

표준기반 제조 장비/프로세스 실행체계 가이드-5

AAS 레퍼런스 모델 활용 작성방법



중소벤처기업부
Ministry of SMEs and Startups

KOSMO
스마트제조혁신추진단



NEST+
FIELD

목 차

1	적용범위	3
2	인용표준	4
3	용어와 정의 및 약어.....	5
3.1	용어와 정의	5
3.2	약어.....	9
4	Asset Administration Shell.....	10
4.1	Asset Administration Shell.....	10
4.2	AAS 메타모델	10
4.3	AAS 서브모델(Submodel)	11
4.4	프로퍼티(Property)	11
4.5	어트리뷰트(Attribute)	11
4.6	AAS 식별자(Identifier).....	12
4.7	시맨틱(Semantic)	14
4.8	컬렉션 (Collection).....	15
4.9	타입(Type)과 인스턴스(Instance)	15
5	AAS 작성 요구사항	17
5.1	AAS의 필수 구성요소	17
5.2	주요 서브모델	17
5.3	프로퍼티 시맨틱 식별자	18
6	레퍼런스 모델을 활용한 AAS 작성.....	20
6.1	일반적인 AAS 작성 절차.....	20
6.2	레퍼런스 AAS 모델	22
6.3	AAS 레퍼런스 모델 레포지토리	23
6.4	AAS 레퍼런스 모델 활용 방법.....	23
부속서 A	26
A.1	6축 로봇 레퍼런스 AAS를 실제 로봇 제품에 적용한 경우 차이점 검토	26

표준기반 제조 장비/프로세스 실행체계 가이드-5

AAS 레퍼런스 모델 활용 작성방법

1 적용범위

이 기술 문서는 Asset Administration Shell(이하 AAS)을 사용하여 제조 현장의 데이터를 수집/저장/활용하는 체계에서 『미리 개발된 AAS 레퍼런스 모델을 활용하여 대상 장비/프로세스에 대한 AAS 모델을 작성하는 방법』을 기술한다.

제조 데이터 활용 플랫폼에서 핵심적인 역할을 수행하는 Asset Administration Shell은 독일의 Industrie 4.0 전략의 핵심 개념으로, 이 기술 문서에서는 이해를 돕기 위한 간단한 개념 설명을 제시할 뿐 모든 내용은 해당 표준 규격을 따른다.

AAS 표준 문건에서는 AAS를 사용하여 대상 자산을 모델링 하기 위한 메타 모델과 필수 구성요소 등을 기술하고 있으나, AAS 작성 대상이 되는 모델에 대한 구체적인 모델링 방법은 제시하지 않는다. AAS를 사용하여 대상 자산을 어떠한 구조와 내용으로 모델링 할 것인가는 전적으로 AAS 활용 목적과 대상 자산의 종류, 모델링 하는 주체의 관점에 따라 달라진다.

이 기술 문서의 **4장**에서는 AAS를 제작하기 위해 필요한 필수 기반 지식과 작성 기준을 기술하지만, 이는 AAS 작성 기준을 이해하기 위한 설명을 위한 목적이며, 관련 기술은 모두 AAS 표준을 따른다. **5장**에서는 **4장**에서 기술한 기준 외에 제조 데이터 활용 플랫폼에서 활용 가능한 AAS를 제작하기 위한 추가적인 기준을 기술한다. 이 기술 문서의 **6장**에서는 일반적인 AAS 제작 절차와 AAS 레퍼런스 모델을 활용할 수 있는 방법을 기술한다. 이 기술문서의 **부속서**에는 6축 로봇에 대한 레퍼런스 모델을 실제 장비에 적용한 사례를 간략하게 소개한다.

이 기술 문서에서는 AAS를 작성하는 도구의 사용법에 대해서는 별도로 기술하지 않는다. 전용 도구를 사용하여 AAS를 작성하는 방법에 대해서는 별도 가이드 문서나 매뉴얼을 참고한다.

이 기술 문서는 제조 데이터 솔루션을 기준으로 작성되었으며, 변형된 버전은 이 기술 문서의 적용 범위에 포함되지 않는다.

2 인용표준

다음 문서는 전체적으로 혹은 부분적으로 이 문서에서 규범적으로 인용되고, 이 문서를 적용하기 위해 필수적인 문서이다. 발행 연도가 표기된 인용표준은 인용한 판만 적용한다. 또한, 발행 연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(추록 포함)을 적용한다.

KS C IEC TR 62541-1, OPC 통합 아키텍처 — 제1부: 개요와 개념(Overview and Concepts)

KS C IEC 62541-3, OPC 통합 아키텍처 — 제3부: 주소 공간 모델(Address Space Model)

KS C IEC 62541-4, OPC 통합 아키텍처 — 제4부: 서비스(Services)

KS C IEC 62541-6, OPC 통합 아키텍처 — 제6부: 매핑(Mappings)

IEC CD 63278-1 ED1, 산업용 애플리케이션을 위한 자산관리셀(AAS) - 제1부: 자산관리셀의 구조

IEC 61360-4 - 제 4부: IEC 공통 데이터 사전 (IEC CDD)

3 용어와 정의 및 약어

3.1 용어와 정의

이 문서에서는 다음의 용어 및 정의를 적용한다.

ISO 및 IEC는 표준화를 위한 용도로 다음 주소에 용어 데이터베이스를 유지한다.

- IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/> 에서 이용 가능
- ISO 온라인 검색 플랫폼: <http://www.iso.org/obp> 에서 이용 가능

3.1.1

자산(Asset)

개인, 조직 또는 국가에 가치가 있는 물리적 실체 또는 디지털 실체

3.1.2

자산 관리 셸(Asset Administration Shell, AAS)

자산의 정보 및 동작에 대한 일관된 액세스를 제공하는 자산의 표준화된 디지털 표현, 이를 통해 사용 사례의 요구사항을 충족하는 회사 및 회사 전체의 응용 프로그램 간 상호 운용성을 촉진한다.

비고 1 자산 관리 셸(Asset Administration Shell)은 관리 셸(Administration Shell) 또는 AAS로 축약된다.

비고 2 자산 관리 셸은 제조 장비와 같은 광범위한 자산뿐만 아니라 생산된 제품, 재료, 공급품, 폐기물, 소프트웨어 및 라이선스, 계획 및 지적 재산과 같은 비물질적인 제품에도 적용된다.

3.1.3

어트리뷰트(attribute)

정보 기술에서 프로퍼티(property)의 표현

3.1.4

컬렉션(collection)

주어진 도메인에서 한 엔티티를 다른 엔티티와 명확하게 구별하기 위한 정보

3.1.5

컴포넌트(component)

여러 구성으로 이뤄진 시스템, 기계 또는 공장에 포함되어 사용되는 제품

3.1.6

공통 데이터 사전(Common Data Dictionary, CDD)

IEC 61360 공통 데이터 사전(CDD)은 전기 전자 산업 전반에서 사용되는 공통의 용어 및 개념을 저장하는 저장소이며, IEC 국제표준이나 업계 표준 등을 기반으로 일반적으로 사용하는 용어 및 개념을 정의한다.

3.1.7

대시보드(dashboard)

대시보드는 하나의 화면에 다양한 이벤트를 모니터링하고 공간 정보 및 데이터를 여러 뷰의 형태로 시각화하여 보여준다.

3.1.8

제조 데이터 솔루션

제조 데이터 활용 플랫폼을 실제로 구현한 솔루션이다. 제조 데이터 활용 플랫폼을 구현하는 방법에는 제한이 없으나, 제조 데이터 활용 플랫폼의 유효성을 실증하고 국내 보급/확산을 활성화하기 위하여 제조 데이터 활용 플랫폼과 함께 개발된 솔루션이다.

이전 단계에서는 제조 현장으로부터 데이터를 수집/저장하고 검증하는 것을 주요 목표로 하는 『데이터 수집 솔루션』으로 사용되었으나, 수집/저장된 제조 데이터를 다양한 형태로 활용할 수 있도록 제조 데이터 활용 플랫폼으로 확장되어, 이에 대응하여 『제조 데이터 솔루션』으로 표기한다.

