

SEDRIS기반의 모의자료 표현 표준화

김형기¹ · 강윤아¹ · 한순홍^{2*}

Standard Representation of Simulation Data Based on SEDRIS

Hyunki Kim · Yuna Kang · Soonhung Han

ABSTRACT

Synthetic environment data used in defense M&S fields, which came from various organization and source, are consumed and managed by their own native database system in distributed environment. But to manage these diverse data while interoperation in HLA/RTI environment, neutral synthetic environment data model is necessary to transmit the data between native database. By the support of DMSO, SEDRIS was developed to achieve this requirement and this specification guarantees loss-less data representation, interchange and interoperability.

In this research, to use SEDRIS as a standard simulation database, base research, visualization for validation, data interchange experiment through test-bed was done. This paper shows each research case, result and future research direction, to propose standardized SEDRIS usage process.

Key words : Synthetic environment, SEDRIS, Simulation data, DRM, EDCS, SRM, International standard

요약

국방 모델링 및 시물레이션 분야에서 사용되는 다양한 기관, 다양한 출처의 합성환경 자료들은 현재 분산된 환경에서 각각의 원시 데이터베이스를 활용하여 운용, 관리되고 있다. 그러나 HLA/RTI 기술을 통한 모의 체계간의 연동에서 이러한 다양한 합성환경 데이터를 효율적으로 관리하고 교환하기 위해서는 원시 데이터베이스간의 데이터 교환 역할을 수행할 수 있는 중립 합성환경 모델이 필요하다. 이러한 목적으로 DMSO의 지원을 통해 개발된 SEDRIS(Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification)는 손실 없는 데이터의 표현, 교환과 상호운용성을 보장한다.

본 논문에서는 SEDRIS를 국내 차세대 국방 모델링 및 시물레이션 환경에서 활용하기 위하여 수행된 기초 연구와 검증을 위한 가시화, 테스트베드를 통한 데이터 교환 실험에 대한 수행 사례와 그 결과를 소개하고, 표준화된 SEDRIS 사용 방안을 제안하고자 한다.

주요어 : 합성 환경, SEDRIS, 모의자료, DRM, EDCS, SRM, 국제 표준

1. 서론

1.1 연구의 구성

국방 모델링 및 시물레이션 분야에서는 대규모 모의의

효율적인 처리뿐만 아니라, 각 기관 모의 시스템 사이의 보안 문제, 연합 훈련 등의 합동 모의시의 효율성 문제를 고려하여 분산 환경에서 상호운용^[1]이 가능한 모의 체계에 관한 연구들이 진행되었다. 80년대 중반 SIMNET의 DIS를 통한 상호운용체계 이후로, 발전된 네트워크 기술과 더불어 각 모의체계의 재사용성을 개선시키기 위한 표준의 필요성이 제안되었다. 그 결과로 HLA/RTI기술이 IEEE 1516으로 규격화됨으로써 현재 모델링 및 시물레이션 분야의 표준 기술로서 자리매김 하였다^[2].

HLA/RTI 규격은 각 모의체계를 하나의 페더레이트(Federate)로, 전체 연동 체계를 페더레이션(Federation)으로 구조화 하고 각 페더레이트들이 페더레이션을 구성

* 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.

접수일(2010년 9월 30일), 심사일(1차 : 2010년 11월 4일), 게재 확정일(2010년 11월 15일)

¹⁾ 한국과학기술원 기계공학과

²⁾ 한국과학기술원 해양시스템공학과

주 저자 : 김형기

교신저자 : 한순홍

E-mail: diskhme@icad.kaist.ac.kr

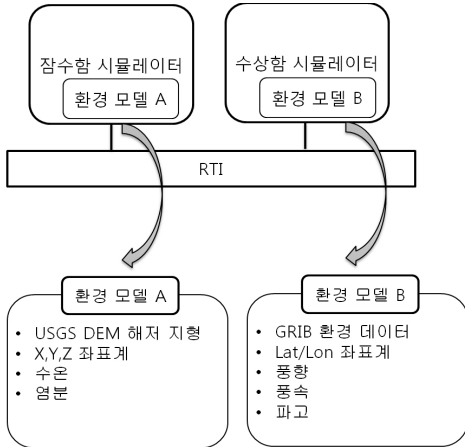


그림 1. 합성환경의 상호운용성 문제

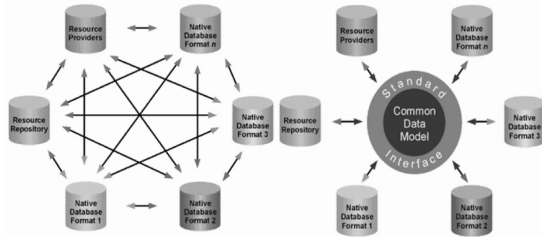


그림 2. 데이터 변환의 두 가지 방법^[3]

하여 연동하기 위해 필요한 메시지와 데이터 교환 요구사항을 FOM(Federation Object Model) 문서에서 정의한다. RTI에서는 정의된 FOM을 참조하여 각 모의체계들이 주고받는 메시지와 데이터를 관리하여 전체 모의체계간의 통신을 증대한다. 이러한 방법을 통해 모의체계가 HLA/RTI 규격을 따라 개발되었을 때 추가적인 노력 없이 연동이 가능함을 보장하는 것이다.

그러나 HLA/RTI 규격은 합성환경의 표준적인 표현에 대한 문제점까지 다루고 있지는 않다. 각 모의체계가 활용하는 합성환경은 연동시에 상이한 모의체계간에 서로 공유와 해독이 가능해야만 한다. 다음과 같은 예를 들어 모의체계간 합성환경 데이터 교환문제를 설명할 수 있다(그림 1).

그림 1과 같이 잠수함 시뮬레이터, 수상함 시뮬레이터가 각각 존재하고, 이 두 시뮬레이터가 RTI위에서 연동하기 위해 HLA/RTI 표준 규격에 맞추어 메시지와 데이터를 전달하는 상황을 생각해 보자. 또한 각 시뮬레이터는 각각 다른 기관에서 개발하여 내부적으로 사용하는 환경 모델이 서로 다르다면 이러한 경우 한 모델의 현재 위

치를 전달할 때, 또는 지형 정보나 현재 위치의 환경 자료를 전달할 때 상대방 시뮬레이터에서는 이러한 정보를 사용할 수 없게 된다. 이는 내부적으로 사용하고 있는 환경 모델이 각 시뮬레이터 내부에서만 해독이 가능한 형태로 이루어져 있기 때문이다. 널리 사용되는 Shape, 또는 Open flight같은 포맷의 형식을 사용한다고 하더라도, 연동체계 내의 다른 페더레이트가 자료를 활용할 수 있는 부분을 구현하지 않는 경우에는 같은 문제가 발생한다.

