

## 온톨로지 기반 재난 전조 정보 분석 기술 연구

### A Study of the Disaster Sign Data Analysis Technologies Based on Ontology

이 창 열<sup>†</sup> · 김 태 환<sup>\*</sup>

Lee, Changyeol · Kim, Taehwan

**Abstract** Disaster sign data is confirmed data by the experts to the collected data from web and users. In this paper, we focused to make the risk scores to the data based on ontology technology. To analyse the data, first of all, we defined the ontological structure for 4 kinds of disaster types which consists of the bridges, workplaces, buildings, and walls. Base on the ontologies, collected the accidents examples, and then extract the risk rules from the examples. The rules are adjusted with frequencies and weights, and managed to the ontology DB. The rules apply to the disaster sign data, and then calculates the risk scores. It plays role of the index to the risk rates. The disaster sign data management system was implemented and the rules were verified to the system. Because the quality of the risk scores to the disaster sign data depends on the data of the accidents examples's qualities, we assure that the system's performance will be monotonic increasing following up the data upgrades. Continuously, data management is needed. Also the quality control of the rules are needed.

**Keywords** Disaster, Disaster Sign Data, Ontology, Risk Rates, Accident Rules

**요 지** 재난전조정보란 웹으로부터 재난이 예상되는 정보를 자동으로 수집하거나, 관련자가 재난전조정보 사이트의 신고를 통하여 제공하는 데이터에 대하여 자동 또는 수동으로 확인을 거친 정보이다. 이렇게 수집된 데이터에 대하여 자동으로 분석 정보를 제공하는 기술에 연구의 초점을 맞추었다. 정보를 분석하기 위하여 가장 대표적인 재난 유형 4가지(교량, 공사장, 건축물, 축대 및 옹벽)에 대하여 온톨로지 구조를 정의하였다. 온톨로지 구조에 따라 과거 유사 사례 DB를 구축하였으며, 해당 사례로부터 재난 발생에 대한 규칙을 도출하고, 규칙 사이에 가중치 적용을 통하여 규칙 정보를 일반화하였다. 도출된 규칙은 재난 전조 정보에 적용하였으며, 규칙의 가중치를 통하여 해당 정보를 점수화 하였다. 본 연구에서 제시하는 방법에 대하여 실제적인 구현을 통하여 실용성을 검증하였다. 재난 전조정보에 대한 점수는 사건 사례의 품질에 의존적이기 때문에, 시스템의 성능은 데이터 업그레이드에 따라 계속 증가할 것이다. 또한 규칙에 대한 지속적인 품질 보정이 필요할 것이다.

**핵심어** 재난, 재난전조정보, 온톨로지, 위험 등급, 사건 규칙

<sup>†</sup> 교신저자 : 정희원, 동의대학교 컴퓨터공학과 교수  
E-mail : lcy@deu.ac.kr  
TEL : (051)890-1726 FAX : (051)890-1726  
<sup>\*</sup> 정희원, 용인대학교 경호학과 교수

# 1. 서론

재난전조정보란 재난이 발생할 수 있는 가능성에 대한 정보이다. 소방방재청은 2010년부터 재난전조정보를 수집하고, 분석하여 위험 등급을 판정하고 이에 따른 조치를 취하는 작업을 매주 진행하고 있다(소방방재청, 2010). 신고 또는 인터넷으로부터 수동으로 재난 전조 정보를 수집하여 진행하는 과정은 많은 시간과 인력을 소모하게 된다. 특히 대상이 되는 수 많은 인터넷 사이트를 사람이 검색하기에는 불가능에 가까운 일이다. 또한 담당자의 전문성에 따라 수집하는 데이터의 품질이 다를 수 있는 상황이다. 이에 따라 재난전조 정보를 자동으로 수집하고 분석하는 시스템을 구축하게 되었다(이창열 등, 2011; 윤남이 등, 2011; 이영재, 2010).

재난 전조정보를 수집하여 처리하는 과정은 Fig. 1에 기술되었다. 인터넷을 통하여 자동 수집하거나 신고자를 통하여 위험에 대한 신고가 이루어지면 해당 정보를 전문가 또는 자동 판단 시스템을 통하여 “재난 전조 정보”인지 아닌지를 확인하고 확인된 정보에 대하여 재난 전조정보의 자격을 부여한다(남지순, 2010).

