

디지털 연합트윈 기반 응용 서비스를 위한 명세 기술 비교

홍석준, 김영진, 김원태*

한양대학교, *한국기술교육대학교

daniel379@hanyang.ac.kr, you359@koreatech.ac.kr, *wtkim@koreatech.ac.kr

Comparison of service annotation technology for digital twin association-based application service

Seokjoon Hong, Young-Jin Kim, Won-Tae Kim*

Hanyang Univ., *Koreatech Univ.

요약

디지털 트윈들의 집합된 시스템인 디지털 연합 트윈 기반의 응용 서비스를 제공하기 위해서는 서비스를 쉽게 검색하고 검색 결과를 이용하여 새로운 서비스를 만들어 이용자에게 맞는 서비스를 제공하는 기능이 필요하다. 현재 인터넷 기반의 웹서비스 기술은 의미기반으로 웹 체계를 구성하고 검색하여 컴퓨터와 사람이 보다 잘 협력할 수 있는 시맨틱 웹 서비스 기술로 발전되고 있고, 이를 실현하는 기술로 시맨틱 웹 서비스 명세 기술이 있다. 디지털 연합 트윈 기반 응용 서비스를 사용자가 요청했을 때, 쉽게 검색하고 자동으로 조합, 제공하기 위해서 시맨틱 웹 서비스 명세 기술이 핵심적인 기술이 될 수 있다. 본 논문에서는 현재 사용되고 있는 시맨틱 서비스 명세 기술들을 알아보고 특히 디지털 연합 트윈 기반의 응용 서비스 명세를 위한 관점에서 어떤 특징이 있는지를 살펴보고, 명세 기술 분석을 통해 OWL-S가 서비스를 구성하는 면에서 장점이 있지만, Goal검색, 중재 기술 측면에서는 WSMO가 더 나은 기능을 제공해 줄 수 있음을 확인하였다. 따라서 디지털 연합트윈 기반의 응용 서비스를 보다 잘 제공해주기 위해서는 기존 명세 기술들의 장점을 잘 살리고 단점을 보완하도록 수정 설계 및 적용이 필요할 것으로 보인다.

I. 서론

디지털 연합 트윈은 공동의 임무, 목적 달성 혹은 서비스를 제공하는데 필수적으로 요구되는 디지털 트윈들의 집합을 의미한다. 디지털 트윈이 실물 객체의 데이터를 수집/가공 처리하여 물리적 시스템의 상태를 디지털 상에서 시스템화하여 모니터링, 판단, 예측, 최적화하는 데에 활용하는 것이라고 한다면, 디지털 연합 트윈은 두 개 이상의 디지털 트윈이 상호 작용을 통해 물리적 시스템의 상태를 모니터링, 예측, 판단, 최적화하는 디지털 트윈들의 합동 조직 시스템이라 볼 수 있다.[1]

또한, 디지털 연합 트윈은 보다 구체적으로 그 서비스와 구성 형태에 따라 단독형 디지털 연합 트윈과 다중형 디지털 연합 트윈으로 구분할 수 있다. 단독형 디지털 연합 트윈은 하나의 독립 서비스를 제공하는 두 개 이상의 디지털 트윈들이 연합된 기본적인 단위의 디지털 연합 트윈이라면, 다중형 연합 트윈은 다중 서비스를 제공하는 다수의 동종/이종 단독형 디지털 연합 트윈들이 결합된 디지털 연합 트윈이라고 말할 수 있다.

시맨틱 웹 서비스 기술은 웹 서비스[2] 기술, 즉 네트워크를 통해 상호 운용 가능한 기계 간 상호 작용을 지원하도록 설계된 소프트웨어 시스템에 온톨로지 개념 모델을 도입하여 컴퓨터와 사람이 보다 잘 협력할 수 있도록 하는 웹 체계인 시맨틱 웹 기술을 결합한 것이다 [3].

시맨틱 웹 기술을 이용하면 인터넷에서 사용자의 의도와 목적에 맞는 서비스를 쉽게 검색할 수 있고 나아가 검색 결과를 이용하여 새로운 서비스를 자동으로 만들 수도 있다. 시맨틱 웹 기술의 실현을 위해서는 시맨틱 웹 명세 기술이 필수적이다.

