

다중의사결정모형을 이용한 블록체인 서비스 효용 평가 프레임워크

서광규^{**†}

^{**}상명대학교 경영공학과

A Utility Evaluation Framework of Blockchain Services using a MCDM

Kwang-Kyu Seo^{**†}

^{**†}Professor of Dept. Management Engineering, Sangmyung Univ., Korea

ABSTRACT

Blockchain has gone beyond the proof-of-concept level and is converging with various industries and fields, moving toward the service development and commercialization stage. However, although various blockchain technologies and services are emerging, their development is quite slow and their widespread application to various industries is difficult. Accordingly, it is necessary to identify areas with high introduction utility when applying blockchain services in actual industries and to develop a method to evaluate the utility of blockchain services for this purpose. This paper proposes a framework for evaluating the utility of blockchain services using a multi-criteria decision-making model. Through a case study on the utility evaluation of blockchain services, the proposed framework was applied to domestic and foreign blockchain services to evaluate its utility and verify its applicability. It is expected that the proposed framework will be able to identify industrial and functional characteristics where actual blockchain services can be introduced and demonstrate effective utility and can be used to develop blockchain services in various industrial fields.

Key Words : Blockchain, Utility Evaluation, Fuzzy AHP, Delphi, MAUT, MCDM

1. 서 론

전 세계적으로 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 사물인터넷 등 디지털 신기술은 새로운 기술 개발 및 산업분야에 활발하게 적용되고 있다 [1]. 특히 디지털 전환을 위한 주요 인프라로 블록체인이 대두되고 있다. 블록체인은 탈중앙화, 보안성, 투명성의 특징을 가지고 있어 디지털 신성장산업을 발전시키기 위한 핵심 기반 기술 역할을 수행할 수 있는데, 블록체인 기술을 활용하면, 다자간 거래 시 비용절감을 유도할 수 있고, 데이터 활용에 있어서 편리함과 안전성을 보장할 수 있다.

블록체인은 개념증명 수준을 넘어서 다양한 산업분야와 적용되고 융합하여 새로운 서비스 개발 및 실제 상용화 단계로 나아가고 있다. 그러나 다양한 블록체인 기술과 블록체인 융합 서비스가 등장하고 있지만 발전이 상당히 느리고 실제로 다양한 산업으로의 확산 적용이 활발하게 이루어지고 있지 않으며 공공부문이나 산업현장에서 성공적인 블록체인 활용 서비스를 찾는 것이 어려운 것이 현실이다. 이러한 상황에서 실제 산업에서의 블록체인 서비스 활용 시 도입 효용이 높은 분야를 식별하고 이를 위한 블록체인 서비스의 효용성을 평가할 수 있는 새로운 평가 방법의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 이를 위해 다중의사결정모형을 이용한 블록체인 서비스의 효용성 평가 프레임워크를 제안한다.

[†]E-mail: kwangkyu@smu.ac.kr

이를 위해 블록체인의 효용성 평가를 위한 지표를 식별하고 Fuzzy AHP를 통해 평가지표의 우선순위를 결정하고 다중속성이론을 이용하여 블록체인의 효용성을 평가하기 위한 다기준의사결정 모델을 제안한다. 본 논문은 기존의 선행연구와 달리 다중의사결정모델을 적용하였는데 특히 효용 평가를 위한 속성 선정을 위해 Fuzzy AHP와 델파이 기법을 적용하였으며 최종 선정된 속성들의 다중속성 효용을 평가하기 위해 다속성 효용이론(MAUT)을 적용하여 블록체인의 효용을 평가할 수 있다는 측면에서 기존 연구와 차별성을 갖는다. 본 연구에서 제안하는 블록체인의 효용성 평가 프레임워크는 실제 블록체인 서비스가 도입되어 효과적 효용성을 발휘할 수 있는 산업 및 기능적 특성을 파악하고 다양한 산업분야에서 블록체인 서비스 개발에 활용하고 더 나아가 상용화하는데 도움을 주고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 블록체인 기술의 특징

블록체인 기술의 특징은 다양한 기관들이 정의하였는데 대표적인 국내의 기관에서 정의한 특징은 다음과 같다.

