

교육용 보드게임 방법론을 적용한 자원 제약 환경 기반의 텔레메트리 시스템 최적화 정책 제어 학습 모델 제안

김진수*, 최은선**, 박남제***

A Proposal of a Telemetry System Optimization Policy Control Learning Model based on Resource-Constrained Environments Applying Educational Board Game Methodology

Jinsu Kim*, Eunsun Choi**, and Namje Park***

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2026-25498234)

요 약

본 논문에서는 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 QoS 기반 데이터 처리와 정책 기반 자원 제어 구조를 대상으로 물리적 활동 기반의 텔레메트리 교육 방법론을 제안한다. 제안 방법론은 Client, Edge Gateway, Central Server의 계층 구조를 기반으로 구성되며, 제한된 슬롯 환경에서 QoS 기반 데이터 전송, 혼잡 제어, 정책 기반 오케스트레이션 구조를 단계적으로 반영한다. 또한 Booster, Safe, Precision 정책을 통해 처리량, 안정성, 신뢰도 중심의 서로 다른 시스템 운영 전략을 표현할 수 있도록 구성하였다. 이를 통해 실제 텔레메트리 환경에서 발생하는 대역폭 제한, 패킷 유실, 지연 노드, 자원 기반 의사결정 구조를 물리적 활동 기반 학습 환경으로 추상화하였다. 더불어 제안 방법론은 실제 분산 시스템 환경의 데이터 처리 흐름과 정책 기반 제어 구조를 직관적으로 이해할 수 있는 공학 교육 방법론의 가능성을 제시한다.

Abstract

This paper proposes a telemetry-based educational methodology that abstracts QoS-based data processing and policy-based resource orchestration into a physical activity-based learning model. The proposed methodology consists of Clients, Edge Gateways, and a Central Server while reflecting QoS-based data transmission, congestion control, and policy-based orchestration under limited slot environments. In addition, Booster, Safe, and Precision policies were designed to represent different system operation strategies focusing on throughput, stability, and reliability. Through this approach, telemetry-based resource constraints and policy-driven decision-making structures are abstracted into an engineering education environment.

Keywords

telemetry, QoS, edge gateway, congestion control, unplugged education

* 제주대학교 사이버보안인재교육원 연구원
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1009-3928>

** 광주교육대학교 컴퓨터교육학과 교수
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6384-5324>

*** 제주대학교 초등컴퓨터교육전공, 융합정보보안학과 교수
(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4434-8933>

• Received: May 26, 2026, Revised: Jun. 19, 2026, Accepted: Jun. 22, 2026

• Corresponding Author: Namje Park
Dept. of Computer Education, Teachers College, Jeju National
University, 61 Iljudong-ro, Jeju-si, Jeju Special Self-Governing Province,
63294, Korea
Tel.: +82-64-754-4914, Email: namjepark@jejunu.ac.kr

I. 서 론

최근 IoT(Internet of Things), Edge Computing, Fog Computing 기반 환경의 확산에 따라 대규모 텔레메트리 데이터의 실시간 처리 기술의 중요성이 증가하고 있다. 실제 텔레메트리 환경에서는 제한된 네트워크 자원 환경에서 QoS(Quality of Service) 기반 데이터 우선순위 처리, 혼잡 제어, 지연 관리, 정책 기반 자원 제어가 동시에 수행된다. 특히 스마트팜, 스마트시티, 산업용 IoT 환경에서는 네트워크 대역폭, 전력 자원, 연산 성능 등의 제한 속에서 데이터 품질과 처리량 간의 균형을 유지해야 한다[1][2].

그러나 기존의 컴퓨팅 및 언플러그드 기반 교육은 주로 알고리즘 수행 과정이나 프로그래밍 중심 활동에 집중되어 있으며, 실제 분산 시스템 환경에서 발생하는 QoS 기반 데이터 처리와 자원 중심 의사결정 구조를 직관적으로 경험하기 어렵다는 한계를 가진다[3][4]. 특히 실제 텔레메트리 환경에서 발생하는 패킷 유실, 지연 노드, 혼잡 제어와 같은 시스템 수준의 공학적 제약 요소를 교육적으로 반영한 사례는 제한적이다.

본 논문은 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 QoS 기반 데이터 처리와 정책 기반 자원 제어 구조를 물리적 활동 기반 교육 모델로 추상화한 텔레메트리 기반 교육 방법론을 제안한다. 제안 방법론은 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 QoS 기반 데이터 전송, 네트워크 혼잡 제어, 정책 기반 오케스트레이션 구조를 Client, Edge Gateway, Central Server의 계층적 활동으로 교육적으로 추상화하였다. 또한 Booster, Safe, Precision 정책을 통해 동일한 데이터 환경에서도 서로 다른 시스템 운영 결과가 발생할 수 있음을 반영하였으며, 제한된 자원 환경에서 데이터 품질, 처리량, 시스템 안정성 간의 상충 관계를 경험적으로 학습할 수 있도록 설계하였다. 마지막으로 구조적 정합성 분석을 통해 실제 텔레메트리 시스템의 핵심 기술 요소가 교육 규칙에 체계적으로 반영되었음을 확인하였다.

II. 관련 연구 분석

2.1 컴퓨팅 사고력과 시스템 사고

최근 컴퓨팅 사고력(CT, Computational Thinking)은 단순 프로그래밍 및 알고리즘 학습을 넘어, 데이터 기반 문제 해결과 시스템적 사고를 포함하는 방향으로 확장되고 있다[5]. 특히 제한된 자원 환경에서 다양한 요소를 조율하며 최적의 의사결정을 수행하는 능력이 중요한 CT 요소로 강조되고 있다.

Palop et al.[6]은 CT를 데이터·시스템·의사결정 기반의 통합적 사고 체계로 설명하였으며, Yeni et al.[7]은 실제 환경의 제약 조건을 반영한 활동이 학습자의 문제 해결 능력을 향상시킬 수 있음을 보고하였다. 또한 Fanchamps et al.[8]은 자원 분배와 전략 선택을 포함하는 언플러그드 기반 스마트 게임 활동이 협력적 문제 해결과 CT 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 분석하였다.

그러나 기존 CT 교육은 여전히 코딩 문법 및 알고리즘 절차 중심으로 구성되는 경우가 많으며, 자원 제한, 네트워크 혼잡, 데이터 손실과 같은 분산 시스템의 구조적 문제를 교육적으로 다루는 사례는 부족하다. 이에 본 논문은 텔레메트리 기반 분산 시스템 구조를 교육적으로 단순화한 3계층 페루프 활동 구조를 제안하며, 제한된 자원 환경에서 QoS 선택 및 시스템 최적화 과정을 경험할 수 있는 CT 교육 방법론을 제시하고자 한다.

2.2 텔레메트리 아키텍처와 기술적 제약

텔레메트리 시스템은 분산된 단말 환경에서 생성되는 데이터를 수집·전송·분석하여 시스템 상태를 지속적으로 관측하는 구조를 의미한다[9][10]. 일반적으로 시스템은 단말 계층, 네트워크 계층, 중앙 관제 계층으로 구성되며, 제한된 연산 자원과 네트워크 환경 속에서 상호작용한다. 특히 IoT 기반 텔레메트리 환경에서는 모든 데이터를 항상 최대 품질로 처리하기 어렵기 때문에, 데이터 정확성과 자원 사용량 사이의 절충 관계를 고려한 QoS 기반 관리가 요구된다[11].