이러한 이유로 사용자가 디지털 연합트윈 기반 응용 서비스를 서비스 사용자가 쉽게 검색하고 자동으로 조합하여 최상의 서비스를 제공하기 위

해서는 시맨틱 웹 서비스 명세 기술이 핵심기술이 될 수 있다.

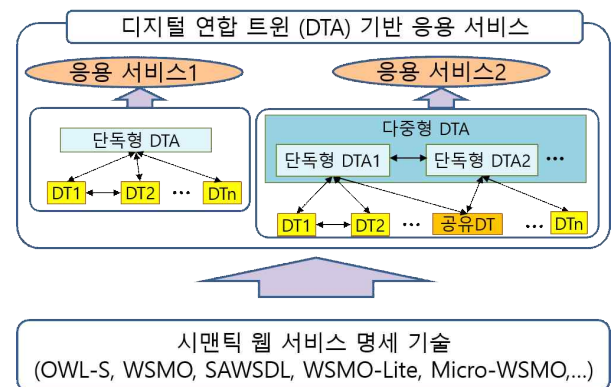


그림 1 디지털 연합 트윈 기반 응용 서비스를 위한 시맨틱 웹 서비스 명세 기술

본 논문에서는 디지털 연합 트윈 기반의 응용 서비스를 명세하고 제공하기 위해서 사용될 수 있는 대표적인 시맨틱 웹 서비스 명세 기술들을 간략히 분석하고 디지털 연합 트윈 관점에서 비교해보고 정성적으로 평가를 해보았다.

II. 시맨틱 웹 서비스 명세 기술들

대표적인 시맨틱 웹 서비스 명세 기술들로는 Top-down 방식의 OWL-S와 WSMO가 있고, Bottom-up 방식의 SAWSDL, WSOM-Lite, MicroWSMO가 있다. Top-down 방식이란 기존의 웹 서비스와 상관없이 새로운 시맨틱 웹 서비스를 설계할 때 적합한 방식이고, Bottom-up 방식은 기존의 웹 서비스 명세에 시맨틱 정보를 추가하는 방식으로 기존의 명세가 존재할 때 유용한 방식이다. [4]

가. OWL-S

OWL-S는 표준 웹 온톨로지언어인 OWL을 기반으로하는 서비스를 위한 시맨틱 웹 서비스 온톨로지이다[4].

OWL-S 온톨로지는 서비스 개요를 명세하는 서비스 프로파일(profile)과 서비스 실행과 연관된 프로세스 모델(process model), 서비스 매핑을 제공하는 서비스 그라운드(grounding)등 3가지 구성요소를 포함한다.

특히, OWL-S 프로세스 모델에서는 단독으로 동작될 수 있는 Atomic Process와 여러 프로세스들의 합성으로 구성되는 Compositive Process를 통해서 모델을 기술할 수 있다. 또한, Compositive Process를 구성하는 프로세스들의 관계를 표현하는 control constructs들 즉, Sequence, Split and join, if-then-else, choice, any-order, repeat-while and repeat-until 이 있어서 프로세스들 간의 세부적인 논리 관계를 표현할 수 있다.

나. WSMO

WSMO는 시맨틱 웹서비스의 다양한 측면을 기술하기 위해서 시맨틱 웹 서비스의 핵심 요소를 온톨로지 형태로 정의한 것이다.[5]

다른 명세 기술에 비해 WSMO이 가진 가장 큰 특징은 서비스 요청자가 필요로 하는 서비스를 명시하는 goal과 서비스 기능 명세를 분리하여 서비스 제공자와 사용자간 관점을 분리한다는 것과 이질적인 온톨로지와 서비스 등을 통합하기 위한 중재자(mediatros) 기능이 제공되어 통합하는데 효율적이라는 것이다.

다. SAWSDL

SAWSDDL은 기존의 WSDL로 명세된 웹 서비스 기능 명세에 시맨틱 정보를 추가할 수 있는 방법이다. SAWSDL에는 다음의 3가지 특성들이 있다.

- modelReference : WSDL 혹은 XML스키마에 시맨틱을 추가함 WSDL 인터페이스, 오퍼레이션, XML, 스키마타입 정의등을 위해 사용
- loweringSchemaMapping : 시맨틱데이터를 XML에 매핑하기 위해 사용
- liftingSchemaMapping : XML을 시맨틱 데이터에 매핑하기 위해 사용

라. WSMO-Lite

WSMO-Lite는 WSMO 계열의 어노테이션 방식으로 기존에 개발된 웹 서비스의 WSDL에 시맨틱 정보를 추가하는 방식이다. WSMO-Lite는 IBNF(Information semantics, NonFunctional semantics, Behavior semantics, Function semantics)의 네 가지 시맨틱스 메타레벨을 정의하고 이것을 RDF(S)를 이용하여 표현한다.

