

# 시맨틱 웹

**전종홍** TTA 웹 PG 간사, 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원  
**장민수** W3C RIF WG 멤버, 한국전자통신연구원 로봇연구단 선임연구원  
**김학래** DERI Galway, 연구원

## 1. 들어가는 말

1990년대 초반에 Tim-Berners Lee(이하 TBL)에 의해 창조되어 폭발적으로 확산되어온 웹 기술은 이후에 많은 발전을 해왔으며, 2000년을 기점으로 하여 다양한 새로운 아키텍처의 변화를 지향하면서 제2의 성장기를 맞고 있다.

기존의 웹이 HTML, URI, HTTP라는 세가지 기술에 기초하여 인간 중심의 정보처리 및 지식공유 등을 목표로 하는 단계였다면, 다음 단계의 차세대 웹 기술은 XML에 기반하며, 다양한 클라이언트 환경과 더불어 유비쿼터스 환경까지 고려하며 모든 사물과 정보가 연결되는 유비쿼터스 웹의 단계라고 할 수 있다.

유비쿼터스 웹은 사용자가 문서를 읽기 쉽도록 정보를 표현하는데 중점을 두었던 기존의 웹 기술로는 처리에 한계를 갖게 된다. HTML 포맷의 문서구조로는 자동화된 기계적인 처리에 많은 어려움이 있고, 서비스 간의 연결이나 장치 간의 연결 등의 처리, 자동화된 처리 등에 어려움을 갖게 된다. 이에 대한 해결책으로 TBL과 W3C는 1998년에 기계가 정보를 이해하고 처리하도록 기존의 웹 구조를 확장하는 것을 목표로 하는 시맨틱 웹을 제안하였고, 이외에도 XML 기반의 통신규약인 SOAP, 장치 독립성을 위한 다양한 새로운 처리 시도 및 기술개발, 접근성 개선을 위한 기술개발 등의 차세대 웹 기술 개발을 진행하여 왔다.

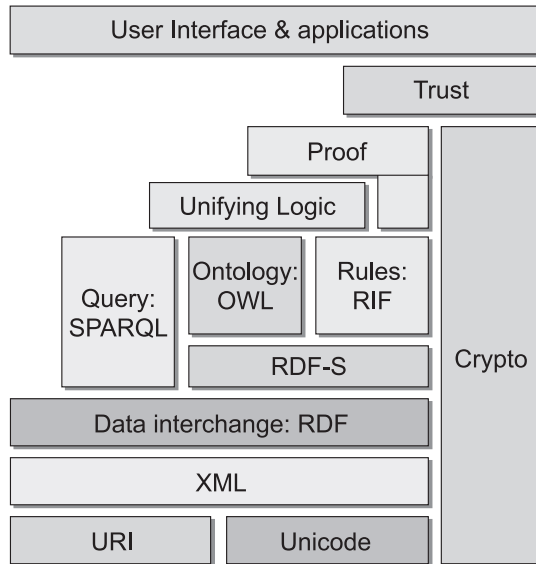
## 2. 시맨틱 웹의 구조

초창기 TBL이 생각했던 웹의 모습은 현재의 웹의 모습보다 좀더 지능적이고 자동화된 모습이었다. 이러한 자동화된 미래의 웹에 대한 TBL의 아이디어를 '98년에 시맨틱 웹이라는 이름으로 정리를 했다[19]. 이것이 시맨틱 웹의 출발이었다.

시맨틱 웹의 비전을 한마디로 정의하자면 “기존의 웹이 가지는 한계들을 극복하고, 컴퓨터가 정보의 의미를 이해하고 의미를 조작할 수 있는 웹”이라 할 수 있다. 보다 정확하게는 “웹 상의 정보에 잘 정의된 의미(semantic)를 부여함으로써 사람뿐만 아니라 컴퓨터도 쉽게 문서의 의미를 자동화하여 처리할 수 있도록 하자”는 것이다[11].

이는 기존의 웹이 사용하는 하이퍼링크와 같은 단순한 연결 형태를 발전시켜, 다양한 의미적 연결을 표현할 수 있도록 하고, 보다 복잡한 개념과 논리적 연관을 표현하고 사용할 수 있도록 함으로써 자동화된 처리까지 가능하도록 한다는 것이다. 때문에 시맨틱 웹은 기존 웹 기술과 분리된 것이 아니라, 현재의 웹 기술에 기초하여 확장된 것이며, 보다 진화된 기술들이라 하는 것이다.

그러나 시맨틱 웹의 비전에 대해 많은 서로 다른 분야의 연구자들이 관심을 갖는 과정에서 다양한 오해들을 갖기도



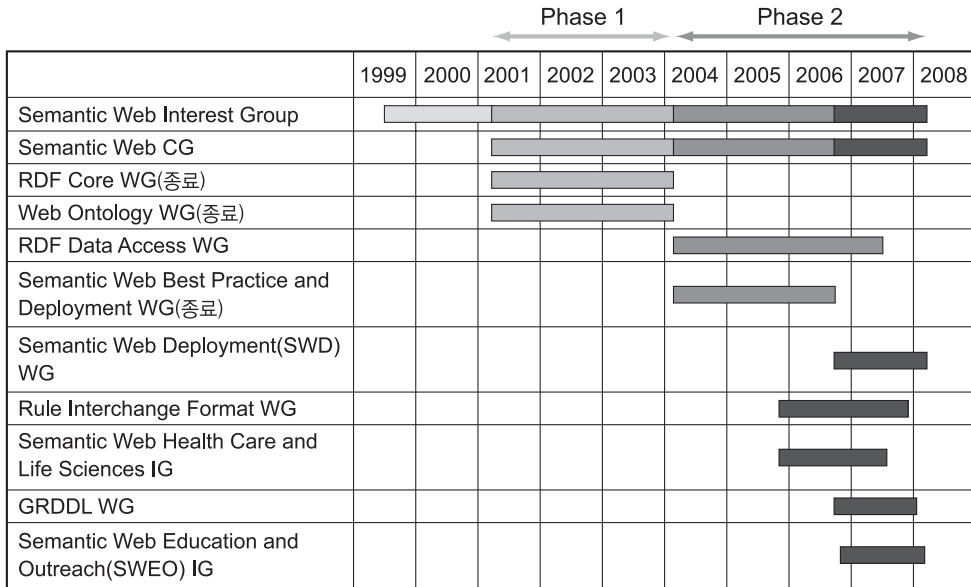
〈그림 1〉 시맨틱 웹 기술 구조(Tim, 2006)

