

A Study on Memory/Non-Memory Metacognitive Data Platform Based on Universal Middleware Supporting Terminal Service Clustering

단말서비스 클러스터링을 지원하는 유니버설미들웨어기반 메모리/비메모리 메타인지 데이터 플랫폼 연구

Hae-Jun Lee¹

이해준¹

¹ Associate Professor, IWCR, Kang Nam University, Republic of Korea, haejuna@gmail.com

Abstract: Recently, as the scope of the industrial service supply chain has expanded to convergence terminal devices centered on data, service utilization that disposes various types of data queries occurring in existing industries is required. Data convergence cluster terminal service technology that exists between suppliers and consumers should be upgraded to a structure independent of the operating system and the real-time operating system by maximizing compatible data services. In this data service, as the complexity of convergence data processing of terminal devices increases, a platform structure was constructed to reconsider processor processing efficiency that supports clustering for non-memory-based relational data systems and object-oriented memory data models of convergence terminal systems. In order to process data queries and provide sustainable services, it is necessary to support convergence of various data models and establish a system-independent platform environment to process metacognitive data. Based on this, a dynamic context model with continuity and scalability is linked to a dynamic service to serve as a cycle of supply and demand between users and managers. This ring was designed as a data platform that enables simultaneous service resource management for communication convergence environment structure and application services based on universal middleware. The services should be provided by the data platform were divided into Object Space Data, Space Identity, and Object Oriented Memory Data Service, and these divided services are the provision of interaction, utilization, and flexibility based on modularization. As for the contents of the related study, first, a system that supports interaction by supporting the life cycle of scenario-based context objects was studied. Second, a case of using spatial cognitive training in the form of an application service was presented so that a data platform based on a real-time operating system could be applied to a terminal. Third, in order to support the flexibility of data queries, a convergence terminal system using a relational data model and a query-oriented Object Space Service that can process memory and non-memory data at the same time was established.

Keywords: Universal Middleware, Meta-Cognitive Memory System, Data Service Platform, In-Memory Efficiency, Manned Space Exploration

요약: 최근 서비스 산업 공급망의 범위가 데이터를 중심으로 하는 융합 단말장치로

Received: January 16, 2023; 1st Review Result: March 01, 2023; 2nd Review Result: March 27, 2023
Accepted: April 30, 2023

확대되면서 기존 산업에서 발생하는 다양한 형태의 데이터 쿼리를 처리 하는 서비스 활용방안이 요구된다. 양립 가능한 데이터 서비스의 극대화로 공급자와 수요자 간에 존재하는 데이터 융합 클러스터 단말 서비스 기술을 운영체제와 실시간 운영체제에 독립적인 구조로 고도화 해야 한다. 본 연구에서는 단말장치의 융합데이터 처리에 대한 복잡성이 가중 되면서 융합 단말 시스템의 비메모리 기반 관계형 데이터 시스템과 객체지향형 메모리 데이터 모델 각각에 대한 클러스터링을 지원하여 프로세서 처리 효율성을 재고하는 플랫폼 구조를 구성하였다. 데이터 쿼리를 가공하여 지속 가능한 서비스 공급을 위해서는 다양한 데이터 모델 융합의 지원과 시스템 독립적인 플랫폼환경 구축으로 메타인지 데이터의 처리가 가능하도록 해야 한다. 이를 기반으로 지속성과 확장성을 갖춘 동적 컨텍스트 모델을 동적 서비스로 연계하여 사용자와 관리자 간의 수요와 공급의 순환고리 역할로 구성하였다. 이 순환고리는 유니버설미들웨어를 기반으로 하는 통신 융합환경 구조와 응용서비스에 대해 동시다발적인 서비스 자원관리가 가능한 데이터 플랫폼으로 설계하였다. 데이터 플랫폼에서 제공하는 서비스는 Object Space Data , Space Identity, Object Oriented Data Service로 구분하였고, 이렇게 구분된 서비스는 모듈화를 기반으로 한 상호작용성, 활용성, 유연성을 제공한다. 관련 연구내용으로는 첫째, 시나리오 기반의 컨텍스트 객체의 수명주기 기반으로 상호작용성을 지원하는 시스템을 연구하였다. 둘째, 실시간운영체제를 기반으로 하는 데이터 플랫폼을 단말에 적용할 수 있도록 공간 인지훈련을 응용 서비스들을 시나리오에 기반을 둔 활용사례를 제시하였다. 셋째, 데이터 쿼리 유연성을 지원하기 위해 관계형 데이터 모델과 메모리와 비메모리 데이터를 동시에 처리할 수 있는 쿼리중심의 Object Space Service를 탑재한 융합 단말시스템을 구축하였다.

