 있는 ‘허가형 블록체인 및 스마트 컨트랙 기반의 교양교육체제모형’에 대한 기술전문가 및 대학 이해관계자로부터 도출된 의견을 정리하면 다음과 같다. 먼저, 기술전문가들의 의견 및 모형의 개발을 위한 고려사항을 종합하면, 모형이 제안하고 있는 대부분의 서비스는 기존의 블록체인 및 스마트 컨트랙 기술로 구현이 가능하다. 단, 제공하려는 서비스 중에서 오프라인의 내용을 포함시켜야 하는 블렌디드 강좌 등의 경우는 중개자(TTP)의 개입이 불가피한데, 이와 같은 중개자의 개입은 블록체인 기술의 탈중앙적 성격을 훼손하는 것으로, 즉 이것은 기존 중앙집중시스템과 크게 다르지 않은 시스템으로 구성될 가능성이 높다는 것을 의미한다. 그럼에도 불구하고 굳이 이 비싸고 속도가 느린 ‘허가형 블록체인(permissioned blockchain)’을 대학시스템에 적용해야 한다면 그 이유가 무엇인지 분명히 할 필요가 있다.

다음으로, 대학이해관계자들의 의견 및 모형의 실제 구현을 위한 고려사항을 정리하면 다음과 같다. 면담에 참여한 과반수 이상의 교수들은 현재 인구절벽 및 대학입학자원 감소로 인한 재정적 위기를 겪고 있는 기존 대학들에 있어서, 본 연구가 제안하는 모형은 대학의 교육경쟁력을 강화시키면서 시대의 흐름과 사회적 변화에 맞는 그리고 학생들에게 실질적으로 도움이 되는 교과목을 시의적절하게 제공할 수 있게 하는 유연한 교육체제의 구현을 가능하게 한다는 것에 의견을 같이하였다. 반면, 나머지 과반수에 가까운 교수들은 대학이 변화해야 하고 따라서 본 모형이 지향하는 방향성에 대해서는 동의하지만 현실적으로 현 대학 체제 안에서 실현하기에는 여러 가지 어려움이 많다는 의견을 제시하였다.

이들의 우려사항 및 그 보완책은 다음과 같다. 첫 번째 우려사항은 기존 대학체제하에서는 교양교육과 이해관계가 있는 전임교수들의 반대 혹은 부딪힘이다. 즉, 기존 전임교수들이 모형의 실현을 반대 혹은 우려하는 가장 큰 이유는 책임시수 및 시수확보 문제에 기인한

다. 이와 같은 우려사항을 해소하기 위해서 대학 당국은 기본적으로 대학교육의 혁신은 기존 교수들의 위치를 위태롭게 하는데 있지 않다는 점을 전제로 전임교수들과 시수 문제와 관련하여 합리적인 의사소통 및 합의과정을 거쳐야 할 것이다. 또한 외부전문가들을 교수자로 영입할 때 전임교수들과 다른 트랙으로 영입하여 - 가령, 전임교수들은 15주차 3학점 교과목만 담당하고, 외부전문가들은 4주차 혹은 8주차로 구성된 0.5학점에서 1학점에 해당하는 교과목만 담당 - 전임교수들과는 경쟁이 불가능한 구조로 가는 정책도 전임교수들의 반대와 우려를 해소하게 하는 하나의 방안이 될 수 있다.

두 번째 우려사항은 지나치게 학습자 수요에 기반한 교양교육과정은 각 개별 대학이 추구하는 인재상 및 교양교육을 통해서 달성해야 하는 핵심역량 강화 교육을 수행하는데 있어서 어려움을 줄 수 있다는 점이다. 그러나 이와 같은 우려사항은 각 개별 대학이 핵심역량을 설정할 때 그 요소의 범위를 넓히는 방법 등, 핵심역량과의 연계성을 확보하는 다양한 방안을 통해서 보완이 가능하다.

