

SOM(Self-organizing map)을 활용한 베트남 민관협력사업 리스크 요인 중요도 분석

Analysis of Risk Factors for the Importance in Vietnam's Public-Private Partnership Project Using SOM(Self-organizing map)

윤 지 혜¹

김 승 호²

김 상 용^{3*}

Yun, Geehyei¹

Kim, Seungho²

Kim, Sangyong^{3*}

Master's course, School of Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan-si, 98658, Korea ¹

Professor, Graduate School, Yeungnam University College, Nam-Gu, Daegu, 42415, Korea ²

Professor, School of Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan-si, 98658, Korea ³

Abstract

The economic growth rate and the urban population of the Vietnam are steadily increasing. As a result, the size of the Vietnam's construction market for infrastructure development is expected to increase. However, Vietnam is adopting PPP(Public-Private Partnership) to solve this problem because the government lacks the financial and administrative capacity for infrastructure development. PPP is a business that lasts more than 10 years, so risk management is very important because it can be a long term damage in case of business failure. This study proposes a self-organization map (SOM) for analyzing the impact of risk factors and determining the priority of them. SOM is a visualization analysis method that analyzes the inherent correlation through the color pattern of each factor.

Keywords : public-private partnership project, risk management, self-organizing maps, priority

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

동남아시아국가연합(ASEAN)은 최근 빠른 경제 및 인구 증가율에 따른 인프라 수요가 증가하고 있다. ASEAN 지역의 연평균 경제 성장률은 5.3%이며 2050년에는 세계 4위의 경제 대국이 될 것으로 예상된다[1]. 경제 성장을 위한 인프라 수요는 빠르게 증가하고 있는 반면 공공사업을 수행해야 하는 ASEAN 정부는 재정 능력의 한계와 취약한 행정 능력으로 인프라 수요 대비 턱없이 부족한 인프라 공급이 이루어지고 있다. 많은 ASEAN 국가는 이러한 인프라 수요

대비 낮은 공급능력의 한계를 해결하기 위하여 민관협력(PPP) 사업을 적극적으로 활용하고 있다[2].

그 중 베트남 정부는 민간투자방식을 허용하면서 PPP 사업 투자형태를 다양화하고 사업의 효율성을 높이는 법 등 제도 개선을 통해 민간투자를 촉진하였다[3]. 또한 PPP 사업투자유치를 위하여 법인세, 수입관세, 정부참여 투자금(30%) 등 다양한 투자혜택을 부여하는 등 외국인 자본조달을 위해 적극적인 자세를 취하고 있다[4]. 이는 PPP 투자환경을 개선하기 위해 정부적 차원에서 노력하고 있다는 것을 알 수 있으며 지속적인 베트남 PPP 사업의 증가가 예상된다. 그러나, 베트남 PPP 투자 환경이 개선되고 있음에도 불구하고 현재까지 베트남은 ASEAN 국가들 중 인프라 사업에 대한 정부의 능력이 상대적으로 부족하며, 정치적 특성으로 인해 사업수행에 있어 잠재적인 불안 요소를 동반하고 있다[5]. 따라서 성공적인 PPP 사업수행을 위해서는 발생가능한 리스크를 사전에 파악하고 대응방안을 마련하는 리스

Received : March 12, 2020

Revision received : June 26, 2020

Accepted : August 5, 2020

* Corresponding author : Kim, Sangyong

[Tel: 82-2-1234-5678, E-mail: sangyong@yu.ac.kr]

©2019 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

크 관리가 필수적이다.

PPP 관련 사업은 단순히 기술적 문제뿐 아니라, 현지의 문화, 금융 및 법률, 현지인력 관리 등 다양한 관점에서 복합적인 문제가 발생할 수 있다[4]. 또한 PPP는 10년 이상 지속되는 장기 사업으로 사업의 주체가 많고 사업단계가 복잡하여 다양한 리스크가 잠재되어 있다. 따라서 본 연구에서는 체계적인 리스크 관리를 위해 베트남 PPP 사업수행 시 발생가능한 리스크 요인의 영향 및 관리정도를 SOM(Self-organizing maps) 기법을 통해 분석하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

연구의 진행 절차 및 방법은 Figure 1과 같다. 첫째, 문헌고찰 통해 국내기업의 해외 PPP 사업에 대한 진출전략 대비 필요성을 제기하고, 그중 베트남 국가의 정세와 인프라 시장 현황 및 국내기업의 진출환경을 파악한다. 둘째, 광범위한 문헌을 바탕으로 리스크 요인 도출 및 분류한다. 문헌 검토는 우리나라의 해외사업, PPP 사업 그리고 ASEAN 국가 및 베트남 국가를 중심으로 실시하고, 리스크 요인의 빈도수와 리스크 정도를 기준으로 리스크 요인을 도출한다. 셋째, 도출한 리스크 요인을 바탕으로 리스크 요인의 영향 평가 및 관리수준에 관한 설문조사를 실시한다. 국내기업의 베트남 PPP 사업 수행한 사례가 많지 않기 때문에 해외 PPP 사업 및 동남아시아 사업수행 경험이 있는 기업을 대상으로 베트남 PPP 사업수행의 관점으로 설문조사를 실시한다. 넷째, 설문 결과를 바탕으로 SOM을 이용하여 리스크 요인을 분석한다. SOM분석은 각각의 리스크 요인이 가지는 색상 패턴을 분석하여 중요도에 따라 리스크 요인을 재분류한다. 마지막으로 시각화 분석결과 및 재분류 결과를 통해 베트남 국가의 PPP 사업수행 시 우선적으로 관리해야

될 리스크의 순위를 결정하고, 최종 핵심 리스크 요인을 도출한다.