이러한 환경에서는 다양한 기술적 제약이 발생한다. 단말 계층에서는 지속적인 데이터 송수신 과정

에서 에너지 고갈에 따른 방전 문제가 발생할 수 있으며, 네트워크 계층에서는 제한된 버퍼 용량으로 인해 초과 패킷을 강제로 폐기하는 Tail Drop 기반 유실이 나타난다. 또한 동일 채널에 고품질 데이터가 집중되는 경우 동시 경합에 따른 Straggler 병목 현상이 발생할 수 있으며, 데이터 손실 및 지연은 중앙 서버의 상태 추정 과정에서 오차 노이즈를 유발한다[12]. 이에 따라 중앙 관제 계층은 시스템 안정성을 유지하기 위해 우선순위 제어, 부하 분산, 선택적 처리와 같은 동적 정책 기반 관제를 수행한다. 본 논문은 이러한 실제 텔레메트리 환경의 기술적 특성을 보드게임 및 학습지 기반 활동 구조로 교육적으로 추상화하여, 제한된 자원 환경에서의 시스템 최적화 과정을 경험할 수 있도록 설계하였다. 표 1은 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 핵심 기술 요소와 이를 교육 활동으로 추상화한 대응 관계를 나타낸다.

표 1. 텔레메트리 기술 요소와 교육적 추상화
Table 1. Telemetry mechanisms and educational abstractions

Classification	Technical mechanism	Educational abstraction
Distributed architecture	3-Tier architecture (Edge, network, control tiers)	Player, shared network queue, rule master & policy cards
QoS management	Quality of Service (QoS) level optimization & bandwidth allocation	Non-linear battery consumption function rules by data resolution
Technical constraints	Hardware power depletion, network tail drop, channel contention straggler, state estimation noise	30-Grid battery sheet, queue capacity limits, dice contention penalty, control malfunction cards
Control policy	Central server-driven dynamic control policy	Central control policy cards (e.g., bandwidth expansion, safety mode)

2.3 언플러그드 컴퓨팅 교육과 시스템적 사고

언플러그드 및 게이미피케이션 기반 학습은 디지털 기기 없이 추상적인 컴퓨터 과학 개념을 물리적 활동으로 가시화함으로써 학습자의 인지적 부담을 완화하고 협력적 문제 해결 환경을 제공할 수 있다

는 점에서 컴퓨팅 교육 분야에서 지속적으로 활용되고 있다[13-14]. 특히 카드·보드게임·역할 기반 활동은 규칙 기반 사고와 절차적 문제 해결 과정을 직관적으로 경험하게 할 수 있어 초등 수준의 컴퓨팅 사고력 교육 도구로 활용되고 있으며, 언플러그드 기반 활동이 CT 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 실증 연구 역시 보고되고 있다[15].

최근 연구에서는 게임 기반 활동이 단순 알고리즘 절차 학습을 넘어 협력적 문제 해결 및 시스템적 사고 확장 방향으로 발전하고 있다[16]. 또한 가시적 상호작용을 활용한 스마트 학습 활동은 학습자의 상호작용과 피드백 중심 문제 해결 과정을 강화하며, CT 향상에 유의미한 효과를 가지는 것으로 분석되고 있다[17][18]. 그러나 기존 교육용 보드게임 연구의 상당수는 단일 에이전트의 이동 경로 제어 및 순차적 명령 수행 중심 활동에 집중되어 있으며, 실제 컴퓨터 시스템 환경에서 발생하는 자원 제한, 데이터 병목, 우선순위 조율과 같은 구조적 문제를 반영하는 사례는 제한적인 실정이다.

본 논문은 실제 분산 인프라 환경의 하드웨어 제약과 네트워크 제약을 독립적이면서도 상호 연계된 게임 규칙으로 구현함으로써 기존 언플러그드 보드게임 연구와 차별성을 가진다. 특히 단말의 전력 소모와 데이터 병목·유실 현상을 다차원적 메커니즘으로 설계하여, 학습자가 시스템 전체의 상호작용과 자원 조율 과정을 복합적으로 이해할 수 있도록 구성하였다. 이를 통해 단순 알고리즘 수행을 넘어, 제한된 자원 환경에서 시스템의 안정성과 성능을 동시에 고려하는 시스템 최적화 관점의 컴퓨팅 사고력을 함양할 수 있도록 하였다.

III. 시스템 설계 및 교구 기반 교육 방법론

본 논문에서는 실제 무선 텔레메트리 인프라의 복잡한 데이터 파이프라인을 교육적으로 추상화하기 위해, 디바이스, 에지 게이트웨이, 중앙 클라우드로 이어지는 3단계 분산 아키텍처 기반의 시스템을 설계하였다. 본 장에서는 제안 시스템의 기술적 설계 명세와 이를 실제 교육 현장에 적용하기 위한 운영 프로세스를 기술한다.

3.1 시스템 아키텍처 및 기술적 설계

제안 방법론은 실제 무선 텔레메트리 인프라의 4단계 데이터 생명 주기를 기반으로 설계되었다. 그림 1은 실제 시스템의 데이터 흐름과 이를 물리적 교구 규칙으로 역설계한 제안 방법론 간의 대응 관계를 나타낸다.

데이터 생성 단계에서 단말 노드는 제한된 에너지 자원 하에 환경 데이터를 수집하며, 이는 제안 교구에서 학습자가 30칸의 배터리 자원 스택을 차감하며 도메인별 선택형 카드를 기입하는 능동적 센싱 과정으로 매핑된다.

이어지는 네트워크 혼잡 제어 단계에서는 실제 텔레메트리 환경에서 발생하는 QoS 기반 대역폭 할당, 채널 경합, 버퍼 초과에 따른 데이터 폐기 현상을 반영한다. 이를 위해 15슬롯(5×3) 격자판 위에서 카드 면적 점유와 등급별 우선순위 필터링 규칙을 적용하여, 분산 시스템의 구조적 제약과 자원 희소성을 물리적으로 구현하였다. 데이터 집계 단계에

서는 에지 게이트웨이가 수집된 원시 데이터를 도메인별 통계 파라미터 벡터로 정제하여 상위 계층으로 전달함으로써, 불필요한 통신 오버헤드를 최소화하는 에지 컴퓨팅 기술을 모방한다.

마지막으로 중앙 서버 계층에서는 집계된 정보를 기반으로 전역 상태를 평가하고, 과부하 발생 시 비상 자원 동적 할당 정책이나 시스템 모드 전환 규칙을 발동한다. 이러한 페루프 제어 구조는 학습자가 차기 라운드의 통신 환경이 정책에 따라 동적으로 변화하는 과정을 경험하게 함으로써, 제한된 자원 환경에서의 시스템 최적화 관점과 컴퓨팅 사고력을 함양할 수 있도록 설계되었다.