3.1.9

제조 데이터 활용 플랫폼

제조 현장으로부터 데이터를 수집/저장하여 다양한 목적으로 데이터를 활용할 수 있도록 개발된 데이터 수집 체계이다. 특히 다양한 제조 현장으로부터 수집된 데이터가 일정한 체계로 수집/저장/활용될 수 있도록 하기 위하여, Industrie 4.0 디지털 트윈의 핵심 기술인 Asset Administration Shell을 활용하여 제조현장 및 장비를 모델링하고, 모든 데이터 관리가 이를 기준으로 동작되도록 설계되었다. 정식 명칭은 “AAS 기반의 데이터 수집/저장 플랫폼”이다.

이전 단계에서는 현장의 제조 데이터를 수집/저장하는 것을 주요 목적으로 설계되어 『데이터 수집 플랫폼』으로 사용되었으나, 수집/저장된 제조 데이터를 다양한 형태로 활용할 수 있도록 제조 데이터 실행 체계를 갖추고 외부 서비스 인터페이스를 확장하여, 명칭을 제조 데이터 활용 플랫폼으로 표기한다. 제조 데이터 활용 플랫폼은 이전의 데이터 수집 플랫폼을 포함한다.

3.1.10

디지털 트윈(Digital Twin)

물리적 자산, 아바타 및 인터페이스로 구성된 복합 모델

3.1.11

엣지 게이트웨이(Edge Gateway)

엣지 게이트웨이에 대한 정의는 다양하지만, 이 기술 문서에서는 제조 현장 내부에 설치되어 필드 장비들로부터 데이터를 수집하여 클라우드에 전달하는 장치를 의미한다.

3.1.12

필드 장비(field device)

컨트롤러의 입력/출력 인터페이스에서 플랜트 항목으로의 물리적 연결을 통해 프로세스의 조건, 상태 및 값에 필요한 정보 또는 작업을 제공한다. (예: 센서 및 액추에이터, 커플링 장치, 로컬 오버라이드/표시 장치, 스위치 및 표시등, 조작자 패널, 로컬 모니터링 및 제어 장치, 룸 장치/설정 노브)

3.1.13

식별자(identifier, ID)

주어진 도메인에서 한 엔티티를 다른 엔티티와 명확하게 구별하기 위한 정보

3.1.14

인스턴스(intance)

특정 타입을 구체적이고 명확하게 식별 가능하게 하는 구성요소

비고 1 특정 프로퍼티(property) 값을 정의하여 장치와 같은 타입(type)의 개별 엔티티가 된다.

비고 2 객체 지향 뷰(view)에서 인스턴스는 클래스 (타입)의 객체를 나타낸다.

3.1.15

인터페이스(interface)

다른 기능 장치에 연결 할 수 있는 기능 장치의 정의된 연결 지점

비고 1 “정의 됨(defined)”은 연결 지점의 요구 사항 및 보장된 속성이 설명되어 있음을 의미한다.

비고 2 기능 장치의 인터페이스 간 연결을 인터페이스라고도 한다.

비고 3 정보 시스템에서 정의된 정보 교환은 이 시점에서 발생한다.

비고 4 인터페이스는 만들어 질 연결에 특정 요구 사항을 적용한다.

비고 5 인터페이스에는 특정 기능이 필요하다.

3.1.16

라이프사이클(life cycle)

생성에서 폐기까지 항목(item)이 통과하는 일련의 식별 가능한 단계

비고 1 일반적인 시스템 라이프 사이클은 다음으로 구성된다: 개념과 정의, 설계 및 개발, 건설, 설치 및 시운전, 운영 및 유지보수, 업그레이드 또는 수명 연장, 해체 및 폐기

3.1.17

메타모델(metamodel)

하나 이상의 다른 데이터 모델을 지정하는 데이터

3.1.18

프로퍼티(property)

개체의 설명 및 구분에 적합한 정의된 특성

비고 1 타입(type) 및 인스턴스(instance)의 개념이 프로퍼티에 적용된다.

비고 2 프로퍼티 타입은 사전 (예: IEC 공통 데이터 사전 또는 eCl@ss)에서 정의된다.

비고 3 프로퍼티 인스턴스에는 값이 있으며 제조업체에서 제공한다.

비고 4 프로퍼티에는 공칭값, 실제값, 측정값 등이 포함된다.

3.1.19

서브모델(submodel)

기술적으로 다른 서브모델과 분리되어 있고 AAS에 포함 된 모델

비고 1 각 서브모델은 잘 정의된 도메인 또는 주제를 가리킨다.

비고 2 서브모델은 다른 라이프 사이클(life cycle)을 가질 수 있다.

비고 3 템플릿 및 인스턴스의 개념은 서브모델에 적용된다.

3.1.20

서브모델 요소(submodel element)

자산의 설명 및 차별화에 적합한 요소

비고 1 속성 정의 확장

비고 2 작업, 관계 및 파일을 설명 할 수 있다.

3.1.21

타입(type)

타입의 모든 인스턴스가 공유하는 공통 속성을 지정하는 하드웨어 또는 소프트웨어 요소

3.2 약어

표 1은 이 문서에서 사용하는 약어의 목록이다.

표 1 — 약어

AAS	자산 관리 셸(Asset Administration Shell)
AASX	AAS 패키지 파일 포맷(Package file format for the AAS)
CDD	공통 데이터 사전(Common Data Dictionary)
I4.0	인더스트리 4.0(Industrie 4.0)
ID	식별자(Identifier, ID)
IEC	국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission)
IRDI	국제 등록 데이터 식별자(International Registration Data Identifier)
IRI	국제화 자원 식별자(Internationalized Resource Identifier)
ISO	국제 표준화 기구(International Organization for Standardization)
OPC	개방형 플랫폼 통신(Open Platform Communications)
OPC UA	OPC 통합 아키텍처(OPC Unified Architecture)
URL	통합 자원 지시자(Uniform Resource Locator)
URI	통합 자원 식별자(Uniform Resource Identifier)
UUID	범용 고유 식별자(Universal Unique Identifier)

4 Asset Administration Shell

4.1 Asset Administration Shell

제조 분야는 제품과 생산, 그리고 생산된 제품들로 인해 발생하는 비즈니스 등 복잡 다단한 라이프 사이클과 생태계를 가진다. 이러한 복잡한 생태계를 디지털 공간으로 들여오기 위해서는 제품, 생산설비, 생산공정, 공장, 기업, 기업간 비즈니스와 같은 요소들뿐만 아니라 제품의 설계, 제조, 사용 및 유지관리, 그리고 폐기에 이르기까지 라이프사이클 전 과정에 걸친 다양한 데이터들을 모두 정보 공간에서 표현할 수 있어야 한다.

Asset Administration Shell은 이렇게 광범위한 제조 전 영역에서 물리적인 자산(Asset)의 모든 정보를 정보 세계에 모델링 하기 위한 메타 데이터로 Industrie 4.0의 근간을 이루는 핵심 개념이자 기술이다.

복잡한 라이프사이클과 다양한 제조 데이터의 요소들을 표현하기 위해서, AAS는 비정형 데이터를 유연하게 다룰 수 있어야 하며, 생태계를 이루는 모든 부문들이 쉽게 접근할 수 있도록 개방성을 가져야 한다. 또한 시장에 현존하는 기존의 기술들과 공존할 수 있어야 하면서도 이들을 효율적으로 다루고 상호 연결할 수 있어야 한다.

또한 단순히 데이터만 표현하는 것이 아니라 스스로에 대한 데이터 구조와 제공 가능한 기능들에 대한 정보도 제공하여야 하며, AAS간의 관계 설정을 통해 더 큰 단위의 자산(Asset)을 표현하는 것도 가능하여야 한다.