일반적으로 데이터의 교환을 위해서는 크게 두 가지의 접근 방법이 존재한다(그림 2).

그림 2 왼쪽의 점대점(Point-to-point) 변환 방법은 각 원시 데이터 포맷에 대해서 일대일의 변환기를 개발하는 방법이다. 각 모의 체계에 대하여 연동에 참여하는 모든 모의체계의 환경 모델에 대해서 환경 모델을 변환하는 도구를 개발함으로써 데이터를 교환한다.

그림 2 오른쪽의 중립 모델을 사용한 변환 방법은 각 원시 데이터 포맷과 중립 모델 사이의 변환기를 개발함으로써 데이터를 교환한다. 데이터 모델의 개수가 N 개라고 할 때, 점대점 변환방법은 N^2 에 비례한 개수의 변환기가 필요하고, 중립 모델을 사용한 변환 방법은 $2N$ 에 비례한 개수의 변환기가 필요하므로 중립 모델을 사용한 변환 방법이 더 효율적이며, 개발 비용을 절감할 수 있다.

1.2 연구 목표

본 연구에서는 앞서 배경 설명에서 제기된 분산 환경에서 모의 체계간의 합성환경 데이터의 교환 문제를 해결하기 위한 중립 모델의 확립과 그 활용성을 증대하는 방안에 대해 모색하였다. 본 연구는 미래 국내 국방 모델링 및 시뮬레이션 기술을 활용한 SBA(Simulation Based Acquisition)구축을 위한 연구의 일환이다.

합성환경 데이터베이스와 관련하여, SBA 과정에서 활용 가능한 합성환경 데이터의 수집, 가공, 활용 방안을 연구하고 있으며 본 연구에서는 수집, 가공과정을 거친 데이터를 표준화된 중립모델로 표현, 교환하는 방안을 연구하였다. 수집, 가공되어 저장된 데이터는 모의체계에서 활용이 가능하며, 표준화된 중립모델은 상이한 모의체계간의 환경 모델 교환에 활용 가능하다.

이러한 목적을 위해서 본 연구에서는 크게

- 1) 모의자료 표준화 사례 조사
- 2) 모의자료 표현 모델 선정
- 2) 환경자료 표현 연구
- 3) 환경자료 교환 연구

의 세 단계 연구를 통해서 중립적인 모의자료 표현과 교환 모델을 선정하고, 그 모델의 표현과 교환을 위한 연구를 수행하였다.

2. 모의자료 표준화 사례

2.1. 모의자료 가시화

시물레이션 분야에서 최근 많이 제안된, 또는 범용적으로 널리 사용되고 있는 합성환경 표현 포맷들에 대한 연구를 진행하였다. 이는 국방 모델링 및 시물레이션 분야 뿐만 아니라 일반적으로 GIS(Geographic Information System)를 활용한 데이터를 시물레이션에 사용하고자 할 때에 사용되는 포맷들에 대한 비교 연구이다(표 1).

X3D는 웹 가시화를 위한 국제 표준으로써, XML을 기반으로 데이터를 표현하고 있다. 공개된 포맷으로써 확장성이 좋지만 가시화 품질은 뷰어의 개발 정도에 의존하고 있다. 하지만 XMSF(Extensible M&S Framework) 프로젝트를 통해 웹 기반 분산 환경에서 X3D를 적극적으로 활용하는 연구가 미 해군대학에서 진행되고 있어서 앞으로 관련 분야의 이용 사례가 많아질 것으로 보인다⁴⁾.

Openflight는 Multigen Vega사에서 대규모 환경 자료 가시화를 위한 데이터 저장 포맷으로 개발되었다. 완성도 높은 데이터의 제작이 손쉽게 가능하나, 데이터 제작을 위해서는 고가의 상용 툴을 사용하여야 한다는 단점이 있다.

SEDRIS는 국제 표준, 미 국방성 표준의 합성환경 자료 표현 포맷으로써 교환, 재사용성이 매우 높은 환경정보 저장 포맷이다. 하지만 실시간 가시화에는 적합하지 않다.

위의 비교표는 가시화 성능을 중심으로 작성된 비교표

이다. 가시화 성능은 일반적으로 시물레이션 분야에서 중요한 요소 중 하나이고, 국방 모델링 및 시물레이션 분야에서도 실기동 모의체계나, 사후 평가용 응용 프로그램에서 특히 중요한 요인으로 생각된다.

2.2. 환경자료 표현

일반적인 환경자료는 점, 선, 면으로 표현된 2D 벡터 데이터, 래스터 데이터, 속성 데이터, 3D 모델 데이터로 나누어 생각할 수 있다. 이러한 정보들은 일부는 앞선 가시화 중점 포맷들에서도 표현 가능하나, 환경자료를 중점적으로 표현하기 위한 포맷들은 개별적으로 개발되었다. 현재 대표적으로 사용되고 있는 환경자료 표현 포맷들은 다음과 같다(표 2).

Shape는 점, 선, 면 데이터와 속성 정보를 위해 개발된 포맷이다. 80~90년대 개발된 구성(Constructive) 모의체계는 래스터 정보와 벡터 정보를 혼합해서 2D 상황을 표현하는 모델이 많았고, 현재도 널리 사용되고 있다.

CDB는 Presagis사에서 개발된 차세대 환경 데이터 지원 포맷으로, 분류된 모든 정보의 표현이 가능하다. SEDRIS도 분류된 모든 정보의 표현이 가능하고, 앞서 언급한 바와 같이 국제 표준이다.