2. 문헌고찰 및 이론적 고찰

2.1 해외건설산업 리스크 관련 연구 동향

본 연구에서는 해외건설사업 및 PPP 사업 관련 리스크 관리에 관한 선행 연구와 베트남 국가의 PPP 사업 관련 연구를 검토하였다. Karim[6]은 말레이시아를 대상으로 사례를 통해 적합한 리스크 관리를 위한 모델선정의 필요성을 제시하였다. Nam Gung and Lee[7]는 터키의 헬스케어 사업의 리스크 요인을 도출하여 리스크 요인의 중요도와 관리 방안에 대한 연구를 진행하였다. Hwang et al.[8]은 싱가포르를, Chan et al.[9]은 중국을 대상으로 리스크 요인을 도출한 후 공공기관과 민간기관의 리스크 책임 분배에 대한 연구를 진행하였다. 이처럼 해외건설공사 및 PPP 사업 관련 리스크 관리에 관한 연구는 특정 사업 성격별, 국가별, 사업단계별 등 다양한 분야에서 활발히 진행되어왔다.

Jeong et al.[3]과 Zen[5] 등 국내외의 많은 연구에서 ASEAN 국가의 인프라 증가에 따른 PPP 사업의 중요성 및 PPP 사업 리스크 관리 중요성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 ASEAN 국가의 PPP사업 리스크 관리에 대한 국내 연구는 상당히 미비한 수준이다. 국외 연구의 경우 ASEAN 국가에 대한 리스크 관리 연구는 많이 이루어지고 있으나 리스크 분배에 관한 연구가 주를 이루고 있으며 그 중 베트남 국가와 관련된 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 베트남 국가에 따른 진출국의 PPP 제도 및 진출환경을 고려한 리스크 관리에 대한 연구를 진행하고자 한다.

리스크 수익성 산정, 리스크 영향정도 및 중요도 산정을 위한 분석 방법으로 연구에서 가장 많이 채택되는 방식은 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법과 퍼지이론이다. 이러한 분석 방법은 주관적인 의사결정 분야에서 유용하게 사용되고 있으며 상대적인 중요도 및 가치를 수치적으로 나타내기 용이하다. Nam Gung and Lee[7]는 AHP 기법을 통해 리스크 요인의 상대적 중요도에 상대적 가중치를 반영하여 최종 리스크 순위를 결정하였다. Lee et al.[10]은 AHP와 퍼지척도 기법을 통해 상대적 중요도 및 절대적 중요도 산정을 실시하였고, 중요도의 정확한 데이터 값을 위해 리스크 요인의 중요도 보정을 통해 최종 리스크 요인의



Figure 1. Research method and procedure

우선순위를 판별하였다. Han and Kim[11]은 요인분석을 통해 높은 상관관계를 갖는 변수들끼리 그룹화하여 요인을 압축하고, 이를 다중회귀분석을 통해 주요 영향요인을 도출하였다. 이러한 분석 방법은 리스크 요인들을 정량화하여 각 요인들이 가지는 중요도 및 상관관계를 수치로 나타내어 우선순위를 결정하고 인과관계를 파악한다. 그러나 이는 50개가 넘는 리스크 요인들 간에 내재되어있는 복잡한 상관관계를 직관적으로 이해하기 어렵다.

SOM 기법은 다차원 데이터의 차원을 축소시켜 저차원 지도에 맵핑을 통해 데이터를 가시화하는 방법 중 하나로, 최근 국내외에서 중요하게 다루어지고 있는 연구 중 SOM을 이용하여 축소된 차원 공간의 정량화가 필요한 서로 다른 클러스터의 우선순위를 정할 수 있는 가능성을 모색하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 리스크 요인 분석을 위해 SOM 기법을 제안하며 이를 통해 다차원 데이터인 리스크 요인의 관리정도 및 영향정도를 데이터의 차원 축소를 통해 사업수행에 어떠한 영향을 미치는지 가시적으로 판단하고자 한다. 또한 SOM을 이용하여 리스크 요인의 우선순위를 결정하고 이를 통한 우선순위 결정 가능성에 대해 알아보고자 한다.