핵심어: 유니버설미들웨어, 메타인지 메모리시스템, 데이터 서비스 플랫폼, 인메모리 효율화, 유인우주탐사

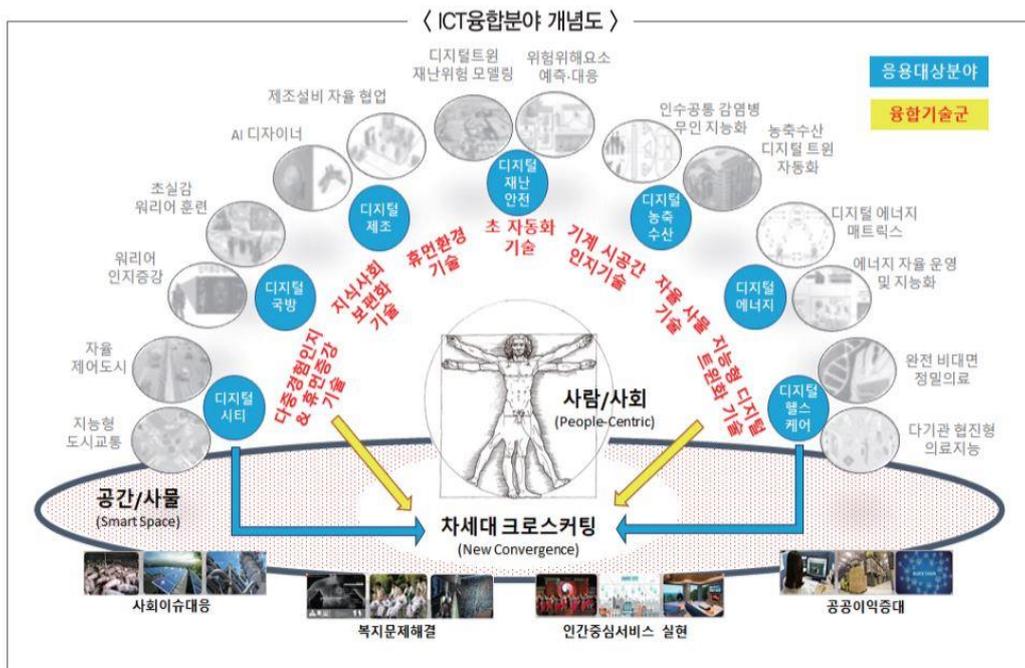
1. 서론

KDI는 2022년도 제5차 국가과학기술 계획에서 AI, Bigdata 융합 데이터를 과학기술기반 중심의 서비스 공급망 확대를 추진하고 있다. 그 핵심 자원으로는 제조와 서비스 산업에서 발생하는 제한된 데이터 규모에 대한 효과적 활용으로 ICT융합 단말장치의 메모리와 비메모리의 사용성 극대화, 실시간운영체제를 기반으로 하는 데이터 자원 배분 연구의 중요성이 커지고 있다[1]. 하지만 기존 자원을 활용한 서비스 산업에 적용가능한 관련 시장에서의 확산 속도는 신규로 공급되는 데이터 자산을 활용한 서비스 가공 속도에 미치지 못하여 지연되고 있다. 이러한 시기적절한 공급 문제의 해결과 기존자원을 가공 단계에 필요한 원천기술 데이터 보호 조치 미흡으로 메모리 시스템 웨어 분야의 데이터 활용 기술개발 분야의 경쟁력 약화가 예상된다. 이를 극복하기 위해서 본 연구에서는 ICT 융합 단말 장치를 중심으로 하는 프로세서의 한계를 극복함과 동시에 메모리 및 비메모리 시스템의 강점을 극대화할 수 있는 임베디드 시스템에 기반한 Object Data Pool을 구성하여 연결형 및 비연결형의 동기화를 지원하는 양립성 모델을 제안하였다. 이 모델은 동적 서비스를 기반으로 데이터 모듈화 하는 과정에서 컨텍스트를 기반으로 설계하여 시스템에서 동작한다[2]. 양립성 컨텍스트 모듈은 서비스 공급자와 수요자 간의 지속 가능한 시스템으로 적합하고, 기존 운영체제(OS)와 실시간 운영체제(RTOS)에서도 서비스를 공유할 수 있어 융합 단말장치간의 클러스터링을

지원한다.

유니버설미들웨어는 서비스를 제공자의 역할인 융합 단말장치에 탑재할 수 있는 개방형 플랫폼으로 내부와 외부시스템을 연계하는 클러스터 영역을 통신, 서비스, 데이터의 표준에 활용 되고 있다. 최근에는 ChatGPT, Vision AI 등의 응용서비스 개발과 인프라확대에 필요한 IaaS(Infra as a Service)와 연동에 대해서도 서비스 산업의 혁신에 파급력이 높은 AIaaS(AI As a Service)로 발전하여 영향력을 확대하고 있다. 서비스 산업에서 메타인지 서비스는 다차원적인 융합공간에서의 AI 지능모델 성능향상을 위한 시스템 메모리와 연계한 학습 모델 적용이 필요하다. Bigdata 시스템의 물리적 도메인 설정 정보인 메타데이터의 학습품질향상을 위한 클러스터링을 활용할 수 있다. 이를 위해 비메모리형 객체와 관계 데이터 모델에 대한 각각의 메모리 처리 클러스터링으로 유연성을 제공한다.

