

SysML 기반 문서 모델링 사례

이태경* 차재민 김준영 Shelly Salim

고등기술연구원 플랜트SE팀

SysML-based Document Modeling Case

Taekyong Lee*, Jae-Min Cha, Joon-Young Kim, Shelly Salim

Plant Systems Engineering Team, Institute for Advanced Engineering

Abstract : In traditional Document Based Configuration Management(DBCM) environment, changes in a system's configurations are hard to be reflected to existing engineering documents. This nature of DBCM triggers unconformities of system configurations which could become great risks. Model-based Configuration Management(MBCM) has been introduced to solve the problem of DBCM by managing system's configurations through an unified model. Therefore, it is important to model engineering documents in a general modeling language, down to low-level information items to develop traceability and flexibility of a system's engineering information. So, in the research, to explore the possibility of Model-based Approach(MBA) in the field of configuration management, a development of a systems requirement document model using SysML based Views & Viewpoints concept has been studied.

Key Words : MBSE, Configuration Management, SysML, Views&Viewpoints, Document Model

Received: October 1, 2018 / **Revised:** December 6, 2018 / **Accepted:** December 14, 2018

* 교신저자 : Taekyong Lee, TKLee@iae.re.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

소프트웨어 엔지니어링 분야에서 개념 정립이 이루어진 모델 기반 형상관리(MBCM: Model Based Configuration Management) (Nguyen, 2006) [1]는 기존 문서/파일 기반 형상관리가 가지는 문제점 - 시간에 따라 변경되는 형상 간의 일치성 유지 어려움 - 을 극복하기 위해 모델 기반 접근법(MBA: Model-based Approach)을 도입한 개념이다. 모델 기반 시스템 엔지니어링 관점에서는 엔지니어링 문서/도면 및 설비 정보, 정보들 간의 연결 관계를 데이터 모델화 하고 해당 모델을 기반으로 시스템의 형상을 관리함으로써 정보 간의 일치성을 효율적으로 유지(이태경 외, 2018)할 수 있다[2].

모델 기반 형상관리를 수행하기 위해 중요한 점 중 하나는 Figure 1과 같이 문서 형태로 관리되던 요구사항 및 형상정보를 모델화 하여 말단 정보항목까지의 추적성을 높이는 것이다. 이를 위해서는 주요 엔지니어링 산출물을 말단 항목 수준까지 모델화(이태경 외, 2018)하여 그림 1의 To-be 개념과 같이 시스템의 물리 형상에서 개별 형상정보 및 요구사항까지 추적 가능하게 해야만 한다[2].

이를 위해 이전 연구[3]에서는 플랜트를 대상으로 설계도면 정보를 개별적인 도면 구성 객체 관리

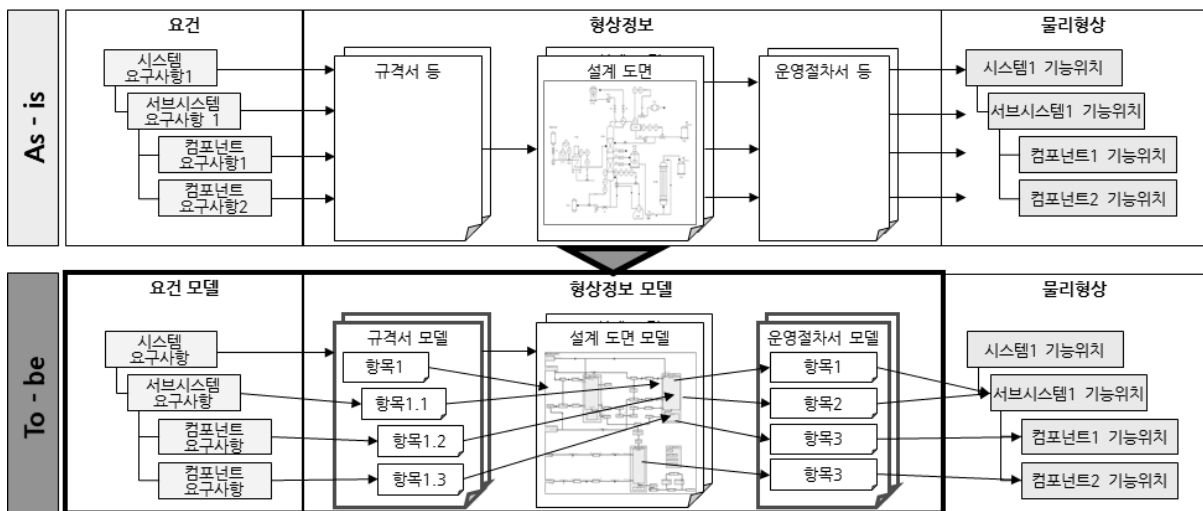
가 가능한 SysML 기반 다이어그램으로 모델링하는 연구(이태경 외, 2017)를 수행하였다. 본 논문에서는 형상정보의 범위를 확장해 SysML 사양에서 제공하는 Views & Viewpoints(V&V) 모델을 사용하여 엔지니어링 문서를 말단항목까지 모델링하고 해당 문서 모델을 기반으로 문서를 생성하는 사례를 제시하고자 한다.