부여된 재난전조정보는 자동으로 위험에 대한 등급 판정을 통하여 최종적으로 조치가 발생된다. Fig. 1에 점선으로 표시된 부분이 재난전조정보에 대한 등급 판정을 하기위한 과정을 기술한 것이다.

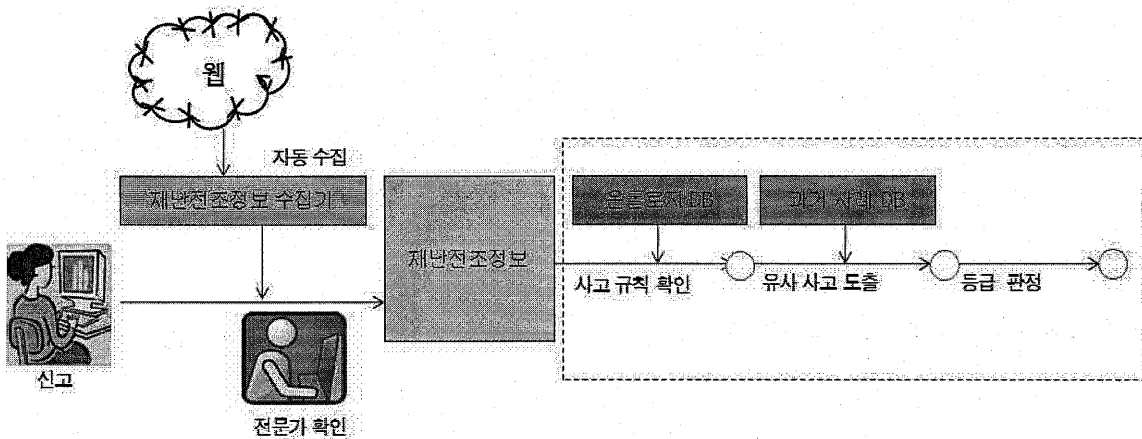


Fig. 1. 재난전조정보 프로세스

이러한 재난 전조 정보에 대한 등급 판정을 위하여 재난전조정보로부터 온톨로지(ontology)에 저장된 재난 규칙 중에 일치되는 것을 찾고, 해당 규칙이 과거 재난 사례 중에 어떤 것에 해당되는 것인지 매핑하고, 과거 사례를 기반으로 재난 발생 가능성을 대한 종합적 판단을 거쳐서 자동으로 등급판정을 하는 것이며, 본 연구는 온톨로지 구축, 과거 재난 사례로부터 등급 판정을 하기위한 기술에 초점을 맞추었다.

## 2. 기존 재난 정보 체계

### 2.1. 재난 전조 지표의 종류

소방방재청에서는 재난전조정보에 대한 위험 등급 판단을 위하여 Table 1과 같은 위험성 점수 규칙(115점 만점)을 정의하였다(이영재, 2010).

Table 1에 대한 상세 내용은 다음에 기술한다.

Table 1. 재난 전조 지표

번호	항목	점수	내용	판단소스
1	재난발생 가능성	50	재난 발생 위험이 높은지 판단	온톨로지 규칙
2	주민생활밀접도	15	주민 안전에 영향을 미치는 정도	온톨로지 규칙
3	인명피해가능성	20	인명 피해(사망자, 부상자) 규모	과거 유사 사례
4	사회적과급효과	15	정보 매체의 보도 발생량	과거 유사 사례
			재산 피해 예상 규모(경제적 지표)	과거 유사 사례
5	실무자가중치	15	안전조치의 시급성 등 고려	담당자

1) 재난발생 가능성 지표(1)

- 의미

- \* 시설물에 관련된 위험성 및 취약성, 인적자원 불안전 행위, 물적자원 불안전 상태로 인한 안전사고 발생 가능성
- \* 위험성 및 취약성으로 인한 시설물에 관련된 안전사고 발생 가능성
- \* 인적자원(종업원,관리자)의 불안전 행위에 따라 가속되는 재난 및 안전사고의 발생 가능성
- \* 물적자원의 불안전 상태에 의해 가속되는 재난 및 안전사고의 발생 가능성

- 규칙 1 : (위험성 &취약성) & (인적자원 | 물적자원) ⇒ Y(잠재적 사고/재난)

인적 또는 물적자원이 취약성을 가진 상황에서 위험성이 발생하면 재난이 발생하거나 잠재적 사고로 연계된다.

