Advanced Industrial SCIence
Vol. 4, No. 1, pp. 14-20, 2025
ISSN 2951-2476
https://doi.org/10.23153/AI-Science.2025.4.1.014

다양한 컴퓨팅 환경 작업을 위한 멀티 클라우드 작업 관리 기법

정윤수
목원대학교 게임소프트웨어공학과 교수

Multi-cloud Task Management Technique for Diverse Computing Environment Tasks

Yoon-Su Jeong
Professor, Department of Game Software Engineering, Mokwon University

요 약 최근 클라우드 환경은 서비스 안전성 및 효율적 관리를 위해서 단일 클라우드에서 다중 클라우드 환경으로 변화하고 있다. 그러나, 다중 클라우드 서비스는 보안 및 비용 문제가 아직 완벽하게 해결되지 않은 문제점이 있다. 본 논문에서는 다중 클라우드 환경에서 상호 운용성을 극대화하기 위한 멀티 클라우드 작업 관리 기술을 제안한다. 제안 기술은 다양한 환경에서 멀티 클라우드 작업에 상관도를 적용하여 작업 품질을 높이고 통합 관리 용이성을 향상시킨다. 또한, 제안 기법은 클라우드 작업을 클라우드 서버로 수집·처리·저장하여 서로 다른 클라우드 사용자와 공유할 수 있도록 다양한 요소(시간, 장소, URL 등)들을 공유함으로써, 블록에 저장된 클라우드 작업의 손상된 위치를 복구한다. 성능 평가 결과, 클라우드 작업 처리의 정확도는 평균 3.52%, 효율성은 평균 2.84%, 지연 시간은 평균 1.02 ms 향상된 결과를 얻었다.

주제어 : 멀티 클라우드, 클라우드 작업, 블록체인, 상호 운영성, 상관도

Abstract Recently, the cloud environment is changing from a single cloud to a multi-cloud environment for service safety and efficient management. However, the multi-cloud service has a problem that the security and cost problems have not yet been completely solved. In this paper, we propose a multi-cloud task management technology to maximize interoperability in a multi-cloud environment. The proposed technology improves task quality and improves integrated management by applying correlation to multi-cloud tasks in various environments. In addition, the proposed technique recovers the damaged location of cloud tasks stored in the block by sharing various elements (time, place, URL, etc.) so that cloud tasks can be collected, processed, and stored on a cloud server and shared with different cloud users. As a result of performance evaluation, the accuracy of cloud task processing improved by 3.52%, the efficiency by 2.84% on average, and the latency by 1.02 ms on average.

Key Words : Multi-cloud, Cloud task, Blockchain, Interoperability, Correlation

*Corresponding Author : Yoon-Su Jeong(bukmunro@mokwon.ac.kr)
Received December 2, 2024 Revised January 11, 2025
Accepted January 20, 2025 Published January 30, 2025

1. 서론

최근 클라우드 분야에서 가장 주목받고 있는 부분은 지속 가능성 측면에서 클라우드 리소스를 추적하고 최적화하는데 있다[1,2]. 그러나, 하나의 클라우드 서비스 제공 기업에만 의존할 경우, 해당 기업이 제공하는 클라우드 서비스에 장애가 발생할 경우, 특별한 장애 해결 방법이 없다. 특히, 단일 클라우드가 아닌 여러 클라우드 서비스에 일률적인 보안 전략을 수립하여 사용할 경우 다양한 보안 위협에 대응할 수 있는 취약점 대응 방안이 필요하다[3-5].

클라우드 서비스는 장애가 발생할 경우 특별한 방법이 없어 짧은 시간 안에 수많은 접속, 주문, 결제가 발생하는 클라우드 서비스 오류에 취약하다. 그러나, 멀티 클라우드는 클라우드 서비스의 안전성을 보장하기 위해서 서로 다른 두 개의 클라우드 서비스를 동시에 사용함으로써 클라우드 서비스의 안정성을 보장한다.

단일 클라우드 서비스가 아닌 두 개 이상의 클라우드 서비스를 이용할 경우, 관리 요소가 늘어나면서 비용도 증가하지만, 클라우드 서비스 목적에 따라 클라우드 내 작업 처리 방법을 개선함으로써 클라우드 서비스 안정성과 보안 및 비용 문제를 모두 고려할 필요가 있다[6].