3.2 텔레메트리 기반 교육 방법론 설계

제안하는 시뮬레이션 프레임워크의 핵심 규칙 및 정량적 파라미터는 실제 무선 텔레메트리 및 분산 연합학습 환경을 다룬 기존 선행 연구 논문의 기술적 제약 상황을 기반으로 설계되었다.

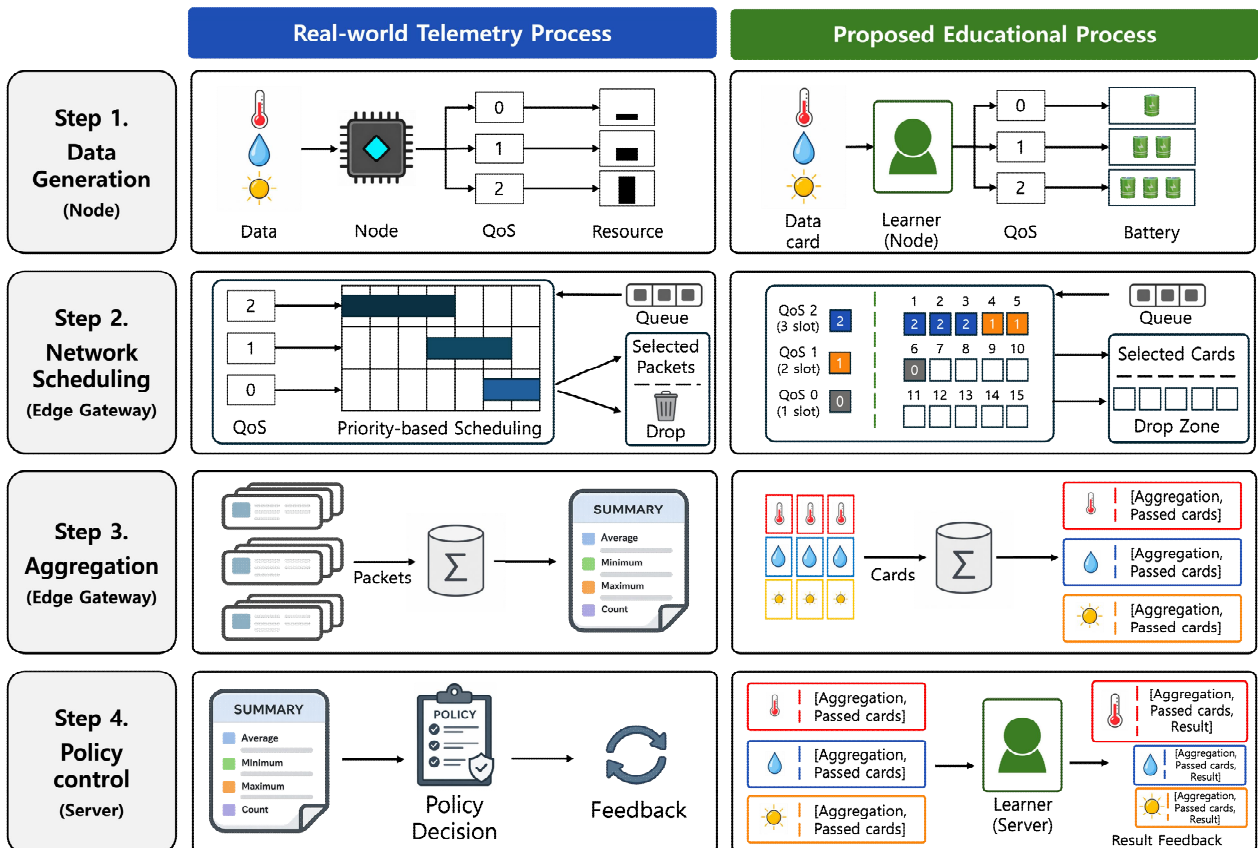


그림 1. 텔레메트리 데이터 흐름과 제안 교육 방법론의 계층 기반 구조

Fig. 1. Layered structure of real-world telemetry data flow and the proposed educational methodology

본 방법론은 해당 기준 논문이 정의한 인프라적 병목 현상을 학습자가 고비용의 에뮬레이터 없이 가시적으로 체득할 수 있도록, 각 제약 조건에 대응하는 실시간 발동 조건과 페널티 프로세스를 상호 유기적으로 역설계하였다.

3.2.1 센서 노드 기술적 추상화 및 교육적 매핑

실제 텔레메트리 환경에서 센서 노드는 제한된 배터리 자원과 네트워크 대역폭 환경 하에서 지속적인 데이터 수집 및 전송을 수행한다. 이 과정에서 높은 샘플링 주기와 QoS 수준의 증가는 데이터 정확도와 신뢰성을 향상시키지만, 동시에 단말의 전력 소모와 네트워크 자원 점유율을 증가시키는 특성을 가진다. 특히 다수의 센서 노드가 동시에 고품질 데이터를 전송할 경우, 공유 통신 채널의 부하가 증가하여 버퍼 포화, 전송 지연, 패킷 유실과 같은 네트워크 혼잡 현상이 발생할 수 있다. 따라서 실제 텔레메트리 시스템에서는 단말의 배터리 상태와 네트워크 전체의 가용 자원을 동시에 고려한 QoS 기반 전송 제어 및 스케줄링 메커니즘이 요구된다.

제안 방법론은 실제 텔레메트리 환경에서 센서 노드가 수행하는 데이터 선택 및 전송 과정을 학습자가 직관적으로 경험할 수 있도록 구성하였다. 스마트팜 환경을 기반으로 온도, 습도, 조도의 세 가지 요소를 정의하고, 각 요소별로 서로 다른 값을 가지는 데이터를 제공한다. 학습자는 매 라운드마다 요소별 데이터를 선택하고 QoS 수준을 결정하여 전송 데이터를 구성하게 되며, QoS 수준에 따라 배터리 자원과 네트워크 점유량이 차등적으로 소모되도록 설계하였다. 특히 QoS 0은 최소 수준의 데이터 전송을 의미하며 낮은 자원 소모를 가지지만 데이터 유실 가능성이 높고, QoS 2는 높은 신뢰성을 보장하는 대신 더 많은 배터리와 네트워크 자원을 점유하도록 구성하였다. 또한 학습자는 환경 데이터 카드, 배터리 칩, 전송용 데이터 용지 및 개인 학습지를 활용하여 자신의 전송 전략과 자원 사용 상태를 기록한다. 전송용 데이터 용지에는 QoS 수준, 데이터 요소 및 선택한 수치 정보를 기록하며, 개인 학습지에는 매 라운드의 QoS 선택 결과와 요소별

데이터 값, 중앙 서버의 평가 결과(H/G/L)를 누적 기록하도록 구성하였다. 이를 통해 학습자는 이전 라운드의 결과를 기반으로 다음 라운드의 데이터 선택 및 QoS 전략을 조정하게 되며, 반복적인 피드백 과정을 통해 최적 범위에 수렴하는 데이터 전송 전략을 학습하게 된다. 본 논문에서는 실제 QoS 수준 간 자원 소모의 상대적 차이를 교육적으로 단순화하기 위해 QoS 0, QoS 1, QoS 2를 각각 1:2:3 비율의 배터리 및 슬롯 점유 구조로 설계하였다. 이는 높은 신뢰도를 요구하는 데이터 전송일수록 더 많은 통신 자원과 전력 자원이 필요하다는 실제 텔레메트리 환경의 특성을 반영하기 위한 것이다. 표 2는 센서 노드 학습자를 위한 학습지에 포함되어야 할 요소를 정의하였다.