Asset Administration Shell에 대한 자세한 사항은 현재 제정중인 **IEC63278** 표준안을 참고한다. 이 기술 문서에서는 이해를 위한 간단한 설명을 기술하며, AAS에 대한 정의 및 관련 기술 사항은 이 기술 문서에서 별도로 정의하지 않는다.

4.2 AAS 메타모델

AAS는 물리세계 자산(Asset)의 모든 특징과 정보를 정보세계에서 표현할 수 있는 메타 모델이며, AAS 메타모델은 실제로 다음의 **그림 1**과 같이 요약된다.

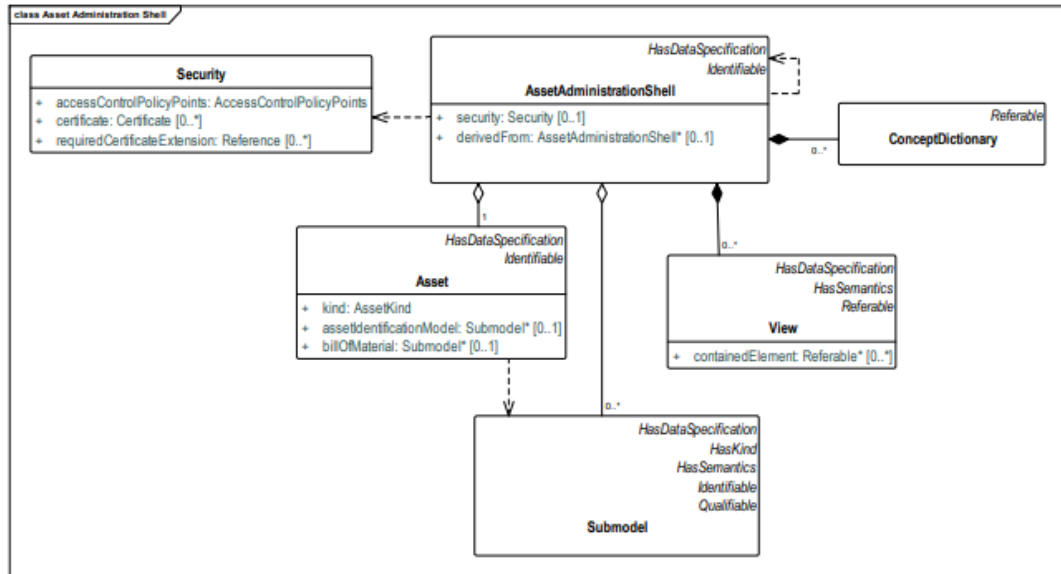


그림 1 — Asset Administration Shell 메타모델

그림 1에서 모든 AAS는 하나의 자산(Asset)과 연결되어 있으며, 여러 개의 서브모델(Submodel)로 구성이 된다. 또한 AAS의 라이프 사이클에 따라 여러 개의 뷰(View)를 가질 수 있으며, AAS 프로퍼티들의 시맨틱을 보장하기 위하여 개념사전(Concept Dictionary)를 가질 수 있다.

4.3 AAS 서브모델(Submodel)

AAS는 물리 세계의 자산(Asset)이 가지는 모든 특성들을 정보 세계의 데이터로 표현한다. AAS 서브모델이란 AAS를 구성하는 다양한 프로퍼티(Property)들을 일정한 기준에 따라 분류한 프로퍼티의 모음이다. 모든 AAS는 하나 이상의 서브모델로 구성되며, 서브모델을 구분하기 위한 지정된 기준은 존재하지 않는다.

4.4 프로퍼티(Property)

물리 세계는 다양한 오브젝트로 이루어져 있으며, 이러한 오브젝트 중에서 가치를 가지는 것을 자산(Asset)이라 한다. 이러한 자산의 고유한 특성은 프로퍼티(Property)를 사용하여 정보 세계의 기술적인 데이터로 표현된다.

정보 세계에서 프로퍼티는 적어도 하나의 고유한 명칭을 가지며, 이를 구분하기 위한 고유의 식별자를 가져야 한다. 또한 하나의 프로퍼티는 도메인 내에서 하나의 의미로만 정의되어야 하며, 어떠한 곳에서도 동일한 의미로 해석될 수 있어야 한다.

4.5 어트리뷰트(Attribute)

AAS 프로퍼티 역시 하나의 구조화된 데이터로, 그 특징을 표현하기 위하여 다양한 어트리뷰트를 가질 수 있다. 일반적으로 프로퍼티는 프로퍼티를 구분하기 위하여 고유 식별자(unique identifier) 어트리뷰트를 가지며, 프로퍼티의 의미를 정의하기 위하여 정의(definition) 어트리뷰트를 가진다. 이 밖에도 관리를 위한 버전 정보나 단위 정보와 같은 부가적인 어트리뷰트도 가질 수 있다.

4.6 AAS 식별자(Identifier)

모든 AAS는 다른 AAS와 구분되어야 하며, 상호 데이터 교환 및 인터페이스가 가능하여야 한다. 이를 위해서는 물리 세계에서 모든 자산(Asset), 정보 세계에서 자산을 반영하는 AAS, 그리고 그 특징을 표현하기 위한 프로퍼티 모두 각각 고유의 식별자를 필요로 한다. 식별자는 개체를 유일하게 식별할 수 있는 일정한 형식의 정보를 의미한다.

Industrie 4.0 컴포넌트는 다음과 같이 다양한 유형의 식별자를 사용할 수 있다.

4.6.1 국제 등록 데이터 식별자 (IRDI: International Registration Data Identifier)

아래의 그림 2는 국제 등록 데이터 식별자의 구조를 나타낸다. IRDI는 „등록 권한 소유자“에 의해 등록된 각 기관에 의해 부여된 식별자이기 때문에 전 세계적으로 고유한 식별자임을 보장할 수 있다. AAS에서는 일반적으로 eCl@ss 또는 CDD(Common Data Dictionary)와 같이 국제적으로 공인된 데이터 사전으로부터 정의된 프로퍼티에 IRDI를 사용한다.

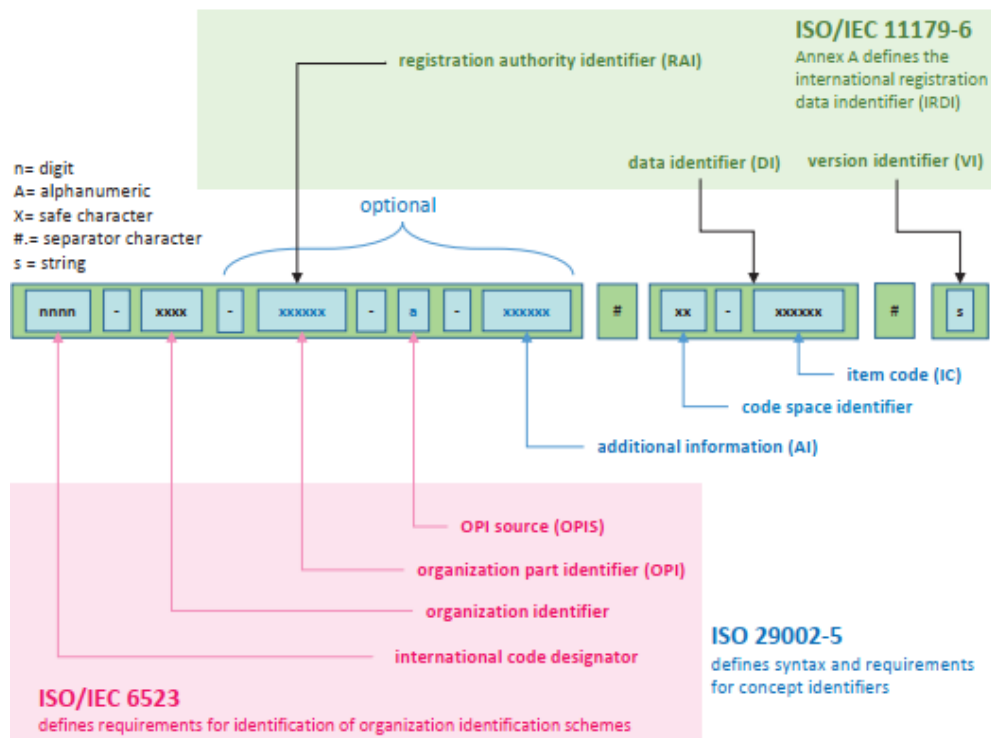


그림 2 — IRDI를 사용한 프로퍼티 경로 식별자

4.6.2 통합 자원 식별자 (URI: Uniform Resource Identifier)

통합 자원 식별자는 정보통신 기술에 광범위하게 사용된다. 보통 URL(Uniform Resource Locators)로 인터넷에서 많이 사용되고 있는 식별자 역시 URI의 일종이며, 일반적인 구조는 아래의 그림 3과 같다.