본 논문에서는 다양한 컴퓨팅 환경 작업을 위한 멀티 클라우드 작업 관리를 클라우드 작업 프로세스에 상관도를 적용하여 안정성을 향상시킨 멀티 클라우드 작업 관리 기술을 제안한다. 제안 기술은 사용자로부터 전달된 작업을 작업 우선 순위에 따라 상관도를 부여한 후 블록체인으로 묶어 처리함으로써 작업 품질을 높이고 통합 관리 용이성을 향상시킨다. 또한, 제안 기술은 클라우드 작업을 클라우드 서버로 수집·처리·저장하여 서로 다른 클라우드 사용자와 공유할 수 있도록 작업 품질에 영향을 미치는 다양한 요소(시간, 장소, URL 등)들을 적용 가능하다. 제안 기술은 블록체인 과정에서 상관도를 통해 클라우드 작업의 루트 해시를 판별하기 때문에 블록에 저장된 클라우드 작업 URL '경로'의 손상된 위치를 복구하기 때문에 무결성을 보장한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 클라우드 환경 기반의 기존 연구에 관해서 설명한다. 3장에서는 클라우드 기반의 멀티 클라우드 작업 관리를 제안하고, 4장에서는 제안 기술의 성능평가를 수행한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2 관련연구

멀티 클라우드란 다양한 클라우드 서비스 제공자들이 서비스를 병렬로 사용함으로써 인프라와 서비스를 동시에 사용할 수 있는 접근 방식을 말한다. 멀티 클라우드는 유연성, 안정성, 근접성 측면에서 기존 클라우드 서비스와 차별성을 가지며 최근 발생되고 있는 MS 윈도우 먹통 사고로 관심이 증가하고 있는 분야이다 [7-9].

멀티 클라우드은 서로 다른 두 개의 시스템을 동시에 다뤄야 하는 점에서 상호간 '복잡성', '상호운영성', '네트워크 대역폭', '기술격차' 등이 해결 과제로 제시되고 있으며, 멀티 클라우드의 장점, 단점, 고려사항은 Table 1과 같다.

T. Alyas et al. 은 다중 클라우드 환경에서 보안을 개선하기 위한 프레임워크를 제안했다[10]. 이 프레임워트는 허니팟을 사용하여 통합 보안의 위험을 줄이도록 하였다. 그러나, 이 프레임워크는 규모 문제, 오탐, 회피 전술에서 문제점이 발견되었다.

Table 1. Multi-cloud feature analysis

	Contents
Advantages	· It increases stability. · There is flexibility for expansion and contraction. · Reduce dependence on specific vendors. · Optimal customization is possible.
Weakness	· Complexity arises from additional work for smooth cloud interaction on different systems. · Interoperability requires customization depending on the cloud environment · Many CSPs bring data to their own cloud or provide affordable movement within the cloud, resulting in network bandwidth · It is a technology gap to increase utilization efficiency while using each cloud service sufficiently.
Consideration	· The complexity of management and integration increases, which requires a lot of time and effort. · The cost of management can rise and become less efficient. · Security considerations are increasing. · Think about data integration and compatibility issues.