표 2. 센서 노드 학습지 구성 요소

Table 2. Sensor node learning components

Component	Structure & usage	Learning purpose
Environment	Temperature / humidity / light cards	Sensor sampling & data selection
Battery chips	Resource reduction by QoS level	Power consumption visualization
Transmission paper	Record QoS, type, and value	Telemetry packet abstraction
Personal worksheet	Record QoS and H/G/L feedback	Strategy adjustment & optimization

3.2.2 엣지 게이트웨이 기술적 추상화 및 교육적 매핑

실제 텔레메트리 환경에서 엣지 게이트웨이는 다수의 센서 노드로부터 유입되는 데이터를 제한된 네트워크 자원 내에서 우선순위 기반으로 스케줄링하고, 혼잡 제어와 경량 집계를 수행하는 핵심 중계 계층으로 동작한다. 특히 Fog 및 IoT 기반 분산 환경에서는 제한된 대역폭(Bandwidth limitation), 패킷 유실(Packet loss / drop), 지연 노드(Straggler problem), 연산 부하(Computational constraint), 통신 지연(Communication latency)과 같은 제약 상황이 반복적으로 발생하며, 기존 연구들은 이를 해결하기 위한 QoS 기반 Queue Scheduling, Traffic Shaping, Packet Filtering 구조의 필요성을 강조하고 있다[19][20]. 본 논문은 이러한 실제 텔레메트리 환경의 핵심 제약

구조를 기반으로 엣지 게이트웨이 중심의 혼잡 제어 및 자원 스케줄링 메커니즘을 교육적으로 추상화하였다. 표 3은 실제 텔레메트리 환경에서 반복적으로 발생하는 핵심 기술적 제약 상황과, 이를 제안 방법론에서 어떻게 교육적으로 추상화하였는지를 정리한 것이다.

제안 방법론에서 학습자는 엣지 게이트웨이 역할을 수행하며, 클라이언트로부터 전달된 데이터를 15개의 데이터 슬롯으로 구성된 QoS 격자판 내에 선택적으로 배치한다. 이때 QoS 수준에 따라 QoS 2는 3칸, QoS 1은 2칸, QoS 0은 1칸의 슬롯을 점유하도록 설계하여, 높은 품질의 데이터 전송이 더 많은 대역폭과 버퍼 자원을 요구하는 실제 네트워크 구조를 반영하였다. 또한 슬롯 한계를 초과하는 데이터는 Drop 또는 Straggler 상태로 처리되며, 엣지 게이트웨이는 남은 슬롯 상황과 자신의 우선순위 전략에 따라 어떤 데이터를 최종적으로 수용할 것인지 선택적으로 결정한다. 이러한 구조는 실제 네트워크 환경의 Admission Control, Queue Scheduling, Tail Drop 및 Traffic Shaping 메커니즘을 단순화하여 반영한 것이다.

또한 엣지 게이트웨이는 단순 데이터 전달에 그치지 않고, 최종적으로 생존한 패킷에 대해서만 경량 집계를 수행하도록 구성하였다. 실제 Edge/Fog 환경에서는 네트워크 부하 감소와 전송 효율 향상을 위해 모든 원시 데이터를 중앙 서버로 직접 전

달하지 않고 평균값, 대표값, 샘플 수와 같은 요약 파라미터 형태로 압축하여 전달한다. 이를 반영하여 제안 방법론에서도 엣지 게이트웨이는 생존한 온도·습도·조도 데이터의 평균값과 통과 데이터 수를 계산하여 중앙 서버로 전달하도록 설계하였다.

이후 엣지 게이트웨이는 중앙 서버로부터 전달된 정책에 따라 데이터를 처리한다. 학습자는 이러한 과정을 통해 제한된 자원 환경에서 데이터 우선순위와 네트워크 혼잡이 전체 시스템의 데이터 품질과 처리 효율에 미치는 영향을 직관적으로 이해하도록 유도된다. 또한 동일한 데이터 환경에서도 선택한 정책에 따라 서로 다른 결과가 도출될 수 있음을 경험하게 된다. 표 4는 이러한 과정을 수행하기 위해 구성된 엣지 게이트웨이 학습지의 주요 요소를 정리한 것이다.

표 4. 엣지 게이트웨이 학습지 구성 요소
Table 4. Edge gateway learning components

Component	Structure & usage	Learning purpose
QoS grid	15-slot packet placement	Queue scheduling & congestion control
Policy area	Booster / safe / precision mode	SDN-based policy control
Aggregation sheet	Avg temp / hum / light	Lightweight local aggregation
Transmission result	Delivered packet count	Edge-to-cloud transmission

표 3. 텔레메트리 기술 제약 상황의 교육적 추상화
Table 3. Educational abstraction of telemetry technical constraints

Technical constraint	Trigger condition	System response & penalty	Engineering context & educational purpose
Bandwidth limitation	Total incoming packets exceed the physical 15-slot grid capacity	Overflow traffic enters drop or straggler handling stage	Reflects limited bandwidth and buffer capacity in gateways and routers
Packet loss / drop	Low-priority packets exceed available slot capacity under congestion	QoS 0 packets are preferentially discarded	Reflects traffic shaping and priority-based packet filtering
Straggler problem	More than two QoS 2 packets occur in the same domain	Excess packets are delayed and moved to Straggler state	Reflects channel contention and tail latency in high-traffic environments
Computational constraint	Accumulated delayed packets exceed processing capacity	Queue flush or round skip occurs	Reflects overload prevention and queue reset mechanisms
Communication latency	Central server activates additional resource scaling	Delayed packets are partially recovered and reflected in results	Reflects SDN-based dynamic resource allocation and latency recovery

3.2.3 중앙 서버 기술적 추상화 및 교육적 매핑

실제 텔레메트리 및 SDN 기반 환경에서 중앙 서버는 전체 네트워크 상태를 분석하여 자원 분배와 혼잡 제어 정책을 동적으로 조정하는 상위 제어 계층으로 동작한다. 특히 Fog 및 Edge 환경에서는 네트워크 혼잡도, 데이터 품질, 지연 상태 등을 고려한 정책 기반 오케스트레이션이 수행되며, 이러한 중앙 정책은 Edge Gateway의 Queue Scheduling 및 Packet Filtering 방식에 직접적인 영향을 미친다. 또한 기존 SDN 및 Fog Computing 연구들은 제한된 자원 환경에서 QoS 기반 서비스 오케스트레이션과 동적 자원 할당의 중요성을 강조하고 있다[21][22].

