SEDRIS 기반의 대기 및 해양 합성 환경 생성 및 가시화 어플리케이션

함원경¹ · 정용호¹ · 변재정² · 천상욱³ · 박상철^{1†}

¹아주대학교 산업공학과, ²국방과학연구소, ³대우조선해양

Application for Generation and Visualization of SEDRIS-based Atmosphere and Ocean Environment

Wong Kyung Hwam¹, Yong Ho Chung¹, Jai-Jeong Pyun², Sang Uk Cheon³, and
Sang Chul Park^{1†}

¹Department of Industrial Engineering, Ajou University

²Agency for Defense Development

³Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering

Received 2 June 2012; received in revised form 24 June 2012; accepted 6 August 2012

ABSTRACT

As the distributed simulation system has been developed in the defense modeling and simulation, interoperability among heterogeneous simulators is essential to achieve the objectives of the distributed simulation system. However, the interoperability has been a problem to synchronize synthetic environment among many heterogeneous simulators that utilize different environmental data formats. SEDRIS (Synthetic Environmental Data Representation and Interchange Specification) was initiated to solve the problem of the interoperability. SEDRIS provides a standard mechanism to promote data interchange and reusability, and it represents all environmental things from ocean, land and atmosphere to the universe. Although SEDRIS provides various advantages as a standard environmental data format, applying of SEDRIS has been hindered by its broadness and complexity. The main objective of this paper is to explain application development process to improve SEDRIS usability for the atmosphere and ocean. The developed application of this paper provides auto-generation of SEDRIS data with minimum user's input, and the auto-generated SEDRIS data is also visualized and verified by the application.

Key words: Atmosphere, Interoperability, Ocean, SEDRIS, Synthetic environment

1. 서 론

정보 통신 기술의 빠른 발전의 영향으로 미래
전장환경 및 전쟁 패러다임은 과거의 단순한 양상

을 넘어 네트워크 중심전, 효과 중심전, 동시 통합
전 등으로 변화하고 있으며, 이에 따라 전장에 투
입되는 무기체계도 더욱 복잡하고 다양한 운용 시
나리오가 요구된다. 그러나 이러한 요구에 비해 국
방 가용자원은 상대적으로 제약적이며, 환경 오염
등의 요인으로 군의 무기체계 개발 및 시험, 전술
훈련 및 전술 분석 등의 다양한 활동이 제한 받고

[†]Corresponding Author, scpark@ajou.ac.kr
©2012 Society of CAD/CAM Engineers

있다^[1]. 이러한 당면한 문제들을 해결하기 위한 방안으로 국방 모델링 및 시뮬레이션(Defense Modeling and Simulation, DM&S)을 훈련, 분석 및 획득 분야에 활용하며^[2] 다양한 국방 계획을 미리 검증하고, 타당하지 못한 계획의 수행에 의해 발생하는 비용, 시간, 노력 및 위험을 감소시킬 수 있다^[3].

하나의 무기체계는 단순한 하나의 체계가 아닌 복잡하고 다양한 과학 기술이 집약된 체계이다. 이런 체계를 분해하여 각각 다른 컴퓨터에서 효율적으로 모델링하고, 모델링 된 이기종의 시뮬레이터들이 네트워크 상에서 연동되어 시뮬레이션이 가능하도록 하는 분산 시뮬레이션 시스템은 국방 DM&S에서 1980년대 이후부터 꾸준히 연구되어 왔으며^[4,5], 특히, HLA/RTI는 IEEE1516에 의해 분산 시뮬레이션 시스템 표준으로 규격화 되어 있다^[6]. 국방 분산 시뮬레이션 시스템에서 이기종 시뮬레이터들이 연동되어 시뮬레이션을 진행하기 위해서는 시뮬레이터 사이의 상호운용성이 핵심 요소이다. 그러나 상호운용성은 합성 환경 데이터의 교환 문제로 인하여 저해되는데, 그 이유는 대부분의 시뮬레이터들이 자신만의 환경을 표현하는 데이터 형식을 갖고 있기 때문이다^[7]. 즉, A와 B라는 시뮬레이터에서 하나의 개체와 전장 환경을 표현하고자 할 때, 다른 환경 데이터 표현 형식으로 인하여 개체가 의도하지 않은 합성 환경에 표현되어 잘못된 환경 정보를 수신할 수도 있고, 심지어는 데이터 자체의 이용이 불가능할 수도 있다. 이런 문제를 해결할 목적으로 상호 데이터 교환을 위한 표준 환경 데이터 형식이 요구되었고, 그 요구에 의해 Synthetic Environmental Data Representation and Interchange Specification (SEDRIS)가 개발되었다.

