
S-100 메타데이터의 OWL기반 온톨로지 변환 구현

박수현*

S-100 Metadata Conversion Design of the OWL-based Ontology

Suhyun Park*

이 논문은 2010년도 동서대학교 연구비를 지원받았음

요 약

해양 분야에서는 최근 e-navigation 실현을 위한 차세대 표준에 관한 연구가 진행 중이다. IHO(국제수로기구)를 중심으로 전자해도뿐만 아니라 해양의 지리 정보 및 관련 데이터의 교환, 공유, 활용할 수 있도록 S-100기반 다양한 표준에 대한 연구가 진행되고 있다. 다양한 데이터를 통합하여 안전운항을 위한 새로운 정보를 제공하기 위해서는 프로파일링을 통해 S-101, S-102, S-10x 등 다양한 표준 프로파일이 만들어지면 각 표준에서 정의하는 데이터 모델의 요소를 일관성 있고 명확하게 해석하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 S-10x 표준의 기반이 되는 S-100 표준을 일관된 의미 해석과 처리를 할 수 있도록 S-100 표준의 메타데이터를 온톨로지로 변환하는 방안을 제시한다.

ABSTRACT

In the field of maritime transport, various researches on next generation of standards are underway to realize e-navigation. While IHO leading the way, many studies on several S-100 based standards for exchange, sharing and utilizing maritime geographical information and related data are going on. IHO S-100 as a profile of ISO 19100 series of standards. Based on their application and service they provide, there can be different S-10x standards. In order to support the safe operation, various information should be integrated. When integrating a various information, it is crucial to make sure the same data model should be treated consistently and interpreted clearly across different profiles, such as S-101, S-102, etc. in this case. In this paper, I suggested a way to covert maritime metadata of S-100 to ontology so that we can perform consistent semantic analysis and processing of data in S-100 standards, which is the basis of other S-10x standards.

키워드

S-100 표준, 해양메타데이터, e-navigation, 해양지리정보, 온톨로지

Key word

S-100 Standard, Maritime Metadata, e-navigation, Maritime Geographic Information, Ontology

I. 서 론

최근, 해양 분야에서는 e-navigation 실현을 위한 차세대 전자해도 및 해양 데이터를 위한 표준 연구가 활발히 진행 중이다. 국제수로기구(IHO)를 중심으로 전자해도 뿐만 아니라 해양의 지리 정보 및 관련 데이터의 교환, 공유 및 활용을 위한 표준 체계로 S-100 표준[1]에 대한 연구를 진행하고 있다.

IHO의 S-100 표준은 국제 표준화 기구인 ISO의 19100 시리즈 표준을 기반으로 해양의 지리 데이터의 체계적인 기술과 활용을 위한 데이터 모델을 정의하고 있다. IHO의 워킹 그룹에서는 S-100 표준을 기반으로 응용 분야 및 서비스에 따라 S-10x 표준 연구를 진행하고 있다. 따라서 S-100 프로파일로서 여러 S-10x 표준이 만들어 지리라 예상된다.

한편, S-100의 기반인 ISO 19100 표준 연구에서는 ISO 표준과 이를 프로파일한 표준의 데이터 요소들 같은 의미 해석 기준으로 인식할 수 있는 의미 기반의 정보 공유 및 활용에 관심을 두고 있다. 그래서 지리 정보 및 관련 데이터의 공통된 의미 해석과 공유를 염두에 두고 온톨로지에 대한 연구를 진행하고 있으며, 초기 단계의 연구로 ISO 19150 온톨로지 문서가 발표된 상태이다.