본 논문에서는 이러한 정책 기반 제어 구조를 교육적으로 단순화하여, 학습자가 제한된 자원 환경에서 데이터 처리 정책과 혼잡 제어 전략의 차이를 직관적으로 이해할 수 있도록 설계하였다. 표 5는 실제 시스템의 집계 및 정책 제어 기법을 제안 방법론의 교육적 규칙으로 대응시켜 정리한 것이다.

표 5. 중앙 서버 기반 정책 제어 구조의 교육적 추상화
Table 5. Educational abstraction of central server-based policy control

Category	Formal technique	Proposed rule	Educational context
Aggregation	Arithmetic mean aggregation	Calculate average of received data	Statistical aggregation in distributed sensing
	Majority voting aggregation	Select the most frequent value	Noise filtering and consensus formation
	Min-Max selection aggregation	Select min or max value based on policy	Threshold-based anomaly detection
Orchestration	Dynamic resource scaling	Booster: all QoS packets occupy 1 slot and recover delayed packets first	Throughput-oriented resource expansion
	Conservative congestion control	Safe: overflow packets are immediately dropped	Stability-oriented congestion management
	Reliability-aware aggregation	Precision: QoS 2 data are reflected one additional time	Reliability-oriented weighted aggregation

제안 방법론은 이러한 중앙 제어 구조를 정책 선택 기반의 학습 활동으로 추상화하였다. 중앙 서버 역할의 학습자는 엣지 게이트웨이로부터 전달받은 평균값과 통과 데이터 수를 기반으로 전체 시스템 상태를 분석하고, 다음 라운드에 적용할 집계 정책과 혼잡 제어 정책을 선택한다. 집계 정책은 Arithmetic Mean Aggregation, Majority Voting Aggregation, Min-Max Selection Aggregation으로 구성되며, 각각 평균 기반 집계, 다수결 기반 집계, 임계치 기반 극단값 탐지 구조를 단순화하여 반영하였다. 또한 혼잡 제어 정책은 Booster, Safe, Precision의 세 가지 모드로 구성하였다. Booster 모드는 모든 QoS 데이터를 동일한 1칸 크기로 처리하고 지연된 데이터를 우선 복구하여 처리량을 최대화하는 정책이며, Safe 모드는 기본 QoS 슬롯 규칙을 유지한 상태에서 슬롯 한계를 초과한 데이터를 즉시 폐기하여 시스템 안정성과 혼잡 완화를 우선적으로 고려하는 정책이다. Precision 모드는 QoS 2 데이터를 집계 과정에서 동일 데이터가 한 장 더 존재하는 것으로 간주하여 평균 계산에 추가적으로 반영함으로써, 높은 신뢰도를 가지는 데이터가 최종 결과에 더 큰 영향을 미치도록 설계하였다[23]-[30].

표 6. 중앙 서버 학습지 구성 요소
Table 6. Central server learning components

Component	Structure & usage	Learning purpose
Energy stack	Records energy consumption during policy activation	Dynamic resource allocation
Aggregation result sheet	Records average values and surviving packet counts	Centralized telemetry analysis
Aggregation policy selector	Selects average / majority / min-max policies	Aggregation algorithm-based data processing
Congestion control policy selector	Cost-based policy selection: safe(1) / precision(2) / booster(4)	QoS-aware service orchestration
H/G/L status board	Displays global system status	Global system monitoring
Policy broadcast board	Publishes next-round policies	Centralized policy broadcasting

또한 중앙 서버는 전달받은 데이터의 최종 온도·습도·조도 상태를 H(High), G(Good), L(Low) 형태로

평가하여 전체 학습자에게 공개한다. H는 목표 범위를 초과한 상태, G는 교수자가 설정한 목표 범위 내 상태, L은 목표 범위에 미달한 상태를 의미한다. 목표 범위와 허용 범위는 학습 시작 전 교수자가 설정한다. 학습자는 이러한 피드백 결과와 공개된 정책 정보를 기반으로 다음 라운드에서 QoS 수준과 데이터 선택 전략을 조정하게 되며, 반복적인 정책 적용과 결과 분석 과정을 통해 제한된 자원 환경에서 데이터 품질과 시스템 효율 간의 균형을 학습하도록 구성하였다. 표 6은 중앙 서버 학습자를 위한 학습지에 포함되어야 할 요소를 정의하였다.

3.3 텔레메트리 데이터 흐름 기반 교육 수행 절차

제안 방법론은 실제 텔레메트리 데이터 흐름 구조를 기반으로, 센서 노드, 엣지 게이트웨이, 중앙 서버의 계층적 역할을 교육 활동으로 추상화하여 구성하였다. 전체 학습 과정은 라운드 기반으로 반복 수행되며, 각 학습자는 제한된 자원 환경에서 데이터 선택, QoS 설정, 혼잡 제어, 집계 정책 선택 과정을 수행하게 된다. 특히 본 방법론은 단순 데이터 전달 활동이 아니라, 제한된 네트워크 자원과 시스템 정책 변화에 따라 데이터 처리 전략을 지속적으로 조정하도록 설계하였다. 이를 통해 학습자는 실제 텔레메트리 환경에서 발생하는 QoS 기반 데이터 전송, 혼잡 제어, 지연 처리, 정책 기반 오케스트레이션 구조를 단계적으로 경험할 수 있도록 구성하였다. 제안 방법론은 데이터 카드, QoS 선택 카드, 배터리 칩, 데이터 기록지 및 정책 보드를 활용하여 운영된다. 기본 구성은 3명의 Client 학습자, 1명의 Edge Gateway 학습자, 1명의 Server 학습자로 이루어진 총 5인 구조를 기준으로 설계되었다. Client 학습자는 환경 데이터를 선택하고 QoS 수준을 결정하여 전송하며, Edge Gateway 학습자는 수신 데이터를 슬롯 기반으로 스케줄링하고 집계를 수행한다. Server 학습자는 집계 결과를 기반으로 정책을 선택하고 시스템 상태를 평가한다. 학습 환경에 따라 Client 역할 인원을 추가하여 참여 규모를 확장할 수 있다.

그림 2는 제안 방법론의 전체 교육 흐름과 계층별 역할 구조를 나타낸 것이다. 좌측 영역은 교수자

의 사전 설정 단계로, 전체 라운드 수, 클라이언트 배터리 스택, 중앙 서버 에너지 스택, 그리고 온도·습도·조도의 목표 범위 및 유효 범위를 설정한다. 이후 진행 단계에서는 Client, Edge Gateway, Central Server의 세 계층이 순차적으로 동작한다. Client 역할의 학습자는 온도·습도·조도 카드 중 각 1장을 선택하고, QoS 0~2 수준을 결정한 뒤 배터리 자원을 소모하여 데이터를 전송한다. Edge Gateway 역할의 학습자는 수신된 데이터를 QoS 수준에 따라 15개의 슬롯에 배치하며, QoS 2는 3칸, QoS 1은 2칸, QoS 0은 1칸을 차지하도록 구성하였다. 슬롯 초과 상황에서는 Drop 및 Straggler 처리를 수행하며, 이후 생존 패킷만을 대상으로 경량 집계를 수행한다.