그림 3 — RFP 3986에 따른 통합 자원 식별자 구조

그림 3에서 알 수 있듯이 URI는 계층적으로 경로를 지정할 수 있기 때문에, 특별히 공인된 기관에서 식별자를 부여하지 않더라도 전 세계적으로 고유한 식별자를 정의할 수 있다. 이러한 특징으로 인해, AAS에서는 IRDI로 정의할 수 없는 프로퍼티나 서브모델, AAS, 자산(Asset)등의 식별자에 일반적으로 URI를 사용한다.

4.6.3 GUID (Global Unique Identifier)

GUID는 128비트의 숫자로 정의되며 응용 소프트웨어에서 사용되는 유사 난수의 일종이다. 생성할 때 항상 유일한 값이 생성된다는 보장은 없지만, 적절한 알고리즘을 사용하여 생성한 경우 유일한 값을 생성할 수 있다. 단, 이렇게 생성된 식별자가 반드시 전 세계적으로 고유하다고 보장할 수 없기 때문에, 일반적으로 AAS에서는 GUID 만으로 식별자를 정의하지 않고, URI와 조합하여 사용하는 경우가 많다. AAS의 식별자로 GUID를 사용하는 것은 권장하지 않는다.

4.7 시맨틱(Semantic)

정보 세계에서 사용되는 프로퍼티는 사람뿐만 아니라 기계가 이해할 수 있어야 하며, 어떠한 경우에도 동일한 하나의 의미로 해석되고 처리되어야 한다. 이를 가능하게 하기 위해서는 프로퍼티의 의미론, 즉 시맨틱(semantic)이 정의되어야 한다.

하나의 프로퍼티는 도메인 내에서 한 번만 그리고 단 하나만 정의되어야 한다. 이는 결국 용어에 대한 표준화 없이는 불가능한 일이다. AAS에서 정의하는 모든 프로퍼티들은 고유한 시맨틱을 가져야 한다. 일반적으로 **eCl@ss**, **IEC 61360** 공통 데이터 사전(CDD)을 비롯한 여타 참고 가능한 데이터 베이스를 우선적으로 활용한다.

4.7.1 eCl@ss

eCl@ss는 전세계 다양한 산업의 제품, 서비스, 소재, 시스템을 명확하게 분류하고 기술하는 데 사용되는 ISO/IEC 규격 제품 데이터 표준으로 클래스, 속성, 단위, 키워드 등 데이터에 대한 메타데이터와 사람과 기계 모두 이해 가능한 통일된 언어를 제공한다. 최근 스마트 산업에서 필수적인 요소로써 자리매김 하고 있으며, 디지털 트윈의 기반이 되는 AAS와 함께 활용되고 있다.

4.7.2 공통 데이터 사전 (CDD: Common Data Dictionary)

IEC 61360 공통 데이터 사전(CDD)은 전기 전자 산업 전반에서 사용되는 공통의 용어 및 개념을 저장하는 저장소로서, IEC 국제표준이나 업계 표준 등을 기반으로 일반적으로 사용하는 용어 및 개념을 정의하고 있다. 특히 최근에는 스마트 공장과 관련된 모든 표준들이 공통 데이터 사전과 연계하도록 강제하는 등 스마트공장 분야 표준 용어로 활용이 되고 있다.

4.7.3 Concept Description

4.7에서 기술한 바와 같이 AAS의 모든 프로퍼티는 각각의 시맨틱을 가져야 한다. 이러한 요구사항은 4.2에서 개념 사전(Concept Dictionary)으로 구현된다. 개념 사전은 AAS의 모든 프로퍼티들이 가지는 시맨틱의 집합으로, 마치 사전처럼 모든 프로퍼티의 정의와 형식, 단위 등을 표현

하고 있다.

Concept Description이란 개념 사전을 구성하는 개별 항목들을 의미하며, AAS에서 사용되는 하나의 프로퍼티에 연결된 프로퍼티의 시맨틱을 의미한다. Concept Description은 AAS에서 시맨틱 식별자를 포함하는 개념으로, CDD 또는 eCl@ss와 같은 데이터베이스를 활용하여 AAS 내부 요소들에 의미를 설명해 준다.

4.8 컬렉션 (Collection)

4.2에서 기술한 바와 같이, AAS는 여러 개의 서브모델로 구성된다. 그리고 AAS의 서브모델들은 자산(Asset)의 특징을 설명하기 위한 하나 이상의 프로퍼티로 구성된다. 이렇게 AAS 서브모델을 구성하는 요소들을 서브모델 엘리먼트(Submodel Element)라 한다.

컬렉션(Collection)이란 하나 이상의 서브모델 엘리먼트들로 구성된 서브모델 엘리먼트 컬렉션을 의미하는 용어이다. 서브모델을 구성하는 여러 프로퍼티들 중에서 유사한 특징을 가지는 프로퍼티들을 그룹화 하여 컬렉션을 구성한다.

다음의 그림 4는 AAS 표준에서 정의하고 있는 서브모델 엘리먼트 컬렉션의 메타모델을 보여준다.

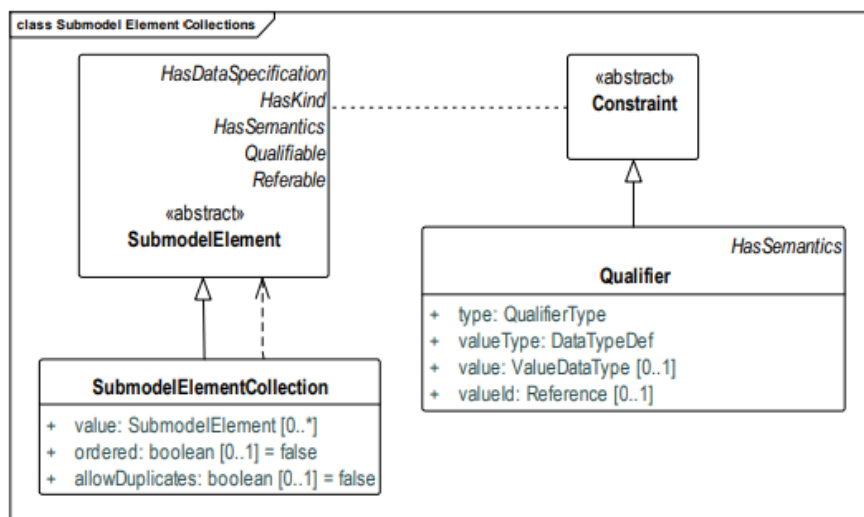


그림 4 — 서브모델 엘리먼트 컬렉션 메타모델

4.9 타입(Type)과 인스턴스(Instance)

자산에 대한 타입과 인스턴스의 관계는 수명 주기(Life Cycle) 동안 유지되어야 한다.

개발측면에서 타입은 개념, 아이디어, 테스트 등이 유효하며, CAD, 회로도, 소프트웨어와 같은 내부 설계들이 자산 유형과 연결된다. 사용측면에서 타입은 기술 정보, 마케팅 정보 등 자산과 관련된 외부 정보가 생성된다.