2. SysML 기반 문서 모델링 방법론

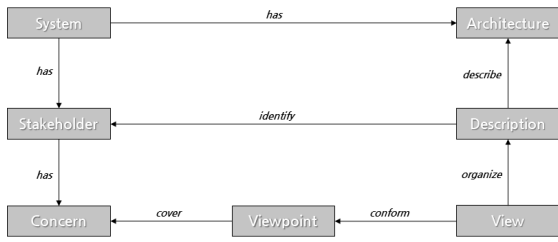
2.1 Views & Viewpoints 모델

Views & Viewpoints 개념은 SysML 표준 개발 이전에 존재하는 개념이다. 아키텍처에 대한 설명을 정의하는 표준인 ISO/IEEE/IEC 42010(2011:11)에서는 View, Viewpoint 그리고 기타 객체들과의 관계를 Figure 2의 메타모델에서 정의하고 있으며 SysML 사양 표준인 ISO/IEC 19514(2017:21)에서는 해당 메타모델을 차용하여 V&V 다이어그램의 메타모델을 Figure 3과 같이 정의하고 있다. SysML Views & Viewpoints 다이어그램의 메타모델 구성 요소는 다음과 같이 설명할 수 있다[4] [5] [6].

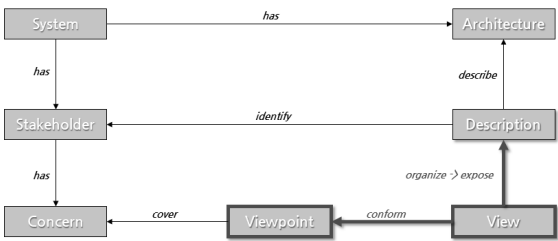
1. Viewpoint: View를 생성하는 규칙들의 명세 (Specification)



[Figure 1] Document-based Configuration Management(As-is) vs Model-based Configuration Management(To-be)[2]



[Figure 2] Architecture Meta-model defined in ISO 42010



[Figure 3] Views & Viewpoints Diagram Meta-model defined in SysML Specification 1.5 (Highlighted with Red Line)

2. View: 연결된 Viewpoint에 따라 시스템의 특정 측면을 표현
3. Conform: View가 Viewpoint에 정의된 규칙을 준수하는 관계(Relationship)
4. Expose: 해당 관계로 연결된 정보를 사용자에게 노출(Expose)

특정 Viewpoint를 준수(Conform)하는 관계로 연결된 View(들)이 존재하며 각 View가 노출(expose)하는 시스템에 관련된 여러 정보들을 사용자가 확인할 수 있는 구조이다.