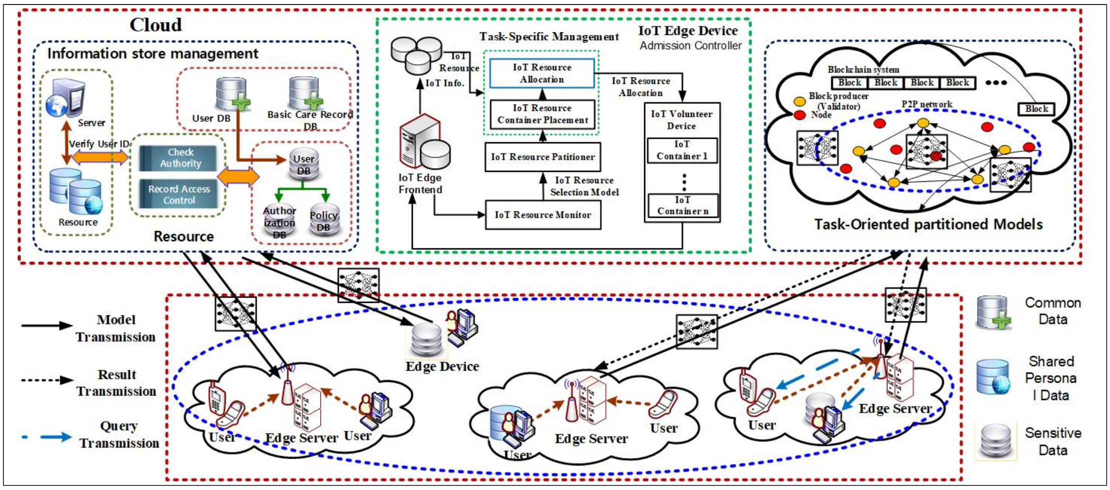

Fig. 1. Proposed framework based on Task in the AI Cloud Environment

J. Kaur et al.은 다중 클라우드를 위해서 다양한 프로그래밍 및 데이터 통합 접근 방식을 사용하였다[11]. 이 방식은 데이터 매핑, 신뢰할 수 있는 인증, 클라우드 기반 인프라를 포함하여 유연성을 향상시켰지만, 확장성, 보안 및 데이터 표준화 측면에서 문제점이 발견되었다.

Z. Xu는 대중교통 시스템의 장애 복구를 해결하기 위해서 다중 모드 기반의 네트워크 상호 연결 기법을 제안하였다[12]. 이 기법은 대중교통 시스템에 데이터 표준화, 최첨단 모델링, 협업 거버넌스 등을 적용하여 시스템 통합 관리가 용이하도록 하였다.

J. Agbaegbu et al. 은 클라우드 컴퓨터 환경의 온톨리지에 대한 효율성 및 확장성을 향상시키는 방안을 제안하였다[13]. 이 방안은 협력적 노력, 모듈형 온톨로지, 시맨틱 매핑을 통해 클라우드 시스템을 최적하시켰다.

F. H. Cabrini et al.은 사물인터넷과 클라우드를 결합한 인프라를 제안하였다[14]. 이 방법은 다양한 도시 환경에서 IIoT 장치 이용하여 데이터를 효율적으로 수집하기 위해서 압축 방법, 엣지 컴퓨팅 및 보안 통신 프로토콜이 활용된다. 그러나, 데이터 보안, 네트워크 신뢰성, 처리 효율성 등이 문제점으로 나타났다.

O. Tomarchio et al. 은 TOSCA 기반 오케스트레이터를 사용하여 클라우드 간 상호 운용성 보장, 성능 등을 향상시키는 방법을 제안하였다[15]. 이 방법은 추상화 계층, 커뮤니티 아웃리치, 자동 스케일링 기술이 솔루션에 포함되어 있다.

D. Saxena et al은 데이터 전송 보안과 시스템 수준의 신뢰성을 안전하게 처리할 수 있는 미들웨어 솔루션을 제안하였다[16].

3. 클라우드 기반의 다중 클라우드 작업 관리

3.1 개요

클라우드 환경은 하나의 서비스를 제공하는 클라우드 서비스 대신 여러 서비스를 통합하거나 클라우드 업체 간 연동하는 방식의 다중 클라우드가 큰 인기를 얻고 있다. 특히, 다중 클라우드는 효율성과 비용 효율성을 향상시키는 동시에 무중단 서비스로 클라우드를 유지할 수 있다. 그러나, 다중 클라우드는 상호 운용성과 관련된 솔루션이 완벽하지 않아서 공통 클라우드 표준을 설정하는 것과 모든 형태의 클라우드 자산을 활성화하는 것 사이에서 균형을 맞추기가 어렵다.

제안 기법은 다양한 컴퓨팅 환경 작업을 위한 멀티 클라우드 작업들을 안정적으로 관리할 수 있는 기술을 제안한다. 제안 기술은 클라우드 작업들을 우선 순위에 따라 상관도를 부여한 후 블록체인으로 묶음으로써 작업 품질을 높이고 통합 관리 용이성을 향상시킨다.