SEDRIS는 이기종 시뮬레이터 간의 환경 데이터 교환 및 재사용에 대한 표준 메커니즘을 제공하며, 그 표현범위가 방대하여 해양, 지형, 대기, 그리고 우주 공간까지 모든 환경에 대해 표현이 가능하다^[8,9]. SEDRIS는 미 국방부의 DM&S 마스터 플랜 문서에서 환경에 대한 적당하고 신뢰성 있는 표현을 제공함으로써 이기종 시뮬레이터 간의 상호운용성 달성의 핵심적 열쇠로 언급되었으며^[10], 합성 환경 표현의 국제 표준으로 자리잡아 가고 있다^[11]. SEDRIS의 구성요소는 Data Representation Model(DRM), Environmental Data Coding Specification(EDCS), Spatial Reference

Model(SRM), SEDRIS Interface Specification (Application Program Interface(API))와 SEDRIS Transmittal Format(STF)의 5개로 구성된다. 간단하게 각 구성요소에 대해 언급하면 DRM은 환경 데이터 구조, EDCS는 환경개체의 이름 및 특성, SRM은 환경 표현을 위한 좌표계, STF는 환경 데이터를 저장하는 파일, 그리고 API는 환경 데이터로 C/C++를 활용한 프로그래밍적 접근이 가능하게 해주는 역할을 한다. 이런 구성요소를 활용하여 SEDRIS는 표준적인 문법, 의미, 그리고 환경 구조를 갖는 소프트웨어 인터페이스를 제공하며, 3D 모델부터 높이맵(Height Map)까지 다양한 정보를 통합적으로 다룰 수 있다. SEDRIS를 통한 데이터 교환 절차는 다음과 같이 진행된다. 데이터 제공자가 환경 데이터를 공급하면 API를 통해 DRM, SRM 및 EDCS에 접근하여 SEDRIS 데이터를 생성하고 STF에 저장한다. 생성된 STF는 해당 환경데이터를 필요로 하는 데이터 소비자에게 배포되어 사용된다^[12].

SEDRIS가 모든 환경의 표현을 고려하여 개발된 만큼, SEDRIS의 환경 데이터 저장 구조는 기존의 다양한 구조를 포함하는 복잡하고 방대한 구조를 갖는다. 이와 같은 SEDRIS의 구조는 SEDRIS가 합성 환경 데이터 교환의 표준 형식이지만, 교환 표준으로서의 활용을 저해하는 가장 큰 원인이다. SEDRIS 데이터 교환 절차를 통해 STF를 공급하기 위해 데이터 제공자가 제공한 환경 데이터를 방대한 SEDRIS 구조 중 적합한 구조를 도출하는 것과 도출된 구조에 기존의 데이터를 적합한 방법으로 삽입하는 것은 제공자와 소비자 모두 난해한 과정이다. 따라서 SEDRIS 활용의 난해함을 해결하려면 기존 환경 데이터를 SEDRIS 데이터인 STF로 자동 변환하는 과정이 요구된다. 하지만 STF를 자동으로 생성하기 위해서는 기존 환경 데이터의 의미를 SEDRIS에서 적합한 EDCS 단어로 변환하는 매핑(Mapping)이 필요한데, 이 과정에서 인간의 개입을 배제하는 것은 불가능하다^[13]. 그 이유의 예로 수온, 해수 온도, 물의 온도 등 다양한 명칭이 수온이라는 하나의 의미를 표현하기 위해 존재하는데, 이러한 다양한 표현을 적합한 EDCS 단어를 찾아 자동 변환하는 것은 불가능하기 때문이다. 따라서 사용자가 의미적으로 데이터를 확인하고, 그에 따른 매핑 과정이 필수적이다.

본 논문에서는 STF를 자동 생성하기 위한 사용

자 인터페이스(UI: User-Interface)를 구성하였다. UI는 대기/해양 데이터의 표현에 관련된 EDCS 단어들을 사용자에게 제시하며, UI를 통해 제시된 단어들 중 사용자는 기존 데이터의 의미에 적합한 단어를 선택한다. 사용자의 선택을 바탕으로 데이터 의미 매핑이 완료되면 나머지 생성 프로세스인 SEDRIS 대기/해양을 위한 DRM 구조의 구축과 데이터의 삽입은 자동으로 수행될 수 있도록 구축되었다^[14,15]. 또한 생성된 STF의 유효성 검증과 데이터 확인을 위해 기존에 미흡했던 대기/해양의 STF 가시화(Visualization) 기능을 구축하였다. 본 논문은 SEDRIS 데이터의 생성 및 가시화 어플리케이션을 통하여 SEDRIS 활용의 난해함을 대기/해양 환경에서는 해결하는데 그 목적을 두며, 최소한의 사용자의 입력으로 EDCS 매핑만 가지면 대기/해양 환경의 STF는 자동적으로 생성이 가능함을 밝힌다.