인스턴스의 경우 개발 측면에서 타입을 기준으로 생성되며, 물류나 검증 또는 테스트 등에 대한 정보가 연관된다. 사용 측면에서 인스턴스는 특정 영역에서 사용되고 있는 데이터가 연결되어 다른 가치 사슬 파트너와 공유 될 수 있으며, 유지 관리, 최적화 및 폐기 등이 포함된다.

다음의 그림 5는 AAS 표준에서 정의하고 있는 여러 AAS가 나타내는 자산의 타입과 인스턴스에 대한 예시를 보여준다.

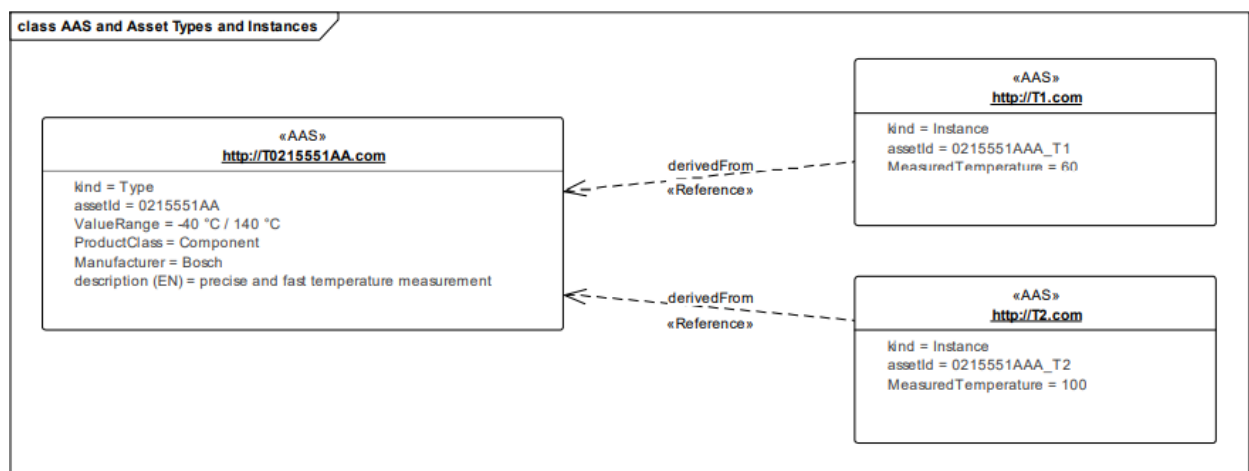


그림 5 — 여러 AAS가 나타내는 타입과 인스턴스 예

5 AAS 작성 요구사항

5.1 AAS의 필수 구성요소

하나의 AAS는 하나 이상의 서브모델로 구성되어야 한다. AAS를 구성하는 서브모델에 대한 리스트를 제한하거나 필수 서브모델을 규정하지는 않고 있지만, 일반적으로 사용되는 서브모델에 대한 가이드라인을 기준으로 몇 가지 주요 서브모델을 요약할 수 있다. 다음의 5.2에서는 주요 서브모델을 기술한다.

AAS에 포함되는 모든 프로퍼티는 고유한 시맨틱 식별자(Semantic ID)를 가져야 한다. 가능한 모든 프로퍼티는 공인된 IRDI를 가져야 하며, 그렇지 못한 경우는 5.3 프로퍼티 시맨틱 식별자에 정의된 방식에 따라 시맨틱 식별자를 작성하여야 한다.

5.2 주요 서브모델

AAS는 물리 세계에 존재하는 다양한 형태의 자산(Asset)을 모두 표현할 수 있는 유연한 메타모델이며, AAS는 서브모델을 사용하여 자산의 특징을 기술한다. 따라서 AAS 표준에서는 AAS를 구성하는 서브모델의 종류를 규정하거나 제한하지 않는다.

다만, AAS와 관련된 여러 기술문건들은 다음과 같은 서브모델들을 공통적으로 제시하고 있으므로, 특정 도메인에 특화된 정보가 아닌 경우에는 다음의 서브모델들을 선택적으로 사용한다.

5.2.1 Identification 서브모델

이 서브모델은 AAS의 기본이 되는 서브모델로, AAS 규격에서 필수로 지정되지는 않았지만 모든 AAS에서 반드시 가져야 하는 서브모델이다. 자산(Asset)을 식별하기 위한 고유번호나 자산에 대한 설명, 판매정보, 제조정보 등이 포함되며, 포함되는 정보에 대한 제한은 없다.

5.2.2 Technical Data 서브모델

이 서브모델은 자산(Asset)의 기술사양 정보를 포함한다. 기술사양이란 데이터 시트와 같이 고유한 기술적인 특징들과 매개변수들을 의미한다. 일반적으로 이 서브모델에 포함된 데이터들은 제조 현장으로부터 실시간으로 수집되지 않는다.

5.2.3 Operational Data 서브모델

이 서브모델은 제조 현장으로부터 실시간 수집되는 각종 동작 정보를 포함한다. 실제로 공정이

나 제조 설비로부터 수집되는 실시간 데이터를 의미한다.

서브모델의 명칭이 반드시 Operational Data로 정의되어야 하는 것은 아니며, 도메인에 특화된 정보들에 따라 Drilling 서브모델과 같이 특징을 표현할 수 있는 명칭을 사용할 수 있다. 다만 도메인 특화된 정보들이 아닌 일반적인 정보들의 경우, Operational Data라는 서브모델을 사용하여 명확하게 실시간 데이터임을 규정해주는 것이 필요하다.

5.2.4 Document 서브모델

AAS는 데이터 시트, 도면과 같은 각종 부가정보 파일을 포함할 수 있다. Document 서브모델은 이러한 파일 형태의 데이터를 포함하는 서브모델로, 실제 파일은 링크 형태로 추가되고 파일에 대한 정보가 프로퍼티 형태로 포함된다. 제조 데이터 활용 플랫폼에서 실제 현장의 데이터를 수집하는 대상은 아니지만, 대상 자산에 대한 설계, 유지관리, 마케팅 정보 등을 포함하고 있어 구현하는 것이 바람직하다.

5.3 프로퍼티 시맨틱 식별자

AAS를 작성할 때 가장 중요한 항목은 개별 프로퍼티의 시맨틱 식별자를 결정하는 것이다.

일반적인 경우 eCl@ss 또는 CDD와 같은 데이터 베이스에 등록된 용어들을 선택하여 적용한다. eCl@ss 또는 CDD에서 선택된 용어들의 경우에는 모두 4.6.1에서 기술한 IRDI 형식의 식별자가 이미 정의되어 있다.

하지만 이렇게 선택 가능한 프로퍼티는 현재까지 매우 한정적이기 때문에, 실제 현장의 데이터를 기반으로 AAS를 정의하는 경우에는 자체적으로 프로퍼티 시맨틱을 정의하여 사용할 필요가 있다. 이렇게 자체적으로 시맨틱을 정의하는 경우 4.6.2에서 기술한 URI 형식의 식별자를 사용해야 한다.

데이터 수집 플랫폼에서 사용되는 모든 시맨틱 식별자는 IRDI 또는 URI를 사용하여야 하며, URI를 사용할 경우에는 아래의 형식을 따라야 한다. 아래의 형식에서 http(s)://admin-shell-io/ 부분은 IRI를 정의하는 도메인으로, 이 ID를 정의하는 기관의 도메인을 사용하여도 된다.

```
http(s)://admin-shell.io/<sub-namespace>
[<version>[/<revision>]]/<ShortId>
[<AttributeShortId>[/<ValueShortId>]]
```

그림 6 — 데이터 수집 플랫폼에서 사용하는 URI 형식

6 레퍼런스 모델을 활용한 AAS 작성

이 장에서는 AAS를 작성하여 활용하는 일반적인 절차를 소개하고, 이 과정에서 AAS 레퍼런스 모델이 필요한 이유와 활용하는 방법에 대하여 기술한다.