ISO의 19100 시리즈 표준을 기반으로 해양의 지리 정보 및 관련 데이터를 체계적으로 명세하기 위한 표준 연구가 이루어지는 해양 분야에서도 ISO처럼 프로파일된 표준 문서를 기반으로 기술된 데이터를 공통된 의미 해석 기반으로 해석으로 처리할 수 있는 기반이 마련되어야 할 것이다. 이에, 본 논문에서는 ISO 19115 메타데이터[2]를 기반으로 한 S-100 메타데이터의 온톨로지 화에 관해 논한다. 해양의 지리 정보 및 관련 데이터의 체계적 명세 기준이 되는 S-100 표준에서의 공통된 의미 해석과 의미 처리를 위한 기반으로써 온톨로지 화 연구 방향을 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 S-100 표준

최근, IHO에서는 안전 운항을 지원하는 e-navigation 체계를 구축하고자 S-100이라는 차세대 전자해도 표준

을 마련 중이다. 현재는 S-57이 전자해도 제작 및 교환 표준으로 적용되고 있다. 하지만, S-57 표준은 전자해도 이외에 조류, 조석, 풍랑, 기상 등 다양한 해양 데이터의 교환, 공유, 및 활용을 적절히 지원하지 못하는 한계점이 있다. 이에 IHO에서는 e-navigation 실현을 위해 차세대 전자해도 표준으로 S-100의 표준화 연구를 활발히 진행하고 있다. [3]

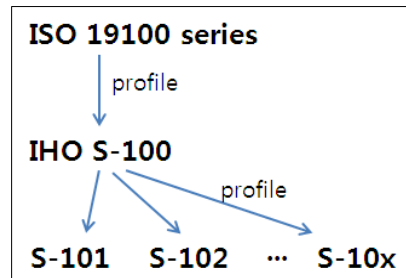


그림 1. S-10x profile 관계
Fig. 1 Relationship of S-10X profile

S-100 표준은 해양의 지리 정보 및 관련 데이터의 체계적 기술을 위해 ISO 19100 series 지리 정보 표준을 기반 표준으로 적용한다. S-100 표준은 ISO 19100 시리즈 표준을 해양 분야에 적용한 일종의 프로파일이다. ISO 19100 시리즈 표준에서는 응용 분야와 서비스에 따라 19100 표준을 프로파일링 하여 특정 분야 및 서비스를 위한 확장된 표준을 마련할 수 있도록 하였다. 이에 따라, IHO S-100에서도 해양 데이터의 응용 분야 및 활용 서비스에 따른 다양한 S-10x 표준을 마련하고 있다. 그리고 표준을 기반으로 기술된 제품 규격 문서는 레지스트리에 등록하여 데이터의 공유와 활용을 뒷받침한다.

응용 분야 및 서비스에 따라 프로파일링한 표준이 늘어나면 표준을 기반으로 명세한 제품 규격도 늘어난다. 그러나 제품 규격을 늘어나더라도 제품 규격을 기술하는 기반인 표준에 포함된 데이터 모델, 데이터의 표현과 해석이 일관성 있게 유지되어야 한다.

2.2 온톨로지

온톨로지는 어떤 관심 분야를 개념화하여 명시적으로 정형화한 명세를 말한다[4]. 특정 분야(Domain)의 정보를 컴퓨터가 자동으로 처리할 수 있도록, 모호성이 배

제된 체계적인 개념 간의 의미 관계를 정형화된 어휘로 기술한다. 온톨로지는 지식 표현의 대표적인 방법이라 할 수 있다.[5,6]

온톨로지 언어에는 RDF, DAML-OIL, OWL 등이 있다. OWL은 대표적인 온톨로지 언어로 표현력에 따라 OWL-Lite, OWL-DL, OWL-Full의 3가지 유형이 있다. 서술논리(Description Logic)를 OWL-DL는 개념과 개념 사이의 관계 표현에 제한을 받지만, 추론을 지원한다.

온톨로지의 구현은 해당 도메인의 개념화를 통해 개념 모델을 정의하고, 개념 모델을 구성하는 개념의 클래스(Class) 정의, 개념과 개념 사이의 의미 관계를 표현할 프로퍼티(property)의 정의를 통해 이루어진다. 프로퍼티는 domain과 range를 지정하여 개념 간 관계를 제약 조건으로 설정하여 개념 클래스를 명세한다. 온톨로지는 온톨로지 저작 도구를 이용하여 구현할 수 있다. 대표적인 온톨로지 저작도구는 프로테제(protégé)[7]가 있다.

