

# 증강현실을 이용한 전력 설비 모니터링 시스템의 데이터 교환 기법 설계

김동현<sup>1</sup>, 김석수<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>주식회사 더길 선임연구원, <sup>2</sup>한남대학교 멀티미디어학부 교수

## Design of Data Exchange Technique for Power Facilities Monitoring using Augmented Reality

Donghyun Kim<sup>1</sup>, Seoksoo Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Senior researcher, The GiL.co.ltd

<sup>2</sup>Professor, Division of multimedia, Hannam University

**요약** 개인 전력 생산자 및 기반 지식이 부족한 비전문가의 경우 EMS(Energy Management System)을 통해 시설을 제어, 관리, 운영하기 어렵기 때문에 증강현실 및 가상현실을 적용한 모니터링 시스템이 적용되고 있다. 그러나 기존의 시스템들은 센서에서 수집된 아날로그 신호 값에 대한 컬럼 값을 분석하고 이에 대한 컬럼들을 결합한 후 데이터를 변환하는 과정으로 인하여 데이터 액세스 효율성이 떨어진다. 그리고 다양한 아날로그 신호 파형에 대한 액세스 패턴을 수용하기 위한 다수의 인덱스들로 인하여 고속 연산 처리가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 전력설비에서 수집된 데이터를 비트맵 생성기(Bitmap Generator)를 비-트리 구조에 삽입하여 물성 정보로 변환하고 변환된 정보를 공통 키로 암호화하여 각 기기 사이에서 공유되는 리소스에 대한 자원을 계층적으로 제어하는 증강현실 기반 전력시스템의 데이터 교환방법을 제안한다.

**주제어** : 전력설비, 증강현실, 사물 인터넷, 계층적 보안, 모니터링

**Abstract** Since it is difficult for individual power producers and non-professionals who lack basic knowledge to control, manage, and operate facilities through EMS (Energy Management System), augmented reality and virtual reality monitoring systems are applied. However, in the existing systems, data access efficiency is inferior due to the process of analyzing column values for analog signal values collected from sensors and converting data after combining the columns. In addition, high-speed operation processing is difficult due to a large number of indexes for accommodating access patterns for various analog signal waveforms. Therefore, in this paper, a bitmap generator is inserted into a non-tree structure to convert the data collected from power facilities into physical property information, and the converted information is encrypted with a common key, so that the resources for the resources shared between each device are We propose a method of exchanging data for an augmented reality-based power system that is controlled by measurement

**Key Words** : Power Equipment, Augmented Reality, Internet of Things, Hierarchical Security, Monitoring

### 1. 서론

발전 및 전력시스템들은 실제 평균 전력 소비량보다 약 10~15% 정도 전력을 생산하도록 설계되어 있다.

이로 인하여 전력 소비가 높지 않은 평시에 방지되는 전력으로 에너지 효율이 감소하여 전력 생산비용이 증가하는 문제가 있다.

\*Corresponding Author : Seoksoo Kim(sskim@hnu.kr)

전력 생산 효율성 증가를 위해 사용량과 공급량, 전력상의 상태를 확인할 수 있는 스마트 그리드가 소형화 되어 가정에 적용되고 있다.

발전 및 전력을 생산, 운영하는 기업과 기관에서는 EMS(Energy Management System)를 통해 시설을 제어, 관리, 운영하고 있다.

정부에서는 전력의 문제를 해결하고자 개인 전력증개사업을 증가하면서 전력을 생성하고 있다.

EMS는 에너지 소비패턴을 결정짓는 각종 데이터의 수집, 분석과 정보화 통제 및 제어를 수행하기 때문에 전력 설비에 부착한 다수의 센서로부터 데이터를 수집 받아 이를 서버에서 분석하여 처리하는 과정을 가진다.

개인 전력증개사업자들의 경우 대형 설비가 아니라 소규모 전력 설비를 보유하고 있어 대규모 전력 설비를 운영하기 위한 EMS 시스템 구축이 어렵다.

또한 개인 사업자들의 경우 발전/전력 시설을 효율적으로 운영하기 위해서는 실시간으로 현장에서 유동적으로 시설에 대한 데이터를 모니터링하는 시스템이 필요하다.