하였고, 아직도 이런 오해들이 완전히 해소되지는 않은 상황이라고 할 수 있다. 특히 시맨틱 웹에서의 시맨틱 처리를 위해 인공지능의 다양한 기술들을 차용한 탓에 기존 인공지능 연구와 시맨틱 웹 연구에 대한 혼동이 아직까지 있는 상황이다[10, 12, 14, 16, 18]

시맨틱 웹을 위해 필요한 기술들은 〈그림 1〉과 같은 계층적인 구조로서 표현된다. 가장 기본이 되는 층에서 자원 표기를 위한 URI와 다국어 지원을 위한 Unicode가 기본 요소로 구성되어 있다. 그 위에 structure와 syntax를 표현하기 위한 데이터 계층로서의 XML 네임스페이스, XML 스키마, RDF가 있고, 그 위에 스키마 및 의미계층으로 어휘를 정의하고, 간단한 시맨틱을 표현하는 경량형 온톨로지 언어인 RDF 스키마가 있다. 여기에 RDF 질의를 위한 SPARQL과 규칙 표현을 위한 RIF, 그리고 Formal Semantic과 Reasoning을 지원하는 온톨로지 언어인 OWL이 있다. 이러한 주요 계층에 기초한 상위 계층은 로직과 Proof, Trust 계층들로 구분된다.

### 3. 시맨틱 웹 기술의 1, 2단계 표준화

시맨틱 웹 핵심 기술에 대한 표준화 및 연구는 W3C (World Wide Web Consortium)를 중심으로 진행이 되고 있다. 학계를 중심으로 진행되고 있는 시맨틱 웹에 관한 연구 주제들은 크게 언어(language), 기반구조(infrastructure), 온톨로지(ontology), 그리고 기타 주제 등으로 나뉘어 진행되고 있으며, 복합 응용으로서의 시맨틱 웹과 웹서비스를 결합시킨 시맨틱 웹서비스(Semantic Web Services)에 관한 연구와 함께 생명과학이나 산업응용 등에 대한 연구개발 등도 활발히 진행되고 있다. 국내의 경우는 이 중에서도 온톨로지와 추론과 같은 인공지능의 응용 분야에 대한 연구들에만 집중되어 있는 상황이다.



〈그림 2〉 W3C 시맨틱 웹 표준화 추진 현황

### 3.1 시맨틱 웹 1단계 표준화<sup>1)</sup>

〈그림 2〉에서와 같이 W3C를 중심으로 진행되어 오고 있는 핵심 기술표준화는 1999년부터 지난 2004년 2월까지 시맨틱 웹 1단계 표준화 활동인 기반 구조를 위한 RDF와

웹 온톨로지 표준화를 마치고, 시맨틱 웹의 실질적인 응용 및 구현에 초점을 맞춘 2단계 표준화를 진행시키고 있다.

1단계 표준화는 주로 RDF와 OWL 언어에 대한 표준화에 초점을 맞추어 진행되었고, 이를 위해 RDF Core 워킹그룹<sup>2)</sup>과 Web Ontology 워킹그룹을 구성하여 작업을 하였다.

제목	WG명
RDF Primer	RDF Core WG
RDF Semantics	RDF Core WG
RDF Test Cases	RDF Core WG
RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema	RDF Core WG
RDF/XML Syntax Specification	RDF Core WG
Resource Description Framework(RDF): Concepts and Abstract Syntax	RDF Core WG
OWL Web Ontology Language Guide	Web Ontology WG
OWL Web Ontology Language Overview	Web Ontology WG
OWL Web Ontology Language Reference	Web Ontology WG
OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax	Web Ontology WG
OWL Web Ontology Language Test Cases	Web Ontology WG
OWL Web Ontology Language Use Cases and Requirements	Web Ontology WG

〈그림 3〉 1단계에서 완료한 권고 표준 목록

1) 〈그림 2〉에서의 각 색깔은 해당 워킹그룹 활동 기한을 의미한다. 색깔이 이어져 있는 워킹그룹들은 지속적으로 활동 기한을 재연장한 것을 의미한다.  
 2) W3C의 워킹그룹들은 세가지로 나뉘어진다. 표준안을 만들기 위한 워킹그룹(WG)과 표준안을 만들지 않고 가이드라인의 개발과 정보교환 등을 목적으로 하는 관심그룹(IG), 그리고 워킹그룹 간의 활동을 조정하는 조정 그룹(CG)이 있다.

그리고 그 결과를 통해 <그림 3>과 같이 지난 2004년 2월 중 12건의 권고 표준을 확정/공표하였다.

### 3.2 시맨틱 웹 2단계 표준화

2004년 2월부터 시작된 시맨틱 웹 2단계의 주요 목표는 실질적인 응용의 발굴과 개발 경험의 공유에 초점을 맞추고 있다. 2004년 5월, 뉴욕에서 열린 W3C AC 미팅에서

는 시맨틱 웹의 개발이 온톨로지 표준안 개발에서, 보다 생활에 이용될 수 있는 표준의 개발로 바뀌었음을 선포하기도 하였다. 현재 <그림 4>와 <그림 5>에서와 같이 2단계 표준 권고 문서 표준화를 진행하고 있다.