이후 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 논문의 전반적인 접근 방법을 소개하고, 3장에서 SEDRIS의 대기·환경 표현에 대해서 서술한다. 4장에서는 생성 및 가시화 어플리케이션의 설계 및 구현 자료들에 대해서 설명하며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 접근 방법

2.1 SEDRIS

SEDRIS는 합성환경의 표현(Representation) 및 교환(Interchange)이라는 두 가지의 핵심 목표를 갖고 개발되었다. 앞서 설명된 5가지의 구성요소 중 핵심 요소인 DRM, EDCS 및 SRM과 핵심 요소들

의 정보가 포함된 STF는 SEDRIS의 ‘표현’이라는 목표를 달성한다. 또한 API를 통해 STF에 접근하여 SEDRIS 데이터를 사용할 수 있게 함으로서 ‘교환’이라는 목표를 달성한다. SEDRIS 각 구성 요소에 대한 설명은 다음과 같다. DRM은 환경 데이터 표현을 위한 구조적 의미와 문법을 다루는데 300개 이상의 클래스가 계층 구조를 이루고 있다. SEDRIS는 DRM을 통해 구조와 의미를 분리시켜 합성 환경을 구축한다. EDCS는 9개의 EDCS 사전을 이용해서 환경 개체의 속성들을 식별 및 분류하고, 표준 EDCS 단어로 표현한다. 각 EDCS 사전의 역할 및 그 예는 Table 1에 표현되어 있으며, 개체의 종류, 측정 단위, 측정 단위의 종류, 측정 단위의 크기 등으로 상세하게 나누어 놓은 것을 알 수 있다. EDCS사전을 이용하여 환경 개체를 표현할 때, 표현하려는 환경 개체의 종류에 무관하게 개체가 내포하는 데이터의 종류들을 EDCS 사전에 맞추어 세부적으로 분류하므로 어떤 환경 개체도 표현이 가능하다. SRM은 Spatial Reference Frame Template(SRFT), Object Reference Models (ORMs), 그리고 2D 및 3D의 좌표계 등을 제공하며, 모든 종류의 좌표계의 표현 및 변환이 가능하게 한다. 이런 신뢰성 있는 변환 기능을 제공함으로써 개체가 합성 환경 위의 의도되지 않은 위치에 있을 수 있는 문제를 해결할 수 있다. API는 개발자에게 C/C++ 언어를 이용한 DRM, EDCS와 SRM의 접근 및 STF 생성을 가능하도록 해주며, STF는 SEDRIS의 핵심 정보를 포함하는 바이너리 형태의 데이터 파일로, STF 파일의 전송 및 수신으로 환경 데이터를 공유가 가능하다^[16]. SEDRIS의 구성요소 구조에 대해 표현하고 있는 Fig. 1은

Table 1 EDCS Dictionary Classification

Dictionary Name	Dictionary Description	Example
Classification (EC)	환경 개체 분류	건물, 강, 항구 등
Attribute (EA)	환경 개체 속성 분류	높이, 깊이 등
Attribute Value Characteristic (EV)	속성 값의 특성 분류	Integer, Index, Real 등의 데이터 자료형
Attribute Enumerants (EE)	열거된 속성들을 분류	RGB 등
Unit (EU)	속성들의 측정 단위 분류	미터, 섭씨 등
Unit Equivalence Class (EQ)	속성들의 측정 단위 분류	부피, 길이 등
Unit Scale (ES)	속성들의 측정 단위 분류	킬로, 밀리, 나노 등
Organizational Schema (EO)	환경 구조 종류의 분류	-
Group (EG)	EO를 구성하는 EC와 EA 정보	대기, 해양, 우주 등

Fig. 1 SEDRIS Components Structure

API를 통해 STF를 접근하고, STF는 DRM 구조에 EDCS와 SRM 데이터를 담고 있는 것을 표현하고 있다. 이 외에도 SEDRIS의 홈페이지에는 STF 내부의 DRM 계층 구조 및 EDCS/SRM 속성 값들을 확인할 수 있는 Focus, STF의 DRM 구조를 보여주는 Depth, STF의 3D 모델 데이터를 가시화하는 Model Viewer, 생성된 STF DRM의 구조적 의미를 검사하는 Rule Checker와 EDCS/SRM 속성 값들의 의미적 일치를 검사하는 Syntax Checker 등의 프로그램 도구들을 제공하며, 다운로드 해서 사용이 가능하다.