중앙 서버 역할의 학습자는 엣지 게이트웨이로부터 전달받은 집계 결과를 기반으로 전체 시스템 상태를 평가하고, Average, Majority Voting, Min-Max 기반의 집계 정책과 Booster, Safe, Precision 기반의 혼잡 제어 정책을 선택한다. Booster 정책은 모든 QoS 데이터를 동일한 1칸 크기로 처리하여 처리량을 극대화하는 정책이며, Safe 정책은 기본 QoS 규칙을 유지하면서 초과 데이터를 즉시 폐기하는 안정성 중심 정책이다. 또한 Precision 정책은 QoS 2 데이터를 집계 과정에서 한 번 더 반영함으로써 높은 신뢰도의 데이터가 결과값에 더 큰 영향을 미치도록 구성하였다. 중앙 서버는 최종적으로 온도·습도·조도 상태를 H(High), G(Good), L(Low) 형태로 평가하여 전체 학습자에게 공개하며, 학습자는 이러한 피드백을 기반으로 다음 라운드에서 데이터 선택 및 QoS 전략을 조정하게 된다.

또한 제안 방법론은 라운드 종료 조건을 통해 실제 시스템 운영 환경의 자원 한계 상황을 교육적으로 반영하였다. 모든 라운드가 종료되거나, 클라이언트 배터리 또는 중앙 서버 에너지 스택이 모두 소진될 경우 시스템은 종료된다. 반면 모든 요소가 적정 범위에 도달한 경우에는 시스템 안정화 상태로 판단하여 학습을 종료한다. 이와 같은 반복적 정책 적용과 피드백 기반의 전략 수정 과정을 통해 학습자는 제한된 네트워크 자원 환경에서 데이터 품질, 처리량, 시스템 안정성 간의 균형 관계를 경험적으로 학습하도록 구성하였다.

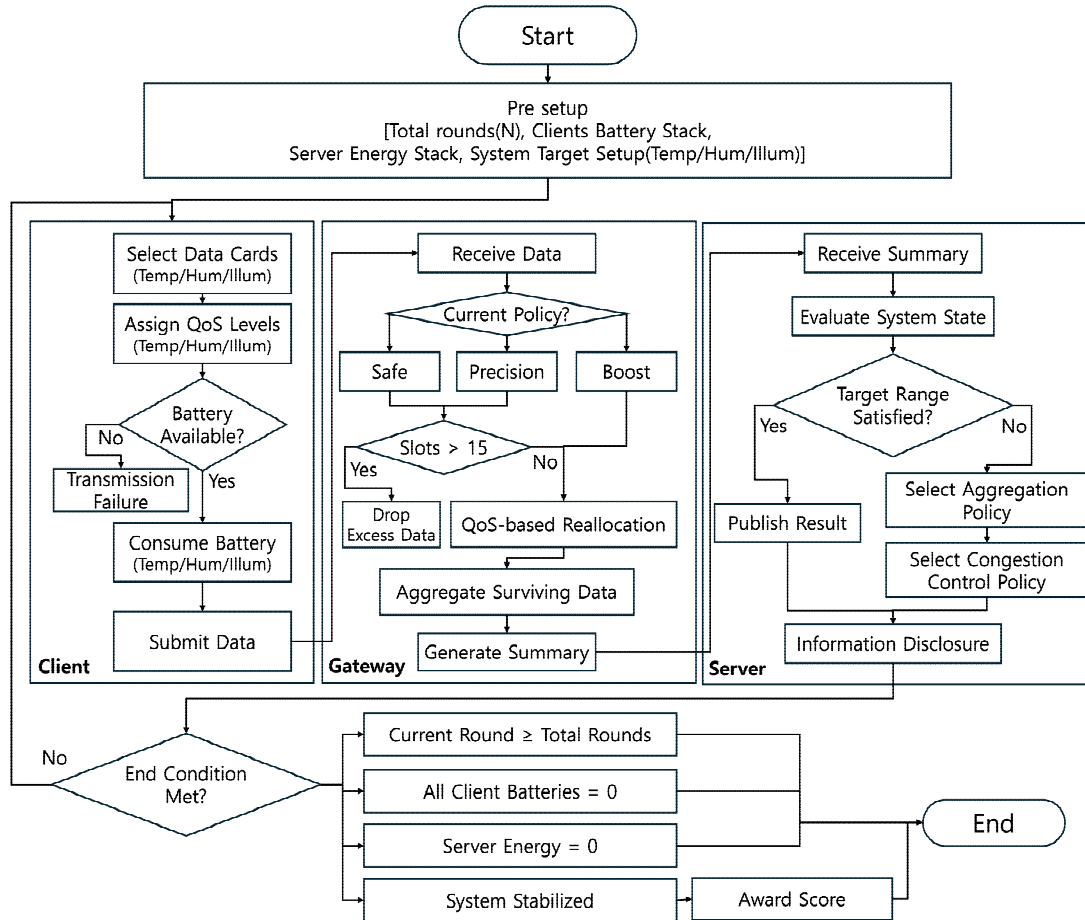


그림 2. 제안 텔레메트리 기반 교육 방법론의 계층별 수행 흐름
Fig. 2. Layered execution flow of the proposed telemetry-based educational methodology

IV. 제안 방법론의 구조적 정합성 분석

4.1 시스템 제약 요소의 구조적 반영 분석

제안 방법론은 실제 텔레메트리 환경에서 발생하는 네트워크 자원 제약과 데이터 처리 구조를 물리적 교구와 정책 기반 활동으로 추상화하였다. 특히 Client, Edge Gateway, Central Server의 계층 구조를 기반으로, 실제 환경에서 발생하는 대역폭 제한, 패킷 유실, 지연 노드, 집계 연산 제약, 통신 지연 상황을 라운드 기반 데이터 처리 구조로 단순화하여 반영하였다.

Client 계층에서는 QoS 수준에 따라 배터리 소모량과 슬롯 점유량이 달라지도록 구성함으로써, 실제 단말 환경에서 발생하는 전력-성능 간 상충 관계를 반영하였다. 또한 Edge Gateway 계층에서는 제한된 15개의 슬롯을 기반으로 데이터를 선택적으로 배치

하도록 구성하였으며, 슬롯 초과 상황에서는 Drop 및 Straggler 처리를 수행하도록 설계하였다. 이는 실제 텔레메트리 환경에서 제한된 네트워크 대역폭과 Queue Scheduling 구조를 물리적 공간으로 단순화한 것이다. 또한 중앙 서버 계층에서는 Aggregation Policy와 Congestion Control Policy를 기반으로 전체 시스템의 데이터 처리 방식을 변경하도록 구성함으로써, 실제 SDN 및 Fog 기반 환경에서 사용되는 정책 기반 오케스트레이션 구조를 단계적으로 반영하였다.

4.2 정책 기반 시스템 흐름 분석

제안 방법론은 동일한 입력 데이터 환경에서도 중앙 서버의 정책 선택에 따라 시스템 처리 구조가 달라지도록 구성하였다. 특히 Booster, Safe, Precision 정책은 각각 처리량, 안정성, 신뢰도를 우

선적으로 고려하는 구조로 설계되었다.