2단계 표준화 초기에 구성하였던 워킹그룹은 다음과 같다.

- RDFDA(RDF Data Access) 워킹그룹 : RDF WG

	Phase 1					Phase 2				
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Semantic Web Interest Group										
Semantic Web CG										
RDF Core WG(종료)			RDF							
Web Ontology WG(종료)			OWL							
RDF Data Access WG						SPARQL				
Semantic Web Best Practice and Deployment WG(종료)						SKOS...				
Semantic Web Deployment(SWD) WG									RDF/A Primer	
Rule Interchange Format WG								RIF		
Semantic Web Health Care and Life Sciences IG										
GRDDL WG									GRDDL	
Semantic Web Education and Outreach(SWEO) IG										

<그림 4> 워킹그룹별 표준 개발 진행 현황

제목	최종 수정일	상태	WG
RDF Data Access Use Cases and Requirements	2005. 3	WD	RDF Data Access WG
SPARQL Protocol for RDF	2006. 4	CR	RDF Data Access WG
SPARQL Protocol for RDF Using WSDL 1.1	2005. 1	WD	RDF Data Access WG
SPARQL Query Language for RDF	2006. 4	CR	RDF Data Access WG
SPARQL Query Results XML Format	2006. 4	CR	RDF Data Access WG
Gleaning Resource Descriptions from Dialects of Languages(GRDDL)	2005. 5	WD	GRDDL WG
RIF Use Cases and Requirements	2006. 7	WD	RIF WG
Semantic Annotations for WSDL	2006. 7	WD 작업중	SAWSDL WG
Image Annotation on the Semantic Web	2006. 3	WD 작업중	SWBPD WG
RDF/OWL Representation of WordNet	2006. 6	WD 작업중	SWBPD WG
Quick Guide to Publishing a Thesaurus on the Semantic Web	2005.11	WD 작업중	SWBPD WG
Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies	2006. 3	WD 작업중	SWD WG
RDF/A Primer 1.0 ; Embedding RDF in XHTML	2006. 3	WD 작업중	SWD WG
SKOS Core Vocabulary Specification	2005. 11	WD 작업중	SWD WG
SKOS Core Guide	2005. 11	WD 작업중	SWD WG

<그림 5> 2단계 표준화에서 개발 중인 표준 목록

은 RDQL, XQuery, RuleML, N3와 같은 다양한 질의 언어를 기반으로 시맨틱 웹을 위한 표준 질의 언어인 SPARQL(SPARQL Protocol and RDF Query Language) 개발을 목표로 함.

- SWBPD(Semantic Web Best Practice and Deployment) 워킹그룹 : 시맨틱 웹 개발 경험들을 공유할 수 있도록 하기 위한 각종 개발 가이드라인 제공을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 산하에 여러 개의 태스크 포스를 두고 있음.
  - ▶ OEP(Ontology Engineering Patterns) : 손쉬운 온톨로지 개발을 위한 가이드라인 제공을 목표
  - ▶ THES : 각종 시소러스를 RDF나 OWL로 포팅하기 위한 태스크 포스이며, 이를 통한 RDF/OWL 어휘(vocabulary)를 구축하는 것을 목표
  - ▶ WordNET : 워드넷을 RDF/OWL로 변환하기 위한 태스크 포스
  - ▶ WRLD(World View) : RDF/OWL을 XHTML, XML, SOAP, WSDL 등에 이용하기 위한 가이드라인 제공
  - ▶ XSCH(XML Schema Datatypes) : RDF를 XHTML에 임베디드하고, RDF/OWL에 XML 스키마를 이용하는 것에 대한 가이드라인 제공
  - ▶ ADTF(Applications and Demos) TF, HTML(Embedding RDF in HTML) TF, MM (Multimedia Annotation) TF, PORT(Porting The saurii to RDF and OWL) TF, RDFTM(RDF/Topic Maps Interoperability) TF, SE(Software Engineering) TF, VM(Vocabulary Management) TF

### 3.3 시맨틱 웹 기술의 2단계 확장 표준화

W3C는 2006년 7월까지로 예정되어 있던 Semantic Web Activity를 2008년 2월까지로 연장시키면서 2단계 확장 표준화를 진행하였다. 우선 기존 SWBP WG의 활동을 종료시키고, 두 개의 그룹(시맨틱 웹 관심그룹, 시맨틱 웹

조정그룹)은 활동 기한을 재연장하면서, 새로운 세 개의 워킹그룹과 두 개의 관심그룹의 활동을 추가시켰다.

- SWD(Semantic Web Deployment) WG : 기존 SWBP WG의 활동 중 Deployment에 관한 이슈만을 추가적으로 작업하기 위한 목적으로 만들어졌다. 이 중에서도 OWL 사용, RDF와 HTML 문서 통합 등과 같은 실제적인 RDF 개발과 도입에 초점을 맞춘 표준 개발을 목표로 하고 있음.
- RIF(Rule Interchange Format) WG : 다양한 규칙 언어들을 통합할 수 있는 규칙 상호교환 형식 표준을 만드는 것을 목표로 하고 있다.
- GRDDL(Gleaning Resource Descriptions from Dialects of Languages) WG : 마이크로포맷(microformat)과 같이 XHTML 내에 메타데이터로 표현된 의미들로부터, RDF를 추출하기 위한 GRDDL 규격을 만드는 것을 목표로 하고 있음. 마이크로 포맷과 GRDDL은 다양한 XML 문서들의 엘리먼트에 Class라는 속성을 사용하여 약속된 의미들을 표현하고 전달하며 이를 처리하여 활용할 수 있도록 하기에, 사람을 대상으로 한 의미 전달과 처리를 한다는 뜻에서 “Human-readable Semantic Web” 방식이라고 하기도 한다.
- SWHCLS(Semantic Web Health Care and Life Sciences) IG : 의료와 생명과학 분야에 시맨틱 웹 기술을 적용하고 실용 사례 개발에 대한 정보 공유를 목표로 한 관심 그룹.
- SWEO(Semantic Web Education and Outreach) IG : 가장 최근에 만들어진 관심그룹으로 시맨틱 웹의 성공적인 구현과 이를 통한 비즈니스 사례, 시연 프로토타입, 시장 등에 대한 정보를 모으고, 사용자 경험등의 전달을 위한 교육/훈련 자료들을 발굴하는 것을 목표로 하고 있음.