2.2 대기/해양의 합성 환경 구조

대기/해양을 구성하는 환경 구조는 시간의 흐름에 따라 변화하는 위도, 경도, 깊이 또는 높이를 갖는 3차원의 공간 구조로 모델링 될 수 있다^[18,19]. 이런 다차원 구조의 환경은 다음과 같이 크게 세 종류의 구성요소를 가질 수 있는데, 그것은 구조의 틀을 결정하는 차원 데이터, 차원 데이터로 정의된 공간의 속성을 정의하는 속성 데이터, 속성의 실제 수치를 가리키는 수치 데이터이다. Fig. 2는 위의 세 종류의 구성요소를 이용해 대기 및 해양 환경의 공간 구조를 표현하는 것을 설명하고 있다. 그림에는 고도, 깊이, 위도 및 경도의 차원 데이터로 있으며, 차원 데이터들이 조합되어 격자형 다차원 구조를 정의한다. 정의된 구조의 각 셀(Cell)에는 온도, 수압, 염분의 공간 속성 및 해당 속성에 대한 수치 데이터를 갖고 있다.

대기/해양 환경은 시간의 흐름에 따라 계속적으로 변화하므로, 시간의 진행 정보와 그에 해당하

Fig. 2 Environment Structure for Atmosphere/Ocean

는 공간 정보를 갖고 있어야 한다. 즉, 시간 데이터 수만큼 공간 데이터가 존재해야 함을 의미한다. 이런 구조를 다루는 데이터 종류로는 NetCDF (Network Common Data Format의 약어)^[20]와 GrIB (GRIdded Binary의 약어)^[21] 등이 있으며, 대기와 해양에 관련된 데이터는 일반적으로 위의 두 형식으로 생산되어 공급된다.

3. SEDRIS의 대기/해양 환경 구조 표현

SEDRIS는 환경 구조를 표현하기 위해 다양한 종류의 클래스 구성 방식을 갖고 있다. 그런 구성을 DRM 하위 클래스 구성(Sub-diagram)이라 칭하며, 제공하는 하위 클래스 구성 중 주요 구성만 살펴보면 시간 기반의 구성(Time Related Geometry), 분류 기반의 구성(Classification Related Geometry), 공간 색인 기반의 구성(Spatial Index Related Geometry), 경계선 기반의 구성(Perimeter Related Geometry), LOD 기반의 구성(Level of Detail Related Geometry) 등이 존재한다^[9]. 이 중 대기/해양 환경 구조에 가장 적합한 DRM 하위 클래스 구성은 시간 기반의 구성이다^[17].

시간 기반의 구성을 이용한 하위 클래스의 설계는 Fig. 3과 같이 진행된다. DRM 클래스 중 환경 클래스의 하위 클래스에 시간 기반 구성(TRG) 클래스가 놓여진다. 시간 기반 구성 클래스는 공간을 시간 별로 관리하는데, Property Grid Hook Point(PGHP) 클래스가 하나의 공간에 관련된 정보를 갖고 있으며, PGHP 클래스에 점선으로 연결

Fig. 3 The Structure of Environment Root

Fig. 4 The Structure of Property Grid

된 Time Constraints Data(TCD)가 공간의 시점을 식별해준다. 점선은 SEDRIS 클래스 관계에서 Linked 관계를 의미한다. 따라서 시간 기반 구성 클래스의 하위에 있는 PGHP클래스는 시점 수만큼 존재해야 하며, 시점 정보를 갖는 TCD 또한 PGHP 수만큼 존재해야 한다. PGHP는 한 시점의 Property Grid(PG) 클래스를 갖기 위해 존재하는

데, PG클래스는 공간 구조에 관한 정보를 정의한다.

공간 구조를 정의하는 PG 클래스의 하위 클래스 구성은 Fig. 4와 같이 진행된다. PG 클래스는 최소 1개, 최대 3개의 공간 축(Axis)을 하부에 가질 수 있는데, 대기/해양 환경 구조를 위해서는 위도, 경도, 높이 또는 깊이의 3개 차원을 가지므로 3개의 축이 필요하다. 공간 축을 이용해서 셀들이 정의가 되면 셀의 속성을 정의해야 한다. 셀 속성은 Table Property Description(TPD) 클래스에 의해서 정의되는데, 하나의 TPD 클래스는 하나의 속성을 정의한다. 즉, TPD 클래스는 속성의 수만큼 PG 클래스 하부에 존재해야 한다. TPD 클래스의 예로는 염분 속성을 정의하는 클래스를 말할 수 있다. 염분 속성을 정의하는 TPD 클래스는 염분을 나타낸다는 정보 이외에 염분의 단위(ex: Kg/L), 수치 데이터의 타입 등을 정의한다.

PG 클래스는 데이터테이블(Data Table) 클래스를 인스턴스로 갖고 있으며 데이터테이블 클래스는 속성에 따른 실제 수치 값을 1차원 배열 형태로 저장하고 있다. PG 클래스의 하위의 3개의 축은 하나의 속성에 대한 1차원 배열 형태의 수치 값을 3차원 격자형 데이터 구조로 변환한다. 총 데이터테이블의 개수는 속성의 개수와 같아야 하며 TPD 클래스의 개수와 같아야 한다.

