

RDF와 RDFS언어를 리용한 학습자원온톨로지 작성과 추론방법에 대한 연구

리명진, 로광덕

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학기술분야를 개척하기 위한 사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다. 나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 138~139페이지)

의미웹브는 웹에 적재된 정보에 잘 정의된 의미를 부여함으로써 사람뿐아니라 컴퓨터도 쉽게 문서의 의미를 이해하여 사용자의 요구에 맞는 정보와 웹브봉사를 제공하도록 한다.

의미웹브실현을 위하여 RDF, RDFS, OWL과 같은 온톨로지작성표준들과 TRIPLE, RuleML, F-론리와 같은 규칙서술언어 및 추론방법들이 개발리용되고있다.

IEEE학습기술체제구조 LTSC, 교육관리체제 IMS, 공유가능한 학습내용물객체모형 SCORM들은 학습내용물작성과 순서화, 배포를 위하여 XML에 기초한 구조적자료모형을 리용하고있으나[1-3] 온톨로지를 리용한 의미적자료모형은 반영하지 못하고있다.

본문에서는 학습내용물들의 의미적서술을 위한 학습자원온톨로지작성방법과 온톨로지의 규칙기지를 리용한 학습자원의 추론방법에 대하여 서술한다.

1. 학습자원온톨로지작성

온톨로지는 일정한 령역의 개념들과 개념들사이의 관계를 반영한 지식사전으로서 개념과 속성으로 이루어진다.

학습자원온톨로지는 다음과 같이 정의한다.

$LROntology = \langle LRCons, LRPros, LROntoInfo \rangle$

여기서 LRCons는 학습자원온톨로지의 개념모임, LRPros는 학습자원온톨로지의 속성모임, LROntoInfo는 학습자원온톨로지의 메타정보이다.

학습자원온톨로지는 강의물, 연습물, 시험물과 같은 학습내용물정보를 나타내는 개념과 본문화일, 웹페이지, 다매체물과 같은 물리적실체를 나타내는 개념, 학습내용의 의미적정보를 나타내는 개념들을 반영하여야 한다.

따라서 LRCons는 다음과 같이 이루어진다.

$LRCons = \{DocumentTypes, LearningContents, KeyConcepts\}$

여기서 DocumentTypes는 본문화일(Doc), 웹페이지(WebPage), 동화상(Video) 등과 같은 구체적인 문서형식에 따르는 하위개념들을 가지는 학습자원의 문서형식을 나타내는 개념모임이다.

LearningContents는 강의물(LectureMaterial), 학습물(StudyMaterial), 실례물(ExampleMaterial), 시험물(ExamMaterial) 등과 같은 구체적인 학습자원류형에 따르는 하위개념들을 가지는 학습자원의 종류를 나타내는 개념모임이다. KeyConcepts는 학습내용물이 반영하는 학습자료의 의미적정보를 나타내는 개념모임으로서 일정한 영역의 지식기지의 개념들의 모임이다.

실례로 《객체지향언어》과목의 학습자원들을 정의하는 경우 학습자료의 의미적정보를 반영하기 위하여 객체, 클래스, 계승, 다태성과 같은 객체지향언어개념들(OOP_concepts)을 리용할수 있다.

그림 1에 학습자원온톨로지의 개념계층도를 주었다.

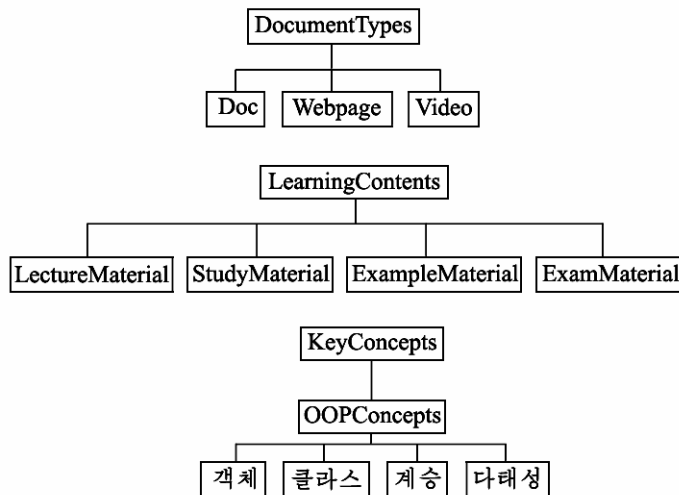


그림 1. 개념계층도

한편 LRPros는 속성들의 모임으로서 다음과 같이 정의된다.

$LRPros = \langle DatatypePros, ObjectPros \rangle$

여기서 DatatypePros는 자료형속성모임이며 ObjectPros는 객체속성모임이다.

DatatypePros는 속성모임으로서 객체와 자료형객체 또는 객체와 객체를 연관시키는 술어이며 이것은 넘기기로 표현할수 있다.

자료형속성은 객체를 자료형객체에 연관시키는 속성들이다.

자료형속성에는 title, comment 등이 있다.

실례로 자료형속성에 속하는 title속성은 학습자원들의 제목속성으로서 학습자원객체를 문자열객체로 넘기는 넘기기이다. 즉 $title: x \rightarrow y, x \in LearningContent, y \in String$.