2) 주민생활밀접도 지표(2)

- 의미

- \* 통행량 많은 지역, 다중이용업소 밀집지역 등
- \* 기타 주민생활 안전에 중대한 영향을 미치는 정도에 따라 판단

- 규칙 2 : (대응조치사항 & 위험성 & 취약성) ⇒ Y(잠재적 사고/재난)

취약성을 가진 자원에 위험성이 발생하여 재난이 발생할 가능성이 있는 상황에서 적절한 대응조치가 이루어지지 않으면 주민생활의 안전에 중대한 영향을 미친다. 또는 “규칙 1”이 적용되는 상황에 대하여 대응조치가 이루어지지 않으면 주민생활의 안전에 중대한 영향을 미친다.

3) 인명피해가능성 지표(3)

- 의미 : 인명피해 가능성은 과거 해당 시설물, 건축물 및 공사장에서 발생한 재난 및 안전사고 사례에서 산출되는 인명 피해 규모에 따라 산정되는 점수를 의미한다.

- 규칙 3 : 사망자 점수 + 부상자 점수

- \* 사망자 점수 : 0점(사망자 0), 3점(사망자 1-2), 6점(사망자 6-10), 12점(사망자 49명 이하), 15점(50명 이상)
- \* 부상자 점수 : 1점(부상자 1), 2점(부상자 1-5), 3점(부상자 6-10), 4점(부상자 11-20), 5점(20명 이상)

4) 사회적 과급효과 지표(4)

- 의미 : 사회적 과급효과는 재난전조 발생빈도 즉 언론, 여론 등 다수의 정보매체에서 크게 이슈화될 사고 여부에 대한 것과 재산피해 예상액에 따라 결정된다.

- 규칙 4: 전조 발생 빈도 점수+ 재산 피해액 점수

- \* 전조 발생 빈도 점수 : 5점(1건), 8점(2건), 10점(3건 이상)

\* 재산 피해액 점수 : 1점(5천만이하), 2점(1억이하), 3점(5억이하), 4점(10억이하), 5점(10억이상)

5) 실무자가중치 지표(5)

- 의미 : 재난정보로 판단한 실무자의 가중치 점수로서 템플리트나 문서화된 정보로서는 파악되지 않지만 실무자가 안전조치의 시급성, 계절성, 국민 정서, 적시성 등을 고려하여 15점 이내에서 반영하는 주관적인 점수이다.
- 규칙 : 5점(하), 10점(중), 15점(상)

2.2. 재난 전조 위험 등급

재난 전조 정보를 Table 1의 기준에 따른 적용하여 얻은 값(합계)의 수치에 따라 Table 2와 같은 등급이 부여된다.

Table 2. 재난 전조 위험 등급

등급	A(심각)	B(경계)	C(주의)	D(관심)	E(관망)
점수	91점 이상	76점 이상	61점 이상	41점 이상	40점 이하

재난 전조 정보는 Table 2와 같이 부여된 등급에 따라 조치 사항을 정의하여 실행하고 있다(소방방재청, 2010).

각 등급에 대한 실제 분석 회의 판단 사례를 살펴보면 다음과 같다(소방방재청, 2010) :

- A : 2009년 12월 3일 “전남 목포항 인근 폐선착장 인근 반파된 상태로 방치” 사건 : 야간 소형 선박 충돌 가능성
- B : 2010년 2월 24일 “인천 계양구 대명 파크빌라 축대 붕괴” 사건 : 안전조치 시급성
- C : 2009년 12월 21년 “유류관련 관리 부실에 따른 기름유출“ 사건 : 서산 해역에서 발생
- D : 2010년 2월 10일 “보성 철길 횡단 고등학생 사망“ 사건 : 건널목이 없어서 문제 발생
- E : 2010년 2월 8일 “산단 공사현장서 인부 사망” 사건 : 공사중 흩더미에 깔려 숨김.