본 시간 기반 구성 클래스의 하위 클래스 구조 설계는 앞서 언급했던 대기/해양의 합성 환경 구조의 모델링에 필수적인 3가지 요소(차원 데이터, 속성 데이터, 수치 데이터)를 모두 포함하는 적합한 설계이다.

4. 생성 및 가시화 어플리케이션 구현

이번 장에서는 이전 장에서 설계한 대기/해양 환경을 위한 SEDRIS 구조를 바탕으로 STF를 생성하고 표현하는 UI의 구성 및 어플리케이션 구현에 대해서 진행한다. 앞서 언급했듯이, SEDRIS는 구조와 의미가 분리되어 있으며, 정해진 DRM 구조에 EDCS 및 SRM 데이터를 삽입하여 각 클래스에 의미를 부여하면 환경을 표현할 수 있는 STF가 완성된다. UI는 사용자가 입력하는 데이터를 입력 받도록 설계하고, 입력된 데이터는 EDCS 및 SRM 데이터로 변환하여 설계된 DRM 클래스 구조 중 정해진 위치에 삽입된다. 이런 과정을 통해 STF를 생성하고, 생성된 STF를 가시화하는 소프

트웨어 어플리케이션을 구현한다. 입력 데이터의 변환 프로세스를 위해 SEDRIS API를 사용하고, 생성된 STF를 표현하기 위해 DRM 계층 구조를 MFC 라이브러리를 사용해서 표현하며, Open Scene Graph를 사용하여 STF의 합성 환경을 가시화한다^[22].

4.1 환경 데이터 입력 및 분석

일반적으로 대기/해양에 관한 환경 데이터 소스는 광범위한 지역의 데이터를 시간대별로 갖고 있다. 본 연구에서 샘플로 사용한 해양 데이터는 월별로 위도, 경도, 깊이의 공간에 염분과 수온 데이터를 저장하고 있다. 각 데이터의 수는 위도 91개, 경도 71개, 깊이 24개의 데이터를 월별로 12개를 갖고 있다. 따라서 공간 축으로 구성되는 총 셀의 개수는 1,860,768개이며, 이러한 방대한 데이터를 인간이 직접 입력하는 것은 사실상 불가능하다. 그러므로 환경 데이터 소스 파일을 반입(Import)하는 과정이 필요하다. 환경 데이터 소스를 반입하면 공간 축들에 관한 데이터와 셀 속성에 관한 데이터로 분류하는데, 공간 축에 관한 데이터들은 다시 각각의 공간 축 데이터의 의미를 지정해 주어야 한다. Fig. 5는 환경 데이터를 반입 및 분석한 결과를 보여주고, 공간 축에 관하여 의미를 지정할 수 있도록 하는 UI이다. 그림의 (a) 영역은 환경 데이터 소스의 공간 축 의미를 정하는 기능이고, (b)의 영역은 해당되는 공간 축의 데이터의 내용을 보여준다. 사용자는 (b)의 데이터 내용에 해당하는 의미를 (a)에서 결정한다. 각 공간 축의 의미가 정해지면 환경 공간 구조가 형성된다. 형성된 환경 구조를 바탕으로 STF가 생성된다.

Fig. 5 UI design for the analysis result of the source data and the definition of environment spatial structure