2.2 문서 모델링을 위한 View & Viewpoint 다이어그램 예시

V&V 모델을 이용한 문서 모델링 방법론은 Delp et al.(2017)이 발표한 NASA JPL의 모델기반 문서 생성 연구에서 처음 제시되었으며[6] 현재 시스템 엔지니어링 분야에서 활발히 사용되는 시스템 모델링 도구 중 하나인 No Magic사의 Magicdraw에서는 2.1절에서 설명한 V&V 모델을 활용하여 Figure 4와 같이 문서 모델링을 할 수 있도록 지원



[Figure 4] Basic V&V Diagram for Document Modeling[7]

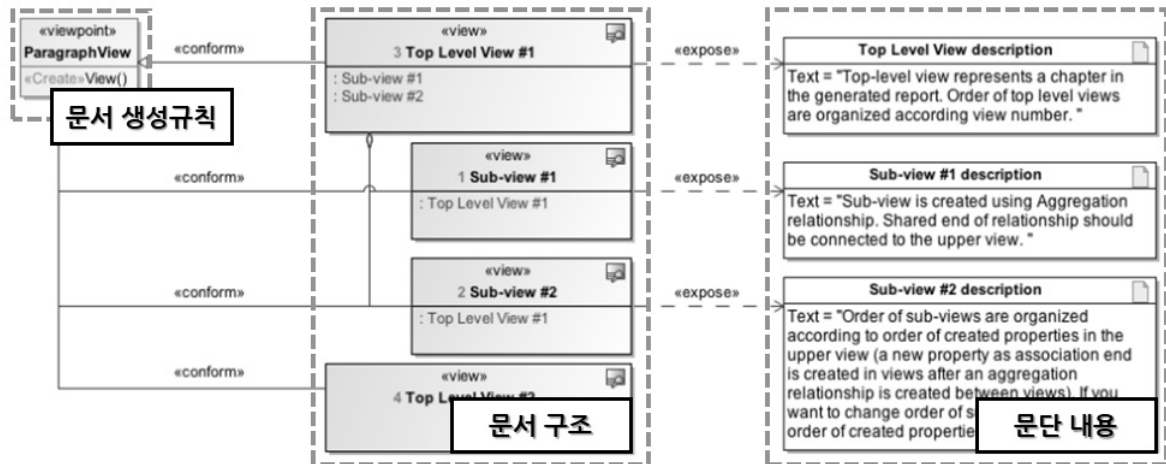
<Table 1> Classes Used for Document Modeling

클래스 명	설명
viewpoint [2]	<ul style="list-style-type: none"> 문서의 개별 항목 또는 문단을 표시하는 관점 정의 문서 항목 표시를 위해 내부에 메서드 정의필요 다양한 프로그래밍 언어로 메서드 정의 가능
view[2]	<ul style="list-style-type: none"> Viewpoint에서 정의한 메서드를 준수하는 View생성
Documentation	<ul style="list-style-type: none"> 사용자에게 보여주고자 하는 실제 문단 객체 Documentation 객체 외에 표, 그림 및 시스템 모델링 객체와 같은 다양한 정보가 위치할 수 있음