Safe 정책에서는 기본 QoS 슬롯 규칙을 유지한 상태에서 슬롯 초과 데이터를 즉시 폐기하도록 구성하였다. 이에 따라 제한된 슬롯 환경에서도 안정적인 Queue Scheduling 구조를 유지할 수 있도록 설계하였다. 반면 Booster 정책에서는 모든 QoS 데이터를 동일한 1칸 크기로 처리하고 Straggler 데이터를 우선 복구하도록 구성함으로써, 동일한 슬롯 환경에서도 더 많은 데이터가 생존할 수 있도록 설계하였다. 또한 Precision 정책에서는 QoS 2 데이터를 집계 과정에서 한 번 더 반영하도록 구성하여, 높은 신뢰도를 가지는 데이터가 최종 결과값에 더 큰 영향을 미치도록 설계하였다.

이와 같은 정책 구조는 동일한 데이터 환경에서도 시스템 운영 목표에 따라 서로 다른 처리 전략이 적용될 수 있음을 보여준다. 특히 제한된 슬롯 환경에서 데이터 생존율, 혼잡 상태, 집계 결과가 정책에 따라 달라지도록 구성함으로써, 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 자원 기반 정책 제어 구조를 단계적으로 반영하였다.

4.3 종합 분석

제안 방법론은 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 QoS 기반 데이터 전송, Queue Scheduling, Packet Filtering, 정책 기반 오케스트레이션 구조를 물리적 교구와 라운드 기반 활동으로 단순화하여 반영하였다. 특히 Client, Edge Gateway, Central Server의 계층 구조를 기반으로 데이터 선택, 혼잡 제어, 집계 정책 선택 과정이 단계적으로 연결되도록 구성함으로써, 실제 시스템 환경에서 발생하는 자원 제약 기반 의사결정 구조를 직관적으로 표현하였다.

또한 제안 방법론은 제한된 슬롯과 에너지 자원 내에서 데이터 품질, 처리량, 시스템 안정성 간의 상충 관계를 고려하도록 설계하였다. 이를 통해 실제 텔레메트리 환경에서 사용되는 정책 기반 시스템 운영 구조와 자원 중심 의사결정 과정을 교육적으로 추상화하였다는 점에서 공학적 의의를 가진다.

V. 결 론

본 논문은 실제 텔레메트리 환경에서 발생하는 QoS 기반 데이터 전송, 혼잡 제어, 정책 기반 오케스트레이션 구조를 라운드 기반 활동으로 추상화한 텔레메트리 기반 교육 방법론을 제안하였다. 제안 방법론은 Client, Edge Gateway, Central Server의 계층 구조를 기반으로 배터리 자원, 데이터 슬롯, 정책 기반 제어 구조를 단계적으로 반영하였으며, 실제 환경에서 발생하는 대역폭 제한, 패킷 유실, 지연 노드, 집계 연산 제약, 통신 지연 상황을 교육적으로 단순화하여 표현하였다.

또한 제안 방법론은 QoS 기반 데이터 선택과 정책 기반 혼잡 제어 구조를 통해 제한된 자원 환경에서 데이터 품질, 처리량, 시스템 안정성 간의 상충 관계를 직관적으로 경험할 수 있도록 설계하였다. 특히 Booster, Safe, Precision 정책을 기반으로 동일한 데이터 환경에서도 서로 다른 시스템 처리 결과가 발생하도록 구성함으로써, 실제 텔레메트리 및 SDN 기반 환경에서 사용되는 정책 중심 시스템 운영 구조를 단계적으로 이해할 수 있도록 하였다.

결과적으로 본 논문은 복잡한 서버 인프라나 네트워크 장비 없이도 실제 텔레메트리 환경의 핵심 구조를 물리적 활동으로 추상화하였으며, QoS 기반 데이터 처리와 정책 기반 자원 제어 구조를 단계적으로 표현할 수 있는 교육 방법론을 제안하였다.

다만 본 연구는 텔레메트리 시스템의 구조적 특성을 교육 활동으로 추상화하는 방법론 설계에 초점을 두고 수행되었으며, 실제 학습자를 대상으로 한 교육 효과 검증은 수행하지 못하였다. 또한 특정 텔레메트리 시나리오를 기반으로 설계되었기 때문에 다양한 산업 환경에 대한 일반화 가능성은 향후 추가적인 검증이 필요하다.

향후 연구에서는 실제 학습 환경에서의 적용을 통해 학습자의 문제 해결 전략 변화와 공학적 사고 형성 과정에 대한 정량적 분석을 수행하고, 다양한 네트워크 환경 및 텔레메트리 시나리오를 반영한 확장형 교육 모델로 발전시킬 필요가 있다.

References

- [1] F. Bonomi, R. Milito, J. Zhu, and S. Addepalli, "Fog Computing and Its Role in the Internet of

- Things", Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing, Helsinki, Finland, pp. 13-16, Aug. 2012. <https://doi.org/10.1145/2342509.2342513>.
- [2] J. Kim, N. Park, G. Kim, and S. Jin, "CCTV Video Processing Metadata Security Scheme Using Character Order Preserving-Transformation in the Emerging Multimedia", *Electronics*, Vol. 8, No. 4, 412, Apr. 2019. <https://doi.org/10.3390/electronics8040412>.
- [3] T. Bell, J. Alexander, I. Freeman, and M. Grimley, "Computer Science Unplugged: School Students Doing Real Computing Without Computers", *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, Vol. 13, No. 1, pp. 20-29, Jan. 2009.
- [4] J. Kim and N. Park, "Blockchain-Based Data-Preserving AI Learning Environment Model for AI Cybersecurity Systems in IoT Service Environments", *Applied Sciences*, Vol. 10, No.14, 4718, Jul. 2020. <https://doi.org/10.3390/app10144718>.
- [5] J. M. Wing, "Computational Thinking", *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3, pp. 33-35, Mar. 2006. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.
- [6] B. Palop, I. Díaz, L. J. Rodríguez-Muñiz, and J. J. Santaengracia, "Redefining Computational Thinking: A Holistic Framework and Its Implications for K-12 Education", *Education and Information Technologies*, Vol. 30, pp. 13385-13410, Jan. 2025. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13297-4>.
- [7] S. Yeni, J. Nijenhuis-Voogt, M. Saeli, E. Barendsen, and F. Hermans, "Computational Thinking Integrated in School Subjects - A Cross-case Analysis of Students' Experiences", *International Journal of Child-Computer Interaction*, Vol. 42, Art. no. 100696, pp. 1-13, Dec. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2024.100696>.
- [8] N. Fanchamps, E. van Gool, L. Slangen, and P. Hennissen, "The Effect on Computational Thinking and Identified Learning Aspects: Comparing Unplugged smartGames with SRA-Programming with Tangible or On-screen Output", *Education and Information Technologies*, Vol. 29, No. 3, pp. 2999-3024, Feb. 2024. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11956-6>.
- [9] M. Satyanarayanan, "The Emergence of Edge Computing", *Computer*, Vol. 50, No. 1, pp. 30-39, Jan. 2017. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.9>.
- [10] J. Kim and N. Park, "Role-based Access Control Video Surveillance Mechanism Modeling in Smart Contract Environment", *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, Vol. 33, No. 4, Art. no. e4227, Feb. 2022. <https://doi.org/10.1002/ett.4227>.
- [11] M. Aazam and E. N. Huh, "Fog Computing and Smart Gateway Based Communication for Cloud of Things", *Proceedings of the 2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, Barcelona, Spain, pp. 464-470, Aug. 2014. <https://doi.org/10.1109/FiCloud.2014.83>.
- [12] Z. Gupta and A. K. Bindal, "Delay-Conscious Service Quality Constraint in IoT Sensor Networks for Smart Farming", *Journal of Computer Science*, Vol. 19, No. 8, pp. 1029-1049, Aug. 2023. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2023.1029.1049>.
- [13] T. Bell, I. H. Witten, and M. Fellows, "Computer Science Unplugged: Off-line Activities and Games for All Ages", *University of Canterbury*, Jan. 1998.
- [14] J. Kim and N. Park, "De-Identification Mechanism of User Data in Video Systems According to Risk Level for Preventing Leakage of Personal Healthcare Information", *Sensors*, Vol. 22, No. 7, Art. no. 2589, Mar. 2022. <https://doi.org/10.3390/s22072589>.
- [15] C. Brackmann, M. Román-González, G. Robles, J. Moreno-León, A. Casali, and D. Barone, "Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School", *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and*