CDB와 SEDRIS 사이의 차이점은 상호운용성 부분에서 나타나는데, CDB는 현재 널리 사용되는 환경 데이터 파일 포맷(Openflight, Shape, Tif 등)을 바로 데이터베이스 내부에 포함하여 사용할 수 있도록 하였다. 이는 SEDRIS와 비교하여 상대적으로 표현할 수 있는 데이터의 범위를 축소함으로써 실시간 데이터베이스(Runtime Database)로의 활용 가능성을 높이기 위함이다. 하지만 이 때문에 지원하지 않는 데이터 포맷의 경우 표현이 불가능할 수

표 1. 시물레이션 데이터 포맷 비교

Format	X3D	OpenFlight	SEDRIS
모델링도구	<ul style="list-style-type: none"> • 텍스트(XML) • 다수 모델링 도구에서 export 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • Multigen Creator • 다수 모델링 도구에서 import/export 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • Focus
가시화	<ul style="list-style-type: none"> • 공개용/상용 툴 • Xj3D+SAI의 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • Multigen Vega API : App* 제작 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 타 포맷으로 Conversion
HLA/RTI 연계성	<ul style="list-style-type: none"> • XMSF 	<ul style="list-style-type: none"> • 접목 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 지원하지 않음
장/단점	<ul style="list-style-type: none"> • 공개된 포맷 • 확장성 • 가시화 품질이 좋지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible한 App. 제작 • 신뢰도(완성도) • 고가의 상용 툴 	<ul style="list-style-type: none"> • 교환 및 재활용성 • 환경정보의 DB • 실시간 가시화에 부적합
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 국제표준 • 미 해군 시물레이션 분야 활발한 연구 진행 	<ul style="list-style-type: none"> • 시물레이션가시화에 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 국제표준 • 미국방성 표준

표 2. 환경자료 표현 포맷 비교

	Shape	CDB	SEDRIS
개발/제공	ESRI	Presagis	ISO/IEC
저장 형태	File	File	File
공개 형태	Mostly Open Format	Open Format	Open Format
Raster(ex:바탕지도)	×	○	○
Vector(점, 선, 면)	○	○	○
Attibute(속성)	○	○	○
3D Model	×	○	○
Reusability	○		○
Interoperability	△	△(CDB Compliant Needed)	○
Runtime Coverage	○	○	△
비고	Vector 데이터 표현을 위해 가장 널리 사용됨	SEDRIS와 비슷한 목적으로 개발되었으나, Runtime using에 초점	국제표준, 높은 표현력을 가진 중립 모델

있고, 이는 중립모델로서의 역할을 완벽히 보장할 수 없다는 것을 의미한다.

3. 모의자료 표현 모델 - SEDRIS

표 1과 표 2의 비교연구를 통해서 모의체계에서 사용하는 합성환경 데이터 표현과 교환을 위한 포맷으로 SEDRIS를 선정하였다. SEDRIS는 ISO/IEC 18023 국제 표준으로, 국방 모의체계에서 사용되는 합성환경의 표현과 교환을 위한 규격을 제공한다. 1절의 서론에서 언급한 것과 같이, SEDRIS는 중립 모델을 통한 데이터 교환을 지원하기 위하여 국방 모델링 및 시뮬레이션 분야에서 사용되는 환경 모델에 저장된 데이터들을 손실 없이 저장, 추출할 수 있도록 개발되었다.

SEDRIS는 이러한 목적을 충족시키기 위하여 다섯 가지 요소 기술을 개발하였는데, 각 기술은 다음과 같다 (그림 3).

- 1) DRM(데이터 표현 모델)
- 2) EDCS(환경 데이터 코딩 규격)
- 3) SRM(공간 참조 모델)
- 4) API(응용 프로그래밍 인터페이스)
- 5) STF(SEDRIS 교환 포맷)

DRM은 UML(Unified Modeling Language) 다이어그램으로 이루어진 데이터 구조로써 SEDRIS의 핵심 요소이다. 23페이지 분량의 300개 이상의 클래스들의 계층 구조로 나타내어져 있으며, 해상도, 데이터 타입, 데이터

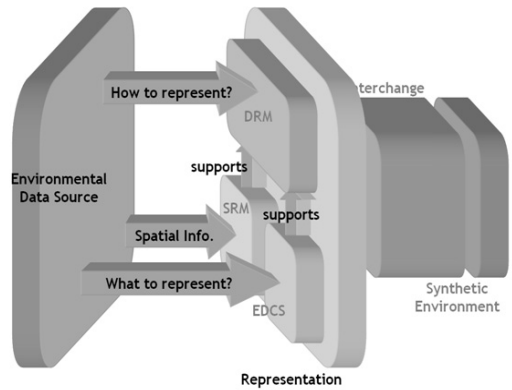


그림 3. SEDRIS 요소 기술^[5]

발행 기관에 관계없이 모든 데이터를 포함할 수 있도록 하기 위하여 유연한 구조를 가지고 있다.

이는 OOP(Object Oriented Programming) 개념에 따른 클래스의 추상화를 환경 자료 표현 모델에 적극적으로 도입함에 따라 가능해진 것인데, 간단한 예로 <Location> 클래스는 추상 클래스로써 점, 선, 면 데이터, 카메라 시점, LOD 기준점, 참조 벡터 등 환경자료 표현에 필요한 다양한 데이터를 구체화시킴으로써 다양한 표현이 가능하게 한다. SEDRIS 개발 과정에서, 국방 모의체계의 합성환경 데이터에 요구되는 모든 자료를 표현할 수 있도록 표현 방법을 정의하고 OOP 개념에 따라 구현한 것이 DRM 다이어그램이다. 사용자는 SEDRIS규격으로 합성환경 데이터를 표현하기 위해서 이 DRM의 자료 구조를 따라야 한다.

EDCS는 9개의 사전으로 구성된 데이터 코딩 규격이다. DRM이 대상을 “어떻게” 표현할 것인지를 나타내면, EDCS는 표현하는 대상이 “무엇” 인지를 사전에 정의된 단어들의 집합으로 나타낸다. 사전에서 핵심적인 부분은 ECC(EDCS Classification Code), EAC(EDCS Attribute Code), EUC(EDCS Unit Code) 등이 있는데, EC는 대상이 “무엇”인지를 나타내고, EA는 대상이 가지고 있는 속성을 표현한다. EU는 그 속성이 어떠한 측정단위로 표현되어 있는지를 나타낸다.