그러나 설비 및 시스템에 대한 전문적인 지식 및 기술이 부족하여 복잡한 시스템 운영과정 없이 직관적으로 간편하게 데이터를 모니터링 할 수 있는 방안이 필요하다[1].

이를 해결하고자 증강현실을 이용하여 전력 설비에 대한 데이터를 가시적으로 보여주는 모니터링 시스템이 이용되고 있다[2].

기존 증강현실 기반 모니터링 시스템들은 비-트리(B-Tree)인덱스를 사용하여 전력 장비에서 수집된 데이터의 아날로그 신호에 대한 파형을 기반으로 신호에 맞는 데이터를 선별한다. 이후 선별된 데이터 형태, 기준, 그룹 ID등 컬럼 값을 기반으로 결합한다.

단순 센서 신호에 대한 데이터를 그룹화하여 모니터링하는 경우 컬럼 값의 형태로 데이터를 선별하여 가시화해야 한다.

그러나 소규모 전력 설비에서 수집된 데이터들은 복잡한 데이터 계층 구조가 없어 데이터 검출을 위한 기준의 분포도가 낮아 데이터 분석시에 그 컬럼 값에 대한 영향을 미치지 않는다.

증강현실을 이용한 전력 데이터를 가시화하기 위해서는 인식된 패턴에 맞춰 연계된 정보를 3차원 모델링 정보와 연계하여 단일 화면에서 계층적으로 보여줘야

한다.

데이터를 분류하기 위한 값의 분포도가 낮을 경우 데이터 접근, 제공에서 그 효율성이 낮아져 실시간으로 데이터를 수집하고 이를 증강하기 위한 객체로 변환하여 모바일 디바이스로 제공하는데 그 한계가 있다.

또한 계층적으로 데이터를 검색하기 위한 연산 처리가 어렵으며 비-트리 인덱스를 이용한 기존 시스템들의 방식의 경우 센서 데이터 패턴에 대한 인덱스를 기반으로 데이터 접속만 가능하기 때문에 증강 객체를 렌더링하여 제공하기 위한 데이터 수집이 안정적이지 않다는 문제가 있다[3].

따라서 본 논문에서는 센서의 아날로그 데이터를 비트맵 데이터로 변환하는 과정에서 계층 구조를 가지고 있는 데이터의 우선순위 및 결정순위를 부여하고 이를 통해 비-트리 구조에 적용하여 고속으로 데이터를 선별하여 이를 객체화하여 모바일 디바이스의 렌더링 주기에 맞춰 제공하는 증강현실 기반 전력 시스템의 데이터 교환방법을 제안한다.

이때 가공된 전력정보는 암호화되어 하위 노드들간 공유하는 자원을 제어하도록 한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 비트맵 인덱스 엔트리

다수의 센서에서 수집된 데이터가 방대해지면서 실시간으로 데이터를 검색, 분석하는 과정에서 효율적으로 데이터를 인덱싱하기 위한 연구가 진행되고 있다.

EMS 시스템에서는 전력설비의 내부 센서에서 수집한 데이터의 아날로그 신호를 분석하여 물리적인 특성을 가지고 있는 데이터로 변환하고 변환된 데이터를 검색하기 위한 비-트리 인덱스 구조를 이용하여 데이터 컬럼을 생성한다.

비-트리 인덱스 구조의 경우 상위 노드와 하위 노드 간의 계층 구조를 통해 데이터 간 연계성 그룹 정보를 제공하여 데이터 선별을 효율적으로 진행하게 한다.

그러나 데이터를 공유하거나 외부 데이터와 결합하여 데이터를 검색하는 질의를 진행할 경우 참조로 인한 데이터 결합시 인덱스 정보 검색 과정이 길어지면서 데이터 검색시간이 길어지는 문제가 있다.

아래 그림1에서는 인덱스트리의 구조를 나타내고 있으며, 비트맵 인덱스 엔트리의 경우 계층적으로 인덱스

를 구성하는데 중복도가 높은 데이터의 인덱스에 대한 범위, 집계, 집합에 대한 정보를 검색하여 데이터 접근 시질의에 대한 연신 속도가 높아 실시간으로 고속 데이터 접근이 가능하다.