이 중 가장 새롭고 특징적인 두가지 그룹에 대해 보다 상세하게 살펴본다.

## 4. 시맨틱 웹 규칙 상호교환 형식(RIF: Rule Interchange Format) 워킹그룹

〈그림 1〉의 시맨틱 웹 기술 계층구조를 보면 온톨로지와 규칙이 함께 있다. 이처럼 규칙은 온톨로지를 확장하거나 보완할 수 있는 정보 표현 능력을 보유하고 있기 때문에, 시맨틱 웹의 필수 요소라 할 수 있다. 예를 들어, 삼촌 관계와 같이 복수개의 서로 다른 속성이 연계되는 관계는 OWL로 표현할 수 없는데 규칙을 이용하면 손쉽게 표현 가능하다[2, 3]. 또한 시맨틱 웹 응용을 개발하다 보면 OWL로 표현하기 어려운 데이터를 자주 접하게 되는데 해결책은 규칙이다. 이미 대부분의 시맨틱 웹 응용 개발 프로젝트에서는 N3, RuleML, SWRL, Prolog 등 다양한 규칙 언어들을 활용하고 있다.

W3C는 규칙 관련 표준 개발을 위하여 2005년 초반에 워킹숍을 개최하고 몇 개의 규칙 언어 제안서를 접수하는 등의 활동을 진행하다 2005년 11월에 ‘규칙 상호교환 형식(Rule Interchange Format, 이하 RIF)’이라는 이름으로 워킹그룹을 가동하여 규칙 언어 표준 제정 작업에 착수하였다.

### 4.1 왜 ‘규칙 상호교환 형식’인가?

웹 온톨로지 언어의 뒤를 잇는 ‘시맨틱 웹 규칙 언어’를 기대했던 많은 사람들에게 ‘규칙 상호교환 형식’이라는 이름은 다소 의외이긴 했다. W3C에서 왜 뜬금없이 ‘규칙 언어’가 아닌 ‘상호교환 형식’이란 말인가? 하지만, 규칙 기술을 둘러싼 현실을 바라보면 워킹그룹의 이름을 이해할만도 하다. 규칙은 비즈니스 규칙 엔진(BRE) 제품군을 중심으로 탄탄한 시장이 형성된 기술 분야이고 기술적으로도 이미 성숙 단계에 들어섰다. 온톨로지와 같은 새로운 분야가 아니다. 성숙 단계에 들어선 기술 분야의 표준화 목표는 새로운 기술을 제안하기보다 기존의 기술들을 종합하고 기술 간

호환성을 보장하는 쪽으로 설정되어야 한다. W3C의 규칙 언어 표준화 작업은 W3C의 시맨틱 웹 비전<sup>3)</sup>을 좇아 이종 규칙 시스템들 간의 상호운용성을 보장하는 중립 언어 제정을 지향점으로 삼게 되었다.

### 4.2 시맨틱 웹 규칙 언어는 어디로?

WG의 이름으로보나 WG Charter[4]에 적힌 워킹그룹의 목표로보나 RIF는 시맨틱 웹 규칙 언어와 별 관련 없는 듯이 보인다. 그러나 커튼 뒤의 현실은 그렇지가 않다. [4]는 규칙의 성격을 다음과 같이 규정하고 있다.

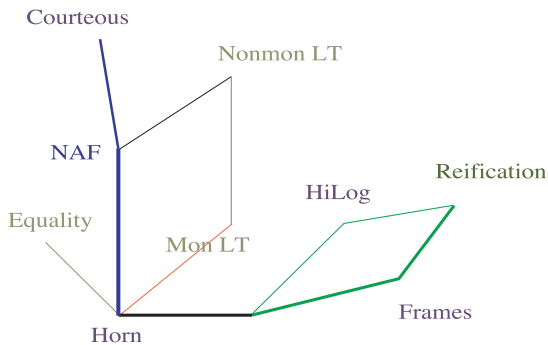
- ▶ 규칙은 비즈니스 로직 등 가치있는 유형의 정보를 표현하지만, 아직까지 규칙을 상호 교환할 수 있는 표준 형식은 존재하지 않는다.
- ▶ 규칙은 정보 시스템 간 연계 기술(adapter)로 많이 활용된다.
- ▶ 규칙은 시맨틱 웹 아키텍처의 일부로서 OWL을 확장 또는 보완하므로 보다 폭넓은 지식 표현 요구사항을 지원할 수 있다.

여기서 주목할 항목은 셋째 항목이다. 이 항목은 RIF 워킹그룹이 다루는 규칙이 시맨틱 웹 규칙으로 작용할 수 있어야 함을 강조한다. 동일 선상에서 [4]는 RIF가 구비할 가장 중요한 요건으로서 시맨틱 웹 기반 언어인 XML, RDF, SPARQL, OWL과의 호환성 확보를 강조하고 있다. RIF 워킹그룹은 활동 초기부터 규칙 언어와 RDF, 규칙 언어와 OWL의 호환성 확보 방법에 대한 의견수렴을 꾸준히 수행하고 있으며, 주요 산출물 중 하나로 RIF를 OWL과 함께 활용하는 방법을 설명하는 기술 문서를 준비하고 있기도 하다. 결과적으로 RIF는 기존 규칙 시스템들의 상호운용성을 위한 중립 언어로 기능할 뿐 아니라 시맨틱 웹 규칙 언어로서 기능할 수 있을 것이다.