관련한 ICT 융합 AIaaS 서비스 분야로 [그림 1]의 정보통신기획평가원의 로드맵을 보면 2025년까지 공간과 사물의 융합공간을 대상으로 사회이슈대응, 복지문제해결, 인간중심서비스 실현 및 공공서비스로 실현가능한 로드맵을 제시하고 있다. 특히, 공간 인지데이터를 서비스 산업으로 다중경험인지 및 휴먼증강기술 구현을 위한 데이터 모델을 기반으로 하는 AI와 Bigdata의 품질을 강화할 수 있는 서비스 산업이다[3].



[그림 1] IITP 2025년 정보통신기획평가원 기술로드맵

[Fig. 1] ICT Convergence Concept of 2025 (Cites ; IITP 2020 [4])

서비스 품질 강화는 서비스 공급자와 수요자가 동적으로 연결된 융합공간에서 수요자 중심의 생태계 특성의 중요한 요소이므로 데이터 쿼리를 처리에 대한 인프라 고도화를 구축할 수 있다[5]. 데이터 모델의 융합과 시스템 독립적인 플랫폼의 구축으로 메타인지 데이터의 지속성을 유지하며 확장이 가능한 동적 컨텍스트 모델과 연계할 수 있다[6].

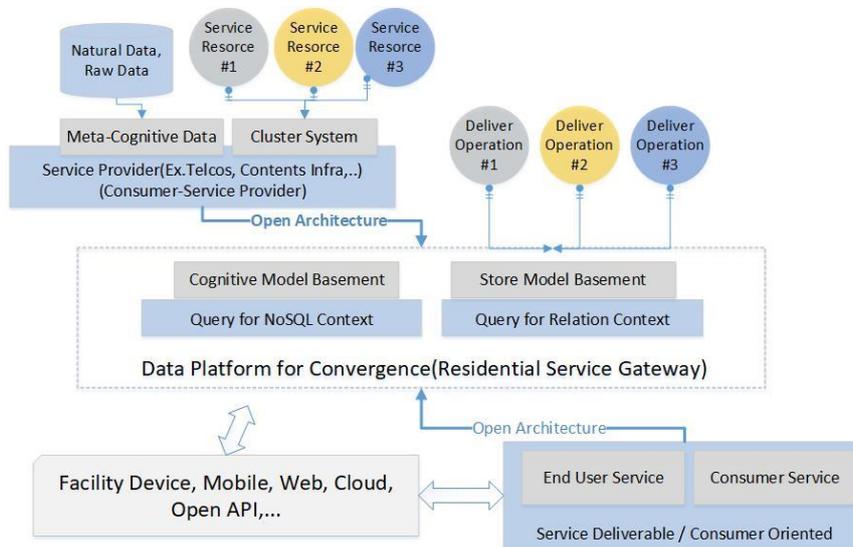
본 연구에서 유니버설미들웨어를 활용한 데이터플랫폼의 핵심 연구내용은 다음과

같다. 첫째, 데이터의 품질을 결정하는 시나리오 기반 컨텍스트객체의 분석 대상을 인식하는 부분이다. 즉, 데이터 가상화 플랫폼과 연계하여 수명주기 프로세스 지원을 통해 응용서비스간의 상호작용과 확장성 제공이다. 둘째, 융합 데이터 자원관리에 대한 체계적인 구조를 활용하는 것이다. 이 부분은 동적인 상황을 처리 하기 위한 공간인식 데이터 모델을 적용하고, 실시간 운영체제에서 효율적인 메모리 시스템을 지원할 수 있다. 또한, 이 구조에 적합한 데이터 서비스 적용방법은 모듈화된 객체의 개념들을 번들형태로 제공하는 것이다. 객체번들을 공간인지 데이터의 모듈화 단계에서 Object Space Data, Space Identity, OOMDB(Object Oriented Memory Database) Service처리, 마이크로 서비스인 Context-Awareness를 적용하였다. 셋째, 관계형 데이터 모델과 융합 단말메모리 데이터를 위한 SQL Driver, API 지원으로 ICT 융합 단말시스템이 외부 시스템으로 확장하여 자원의 범용성과 유연성을 구성하였다.

2. 이론적 배경

2.1 유니버설미들웨어기반 서비스 플랫폼 개요 및 정의

유니버설웨어기반 서비스 플랫폼은 기존의 광범위한 데이터 모델을 지원하기 위한 다양한 개방형 시스템으로 활용 되고 있다. 공급서비스에 대한 수요서비스에 중심적인 데이터 모델을 지원하기 위해서는 시스템 구성 형태에 따라 구축비용을 낮추는 것이 필요하다. 유니버설미들웨어는 데이터 처리를 위한 온라인 콘텐츠와 외부시스템으로 연결되는 실세계의 자원 체계화에 효율적인 개방형 플랫폼 구조를 갖추고 있다.