Fig. 6 The main UI of the STF generation process

(a) The UI of Environment Root

(b) The UI of Time Related Geometry

(c) The UI of Time Constraints Data

Fig. 7 Root & Time Data Definition

4.2 STF 생성

STF를 생성하기 위해서는 반입한 환경 데이터의 속성을 명확히 지정해 주어야 하는데, 이런 속성들은 EDCS 및 SRM 코드로 이루어진다. Fig. 6은 SEDRIS 데이터 생성을 위한 속성 값을 입력하는 메인 UI로, 환경 루트, 시간 기반의 구성, Spatial Extent, PGHP와 그에 대응하는 시점인 TCD 클래스들의 속성을 정의한다. 각 클래스에 입력되어야 할 속성값은 SEDRIS에서 제공하는 소프트웨어 도구인 SDK Helper를 사용해서 알 수 있다. 각 클래스에 입력되어야 할 속성들의 종류에 따라 UI가 구성되었는데, Fig. 7은 그에 따른 UI 설계를 표현하고 있다. Fig. 7(a)는 환경 루트 클래스의 속성 값을 입력하기 위한 UI로 환경 클래스의 전체적인 표현 속성에 대해서 정의한다. 예를 들면 각 수치 종류를 라디안(Radian)으로 할 것인지, 각도(Degree)로 할 것인지 결정해야 한다. 이것 외에도 사용자가 입력해주어야 할 정보로는 선형 수치 정보(미터, 마일 등), 비율 정보(킬로, 메가 등) 및 SRM 코드 정보 등을 정의하게 되어 있다. Fig. 7(b)는 환경 루트 클래스 아래의 시간 기반 구성 클래스의 속성값에 관한 UI이다. 시간 기반 구성 클래스에 관련되어 입력해 주어야 할 속성은 Unique Descendants, Strict Organizing Principle 및 Time Data Type으로, Unique Descendants가 참일 경우 본 클래스의 하위 클래스들은 유일(Unique)하다는 것을 의미하며, Strict Organizing Principle가 참이면 본 클래스의 하위 클래스들이 하위 클래스 구성을 준수한다는 것을 의미한다. Time Data Type은 시간의 속성을 정의하여 해당 클래스의 시간이 갖는 속성을 결정한다. Fig. 7(c)는 PGHP의 시점을 부여하기 위해 연결되는 TCD 클래스에 대해 설정하는 UI이다. TCD는 시간에 관련된 실제 데이터를 저장하며, 저장된 데이터들의 표현 방법에 관한 속성들을 지정하기 위해 시간 데이터의 특성, 시간 표현 설정(YY-MM-DD, YY-DD, YY-MM 등) 등을 입력한다. PGHP의 상위 클래스들에 대한 속성들을 정의한 후, 그 하위 클래스들의 속성 정의 작업이 진행된다. PGHP 클래스는 하나의 PG 클래스를 가지며, 이 클래스는 공간을 정의한다. Fig. 8은 PG 클래스 및 그 하위 구조를 정의하기 위한 UI 설계이다. Fig. 8(a)의 영역은 Classification Data의 속성을 정의하기 위한 기능으로, 표현 데

Fig. 8 Spatial Structure Definition

이터의 종류를 설정한다. Fig. 8(b)의 영역은 환경 구조 표현을 위한 공간 축에 관련된 EDCS 데이터를 정의하는 기능이다. 공간 축은 3개가 존재하며, 각 축 별로 속성들을 정의한다. 정의되어야 할 속성으로는 축의 종류(Regular, Irregular 등), 축 속성 값의 종류(Float, Integer 등), 속성 값의 단위(각도, 미터 등), 속성 값의 비율(킬로, 메가 등), Regular 축일 경우 데이터 공간의 종류(Arithmetic, Geometric), Regular 축일 경우 증가 값을 입력하게 된다. Regular 축으로 공간 축의 수치 값을 정의하면 소스 데이터의 해당 축의 초기 값과 개수 및 사용자가 입력한 증가 수치를 이용해 축의 수치 값들을 정의한다. Irregular 축일 경우에는 일 차원의 배열에 해당 축에 관련된 데이터들을 삽입하여 공간 축의 수치 값을 정의한다. Fig. 8(c)의 영역은 환경 데이터의 속성을 표현하기 위한 EDCS 코드를 설정하며, 소스 데이터의 속성 수만큼 TPD 클래스 속성을 정의한다. 입력해야 하는 속성은 TPD의 코드 종류, 표현 속성의 종류(염분, 온도 등), 단위(섭씨, m/s 등), 비율 및 자료형(Data Type)을 입력한다. PG 클래스 및 그 하위 클래스들의 구성이 모두 완료되면 입력한 속성 데이터를 대기/해양 환경 DRM 구조에 삽입하여 STF를 생성한다.

본 STF 생성 도구는 방대한 SEDRIS 구조에서 대기/해양 환경에 관한 소스 데이터의 STF로 변환 기능을 제공함으로써, 추가적 프로그래밍 없이 STF의 생성이 가능하다. 이와 같이 간단한 STF 생성 기능은 환경 데이터의 중간 포맷으로서의 STF 역할을 더욱 강화하여 상호운용성을 증진시킬 것으로 기대된다.

Fig. 9 The UI of Visualization

Fig. 10 DRM Classes Hierarchy Representation

4.3 STF 가시화

생성된 STF를 읽고, 그에 해당하는 내용을 가시화하는 프로세스는 크게 둘로 나누어진다. 하나는 STF의 데이터 계층 구조를 표현하는 것이며, 다른 하나는 생성된 STF의 데이터 내용을 그래프로 가시화하는 것이다. Fig. 9는 2가지의 가시화 목적을 위한 UI로, 좌측의 점선 사각형 영역은 DRM 계층구조를 표현하고 있다. DRM 계층 구조 중, 시간으로 구분된 클래스를 선택하면 해당 시점에서의 환경 데이터를 오른쪽 점선 사각형 영역에 가시화 한다.

가시화 도구의 구현 결과 표현을 위해 앞서 구

Fig. 11 Attribute Data Visualization

Fig. 12 Data Visualization by Depth Level

현된 생성 도구로 샘플 환경 데이터의 STF 파일을 생성하였고, 이를 가시화 도구에 사용하였다. 가시화 도구로 STF를 열면 그 결과가 가시화 UI에 표현되는데, 가시화 영역에서 마우스 입력을 통해 깊이 별 환경 데이터의 가시화가 가능하다. Fig. 10은 샘플 STF의 DRM 구조 및 데이터 계층 구조가 표현된 결과이다.