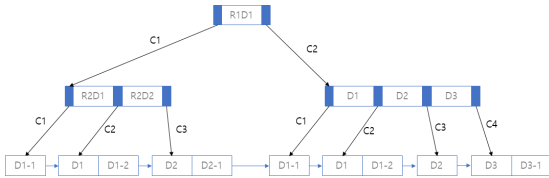


Fig. 1. Structure of Index Tree

비트맵 인덱스 엔트리의 경우 그림 2와 같이 계층적인 구조를 가지고 있는 데이터들을 비트맵 데이터 형태로 변환하여 분석한다.

2계층의 데이터의 경우 1계층 데이터 레코드의 인덱스 정보가 3계층 데이터와 동일할 경우 비트맵 정보를 1로 하며, 동일성이 부족한 경우 비트맵 정보를 0으로 변경한다.

1계층 데이터의 비트맵 정보는 2계층 데이터의 비트맵을 순환구조로 생성하도록 한다[4.5].

Rid	A's value	Bitmap					
		AT&T	Sprint	Verizon	Cell Phones	...	Electronics
1	AT&T	1	0	0	1		1
2	Sprint	0	1	0	1		1
3	AT&T	1	0	0	1		1
4	Verizon	0	0	1	1		1
5	Nikon	0	0	0	0		1
6	Fujifilm	0	0	0	0		1
7	Nikon	0	0	0	0		1
8	Sprint	0	1	0	1		1
9	Canon	0	0	0	0		1

Fig. 2. Structure of bitmap index hierarchy

아날로그 신호로 수집된 센서 데이터를 실시간으로 증강하여 보여주기 위해서는 패턴 ID에 해당하는 센서 ID를 확인한다. 이후 센서 ID들의 그룹 정보를 통해 연계되어 보여주기 위한 데이터를 동시에 실시간으로 접근하여 데이터를 3차원 데이터로 변환하여 출력한다.

증강현실 기반 전력 시스템에서는 아날로그 신호를 기반으로 한 물리적 정보가 증강되어 출력되기 위한 3차원 좌표, 크기 등 다양한 정보와 연계되어 출력되어

야 한다.

따라서 본 논문에서는 비트맵 인덱스 엔트리에서 비트맵 정보를 기반으로 데이터의 집계 질의와 집합 질의를 이용하는 정보를 통해 증강 패턴 ID에 해당하는 전력설비 데이터를 수집한다.

### 3. 본론

본 논문에서 제안하는 증강현실 기반 전력시스템의 데이터 교환 시스템은 전력 생산을 수행하는 전력설비의 센서에서 아날로그 신호를 수집 받으면 서버에서 이를 물리적 데이터로 변환한다.

이후 변환된 데이터를 데이터베이스에 실시간으로 저장한 후 모바일 디바이스에서 해당 패턴을 인식하면 인식된 패턴과 연동된 센서 노드들의 데이터에 접근하여 이를 3차원 데이터로 변환하여 증강하는 구조로 다음 그림 3과 같다.

#### 3.1 디지털 데이터 변환

전력 설비 센서의 경우 타-시그마 디퍼렌셜(Delta-Sigma Differential) 타입[6]의 아날로그 신호이다.

전력 설비 센서에서 수집된 아날로그 신호들을 병렬로 수집하여 분석할 경우 파형에 난수로 인한 잡음이 발생한다.

따라서 수집된 아날로그 신호는 FPGA(Field Programmable Gate Array)를 이용하여 병렬로 데이터를 수집한다[7].

병렬 수집된 데이터는 1개의 센서당 4개의 채널로 수집하여 슈미트 트리거(Schmitt Trigger)[8]를 통해 난수를 제거하고 이를 통해 아날로그 신호 내 잡음 파형을 제거하여 디지털 신호로 변환한다.

변환된 디지털 신호는 DSP(Digital Signal Processor)로 전송하며 이때 수집된 데이터를 고속으로 처리하기 위하여 버퍼를 통해 링구조로 데이터를 처리한다[9].