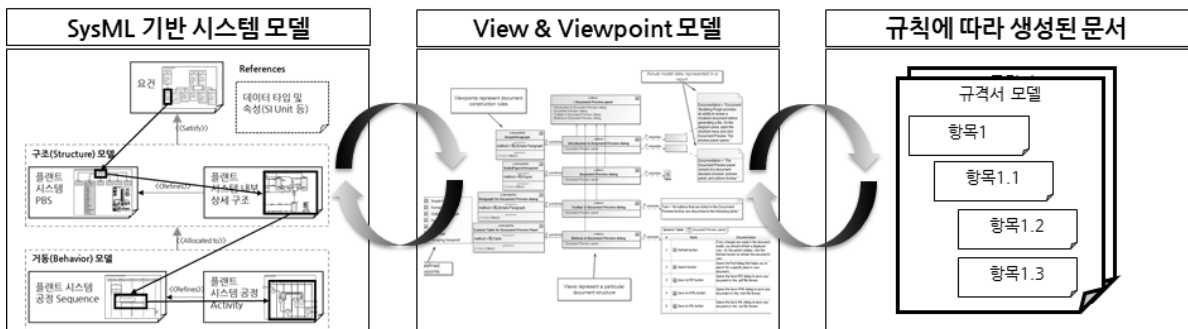
(No Magic, 2014)한다.[7] Figure 4와 같이 문서의 각 항목은 <<viewpoint>>, <<viewpoint>> 내부에 프로그래밍 언어로 정의된 실행 함수인 메서드(Method), <<viewpoint>>와 <<conform>> 관계로 연결된 <<view>>, <<view>>와 <<expose>> 관계로 연결된 <<Documentation>> 등의 정보 항목으로 구성된다. <<viewpoint>> 객체는 객체 내부의 메서드에 따른 문서의 각 항목 생성규칙을 정의하고, <<viewpoint>>에 <<conform>> 관계로 연결된 <<view>> 객체는 <<expose>> 관계로 연결된 객체의 내용 중 메서드와 부합하는 내용만을 출력한다. 메서드는 OCL(Object Constraint Language), JavaScript, Java 등의 다양한 프로그래밍 언어로 작성될 수 있다. Figure 4의 각 항목에 대한 설명은 Table 1에 정리하였다.

2.3 View & Viewpoint 다이어그램으로 작성된 문서 모델 예시

V&V 다이어그램으로 작성된 문서 모델은 Figure 5(No Magic, 2014)와 같은 형태를 가진다. Figure 5에서 확인할 수 있듯이 각 <<view>> 객체는



[Figure 5] Document Model Example[4]



[Figure 6] Document Model Application[6]

SysML의 <<association>> 관계로 연결되어 계층 구조를 가질 수 있으며 이 계층구조는 문서의 목차 구조를 나타낸다.[7] 각 <<view>> 객체와 연결된 <<Documentation>>의 내용들은 <<view>> 객체가 정의한 항목 제목 아래에 문단을 구성한다.

서 정보를 사용 가능하도록 함
본 연구에서는 두 방향 중 기존의 문서를 모델화하여 필요할 때 다시 문서로 변환하는 사례 개발을 진행하였다.

3. 문서 모델 개발 사례

2.4 View & Viewpoint 다이어그램 기반 문서 모델의 활용

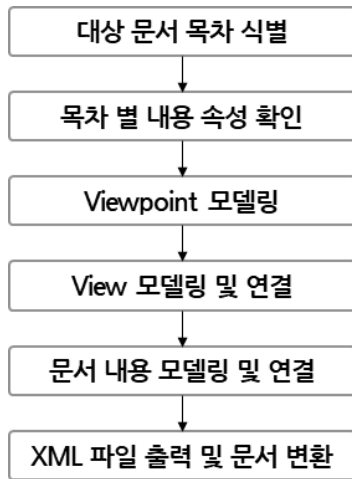
이렇게 작성된 문서 모델은 Figure 6에서 볼 수 있듯이 두 가지 방향으로 사용될 수 있다.

1. SysML로 작성된 시스템 모델의 다양한 정보를 V&V 문서 모델에서 정의하는 문서 구조 및 생성 규칙에 따라 사용자가 원하는 형태의 문서로 가공함
2. 기존 엔지니어링 문서를 V&V 다이어그램을 활용해 문서 모델화하여 SysML 기반 모델에

3.1 대상 문서

Salim et al.(2018:53)이 발표한 엔지니어링 지원 플랫폼 개발 과제에서 사용 중인 시스템 요구사항서를 대상으로 문서 모델링을 수행하였다. 시스템 요구사항서는 시스템 사양의 기반인 핵심 문서로 문서의 항목들이 개별 관리되어야 사양의 변경 및 수정 내역을 효과적으로 추적할 수 있기 때문이다.

3.2 문서 모델 개발 예시



[Figure 7] Document Modeling Process

Figure 7의 개발 프로세스에 따라 문서 모델 개발을 수행하였다.