2.2 베트남 인프라 시장 현황 및 PPP 사업 현황

베트남 국가의 인프라 투자 계획은 2030년까지 인프라 개발을 위해 2000억 달러 이상의 인프라 재원이 필요할 것으로 전망하고 있어 베트남 건설인프라 시장이 크게 성장할 것으로 기대된다. 이처럼 베트남의 인프라 개발 수요가 높은 반면 ODA 수원 여건 악화, 공공부채 증가 등과 같이 베트남의 인프라 재원 마련은 쉽지 않은 상황이다. 이에 따라 베트남 정부는 민간기업 참여를 확대하기 위해 2014년을 기점으로 PPP 투자 유치에 매우 적극적인 정책을 펼치고 있고 법규와 제도 완화 및 PPP 사업 투자 유치를 위해 다양한 투자 혜택을 부여하고 있어 PPP, Built Operation Transfer 방식의 사업 수가 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

Table 1은 최근 5년간 국내기업의 건설수주 추이를 나타내며 베트남 국가가 ASEAN 중 가장 많은 수주 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 이는 이미 국내기업의 베트남 사업진출은 활발히 이루어지고 있으며 베트남에서 추진예정인 PPP 사업에 국내기업의 참여 가능성이 높다는 것을 알 수 있다.

Table 1. Trends in construction orders of domestic enterprises (mil. US\$)

Year Nation	2015	2016	2017	2018	2019	Total	Rank
Vietnam	4,497	2,315	1,205	4,400	829	13,251	1
Singapore	2,578	2,787	944	2,583	886	9,781	2
Indonesia	1,503	131	946	877	3,740	7,200	3
Cambodia	153	195	32	233	98	714	8
Thailand	335	80	758	1,971	300	3,447	6
Philippines	918	1,583	357	771	48	3,679	5
Malaysia	154	1,600	1,706	943	391	4,797	4
Myanmar	104	61	256	131	276	830	7
Brunei	12	622	224	5	160	641	9
Laos	16	28	91	4	20	161	10

Source : International Contractors Association of Korea, 「Overseas construction orders statistics」

베트남 인프라 건설시장은 많은 성장 잠재력과 국내기업의 높은 PPP 사업진출 가능성을 지니고 있지만, 이와 동시에 불안 요소들도 안고 있다. 대표적으로 베트남 정부의 재정 부족, 이에 따른 사업 지연, 그리고 투자 이후 운영 및 관리가 제대로 이뤄지지 않아 투자 회수율이 낮다는 단점이 존재한다[12]. 베트남에서 성공적인 PPP 사업을 위해서는 베트남 정치 상황과 문화에 대한 이해와 다양한 잠재적인 위험 요인을 파악하는 것이 중요하고 그에 따른 체계적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

2.3 이론적 고찰

2.3.1 자기조직화지도(Self-organizing maps)

SOM은 인공신경망의 한 유형으로 자율학습(non-supervised learning)에 의해 고차원의 데이터 집합을 저차원 공간에 클러스터링(군집화)하는 알고리즘이다[13]. SOM은 데이터 집합의 차원을 감소시키고 색상 패턴을 통해 데이터를 시각화하여 데이터 간의 내재되어있는 상관관계 및 군집을 분석하는 데 목적이 있다.

자기조직화지도는 Figure 2와 같이 두 개의 계층으로 나뉘어진다. x_1, x_2, \dots, x_n 은 하위 계층에 속하는 n 차원의 입력 데이터를 나타내고, 상위 계층의 각 노드는 뉴런이라 하며 2차원 그리드를 형성한다. SOM은 훈련을 통해 하위 계층의 고차원 데이터에 내재되어 있는 패턴을 찾아 상위 계층의 모든 노드에 클러스터링 된다[14].

클러스터 형성은 Figure 3의 알고리즘에 의해 실행된다.

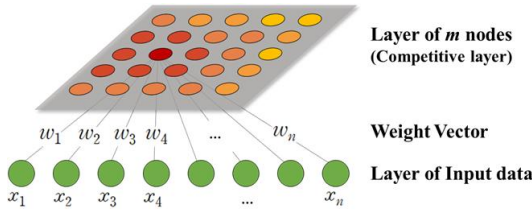


Figure 2. Structure of the self-organizing map

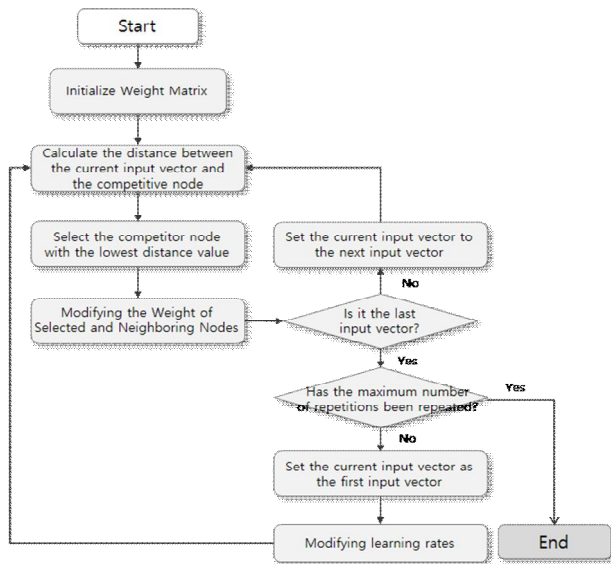


Figure 3. Algorithm of the non-supervised learning

우선 각각의 입력 데이터에 무작위로 가중치 벡터가 주어지고[15], 입력 벡터와 경쟁층에 존재하는 노드에 대해 입력 벡터와 노드 간의 거리를 계산한 후 값이 가장 작은 노드를 선택한다. 해당 노드의 가중치와 이웃 노드의 가중치를 수정하고 이러한 과정은 모든 입력 벡터가 경쟁층 노드에 클러스터를 형성할 때까지 반복된다.