그림3은 전력 증강 모니터링 시스템을 위한 데이터 교환 기법의 구조의 내용을 보이고 있다.

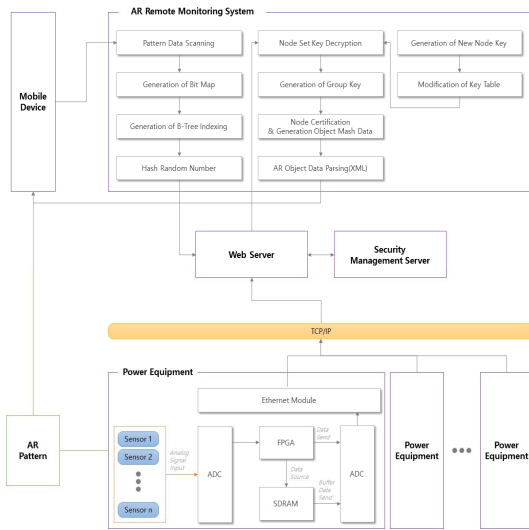


Fig. 3. Structure of data exchange Yechnique for power augmented monitoring system

### 3.2 계층 데이터 엔트리 생성

아날로그 신호는 외적인 요소 또는 딜레이 현상으로 인해 신호전달이 늦어질 수도 있다.

아날로그 신호 데이터를 병렬로 처리할 경우 동시에 데이터를 통합하여 처리하기 위한 DMA(Direct Memory Access) 통신시 패킷 처리 간 데이터 누수가 발생한다.

안정적인 데이터 전송을 위해서는 패킷 데이터를 FPGA에서 디지털 데이터로 변환하는 과정 중 신호의 변환 주기에 인터럽트를 주어 버퍼에 저장하고 이를 순차적으로 전송해야 한다.

전송되는 센서 정보를 8bit의 Digit 데이터로 전송할 경우 물성 정보를 표현하기 위한 데이터 파싱과정 중 딜레이 현상이 발생한다.

이러한 딜레이가 발생할 경우 랜더링 주기와 데이터 선별 주기의 차로 인해 데이터가 순차적으로 증강되어 출력되지 않아 딜레이를 제거하는 과정을 추가적으로 진행할 경우 고속 랜더링 처리가 되지 않는 문제가 있다.

따라서 Hex 코드를 이용하여 센싱 정보를 패킷으로 생성하고 생성된 패킷의 그룹은 16bit의 정보로 8개 그룹화하여 디코딩한다.

디코딩된 정보를 기반으로 데이터를 물리적인 값으로 변경하고 이를 계층적 인덱싱을 수행하기 위한 키값을 적용하여 데이터베이스 테이블을 구성하여 저장한다.

모바일 디바이스에서 증강현실 모듈을 통해 패턴을

검출하게 되면 검출된 패턴 ID를 기반으로 연동된 센서들의 데이터를 스캐닝한다.

컬럼 값을 기반으로 실시간 측정 정보를 확인하고 이를 비트맵 생성기[10]을 통해 로우 아이디, 비트맵 인덱스로 분류하여 엔트리를 생성한다.

### 3.3 계층 데이터 교환

인덱스 엔트리를 기반으로 데이터를 접근하기 위하여 다음 그림 4와 같이 두 계층으로 분리하여 접근을 수행한다.

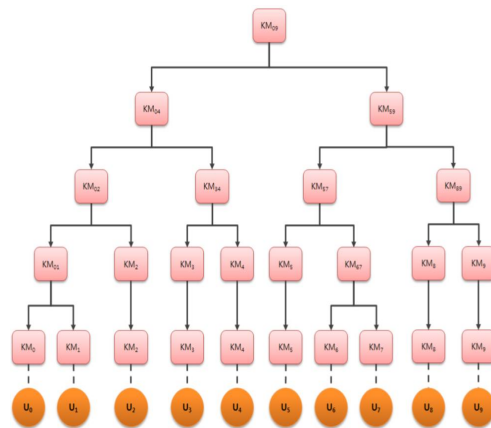


Fig. 4. Structure of measure data exchange

전력 설비에 대한 증강현실 패턴을 검출하면 패턴 ID에 해당하는 데이터를 데이터베이스에서 스캐닝하고 스캐닝된 데이터를 기반으로 비트맵 데이터를 생성한다.