2.3 ISO의 온톨로지 연구

해양과 관련된 분야에서의 온톨로지 연구로는 S-100 표준의 기반 표준인 ISO의 19100 시리즈 표준 연구에서 있었다. ISO의 19100 시리즈 표준 연구에서는 지리 정보 및 관련 데이터의 일관적이고 체계적인 표현과 의미 해석을 위한 방안으로 온톨로지를 연구하였다. 0.60 단계의 ISO 19150 표준 문서에서는 온톨로지 언어인 owl로 ISO 19100 표준의 데이터 모델을 표현하여 온톨로지를 구축하는 것에 대한 논의가 이루어졌다[8,9].

III S-100 메타데이터

S-100 표준의 메타데이터는 S-100 표준을 기반으로 정의된 데이터를 체계적으로 기술하기 위한 메타데이터 요소를 정의한 데이터 모델이다. S-100 메타데이터의 데이터 모델은 UML(Unified Modeling Language)로 정의되어 있다. S-100 메타데이터 온톨로지는 UML 기반의 S-100 메타데이터를 분석하고 메타데이터 요소의 의미 및 의미 관계를 온톨로지 언어인 owl로 표현하여 구현하였다.

3.1 S-100 메타데이터의 데이터 모델

S-100 표준의 메타데이터는 ISO 19115 메타데이터 표준의 프로파일이다. 지리 공간 정보 및 관련 데이터를 기술하는 메타데이터 표준인 ISO 19115 표준을 기반으로 해양 지형, 수심 등 해양 지리 정보 및 이와 관련된 데이터를 명세하는 메타데이터의 요소를 정의하고 있다.

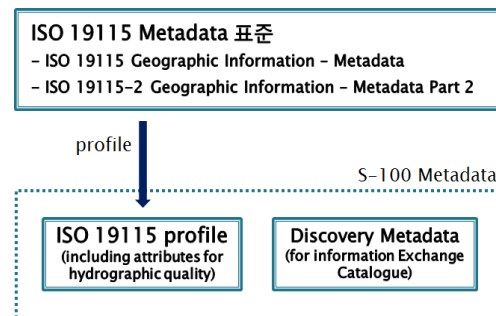


그림 2. S-100 메타데이터 구성
Fig. 2 S-100 metadata

S-100 메타데이터는 ISO 19115 메타데이터 표준의 데이터 모델을 수용하여 ISO 19115의 메타데이터 요소를 모두 포함한다. 그리고 S-100 메타데이터는 해양 공간 지리 데이터의 품질을 명세하기 위한 메타데이터 요소를 포함한다. ISO 19115 메타데이터는 지리 정보 및 관련 데이터의 품질 명세를 위한 메타데이터 요소를 정의하고 있다.

그러나 해양 공간 지리 데이터의 품질 명세를 위한 메타데이터 요소는 정의하고 있지 않으므로, S-100 메타데이터 표준에서는 ISO 19115 기반으로 해양 공간 지리 정보 및 관련 데이터의 품질 명세를 위한 메타데이터 요소를 정의하고 있다. 또한, S-100 메타데이터는 S-100 표준을 기반으로 제작되어진 해양 지리 공간 정보 및 관련 데이터를 메타데이터로 검색할 수 있도록 검색을 위한 메타데이터의 데이터 모델을 포함하고 있다.

3.2 S-100 메타데이터 요소

앞서 설명한 바와 같이, S-100 메타데이터는 지리 공간 데이터를 명세하기 위한 메타데이터인 ISO 19115 메타데이터의 요소와 해양 지리 정보의 교환에 있어서 데이터 검색을 위한 메타데이터 요소로 구성되어

있다.