Fig. 1은 제안 기법이 다중 클라우드 환경에서 작업들을 수집·처리·저장한 후 서로 다른 클라우드 사용자와 공유할 수 있는 프레임워크를 보여주고 있다. Fig. 1에서 제안 기술은 서로 다른 클라우드 사용자와 공유할 수 있도록 작업 품질에 영향을 미치는 다양한 요소(시간, 장소 등)들을 블록체인에 적용한 후 상관도를 통해 블록에 저장된 작업들을 복구한다.

Table 2. Input/Output Information Definition for Task Processing

```
Input: Input information used to process files in hybrid cloud environments
{
   "id" : cloud-id-001,  // The only assigned recognizer in a cloud environment
   "name" : "Input-cloud-data-001",  // Input data is assigned in order of input in a cloud environment
   "url" : "cs://cloud-bucket/input-data/cloud-data.txt", // Ensure that the cloud bucket is stored in the Input-data
directory
   "path" : "/data/cloud-reference.txt", // Set up a job processing path in the cloud
   "type" : "File"  // Specify the types of tasks handled in the cloud environment
}
.............................................................................................................
Output: Output information at the end of file processing in a hybrid cloud environment
{
   "id" : cloud-id-001,  // The only assigned recognizer in a cloud environment
   "name" : "Output-log-file-001", // Output data is assigned in order of output in a cloud environment
   "url" : "cs://cloud-bucket/output-data/cloud-data.txt", // Ensure that the cloud bucket is stored in the Input-data
directory
   "path" : "/data/task-log.txt",  // Set up a job processing path in the cloud
   "type" : "File"  // Specify the types of tasks handled in the cloud environment
}
```

3.2 클라우드 간 입출력 작업 정보 처리

하이브리드 컴퓨팅 환경에서 클라우드 서버가 새로운 작업을 임의의 노드에서 원활하게 수행되기 위해서는 컴퓨팅 환경에 동일한 환경변수, 소프트웨어 라이브러리 및 지원 프로그램 등이 포함되어야 한다. 제안 모델은 클라우드 환경에서 네트워크 파일 시스템의 액세스 권한을 갖도록 가상 머신 환경에서 프로세스를 실행하도록 한다. 이 같은 방법은 클라우드 환경을 구성하는 특정 노드가 파일 작업을 임의로 수행하지 않도록 하거나 공유 스토리지를 마운트되지 않도록 방지하기 위해서이다. Table 2은 하이브리드 컴퓨팅 환경에서 노드의 작업 정보의 입/출력 매개변수를 나타내고 있다. Table 2에서 작업 처리에 사용된 매개변수는 id, name, url, path, type 등 5개이다.

파일 처리시 지정되는 사용자 입력 정보는 클라우드 상에서 처리되는 작업이 호출되기 전에 입력 파일과 디렉토리를 정의하고, 최종 컴퓨팅 노드가 모두 액세스할 수 있도록 시스템에 저장되어야 한다. 또한, 하이브리드 클라우드 환경 내에서 클라우드 작업이 유지되는 동안, 중간 스토리지를 사용하여 네트워크 연결 스토리지가 사용된다.

하이브리드 클라우드 환경에서 파일 처리 종료 시 출력 정보는 작업 입력이 끝난 다음에 처리된다. 대부분의 입력 작업은 클라우드 작업이 종료된 후 스토리지 시스템에 전송되어 하나 이상의 출력 파일과 디렉토리를 생성하여 작업 파일이 저장된다.

3.3 클라우드 환경의 작업 간 상관도 계산

제안 모델은 클라우드 환경에서 수 많은 노드들의 작업을 처리하도록 네트워크 환경에 따라 네트워크 연결 스토리지를 사용한다. 제안 모델에서는 네트워크 연결 스토리지에서 수 많은 작업들의 처리 효율을 얻기 위해서 식 (1)과 같은 작업 벡터를 정의하여 사용한다. 제안 모델은 식 (1)의 작업 벡터를 이용하여 식 (2)의 상관도에 적용함으로써, 네트워크 연결 스토리지의 작업 간 처리 우선순위에 반영하여 작업 처리 속도 및 효율성을 향상시킬 수 있다.