SRM은 좌표계들의 통합된 표현을 위해 제공되었다. GIS에서 사용하는 다양한 좌표계와 공간 참조 체계들을 모두 표현할 수 있도록 구현이 되었고, API를 통해서 그 좌표계들간의 빠르고 정확한 변환을 가능하게 하였다. 이는 국방 모델링 및 시뮬레이션 분야에서 모의체계의 신뢰도와 표현력의 향상을 위해서 중요한 기능이다.

API는 DRM, EDCS, SRM의 각각 기술 구조에 대한 접근과, SEDRIS 데이터베이스 파일 생성, 수정, 데이터 추출을 위한 기능들은 제공하는 인터페이스이다. C/C++로 구현되어 있다.

STF는 바이너리 형식으로 된 데이터 파일로, 플랫폼에 독립적으로 데이터를 교환할 수 있도록 고안되었다. 파일을 기반으로 데이터를 주고받으며, 파일들은 사용자의 의도대로 계층 구조를 나누어 분산된 여러 파일들이 한 합성환경 데이터를 표현하는 등의 기능을 할 수 있다.

4. 환경 자료 표현/교환 연구

선정된 중립 합성환경 표현 모델인 SEDRIS를 통한 자료의 표현/교환 연구를 위해서 다음과 같은 연구 체계를 갖추었다(그림 4).

합성전장환경 모델링 기술 연구와 연계하여 분류, 보간을 통해 가공된 데이터를 SEDRIS로 변환한다. 이때, SEDRIS를 기준으로 원시 데이터를 SEDRIS로 변환하는 과정을 전처리(Pre-processor)라 한다.

이렇게 얻어진 SEDRIS 교환 포맷(STF) 파일을 X3D, DirectX 모델, OSG(OpenSceneGraph), OGRE3D등의 가시화 도구에서 사용 가능한 포맷으로 변환, 가시화 하고 가시화가 직접적으로 가능하지 않은 부분의 데이터(풍향, 풍속, 기온 등등)에 대해서는 데이터 추출 API를 별도로 구현한다. 이렇게 SEDRIS 데이터를 다른 형식의 데이터로 변환하는 과정을 후처리(Post-process)라 한다.

이러한 연구 과정을 통해 현재 국내 합성환경 데이터

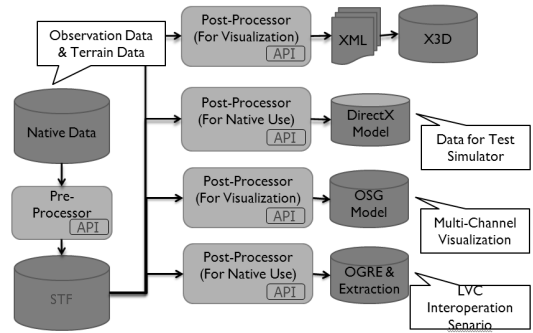


그림 4. 환경 자료 표현/교환 연구체계

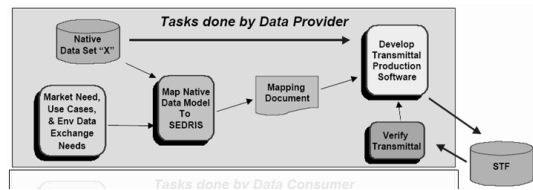


그림 5. SEDRIS 전처리 과정³⁾

수집 체계를 거쳐 얻은 데이터를 SEDRIS를 활용하여 표현하기 위한 전처리 과정과, 표현된 SEDRIS 데이터를 분산환경에서 연동하는 모의체계들이 공유하기 위한 후처리 과정에서 필요한 요구사항을 정의할 수 있다.

4.1 SEDRIS 전처리기

전처리기는 앞서 언급한 것과 같이 얻어진 데이터를 SEDRIS형식으로 변환하는 도구이다. SEDRIS에서 일반적으로 제안하는 전처리 과정은 다음 그림과 같다(그림 5).

그림 5와 같이 원시 데이터를 변환 목적을 통해서 분석하고, 변환 범위를 설정한 후, 원시 데이터의 모델과 SEDRIS 데이터 모델과의 맵핑 과정을 거쳐 맵핑 문서를 만들어낸다. 이후 SEDRIS API를 통해 변환 도구를 개발한 뒤 결과물을 검증하면 전처리 과정이 완료된다.

SEDRIS에서 현재 제공하고 있는 전처리 도구들은 다음 그림과 같다(그림 6).

그림 6에서 보이는 VPF, CTDB, GeoTIFF등의 데이터에 대해서는 이미 변환 도구가 개발되어 있다. 하지만 이 도구들은 모두 해외의 모의체계에서 사용하는 합성환경 데이터에 대해 개발된 도구들이다. 문제는, 현재 국내에서 이러한 포맷을 사용하지 않는 모의체계가 있는 것은 물론이고, 같은 포맷의 합성환경 데이터라 하더라도, 데이터 발행 기관에 따라 자료구조가 상이하기 때문에 이러한 도구를 바로 국내 데이터에 대해 활용할 수 없다는 것이다.

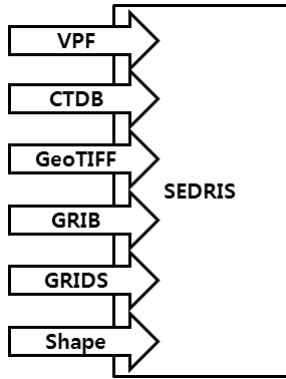


그림 6. SEDRIS 전처리도구^[9]

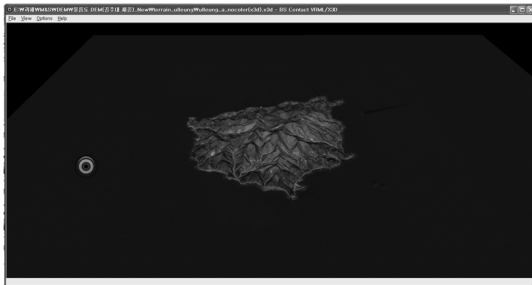


그림 7. 울릉도 지형자료 - 3D 모델

현재 연구 과정에서 합성전장환경 모델링 기술 연구를 통해 얻어진 자료들은 다음과 같다.