ISO 19115 메타데이터 요소는 92개의 클래스, 313개의 속성, 27개의 코드 리스트 등 총 400여 개의 요소로 이루어져 있다. 메타데이터의 클래스는 지리 공간 데이터를 명세하는 메타데이터의 특성에 따라 일반적인 메타데이터 요소, 데이터의 범위, 데이터 품질, 참조 등으로 분류되며, 클래스 유형에 따른 클래스의 분포는 표 1과 같다. 그리고 각 클래스에는 클래스의 특성을 나타내는 속성이 정의되어 있다. 클래스 속성은 속성 값의 범위, 클래스가 가질 수 있는 해당 속성의 수, 속성의 필수 요건 등으로 정의한다.

표 1. ISO 19115 메타데이터의 클래스 분류
Table. 1 ISO 19115 metadata class

| 클래스 유형 | 클래스 수 | 클래스 유형 | 클래스 수 |
|----------------------|-------|-------------------------|-------|
| MD (Metadata) | 45 | EX (Extent) | 8 |
| DQ (Data quality) | 26 | LI (Lineage) | 3 |
| CI (Citation) | 8 | RS(Reference system) | 2 |

해양 지리 공간 데이터의 품질 명세를 위한 메타데이터 요소는 해양 지리 공간 정보 및 관련 데이터의 품질을 명세하기 위해 S-100에서 정의한 메타데이터 요소이다. ISO 19115 메타데이터 표준에 포함되지 않은 수로 데이터(hydrographic data)의 품질 명세를 위한 87개의 속성을 정의하고 있다.

교환 데이터의 검색을 위한 메타데이터 요소는 S-100 표준 체계를 기반으로 제작되어진 데이터의 교환, 활용에 있어 필요한 데이터 검색을 위한 메타데이터 요소이다. 교환 카탈로그 전반에 관한 메타데이터, 카탈로그에 포함된 각 데이터셋에 관한 메타데이터, 지원 파일에 관한 메타데이터가 데이터 검색을 위한 메타데이터를 구성한다. 메타데이터를 구성하는 데이터 요소로는 'S100_DatasetDiscoveryMetadata'를 비롯한 6개의 클래스와 클래스의 특성을 정의한 52개의 속성, 그리고 3개의 코드 리스트가 있다.

IV. S-100 메타데이터의 OWL 변환

S-100 메타데이터 온톨로지는 S-100 메타데이터를 온톨로지 언어인 OWL-DL로 표현하여 구현하였다. UML을 이용하여 개념화한 S-100 메타데이터 모델의 메타데이터 요소를 OWL-DL의 개념 클래스(Concept Class), 프로퍼티(Property), 제약 사항(Constraint)으로 표현하여 온톨로지로 변환 구현하였다.

4.1 개념 클래스 (Concept Class)

S-100 메타데이터의 클래스는 온톨로지의 개념 클래스로 정의하였다. S-100 메타데이터의 데이터 모델을 구성하는 각 클래스를 독립된 개념으로 보고 개념 클래스로 정의하였다. 클래스 간 상위/하위 관계를 이루는 클래스들은 'SubClassOf'로 정의하여 계층적 구조를 이루도록 하였다. 그리고 다른 클래스와의 속성으로 인한 관계는 프로퍼티(property)를 정의하여 제약조건으로 표현하였다.

```

<Declaration>
  <Class IRI="#MD_Metadata"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#DQ_Result"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#DQ_QuantitativeResult"/>
</Declaration>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#DQ_QuantitativeResult"/>
  <Class IRI="#DQ_Result"/>
</SubClassOf>
    
```

그림 3. 개념 클래스 정의 예
Fig. 3 Example of concept class

S-100 메타데이터 온톨로지에서는 메타데이터의 클래스뿐만 아니라 코드 리스트도 개념 클래스로 정의하였다. 메타데이터의 코드 리스트는 특정 항목을 구분하는 코드들로 구성된 일종의 클래스이다. 따라서 코드 리스트도 개념 클래스로 정의하고, 코드 리스트의 각 코드 항목은 개념 클래스의 인스턴스로 정의하였다.

```
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#MD_KeywordTypeCode"/>
  <NamedIndividual IRI="#KeyTypCd_discipline"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#MD_KeywordTypeCode"/>
  <NamedIndividual IRI="#KeyTypCd_place"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#MD_KeywordTypeCode"/>
  <NamedIndividual IRI="#KeyTypCd_stratum"/>
</ClassAssertion>
```