세 번째 우려사항은 외부전문가들의 전문성 및 교수능력에 대한 문제이다. 즉 외부전문가의 전문성을 어떻게 판단할 것이며, 전문성은 갖추고 있지만 교수능력 및 교수태도가 미흡한 전문가가 교수자로 영입될 수 있다는 점이다. 그러나 이와 같은 우려사항 역시 자격기준을 명확하게 마련하고 엄격한 심사 과정을 통하여 전문가를 선발하고 필수적으로 교수법에 대한 교육을 이수한 경우에만 전문가 풀 등록을 허용하는 엄격한 방식을 통하여 질 관리가 가능해질 것으로 기대되며, 궁극적으로 교수자가 전문성은 갖추었지만 교수능력이 부족한 강좌의 경우 학습자의 선택을 받지 못하거나 선택해도 끝까지 학습을 수행할 가능성이 매우 적으므로 수요자에 의하여 자동적으로 질 관리가 될 것으로 기대된다. 또한 이것은 학점정책과 함께 적용하면 큰 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대되는데, 구체적으로 재학생들의 졸업학점을 낮추고, 한 학기 동안 이수해야 하는 학점의 상한선을 폐지하여, 선택한 교양교과목에 대하여 기대했던 교수학습이 아니라고 판단되면 지정된 기간 안에 그만두어도 전체 졸업학점 이수에 지장을 받지 않게 하는 대학정책을 동시에 시행하는 것을 통해서도 보완이 가능하다.

이상과 같은 기술전문가 및 대학 이해관계자의 검토의견을 종합적으로 반영한 모형의 실제 개발에 있어서 고려할 시사점 혹은 실질적인 실행방안을 제언하자면 다음과 같다. 먼저 강조하여 언급할 것은 본 연구가 제안하는 3가지 설계원리, 즉 ① 학내 중개자(TTP)의 중개 없이 교수자는 교과목을 개설하고 바로 학습자와 연결되어 교수학습이 진행되고 평가결과가 도출되는 온라인교육플랫폼, ② 외부전문가를 교수자로 영입하고 이를 관리하는 전문가 풀 시스템, 및 ③ 학습여권 시스템은 함께 연동될 때 그 기능이 극대화될 것으로 기대된다. 따라서 해당기관이 시스템의 중요도 및 여건에 따라 단계적으로 개발을 하더라도 연동되는

전체 시스템이 고려된다면 향후 노력과 비용을 절약할 수 있을 것이다.

해당 대학의 여건에 따른 실질적인 실행방안으로는 첫째, 해당대학 대다수 구성원들의 동의 및 블록체인 적용을 위한 재정 확보가 가능한 상황이라면, 기존 대학체제 안에서 보다 체계적인 적용과 확장이 가능하다. 이 경우, 허가형 블록체인의 적용이 적합해 보이며, 구체적으로 교양대학의 ‘교양선택’ 일부 영역에 국한하여 몇 개의 교과목을 파일럿으로 시행해보고 점차 그 교과목 수를 확장하며 성공 및 시행착오의 과정을 통해 가장 적합한 시스템 및 운영방식을 확인해 나가는 방안을 제안한다. 이 과정에서 이 시스템을 뒷받침해줄 가장 적합한 대학정책의 도출도 가능해질 것으로 기대된다. 이때 유사 교양교육시스템을 활용할 때 교육기관 간의 향후 컨소시엄을 염두한다면, 컨소시엄 내 기관 간의 교육 데이터를 신뢰성있게 공유할 수 있는 블록체인 네트워크 구조를 처음 개별 대학의 개발단계부터 고려해야 향후 비용과 인력 등의 자원을 절약할 수 있을 것이다.

둘째, 기본적으로 모형이 제안하는 체제는 동의하지만 전임교수를 포함한 대학구성원들과의 부딪힘으로 시행이 어렵다면, 기존의 대학교양교육 틀에서 벗어나 이제까지 없었던 새로운 교육플랫폼으로 가는 것도 실질적인 방안이 될 것이다. 가령 교양교과목으로 구성될 내용 중 최신 기술관련 산업수요맞춤형 교과목에 국한하여 산학협력교육플랫폼으로 개발해 운영한다면 기존 대학 구성원들과의 부딪힘을 피할 수 있을 뿐만 아니라, 기업은 대학교육에 전문가의 자격으로 직접 참여함으로써 필요한 인력을 교육할 수 있으며, 학습자는 사교육이 아닌 공교육의 틀 안에서 희망하는 교육을 받을 수 있다. 이러한 교육생태계를 블록체인 기반으로 간다면 더욱 효과적일 것은 자명해 보인다. 마찬가지로 처음 개별 대학 단계에서는 허가형 블록체인 기반으로 개발하지만 최대한 공개 블록체인의 특성을 반영하여 블록체인의 탈중앙적 특성을 훼손하지 않으면서 개발할 것을 제안하며, 더불어 향후 타 유사기관 간 컨소시엄도 염두하고 개발하면 많은 부분에서 자원을 절약할 수 있을 것이다.