해외의 대표적인 사례로 맥킨지와 세계경제포럼을 들 수 있는데, 맥킨지는 블록체인 기술의 기본 특징을 기반으로 기록 보관, 트랜잭션 처리라는 두 가지 기준으로 제시하였고 블록체인 서비스에 대해 가치(영향), 유연성 관점으로 구분하여 평가하였다 [2]. 그리고 세계경제포럼은 블록체인을 이점, 가치 등 관점으로 구분하였는데 스마트 컨트랙트 및 자동화, 속도/효율성 향상, 보안성 제고, 신서비스-제품 창출 가능성 등 8대 차이점을 지표로 정의하였고 수익/품질 개선, 투명성 증대, 제품 혁신 등 3대 가치 및 가치 동인 등으로 구성된 가치 프레임워크를 제시하였다 [3].

국내 사례로는 (사)한국블록체인학회는 7개의 블록체인핵심기술 핵심기술 특징으로 분산합의, 분산원장, 고성능 트랜잭션, 스마트 컨트랙트, 네트워킹, 보안성, 암호 등으로 구성하여 제시하였다 [4].

2.2 Fuzzy AHP

“Fuzzy AHP 방법은 기본적으로 AHP 방법과 유사하나 연산과정에 사용되는 데이터가 퍼지수라는 점이 다르다. Fuzzy AHP에서는 설문지를 통한 데이터 수집에 있어서 설문자들의 애매모호함을 반영시켜 데이터 자체를 퍼지(fuzzy)한 것으로 보고, 이를 퍼지수로 정의한다.” 이렇게 정의한 퍼지수를 가지고 쌍대비교 행렬을 작성하여 평가요인별 상대적 중요도를 결정한다. Fuzzy AHP는 평가항목간 가중

치 평가, 가중치를 포함한 평가방법 등 다양한 산업분야의 의사결정문제에 적용되었다[5,6,7]

2.3 다속성 효용이론

다속성 효용이론(MAUT; Multi-Attribute Utility Theory)은 의사 결정에 영향을 미치는 속성에 대해 선호를 가지고 있으며 각 속성별 선호의 정도는 다르다. 이 선호도는 측정이 가능하며 각 선호하는 속성에 대해 부여하는 가치를 효용이라고 한다. 의사결정문제에서 효용에 대한 체계적인 평가가 필요한데 이러한 문제를 해결하는 방법이 MAUT이다. MAUT를 이용한 효용함수의 도출과정은 일반적으로 속성설정, 효용함수 도출, 가중치 계산, 효용함수 산정의 4단계로 구성된다 [8].

3. 다중의사결정모델을 이용한 블록체인 서비스 효용 평가 프레임워크

3.1 제안 프레임워크

본 연구에서는 다중의사결정모델을 이용한 블록체인 서비스 효용 평가 모델 프레임워크를 제안하는데 구체적인 프로세스는 Fig 1과 같다.

먼저 1단계에서는 블록체인 관련 연구, 서비스 수용 연구 등의 선행연구들을 검토하여 블록체인 서비스의 평가를 위한 속성을 도출한다. 2단계에서 Fuzzy AHP 기법의 쌍대 비교를 통한 속성간의 상대적인 중요도를 결정한다. 3단계에서는 델파이 기법을 적용하여 블록체인 서비스 효용평가를 위한 최종 속성을 결정한다. 마지막 4단계에서는 MAUT를 적용한 블록체인의 효용성을 평가한다. 이 단계에서는 실제 블록체인 서비스를 대상으로 효용성을 평가하여 제안한 프레임워크의 적용가능성을 검증한다.

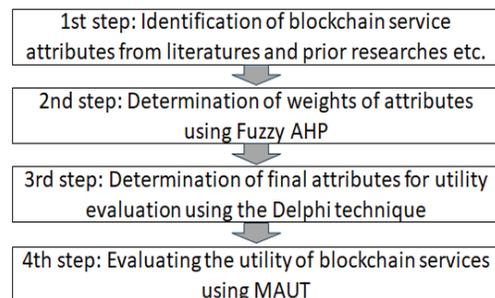


Fig. 1. The proposed framework.