그림 4. 개념 클래스 및 인스턴스 정의 예
Fig. 4 Example of concept class and instance

4.2 프로퍼티(Property)

S-100 메타데이터의 클래스 속성을 메타데이터 온톨로지에서는 프로퍼티(property)로 정의하였다. 프로퍼티는 개념 클래스와 개념 클래스 간의 관계를 표현하고 개념 클래스의 의미를 한정하는 제약 조건을 표현하는 데 이용된다. 속성이 정의되어 있는 메타데이터의 클래스와 속성 값으로 가질 수 있는 값의 범위를 근거로 프로퍼티를 정의하였다. 각 프로퍼티는 프로퍼티를 가지는 클래스를 나타내는 도메인(domain)과 속성 값으로 가질 수 있는 값의 범위(range)를 정의하여야 한다.

```
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#hasProductSpecification"/>
</Declaration>
<ObjectPropertyRange>
  <ObjectProperty IRI="#hasProductSpecification"/>
  <Class IRI="#S100_ProductSpecification"/>
</ObjectPropertyRange>
<ObjectPropertyDomain>
  <ObjectProperty IRI="#hasProductSpecification"/>
  <Class IRI="#S100_ExchangeCatalogue"/>
</ObjectPropertyDomain>
```

그림 5. 프로퍼티 정의 예
Fig. 5 Example of property definition

프로퍼티에는 개념 클래스 간의 관계를 나타내는 오브젝트 프로퍼티(object property)와 개념 클래스의 속성을 나타내는 데이터타입 프로퍼티(datatype property)의 2

가지 유형이 있다. 메타데이터의 클래스 속성은 속성이 가질 수 있는 값의 범위에 따라 오브젝트 프로퍼티와 데이터타입 프로퍼티로 구분하여 정의하였다. 정수, 실수, 문자와 같은 일반적인 데이터 유형을 속성 값으로 가지는 메타데이터의 속성은 데이터타입 프로퍼티로 정의하였다. 개념 클래스를 범위(range)로 하는 속성은 오브젝트 프로퍼티로 정의하였다.

예를 들어, 'S100_MetadataDiscoveryMetadata' 클래스의 'description' 속성은 문자열을 속성 값으로 가지므로 데이터타입 프로퍼티로 정의한다. 이에 반해, 같은 클래스의 'productSpecification' 속성은 S100_ProductSpecification 클래스를 속성 값의 범위로 가지므로 오브젝트 프로퍼티로 정의하여야 한다. 오브젝트 프로퍼티는 범위(range)로 지정된 개념 클래스의 인스턴스(instance)를 속성 값으로 가진다.

4.3 제약 조건

S-100 메타데이터에서는 클래스가 어떤 속성들로 이루어져 있으며, 각 속성은 어떤 속성값을 가지는지, 속성이 필수 항목인지 선택 항목인지, 같은 속성의 속성값을 몇 개를 가질 수 있는지 등 속성에 대한 상세 항목을 정의하고 있다. 이와 같은 속성의 특성은 온톨로지에서 개념 클래스의 제약 조건으로 정의하였다.

```
<EquivalentClasses>
  <Class IRI="#EX_VerticalExtent"/>
  <DataExactCardinality cardinality="1">
    <DataProperty IRI="#hasVertMaxVal"/>
    <Datatype abbreviatedIRI="xsd:float"/>
  </DataExactCardinality>
</EquivalentClasses>
<EquivalentClasses>
  <Class IRI="#LL_Lineage"/>
  <ObjectSomeValuesFrom>
    <ObjectProperty IRI="#partof"/>
    <Class IRI="#DQ_DataQuality"/>
  </ObjectSomeValuesFrom>
</EquivalentClasses>
```