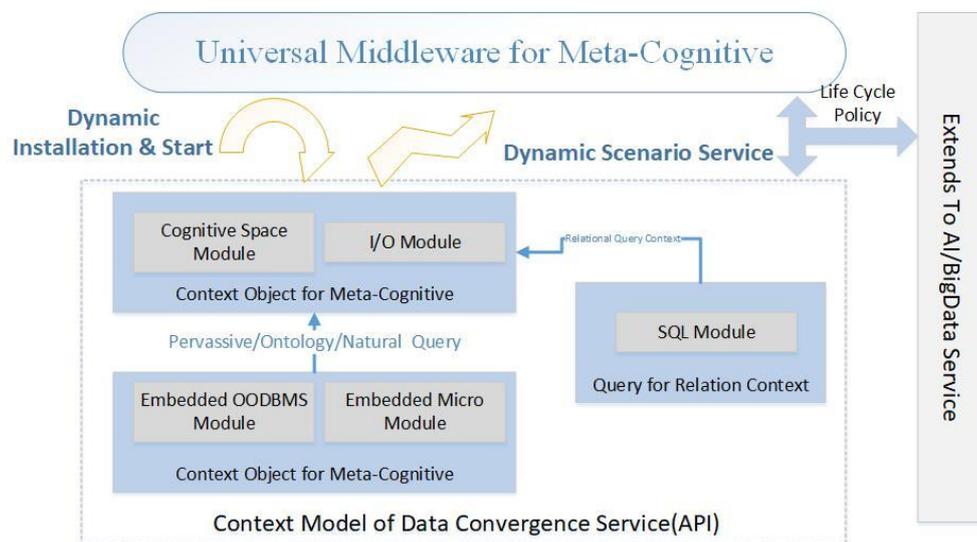


[그림 2] 유니버설미들웨어의 개방형 구조와 데이터 플랫폼 구성

[Fig. 2] Open System Architecture and Data Platform of Universal Middleware

[그림 2]에서는 플랫폼상에서의 데이터 발생에 따른 생태계의 성장과 서비스의 융합 분야를 메타인지 영역으로 확대할 수 있는 개방형 구조를 나타내고 있다. 개방형 구조는 서비스-공급자-융합데이터플랫폼-수요자 및 서비스 수요에 따라 확장가능한 플랫폼 구성에 효과적이다. 실질적인 수요중심의 데이터모델과 공급자의 데이터 모델, 수요자의

데이터 모델을 각각 컨텍스트 객체의 지속 가능한 플랫폼 모델로 적용해야 한다. 이러한 사례로는 유무선 통신 표준과 비정형 연결기술로 네트워크 레이어의 상위에 존재하는 DLNA(Digital Living Network Alliance), UPnP(Universal Plug & Play), SOAP(Simple Object Access Protocol)등이 있다. 이들을 수명주기를 지원하는 번들은 동적 서비스 형태로 기기 융합을 위한 컨텍스트 기반 서비스 자원으로 연계가 가능하고, 표준화된 모듈로 실행환경을 지원하는데 확장성이 가능한 장점이 있다[7]. 플랫폼상에서 데이터와 서비스를 수행 서비스에 정책에 따라 객체 단위로 전송이 가능하다. 이 구조는 Cluster System과 Inventory를 구성하는 Store Model Basement 운영이 용이하여 서비스공급자에게 유연성을 제공한다[8]. 이런 이유로 시스템 구축시 플러그인 형태로 기존 단말장치에 탑재할 수 있는 라이브러리를 활용할 수 있고, 동시에 융합 영역인 메타인지 서비스를 클러스터링으로 공유할 수 있는 환경을 갖추고 있다[9].