3.2.1 대상 문서 목차 식별

모델링 대상 문서의 대체목, 중제목 및 소제목 등으로 이루어지는 목차의 계층구조를 식별하였다.

3.2.2 목차 별 내용 속성 확인

문서를 각 구성하는 각 말단 목차의 내용이 텍스트, 표, 또는 그림인지 확인하여 Viewpoint 모델링 단계에 반영하였다.

3.2.3 Viewpoint 모델링

3.2.2절에서 확인한 말단 목차의 내용 속성을 기반으로 문서의 Viewpoint를 모델링 하였다. 시스템 요구사항서의 Viewpoint 구조는 Figure 8과 같다. 해당 다이어그램에서 Document는 문서 출력을 위한 최상위 <<viewpoint>> 객체이며, PeMSS SRS Viewpoint의 'Grouping Viewpoint' 메서드는 Composition 관계로 연결된 하위 Viewpoint들을 통합하는 기능을 가지고 있다. PeMSS SRS Viewpoint 하위의 개요 정의, 개요 세부사항 정의, 테이블 정의, 그림 정의는 각각 정규 문단(Formal Paragraph), 표, 그림만을 불러오는 기능을 가진 메서드를 가지고 있다.



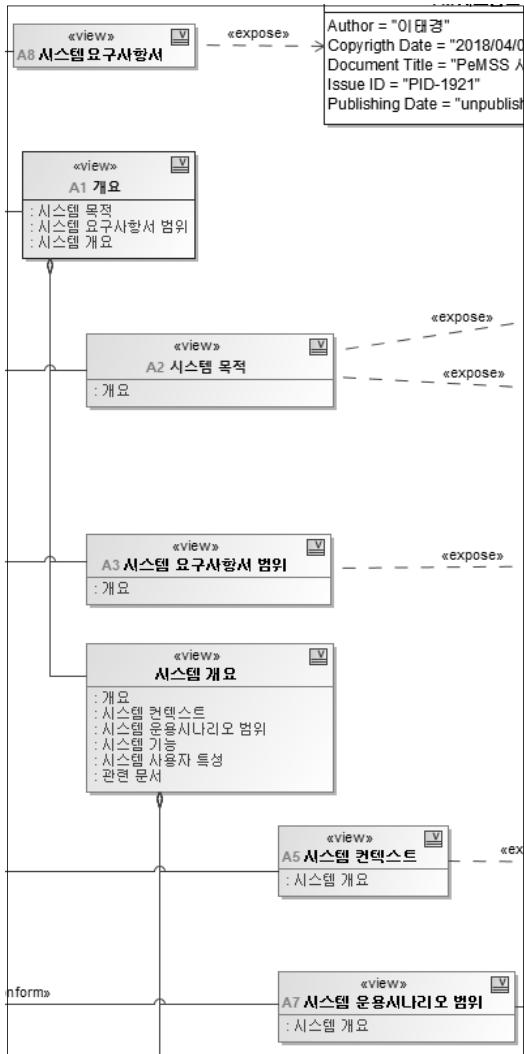
[Figure 8] System Requirements Document Viewpoints Structure

3.2.4 View 모델링 및 연결

Viewpoint 구조 정의 후 Figure 9와 같이 해당 Viewpoint를 준수하는 View를 정의하였다. View는 시스템 요구사항서의 목차구조를 나타내며 각 목차의 내용 속성에 따라 해당하는 Viewpoint를 연결하였다. 예를 들어, View(목차)의 내용이 텍스트로 이루어진 문단이면 Paragraph 메서드를 가진 Viewpoint로 연결하였으며, 표면 Table 메서드를 가진 Viewpoint로 연결할 수 있다.