3) 기계가 처리할 수 있는 형식으로 정보를 공유함(enabling the sharing of information in forms suited to machine processing).

### 4.3 RIF 언어의 구조

RIF 워킹그룹 Charter에 의하면 RIF는 '확장 메커니즘'을 지닌 규칙 언어로서 XHTML[5]과 같은 모듈형 언어로 설계될 계획이다. 언어 모듈화는 이미 RuleML[6]을 통해 시도된 바 있으며, 최근에 SWSL[7]에도 적용된 언어 구조화 방법이다. 모듈형 언어는 핵심 언어(Core Language)와 언어 확장 모듈(Language Extensions)의 집합으로 이루어진다. 핵심 언어에 확장 모듈을 선택적으로 추가함으로써 용도에 맞는 다양한 언어를 구성하여 활용할 수 있다. <그림 6>은 SWSL-Rules<sup>4)</sup>의 모듈 구조이다. 여기서 핵심 언어는 혼 논리(Horn Logic)에 기반한 언어인 Horn이다. 이 핵심 언어에 Equality, NAF, Frames 등의 모듈을 결합하여 다양한 확장 언어를 만들어낼 수 있음을 볼 수 있다.



<그림 6> SWSL-Rules의 모듈 구조

모듈형 언어의 장점은 언어의 기능을 선택적으로 첨삭할 수 있다는 점이다. 모듈 첨삭을 통해 서로 다른 규칙 언어의 공통 표현 영역에 대응하는 최적의 중립 언어를 구성하여 상호운용에 활용할 수 있다.

### 4.4 RIF 워킹그룹의 활동 계획

RIF 워킹그룹의 활동은 1기(Phase 1)와 2기(Phase 2)에 걸쳐 2차로 나뉘어 진행된다. 1기는 2005년 11월에 시작하여 2007년 5월까지<sup>5)</sup> 이어진다. 1기의 작업 범위는 다음과 같다[4].

- ▶ 확장성: 확장 가능한 규칙 표현 형식(extensible format for rules)을 정의하고, 확장 메커니즘을 통해 새로운 언어 기능을 언어 확장 모듈로 구현하는 방법을 명확히 제시한다.
- ▶ 적재 및 질의(Load & Query) 규칙 엔진: 1기에서 고려할 핵심 규칙 엔진 기능은 하나 또는 복수개의 규칙셋(Ruleset)을 적재하는 기능과 질의에 응답하는 기능이다. 규칙 엔진 제어나 질의를 위한 인터페이스 사양은 고려하지 않는다.
- ▶ XML 문법: RIF의 기본 문법은 XML이어야 한다.
- ▶ 혼 논리(Horn Logic): 1기의 규칙 표현력은 혼 논리에 대응한다. 1기 RIF는 사실(Fact)과 규칙을 표현하며, 문서의 메타데이터 기술에도 활용될 수 있어야 한다.
- ▶ 데이터 타입 지원: RIF는 XML Schema와 XML Query에 정의된 데이터 타입과 함수들을 지원해야 한다. 1기 RIF는 최소한 xsd:string, xsd:int, xsd:decimal, xsd:boolean 및 list 구조를 지원하고 이들 데이터 타입에 관련된 함수 및 연산 기능을 지원해야 한다.

2기 활동은 2007년 3월부터 2009년 6월까지 수행하도록 계획되어 있다. 2기 활동의 주요 내용은 1기의 산출물인 확장 언어 체계를 기반으로 한 표준 확장 모듈(Standard Extension) 정의 작업이 될 것으로 보이나 구체적인 사항은 아직 정해지지 않았다. 관련 내용에 대해서는 [4]를 참조하도록 한다.

4) SWSL의 하부 언어로서 비단조 추론을 포함하는 논리 프로그래밍 지향의 규칙 언어이다.

5) RIF 워킹그룹 Charter는 진행 상황에 따라, 1기 활동을 2007년 11월 30일까지 이어갈 수 있다고 명시하고 있다.

## 4.5 현재 상황

RIF 워킹그룹은 활동 초반부에 용례 및 요구사항 분석 작업에 집중하여 2006년 3월과 7월 두차례에 걸쳐 워킹그룹의 첫번째 공식 문서인 'RIF 용례 및 요구사항(RIF Use Cases and Requirements)' [8]을 발표하였다. 이 문서에는 총 50여 개의 용례로부터 선정된 10개의 대표 용례가 기록되어 있으며, 용례 분석을 통해 도출한 RIF의 세 가지 목표, 각 목표 달성을 위한 성공 요인들, 그리고 각 성공 요인에 대한 구체적인 요구 사항들이 체계적으로 정리되어 있다.

최근에는 워킹그룹 참가자 일부를 중심으로 실제 규칙 언어 확장 체계를 설계하는 작업[9]이 시작되었다. 이 작업은 일련의 언어들을 대상으로 공통 표현 영역을 뽑아 핵심 언어를 정의하고 각 언어의 고유 표현 영역을 언어 확장 모듈로 정의하는 언어 모듈화 작업이다. 이 작업에서 대상으로 삼은 언어 부류는 논리 프로그래밍, 생성 규칙(Production Rules), 반응형 규칙(Reactive Rules), 규범형 규칙(Normative Rules) 및 질의문(Queries)이다. 핵심 언어는 내장함수(Builtin)와 부정사(negation)를 포함하지 않는 조건절에 해당하는 Positive Conditions이다. Positive Conditions 주변에는 Negative Conditions, Resource Conditions 등 4개의 확장 모듈이 정의되어 있으며, 이들이 합쳐져 RIF Condition Language를 구현한다. 또, RIF Condition Language의 확장 언어로서 결론부가 추가된 RIF Rule Language가 정의되어 있다. 앞으로 생성 규칙과 반응형 규칙에 해당하는 언어 확장이 더 추가될 예정이며, 언어 정의가 일단락되면 평가 작업을 통해 설계 구조를 보완하게 된다. 이 설계 작업이 중요한 이유는 설계에 참여하고 있는 사람들의 면면이 DERI, RuleML Initiative 등 주요 전문가 집단을 대표하는 이들이기 때문이다. 이 작업의 결과물은 향후 RIF의 형태에 결정적인 영향을 줄 것이 분명하다.