셋째, 대학의 여건상 재학생 대상의 교양교육플랫폼 개발과 운영이 어렵다면 좀 더 넓은 대학교육혁신의 차원에서 학습대상자를 재학생이 아닌 평생학습자를 대상으로 시작하는 것도 실질적인 방안이 될 수 있다. 사실상 학령기 학생은 점점 감소하고 있고 누적 졸업생을 포함한 평생학습자는 점점 증가하고 있는 현재 시점에서 이들을 다시 대학으로 유입하는 적극적인 정책이 어찌면 대학이 지속가능한 기관으로 존속하게 하는데 핵심적인 부분일 수 있다. 재직자 및 은퇴준비자의 새로운 직업을 위한 경력관리 프로그램으로 시작해서 점차 학령기 학습자와 통합해가는 형태가 어찌면 가장 현실적일 수 있다. 평생학습자의 교육 및 경력관리 시스템에 대한 중요성은 현재 국내 많은 지자체들의 관심이기도 하며, 서울시 등은 이미 본 연구가 제안하고 있는 모형과 유사한 모형으로 새로운 형태의 평생교육모형에 대한 연구개발을 수행하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 대학이 시대의 흐름과 사회의 변화

에 잘 대처하는 인재를 지속적으로 양성하고 지역사회 교육의 중심이 되어 존속하기 위해서는 평생학습자 타깃의 교육프로그램 개발 및 운영에 좀 더 적극적인 관심과 노력이 필요하다. 마찬가지로 교육플랫폼 개발 시에는 향후 지자체 및 사설 평생교육기관과의 컨소시엄을 통한 연계도 염두해 둘 필요가 있다. 대학을 중심으로 지역사회의 모든 평생교육프로그램을 연계하여 평생학습자들의 학습 및 그 결과를 체계적으로 관리하고 실용적으로 활용할 수 있게 하는 시스템은 블록체인 기술에 의하여 더욱 강화될 수 있다.

결론적으로, 본 연구는 급변하는 사회에서 지속가능한 대학의 존속을 위한 대학교양교육의 새로운 모형에 대하여 구체적으로 제안하고, 타당화의 과정을 통하여 모형의 내용을 분석하였으며, 그 분석결과를 토대로 구체적인 모형의 실행방안을 도출하였다. 모형의 현장적용 검토 과정에 참여한 대학 이해관계자의 수가 많지 않았다는 점은 의견 도출에 있어서 한계일 수 있으나, 분석결과는 유사 교육플랫폼 개발을 계획하고 있는 개별 대학에게는 유용한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이와 같은 본 연구는 대학교양교육혁신을 넘어 대학교육혁신에 대하여 고민하고 있는 국내의 많은 대학들이 참조할 수 있는 지침들을 구체적으로 제시하였다는 측면에서 큰 의의가 있다.

References

- Choi, S. H., & Chang, K. W. (2017). A Case Study of General Economic Education Based PBL and OST. *Korean Journal of Economic Education*, 24(3), 155-186. ☞ 국문: 최성호, 장경원(2017). 프로젝트학습과 오픈스페이스기법을 활용한 교양 경제교육 사례연구. *경제교육연구*, 24(3), 155-186.
- Choi, E. H. (2021, January 30). *Customized university lectures using AI, and clear improvement in students' grades*. The Joongang. <https://www.joongang.co.kr/article/23981988#home> ☞ 국문: 최은혜(2021,1,30). AI 활용해 맞춤형 대학 강의, 학생들 성적 향상 뚜렷. 중앙일보.
- Chowdhury, N., Ramachandran, M., Third, A., Mikroyannidis, A., Bachler, M., & Domingue, J. (2020). *Towards a blockchain-based decentralised educational landscape*. [Paper presented] 12th International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning, Valencia, Spain. <http://oro.open.ac.uk/69608/>
- Ewha Womans University (2022, January 30). *THE portfolio learning history management system opened*. <https://cyber.ewha.ac.kr/mod/ubboard/article.php?id=276&bwid=1271837> ☞ 국문: 이화여자대학교(2022,1,30). THE 포트폴리오 학습이력관리 시스템 오픈.
- Franco, P. (2015). *Understanding Bitcoin: Cryptography, engineering and economics*. Wiley.
- Hori, M., Ono, S., Miyashita, K., Kobayashi, S., Miyahara, H., Kita, T., Yamada, T., & Yamaji, K. (2018). *Learning System based on decentralized learning model using blockchain and SNS*. [Paper presented] 10th International Conference on Computer Supported Education. <http://doi.org/10.5220/0006666901830190>
- Hwang, J. H., Seo, Y. M., Jeong, S. W., Yang, Y. S., Hong, J. W., & Song, Y. B. (2020). *Future society with blockchain*. Pakyoungsa. ☞ 국문: 황정훈, 서용모, 정승욱, 양영식, 홍진욱, 송인방(2020). 미래사회 WITH 블록체인. 박영사.
- Jho, H. K. (2017). The changes of higher education and the tasks of general education according to the fourth industrial revolution. *Korean Journal of General Education*, 11(2), 53-89. ☞ 국문: 조헌국(2017). 4차 산업혁명에 따른 대학교육의 변화와 교양교육의 과제. *교양교육연구*, 11(2), 53-89.
- Kang, M. K., & Kim, J. H. (2010). The current status of undergraduate academic structure and problems of general education identity crisis in Korean universities. *Asian Journal of Education*, 11(2), 327-361. ☞ 국문: 강명구, 김지현(2010). 한국 대학의 학사구조 변화와 기초교양교육의 정체성 확립의 과제. *아시아교육연구*, 11(2), 327-361. <http://doi>.