3. SOM을 이용한 PPP 사업의 리스크 요인 분석

3.1 PPP 사업의 리스크 요인

본 연구에서 베트남 PPP 사업과 관련한 리스크 요인 도출을 위해 국내기업의 해외건설사업, ASEAN 국가 PPP 사업, 해외 PPP 사업과 관련된 문헌 검토 및 전문가 자문을 통해 이루어졌다. 도출기준은 각 문헌에서 언급된 요인의 빈도수와 중요도이다. 총 8개의 문헌 중 2회 이하 언급된 요인은 제거하였으나 각 문헌에서 핵심 리스크로 선정된 요인은 제거 대상에서 제외하였다. ‘정부의 신뢰도’의 경우 8개의 문헌 중 1회 언급되었지만 Nam Gung and Leel[7]에

서 리스크 중요도 분석 결과 가장 높은 순위의 주요 리스크 요인으로 제거 대상에서 제외하였다. ‘관련 산업의 경기전망’, ‘설비 및 기반시설’, ‘SPV의 계약능력 한계’ 등의 요인은 2회 이하 언급됨과 동시에 낮은 리스크 요인으로 본 연구의 리스크 요인 대상에서 제거하였다. 따라서 최종적으로 Table 2와 같이 총 56개의 요인을 도출하였고, SOM분석을 위해 유형별 총 13개의 그룹으로 분류하였다.

3.2 리스크 요인 분석을 위한 설문조사

본 설문지는 도출된 리스크 요인을 기반 작성하였으며 베트남 PPP 사업과 관련하여 리스크 요인 영향평가 분석을 위해 사용되었다. 본 연구에서는 리스크 요인이 사업 목표에 미치는 영향정도와 사업수행 중 관리가 잘 되었는지에 대한 평가를 진행하였으며 이를 통해 영향정도 대비 관리수행 정도에 따라 리스크 관리 중요도를 결정하였다. 리스크의 영향정도 및 관리정도 측정은 리커트(Likert) 9점 척도를 이용하였다.

총 100부의 설문지가 이메일로 발송되었고, 총 55부(55%)의 유효한 응답을 얻었다. 설문 참여자는 해외건설 경력 및 PPP 수행 경험이 있는 대상으로 실시하였다. 응답자의 건설경력은 평균 13년이며 해외건설 경력은 평균 8.8년이다. 그 중 모든 응답자가 동남아시아에서의 건설경력이 있었으며 베트남에서의 건설경력을 가진 응답자는 전체 54.5%(30명)를 차지하였다.

3.3 리스크 요인의 SOM 시각화 및 분석

본 연구에서는 SOM분석을 위해 Matlab SOM toolbox를 사용하였고, 클러스터를 형성한 입력 데이터들은 U-matrix와 Component Plane으로 시각화하여 분석하였다. U-matrix는 각각의 입력 데이터 변수들 사이의 관계를 거리와 평균으로 나타낸 후 색상 코딩을 사용하여 시각적으로 나타낸 것이다. SOM 훈련을 통해 형성된 클러스터에서 이웃하는 뉴런은 비슷한 가중치 벡터와 유사한 특징을 가진다. 따라서 형성된 클러스터의 색상 패턴을 통해 각 요인이 가지는 속성을 분석할 수 있다.

데이터 간의 거리를 나타내는 U-matrix와 달리 Component Plane은 모든 데이터에 대해 하나의 변수의 속성에 대한 값을 색상 코딩을 사용하여 나타낸다[13]. 예를 들어 U-matrix에서는 데이터 간의 거리가 가까울 경우 단거리의 색상코드에 해당하는 파란색으로 나타나며, 멀 경우에는

장거리의 색상코드에 해당하는 빨간색으로 나타난다[13]. 따라서 파란색일수록 유사한 데이터가 많이 분포하는 것을 나타낸다. 그러나 Component Plane에서는 입력 데이터의 리스크에 대한 영향정도 및 관리정도가 부정적(높은 값)일 경우 빨간색으로 나타나고, 긍정적(낮은 값)일 경우 파란색으로 나타난다. 예를 들어 관리가 잘 이루어졌을 경우 파란색으로 나타나고 영향정도는 각 요인이 사업에 미치는 영향이 작을수록 파란색으로 나타난다. 유사한 패턴을 가진 Component Plane는 큰 상관관계를 가지고 있다고 해석할 수 있다.