## 4.6 향후 전망

RIF는 이중 규칙 시스템 간의 상호운용성을 1차 목표로 하는 규칙 언어이므로 워킹그룹의 계획대로 원만하게 작업이 마무리되면, 비즈니스 규칙 관련 업계를 중심으로 활발하게 보급될 것으로 전망된다. 그러나, 시맨틱 웹 규칙 언어로도 성공할 수 있을지는 미지수이다. RIF의 설계 방법론인 언어 모듈화는 언어를 필요 이상으로 복잡하게 보이게 하기 때문이다. 언어 모듈화는 설계자 입장에서 볼 때(개별 모듈은) 단순하고(전체 구조는) 명료한 언어를 만들 수 있는 좋은 수단이지만, 사용자 입장에서는 그렇지 않다. RuleML과 SWRL을 비교해 보면 RuleML은 지나치게 많은 모듈의 수와 모듈 간 상호 연관성 때문에 손대기 힘들 정도로 복잡하게 보인다. RIF 워킹그룹은 언어 모듈화로 인해 증가하는 언어의 복잡성을 효과적으로 상쇄할 수 있는 수단을 제공해야 할 것이다. 시맨틱 웹에 대한 실망감이 점차 커져가고 있는 현 시점에서 RIF의 등장을 계기로 시맨틱 웹의 실용성이 보다 명백해졌으면 하는 기대를 가져본다.

## 5. HCLS 관심 그룹

### 5.1 HCLS IG 소개

HCLS IG<sup>6)</sup>(Semantic Web Health Care and Life Sciences Interest Group)는 의료와 생명과학 분야에 시맨틱 웹 기술을 적용하고 실용 사례 개발을 목표로 2005년 12월에 활동을 시작한 관심 그룹이다. W3C의 일반적인 표준화 활동에 비해, HCLS 관심그룹은 특정한 분야에 시맨틱 웹 표준 및 기술을 적용하기 위한 첫번째 시도라는 의미를 갖고 있다.

6) <http://www.w3.org/2001/sw/hcls/>



시맨틱 웹과 생명과학의 연계에 대한 필요성은 2004년 10월에 열린 '생명공학을 위한 시맨틱 웹 워크숍'<sup>7)</sup>에서 제기되었고, 2005년 11월 HCLS 관심그룹이 공식적으로 출범한 이후 첫번째 F2F 미팅<sup>8)</sup>이 2006년 1월에 보스턴에서 진행되었다.

## 5.2 목표 및 범위

HCLS IG는 현재 Tonya Hongsermeier이 의료 분야, Eric Neumann이 생명과학 분야의 의장으로 있으며, 50명 이상의 전문가가 참여<sup>9)</sup>하고 있다. HCLS IG의 멤버는 W3C 회원을 기본으로 하고 있지만, 공헌할 수 있는 전문분야의 경우 위촉전문가로 참여할 수 있다.

HCLS IG 활동의 목표는 시맨틱 웹 전문가와 생명공학 전문가들 사이의 협력을 증진시키고, 연구 및 개발 활동을 지원하여 시맨틱 웹 기술 기반의 모범 사례를 발굴하고 비즈니스 가치를 조명하는데 있다. HCLS IG의 연구범위는 의료 및 생명과학 분야의 다양한 주제를 대상으로 하며, 구성원들의 의사소통, 교육, 협업 및 구현을 지원하기 위한 포럼을 제공하고 있다.

HCLS IG의 핵심 연구 범위는 다음과 같다.

- ▶ 커뮤니티 사이의 데이터 통합과 협업을 지원하기 위한 핵심 어휘 및 온톨로지(SNOMED CT, UMLS, Gene Ontology, MGED, SBML 등)
- ▶ 자원규명(resource identification)의 무결성과 버전 관리를 위한 가이드라인 및 모범사례
- ▶ 과학 출판물과 사람, 데이터, 소프트웨어, 출판물 및 임상실험물 등의 통합

HCLS IG는 표준을 개발하기 보다 시맨틱 웹 기술을 적용하여 모범 사례를 개발하는데 초점을 갖고 있다. HCLS IG의 연구결과는 향후 의료 및 생명과학 분야에 폭 넓게 적용될 수 있다. 의료 및 생명과학 분야의 어휘나 용어시스템은 시맨틱 웹 표준인 RDF나 OWL로 표현할 수 있으며, 이를 통해 시맨틱 웹 기반 기술의 잠재적 이익을 활용할 수 있다. 의료 및 생명과학 분야에 시맨틱 웹 기술을 적용한 사례는 다음과 같다.

- ▶ Haystack-BioDASH  
(<http://www.w3.org/2005/04/swls/BioDash/De mo/>)
- ▶ Simile and Life Sciences  
(<http://simile.mit.edu/>)
- ▶ Agfa의 Connected Knowledge  
([http://www.agfa.com/w3c/2006/HCLSIG\\_F2F\\_2006\\_Helen.html](http://www.agfa.com/w3c/2006/HCLSIG_F2F_2006_Helen.html))
- ▶ Active Semantic Documents  
(<http://lsdis.cs.uga.edu/projects/asdoc/>)
- ▶ Clinical Knowledge Management  
(<http://www.w3.org/2005/04/swls/#partners>)

## 5.3 태스크포스

첫번째 F2F 미팅에서 5개의 태스크포스가 결정되었으며, 개별 그룹은 2차년 HCLS IG의 범위 안에서 연구목표, 일정계획 및 산출물을 정의하고 있다.