제안 모델에서 사용되는 작업 벡터는 식 (1)과 같은 벡터 형식으로 표현되며, 벡터 정보는 식 (1)과 같이 n개로 구성되어 있다고 가정한다.

$$\overrightarrow{D_1} = \{a_1, \dots, a_n\},\ \overrightarrow{D_2} = \{b_1, \dots, b_n\} \qquad (1)$$

여기서, a_i 와 b_i 는 벡터 $\vec{A}$ 와 $\vec{B}$ 의 i번째 요소를 각각 표시한다.

Eq. (2)는 $\vec{A}$와 $\vec{B}$의 상관도 ρ를 계산하는 수식이다.

$$\rho = \frac{\sum_{i=0}^{n}(a_i-\mu_a)(b_i-\mu_b)}{\sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n}(a_i-\mu_a)^2}\sqrt[2]{\sum_{i=1}^{n}(b_i-\mu_b)^2}} \quad (2)$$

여기서, μ_a 와 μ_b 는 벡터 $\vec{A}$ 와 $\vec{B}$ 의 평균을 의미한다.

3.4 클라우드 기반 작업 정보 무결성 검증

제안 기법은 클라우드 환경에서 작업 파일 정보를 공유된 모든 사용자와 공정하게 공유될 수 있도록 유연성을 유지한다. 제안 기법은 작업 정보의 블록체인 정보를 클라우드 환경에 따라 다양한 알고리즘이 적용된다. Table 3은 다중 클라우드 환경에서 작업 파일의 무결성을 보장할 수 있도록 블록체인을 연계할 수 있는 알고리즘을 사용한다. Table 3은 다중 클라우드 작업 파일 정보를 블록체인으로 묶어 해시 체인으로 연결하여 서로 공유한다. 이 때, Table 3은 서로 다른 다중 클라우드의 블록체인을 로컬 블록으로 구성함으로써 상호 운영성을 향상시킨다.

4. 평가

4.1 환경 설정

실험 환경은 인텔 코어 3.0GHz 프로세서와 32GB 램으로 동작하는 PC 서버 3대와 사용자 역할을 담당하는 노트북 4대로 하드웨어를 구성하였다. 실험 환경은 Table 4처럼 실험 환경에 따른 매개 변수를 모델별로 분류하여 설정값을 적용하고, 클라우드와 서버 간 저장장치 수는 충분한 저장장치를 가지며, 포아송 분포를 따르는 계산이 가능하다고 가정한다.

성능 튜닝을 위해서 Google Colab 지원 개발 언어 및 라이브러리를 사용하였고, 클라우드 작업 처리를 위한 알고리즘은 Table 5를 사용하여 알고리즘에 반영되는 특수 변수 또는 가중치를 포함하였다.

Table 3. Task_Block_Chain Processing of multicloud

```
Input: Task Information of multicloud
Output: Block hash chain information for task
information

Begin
   for every task information of multicloud
      Select some task information i ∈ [1, n]
      if( task information is valid), then
         if ( task_block_hash !=
prev_task_block_hash) then
            check and reconfirm task_block_hash
information
            return false;
         else
            store the task_block_hash information
            generate task_block_hash information
            add offset to each task_block_hash
information
            create new task_block_hash information
            update task_block_hash linking information
      end if
   end for
End
```

Table 5. Parameter values of algorithm

Algorithm	Parameter Value
SVM	Regularization parameter(C) : 0.001, 0.01, 1, 10 Kernel : rbf Probability : true

4.2 성능 평가

제안 기법은 다중 클라우드 환경에서 상호 운용성을 원활하게 지원하기 위해서 Table 6처럼 블록체인 적용 유·무 에 따른 클라우드 작업을 평가하였다. Table 6 결과처럼, 클라우드 작업 처리를 블록체인을 사용하였을 경우의 정확도가 그렇지 않은 경우보다 평균 3.52% 향상된 결과를 얻었다. 이 같은 결과는 다중 클라우드에서 클라우드 작업을 해쉬 체인으로 묶어 가중치를 부여하였기 때문에 로드밸런싱을 유지하였기 때문에 나타난 결과이다.