그림 6. 제약 조건 설정 예
Fig. 6 Example of Constraints

메타데이터의 클래스 정의에 포함된 속성을 온톨로지에서는 개념 클래스의 의미를 구체화하는 프로퍼티

의 제약 조건으로 설정하였다. 한 예로, 클래스의 필수 속성 항목은 온톨로지서 개념 클래스의 프로퍼티를 cardinality를 1로 설정하여 개념 클래스가 해당 프로퍼티의 범위(range)에 해당하는 속성값을 반드시 1개를 가지도록 한정한다. 그리고 선택 사항인 속성은 개념 클래스의 프로퍼티 설정에서 min cardinality와 max cardinality를 각각 0과 1로 지정하여 속성값을 가질 수도 있고 가지지 않아도 되도록 하였다.

4.4 온톨로지 결과

S-100 메타데이터 온톨로지는 대표적인 온톨로지 저작도구인 프로테제(Protege 4.1)를 이용하여 구현하였다. OWL-DL을 기반으로 S-100 메타데이터의 데이터 요소를 온톨로지로 변환 구축하였다. 그림 7은 프로테제에서 본 S-100 메타데이터 온톨로지의 일부분이다.

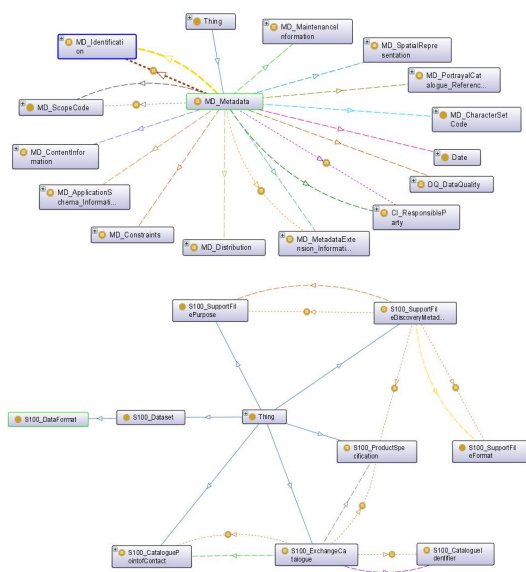


그림 7. 온톨로지 스냅샷
Fig. 7 Snapshot of ontology

온톨로지는 특정 도메인의 지식을 모호성 없이 명세하여야 한다. 그래서 개념 클래스, 프로퍼티, 인스턴스는 중복된 이름으로 정의될 수 없다. 온톨로지 변환 대상인 S-100 메타데이터에서 클래스와 코드 리스트는 중복된 이름이 존재하지 않았지만, 클래스의 속성과 코드 리스트의 일부 코드는 중복된 이름이 존재하였다. 이는 메타

데이터 요소를 각 클래스와 코드 리스트 관점에서 정의하여, 전체 메타데이터를 보았을 때 중복된 메타데이터 요소가 발생한 것으로 보인다.

온톨로지 변환 과정에서 클래스 속성과 코드 리스트의 중복된 항목은 정의할 수 없어, 클래스 속성과 코드 항목은 short name을 이용하여 해결하였다. S-100 메타데이터는 속성을 full name과 short name을 함께 정의하였는데, short name은 클래스 이름과 속성 이름의 일부를 결합하는 형태로 정의하여 중복된 이름이 없었다. 이로써 속성을 프로퍼티로 변환 정의하는 과정에서 발생하는 중복 문제는 해결할 수 있었다.

