

사용자 맞춤형 디지털 트윈 연합 생성 프레임워크

하범수, 김영진, 김원태*

*한국기술교육대학교

habemusu@koreatech.ac.kr, you359@koreatech.ac.kr, *wtkim@koreatech.ac.kr

Customized Digital Twin Aggregation Generating Framework

Ha Beom Su, Kim Young-Jin, Kim Won Tae*

*Korea University of Technology and Education

요약

사물 인터넷, 인공지능, 자율 로봇과 같은 기술들을 통해 여러 산업영역에서의 융합 서비스 개발이 활발하다. 융합 서비스는 구성 서비스들과 융합 서비스에 대한 최적화가 중요하며 디지털 트윈이 최적화를 지원할 수 있다. 디지털 트윈을 활용하여 융합 서비스를 지원할 경우 서비스에 대한 도메인 특화 지식이 필요하며, 디지털 트윈의 활용도가 떨어지며, 디지털 트윈 간 상호운용성 문제가 있다. 본 논문에서는 사용자 맞춤형 디지털 트윈 연합을 생성하는 프레임워크를 제안하며 이를 통해 융합 서비스의 최적화를 지원할 수 있다.

I. 서론

제조, 물류, 건설 등 여러 산업이 사물 인터넷, 인공지능, 자율 로봇과 같은 기술을 적극적으로 활용하여 성장하고 있으며 다양한 서비스를 제공하고 있다. 최근에는 이중 서비스 간 융합을 통해 단일 서비스로는 할 수 없었던 복잡하거나 큰 규모의 임무를 수행할 수 있는 스마트 홈, 스마트 시티, 스마트 교통 같은 융합 서비스가 생겨나고 있으며 점차 사용자들의 요구사항 세분화로 다양한 융합 서비스 수요가 증가하고 있다.[1] 융합 서비스가 성공적으로 운영되기 위해서는 개별 서비스들의 최적화와 융합 서비스의 최적화를 동시에 달성하는 것이 중요하다.

디지털 트윈은 현실-가상 동기화를 위한 물리시스템에 대한 디지털 복제품으로 물리시스템에 대한 데이터를 수집하여, 서비스의 상태를 관찰, 서비스의 현재 상태와 속성을 정확하게 판단, 미래의 상태 예측, 최적화를 통한 성능 향상을 가능하게 한다.[2] 이러한 디지털 트윈 기술은 융합 서비스와 융합 서비스를 구성하는 서비스들의 최적화를 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

하지만 융합 서비스를 최적화하기 위하여 디지털 트윈을 활용하는 경우 몇 가지 문제점이 있다. 먼저 디지털 트윈을 생성할 때 대상이 되는 융합 서비스에 대한 전문 지식이 필요하기에 각기 다른 사용자들의 요구사항들이 온전히 반영된 디지털 트윈의 생성이 어렵다. 다음으로 현재 증가하는 융합 서비스의 수요에 대응하여 디지털 트윈들을 단독으로 생성하는 경우 막대한 비용이 들어가는 것에 비해 서비스 요구사항이 변경되면 생성한 디지털 트윈을 활용하지 못하여 생성 비용 대비 활용성이 떨어진다. 마지막으로 현재 디지털 트윈에 대한 공통의 표준이 존재하지 않아 각 산업 영역에서 독자적으로 디지털 트윈을 만들고 있기에 상호운용성 확보를 위한 추가적인 조치 없이 디지털 트윈 간 정보 교환이 어려워 확장성이 떨어진다.[3]

본 논문은 앞에서 언급한 문제들을 해결하기 위하여 디지털 트윈 연합(Digital Twin Aggregation, DTA)을 통해 융합 서비스를 지원하는 디지털 트윈 연합 자동 생성 프레임워크를 제안한다. 사용자가 융합 서비스에 대한 전문 지식 없이도 디지털 트윈을 생성할 수 있도록 자동 생성 프로세스를 구성하였다. 사용자가 자신의 요구사항을 반영할 수 있도록 자연어 처리 기술을 활용한 챗봇 기반 인터페이스를 적용하였다. 생성하는 디지털 트윈의 활용도를 높이며 증가하는 융합 서비스의 수요에 대응하기 위하여 기개발된

디지털 트윈을 연합하여 융합 서비스를 지원한다. 마지막으로 온톨로지를 이용하여 이중 디지털 트윈 간 정보 교환을 가능하게 하여 상호운용성을 확보할 수 있도록 하였다. 본문에서 사용자 맞춤형 디지털 트윈 생성 프레임워크를 바탕으로 프레임워크를 구성 요소들의 동작을 설명하고 결론에서 효과를 서술함으로써 본 논문을 끝맺는다.