3. 온톨로지 정보 기반 자동 등급 부여

3.1. 온톨로지 정보 구축

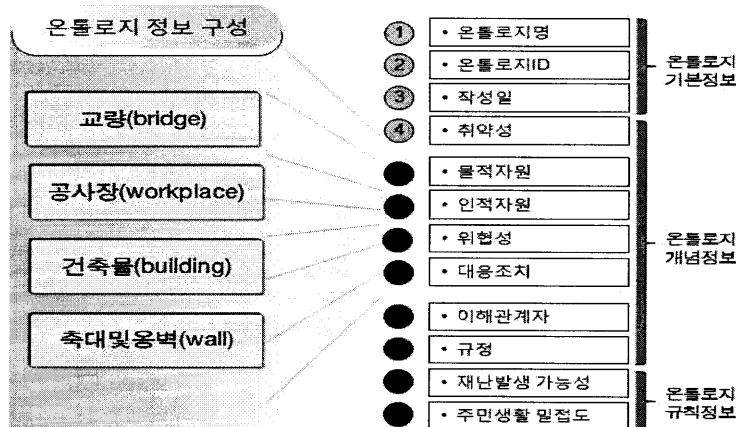


Fig. 2. 온톨로지 정보 구성

온톨로지는 공유된 개념에 대한 정형화되고 명시적인 기술로써 시맨틱 웹의 중심적 개념이다(Decker et al., 2000; 박현근, 2004; 광철완, 2005). 재난 전조정보에 대한 지능적 판단을 위하여 재난에 관한 개념을 구축하고 이를 기반으로 판단을 할 수 있게 하기 위하여 본 연구에서는 인적 재난 빈도가 가장 많은 다음과 같은 4개 개념(교량, 공사장, 건축물, 축대 및 옹벽)에 대하여 Fig 2.에서처럼 온톨로지 구성 형태를 정의하였다.

Fig. 2에 따라 해당 항목의 내용을 구축하는 것이고, 이에 대한 일부 사례를 Table 3에 기술하였다. 구성하는 Table 3은 “교량” 개념에 대한 온톨로지 정보로 Fig. 2의 4-10번 사이 정보에 해당된다.

Table 3. 교량 온톨로지 개념 정보

교량온톨로지	내용
물적자원	교각(PR_01), 파이프(PR_02), 상판(PR_03), ... 수중보(PR_28)
인적자원	직원(인부)(HR_01), 시공사(자)(HR_02)
이해관계자	철도청(SH_01), 119구조대(SH_02), 한국시설안전기술공단(SH_03), ... 주민(SH_13)
위협성	노후화(부식 포함)(TH_01), 변형(TH_02), 균열(TH_03), 설계결함(TH_04), ..., 진동(TH_11)
취약성	지반약화(VL_01), 통과하중미관리(VL_02), 안전점검 소홀(VL_03), ... 외부영향(VL_06)
대응조치	안전시설설치(CM_01), 긴급복구(CM_02), 보강(CM_03), ... 철거(CM_11)
규정	시설물의안전관리에관한특별법(RC_01), 재난및안전관리기본법(RC_02), 도로법(RC_03), ...

온톨로지 개념 정보를 기반으로 재난 발생과 대책에 대한 규칙을 정의하면 Table 4(Fig. 2의 11번에 해당)와 Table 5((Fig. 2의 12번에 해당)에 해당된다.

Table 4. 교량 온톨로지 규칙 1

규칙	재난발생가능성 규칙
BR_01	(TH_01, TH_04, TH_05) & VL06 & (PR_10, PR_18)
BR_02	(TH_01, TH_05, TH_10)
BR_03	(TH_07, TH_08) & (VL_02)
BR_04	(TH_08, TH_09, TH_10) & (VL_03, VL_04, VL_05)
BR_05	TH_11 & (VL_01, VL_06)

Table 4의 첫 번째 규칙을 해석하면 다음과 같다.

- 규칙 이름 : BR\_01
- 규칙 내용 : (TH\_01, TH\_04, TH\_05) & VL06 OR (PR\_10, PR\_18)
  - \* 적용 규칙 : 규칙 1번 - 위협성 & 취약성 OR 인적자원 OR 물적자원
  - \* 의미 : 재난이 발생할 가능성이 높은 상태에서 어떤 취약한 상태가 발생하면 재난이 발생한다는 것이다.
  - \* 해석 : 교량의 노후화(TH\_01) 또는 설계결함(TH\_04), 또는 안전 진단 실시에서 문제 발견(TH\_05) 상태에서 관련된 자원

으로 교량(PR\_10), 또는 차량(PR\_18)이 관여될 수 있으며, 이때 외부 영향(폭풍, 폭우, 급류, 강풍 등)이 발생하면 “재난발생가능성”이 높다.