1. 울릉도 주변 환경 자료 - 엑셀 형식
2. 울릉도 지형 자료 - DEM*, 3D 모델
3. 제주도 주변 환경 자료 - MDB
4. 제주도 지형 자료 - DEM

*DEM : Digital Elevation Model

이와 같은 자료에 대하여 표준적인 SEDRIS 변환 과정을 따라서 연구를 진행하였다.

4.1.1 데이터 분석

데이터 분석 과정에서는 원본 데이터의 범위, 분류 및 구성 방식을 파악하는 작업을 진행하였다.

엑셀 형식으로 된 울릉도 주변 환경 자료는 울릉도 근방의 세 지점에서 세 시간에 걸쳐 1분단위로 관측된 기온, 풍향 풍속, 습도, 해면기압, 강수량 데이터이다. 관측지점의 X, Y 좌표는 위, 경도를 나타내며 관측지점의 높이는 미터 단위로 표현되었다.

DEM으로 된 울릉도 지형 자료는 데이터를 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 형식으로 변환하여 가시화 한 자료이다. 데이터 파일 내부 분석을 통해서 각 지점의 고도를 추출해 낼 수 있었고, LOD(Level of Detail)을 포함한 자료도 있었다.

3D 모델의 울릉도 지형 자료는 역시 VRML 형식으로 된 폴리곤으로 이루어진 울릉도의 모델이다. 텍스처 작업을 통해서 실제 환경을 모사한 OTW(Out the Window) 데이터이다(그림 7).

제주도 주변 환경자료는 제주도과 제주도 근방 해역의 관측된 환경 자료를 세 단계의 상세도로 보간한 자료로, MDB(Microsoft Access의 데이터 저장 포맷) 형식으로 이루어져 있다. 자료는 한 시간 단위로 6시간동안 측정하였고, 강수량, 풍향, 풍속 자료가 존재한다. 가장 낮은 수준의 자료는 한 셀이 600미터, 600미터, 300미터 간격이고, 가장 높은 수준의 자료는 200미터, 200미터, 100미터 간격이다(각 X, Y, Z 방향).

제주도 주변 지형자료는 울릉도 지형 자료와 같은 형식으로 이루어져 있다.

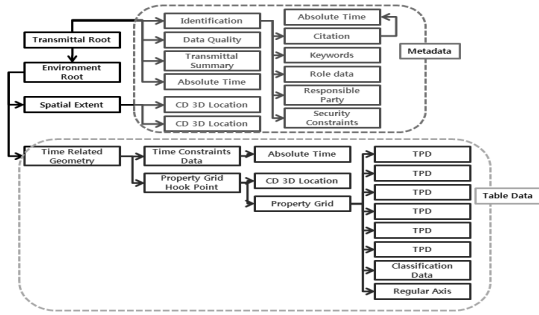
4.1.2 DRM, EDCS, SRM 맵핑

분석된 결과를 통해 SEDRIS의 환경 모델과 제공받은 환경 데이터를 맵핑하여야 한다. 앞서 언급한 것처럼, SEDRIS는 DRM, EDCS, SRM의 요소기술을 사용하여 합성환경 자료를 표현하기 때문에, 각 요소의 맵핑이 필요하다.

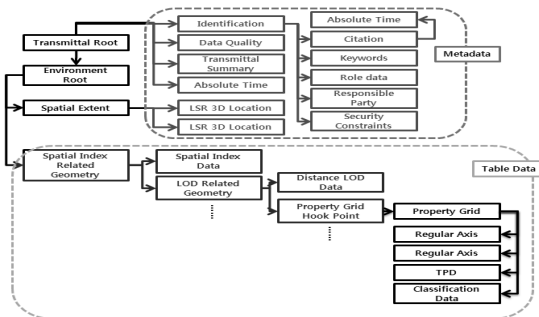
가장 핵심적인 부분은 DRM 맵핑 부분인데, DRM 맵핑을 위해서는 전체 SEDRIS DRM중, 어느 클래스들을 사용하여 데이터를 표현할 것인지 결정하여 DRM의 Sub-Diagram을 작성해야 한다. SEDRIS DRM이 다양한 자료의 표현을 위해서 하나의 클래스가 다양한 문맥에서 활용될 수 있기 때문에 개발자는 원본 데이터의 구성 방식, 데이터가 사용되는 환경 등을 종합적으로 고려하여 Sub-Diagram을 작성해야 한다.

이는 관련된 외국의 연구 사례들에서도 핵심적으로 언급되는 내용으로써, 다양한 데이터를 손실 없이 표현하는 것을 최우선으로 DRM 다이어그램을 작성한다던지^[6], 데이터의 공간적인 구성 방식에 따라 가장 효율적인 계층구조를 선택한다던지^[7], 원본 데이터가 계층 구조를 가지고 있다면 그것을 유지한 채로 다이어그램을 작성하는 등^[8]의 사례를 살펴볼 수 있다.

본 연구에서는 데이터의 손실 없는 표현을 첫 번째 목적으로, 두 번째로는 원본 공간 구성 방식을 유지하는 목



(a) 환경 자료용 DRM 다이어그램



(b) DEM 자료용 DRM 다이어그램

그림 8. DRM 다이어그램 산출물

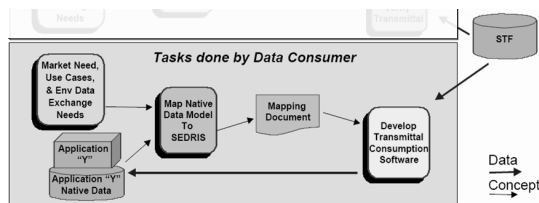


그림 9. SEDRIS 후처리 과정^[3]

적으로 DRM 다이어그램을 작성하였다. 각각의 데이터 구성 방식이 다르기 때문에, 다음과 같이 여러 종류의 DRM 다이어그램이 산출되었다(그림 8).

각각의 DRM 다이어그램은 원본 데이터 이외의 다른 데이터에 관해서도, 같은 공간 좌표계를 사용해 기술된 데이터라면 특별한 수정 없이 재사용이 가능하다. 즉, 차후 다른 데이터를 SEDRIS 형식으로 변환할 때, 아래의 다이어그램을 참조하여 구성할 수 있다는 것이다.

이 외에도 두 종류의 다이어그램이 더 산출되었다.