본 연구에서는 항목별로 영향정도와 관리정도에 대한 SOM을 실시하여 각 리스크 요인의 영향정도와 관리정도에 해당하는 Component Plane이 가지는 색상 패턴을 분석하였다. 색상 패턴 분석결과는 각 리스크 요인의 영향정도

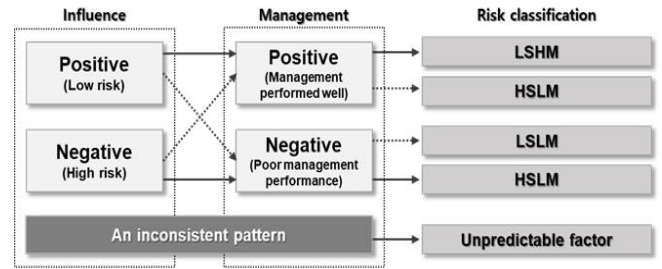


Figure 4. Classification of risk factors as a result of SOM analysis

대비 관리수행 정도 분석을 통해 Figure 4와 같이 리스크 요인을 5가지로 재분류하였다.

3.4 리스크 영향평가 및 관리 성과 분석

각 Component Plane의 name은 Figure 5와 같이 순서대로 평가항목-분류항목-분류항목 번호를 뜻한다. 평가항

Table 2. Classification of risk factors

Risk cluster	No.	Risk factor	Risk cluster	No.	Risk factor
Political (A)	01	Unstable government	Management Ability (H)	01	Insufficient Contract Construction Period
	02	Strong political opposition/hostility		02	Contractor's project planning/ management ability
	03	Low government confidence		03	Inadequate experience in PPP
	04	Change in government leadership		04	Insufficient information gathering ability
	05	National bankruptcy		05	Capability of Field Skilled Personnel
	06	Corruption and lack of respect for law		06	Insufficient claim management ability
Law (B)	01	Risk due to regulations and systems related to PPP and construction of advanced countries		07	Delayed investment and lack of ability
	02	Unstable law		08	Lack of ability to manage field managers
	03	Possible risks in import/exit		09	Unstructured Risk Management System
	04	Remittance regulation		10	Lack of consideration for overall risk factors
	05	Tax and tariff treaty		11	Competitive risk
	06	Delay in project approvals and permits	Client (I)	01	Poor of government-owner relations
Financial Risk (C)	01	Exchange rate instability		02	Insufficient funds and payment capacity
	02	Instability of interest rate		03	Insufficient client offer design
	03	Instability of infrastructure	Subcontractor (J)	01	Lack of capability of designated subcontractors
Culture (D)	01	Lack of communication		02	Lack of capability of domestic subcontractors
	02	Cultural difference	Cost and Quality (K)	01	Insufficient pre-VE review (cost/quality/efficiency)
	03	Poor public decision making process		02	Unpredictable Demand and Price Changes
Bid (E)	01	Bidding competition		03	lack of funding capacity
	02	Insufficient time for preparation of proposals	Environmental condition (L)	01	environment
	03	Appropriateness of business period		02	Force majeure
	04	J/V, Consortium inability		03	Wether
	05	Cost Prediction of Equipment and materials		04	Geotechnical conditions
Contract Risk (F)	01	Insufficient contract period	Maintenance and operation of facilities (M)	01	Higher maintenance costs
	02	Unexpected rise in price		02	Lack of Facility Requirements
	03	Inadequate predesign		03	Possible risks in ownership transfer and management operations
Construction (G)	01	Construction cost overruns		04	Additional facility investment risk
	02	Construction time delay			
	03	Design deficiency and change			

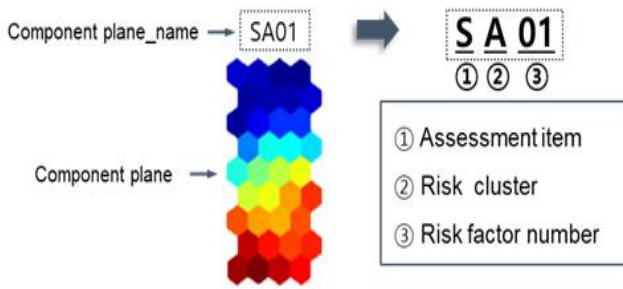
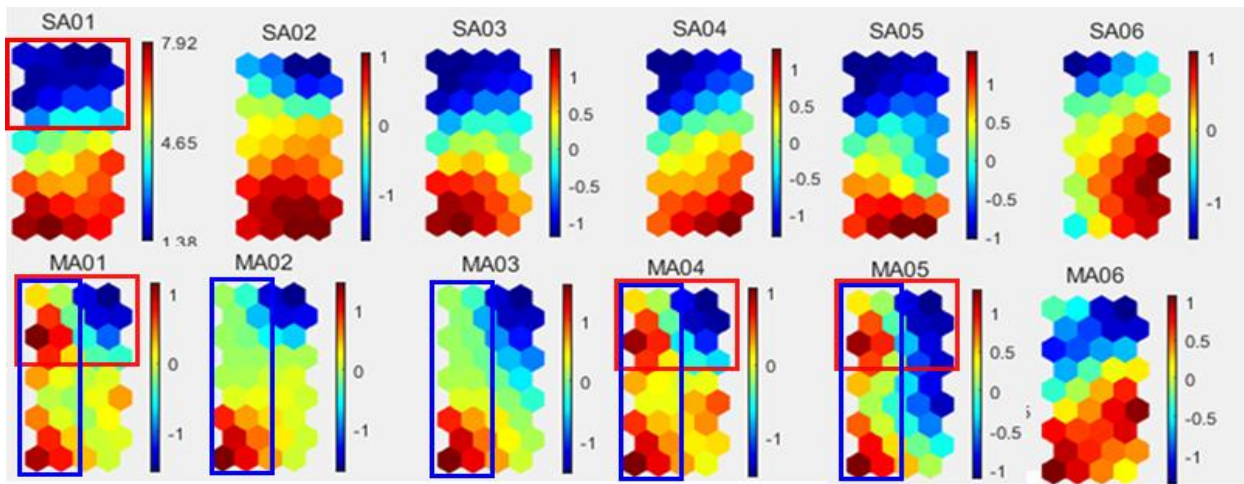