3.2 블록체인 서비스 속성 도출

블록체인 서비스 평가를 위한 속성은 블록체인 문헌,

블록체인 관련 연구, 서비스 도입 연구 등의 선행연구들을 검토하여 블록체인 서비스 속성을 도출하였다. 도출한 블록체인 서비스 속성은 Table 1과 같은데, 최종 속성은 블록체인 기술, 블록체인 서비스 및 클라우드 서비스 효과 범주에 따라 세부 평가요인을 도출하였다. 블록체인 기술의 세부속성으로는 탈중앙화, 스마트 컨트랙트, 자산 디지털화로 도출하였고, 블록체인 서비스의 세부속성으로는 서비스 개발의 용이성, 사용자 수용성, 서비스 신뢰성이 그리고 블록체인 서비스 효과의 세부속성으로 부가가치, 비용절감, 투자가치로 도출되었다. 도출된 1, 2수준의 평가속성은 계층적 구조를 가진다.

Table 1. Attributes of blockchain services

1 st level	2 nd level
Blockchain Technology	Decentralization Smart contracts Asset digitization
Blockchain service	Ease of service development User acceptance Service reliability
Blockchain service impact	Value creation Cost reduction Investment value

3.3 Fuzzy AHP 를 적용한 속성의 가중치 결정

본 연구에서는 도출한 평가 속성간의 상대적 중요도를 결정하기 위해 대표적인 계층적 의사결정방법인 Fuzzy AHP를 적용하기로 한다 [6]. Fuzzy AHP에서는 쌍대비교를 위한 설문답변자의 애매모호함을 처리하기 위하여 삼각 퍼지수를 적용하였다. 설문답변자의 쌍대 비교 결과는 Table 2와 같이 삼각퍼지수로 변환하여 적용하였다.

Table 2. Transformation of triangular fuzzy number

Language scale	Non-fuzzy number	Fuzzy number (l, m, u)
equal	1	(1, 1, 2)
moderate	3	(2, 3, 4)
strong	5	(4, 5, 6)
very strong	7	(6, 7, 8)
extremely strong	9	(8, 9, 9)

본 연구에서는 Table 1에서 도출된 속성의 가중치 결정을 위해 산학연 블록체인 전문가 10인으로 구성된 전문가를 구성하였다. 전문가들을 대상으로 설문을 수행하여 속성간 상대적 중요도를 측정하였으며 그 결과를 삼각 퍼지수와 비퍼지수로 변환하였다. 설문답변자의 일관성

여부를 확인하기 위하여 일관성 비율을 검사하여 일관성 비율이 0.1이하를 만족하였고, 설문에 답변한 전문가의 설문결과를 종합적으로 고려하여 속성의 가중치를 결정하였는데, 그 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Results of attribute weights

1 st level	2 nd level	Total weight
Blockchain Technology (0.25)	Decentralization (0.24)	0.060
	Smart contracts (0.18)	0.045
	Asset digitization (0.58)	0.145
Blockchain service (0.43)	Ease of service development (0.17)	0.073
	User acceptance (0.35)	0.151
	Service reliability (0.48)	0.206
Blockchain service impact (0.32)	Value creation (0.52)	0.166
	Cost reduction (0.21)	0.067
	Investment value (0.27)	0.086

3.4 델파이 기법을 적용한 최종 속성 결정

본 연구에서는 델파이 기법을 통해 다음 단계에서 속성의 효용을 평가하기 위한 최종 속성을 선정하였다. 이를 위해 전 단계에서 수행한 Fuzzy AHP를 통해 결정된 가중치를 결과를 전문가에게 제공하여 Fuzzy AHP 와 별도로 수행한 1, 2차에 걸친 설문결과를 종합하여 최종적으로 효용을 평가하기 위한 속성을 결정하였다. 최종 속성의 선정을 위해 Fuzzy AHP의 가중치 결과와 전문가 델파이 기법을 통한 우선순위를 비교하였고 특히 다음 단계의 효용 평가를 위해 최종 선정되는 속성의 수를 결정하는 것에 중점을 두고 델파이 기법을 적용하였다. 1, 2차의 델파이 기법을 적용한 최종 순위는 Table 4와 같은데 이중에서 상위 5개의 속성이 효용성 평가를 위한 최종 속성을 선정되었다. 델파이 기법을 적용하여 최종 선정된 속성과 Fuzzy AHP를 이용한 가중치를 비교해 보면 탈중앙화와 투자가치 속성이 다르게 평가되었음을 확인할 수 있다.