[그림 3] 유니버설미들웨어기반 융합객체화 서비스모델의 구성

[Fig. 3] Context Model of Data Convergence Service based on Universal Middleware

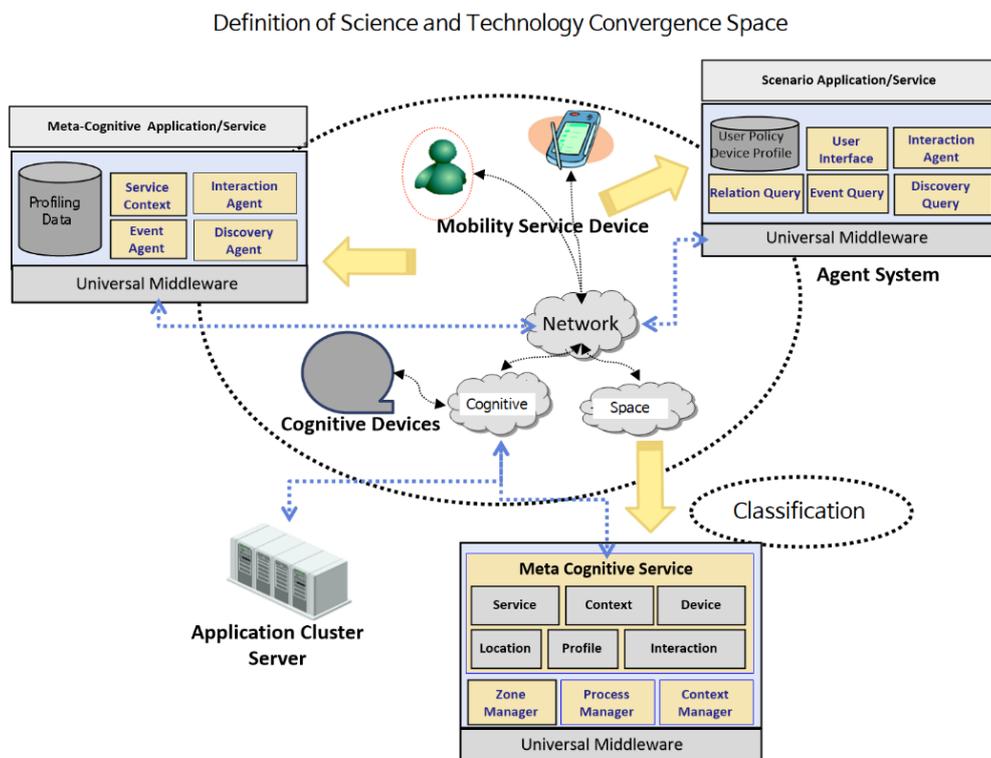
[그림 3]에서는 메타인지서비스를 수행하는 기본적인 관계형 쿼리 처리와 컨텍스트 기반 서비스 요소를 임베디드 기반 데이터 플랫폼으로 실행가능한 환경을 설계하여 구성한 것이다. 이 데이터 플랫폼은 다른 공급업체에서 제공하는 Open API로 구현하여 데이터베이스 패키지를 전송하여 서비스 모델을 구축할 수 있도록 하였다. 기존의 시스템에서 메타인지를 기반으로 하는 융합공간의 데이터 모델에 대해 쿼리틀로 생성된 공급자-수요자-사용자의 유기적인 통합이 필요하다. 데이터 도메인을 구성하는 응용서비스의 수행 조건을 타 서비스와 연계하여 시나리오를 표현하는 MANIFEST 메타정보로 구성하였다. 시나리오 서비스의 메타정보를 확인할 수 있으므로 불필요한 서비스를 적재하지 않도록 할 수 있다.

2.2 융합공간과 공간 인지훈련 선행연구

공간 인지훈련 데이터는 개인 및 서비스공급자와 수요자간에 동작하는 수많은 장치의

제한된 자원을 활용에 대한 유연성을 제공한다[10]. 인지능력은 인간의 뇌에 대한 기능을 모델에 기반하여 시스템에 구현할 수 있는 공간적 개념이다. 현실 공간과 오차가운데 정적인 기능을 중심으로 구현될 수 밖에 없는 한계를 내포하고 있다. 시스템적으로 인지기능의 고도화를 위해 메타정보 사용한다면 데이터에 기반한 반복적인 인공지능 모델을 활용하여 인지시스템의 제약성을 극복할 수 있다[11]. 지식기반 학습 데이터와 인지훈련정보, 메타인지정보를 상호 보완하여 비의료적인 인지기능 향상에 적용할 수 있다. 이러한 학습과 훈련은 반복적인 수행과정으로 융합공간의 특성을 지원하는 객체 지향성 단기적 인지 데이터 모델과 융합하여 적용할 수 있다[12] 인지훈련 서비스에 대해 수요자-공급자-운영자의 데이터를 동적으로 가공하여 서비스의 흐름에 따라 컨텍스트로 연계할 수 있다. 이렇게 연계된 자원관리 컨텍스트는 데이터 플랫폼에서 제공하는 Preference, Tracking, Inventory를 선택적으로 활용 할 수 있다[13].

2.3 유니버설미들웨어기반 융합 공간인지 데이터 플랫폼의 구성과 설계



[그림 4] Universal Middleware에서 과학기술적 융합공간의 개념 정의

[Fig. 4] Definition of Science and Technology in Universal Middleware

[그림 4]에서는 네트워크 서비스계층에서 구성한 데이터 모델에 대한 융합공간의 정의를 나타내고 있다. 이와 관련하여 융합공간의 데이터 모델과 쿼리는 앞서 관계형 모델과 단기적 모빌리티 기기에 적용할 수 있도록 모듈화 하여 [표 1]에서 설명하였다. 각각의 모듈은 시스템 독립적환경에서 동적으로 연계가능한 형태로 API형태로 제공되며 유니버설미들웨어를 기반으로 구성할 수 있는 서비스 영역의 융합을 통해 구현이 가능하다.