Figure 5. Component plane naming

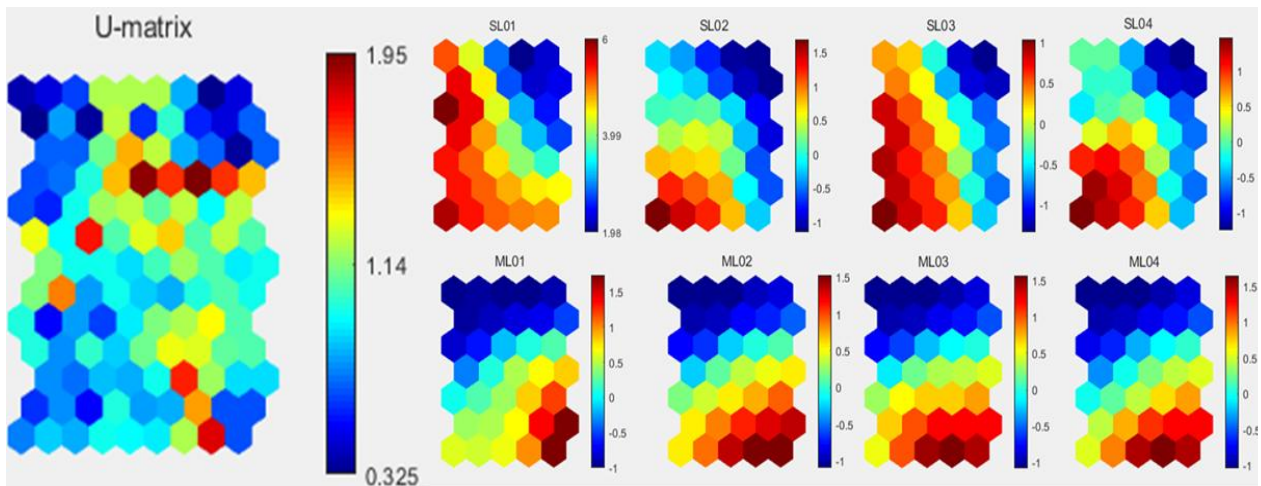
목에서 S는 영향정도를 평가한 항목을 나타내며 M은 관리 정도를 평가한 항목을 나타낸다. 따라서 SA01은 Political(A) 리스크 분류에서 01번째 리스크 요인의 영향

평가(S)에 대한 Component Plane을 뜻한다.

Figure 6(a)는 Political(A) 리스크 요인의 SOM 결과이다. A의 영향정도는 A06을 제외한 모든 요인과 유사한 패턴이 나타나고 상부에는 영향정도가 낮은 리스크 요인이, 하부에는 영향정도가 높은 리스크 요인이 클러스터를 형성하고 있다. 관리정도에서도 A06을 제외한 요인들이 유사한 패턴을 나타내지만 파란색 직사각형으로 경계된 영역의 상부에서 약간의 차이가 나타난다. 이는 A02와 A03과 달리 A01, A04, A05는 영향정도가 낮음(Low)에도 관리가 잘 수행되지 않은 것(Low)으로 해석되며 이러한 리스크는 LSM으로 분류된다. A02와 A03는 영향정도 대비 관리가 잘 수행된 것을 알 수 있으며, 특히 A02는 영향정도에서 파란색



(a) Component maps of Political(A) risk factors



(b) U-matrix and component maps of Environment(L) risk factors

Figure 6. U-matrix and component maps of risk factors obtained after training the SOM.

(긍정)의 분포가 적고 빨간색(부정)의 분포가 넓은 것을 보아 영향정도도 크게 나타났지만(High) 관리가 잘 수행되어(High) HSHM으로 분류되며 A03은 LSHM으로 분류된다. Figure 6(b)는 Environment(L)의 SOM 결과를 나타내며 영향정도와 관리정도가 각각 유사한 패턴을 가진다. 이는 각 리스크 요인이 사업에 미치는 영향정도와 관리수행 정도가 유사한 특징을 가진다는 것을 파악할 수 있다.