사용자가 시점을 선택하면 해당되는 데이터가 그래프 형태로 윈도우에 출력되는데, 가시화된 환경 데이터는 위도, 경도, 그리고 깊이/높이의 축을 갖고 있으며, 해당 속성의 최대값과 최소값을 비교하여 데이터 수치들을 색으로 표현하였다. 데이터 수집 중 발생한 미측정값 또는 손실값은 흰색

으로 표현되었다. Fig. 11은 샘플 STF가 갖는 속성 중 온도에 관한 속성을 본 가시화 도구로 표현하였다. 위도와 경도에 따라 표현한 속성 데이터는 깊이에 따라서 그 결과가 달라진다. 가시화 도구는 깊이에 따라 달라지는 결과 값의 표현이 가능한데, Fig. 12는 데이터를 깊이에 따라 표현하는 것을 보여준다.

본 가시화 도구의 구현은 사용자가 생성된 또는 기존의 STF 데이터를 확인 할 수 있도록 하여 데이터 사용에 편의를 제공한다. 특히, STF용 가시화 기능은 3D 모델을 위한 프로그램뿐이어서, 대기/해양 환경을 위한 가시화 기능은 SEDRIS의 활용에 상당한 이점을 제공할 것으로 기대된다.

5. 결 론

합성 환경 데이터 교환 표준 인터페이스가 분산 시뮬레이션 시스템의 상호운용성 달성을 위해 필요성이 높아짐에 따라서 SEDRIS는 데이터 교환에 적합한 중간 포맷으로 고려되어 왔다. SEDRIS를 활용하여 데이터를 교환하기 위해서는 SEDRIS의 파일 포맷인 STF를 생성해야 하는데, C/C++언어를 통해 SEDRIS API를 사용하는 것은 C/C++개발자에게도 쉽지 않은 일이다. 왜냐하면 300개 이상의 DRM 클래스들을 활용하여 적합한 환경 구조를 설계하기 위해서는 환경에 대한 이해와 SEDRIS 구조 및 사용에 대한 이해, 그리고 사용되는 언어에 대한 이해가 동시에 필요하기 때문이다. 또한 환경 데이터 속성들과 EDCS 및 SRM 코드의 매핑 과정도 환경에 대한 이해가 없으면 난해한 과정이다. 따라서 기존 또는 새로운 환경 데이터를 SEDRIS 형식으로 변환해 주는 도구의 필요성이 높았으며, 방대한 SEDRIS 표현 범위를 고려할 때, 표현하는 내용별로 변환 도구의 개발에 다른 접근이 필요하다. 본 연구는 SEDRIS 표현 범위 중 대기/해양 환경에 적용이 가능하도록 진행되었다.

본 연구에서 진행된 SEDRIS 기반의 대기/해양 합성환경 데이터 생성 및 표현을 위한 어플리케이션은 기존 연구에서 설계된 DRM 구조에 사용자가 입력한 값을 삽입하는 프로세스와 완성된 STF를 가시화 해주는 프로세스로 나누어진다. STF를 생성하기 위해서는 사용자의 입력을 통해 시간, 위도, 경도, 깊이 또는 높이를 지정하는 데이터를 선

정하고, 각 속성들의 종류, 단위 등을 입력 받는다. STF를 자동적으로 생성하는 것은 제약적인데, 그 이유는 EDCS가 표현하는 명칭이 기존의 명칭과 일치하는지 사용자가 의미적으로 확인해야 하기 때문이다. 즉, 물의 온도와 수온은 의미적으로 같지만 다른 표현이며, 이런 다양한 경우의 수를 모두 감안하는 것은 불가능하다. 이런 한계를 해결하고자 함이 본 연구의 목적이며, EDCS 내용 중 대기와 해양에 관계된 단어를 사용자에게 보여주고 사용자의 선택을 입력 받아 대기/해양 환경 SEDRIS 데이터를 자동 생성할 수 있게 하였다. STF의 가시화 프로세스는 사용자가 선택한 시점에서 깊이 별 위도와 경도를 중심으로 선택한 속성의 데이터를 색으로 가시화하였다. 대기/해양 환경의 가시화에는 이외에도 다양한 가시화 방법이 존재하는데, 다양한 가시화 기능 모듈의 추가가 가능하다.