[표 1] 데이터 모델과 쿼리 모듈화

[Table 1] Query Modularity with Data Model

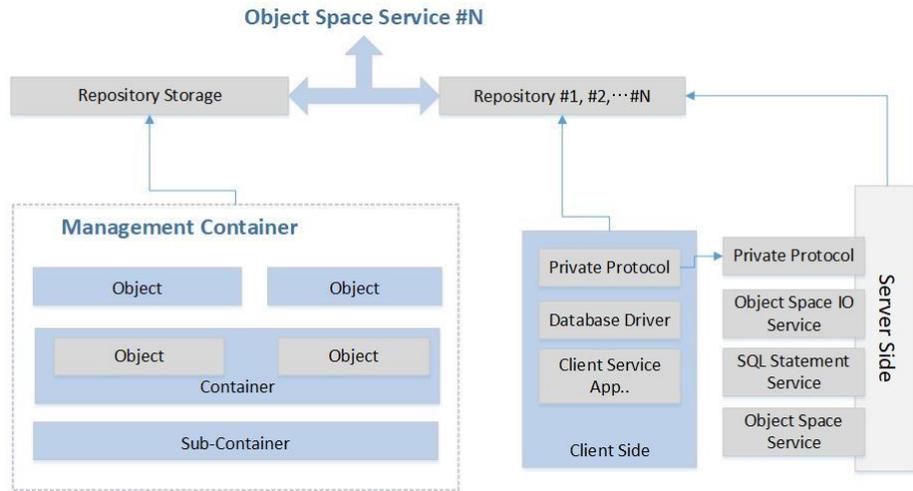
적용 쿼리 모듈	내용	적용 사례 및 방법
객체공간서비스(Object Space Service Module)	Database System 관리 및 참조서비스 모듈	[Connection Support] jdbc:ospace://localhost:1449/DatabaseName
쿼리공간(SQL Service Module)	Query Parsing 서비스 모듈	[SQL Statement Support] 1. Creating and filling in a table CREATE TABLE "table_domain" (STRING, age INTEGER), INSERT INTO ... VALUES (...); 2. Receiving a query result SELECT "field_entity" FROM "table_domain" WHERE ...;
입출력공간(Object Space IO Module)	원격 Database Driver 서비스 모듈	[Universal Middleware Platform Support] MySQL/Oracle Connection Databas Driver Object
모빌리티공간(Object Space)	jdbc:ospace://<host_address>:<port>/<db_name>	

융합 인터페이스 구성에 필요한 요구 시나리오에 기반한 Session 생성으로 인지환경 서비스와 기존 세션의 상호작용으로 작성된 갱신정보를 처리한다. 이때, Connection 처리, Message Event를 처리, 기기를 구성하는 인터페이스 및 서비스간의 Interaction을 처리가 필요하다[14]. Device와 Service 융합공간에서 특정 사용자에게 전송할 수 있는 구분자로 처리할 수 있으며 Bootstrap Process, Localization, Discovery 각각에 대한 관계 정의와 사용자 서비스 항목별로 서비스를 가공한다[15]. 사용자 서비스 항목은 콘텐츠 항목의 하위 모듈로부터 준비된 Service List를 Application 관리와 관리되는 구조체에 등록하는 과정으로 이어진다. 이때, 로드된 데이터를 출력하고, 융합 단말의 Agent System 으로부터 수신한 공간정보를 응용서비스 계층에 적재하는 과정으로 이어진다. 적재과정은 사용자 정보의 입력과 가공과정으로 다음과 같이 구성하였다. 첫째, 기초적인 인지기기를 통해 Agent System에서 구성한 시나리오에서 메타정보를 구성한다. 둘째, 융합공간을 구분하기 위한 공간인지 시스템을 구성한다. 셋째, Application Cluster Server에서 유니버설미들웨어의 장점을 활용한 Context Bundle 형태의 모듈화된 서비스 인터페이스로 종합적인 융합공간을 정의된다.