Table 4. Simulation parameters

Parameters	Upstream bandwidth (MBps)	Downstream bandwidth (MBps)	Storage capabilities / RAM (GB)	Processing capabilities / CPU (MIPS)	Communication latency (ms)	Blockchain Instructions (M)	Blockchain Processing Power(Idle-Max)(W)
Cloud Networks	40	30	32	10,000-15,000	10-20	12	10-30
Fog Networks	20	15	16	4,000-10,000	5-10	6	10-20
Local Networks	10	8	8~16	500-2,500	2-4	-	-

Table 6. Evaluating cloud task processing using blockchain in cloud server

Threshold probability(0.3)		Accuracy(%)	Efficiency(%)	Delay time(ms)
Not using blockchain of cloud task	Bits = 8	84.267	83.102	0.621
	Bits = 16	86.021	85.395	0.798
	Bits = 32	89.354	87.053	1.157
Using blockchain of cloud task	Bits = 8	86.501	84.214	0.497
	Bits = 16	89.937	86.009	0.608
	Bits = 32	92.186	88.144	0.987

클라우드 작업 효율성은 사용자로부터 송신된 작업이 게이트웨이 서버를 통해 서버에서 재활용이 어느정도 가능한 지를 평가한 결과, 블록체인을 사용한 결과가 그렇지 않은 결과보다 평균 2.84% 향상된 결과를 얻었다. 이 같은 결과는 서버에서 클라우드 작업 간 간섭을 최소화할 수 있도록 클라우드 작업을 계층적으로 구성한 후 즉각 처리하였기 때문이다. 서버에서 클라우드 작업을 처리할 때의 지연 시간은 블록체인을 사용한 결과가 그렇지 않은 결과보다 평균 1.02 ms 단축되었다. 이 같은 결과는 클라우드 작업 간에 연계 처리되도록 블록들을 일정 크기로 관리하였기 때문이다.

5. 결론

최근 클라우드 서비스 시장이 다양한 분야에서 활용이 높아지면서 클라우드 서비스가 성장가도를 달리고 있다. 클라우드 서비스의 사용이 늘어나면서 기업은 단일 클라우드가 아닌 서로 다른 두 개의 클라우드 서비스를 동시에 사용하는 멀티 클라우드 방식을 선호하하고 있다. 그러나, 복잡한 애플리케이션은 사용하는 클라우드 환경에 따라 맞춤 운용이 필요이 필요하다. 본 논문에서는 다양한 환경에서 멀티 클라우드 작업을 효율적으로 처리하기 위한 멀티 클라우드 작업 관리 기술을 제안하였다. 제안 기술은 클라우드 작업 프로세스에 상관도를 적용하여 사용자로부터 전달받은 작업을 상관도에 따라 블록체인 묶어 처리하였다. 제안 기법은 클라우드 작업을 서로 다른 클라우드 사용자와 공유할 수 있도록 다양한 요소(시간, 장소 등)들을 적용하였다. 성능 평가 결과, 클라우드 작업 처리의 정확도는 평균 3.52% 향상되었고, 클라우드 작업 효율성은 평균 2.84% 향상되었다. 서버에서 클라우드 작업을 처리할 때의 지연 시간은 평균 1.02 ms 단축되었다. 향후 연구에서는 기존 연구 결과를 기반으로 다양한 클라우드 환경에 적용하여 연구를 지속해서 수행할 계획이다.

REFERENCES

[1] Dayarathna, M., Wen, Y., & Fan, R. (2015). Data center energy consumption modeling: A survey. *IEEE Communications surveys & tutorials, 18(1),* 732-794.
DOI : 10.1109/COMST.2015.2481183

[2] Jeong, Y. S. (2024). Design of HIoTAI Model with Big Data-Based AI Model in Cloud Environment. *Smart Convergence Contents Society, 3(1),* 8-15.