EDCS 맵핑의 경우 공동 연구 기관과 함께 데이터의 정확한 표현 내용을 파악하여 EDCS 사전 도구를 사용해서 엑셀 형식으로 맵핑 문서를 생성하였다. 하지만 현재 EDCS는 국내 합성환경 데이터의 분류 기준에 대해서는

고려되어 있지 않기 때문에 문제가 발생한다. 한 예로 본 연구에서 활용한 데이터 중 강수량 데이터의 EUC(EDCS Unit Code), 즉 측정 단위에 대한 단어가 SEDRIS에서 제공되지 않아 완전한 맵핑은 불가능 한 사례가 있었다.

SRM 맵핑은 한 원본 데이터에는 하나의 좌표계로 통일된 데이터만 사용되었기 때문에 간단히 일대일 대응 관계로 맵핑이 가능하였다.

4.1.3 데이터 검증

결과로 산출된 STF를 SEDRIS에서 제공하는 검증 도구로 살펴본 결과 하나의 오류를 발견할 수 있었는데, 울릉도 주변 환경 자료의 경우 관측 지점이 세 군데이고 1분 간격으로 180개의 데이터(3시간)를 정렬하기 위해서 시간 축을 활용해 데이터를 입력하였으나, SEDRIS에서 아직 시간 축을 활용한 데이터 테이블 정렬을 허용하지 않아서 오류가 발생하였다. 현재 데이터 정렬 방식이 데이터를 추출할 때에는 더 효율성이 높지만, 오류를 없애기 위해 3개의 축을 가지는 180개의 데이터 테이블로 분류한다면 오류를 제거하는 것이 가능하다.

4.2 SEDRIS 후처리기

후처리기는 전체적으로 전처리기와 비슷한 방식으로 구현될 수 있다(그림 9).

데이터의 활용 목적에 따라서 변환될 포맷에 대하여 분석하고, 이에 따라 SEDRIS와 맵핑한 뒤, 맵핑 결과를 API로 구현하는 과정을 거치게 된다.

후처리 관련 연구 내용은 크게 SEDRIS 데이터의 가시화 부분과 데이터 추출 부분으로 나뉜다. 데이터 추출 부분은 원본 데이터를 다시 추출하는 과정으로, 특정 포맷을 선정하지 않고 실시간으로 SEDRIS내에 저장된 데이터를 출력하는 과정만을 수행한다. 이를 통해 추후에 데이터가 사용될 체계가 선정되면 그 시스템에서 사용하는 원본 데이터 포맷으로 자료를 변환하는 기반 기술을 갖출 수 있다.

데이터 가시화 부분은 여러 종류의 가시화 도구를 통해서 SEDRIS 내에 저장된 합성환경 자료를 가시화하게 되는데 이는 크게 두 가지 목적을 갖는다. 첫 번째는 변환된 가시화 모델을 생성함으로써 실제 모의체계의 합성환경 데이터로 활용하는 것이고, 두 번째는 입력된 데이터의 가시적 검증을 위함이다.

SEDRIS에서 공개한 지원 도구들과 상용 가시화 도구들의 목록은 다음 그림과 같다(그림 10).

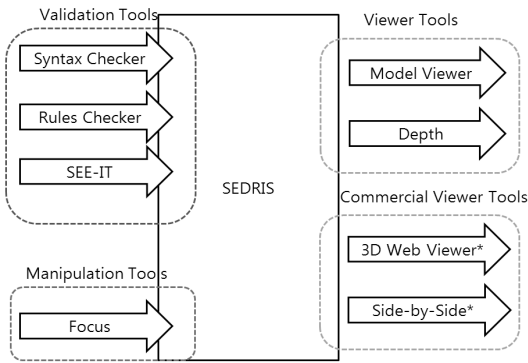


그림 10. SEDRIS 지원/가시화 도구

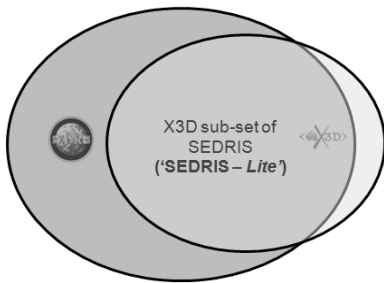


그림 11. SEDRIS-Lite 개념도

그림 10에서 보듯이 검증 도구는 세 종류가 있는데, Syntax, Rule Checker는 SEDRIS내부의 기본적인 문법과 의미 부분만 검증이 가능한 도구이다. 그래서 데이터의 구성 방식이 잘못된 경우에는 오류를 검출해 내지만 실제 들어있는 데이터가 원본 데이터에서 손실이 있는지 없는지는 판단할 수가 없다. SEE-IT은 가시화를 통한 데이터의 검증을 지원하지만, 3D 데이터의 가시화가 불가능하다는 단점이 있다. Model Viewer는 가시화를 지원하지만 매우 제한적인 성능을 가지고 있어서, 실제로 올름도 데이터를 가시화 해 보았을 경우 정상적으로 가시화결과가 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다¹⁹⁾.

따라서 가시화 도구를 개발하는 것은 데이터의 완전성을 판단하는데 필수적인 요소라고 할 수 있다.

4.2.1 X3D 가시화

X3D는 SEDRIS 데이터의 가시화를 위한 도구로써 선정되었다. X3D는 웹 가시화를 위한 국제 표준으로써, XML(Extensible Markup Language)로 이루어진 데이터 파일로 데이터를 가시화한다. XML의 특성상 확장성이 매우 용이하고, 일반적인 가시화 포맷과 달리 X3D는 공개된 표준으로써 가시화 결과의 재사용성과 상호운용성

을 보장한다는 장점이 있다.

국제 표준 기관에서도 X3D와 SEDRIS간의 맵핑 작업에 대한 언급이 있었고, 관련 표준이 WD(Working Draft) 상태로 진행 중인 것으로 알려져 있다.

또한 XMSF(Extensible M&S Framework) 프로젝트를 통해서 X3D는 웹 기반의 분산 모델링 및 시뮬레이션 분야의 주요한 자원으로 연구되고 있는 등, 국방 모델링 및 시뮬레이션 분야의 가시화 도구로써 매우 가치 있을 것으로 판단했다.