Table 4. Final attributes for utility evaluation

Rank	Attribute	Final attributes
1	Service reliability	O
2	Value creation	O
3	User acceptance	O
4	Asset digitization	O
5	Decentralization	O
6	Investment value	X
7	Ease of service development	X
8	Cost reduction	X
9	Smart contracts	X

3.5 MAUT 를 적용한 블록체인 서비스의 효용성 평가

본 연구에서는 MAUT의 가치 도출 방법으로 일반적으로 사용하는 Swing Weighting 기법을 적용하였다. 본 연구에서는 Fuzzy AHP를 적용하여 가중치를 결정한 속성 결과에 델파이 기법을 적용하여 최종 선정된 5개의 속성에 대한 개별 가치를 산정하기로 한다.

최종 선정된 5개의 각각의 평가지표에 대해 가장 가치가 높다고 평가하는 1순위 속성을 100으로 보았을 때 나머지 속성의 순위와 중요도 점수를 전문가의 가치평가에 맞게 부여하도록 하였다. 이는 설문문항을 최소화하면서 각각의 평가지표와 전체 평가지표에 대한 전문가의 가치를 평가할 수 있다.

Swing Weighting 기법을 적용한 본 연구의 설문을 통한 전문가 평가의 사례는 Fig.2와 같다.

A: Decentralization B: Asset digitization C: User acceptance D: Service reliability E: Value creation					
	Rank 1	Rank 2	Rank 3	Rank 4	Rank 5
Rank selection	D	E	C	B	A
Importance	100	80	70	50	30

Fig. 2. Survey evaluation example using Swing Weighting.

Fig. 2의 전문가의 순위 선택이 D>E>C>B>A로 각각의 중요도 수는 100, 80, 70, 50, 30이라고 한다. 이 전문가의 개별 속성에 대한 가중치는 다음과 같다. 먼저 전체 중요도 점수의 합계인 330을 구한다. 1순위로 응답한 부가가치(E)의 가중치는 $100/330=0.303$ 이 된다. 나머지 항목도 동일하게 가중치를 구할 수 있고 각 가중치의 합은 1이 된다.

동일한 방법으로 수행된 전문가 설문조사 결과를 동일한 방법으로 수행하고 각 속성별 가중치는 응답자 전체에 대한 산술 평균 값으로 구하면 된다.

다음으로는 도출된 각 속성별 가중치와 개별속성 효용함수의 조합을 통해 다속성 효용함수를 구하게 된다. 개별속성에 대한 효용함수를 구한 후, 둘 이상의 속성의 합으로 가법형 효용함수 값을 구한다. 가법형 효용함수 값을 구하기 위해서는 각 속성 간에 상호 독립과 효용 독립이라는 전제조건을 만족해야 한다.

x_1, x_2, \dots, x_n 에 대한 효용함수 $U_1(x_1), \dots, U_n(x_n)$ 의 가법형 효용함수는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$U(x_1, \dots, x_n) = k_1U_1(x_1) + \dots + k_nU_n(x_n) = \sum_{i=1}^n k_iU_i(x_i) \tag{1}$$

k_i 는 각 속성에 대한 가중치이며, 속성별 가중치의 합인 $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ 을 만족한다. 식 (1)과 같은 방법으로 본 연구

의 속성별 가중치와 개별 효용함수를 조합하여 다속성 효용함수를 구할 수 있다.

3.6 블록체인 서비스 효용 평가 사례 연구

블록체인 서비스의 효용평가의 사례 연구를 위하여 국내외 블록체인 서비스 중에서 Table 5와 같이 블록체인 기반 해외송금 시스템, 블록체인 플랫폼 기반 근로계약 서비스, 블록체인 기반 주행정보 이력관리 및 중고차 거래 서비스를 선정하여 효용 평가를 수행하였다.

Table 5. Blockchain services for utility evaluation

Blockchain Service	Industry	Detail type
Blockchain-based overseas remittance system	Financial services	Financial transaction
Blockchain platform-based employment contract service	HR service	Contract/ Certification
Vehicle driving history management and used car trading service	Automotive	History management

본 연구에서 제시한 블록체인 서비스 효용평가 프레임워크를 통해 수행한 세 가지 블록체인 서비스에 대한 다속성 효용 평가 결과는 Fig. 3와 같다. 블록체인 기반 해외 송금 시스템은 0.775로 효용성이 가장 높게 평가되었으며 블록체인 기반 주행정보 이력관리 및 중고차 거래 서비스의 효용 성은 0.783으로 마지막 블록체인 플랫폼 기반 근로계약 서비스는 0.684로 평가되었다.