메타데이터 온톨로지 구현 과정에서의 또 다른 문제는 같은 의미를 표현하는 속성이 다수 존재한다는 것이다. 클래스를 중심으로 속성을 정의하여 같은 의미를 나타내지만, 클래스마다 다른 이름으로 정의된 속성이 나타나게 된 것이다. 예를 들어, 'MD_Identifier' 클래스의 'version' 속성과 'CI_Citation' 클래스의 'edition' 속성은 같은 의미를 쓰인다. 그리고 'EX_VerticalExtent' 클래스에서 'minimumValue', 'maximumValue'로 정의된 속성이 'MB_Band' 클래스에서는 'minValue'와 'maxVaule'로 정의되었다. 이들 속성은 같은 의미를 나타내지만 다른 클래스에서 다른 이름으로 정의되어 같은 의미로 해석되지 않고 다른 의미의 속성으로 해석된다. 온톨로지 구현 과정에서 이러한 속성들은 동의 관계(equivalent)로 정의하여 이름은 다르지만 같은 의미로 해석될 수 있도록 표현하여 의미 중복 문제를 해결하였다.

V. 결 론

IHO S-100 표준은 ISO 19100 시리즈 표준의 프로파일로, 응용 분야와 서비스에 따른 S-10x 표준의 기반이 된다. 프로파일링을 통해 S-101, S-102, S-10x 등 다양한 표준 프로파일이 만들어지면 각 표준에서 정의하는 데이터 모델의 요소를 일관성 있고 명확하게 해석하는 것이 중요해진다. 이에 ISO 19100 시리즈 표준에서는 표준에 따른 데이터의 의미 해석과 처리를 일관되고 빠르게 처리할 수 있도록 기존 표준의 owl 기반 온톨로지로의 변환 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 S-10x 표준의 기반이 되는 S-100 표준을 일관된 의미 해석과 처리를 할 수 있도록 온톨로지

의 변환 구현을 제안하고, S-100 메타데이터를 owl 기반의 온톨로지로 변환 구현하여 제시하였다. UML을 기반으로 표현된 S-100 메타데이터의 데이터 요소를 owl 기반의 온톨로지로 변환 구현 과정을 보였다. 그리고 S-100 메타데이터를 owl 기반의 온톨로지로 변환 구현하는 과정에서 발생하는 문제와 이의 해결 방법을 제시하였다. 이로써 S-100 메타데이터를 기반으로 S-10x 메타데이터는 온톨로지로 쉽게 구현할 수 있으리라 기대된다. 향후에는 S-100 표준의 owl 기반의 온톨로지 변환 연구와 S-100 온톨로지를 이용한 의미 기반 해양 정보 처리 기술을 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] IHO S-100 : The Universal Hydrographic Data Model, Robert Ward, Barrie Greenslad
- [2] ISO 19115 Geographic Information - Metadata
- [3] Development of IHO S-100: The New IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data, Lee Alexander, Michael Brown, Barrie Greenslade, Anthony Pharaoh
- [4] Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing, Gruber, T.R., KSL 93-04, Knowledge Systems Laboratory, Palo Alto, California, 1993.
- [5] Formal Ontology and Information Systems, Guarino, N., 1998, In Proceedings of Formal Ontology in Information Systems (FOIS '98)
- [6] Geospatial Ontology Trade Study, James Ressler1, Mike Dean, Ontology for the Intelligence Community (OIC-2007), November 28-29, 2007, Columbia, Maryland
- [7] Protege (<http://protege.stanford.edu>)
- [8] ONTOLOGY BASED SEMANTIC METADATA FOR IMAGERY AND GRIDDED DATA, CHEN Xu*, ZHU Xinyan, DU Daosheng, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing 2008.
- [9] ISO/TC 211 N 2705, Report from stage 0 Project 19150 Geographic information - Ontology, 2009-05-15.

저자소개



박수현(Suhyun Park)

1986년 2월 부산대학교
전산통계학과 이학석사
1992년 2월 부산대학교
전산계산학과 이학박사

1996년 3월 ~ 2011년 현재 동서대학교 컴퓨터정보
공학부 교수
2003년 3월 ~ 2004년 8월 Utah State University 방문
교수

※ 관심분야 : e-Navigation, 전자해도, 온톨로지,
모바일 응용