- Secondary Computing Education, Nijmegen, The Netherlands, pp. 65-72, Nov. 2017. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069>.
- [16] X. Wang, M. Cheng, and X. Li, "Teaching and Learning Computational Thinking Through Game-Based Learning: A Systematic Review", *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 61, No. 7, pp. 1505-1536, Aug. 2023. <https://doi.org/10.1177/07356331231180951>.
- [17] M. S. Horn, E. T. Solovey, R. J. Crouser, and R. J. K. Jacob, "Comparing the Use of Tangible and Graphical Programming Languages for Informal Science Education", *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Boston, MA, USA, pp. 975-984, Apr. 2009. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518851>.
- [18] J. Kim, and N. Park, "Suggestions for a Blockchain-based Smart Factory Data Verification Mechanism to Enhance Cloud Data Reliability", *Journal of Convergence Science, Technology, and Society*, Vol. 2, No. 2, pp. 45-49, Jan. 2023.
- [19] O. Uviase and G. Kotonya, "IoT Architectural Framework: Connection and Integration Framework for IoT Systems", *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science*, Vol. 264, pp. 1-17, Feb. 2018. <https://doi.org/10.4204/EPTCS.264.1>.
- [20] O. Weidner, M. Atkinson, and A. Barker, "Towards a Comprehensive Framework for Telemetry Data in HPC Environments", *arXiv preprint*, arXiv:1707.02639, Jul. 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.02639>.
- [21] J. S. Tsai, I. H. Chuang, J. J. Liu, Y. H. Kuo, and W. Liao, "QoS-Aware Fog Service Orchestration for Industrial Internet of Things", *IEEE Transactions on Services Computing*, Vol. 15, No. 3, pp. 1265-1279, May-Jun. 2022. <https://doi.org/10.1109/TSC.2020.2978472>.
- [22] H. Gupta, A. Vahid Dastjerdi, S. K. Ghosh, and R. Buyya, "iFogSim: A Toolkit for Modeling and Simulation of Resource Management Techniques in the Internet of Things, Edge and Fog Computing Environments", *Software: Practice and Experience*, Vol. 47, No. 9, pp. 1275-1296, Sep. 2017. <https://doi.org/10.1002/spe.2509>.
- [23] J. Kim and N. Park, "BlockChain Technology Core Principle Education of Elementary School Student Using Gamification", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 23, No. 2, pp. 141-148, Apr. 2019. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.2.141>.
- [24] D. Lee and N. Park, "Technology and Policy Post-Security Management Framework for IoT Electrical Safety Management", *The Transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 66, No. 12, pp. 1879-1888, Dec. 2017. <https://doi.org/10.5370/KIEE.2017.66.12.1879>.
- [25] P. Kim and N. Park, "Development of Information Security Unplugged for DDoS Core Principles for Elementary School Students", *Journal of Convergence Science, Technology, and Society*, Vol. 3, No. 1, pp. 25-30, Jun. 2024. <https://doi.org/10.56366/jcsts.2024.3.1.25>.
- [26] D. Lee and N. Park, "CCTV Video Privacy Protection Scheme Based on Edge Blockchain", *Journal of KIIT*, Vol. 17, No. 10, pp. 101-113, Oct. 2019. <https://doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.10.101>.
- [27] D. Lee and N. Park, "A Study on Metering Data De-identification Method for Smart Grid Privacy Protection", *Journal of KIISC*, Vol. 26, No. 6, pp. 1593-1603, Dec. 2016. <https://doi.org/10.13089/JKIISC.2016.26.6.1593>.
- [28] J. Kim and N. Park, "A Face Image Virtualization Mechanism for Privacy Intrusion Prevention in Healthcare Video Surveillance Systems", *Symmetry*, Vol. 12, No. 6, pp. 891, Jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/sym12060891>.
- [29] D. Lee and N. Park, "Geocasting- based synchronization of Almanac on the maritime cloud for distributed smart surveillance", *The Journal of Supercomputing*, Vol. 73, No. 3, pp. 1103-1118, Mar. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11227-016-1841-5>.

- [30] N. Park and N. Kang, "Mutual Authentication Scheme in Secure Internet of Things Technology for Comfortable Lifestyle", Sensors, Vol. 16, No. 1, pp. 1-16, Dec. 2015. <https://doi.org/10.3390/s16010020>.

저자소개

김 진 수 (Jinsu Kim)



2024년 8월 : 제주대학교
융합정보보안학과(공학박사)
2018년 9월 ~ 현재 : 제주대학교
사이버보안인재교육원 연구원
2025년 11월 ~ 현재 : University
of Queensland visiting
researcher

관심분야 : 클라우드, 지능형 영상감시 시스템, IoT

최 은 선 (Eunsun Choi)



2022년 8월 : 제주대학교
컴퓨터교육전공(교육학박사)
2020년 3월 ~ 2023년 6월 :
제주대학교
사이버보안인재교육원 연구원
2024년 1월 ~ 2024년 8월 :
요크대학교 물리학, 공학 및

기술학부 박사후연구원

2024년 9월 ~ 현재 : 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야 : 인공지능교육, 정보교육, 인공지능 인문학

박 남 제 (Namje Park)



2008년 2월 : 성균관대학교
컴퓨터공학과(공학박사)
2003년 4월 ~ 2008년 12월 : ETRI
정보보호연구단 선임연구원
2009년 1월~ 2010년 8월 : UCLA
Post-Doc., ASU Research
Scientist

2010년 9월 ~ 현재 : 제주대학교 교육대학

초등컴퓨터교육전공 교수,

대학원 융합정보보안학협동과정 교수

관심분야 : 융합기술보안, 컴퓨터교육, 스마트그리드