여기서 String은 문자열을 나타내는 자료형클래스이다.

ObjectPros는 한 객체를 다른 객체들에 연관시키는 속성들의 모임으로서 객체들의 활동상태를 나타낸다.

객체속성들의 실례로 학습자원들의 주제를 나타내는 subject를 들수 있다. 즉

$subject: x \rightarrow y, x \in LearningContents, y \in KeyConcepts$.

속성이 작용하는 개념클래스를 영역(domain)클래스, 속성의 값을 나타내는 개념클래스를 범위(range)클래스라고 한다.

title속성의 령역클래스는 LearningContent, 범위클래스는 String이며 subject속성의 령역클래스는 LearningContent, 범위클래스는 KeyConcepts이다.

끝으로 LROntoInfo는 학습자원온톨로지정보자료로서 다음과 같이 표시된다.

LROntoInfo={Title, Version, Comment, CreateDate, Cooper}

여기서 Title은 작성된 온톨로지의 제목이고 Version은 온톨로지판본정보, Comment는 온톨로지에 관한 설명정보, CreateDate는 작성날자, Cooper는 작성단위이다.

그림 2는 학습자원온톨로지의 상위개념들과 속성들사이의 관계를 보여주고있다.

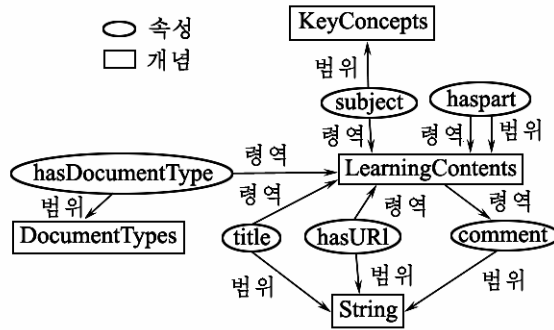


그림 2. 학습자원온톨로지에서의 개념과 속성의 관계

온톨로지안에서 리용되는 개념과 계층, 속성들의 정의는 RDFS에서 진행한다.[4]

실례로 RDFS에서 LearningContent, StudyMaterial개념들과 subject속성의 서술은 다음과 같이 한다.

실례 1 RDFS에 의한 개념과 속성의 서술

```
<rdfs:Class rdfs:about = "LearningContents">
</rdfs:Class>
```

```
<rdfs:Class rdfs:about = "StudyMaterial">
<rdfs:subClassOf rdfs:resource = "LearningContents"/>
</rdfs:Class>
```

```
<rdf:Property rdf:ID = "subject">
<rdfs:domain rdfs:resource = "# LearningContents"/>
<rdfs:range rdfs:resource = "# KeyConcepts"/>
</rdf:Property>
```

RDFS에서 정의된 개념과 속성들을 리용하여 RDF로 학습자원들을 정의할수 있다.

RDF는 본질적으로 주어(Subject), 술어(Predicate), 보어(Object)로 이루어진 서술문에 기초한 자료모형을 리용하여 웹자원들을 서술한다.[4]

학습자원들은 논리적인 교육단위로 조직화되며 이 논리적조직은 나무모양의 계층구조로 표현된다.

다음의 실례는 RDF를 리용한 학습자원들의 서술과 조직화를 보여준다.

실례 2 RDF에 의한 학습자원의 서술

```
<rdf:Description rdf:about="OOP_Concept">
< rdf:type rdf:resource="# LectureMaterial"/>
<title>객체지향프로그래밍작성법의 개념</title>
<comment>객체와 클래스의 개념, 계승의 개념과 같은 객체지향프로그래밍작성법의 기본개념들을 학습한다.
```

```
</comment >
```

```
<subject>
```

```
<rdf:Bag>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#Object"/>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#Class"/>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#Inheritance"/>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#Polymorphism"/>
```

```
</rdf:Bag>
```

```
</subject>
```

```
<hasDocumentType rdf:resource="#WebPage"/>
```

```
<hasURL> http://www.rns.edu.kp/oop-1/index.html</hasURL>
```

```
<hasPart>
```

```
<rdf:Seq>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#What_Is_an_Object"/>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#What_Is_a_Class"/>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#What_Is_Inheritance"/>
```

```
<rdf:li rdf:resource="#What_Is_Polymorphism"/>
```

```
</rdf:Seq>
```

```
</dcterms:hasPart>
```

```
</rdf:Description>
```

```
...
```

```
<rdf:Description rdf:about=" What_Is_a_Class ">
```

```
<rdf:type rdf:resource="# StudyMaterial"/>
```

```
<title>클래스란 무엇인가?</title>
```

```
<comment>클래스는 공통적인 특징들에 의해 서술될수 있는 객체들의 모임이다.
```

```
</comment>
```

```
<subject rdf:resource="#Class"/>
```

```
<hasDocumentType rdf:resource="#WebPage"/>
```

```
<hasURL> http://www.rns.edu.kp/oop-1/class.html</hasURL>
```

```
</rdf:Description>
```

```
...
```

```
<rdf:Description rdf:about="Class_Definition">
```

```

<rdf:type rdf:resource="# ExampleMaterial"/>
<title>클래스정의실례</title>
<comment>C++, Java로 클래스를 정의하는 방법을 서술한다.
</comment>
<subject rdf:resource="#Class"/>
<hasDocumentType rdf:resource="#WebPage"/>
<hasURL> http://www.rns.edu.kp/docs/example/class.html </hasURL>
</rdf:Description>

```

2. TRIPLE을 리용한 규칙서술과 추론방법

TRIPLE은 RDF의 자료모형들을 논리적으로 서술하기 위한 규칙서술언어이다.