그러나 L에서는 분석에 한계점이 존재한다. U- matrix는 앞서 언급한 것과 같이 진한 파란색일수록 입력 데이터 변수들 사이의 관계가 유사하며 많은 입력 데이터 변수가 클러스터되어 있다. 하지만 L에 대한 U-matrix에서 일부를 제외한 모든 입력 데이터들이 골고루 분포되어 있음을 확인할 수 있다. 이는 Component Plane 분석 시 특정 부분에 가중치를 두어 해석할 수 없어 모든 부분을 고려하여 패턴을 해석해야 된다. 하지만 이러한 방법으로 L을 해석하였을 경우 모순된 결과가 나타나 이러한 요인은 Unpredictable factor로 분류하였다. Unpredictable factor는 설문조사에 참여한 설문대상자들의 사업경험 및 사업환경이 다양한 반면 Sample(설문대상자)의 수가 적어 일정한 패턴이 나타나지 않은 것으로 판단되어 이는 사업에 있어 잠재적 위험요인을 내재하고 있는 요인으로 분류하였다.

3.5 리스크 영향평가 및 관리수준 분석 결과

SOM분석 결과는 Table 3과 같이 영향정도가 높지만 관리수행이 잘 된 HSHM 리스크 요인은 10개, 영향정도가 높고 관리수행이 잘 이루어지지 않은 HSLM 리스크 요인은 11개, 영향정도가 낮고 관리수행이 잘 이루어지지 않은 LSLM 리스크 요인은 7개, 영향정도가 낮고 관리수행이 잘 이루어진 LSHM 리스크 요인은 10개로 분류하였으며, 일정한 패턴을 찾지 못하여 예측이 불가능한 Unpredictable factor 리스크 요인은 18개로 총 56개의 리스크 요인을 5개의 그룹으로 재분류하였다.

본 연구에서 우선순위는 영향정도 대비 관리수행 정도에 따라 우선순위를 결정하였으며 영향정도와 관리수준이 모두 낮은 HSLM은 첫 번째 우선순위로 결정하였다. 그 다음 관리수행 정도를 우선적으로 고려하여 영향정도가 낮음에도 불구하고 관리수행이 잘 이루어지지 않은 리스크 요인인 LSLM을 두 번째 우선순위로 결정하였으며 일정한 패턴을 발견하지 못한 Unpredictable factor 리스크 요인은 잠재적인 위험을 내재되어있을 것으로 판단하여 HSLM, LSLM,

HSHM, Unpredictable factor, LSHM의 순서로 최종 우선순위를 결정하였다.

Table 3. Risk factors reclassified after SOM analysis

HSHM	HSLM	LSHM	LSLM	Unpredictable factor	
A02	E03	A03	A01	A06	H05
B01	E04	B03	A04	B06	H06
B02	F01	B04	A05	C01	L01
B05	F02	C03	H03	C02	L02
H04	F03	D01	H11	D03	L03
H07	I01	D02	J02	E01	L04
H09	I02	E05	M04	E02	M02
H10	I03	H02		G01	
K02	J01	H08		G02	
K03	K01	M01		G03	
	M03			H01	

따라서 최종 핵심 리스크 요인은 사업기간의 적절성(E03), JV 구성(E04), 불충분한 계약공기(F01), 예측하지 못한 가격 상승(F02), 부족한 사전 설계조사(F03), 좋지 않은 정부와 발주자 관계(I01), 부족한 발주자 공사재원 확보 및 지불 능력(I02), 부족한 발주자 제공 설계(I03), 지정 하도급 업체의 역량 부족(J01), 불충분한 사전 VE검토(K01), 유지관리비의 증대(M03)이다. 핵심 리스크에서 가장 많이 차지하는 리스크 요인은 사업수행 전 계획단계에서의 리스크 요인으로 E03, E04, F01, F03, K01이 해당된다. 따라서 계획단계에서의 리스크 관리가 특히 중요한 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 베트남 PPP 사업의 핵심 리스크 요인을 도출하기 위해 SOM을 이용한 영향평가 및 관리수준 분석을 통해 최종 핵심리스크를 도출하여 우선적으로 관리해야 할 리스크 요인 총 11개를 제안하였으며 그 중 계획단계에서의 관리가 중요한 것으로 판단되었다.

SOM분석은 다차원의 데이터를 2차원 평면에 시각화가 가능한 인공 신경 모델로, 본 연구에서는 U- matrix와 Component plane의 색상 패턴을 통해 리스크 요인 간의 내재된 상관관계 분석 및 예측이 가능하였으며 데이터의 시

각화를 통해 직관적인 이해 및 분석에 매우 효과적이었다. 본 연구에서는 각 요인들이 가지는 색상 패턴을 통해 리스크 요인이 사업목표에 미치는 영향 대비 관리정도를 분석하였고 분석결과 리스크요인을 총 5가지로 재분류하였다. 또한 리스크 분류의 우선순위 결정 및 최종 핵심 리스크 요인을 도출을 통해 국내 베트남 PPP 사업수행 시 우선적으로 관리해야 할 리스크 요인을 제안하였고 이는 베트남 PPP 사업수행 시 리스크 관리 및 대응방안을 수립하는데 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

하지만 본 연구에서 설문조사를 통해 수집된 데이터의 양은 정확한 분석을 하기에 부족하였고 그 결과 패턴 분석이 불가능한 리스크 요인이 총 55개의 리스크 요인 중 20개로 약 35.7%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 SOM분석에서는 정확한 수치를 파악할 수 없어 상대적인 비교분석만 가능하였다. 따라서 향후 본 연구의 정확성을 높이기 위해서는 더 많은 데이터 수집이 필요하며 정량적인 분석 방법과 함께 수행된다면 정확한 리스크 요인의 순위 및 리스크 요인 간의 구체적인 상관관계 파악이 가능할 것으로 판단된다.