즉 Table 4는 재난 발생 가능성에 관한 규칙이고 “교량 온톨로지”인 경우 “재난 발생 가능성”에 대하여 5개의 규칙이 존재한다. 본 규칙 내용의 정의는 과거 사례를 기반으로 전문가 그룹을 통하여 구축한 내용이며, 지속적으로 추가, 보완될 수 있다(이영재, 2010).

두 번째 규칙은 12번 정보인 “주민생활밀접도”이다. 주민생활밀접도에 대한 규칙은 Table 5와 같다.

Table 5의 첫 번째 규칙을 해석하면 다음과 같다.

- 규칙 이름 : BN\_01
- 규칙 내용 : BR\_01 & CM\_06
- \* 적용 규칙 : 규칙 2로 규칙 1내용과 이에 대한 대응조치로 구성된다.
- \* 의미 : 재난이 발생하였을 때 대응조치에 따라 추가 재난 발생과 주민들의 불안감이 해소될 수 있기 때문에 이에 대한 규칙을 정의하여 지표로 정의한다.
- \* 해석 : BR\_01에 따라 재난 발생이 발생하였는데 “통행금지”(CM\_06)를 실시하였다.

Table 5. 교량 온톨로지 규칙 2

규칙	주민생활밀접도 규칙
BN_01	BR_01 & CM_06
BN_02	BR_02 & (CM_02, CM_06)
BN_03	BR_03 & (CM_06, CM_10)
BN_04	BR_04 & (CM_06, CM_10)
BN_05	BR_05 & (CM_06, CM_10)

온톨로지 관리에 대한 화면은 Fig. 3과 같다.

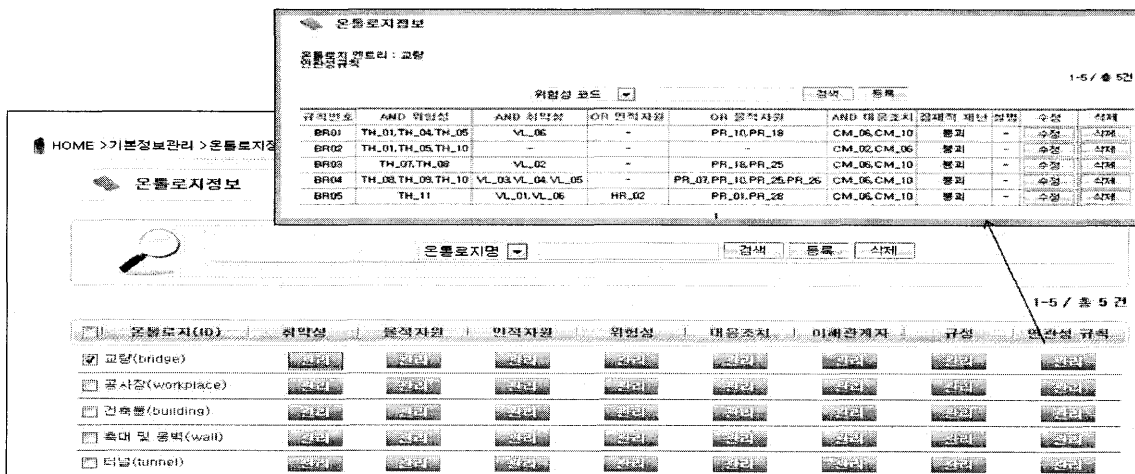


Fig. 3. 온톨로지 정보 관리 화면

### 3.2. 과거 재난 사례 구축

과거 재난 사례에 대한 구축은 온톨로지 정보와 연계되어서 구축된다. 특히 Table 1에 기술된 항목에 대한 정보를 기록함으로써 과거 재난 사례로부터 필요한 정보를 추출할 수 있게 해당 사항을 기록한다. 과거 재난 정보를 입력하는 화면은 Fig. 4와 같다.