X3D로의 가시화를 위해서 한 가지 극복해야 할 주요한 사항은 DRM 다이어그램이 매우 광범위한 내용의 데이터를 포함할 수 있기 때문에 전체 SEDRIS구조를 X3D로 맵핑하는 것은 불가능하다. 따라서 SEDRIS의 어떠한 부분이 X3D에 맵핑이 될 것인지, 그리고 어느 정도까지 맵핑을 시켜 데이터를 활용할 것인지를 결정하는 작업이 미리 선행되어야 한다.

“X3D based Visual Verification of SEDRIS data-set and History-based Parametric CAD models”¹⁰⁾ 연구를 통해서 SEDRIS의 클래스 중, X3D로 가시화 가능한 부분집합을 정의하고, 이를 “SEDRIS-Lite”의 개념으로 보았다(그림 11).

연구 내용은, SEDRIS의 모든 클래스를 가시화 가능한 클래스와 그렇지 않은 클래스로 분류하고, 가시화 가능한 클래스가 SEDRIS로 맵핑될 수 있는지, 맵핑이 된다면 X3D의 어떤 노드로 맵핑이 되는지를 정리하였다. 이에 따라 SEDRIS의 가시화 가능한 클래스 중 89%가 X3D로 맵핑이 가능하다는 정량적인 연구 결과를 도출해 내었고(표 3), 실제 SEDRIS에 포함된 데이터 집합을 X3D로 맵핑하는 번역기를 개발하여 올름도 지형자료를 X3D로 가시화 하는 결과를 보여주었다(그림 12).

또한 직접적으로 X3D 템플릿을 제작하여 SEDRIS 데이터가 맵핑될 수 있는 XML 형식을 제작하여 SEDRIS의 모든 DRM을 파악하지 않고서도 X3D로 쉽게 데이터를 맵핑할 수 있는 틀을 만들었다.

4.2.2 타 가시화 도구 활용

추가적으로OSG(OpenSceneGraph)와 OGRE(Object-Oriented Graphics Rendering Engine)를 통하여 데이터를 가시화 해 봄으로써 데이터의 검증을 진행하였다. 그 결과로 올름도 폴리곤 데이터와 LOD를 가지고 있는 DEM 데이터 등이 SEDRIS 데이터파일 내부에 오류 없이 입력되어 있다는 것을 확인할 수 있었다(그림 13). OSG와 OGRE는 내부적으로 다양한 기능이 구현되어 있기 때문

표 3. X3D-SEDRIS 맵핑 결과

SEDRIS					
Static SE	Scripted SE	Total Count	Redundant	Visualization	Mapped (SEDRIS-‘Lte’)
Abstract	Abstract	46	46	0	0
Organizer	Organizer	66	1	65	58
Metadate	Metadate	32	5	27	27
Primitive	Primitive	153	5	148	128
Primitive/ Metadate	Primitive/ Metadate	9	0	9	9
232*	28*	306	57	249	222
Sub-set					89%*

*X3D can represent 89% of SEDRIS concepts with recorded limitation for viz.

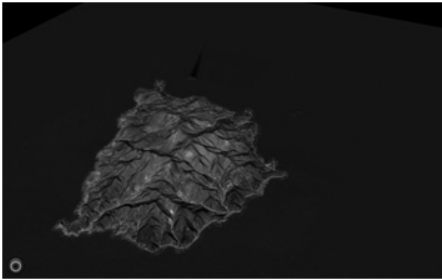


그림 12. SEDRIS 데이터의 X3D 가시화

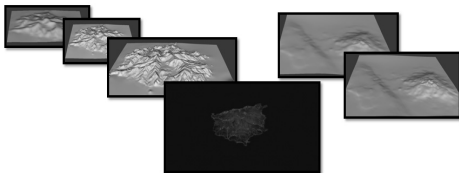


그림 13. OSG를 통한 SEDRIS 데이터의 가시화

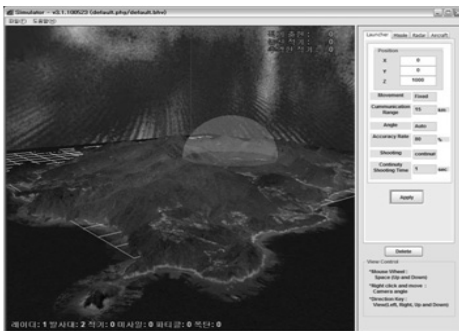


그림 14. Direct3D 모델로 표현된 SEDRIS 데이터

에 빠른 데이터 변환과 다양한 기능을 손쉽게 사용할 수 있지만, 가시화된 데이터의 재사용성을 보장하지 않는다는 단점이 있다.

가시화 API인 Direct3D에서 사용되는 3D 모델 데이터 형식으로 SEDRIS 데이터의 변환도 진행되었는데, 이는 실제로 테스트용 교전급 시물레이션에 통합하여 SEDRIS 데이터가 모의체계에서 OTW(Out The Window) 데이터로 활용되는 모습을 볼 수 있다(그림 14).

4.2.3 데이터 추출 클래스

SEDRIS 내부에 저장된 데이터를 추출해 내기 위하여 데이터 추출을 위한 연구도 진행하였다. 이는 사용자가 SEDRIS API를 사용하여 데이터를 추출할 때, DRM 다이어그램에 대한 지식이 없으면 데이터를 추출하기가 매우 힘들다는 것이 연구의 동기가 되었다. 실제로 SEDRIS는 파일 기반으로 데이터를 주고받도록 설계되었지만, 그 파일 내의 데이터에 접근하기 위해서는 후처리 과정을 거쳐야 하는데 후처리 과정에서도 전처리기를 설계할 때와 같은 수준의 지식이 필요하게 된다. 그러나 이렇게 된다면 SEDRIS API를 활용할 수 있고, DRM 다이어그램에 대한 지식을 갖춘 개발자 이외에는 자료를 추출해 낼 수 없기 때문에 데이터에 대해 접근 가능한 소수의 인력만이 작업을 할 수 있게 된다.

따라서 본 연구에서는 API를 둘러싼 또 다른 API를 생성하여 몇 가지 함수의 호출만으로 SEDRIS 데이터의 추출이 가능하도록 하여, 타 연구실의 테스트 환경에서 데이터를 사용할 수 있도록 하였다.