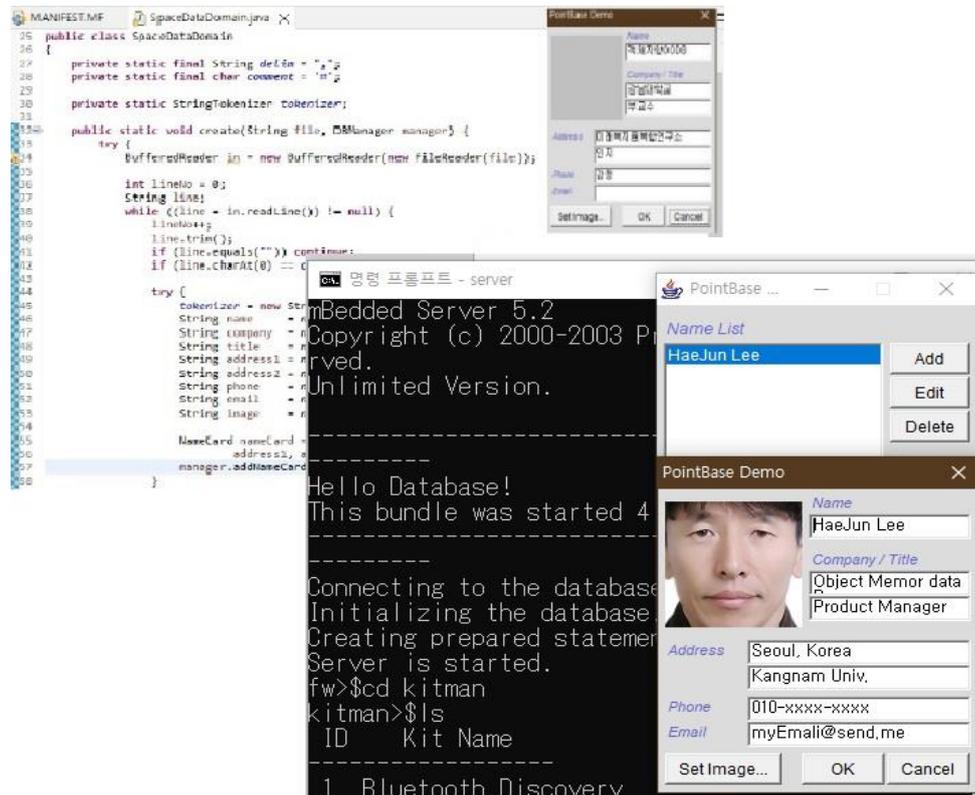
3. 검증 및 평가

데이터 플랫폼을 구성하는 시스템은 임베디드 리눅스 커널을 기반으로 다음과 같이 검증하고 평가하였다. 첫째, 융합공간 서비스는 컨테이너와 컨테이너에 상주하는 개체로 구성된 저장소를 구축한다. 둘째, 컨테이너 및 하위 컨테이너의 계층 구조 각각에 리포지토리를 기본 개체를 포함한 루트 컨테이너를 중심으로 구성한다. 셋째, 기본 개체 공간 데이터 접근을 위한 입출력 OODB서비스로 원격 JDBC 드라이버 연결을 통해 필요한 서비스를 구현한다.

[그림 5]는 이과정을 실행한 것으로 왼쪽은 개체 공간 서비스의 각 Repository 개체와 데이터베이스로 연결되는 클라이언트 간의 연결 세션의 구조이다. Repository는 번들컨텍스트를 기반으로 상위 컨테이너에 접근이 가능하며 저장할 수 있는 구조이다. Space Object간의 서비스와 SQL서비스를 연계하여 사용자-공급자 응용서비스를 융합공간인 콘솔에서 JDBC 드라이버에 직접 연결하여 요청사항이 전달될 수 있음을 확인할 수 있다.



[그림 5] 융합공간 서비스의 객체 지향데이터베이스 모듈의 시스템구성
 [Fig. 5] Object Oriented Memory Database Module for Convergence Service Space



[그림 6] 유니버설미들웨어기반 데이터플랫폼과 융합서비스 구현 실험

[Fig. 6] Experiment of Data Platform and Convergence Service Code of Universal Middleware

[그림 6]의 왼쪽은 데이터 객체 생성을 동적으로 구현한 객체의 실험으로 Name객체 목록을 생성하고, 서비스 기능으로 추가, 삭제, 수정, 저장등의 기본적인 쿼리를 처리 하였다. 둘째, 융합공간의 관계형 데이터 처리모듈 및 객체메모리데이터 표준화 모듈과 SQL Driver로 유연성을 구현하였다. [그림 6]의 콘솔창은 가상화된 클러스터 영역에서

다수의 단말장치에 유니버설미들웨어의 범용적 적용으로 데이터플랫폼간의 서비스 공유된 제3의 번들을 실행할 수 있었다. 즉, 클러스터로 묶인 콘솔상에서 시스템 명령어로 다른 응용서비스를 제어하여 데이터 플랫폼에서 공간인지 서비스와 연동하여 시나리오를 적용과 클러스터간의 연동 가능성을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 단말장치의 외부 인터페이스를 이용한 관계형 쿼리 데이터 처리를 위한 객체 지향 메모리 데이터베이스의 클러스터링 구조를 제안하였다. 이 구조로 개념적 도메인 분류에 의한 컨텍스트로 묶어 동적 서비스로 연계 모델을 사용하였다. 서비스 연계모델은 개방형구조인 유니버설미들웨어기반의 데이터 플랫폼의 형태로 적용하였다. 도메인의 클러스터 서비스는 동적 구조로 확장 가능한 번들 형태이다. 이 플랫폼상의 서비스 번들은 메타인지 모델을 사용하여 수요자와 공급자간 연동 쿼리로 처리 하였다. 또한, 데이터 양립성을 지원하는 쿼리 시스템과 동기화로 요구 시나리오 적용과 검증, 외부 응용 서비스 확장성을 체계화 하였다. 이를 통해 융합 단말플랫폼상에서 지속적으로 증가하는 다수의 수요자와 공급자 간의 데이터를 수집 가공하는 클러스터 영역을 공간적으로 인식할 뿐만 아니라 실시간으로 서비스를 적용할 수 있는 것을 확인하였다.