7) <http://www.w3.org/2004/10/swls-workshop-report.html>

8) <http://www.w3.org/2001/sw/hcls/f2f-2006/f2f-summary.html>

9) 참여자 목록 - <http://esw.w3.org/topic/HCLSIG/Participants>

태스크포스 명	연구 목표	URL
BIORDF(Structured Data to RDF)	RDF, OWL을 이용한 생명과학 데모 개발	<a href="http://esw.w3.org/topic/HCLSIG_BioRDF_Subgroup">http://esw.w3.org/topic/HCLSIG_BioRDF_Subgroup</a>
Scientific Publishing	지식 생태시스템 프로세스를 위한 시맨틱 모델(온톨로지) 개발	<a href="http://www.w3.org/2001/sw/hcls/task_forces/Knowledge_Ecosystem.html">http://www.w3.org/2001/sw/hcls/task_forces/Knowledge_Ecosystem.html</a>
Ontologies Task Force	온톨로지 정의, 생성, 평가, 유지관리와 관련된 모범사례 개발	<a href="http://esw.w3.org/topic/HCLS/OntologyTaskForce">http://esw.w3.org/topic/HCLS/OntologyTaskForce</a>
Adaptive Healthcare Protocols and Pathways	임상경로의 단계를 표현할 수 있는 프레임워크 및 통제어휘 개발	<a href="http://esw.w3.org/topic/HclsigDiscussionTopics/HclsSubGroupACPP">http://esw.w3.org/topic/HclsigDiscussionTopics/HclsSubGroupACPP</a>
Drug Safety and Efficacy	FCA 기준에 부합하는 바이오마커(Biomarkers)와 약리 유전체학(Pharmacogenomics)에 대한 요구사항 분석 및 시맨틱 웹 기반 응용도구 개발	<a href="http://esw.w3.org/topic/HCLSIG/Drug_Safety_and_Efficacy">http://esw.w3.org/topic/HCLSIG/Drug_Safety_and_Efficacy</a>

## 6. 결어

지금까지 W3C의 2단계 시맨틱 웹 표준화를 중심으로 한 시맨틱 표준화 현황에 대해 살펴보았다. 또한 2단계 표준화의 확장 표준화를 위한 핵심적인 두개의 그룹에 대해 살펴보았다. 이를 통해 1단계의 기반 구성을 위한 표준화를 마치고, 실제적인 응용 개발을 위한 다양한 표준화를 진행하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 특히 온톨로지 표현보다는 RDF 기반의 질의 통합을 위한 SPARQL 시맨틱 질의 언어 표준 개발과 규칙 상호교환 표준 개발, 그리고 의료/생명과학 분야와 같은 실제 응용 분야에서의 다양한 경험 공유를 위한 많은 노력들을 하고 있다는 사실 또한 살필 수 있었다.

W3C에서의 시맨틱 웹은 보다 지능적인 웹을 위한 기술을 지향하고 있지만 현실적인 응용과 표준화를 위한 노력들을 하고 있으며, 웹 상에서 다양한 자료와 서비스를 의미적으로 연결하고 처리할 수 있도록 하는 현실적 목표를 현단계 목표로 하고 있다. 이런 배경에는 시맨틱 웹의 개념이 제안되고 표준화 활동이 시작된 '98년 이후 이제 10년 가까이 된 현시점에서도 아직 시맨틱 웹의 가시적 성과들이 나타나고 있지 못하고 있으며, 시맨틱 웹의 접근 방식에 대한 여러 가지 회의론들이 나타나고 있는 것이 중요한 배경이라 할 수 있다.

특히 최근 등장한 웹 2.0과 같은 실용적 웹 응용 분야의 성공은 옐도라도를 약속했던 시맨틱 웹의 현실을 더욱 초라하고 우울하게 만들고 있다. 아이러니하게도 단순한 XML과 RDF 응용의 일종인 RSS의 성공은 멋진 이론과 구호보다는 간단하고 실용적인 작은 스펙 하나가 RDF의 보급을 증대시키고, 시맨틱 웹의 가능성을 보여주며 인류에게 보다 편리함을 줄 수 있다는 사실을 보여주었다.

이런 현실 속에서 시맨틱 웹의 새로운 방향성을 모색하기 위한 여러 가지 시도들이 '시맨틱 웹 2.0'과 같은 동향으로 나타나고 있다[17]. 또한 W3C 내에서도 이런 노력들이 반영이 되어 인공지능의 접근 방식이 아닌 '웹의 관점'에서의 시맨틱 웹 응용과 기술들을 만들기 위한 시도들이 진행되고 있다[11].

웹은 그 단순함에 기반한 확장성, 분산성, 사용자의 참여라는 특징을 통해 지금의 플랫폼으로서의 웹의 모습으로까지 발전할 수 있었다. 이러한 웹의 특징은 시맨틱 웹에서도 변함없이 적용된다. 결국 시맨틱 웹의 모습 또한 분산된 모든 것들을 단순하고 효율적으로 연계할 수 있도록 하는 기술에 초점을 맞추어야 할 것이다. 앞서 말한 3가지 특징은 바로 웹의 근본 철학이고 지향점이기 때문이다.