3.2.5 문서 내용 모델링 및 연결

Viewpoint와 해당 Viewpoint를 준수하는 View 모델링 후 사용자에게 노출(expose)하고자 하는 실제 정보 객체를 모델링하고 해당하는 View 객체에 연결하였다. Figure 10, Figure 11, Figure 12에서 각각 시스템 요구사항서의 메타정보를 포함하는 문서 제목 페이지, 시스템 목적 문단을 구성하는 텍스트 정보, 시스템 운용시나리오와 기능을 구성하



[Figure 9] System Requirements Document Views Structure (Part)

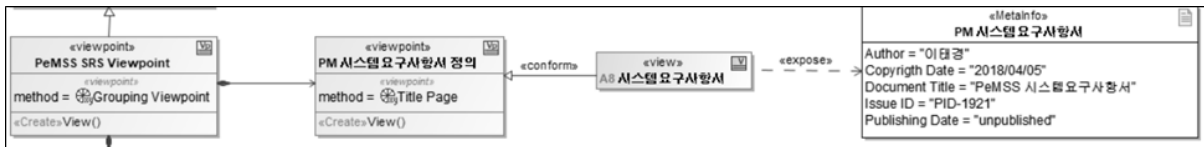
는 표 정보가 모델링 된 것을 확인할 수 있다. 3.2.3 절에서 설명하였듯 해당 정보들은 연결된 Viewpoint 객체에 올바른 메서드가 존재할 때만 출력될 수 있다.

3.2.6 문서 출력

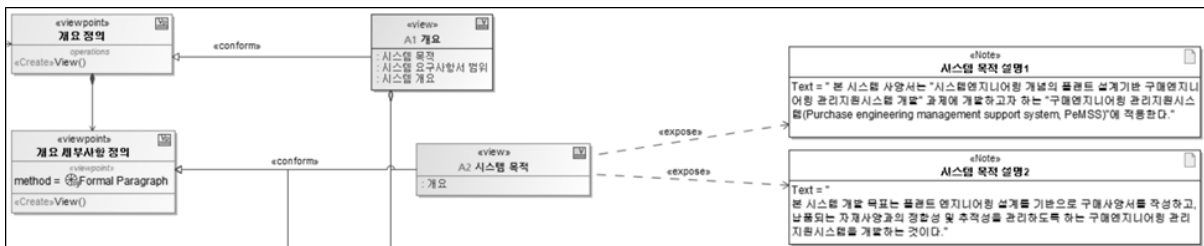
V&V 다이어그램으로 모델링된 문서 모델을 Figure 13, Figure 14와 같이 문서 형식으로 출력하여 확인하였다. V&V 다이어그램은 단순 그림이 아니다. Magicdraw의 플러그인 실행을 통해 Viewpoint 내부의 메서드가 동작하여 Figure 13과 같이 다양한 시스템과 교환 가능한 중립 포맷인 XML(Extensible Markup Language) 파일을 생성하고, XML 파일에서 Figure 14와 같이 HTML 또는 PDF 형식의 문서로 변환될 수 있다. SysML 기반의 V&V 모델, XML 문서 및 HTML 문서는 완벽히 일대일로 대응하는 관계이기에 모델 편집이 용이하다.

3.2.7 문서 모델의 활용

V&V 다이어그램으로 모델링 된 시스템 요구사항서 문서 모델은 시스템 개요의 개별 문단과 주요 시스템 요구사항을 말단 항목으로 두고 있으며 전체 시스템을 Level 1으로 보았을 때 시스템(Level 1), 시스템을 구성하는 모듈(Level 2), 모듈을 구성하는 기능(Level 3)까지 관리 가능한 구조이다. 모델링 대상 문서의 속성과 모델링의 목적, 문서 모



[Figure 10] Title Page Definition



[Figure 11] Paragraphs Definition (Part)



[Figure 12] Tables Definition (Part)