II. 본론

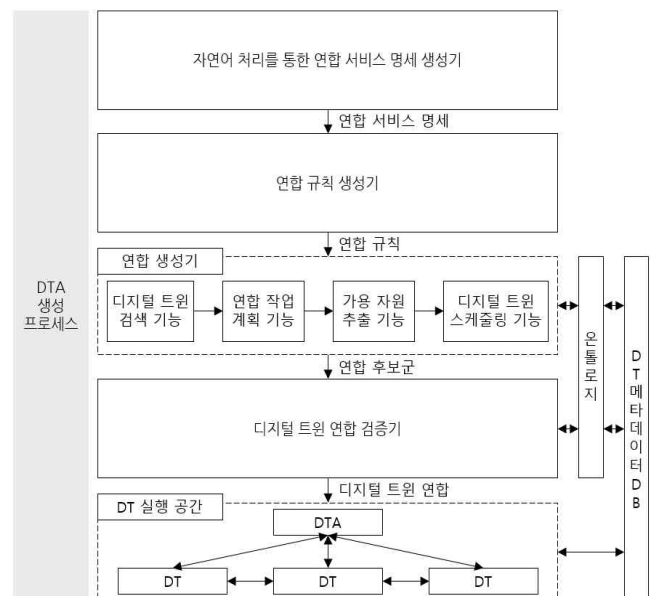


그림 1. 사용자 맞춤형의 디지털 트윈 연합 생성 프레임워크

본 논문에서는 제안하는 프레임워크는 그림 1 과 같다. 디지털 트윈 연합 생성 프로세스는 크게 연합 서비스 명세 생성기, 연합 규칙 생성기, 연합 생성기, 연합 검증기로 구성되며 온톨로지와 DT 메타데이터 DB는 디지털 트윈 연합 생성과 검증을 지원한다. 이러한 디지털 트윈 연합 생성 순서는 소프트웨어 개발 프로세스를 기반으로 설계하여 사용자의 요구사항 도출을 시작으로 디지털 트윈 연합까지 체계적이고 효과적인 관리가 가능하도록 구성하였다.

참 고 문 헌

- [1] 박경현 at el, "다중 도메인 연계 ICT 융합을 위한 개방형 융합 서비스 플랫폼 설계," 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 843-844, 2021.
- [2] 김원태 at el, "자율형 물리 시스템을 위한 디지털 트윈 기술," 한국통신학회지(정보와통신), 37권, 7호, pp. 9-21, 2020.
- [3] 박경현, at el, "디지털 트윈간 의미적 상호운용성 지원을 위한 통합 정보 모델 관리," 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 22권, 5호, pp. 823-829, 2021.

자연어 처리를 통한 연합 서비스 명세 생성기는 사용자 요구사항에 해당하는 연합 서비스 명세를 생성하며 사용자와의 인터페이스는 챗봇을 기반으로 한다. 서비스가 어떠한 동작들이 필요한지에 해당하는 기능 요구사항과 최종 소모 비용, 시간, 우선순위에 해당하는 비기능 요구사항을 챗봇에게 전달하면 자연어 처리로 분석하여 연합 서비스 명세를 생성한다. 만약 연합 규칙을 생성하기 위한 명세가 완전하지 못하면 챗봇이 사용자에게 필요한 요구사항들을 질문하여 명세를 완성한다.

연합 규칙 생성기는 시스템 요구사항에 해당하는 연합 규칙을 생성한다. 연합 규칙이란 사용자가 만족할 수 있는 연합 서비스를 제공하기 위해 디지털 트윈 연합이 준수해야 할 기준으로 구성된 법칙으로 이 법칙을 따르면 디지털 트윈 연합을 생성할 수 있다. 연합 규칙에는 연합 생성을 위해 어떠한 기능들을 어떻게 수행해야 하는지를 명세한다.

연합 생성기는 연합 규칙에 따라 디지털 트윈 검색, 연합 작업 계획, 가용 자원 추출, 디지털 트윈 스케줄링 기능을 수행하며 연합 규칙에 따라 이 중 몇 가지 기능은 생략될 수 있다. 디지털 트윈 검색 기능은 서비스의 기능 요구사항에 따라 필요한 기능을 DT 메타데이터 DB에서 검색하여 해당 기능을 갖는 디지털 트윈을 찾는다. 연합 작업 계획 기능은 디지털 트윈들의 기능을 활용하여 초기 상태에서 목적 상태에 도달할 수 있도록 기능들의 순서를 계획한다. 기능들의 순서는 그래프로 생성되며 그래프의 노드에 들어갈 수 있는 디지털 트윈들만을 추려 불필요한 연산량을 낮추는 기능이 가용 자원 추출 기능이다. 마지막 디지털 트윈 스케줄링 기능은 디지털 트윈 연합이 비기능 요구사항을 충족하도록 디지털 트윈들의 기능 실행 시간과 처리시간을 결정한다. 최종적으로 스케줄링 기능을 수행하게 되면 사용자의 요구사항을 충족하는 연합 후보군 혹은 생성 실패에 대한 알림이 생성된다. 연합 생성기의 각 기능을 수행하는 동안 디지털 트윈의 메타데이터 DB에서 디지털 트윈에 대한 데이터를 검색하여 사용한다.

디지털 트윈 연합 검증기는 연합 후보군을 구성하는 디지털 트윈이 갖는 시뮬레이터를 이용한 통합 시뮬레이션을 수행하여 실행 가능한 디지털 트윈 연합을 결정하고 DT 실행 공간에 디지털 트윈 연합을 생성한다.

디지털 트윈 연합을 생성하기 위해 사용하는 디지털 트윈들은 여러 디지털 트윈 플랫폼에서 서로 다른 표준을 따르거나 혹은 표준을 따르지 않고 생성되기에 상호운용성이 보장되지 않는다. 디지털 트윈들의 속성이나 행위 간 관계를 표현하는 온톨로지를 구축하여 사용함으로써 이중 디지털 트윈 간 상호운용성을 확보한다.

III. 결론

본 논문에서는 사용자 맞춤형 디지털 트윈 연합 생성 프레임워크를 제안 하였으며, 본 프레임워크를 사용하면 융합 서비스와 디지털 트윈에 대한 도메인 전문 지식 없이 사용자의 요구사항이 온전히 반영되어 융합 서비스를 지원하는 사용자 맞춤형 디지털 트윈 연합을 생성할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 실제 디지털 트윈을 연합하여 실용성을 검증할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원(No.2022-0-00866, 대규모 확장성 및 고신뢰 분산 시뮬레이션을 지원하는 제조 디지털 트윈 프레임워크 기술 개발)의 지원으로 수행된 연구임