국내에서도 최근 시맨틱 웹에 대한 많은 관심이 고조되고 있으며, 모바일 분야를 비롯한 다양한 분야에서도 연구/개발이 진행되고 있다. 그러나 대부분의 연구가 웹의 응용

분야로서의 시맨틱 웹 기술보다는 인공지능 기술의 연장으로서의 온톨로지 또는 추론 기술 등에만 초점이 맞추고 있다. 더불어 시맨틱 웹에 대한 핵심 기술 표준화를 추진하고 있는 W3C 표준화 활동에 대한 참여 또한 미진한 상황이며, 이러한 활동에 대한 분석 또한 부족한 상황이다.

분명한 것은 온톨로지는 시맨틱 웹의 실현을 위한 하나의 필요 조건이지 절대적인 충분 조건은 아니라는 것이다. 또한 온톨로지 없는 시맨틱 웹도 얼마든지 가능하다는 것이다. TBL도 지속적으로 이야기하였던 사항이긴 하지만 '시맨틱 웹에 대한 연구는 인공지능에 대한 연구'가 아니다 [11]. 또한 시맨틱 웹 표준화는 인공지능 표준화가 아니다. 향후 국내에서도 '인공지능 연구의 일종으로서의 시맨틱 웹'이 아니라 '웹 응용의 일종으로서의 시맨틱 웹'에 대한 실용적 표준화와 연구/개발에 대한 관심과 노력, 그리고 적극적인 국제 표준화 활동 참여가 절실하다.

## 7. 참고문헌

- [1] Tim Berners-Lee, "Enabling Standards & Technologies," (<http://www.w3.org/2002/Talks/04-sweb/slide12-0.html>)
- [2] Minsu Jang, "Filling the holes of OWL," 2006. ([http://www.w3.org/2005/rules/wg/wiki/Filling\\_the\\_holes\\_of\\_OWL](http://www.w3.org/2005/rules/wg/wiki/Filling_the_holes_of_OWL))
- [3] Benjamin N. Grosz, Ian Horrocks, Raphael Volz, and Stefan Decker. Description logic programs: Combining logic programs with description logic. In Proc. of the Twelfth International World Wide Web Conference (WWW 2003), pages 48-57. ACM, 2003.
- [4] W3C Rule Interchange Format WG Charter (<http://www.w3.org/2005/rules/wg/charter>)
- [5] Murray Altheim et al., "XHTML Modularization 1.1." W3C Working Draft 5 July 2006.
- [6] David Hirtle et al., "The Modularization of RuleML," 2006-09-01. (<http://www.ruleml.org/modularization/>)
- [7] Steve Battle et al., "Semantic Web Services Language," DRAFT Version 1.1, 2005. (<http://www.daml.org/services/swsf/1.1/swsl/>)
- [8] Allen Ginsberg et al., "RIF Use Cases and Requirements," W3C Working Draft 10 July 2006. (<http://www.w3.org/TR/rif-ucr/>)
- [9] Harold Boley et al., "Extensible Design (wiki page)," 2006-04-23. ([http://www.w3.org/2005/rules/wg/wiki/Extensible\\_Design](http://www.w3.org/2005/rules/wg/wiki/Extensible_Design))
- [10] 전종홍 외 2인, '시맨틱 웹 기술을 적용한 지식관리 시스템 아키텍처에 관한 연구', 한국전자거래학회지, 제8권 제4호, pp. 183-205, 2003. 11
- [11] Tim Berners-Lee, 'Artificial Intelligence and the Semantic Web', AAAI 2006, Keynote, <http://www.w3.org/2006/Talks/0718-aaai-tbl/>, July 2006
- [12] 전종홍, 'Semantic Web 2.0 : Now and Future', <http://blog.webservices.or.kr/hollobit/presentation/KT-sw2-200606-01.pdf>
- [13] 윤석찬, '시맨틱 웹 2.0으로 거듭나라!', ZDNet 컬럼, <http://www.zdnet.co.kr/itbiz/column/anchor/scyoon/0,39030409,39147539,00.htm>, 2006년 5월
- [14] 전종홍, '온톨로지 유감 - 온톨로지로 뭘 할 수 있지?', [http://blog.webservices.or.kr/hollobit/archives/2006/04/post\\_322.html](http://blog.webservices.or.kr/hollobit/archives/2006/04/post_322.html)
- [15] Laura Gordon-Murnane, "Social Bookmarking, Folksonomies, and Web 2.0 Tools", Searcher,

Jun 2006, Vol. 14, Iss. 6, pg. 26-39

- [16] Rob McCool, 'Rethinking the Semantic Web, Part 1', IEEE Internet Computing, November /December 2005, pp.86-87
- [17] Stefan Decker, 'Semantic Web 2.0 Tutorial', WWW 2006, May 2006

[18] Tim Berners-Lee, James Hendler and Ora Lassila, 'The Semantic Web', Scientific American, May 2001

[19] Tim Berners-Lee, 'A roadmap to the Semantic Web', Design Issues - Architectural and philosophical points, <http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>, Sept 1998 **TTA**



### 정보통신용어해설

#### 글로벌 로밍

global roaming [ 무선 ]

개인이 사용하는 휴대폰을 가지고 해외 어디에서나 사용할 수 있게 하는 서비스.

로밍 서비스는 사업자간의 협약에 의해 이루어지며, 여기에 기술적인 요인과 비즈니스적인 요인의 해결이 전제되어야 한다. 이를 위해서는 GSM이나 CDMA 등 여러 이동통신 방식을 동시에 지원하는 겸용 단말기와 멀티밴드 지원 기능이 필요하고, 로밍 서비스에 필요한 사업자간 제반 협의와 상호협약이 체결되어야 하는데, 상호협약은 사업자간에 개별적으로 이루어지며, 관세, 사업자 특화된 요구, 부가가치 서비스 등과 관련된 조항을 포함한다. 현재 우리나라의 로밍 서비스는 CDG International Roaming team의 주도 하에 CDMA 국가의 사업자들로 구성된 커뮤니티를 통해 자동로밍 서비스에 필요한 협의로 이루어지고 있다.