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <book xmlns="http://docbook.org/ns/docbook" xmlns:xlink=
3 <info>
4 <title>PeMSS 시스템요구사항서</title>
5 <orgname>이태경</orgname>
6 <issuenum>PID-1921</issuenum>
7 <pubdate>unpublished</pubdate>
8 <copyright>
9 <year>2018/04/05</year>
10 </copyright>
11 </info>
12 <chapter>
13 <title>개요</title>
14 <section>
15 <title>시스템 목적</title>
16 <formalpara>
17 <title/>
18 <para>본 시스템 사양서는 "시스템엔지니어링 개념의 플랫폼 설
19 </para>
20 </formalpara>
21 <formalpara>
22 <title/>
23 <para>
24 </formalpara>
25 </section>
26 <section>
27 <title>시스템 요구사항서 범위</title>
28 <formalpara>
29 <title/>
30 <para>본 시스템 사양서는 "운영개념서 (Ver.1)"에서 정의된
31 </formalpara>
32
    
```

[Figure 13] XML File Generated from the System Requirements Document Views & Viewpoints Diagram (Part)

텔을 활용하고자 하는 데이터베이스의 구조 등에 따라 형상관리 가능 범위가 달라지기 때문에 상황에 맞는 문서 모델링이 필요하다.

4. 결론 및 향후 계획

모델 기반 형상관리를 수행하기 위해서는 요구사항 및 설비형상정보를 모델화 하여 문서 단위가 아닌 문서의 개별 정보 항목에 대한 접근성과 추적성을 높이는 것이 중요하다. 문단, 표와 같은 개별 정보 항목이 객체화된 문서 모델은 형상관리 시스템의 데이터베이스 상에서 각 개별 정보 항목을 데이터베이스로 관리하는 것을 가능하게 하여 모델 기

[Figure 14] HTML Document Generated from the System Requirements Document Views & Viewpoints Diagram

반 형상관리 시스템에 꼭 필요한 부분 중 하나이다. 본 논문에서는 문서 형식으로 존재하는 설계형상정보를 중립적인 표준 시스템 모델링 언어인 SysML 기반 Views & Viewpoints 모델로 정의하여 시스템 요구사항서 내 세부 항목에 대한 접근성을 높이는 사례 개발을 수행하였다. 이는 형상관리에서 중요한 항목 중 하나인 효과적인 정보의 변경 및 추적 관리에 필요한 문서 모델링 방법론의 가능성을 탐색했다는 점에서 의의가 있다.

다만, 본 연구는 SysML 기반 Views & Viewpoints 개념을 활용한 문서 모델링 사례 개발에 집중한 연구이기에, 향후 연구에서는 문서 모델을 파일럿 규모의 형상관리 시스템에 연동하여 실제 형상관리를 수행하는 사례 개발을 수행하고, 이를 통해 문서 모델의 활용성을 검증하는 연구를 진행할 예정이다.

사사(Acknowledgment)

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 10072058).

References

1. T. N. Nguyen, "Model-based Version and Configuration Management for a Web Engineering Lifecycle", Proceedings of the 15th World Wide Web Conference. ACM, NY, p437-446, 2006.
2. 이태경, 차재민, 김준영, 살림 셀리, 염충섭, "모델 기반의 플랜트 형상관리 시스템 구현을 위한 SysML 기반의 플랜트 모델링 케이스", 2018년 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, p1731-1739, 2018.
3. 이태경, 차재민, 김준영, 신중욱, 김진일, 염충섭, T. Lee, J. Cha, J. Kim, J. Shin, J. Kim, and C. Yeom, "SysML DSL 기반 플랜트 모델링 케이스", 시스템엔지니어링 학술지. Vol. 13, No. 2, p49-56, 2017.
4. ISO/IEC/IEEE 42010:2011, "Systems and software engineering - Architecture description", International Organization for Standardization, p8-11, 2011.
5. ISO/IEC 19514:2017, "Information technology - Object management group systems modeling language (OMG SysML)", International Organization for Standardization, p21-30, 2017.
6. C. Delp, D. Lam, E. Fosse and C. Lee, "Model based document and report generation for systems engineering," 2013 IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT, p1-11. 2013.
7. No Magic Inc., "Document modeling plug-in user guide", p1-7, 2014.
8. S. Salim, J. Kim., C. Yeom, J. Park, "Concept of Operations of Procurement Engineering Management Support System", Journal of KOSSE. Vol. 14, No. 1, p52-62, 2018.