전력설비의 장비들과 센서 노드들은 동적으로 보여주기 위한 데이터별로 그룹핑하고 있다.

그룹별로 키 분배를 수행하기 위하여 모든 노드들은 장비에 ID를 기반으로 각 요청 모니터링에 대하여 SMS(Security Management Server)[11]에 영구 비밀키가 할당되어 있다.

패턴을 인식한 장비에 대하여 사용자가 요청한 데이터를 제공하기 위해서 SMS를 통해 호스트 인증서와 서비스 인증을 위한 인증서를 발급받는다.

이때 발급받은 인증서에는 모든 하위 노드들에 대한 비밀키가 인증서에 포함되어 있어야 한다.

또한 모니터링 시스템은 하위 노드들로부터 암호화된 데이터를 수신받을 때 이를 복호화하기 위해서 SMS 인증서와 동일한 대칭 키를 소유하고 있어야 한다.

발급받은 인증서를 대칭키와 단방향 해쉬 함수를 통해 임의의 정수를 생성하여 웹 서버로 전송한다.

이를 전송받은 웹 서버는 요청한 센서에 전달하여 인증된 하위 노드인지 확인한다.

임의의 정수를 통해 하위 노드의 요청이 수락되면 서비스 인증을 수행한다.

서비스 인증이 수행되면 첫 번째 계층에서는 SMS에서 해당 센서와 연동된 데이터 또는 그룹핑된 데이터를 요청한 구성원들의 그룹 키를 파생시킨다.

모니터링 시스템이 하위 노드들의 리소스를 할당 받기 위하여 요청이 추가되거나 데이터 요청을 취소하거나 갱신할 경우 그룹화된 데이터를 관리하기 위해서 탈퇴된 그룹에 대한 키 갱신을 수행한다.

이때 새로운 키 생성에 대한 알림 메시지가 수신되면 수신 받은 하위 노드들과 그 구성원들은 생성된 키를 비트맵 데이터를 기반으로 직간접적으로 결합한다.

키 갱신이 수행되는 동안 모니터링 시스템은 전력설비의 하위 노드들로부터 인덱스 정보를 수신 받지 못한다.

기존 그룹 구성원에 새로운 하위 노드가 추가되거나 변경된다면 키 갱신이 이루어지며 현재 가지고 있는 키를 통해 새로운 키를 암호화한다. 이후 기존 구성원들에게 새로운 키를 전달하며 추가된 하위 노드들은 새로운 키를 생성하고 이에 대한 사본을 비트맵 인덱스의 중복성이 높은 동일 그룹원들에게 전달한다.

모든 노드들에 대한 키 정보와 그룹화가 이루어지면 모니터링 시스템은 하위 노드 그룹으로부터 동일한 접근 권한을 가지게 된다.

증강현실을 이용한 전력 설비 관리 시스템의 경우 장비에 대한 수치 정보만을 받는 것이 아니라 장비의 3차원 도면, 현장 설비 점검에 관한 메뉴얼, 센서 정보 등을 3차원 오브젝트로 증강하여 보여준다.

3차원 오브젝트를 네트워크로 전송 받을 경우 이를 렌더링 하도록 태그 정보만을 가지고 있는 형태로 전달되며 전달된 태그 정보에 약의적인 정보가 포함되거나 데이터 간 인덱스 정보가 변질 될 경우 정확한 정보가 매칭되어 증강되지 않는다.

2차원 이미지와 영상정보의 경우 데이터를 식별할 수 있는 워터마킹 정보를 기반으로 변질, 변조에 대한 오류를 확인하지만

3차원 오브젝트의 경우 렌더링 특성상 워터마킹에 대한정보가 포함되면 렌더링 작업을 수행하지 못한다.