org/10.15753/aje.2010.11.2.014

- Kasaki, N., Shinohara, W., Kim, J., Kawanishi, N., Tanaka, K., Sasaki, H., Hirano, K., & Akira, M. (2020). *試して學ぶスマートコントラクト開發* (J. M. Lee, Trans.). Rubypaper. (Original work published 2019). ☞ 국문: Kasaki, N., Shinohara, W., Kim, J., Kawanishi, N., Tanaka, K., Sasaki, H., Hirano, K., & Akira, M. (2020). **스마트 계약 퀵 스타트** (이중민 역). 루비페이퍼. (원서출판 2019).
- Kim, J. Y. (2020, March 6). *Is cryptocurrency essential in a licensed blockchain?* NEWSTOF. <http://www.newstof.com/news/articleView.html?idxno=10220> ☞ 국문: 김재인(2020,3,6). **암호화폐는 (허가형) 블록체인에서 필수적인가?** 뉴스톱.
- Korea National Institute for General Education (2022, January 6). *General Education Standards*. https://www.konige.kr/data/general_edu.php ☞ 국문: 한국교양기초교육원 (2022,1,6). **교양교육표준안**.
- Kyun, S. A., & Jang, J. Y. (2021). A learner-centered approach for university liberal art education empowered blockchain technology. *Journal of Information Technology Services*, 20(6), 107-123. <https://doi.org/10.9716/KITS.2021.20.6.107> ☞ 국문: 권선아, 장지영(2021). 블록체인 기술에 의하여 강화된 학습자 중심의 대학 교양교육 체제 연구. **한국IT서비스학회지**, 20(6), 107-123.
- Kyun, S. A., Yi, J. K., & Jang, J. Y. (2021). A decentralized approach to education powered by blockchain technology. *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, 7(7), 131-141. <http://doi.org/10.47116/apjcri.2021.07.13>
- Lee, J. S., Bang, K. J., & Lee, S. S. (2020). *Zoom In blockchain*. icox. ☞ 국문: 이준섭, 방기진, 이승섭(2020). **줌 인 블록체인**. 아이코스.
- Leloup, L. (2018). *La Blockchain* (S. E. Kim, Trans.). Bookplus. (Original work published 2017). ☞ 국문: Leloup, L. (2018). **블록체인: 비파괴적 신뢰혁명 기술** (김세은 역). 북플러스. (원서출판 2017).
- Mikroyannidis, A., Third, A., Chowdhury, N., Bachler, M., & Domingue, D. (2020). Supporting lifelong learning with smart blockchain badges. *International Journal On Advances in Intelligent Systems*, 13(3-4), 163-176.
- Mikroyannidis, A., Third, A., Domingue, J., Bachler, M., & Quick, K. (2020). Blockchain Applications in lifelong learning and the role of the semantic blockchain. In S. R. Chander., Y. Hakan., & K. Gulsun (Eds.), *blockchain technology applications in education* (pp. 16-41). IGI Global. <http://dx.doi.org/doi:10.4018/978-1-5225-9478-9.ch002>
- Min, M. H., Choi, J. Y., Jeong, J. P., & Kang, J. G. (2019). *The future of the blockchain*. Digitalbooks. ☞ 국문: 민문희, 최재용, 정주필, 강진교(2019). **(쉽게배우는) 블록체인의**

미래. 디지털북스.