5. 결 론

SEDRIS는 합성환경 데이터의 표현과 교환을 위한 포맷으로 개발된 후, 다양한 연구를 통해 해외 대표적인 국방 모의체계에 사용되어 개발과 유지비 절감의 효과를 거둔 바 있다. 그러나 이러한 연구 결과를 국내에 적용하기 위해서는 국내 실정 조사와 더불어, SEDRIS관련 기반 기술의 연구가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 SEDRIS에서 제안하는 표준적인 전처리, 후처리 과정을 참조하여 국내 합성환경 데이터 수집 체계에서 산출된 데이터를 SEDRIS형식으로 변환하였다. 결과물로서 재사용이 가능한 DRM 다이어그램을 도출했는데, 이는 OTW용 데이터뿐만 아니라 더 넓은 의미의 합성환경 데이터까지 포함할 수 있다는 것에 의의가 있다. 이는 SEDRIS관련 국내 선행연구와의 차이점이다.

EDCS부분에서는 현재의 SEDRIS의 EDCS는 국내 모의체계 데이터를 완벽히 표현할 수 없다는 결론을 내렸다. 실험 데이터 중, EDCS 사전에서 분류하는 체계와 다른 방식으로 자료 분류를 하는 경우가 있었다. 현재는 EDCS의 다른 용어를 임의로 사용하여 맵핑하고, 맵핑 문서를 통해서 혼동을 없애고 있으나 이에 대한 대안이 필요하다. 하나의 방법은 국내 모의체계에 필요한 합성환경 분류표를 마련하여, EDCS와 맵핑되지 않는 용어에 대해서 표준에 포함하도록 제안하는 것이다. 이러한 과정을 통해 국내 데이터를 표준적으로 표현할 수 있게 되지만 표준으로 받아들이는데 오랜 시간이 걸릴 수 있다는 단점이 있다. 다른 방법은 SEDRIS가 공개된 표준이므로, 국내용 EDCS를 따로 구현하는 것이다. 이렇게 된다면 모든 국내 데이터를 SEDRIS형으로 표현할 수 있게 되지만, 개발에 많은 시간과 비용이 소모될 것이고 외국 모의체계와 연합 훈련모의등을 진행할 때 문제가 발생할 수 있다. 이에 대한 해결방법은 차후 추가적인 연구를 통해 결론 내려야 한다고 생각한다.

후처리 과정 연구에서는 구축된 데이터베이스를 활용하기 위해서는 검증 과정을 반드시 거쳐야 한다고 언급하였다. 그러나 SEDRIS에서 기본적으로 제공하는 검증 도구는 매우 기본적인 기능만을 제공하고 있다. 본 연구에서는 여러 가시화 포맷과 SEDRIS데이터와의 교환 연구를 통해 SEDRIS의 가시화 가능성을 검토하고, 검증과 검증 이후 데이터의 활용, 가시화된 결과물의 활용을 위한

기본적인 구현 결과물도 산출해 내었다.

차후 합성환경 수집 체계가 확립되면, 본 연구의 결과물을 활용하여 자동화된 데이터 변환기를 구축이 가능하고, 이에 따라 개발자의 추가적인 노력 없이 단시간에 SEDRIS 데이터베이스를 구축할 수 있다. SEDRIS와 실 모의체계 데이터와의 교환 연구를 통해 서로 다른 모의체계의 합성환경 자료를 SEDRIS를 중심으로 하여 서로 교환하는 연구도 진행될 예정이다.

현재는 육상, 수상 환경자료에 대한 연구를 진행하였으나 해양, 대기, 우주까지 포함하는 합성환경 데이터 표현을 위한 체계 연구를 진행하여, 전 범위에 걸친 국내 국방 모델링 및 시뮬레이션 분야의 표준화된 합성환경 데이터베이스 구축 체계를 기대할 수 있다.

참 고 문 헌

1. IEEE Glossary, www.ieee.org
2. 계주성, 김우생, 강석중, “국방 모델링 및 시뮬레이션을 위한 합성환경 모델링 방안,” *정보과학회지*, 25(11), pp. 32-38, 2007년 11월.
3. ISO/IEC 18023 SEDRIS. Part1, Part2, Part3, www.sedris.org
4. ISO/IEC 19775 X3D, www.web3d.org
5. 문홍일, 한순홍, “SEDRIS를 이용한 디지털 생산 시뮬레이션과 합성 환경 매핑,” *한국시뮬레이션학회논문지*, 14(2), pp. 15-24, 2005년 6월.
6. Victor J. Skowronski, “Using SEDRIS for CGF Terrain Database Generation,” *Computer Generated Forces Workshop*, 1998년.
7. Louis Hembree, Rob Cox and Valerie Pastor, “A SEDRIS Representation of Atmospheric Data,” *Euro Simulation Interoperability Workshop*, 2001년.
8. Warren Macchi and Edward Sims, “Creating Interchangeable Human Models Using the SEDRIS DRM and H-Anim,” *Fall Simulation Interoperability Workshop*, 2002년.
9. 강윤아, 김형기, Pranveer Singh Rathore, 한순홍, 김만규, “SEDRIS STF 데이터의 검증을 위한 변환 및 가시화,” *한국시뮬레이션학회 춘계 학술대회 논문집*, pp.216-220, 2010년 5월.
10. Pranveer Singh Rathore, “SEDRIS 데이터와 이력기반 파라메트릭 CAD 모델의 X3D 가시화 검증,” *석사학위논문*, 한국과학기술원, 2010년 9월.



김형기 (diskhkme@gmail.com)

2009 한국과학기술원 수리과학과 학사

관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 가상현실, 데이터베이스



강윤아 (balbal86@icad.kaist.ac.kr)

2008 한국과학기술원 기계공학과 학사

2010 한국과학기술원 기계공학과 석사

관심분야 : 증강현실, 가상현실



한순홍 (shhan@kaist.ac.kr)

1977 서울대학교 공과대학 조선공학과 학사

1979 서울대학교 공과대학 조선공학과 석사

1990 미국 미시건대학 박사

1979~1992 해사 기술연구소 연구원

1993~1995 KAIST 자동화설계공학과 교수

1996~현재 KAIST 기계공학과 교수

관심분야 : STEP, 가상현실 응용, 지능형 CAD