유니버설미들웨어 기반의 융합통신모듈은 데이터와 연계한 응용서비스의 확장성을 지원하는 대표적인 데이터 플랫폼이다. 데이터 플랫폼의 적용사례인 공간 인지훈련은 개인별 상황에 적합한 Facility Device의 외부 인터페이스 발굴과 상용화에 필요한 자원의 제약성을 극복할 수 있는 데이터 서비스 산업이다. 이에 대한 검증 방법으로 데이터 서비스 산업이 지속적으로 확산되는 상황에서 데이터 리터레이시 처리를 위한 양립성을 구성하여 메타인지 서비스 구성방법을 제시하였다. 또한, 데이터 모듈화에 따른 하드웨어 자원의 효율적 처리에 있어 메모리 및 비메모리에 직접 탑재 방법과 서비스의 배포 시스템의 활용 방법을 제시하였다. 본 연구를 통해 객체메모리 프로세서의 처리 부담을 낮추며, 데이터 가공, 처리, 분석, 활용을 위한 축적된 데이터를 이용한 융복합 서비스의 고도화에 기여할 것으로 기대한다. 특히, 비메모리 데이터의 수집과 저장과의 연계성을 갖고 있는 PIM(Process In Memory)-NPU(Nural Process Unit)의 시스템 메모리 처리 속도의 향상으로 공간인지 데이터처리와 같은 비정형 데이터 처리시에 효과적일 것으로 예상된다.

References

- [1] Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation, ICT R&D Technical Roadmap 2025 Report, (2020)
Available from: <https://iitp.kr/kr/1/knowledge/annualreport/view.it>
- [2] S. Ramzan, I. S. Bajwa, B. Ramzan, and W. Anwar, Intelligent data engineering for migration to NoSQL based secure environments, IEEE Access, (2019), Vol.7, pp.69042-69057.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2916912>
- [3] M. Carlier, B. Mainguet, Y. Delevoye-Turrell, Cognitive exercise through body movement: Using a fun and short neuropsychological tool to adapt physical activity and enhance pleasure in individuals suffering from mental illnesses, Psychologie Francaise, (2016), Vol.61, No.4, pp.349-359.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2015.05.004>

- [4] Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation, Promoting ICT Industry Convergence (2022).
Available from: <https://www.iitp.kr/en/2/business/convergence.it>
- [5] Te-Chuan Chiu, Yuan-Yao Shih, Ai-Chun Pang, Chieh-Sheng Wang, Wei Weng, Chun-Ting Chou, Semisupervised distributed learning with non-IID data for AIoT service platform, *IEEE Internet of Things Journal*, (2020), Vol.7, No.10, pp.9266-9277.
DOI: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2995162>
- [6] Pezzotta Giuditta, Cavalieri Sergio, Romero David, Collaborative Product-Service Systems Engineering: Towards an Active Role of Customers and Stakeholders in Value Co-Creation, 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), IEEE, (2017)
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8280023>
- [7] Byun Jinsung, Sanguk Park, Keonhee Cho, Sehyun Park, Zone-Aware Service Platform: A New Concept of Context-Aware Networking and Communications for Smart-Home Sustainability, *Sustainability*, (2018), Vol.10, No.1, 266.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su10010266>
- [8] L. Zhou, L. Sun, Z. Li, Study on a storage location strategy based on clustering and association algorithms, *Soft Computing*, (2020), Vol.24, pp.5499-5516.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00500-018-03702-9>
- [9] Swamy Uma, Jennifer Bartman, Implementing metacognitive writing in a large enrollment gateway chemistry class, Enhancing retention in introductory chemistry courses: Teaching practices and assessments, *American Chemical Society*, (2019), Vol.1330, pp.49-67.
DOI: <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1330.ch003>
- [10] Lee Jung-Gi, Se-Hee Sul, Nam-Gyu Kim, Ungyeon Yang, A Study on Parameters for Optimizing Cognitive Distance in Virtual Environment. In: Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference, Korea Information Processing Society, (2017)
Available from: <https://koreascience.kr/article/CFKO201725864428693.pdf>
- [11] YeongWook Yang, Lim Heui Seok, The Development of Serious Game for the Cognitive Ability Training using Smart Device, *Journal of Korea Game Society*, (2011), Vol.11, No.6, pp. 23-32.
DOI: <https://doi.org/10.7583/JKGS.2011.11.6.023>
- [12] K. Michalakakis, G. Caridakis, Enhancing user interaction with context-awareness in cultural spaces, *Pers Ubiquitous Computing*, (2022), Vol.27, pp.379-399.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00779-022-01698-6>
- [13] Melicher William, Sharif Mahmood, Tan Joshua, Bauer Lujo, Christodorescu Mihai, Leon Pedro, (Do Not) Track Me Sometimes: Users' Contextual Preferences for Web Tracking, *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, pp.135-154, (2016)
DOI: <https://doi.org/10.1515/popets-2016-0009>
- [14] R. Ye, Q. Zhang, H. Luo, Cross-Session Aware Temporal Convolutional Network for Session-based Recommendation, 2020 International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), IEEE, (2020)
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICDMW51313.2020.00039>
- [15] Al-Marroof RS, Alnazzawi N, Akour IA, Ayoubi K, Alhumaid K, AlAhbabi NM, Alnaimi M, Thabit S, Alfaisal R, Aburayya A, Salloum S., The Effectiveness of Online Platforms after the Pandemic: Will Face-to-Face Classes Affect Students' Perception of Their Behavioural Intention (BIU) to Use Online Platforms?, *Informatics*, (2021), Vol.8, No.4, 83.
DOI: <https://doi.org/10.3390/informatics8040083>