따라서 본 논문에서는 3D 오브젝트를 구성하는 매쉬 데이터들의 스펙트럼 형성 구조에 따라 폴리곤으로 구성하고 이에 대한 직교 기저에 대한 지오메트리 정보를 가지고 고유 오브젝트를 확인하는 기법을 이용하여 렌더링을 수행한다[12,13].

$$URG = \begin{pmatrix} 0 & r1 & r2 & r3 & r4 \\ u1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ u2 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ u3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ u4 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ u5 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ u6 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

식 1과 같이 오브젝트를 구성하는 매쉬 데이터의 지오메트리에 고유 벡터값에 해당하는 투영식을 다음 식 2를 통해 매쉬 데이터의 스펙트럼과 직교로 구축된 벡터에 대한 정점 좌표를 도출한다.

$$\begin{aligned} (x_1, x_2, \dots, x_n)^T &= r_{s,1}e_1 + \dots + r_{s,n}e_n \\ (y_1, y_2, \dots, y_n)^T &= r_{s,1}e_1 + \dots + r_{s,n}e_n \\ (z_1, z_2, \dots, z_n)^T &= r_{s,1}e_1 + \dots + r_{s,n}e_n \end{aligned} \quad (2)$$

스펙트럼 계수 데이터  $r_s$ 에 대하여 각각 정규화를 수행하기 위한 정규화 값을 적용하여 직교 벡터에 대한 3차원 좌표를 도출하고 이 점에 대한 값을 기준으로 고유 벡터를 생성한다.

렌더링 과정 간 고유 벡터를 가지고 있는지에 대한 여부를 확인하고 고유 벡터를 가지고 있는 모델링 정보에 해당 센서 데이터를 매칭하여 증강하기 위한 오브젝트 정보를 생성한다.

수집된 센서 데이터를 모바일 디바이스에서 증강하여 가시화를 수행하기 위해서는 3차원 가상 데이터로 전환하여 이를 수행한다.

웹 서버에서 생성된 가상 데이터를 3차원 렌더링을 수행하기 위한 XML 태그형식의 문자열 데이터를 생성하며 이때 하위 노드들로부터 접근하기 위한 인증서의 난수 정보를 기반으로 암호화하여 이를 모바일 디바이스로 전송한다.

모바일 디바이스에서는 접근 권한에 대한 정보를 그룹화 키값을 기준으로 확인하며 스펙트럼 확산 통신(Spread Spectrum Communication)원리[14]를 전달 받

은 증강 데이터의 리소스가 변조되지 않도록 확인한다.

#### 4. 결론

본 논문에서 제안하는 방법은 비트맵 인덱스를 이용하여 비트맵 엔트리를 생성하고 생성된 비트맵 엔트리에 해당하는 그룹별로 계층 구조를 설정하여 해당 데이터를 검출하기 위한 조인 결과 시간을 단축하였으며, 증가되는 데이터를 3차원 오브젝트로 표현하기 위한 오브젝트 리소스를 스펙트럼 매쉬 데이터를 통해 변환하여 데이터 변조 여부를 탐지하게 하였다.

기존의 전력설비 모니터링 시스템은 고속으로 수집된 센서 데이터를 데이터베이스에 저장하고 모니터링 시스템에서 이를 동적으로 그룹화하여 수신받을 경우 요청 자료들에 대한 조인 결과 값 도출 시 그룹화 정보 추출과정이 길어 실시간으로 데이터를 수집받기 어려운 문제점이 있으나 본 논문에서는 비트맵 인덱스를 기반으로 그룹화를 구성하기 위한 중복도가 높은 데이터를 비트리 구조로 조인함으로 데이터 접근 시간을 단축시켰다.

또한 증강현실에서 3차원 오브젝트에 대한 리소스 정보와 센서 정보를 매칭하는 과정에서 오브젝트의 변조에 따라 정확한 센서 정보와의 3차원 공간 매칭이 어렵다는 문제를 매쉬 스펙트럼 워터마킹 기법으로 해결하였다.