감사의 글

본 연구는 방위사업청(UD100009DD), 국방과학연구소(UD110006MD, UD110071JD), 및 한국연구재단(2011-0026545)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Choi, S.-Y., Pyun, J.-J., 2008, Development Outlook and Concepts of SBA (Suimulation Based Acquisition), *Journal of KIISE*, 26(11), pp. 6-12.
2. Park, S.-C., Seong, K.-Y., 2010, A Synthetic Environment Based Engagement Simulation Model, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 15(4), pp. 271-278.
3. Choi, S.-Y., 2008, Technology Development and Outlook of Defense Modeling and Simulation, *Journal of IEEK*, 35(10), pp. 1157-1166.
4. Hwam, W.-K., Chung, Y.-H., Park, S.-C., 2011, A Simulation Framework of Multi-Agent Based Small Engagement Using Cougar Architecture, *Journal of KSS*, 20(3), pp. 101-109.
5. Davis, P.K., 1995, Distributed Interactive Simulation in the Evolution of DoD Warfare Modeling and Simulation, *Proceedings of the IEEE*, 83(8), pp. 1138-1155.
6. Kye, J.-S., Kim, W.-S., Kang, S.-J., 2007, A Plan for Modeling Synthetic Environment for Defense Modeling and Simulation, *Journal of KIISE*, 25(11), pp. 32-38.

7. Kim, H.-K., Kang, Y.-N., Han, S.-H., 2010, Standard Representation of Simulation Data Based on SEDRIS, 19(4), pp. 249-259.
8. Sohn, M.-E., 2003, Introduction to Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification (SEDRIS), *The Quarterly Journal of Defense Policy Studies*, pp. 99-127.
9. Welch, M., 1998, SEDRIS as an Interchange Medium, SEDRIS Organization.
10. DMSO, 1995, Modeling and Simulation Master Plan, DoD 5000, 59-P.
11. SEDRIS, SEDRIS Homepage, <<http://www.sedris.org>>.
12. Mamaghani, F., 2008, An Introduction to SEDRIS, SEDRIS Organization.
13. Moon, H.-I., Han, S.-H., 2005, Mapping Digital Manufacturing Simulation to Synthetic Environment using SEDRIS, *Journal of KSS*, 14(2), pp. 15-24.
14. Lane, E.M., Walters, R.A., Gillibrand, P.A., Uddstrom, M., 2009, Operational Forecasting of sea Level Height Using an Unstructured Grid Ocean Model, *Ocean Modeling*, 28, pp. 88-96.
15. Shao, Q.Q., Rong, K., Ma, W.W., Chen, Z.Q., 2007, Generating Time-series Grid Data of Sea Surface Temperature from Isotherms in the Northwestern Pacific Ocean Using Coupled Interpolation, *Deep-sea Research* 1, 54, pp. 673-686.
16. Hembree, L., Cox, R., Pastor, V., 2001, A SEDRIS Representation of Atmospheric Data, Euro Simulation Interoperability Workshop.
17. Hwam, W.K., Chung, Y., Kwon, Y., Park, S. C., 2011, Conversion the Time Dependent Grid Data of NetCDF to SEDRIS Transmittal Format, *Proceedings of the 5th International Conference on IT & Multimedia*.
18. SEDRIS, SEDRIS Tutorials, <<http://sedris.org/tutorials.htm>>.
19. Kim, H.-K., 2001, Interopability of Synthetic Environment Database in Defense Simulation System Based on SEDRIS, Master's Thesis, KAIST.
20. NetCDF, NetCDF Homepage, <<http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf>>.
21. GriB, GriB Homepage, <<http://www.grib.us>>.
22. Open Scene Graph, Open Scene Graph Homepage, <<http://www.openscenegraph.org>>.

함 원 경

2011년 아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
2011년~현재 아주대학교 산업공학과 석사과정
관심분야: Defense Modeling & Simulation, Distributed Simulation System, Synthetic Environment, 3D Visualization

정 용 호

2011년 아주대학교 산업정보시스템공학부 학사
2011년~현재 아주대학교 산업공학과 석사과정
관심분야: Modeling & Simulation, Defense Simulation, Synthetic Environment, Dynamic Terrain

변 재 정

1978년 충북대학교 통계학과 학사
1982년 숭실대학교 전산학과 석사
1996년 미 Illinois Institute of Technology, 전산학과 박사
1984년~1998: 한국국방연구원/국방정보체계연구소
1999년~현재: ADD 책임연구원
관심분야: Defense Modeling & Simulation, Virtual Proving Ground, Agent based Modeling

천 상 욱

2008년 KAIST 기계공학 박사
2008년~현재 대우조선해양 중앙연구소 정보기술팀
관심분야: Ship CAD, Freehand sketch-based modeling, Geometric modeling

박 상 철

1994년 한국과학기술원 산업공학과 학사
1996년 한국과학기술원 산업공학과 석사
2000년 한국과학기술원 산업공학과 박사
2004년~현재 아주대학교 산업정보시스템공학부 부교수
관심분야: Digital Manufacturing System, CAD/CAM, CAPP, Manufacturing System Modeling & Simulation