[3] Yadav, V., Malik, P., Kumar, A., & Sahoo, G. (2015, November). Energy efficient data center in cloud computing. *In 2015 IEEE international conference on cloud computing in emerging markets (CCEM)* (pp. 59-67). IEEE.
DOI : 10.1109/CCEM.2015.14

[4] Chu, R. C., Simons, R. E., Ellsworth, M. J., Schmidt, R. R., & Cozzolino, V. (2004). Review of cooling technologies for computer products. *IEEE Transactions on Device and materials Reliability, 4(4),* 568-585.
DOI : 10.1109/TDMR.2004.840855

[5] Jeong, Y. S. (2024). Blockchain-based Important Information Management Techniques for IoT Environment. *Advanced Industrial SCIence, 3(1),* 30-36.
DOI : 10.23153/AI-Science.2024.3.1.030

[6] Barhate, S. (2022). An Implementation of Divide and Conquer Clustering Technique for Improving the Interoperability in Hybrid Cloud Environemnt. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 10,* 182-189,
DOI : 10.17762/ijritcc.v10i1s.5822

[7] Chee Yin, H. N., Kassem, M. M., & Mohamed Nazri, F. (2022). Comprehensive review of community seismic resilience: concept, frameworks, and case studies. *Advances in Civil Engineering, 2022(1),* 7668214.
DOI : 10.1155/2022/7668214

[8] Jeong, Y. S. (2024). Blockchain and AI-based big data processing techniques for sustainable

agricultural environments. *Advanced Industrial SCIence, 3(2),* 17-22.
DOI : 10.23153/AI-Science.2024.3.2.017

[9] Jeong, Y. S. (2023). Hierarchical IoT Edge Resource Allocation and Management Techniques based on Synthetic Neural Networks in Distributed AIoT Environments. *Advanced Industrial SCIence, 2(3),* 8-14.
DOI : 10.23153/AI-Science.2023.2.3.008

[10] Alyas, T., Alissa, K., Alqahtani, M., Faiz, T., Alsaif, S. A., Tabassum, N., & Naqvi, H. H. (2022). Multi-Cloud Integration Security Framework Using Honeypots. *Mobile Information Systems, 2022(1),* 2600712.
DOI : 10.1155/2022/2600712

[11] Kaur, J., Kaur, J., Kapoor, S., & Singh, H. (2021). Design & development of customizable web API for interoperability of antimicrobial resistance data. *Sci Rep, 11,* 11226.
DOI : 10.1038/s41598-021-90601-z

[12] Xu, Z., & Chopra, S. S. (2023). Interconnectedness enhances network resilience of multimodal public transportation systems for Safe-to-Fail urban mobility. *Nature communications, 14(1),* 4291.
DOI: 10.1038/s41467-023-39999-w

[13] Agbaegbu, J., Arogundade, O. T., Misra, S., & Damaševičius, R. (2021). Ontologies in cloud computing—review and future directions. *Future Internet, 13(12),* 302.
DOI : 10.3390/fi13120302

[14] Cabrini, F. H., Valiante Filho, F., Rito, P., Barros Filho, A., Sargento, S., Venâncio Neto, A., & Kofuji, S. T. (2021). Enabling the industrial Internet of Things to cloud continuum in a real city environment. *Sensors, 21(22),* 7707.
DOI : 10.3390/s21227707

[15] Tomarchio, O., Calcaterra, D., Di Modica, G., & Mazzaglia, P. (2021). Torch: a tosca-based orchestrator of multi-cloud containerised applications. *Journal of Grid Computing, 19(1),* 5.
DOI : 10.1007/s10723-021-09549-z

[16] Saxena, D., Vaisla, K. S., & Rauthan, M. S. (2019). Abstract model of trusted and secure middleware framework for multi-cloud environment. In *Advanced Informatics for Computing Research: Second International Conference, ICAICR 2018, Shimla, India, July 14-15, 2018, Revised Selected Papers, Part II 2* (pp. 469-479). Springer Singapore.
DOI : 10.1007/978-981-13-3143-5_38

정 윤 수(Yoon-Su Jeong) [종신회원]

· 1998년 2월 : 대학교 전자계산학과 (공)학사
· 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 (이학석사)
· 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 박사(이학박사)
· 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 게임소프트웨어공학과 부교수
· 관심분야 : 유·무선 통신 보안, 정보보호, 바이오인포매틱, 헬스케어, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅
· E-Mail : bukmunro@mokwon.ac.kr