6.1 일반적인 AAS 작성 절차

AAS를 구현 및 활용하기 위해 일반적으로 아래의 그림 7과 같은 절차를 따른다. 각 단계별 주요 작업은 다음과 같다.

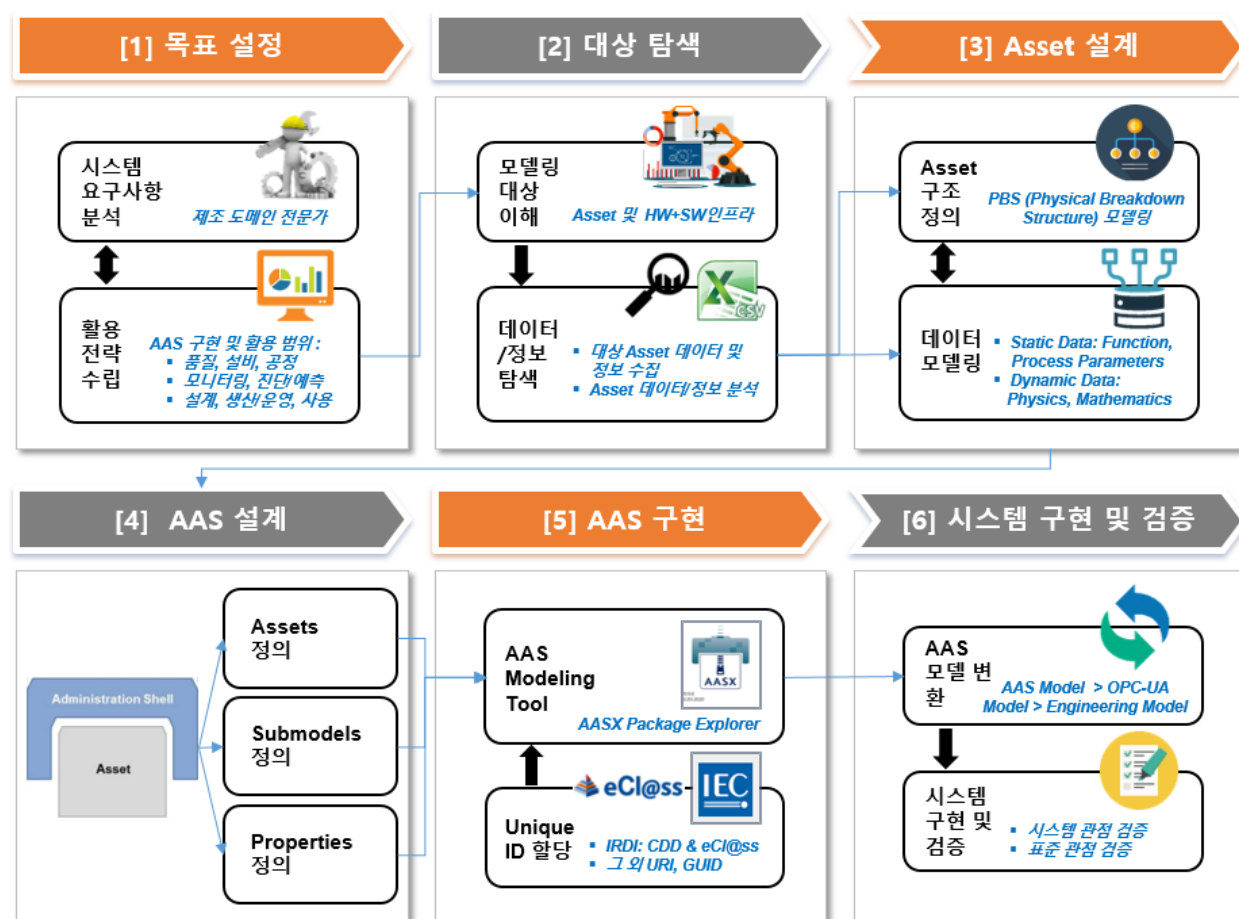


그림 7 — AAS 모델링 절차

6.1.1 목표 설정

시스템 요구사항을 분석하고 활용 여부에 대해 파악한다. AAS는 대상 자산의 라이프 사이클, 관심 있는 영역, 활용 목적 등에 따라 다양한 형태로 제작이 가능하므로, AAS 제작에 앞서 대상

자산에서 AAS를 활용하는 목적과 활용 방안 등에 대해 사전 검토한다.

6.1.2 대상 탐색

지속적으로 활용 가능한 AAS를 제작하기 위해서는 제작할 대상 자산 또는 공정에 대한 충분한 이해를 바탕으로 필요한 정보를 수집하여야 한다. 대상 자산에 대한 기능적 분석뿐만 아니라 기구적, 물리적 분석, 전체 공정에서의 역할과 관리 하여야 하는 핵심 지표와 관리 목표를 명확하게 분석하여야 한다. 특히 이러한 정보 중에서 실제로 네트워크를 통해 전달 받을 수 있는 정보와 그렇지 못한 정보를 파악하여 적절한 제작 수준을 결정할 필요가 있으며, 필요한 경우 추가 설비를 통하여 필요한 정보를 확보할 수도 있다.

6.1.3 Asset 설계

수집된 정보를 활용하여 자산의 구조를 설계한다. 자산의 구조를 설계한다는 것은 자산을 구성하는 물리적, 기능적 구조를 검토하고 이를 하나의 자산으로 모델링 할 것인지, 구성 요소들을 분리하여 모델링할 것인지를 결정하는 것을 의미한다. 하나의 자산은 다양한 단위 공정들이나 단위 설비들로 구성되어 있는 경우가 많고, 이들을 어떠한 기준에 따라 어떻게 분류하고 이들 사이의 포함 관계를 어떻게 설정할 것인가는 Asset 설계에서 매우 중요한 부분이다.

6.1.4 AAS 설계

수집된 정보와 설계된 Asset 구조를 활용하여 AAS를 설계한다. AAS를 설계한다는 것은 자산이 가질 수 있는 다양한 정보들을 관련 집합으로 분류하여 묶고, 정보들 사이의 연관 관계와 상하 관계를 설정하는 것을 의미한다. 또한 정보의 성격과 범주에 따라 AAS의 서브 모델로 정의할 것인가 별도의 Asset으로 모델링하여 연결할 것인가를 결정하는 것도 중요한 설계 항목 중 하나이다.

AAS 설계 과정에서는 반드시 현재 수집 가능한 정보만을 대상으로 하지 않는다. 제작하는 AAS를 향후 활용할 수 있도록 하기 위해서는 대상 공정/설비에 대해 일반적으로 널리 활용되는 정보들을 함께 포함시키는 것이 중요하다. 이 과정에서는 대상 공정/설비에 대한 도메인 지식을 보유한 전문가, 해당 분야의 국제/국내 표준 및 특히 관련한 지식을 갖춘 전문가, AAS 등 관련 기술에 대한 전문가 등의 의견을 최대한 활용하는 것이 바람직하다.

6.1.5 AAS 구현

AAS 모델링 도구를 사용하여 패키지 형태로 AAS를 실제 제작한다. AAS에 포함된 서브모델, 프로퍼티, 컬렉션 등을 설계한 대로 제작한다. 이 과정에서 AAS에 포함된 모든 정보들은 각자 고

유한 시맨틱 ID가 부여되어야 하므로, 앞서 언급된 eCI@ss, IEC CDD 등과 같은 표준 규격에서 정의하는 적절한 용어를 최대한 활용하여야 하며, 적절한 용어가 없는 경우 5.3절에서 정의한 방식에 따라 식별자를 생성하고, 해당 용어에 대한 정의와 관련 시맨틱 정보를 작성하여야 한다.