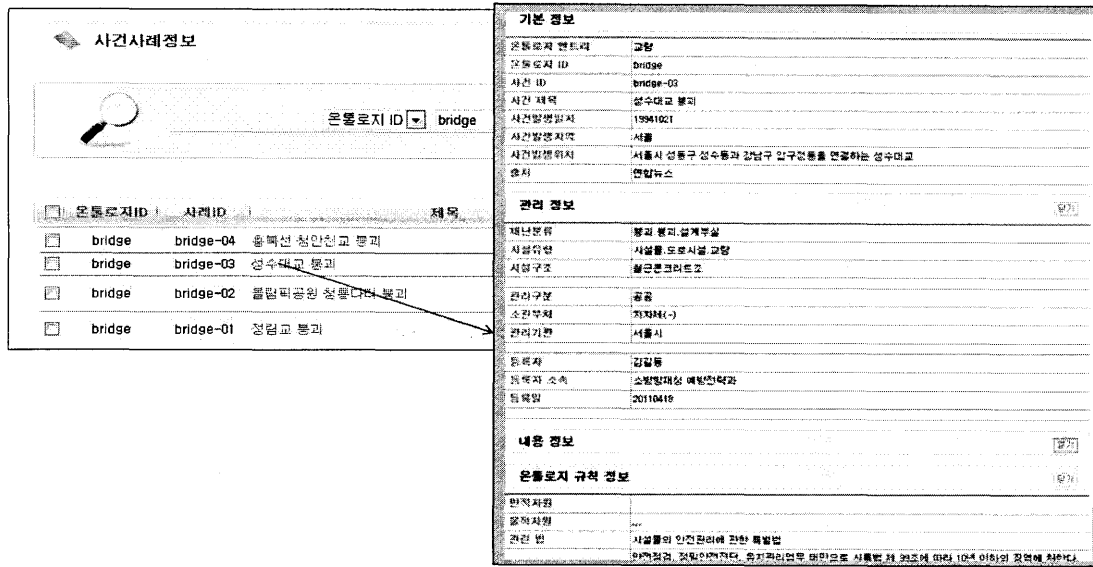


Fig. 4. 재난 정보 입력 화면

### 3.3. 위험 등급 판정

#### 1) 재난발생 가능성 점수 계산

Table 1에서 정의한 재난 발생 가능성 점수에 대한 상세 사항은 Table 6과 같다.

Table 6. 재난 발생 가능성 점수 계산

항목	BR01	BR02	BR03	BR04	BR05	SUM	규칙	사례1 계산 샘플
사례1	70	30				100		
사례2	10	90				100		
사례3			30	70		100		
사례4					100	100		
합계	80	120	30	70	100			
평균	20	30	7.5	17.5	25	100	합계/총 사례개수=A	"80/4"
빈도	2	2	1	1	1	7		
가중(W)	0.29	0.29	0.14	0.14	0.14	0.992	해당빈도/전체빈도=B	"2/7=0.29"
가중평균	25.7	38.6	8.6	20	28.6	121.5	A*(1+B) ; 빈도 높은 것	"20*(1+0.29)"
전조대상	30	70				100		대상 비교; 소래철교
전조 점수						64.3	연관규칙 WA의	"25.7+38.6"
조정 점수						32.2	배점50점으로 변환(50%)	"64.3*.50%"

Table 6의 내용은 다음과 같이 해석할 수 있다.

- 과거 사례 규칙
  - \* 사례 1 - 사례 4 : 실제 발생한 재난 사례이며, 각 사례에 대하여 재난이 발생한 규칙과 비율을 기술하였다. 예를 들어, 사례 1인 경우 BR\_01의 원인이 70%, BR\_02의 원인이 30% 정도 되어서 재난이 발생한 것 정의되었다.
  - \* 합계 : 각 규칙이 적용된 합계(예를 들어 BR01 규칙이 총 80% 적용됨)
  - \* 평균 : 합계를 사례 개수로 나눈 평균
  - \* 가중 평균 : 빈도가 높은 것에 비중을 높여줌.
- 전조 대상 적용 규칙
  - \* 전조 대상 : 재난전조 정보를 분석(자동)하여 재난 원인 규칙 정의
  - \* 전조 점수 : 해당 규칙의 가중 평균의 합으로 정의
  - \* 조정 점수 : 재난발생 가능성 점수가 Table 1에 의하면 50이기 때문에 50점 만점으로 조정.