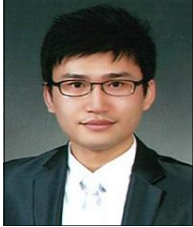
#### REFERENCES

- [1] G. Chang et al. (2019). Guest Editorial Introduction to the Special Issue on Advances in Condition Monitoring and Assessment of Power Equipment. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 34(4), 1219.
- [2] A. J. Adams, J. N. Johansen, M. Ogrinz, H. Dolan, W. P. Jacobson & M. J. Kurian. (2020). *U.S. Patent No. 10,607,230*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [3] A. Pande, D. Y. Joshi, D. Joshi & D. Wadhwa. (2020). Analysis of Tree Structure for Secure Group Communication Using LKH Approach. *Lalitkumar, Analysis of Tree Structure for Secure Group Communication Using LKH Approach (June 1, 2020)*.
- [4] H. Kimata, W. Xiaojun & R. Tanida. (2020, June). Hierarchical and Compact Bitmap Based Data Structure of Human Dynamics Data for Visualization. *In Proceedings of the 2020 The 4th International Conference on Graphics and Signal Processing* (pp. 98-102).
- [5] R. Bhardwaj & A. Aggarwal. (2020). Hiding clinical information in medical images: an enhanced encrypted reversible data hiding algorithm grounded on hierarchical absolute moment block truncation coding. *Multidimensional Systems and Signal Processing*, 1-24.
- [6] N. Hammler, A. Cathelin, P. Cathelin & B. Murmann. (2019). A Spectrum-Sensing DPD Feedback Receiver With  $30\times$  Reduction in ADC Acquisition Bandwidth and Sample Rate. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 66(9), 3340-3351.
- [7] M. Pérez-Patricio & A. Aguilar-González. (2019). FPGA implementation of an efficient similarity-based adaptive window algorithm for real-time stereo matching. *Journal of Real-Time Image Processing*, 16(2), 271-287.
- [8] A. Nejati, Y. Bastan, P. Amiri & M. H. Maghami. (2019). A low-voltage bulk-driven differential CMOS Schmitt trigger with tunable hysteresis. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 28(07), 1920004.
- [9] D. Valencia & A. Alimohammad. (2019). An efficient hardware architecture for template matching-based spike sorting. *IEEE transactions on biomedical circuits and systems*, 13(3), 481-492.
- [10] B. Bhandari & G. Park. (2020). Development of a real-time security management system for restricted access areas using computer vision and deep learning. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1-16.
- [11] Jeong, W. C., Jun, M. S., & Choi, D. H. (2020). AMI Network Failure Analysis based on Graph Database. *Journal of Convergence for Information Technology*, 10(7), 41-48.
- [12] J. O. Park. (2020). A Design of Certificate Management Method for Secure Access Control in IoT-based Cloud Convergence Environment. *Journal of Convergence for Information Technology*, 10(7), 7-13.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2020.10.07.007
- [13] S. Kanai, H. Date & T. Kishinami. (1998). Digital watermarking for 3D polygons using multiresolution wavelet decomposition. *In Proc. Sixth IFIP WG, 5*, 296-307.

- [14] E. Damiani, S. Vimercati, S. Parabosch & P. Samarati. (2000, March). Securing XML documents. *In International Conference on Extending Database Technology* (pp. 121-135). Springer : Berlin, Heidelberg.

### 김 동 현 (Donghyun Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 한남대학교 멀티미디어공학(공학사)
- 2014년 2월 : 한남대학교 멀티미디어(공학석사)
- 2019년 2월 : 한남대학교 멀티미디어(공학박사)

- 현재 : 주식회사 더길 부설연구소선임연구원
- 관심분야 : 영상처리, 증강현실, 정보보호, 머신러닝, 빅데이터
- E-Mail : donghyunk1986@gmail.com

### 김 석 수 (Seoksoo Kim)

[정회원]



- 1989년 2월 : 경남대학교 계산통계학과(이학사)
- 1991년 2월 : 성균관대학교 정보공학과(공학석사)
- 2002년 2월 : 성균관대학교 컴퓨터공학(공학박사)

- 2003년 3월~현재 : 한남대학교 멀티미디어학부 교수
- 관심분야 : 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 저작, 컴퓨터 네트워크, 정보보호, 증강현실, 상황인식, 웹기반정보시스템
- E-Mail : sskim@hnu.kr