- Ministry of Education (2015). *Advancement of college education implementation plan*. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=59053&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=212&s=moe&m=060302&opType=N> ☞ 국문: 교육부(2015). **학부교육 선도대학 육성사업(ACE) 시행계획**. 교육부.
- Ministry of Education (2015). *Program for industrial needs: Matched education basic plan*. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=61828&lev=0&searchType=null&statusYN=C&page=176&s=moe&m=0501&opType=N> ☞ 국문: 교육부(2015). **산업연계 교육활성화 선도대학(PRIME)사업 기본계획 확정 공고**. 교육부.
- Ministry of Education (2017). *Leaders in industry-university cooperation basic plan*. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&lev=0&statusYN=C&s=moe&m=020402&opType=N&boardSeq=70236> ☞ 국문: 교육부(2017). **사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업 기본계획**. 교육부.
- Nakamoto, S. (2009). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper>
- Park, Y. S., Lian, A., & Harmsen, S. (2019). *Blockchain revolution 2030*. Kyobobook. ☞ 국문: 박영숙, 앤드리안, 손함순(2019). **블록체인혁명 2030**. 교보문고.
- Ramachandran, M., Chowdhury, N., Third, A., Domingue, J., Quick, K., & Bachler, M. (2020). *Towards complete decentralised verification of data with confidentiality: Different ways to connect solid pods and blockchain* (pp. 645-649). Paper presented A Decentralised Web Workshop, Taipei, Taiwan. <https://doi.org/10.1145/3366424.3385759>
- Richey, R., & Klein, J. D. (2009). *Design and Development Resesarch*. Routledge.
- Seo, N. S. (2010). Structural difficulties and tasks of general education of Korean universities. *Korean Journal of General Education*, 4(2), 1-18. ☞ 국문: 서남수(2010). 한국 대학 교양교육의 구조적 난점과 과제. **교양교육연구**, 4(2), 1-18.
- Shin, J. H. (2020). *Introduction and practice of adaptive learning in university education*. Ajou University 3rd Case-Based Learning Analysis Conference. ☞ 국문: 신중호(2020). **대학 교육에서의 적응형 학습의 도입과 실천**. 아주대학교 제3회 사례기반학습분석 컨퍼런스.
- Son, D. H. (2009). New status of general education and projects for its enrichmen. *Korean Journal of General Education*, 3(2), 5-22. ☞ 국문: 손동현(2009). 교양교육의 새로운 위상과 그 강화 방책. **교양교육연구**, 3(2), 5-22.
- Wüst, K., & Gervais, A. (2018). *Do you need a Blockchain?*. Paper presented 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology. <http://doi.org/10.1109/CVCBT.2018.00011>
- Yasunori, S. (2020). *いちばんやさしいブロックチェーンの教本 人気講師が教えるビットコインを*

- 支える仕組み (J. M. Lee, Trans.). Jpub. (Original work published 2017). ㉞ 국문: Yasunori, S. (2020). **한권으로 끝내는 블록체인 교과서** (이중민 역). 제이펍. (원서출판 2017).
- Yoon, D. G. (2018). *Blockchain learning with hyperledge fabric*. Jpub. ㉞ 국문: 윤대근(2018). 하이퍼레지 패브릭으로 배우는 블록체인. 제이펍.
- Yoon, S. J. (2017, September 20). *Sungkyunkwan university introduced chatbot service for the first time in Korea*. UNN. <http://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=179466> ㉞ 국문: 윤솔지(2017,9,20). **성균관대, 국내 대학 최초로 챗봇 서비스 도입**. 한국대학신문.
- Yoon, S. J. (2020). *Liberal education, toward the ancient future: Focused on the challenge of Dankook University* (pp. 51-89). 2018 Fall Conference of Liberal Arts and Sciences Education. ㉞ 국문: 윤승준(2020). **Liberal Education, 그 오래된 미래를 향하여: 교양교육 혁신을 위한 단국대학교의 도전** (pp. 51-89). 2018 한국교양교육학회 추계 국제학술대회.