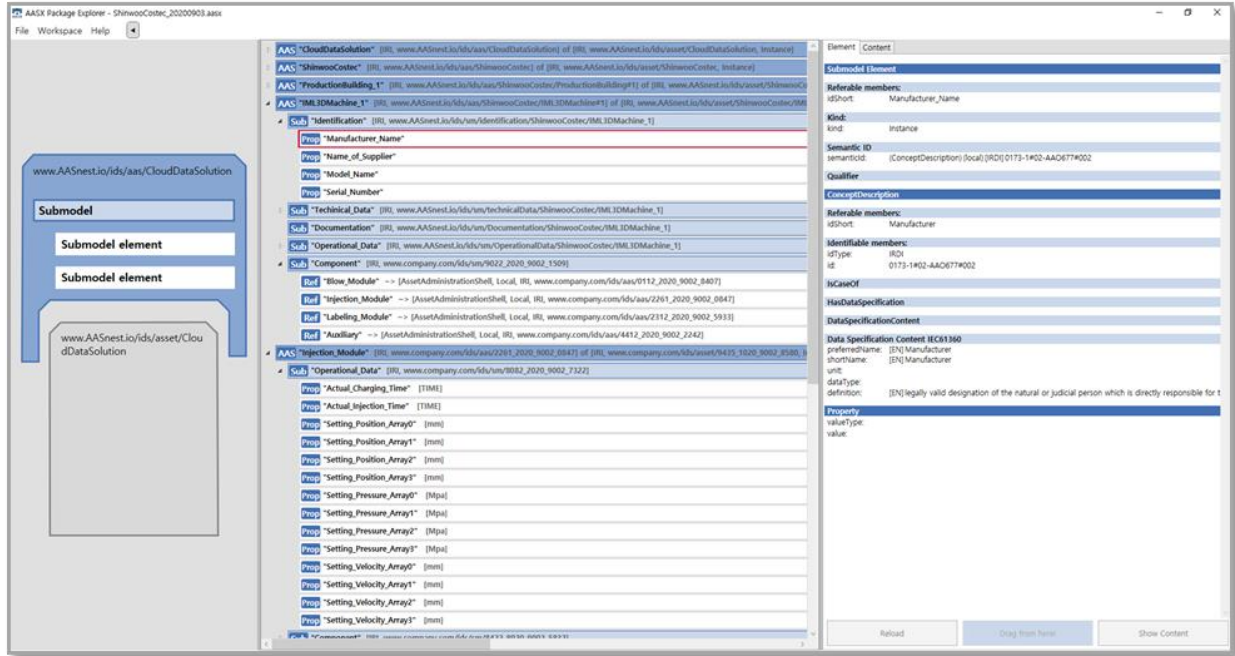


그림 8 — AAS 모델링 절차를 통해 구현된 AAS

6.1.6 시스템 구현 및 검증

작성된 AAS 모델을 다양한 포맷으로 변환하여 활용 가능하다. 제조 데이터 솔루션에서는 이렇게 작성된 AAS 모델을 활용하여 제조 현장의 데이터를 수집/저장 가능하며, 저장된 현장의 데이터들은 다양한 상위 서비스에 의해 분석되고 활용될 수 있다.

6.2 레퍼런스 AAS 모델

앞서 6.1절에서 살펴본 바와 같이, 한번 작성된 AAS가 지속적으로 널리 활용되기 위해서는 처음 AAS를 작성하는 시점에 대상 자산에 대한 다각적이고 깊이 있는 분석이 필요하다. 특히 AAS를 작성하는 것뿐만 아니라 이를 활용하는 입장에서는 적절하게 구조화되고 필요한 정보가 체계적으로 포함되어 있어야 충분한 활용이 가능하다. 이렇게 다양한 정보들이 체계적이고 구조적으로 포함된 AAS를 작성하기 위해서는 해당 자산에 대한 전문가뿐만 아니라, 해당 도메인에 대한 전문적인 지식을 가진 전문가, 해당 자산을 활용하는 영역에서의 전문가, 관련된 표준과 기술 관련 전문가, AAS 전문가 등 여러 전문가들의 협업이 필요하다. 특히 하나의 자산이 여러 세부 공정이나 설비들로 구성되는 경우, 도메인을 넘어서 서로 다른 도메인에 대한 전문적인 지식

이 필요하게 될 수 있다.

한번 만들어진 AAS는 해당 자산에 대한 전 라이프사이클 동안의 표준화된 인터페이스로 활용 가능하므로, AAS를 제작하여 활용하는 것은 장비의 공급기업뿐만 아니라 이를 활용하여 시스템을 설치하는 솔루션 공급기업, 그리고 이를 활용하는 수요기업 모두에게 큰 장점이 된다. 다만, 이렇게 다양한 전문 영역의 지식을 기반으로 AAS를 작성하는 작업은 쉽지 않기 때문에, 제조 현장에 AAS 기술을 쉽게 적용하는데 장애 요인으로 작용을 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 중소 제조기업에서 공통적으로 널리 활용되는 공정이나 설비에 대한 레퍼런스 모델을 제작하여 공개하고 있다.

AAS 레퍼런스 모델이란 국내 중소기업들이 제조 분야에서 공통적으로 널리 사용하고 있는 공통 장비 또는 공정에 대한 AAS를 미리 제공하여, 해당 공정이나 장비를 제작/공급하는 공급기업에서 쉽게 AAS를 제작할 수 있도록 하는 AAS 모델이다. AAS 레퍼런스 모델 작성을 위하여 대상 공정에 대한 산업체, 학교, 연구기관 등에 속한 전문가 뿐만 아니라 해당 공정에 대한 현장 지식과 경험을 보유한 현장 전문가 및 컨설턴트 등이 참여하였다. 뿐만 아니라 일부 레퍼런스 모델에 대해서는 AAS 표준을 개발하고 테스트베드를 구축하고 있는 독일의 표준 기관과 협회 등과 함께 검토를 진행하기도 하였다.

6.3 AAS 레퍼런스 모델 레포지토리

제작된 AAS 레퍼런스 모델은 누구나 활용 가능하도록 레포지토리를 통해 공개되고 있다. 레포지토리를 통해 AAS 레퍼런스 모델을 받는 방법은 『가이드-8 AAS 레퍼런스 모델 레포지토리 사용 방법』 문서 참조.

6.4 AAS 레퍼런스 모델 활용 방법

제작된 AAS 레퍼런스 모델에는 대상 공정/장비에 대해 일반적으로 사용되는 공통 정보들이 포함되어 있다. 이러한 정보들은 일반화된 데이터 이므로, 적용하고자 하는 대상 공정/장비에 실제로 포함되어 있는 정보도 있고 그렇지 않은 정보도 있다. AAS 레퍼런스 모델을 활용하여 특정 자산에 대한 AAS를 작성하는 기본적인 방법은 다음과 같다.

6.4.1 레퍼런스 모델을 활용하는 원칙

AAS 레퍼런스 모델은 대상 공정/장비에 대해 일반적으로 널리 사용되는 데이터들을 선별하여 제공한다. 이러한 데이터들은 실제 현장에서 사용되는 공정/장비와 데이터 구성이 상이할 수 있다. 이에 다음과 같은 규칙에 따라 레퍼런스 모델을 활용하는 것이 바람직하다.

- 레퍼런스 모델에 있는 서브모델은 가능한 삭제하지 않고, 필요한 경우 별도의 서브모델을 정의하여 AAS를 작성하는 것이 바람직하다.
- 레퍼런스 모델에 있는 프로퍼티 중에서 대상 자산이 제공하지 않는 데이터가 있다면, 프로퍼티 자체는 삭제하지 않고 그 값만 삭제하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 일반적으로 활용되는 데이터들을 레퍼런스 모델에 포함시킨 것이므로, 향후 대상 자산의 업그레이드를 통해 해당 데이터를 제공할 수 있기 때문이다.
- 만일 대상 자산이 제공하는 데이터가 레퍼런스 모델에서는 제공되지 않는다면, 적절한 위치에 프로퍼티를 추가하여 AAS를 제작한다. 프로퍼티를 추가할 때에는 AAS 작성 기준을 따라서 시맨틱 정보를 Concept Description으로 작성하여야 한다.