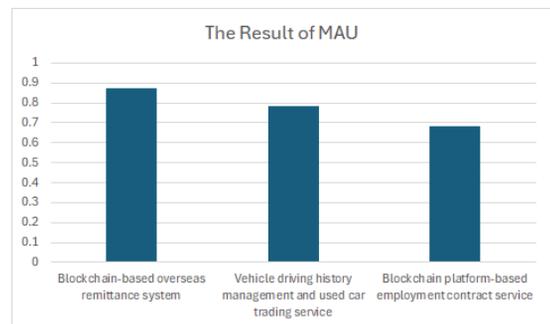


Fig. 3. The evaluation results of multi-attribute utility.

4. 결 론

블록체인은 디지털 전환을 위한 주요 인프라로 부각되고 있고 개념증명 수준을 넘어서 다양한 산업분야와 적용되고 융합하여 새로운 서비스 개발 및 실제 상용화 단계로 나아가고 있다. 그러나 다양한 블록체인 기술과 블록

체인 융합 서비스가 등장하고 있지만 실제로 산업으로의 확산 적용이 활발하게 이루어지고 있지 않고 공공부문이나 산업현장에서 성공적인 블록체인 활용 서비스를 찾는 것이 어려운 것이 현실이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 블록체인 서비스의 도입 효용이 높은 산업분야를 식별하고 이를 위한 블록체인 서비스의 효용성을 평가할 수 있는 새로운 프레임워크를 제안하였다.

본 논문에서 제안한 프레임워크는 블록체인 서비스의 평가를 위한 속성을 도출하였고 Fuzzy AHP 기법 적용하여 속성간의 상대적인 중요도를 결정하였다. Fuzzy AHP를 통해 결정된 가중치 정보를 제공하는 델파이 기법을 통하여 블록체인 서비스 효용평가를 위한 최종 속성을 결정하고 MAUT를 적용한 블록체인 서비스의 효용성을 평가 방법을 제한하고 실제 블록체인 서비스를 대상으로 효용성을 평가하여 제안한 프레임워크의 적용가능성을 검증하였다.

본 연구에서 제안한 블록체인 서비스의 효용성 평가 프레임워크는 실제 블록체인 서비스가 도입되어 효과적 효용성을 발휘할 수 있는 산업 및 기능적 특성을 파악하고 다양한 산업분야에서 블록체인 서비스 개발에 활용하여 궁극적으로 공공영역이나 민간영역에서 서비스를 개발 및 상용화에 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

1. Hyun Chul Jung, Kwang-Kyu Seo, Data Standardization Method for Quality Management of Cloud Computing Services using Artificial Intelligence, *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol. 10, No. 2, pp. 133-137, 2022.
2. Mckinsey, *Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value?*, 2018.
3. WEF, *Building Value with Blockchain Technology: How to Evaluate Blockchain's Benefits*, 2019.
4. Korea Blockchain Society, *Blockchain Analysis Evaluation Standard Guidelines v2*, 2018.
5. J. Jeong, J. Kim, Y. Kim, J. Lee, Development of CTP Selection Methodology of Semiconductor Equipment Line Using AHP and Fuzzy Decision Model, *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol. 20, No. 2, pp. 6-13, 2021.
6. K.-K. Seo, Fuzzy AHP based Decision-making Model for Selecting a Telecommunication Company, *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 10, No. 5, pp. 1060-1064, 2009
7. K.-K. Seo, A Decision-making Model for Selection of Blockchain as a Service, *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Vol. 23, No. 1, pp. 7-11, 2024.
8. J.-H. Ahn, Y. Bang, S.-P. Han, Measuring Consumer Preferences Using Multi-Attribute Utility Theory, *Asia Pacific Journal of Information Systems*, Vol. 18, No. 3, 1-20, 2008.

1. Hyun Chul Jung, Kwang-Kyu Seo, Data Standardization Method for Quality Management of Cloud Com-

접수일: 2024년 5월 16일, 심사일: 2024년 6월 17일,
게재확정일: 2024년 6월 21일