RDF의 서술문은 TRIPLE에서 명백히 표현된다.

실례 2에 서술된 RDF문서로부터 다음의 규칙들을 서술할수 있다.

```

OOP_Concept [
rdf:type->LectureMaterial;
title->“객체지향프로그래밍작성법의 개념”;
comment->“객체와 클래스의 개념, 계승의 개념과 같은 객체지향프로그래밍작성법의 기
본개념들을 학습한다.”;
subject->Object";
subject->Class;
subject->Inheritance;
subject->Polymorphism;
hasDocumentType ->WebPage;
hasURL->“http://www.rns.edu.kp/oop-1/index.html”;
hasPart->What_Is_an_Object;
hasPart->What_Is_a_Class;
hasPart->What_Is_Inheritance;
hasPart->What_Is_Polymorphism;
]
...
What_Is_a_Class [
rdf:type-> StudyMaterial;
title->“클래스란 무엇인가?”;
comment->“클래스는 공통적인 특징들에 의해 서술될수 있는 객체들의 모임이다.”;
subject->Class ;
hasDocumentType ->WebPage;
hasURL->“http://www.rns.edu.kp/oop-1/ oop-1/class.html”;

```

]

...

Class_Definition [

rdf:type->ExampleMaterial;

title->“클래스정의실례”;

comment->“C++, Java로 클래스를 정의하는 방법을 서술한다.”;

subject->Class;

hasDocumentType ->WebPage;

hasURL->“http://www.rns.edu.kp/docs/example/class.html”;

]

이러한 규칙들을 전제로 하여 논리적추론을 진행할수 있다.

이때 사용자의 질문은 논리식으로 표현되는데 논리식에서 리용되는 \wedge , \vee , \neg , \forall , \exists , \leftarrow , \rightarrow 과 같은 기호들은 AND, OR, NOT, FORALL, EXISTS, \leftarrow , \rightarrow 와 같이 기계가 이해할 수 있는 ASCII기호들로 표현된다.

실례로 사용자가 학습물 D와 련관된 실례들을 찾으려고 할 때 질문의 결과는 다음의 논리식을 만족시키는 E들의 모임이 된다.

FORALL D, E weaker_example(D, E) \leftarrow

studyMaterial(D) AND exampleMaterial (E) AND

EXISTS C (D[subject->C] AND E[subject->C])

D=What_Is_a_Class인 경우 추론결과는 E= Class_Definition으로 되며 이 학습자원의 hasURL속성정보를 리용하여 학습자원을 열람할수 있다.

Class_Definition의 URL은 “http://www.rns.edu.kp/docs/example/class.html”이다.

만일 사용자가 학습물 D와 학습내용이 완전히 일치하는 실례들을 찾으려고 할 때 질문의 결과는 다음의 논리식을 만족시키는 E들의 모임이 된다.

FORALL D, E exact_example(D, E) \leftarrow

studyMaterial(D) AND exampleMaterial (E) AND

FORALL C1(D[subject->C1]->E[subject->C1]) AND

FORALL C2(E[subject->C2]->D[subject->C2])

맺 는 말

학습자원온톨로지를 정의하고 RDFS, RDF를 리용한 온톨로지의 서술방법을 실현하였다.

또한 학습자원온톨로지에서도 사용된 RDF서술문을 TRIPLE을 리용하여 논리적규칙으로 표현하는 방법과 온톨로지와 논리적규칙들을 리용하여 학습자의 요구에 따르는 학습자원들을 제공하기 위한 추론방법을 실현하였다.

참 고 문 헌

- [1] 동철민 등; 조선민주주의인민공화국 과학원통보, 2, 21, 주체101(2012).
- [2] N. Alves da Silva et al.; International Journal of Cyber Ethics in Education(IJCEE), 3, 1, 12, 2011.
- [3] O. Lassila et al.; <http://www.w3.org/TR/REC-rdfsyntax/>, 2004.
- [4] M. Sintek et al.; Proceedings of the International Semantic Web Conference (ISWC), 364, 2002.

주체105(2016)년 5월 5일 원고접수

Preparation of Learning Resource Ontology and Inference Method using RDF, RDFS

Ri Myong Jin, Ro Kwang Dok

To implement the semantic Web, standard ontology languages such as RDF, RDFS and OWL, and the rule description languages such as TRIPLE, RuleML and F-inference methods are developed and used.

We describe the learning resource ontology preparation method for semantic description of learning contents and inference method of resource using the rule base of ontology.

Key words: RDF, RDFS, ontology