마. MicroWSMO

MicroWSMO는 Restful 웹서비스의 시맨틱 명세를 위한 방법으로 RESTful 웹서비스를 명세한 hREST에 시맨틱 정보를 추가한다.

III. 디지털 연합 트윈 기반 응용 서비스 명세 측면에서 시맨틱 웹 서비스 명세 기술 비교

먼저 디지털 연합 트윈 기반 응용 서비스 명세 측면에서 어떤 시맨틱 웹 서비스 명세 기술이 적합한 지를 확인하기 위해서는 아래와 같은 요구 사항들을 만족하는지를 확인해야한다.

- 서비스 요청자의 요구사항에 가장 맞는 서비스 검색
- 기존의 서비스들을 다양한 로직으로 조합하는 기술
- 동종뿐아니라 이종 온톨로지 도메인에서 생기는 의미적 불일치 해결

표 1 시맨틱 웹 서비스 명세 기술 비교

시맨틱 웹 서비스 명세 기술 (표현언어)	디지털 연합트윈기반 응용서비스 명세를 위한 특징
OWL-S (OWL)	새로운 디지털 연합 서비스 설계 적합, Atomic, Composition Process 명세 가능, Sequence, If-then-else, Choice 등 로직 표현 가능
WSMO (WSML)	새로운 디지털 연합 서비스 설계 적합, 서비스 검색 시 Goal, 중재 기능 제공, 두 가지 조합 서비스 모델인 오케스트레이션 (orchestration) 모델과 코레오그래피 (choreography) 모델을 지원
SAWSDDL (RDF, OWL)	기존 디지털 연합 서비스에 추가 적합, 제한적 중재 기능
WSMO-lite (RDF(S))	
Micro-WSMO (RDF(a))	

IV . 결론

디지털 트윈 집합체인 디지털 연합 트윈 기반의 응용 서비스를 제공하는 데 있어서 사용자의 요구사항을 정확히 반영하고 검색, 자동 조합, 실행을 위해서는 이에 적합한 서비스 명세 기술이 필요하다. 현재 의미기반 검색과 자동 구성 실행을 위한 웹 서비스에 적용되고 있는 시맨틱 웹 서비스 기술이 있고, 이를 위한 핵심 기술로 시맨틱 웹 서비스 명세 기술이 있다. 본 논문에서는 현재 사용되고 있는 시맨틱 웹 서비스 기술이 어떤 것이 있는지 살펴보고 특히 디지털 연합 트윈 응용 서비스 명세 측면에서의 특징을 살펴보았다. 명세 기술 분석을 통해 OWL-S가 서비스 구성을 기술하는 측면에서는 장점이 있지만, Goal검색, 중재 측면에서는 WSMO가 나은 기능을 제공하고 있음을 확인하였다. 따라서 디지털 연합 트윈기반 응용 서비스 명세를 위해서는 기존 명세 기술들의 장점들을 잘 살리도록 적용하는 것이 필요할 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획위원회의 50% 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022-0-00438, (총괄.1 세부) 지능형 디지털 트윈 연합 운용 및 예측 핵심기술 개발) 또한, 본 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획위원회의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2022-0-00866, 대규모 확장성 및 고신뢰 분산 시뮬레이션을 지원하는 제조 디지털 트윈 프레임워크 기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] 김영진 et al, "디지털 트윈 소프트웨어 아키텍처와 개발 사례," OSIA Standard & Technology Review, 제34권 제1호, pp. 22-31, 2021.
- [2] W3C. "Web Services Glossary § Web service". 11 February 2004. Retrieved 24 January 2017.
- [3] W3C. <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>
- [4] 문예경, 박유미, and 김상기. "시맨틱 웹서비스를 위한 시맨틱 어노테이션 기술 동향." 2010.
- [5] W3C. OWL-S: Semantic Markup for Web Services. <https://www.w3.org/Submission/OWL-S/>
- [6] W3C. Web Service Modeling Ontology (WSMO) <https://www.w3.org/Submission/WSMO/>