6.4.2 Asset 및 AAS ID 변경

AAS 레퍼런스 모델에 포함된 Asset과 AAS는 모두 고유한 ID를 가지고 있다. 레퍼런스 모델에 포함된 Asset ID와 AAS ID는 모두 임의의 값이므로, 실제 대상 자산에 대한 ID로 변경하여야 한다. 일반적으로 Asset과 AAS에 대한 ID는 IRI(URI) 형태를 가지므로, 5.3절에서 기술한 방식에 따라 대상 자산에 대한 고유한 ID를 부여한다.

AAS는 자신과 연결된 Asset을 레퍼런스로 연결하여 가지고 있기 때문에, Asset ID를 변경한 경우 해당 Asset과 연결된 AAS에서도 함께 변경해 주어야 한다.

6.4.3 Identification/nameplate 서브모델 내용 변경

레퍼런스 모델은 일반적으로 Identification 서브모델을 포함하고 있다. Identification 서브모델은 대상 자산에 대한 식별 정보를 포함하고 있으며, 자산의 이름과 모델명 등을 포함하고 있다. 대상 자산에서 제공 가능한 정보가 있다면 서브모델에 포함된 프로퍼티의 값을 변경한다.

6.4.4 Documentation 서브모델 내용 변경

레퍼런스 모델은 일반적으로 Documentation 서브모델을 포함하고 있다. 이 서브모델은 대상 자산에 대한 각종 문서자료를 포함하고 있어, 특히 장비 공급기업에서는 이 부분에 구체화된 자료를 제공할 필요가 있다. 포함되는 문서나 자료에 대한 제한은 없으므로, 필요한 만큼 자료를 추가한다.

6.4.5 Technical Data 서브모델 내용 변경

레퍼런스 모델은 일반적으로 Technical Data 서브모델을 포함하고 있다. 이 서브모델은 대상 자산에 대한 기술적인 정보를 디지털화하여 표현하고 있다. Documentation 서브모델에 파일로 존

재하는 내용이라 하더라도 Technical Data 서브모델에 개별 프로퍼티로 정보를 제공하는 것이 바람직하다. Technical Data 정보를 구성하는 방법은 『가이드-6 장비 공급기업용 AAS 테크니컬 모델 작성 방법』 문서 참조

6.4.6 Operational Data 내용 변경

레퍼런스 모델은 일반적으로 Operational Data를 포함한다. 레퍼런스 모델에 따라 Operational Data 서브모델에 데이터가 모두 포함되어 있을 수도 있고, 별도의 서브모델들을 통해 데이터를 표현하고 있을 수도 있다. AAS를 제작하고자 하는 대상 장비에서 제공하는 데이터들을 매칭하여 작성한다.

부속서 A

(참고 사례)

6축 로봇 레퍼런스 모델을 활용한 실제 로봇 AAS 작성 사례

A.1 6축 로봇 레퍼런스 AAS를 실제 로봇 제품에 적용한 경우 차이점 검토

작성된 AAS 레퍼런스 모델을 실제 상용 제품인 6축 로봇에 적용하기 위해서는, 대상 제품의 사양과 제공 가능한 데이터를 비교 검토할 필요가 있다. 비교 결과 양쪽 AAS에 동일하게 존재하는 데이터에 대해서는 실제 제품의 데이터를 AAS에 반영한다.

만일 레퍼런스 모델에만 존재하고 실제 제품에서는 제공할 수 없는 데이터가 있다면, 이 데이터의 값은 삭제하되 데이터 자체는 유지하여 향후 실제 제품에서 추가적으로 정보를 수집 가능하게 된 경우 연결하여 사용할 수 있도록 하는 것이 좋다. 아래의 표는 AAS 레퍼런스 모델에는 정의되어 있지만 실제 제품에서는 정보를 제공받지 못하는 데이터의 예시를 보여준다. 표에서 알 수 있듯이, AAS 레퍼런스 모델은 각종 규격이나 문건을 기반으로 정의하고 있어 이론적이거나 구조적인 부분에 대한 데이터들이 존재하며, 이러한 데이터들은 실제 제품을 구현하는 과정에서 외부로 제공되지 않을 수 있다.

레퍼런스 모델에서 제공하는 MotionProfile 같은 정보들은 6축 로봇의 각 축에 대한 동작 방식을 지정할 수 있게 하여, 동일한 AAS 모델로 다양한 형태의 로봇에 적용할 수 있도록 도움을 줄 수 있으므로, 이러한 정보를 실제 제품에서도 제공하도록 제품을 개선할 필요가 있다.

표 A-1 AAS 레퍼런스 모델에만 정의된 데이터 예시

Operational Data에 해당하는 정보	설명
Motion Device의 Speed Override	오버라이드 할 속도 설정
Motion Device의 Motion Profile	관절의 움직임 종류 (Rotary, Linear, ...)
Motion Device의 FlangeLoad	모션 장치의 플랜지에 가해지는 하중 정보
Controller의 UserLevel, User Name 등	소프트웨어 권한을 가진 사용자 이름 및 정보

반면 실제 제품에서만 존재하고 AAS 레퍼런스 모델에는 존재하지 않는 데이터의 경우 신규로 데이터를 추가하여야 한다. 이러한 정보는 실제 제품을 개발하고 공급하는 공급기업에서 가장

많이 보유하고 있기 때문에, 공급 기업에서 자사 제품에 대한 AAS를 제작하는 경우 이러한 경우가 빈번하게 발생할 것으로 예상된다. 실제로, 상용 제품을 개발/공급하는 공급기업의 지원으로 실제 상용 로봇에 대한 AAS를 제작한 사례에서는 다음과 같은 데이터들이 실제 제품에서만 제공되고 있었다.

표에서 알 수 있듯이, 로봇을 공급받아 활용하는 수요기업이나 사용자 측면에서는 로봇을 구성하는 각 부분에 대한 세부적인 정보를 필요로 하지 않는 경우가 많으며, 장비 공급기업에서도 이러한 구체적인 정보를 외부로 제공하지 않는다. 따라서 장비 공급기업이 아닌 경우 AAS 작성 시 정보의 접근에 상당한 제한이 있을 수 있으며, AAS에 포함되는 정보에도 한계가 있을 수 있다. 반면 장비 공급기업에서 AAS를 사용하여 공개 가능한 정보를 최대한 외부에 제공한다면, 향후 AAS를 다양한 환경에서 활용할 수 있을 것이다.

표에서와 같이 실제 제품에서만 제공되는 정보는 적절하게 분류하여 AAS 모델에 추가하여야 한다. 로봇이 실제 운용 중 상태가 변경되는 정보들은 대체로 Operational Data로 분류하여 적절한 서브모델 및 하위 카테고리 아래에 신규 정의하여야 한다. 제품의 사양이나 특성과 같은 기술적인 정보들은 Technical Data 서브모델 하위에 신규 추가 가능한 카테고리를 찾아 추가하여야 한다.

표 A-2 실제 제품에서만 알 수 있는 데이터 예시

Operational Data에 해당하는 정보	설명
ToolPosition (X, Y, Z, rX, rY, rZ)	엔드 이펙터의 현재 위치
MotorTorque (1, 2, 3, 4, 5, 6)	각 관절 모터에 걸리는 토크
Busy, Emergencystop, Error, Collided, RobotReady, RunningProgram	로봇의 동작 상태정보
Program start, stop, pause, resume, Emergencystop	로봇의 제어 정보
Technical Data에 해당하는 정보	설명
Joint Motion Range (J1, 2, 3, 4, 5, 6)	각 관절(6개)의 동작 범위 (각도로 표현)
Max Joint Velocity (J1, 2, 3, 4, 5, 6)	각 관절(6개)의 최대 동작 속도 (deg/s 단위)
Max Tool Speed (X, Y, Z, rX, rY, rZ)	툴의 최대 이동 속도 (m/s 단위)