요 약

베트남의 경제 성장률과 도시인구는 꾸준히 증가함에 따라 베트남의 인프라 개발 건설 시장 규모는 더욱 커질 전망이다. 그러나 인프라 개발을 위한 베트남 정부는 재정 및 행정 능력의 한계로 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 PPP를 채택하고 있다. PPP는 10년 이상 지속되는 장기 사업으로 사업 실패 시 장기적 큰 피해가 될 수 있어 위험관리가 매우 중요하다. 본 연구에서는 리스크 관리에 대한 리스크 요인의 영향과 관리정도 분석에 SOM분석을 제안한다. SOM분석 방법은 시각화 분석으로, 각 리스크 요인의 색상 패턴을 통해 상관 분석이 가능하다. 본 연구는 SOM을 활용하여 베트남 PPP 사업의 위험요인의 우선순위를 결정하고자 한다.

키워드 : 민관협력사업, 위험관리, 자기조직화지도, 우선순위

Funding

This research was supported by a grant (NRF-

2020R1A2C1005263) from the National Research Foundation of Korea funded by Ministry of Science and ICT.

ORCID

Geehyei Yun, <https://orcid.org/0000-0001-5114-6286>
 Seungho Kim, <http://orcid.org/0000-0001-9708-5343>
 Sangyong Kim, <http://orcid.org/0000-0002-7363-3058>

References

- Rathbo M, Chan D, Redrup O. Understanding infrastructure opportunities in ASEAN: Infrastructure Series Report 1. Singapore PwC; 2017. 52 p.
- Zen F, Regan M. ASEAN public private partnership guidelines. Jakarta: Economic Research Institute for ASEAN and East Asia; 2014. 84 p.
- Jeong DY, Hong SJ, Kang SY, Kim YT. An analysis of the legal environment of PPP in South-East Asia: Focused on Vietnam and Indonesia. GRI Review. 2017 Apr;19(1):91-111.
- Lee MS, Kim NH, Lee YM, Park MS, Ming BH, Kim YM, Jang HY. A study on the reinforcement of global public-private cooperation network. Cheonan: Koreatec; 2017. 141 p.
- Zen F. Public-private partnership development in southeast asia: Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand. ADB Economics Working Paper Series. 2018. 255 p.
- KARIM NAA. Risk allocation in public private partnership (PPP) project: a review on risk factors. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology. 2011 Dec;2(2):8-16.
- Nam Gung J, Lee SH. An analysis on the importance and method of mitigation about main risk factors in overseas ppp business : Focused on healthcare PPP business. Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction. 2012 Oct;28(10): 141-8. https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2012.28.10.141
- Hwang BG, Zhao X, Gay MJS. Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors. International Journal of Project Management. 2013 Apr;31(3):424-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.08.003>
- Chan APC, Yeung JFY, Yu CCP, Wang SQ, Ke Y. Empirical study of risk assessment and allocation of public-private partnership projects in China. Journal of management in engineering. 2011 Jul;27(3):136-48. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000049](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000049)

-
10. Lee JS, Ahn BJ, Kim JJ. Evaluating and suggesting key risk factors according to risk hierarchy of occurrence field in the overseas development projects. *Korean Journal of Construction Engineering and Management*. 2012 Mar;13(2):70-9. <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2012.13.2.070>
 11. Han SH, Kim DY. Risk-based profit prediction model for international construction projects. *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*. 2006 Jul;26(4D):635-47.
 12. Lee JH. Recent Market Trends and Issues in Infrastructure Construction in Vietnam [Internet]. Korea: KOTRA; [updated 2018 March 06; cited 2019 Dec 10]. Available from: <https://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/2/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=165007&searchNationCd=101084>
 13. Kohonen T. *Self-Organizing Maps*. Germany: Springer; 1995. 371 p.
 14. Jung S, Sobanjo JO, Munoz GJ. Visualization and Assessment of the Aging Infrastructure Using Self-Organizing Map. 19th Analysis and Computation Specialty Conference. 2010 May 12-15; Florida, USA. American Society of Civil Engineers: Structures Congress; 2010. p. 377-86. [https://doi.org/10.1061/41131\(370\)33](https://doi.org/10.1061/41131(370)33)
 15. Santos M, Monteiro AMV, Medeiros JS. Visualization of geospatial data by component planes and U-Matrix. VI Brazilian Symposium on Geoinformatics. 2004 Nov 22-24; Sao Paulo, Brazil: Geoinfo; 2004. p. 74-89.