2) 기타 점수

- 주민생활밀접도 점수 : 주민생활밀접도 점수는 2.2.1과 동일한 개념으로 계산하기 때문에 상세 사항은 생략한다.
- 인명피해 가능성 : 전조 대상과 동일한 규칙을 가지는 과거 사례(예를 들어, Table 6인 경우, 사례 1, 사례 2에 해당)의 인명 피해 정보를 Table 1의 지표에 의하여 계산한다.
- 사회적과급효과 : 인명피해 가능성과 마찬가지로 동일 유형 과거 사례의 Table 1의 지표에 의하여 계산한다.
- 실무자 가중치 : 평균 정보를 기반으로 담당자가 조정할 수 있게 한다.

3) 구현

Fig. 5에는 위와 같은 규칙을 적용하여 자동으로 생성된 등급 정보가 표시되었다.

전조정보번호	제목	등록일	점수	출처	등록자	위험등급	조치상태
<input type="checkbox"/>	상주시의회, 수원시의회 건설개발위원회 방문단	2011-06-15		업크롤러(상주라이프)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	6.25실전유공자회 안보교육대회	2011-06-15		업크롤러(영주신문)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	만성질환 예방사업보고서 20대 건강체포	2011-06-15		업크롤러(창원일보)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	권두상 장관 해외국민 안전관 하동문 군 실력 평가(영리한자, 역사소설가)	2011-06-15		업크롤러(구미일보)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	농림수산식품부에서 여권 지속 11차례 여권 무인출발 공포 시달리	2011-06-15		업크롤러(-)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	수산물 안전성검사 직할 실시	2011-06-15		업크롤러(창원일보)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	안전한 실주안통기 업무실정 체결식	2011-06-15		업크롤러(경상매일신문)	중앙 (자동등록)	-	-
<input type="checkbox"/>	농림성, 호기적 교수형 공나무 재배기술 개발 - 호화급도 안전리도 고품질 농나무 40% 양이 생산	2011-06-03		업크롤러(뉴스통신)	중앙 (자동등록)	A	-
<input type="checkbox"/>	남해군은 전통기	2011-05-31		업크롤러(-)	중앙 (자동등록)	B	-
<input type="checkbox"/>	포토뉴스동해소방서-음력업중앙회 MOU	2011-05-31		(-)	(-)	D	-

Fig. 5. 분석된 재난전조정보



#### 4. 결론

재난전조 정보에 대한 온톨로지 기반 분석은 중요한 출발이 된다. 기존에 수동으로 이루어진 많은 작업이 질적인 만족도는 초기에 부족하지만, 보조적 정보로써 매우 가치가 있는 것이다. 이러한 온톨로지 정보의 지속적인 데이터 보완이 이루어지면 재난전조 정보에 대한 판단에도 정확도가 높아질 것이다. 현재는 등급 판정에 만족하지만 얼마나 전문가 관점에서 정확도에 접근하는지는 지속적으로 보완될 수 있을 것이다. 또한 온톨로지 정보도 현재 4개 개념(교량, 공사장, 건축물, 축대 및 옹벽)에 대한 정보만 구축하였지만 지속적으로 추가(예를 들어, 도로 등)가 필요하다.

온톨로지 정보의 분석 방법은 과거 사례로부터 재난 규칙 추출 -> 전조 정보로부터 어느 규칙에 해당되는지 판단 -> 과거 사례로부터 재난 규칙의 중요성 추출 -> 현 재난 전조 정보 적용하여 점수화 -> 등급 부여 과정을 거쳤다. 본 연구는 이러한 프로세스에 대한 정의와 각 프로세스에서 계산하는 방법에 대한 정의를 하였으며, 이러한 연구 또한 현장 적용 피드백을 통한 보완이 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] Decker, S., Mitra, P., Melnik, S. (2000). "Framework for the semantic Web: an RDF tutorial." IEEE Internet Computing, Vol.4, No.6, pp.68-73
- [2] 박철완 (2005). "온톨로지 구축을 위한 인간의 지식구조 분석: 문헌정보학 영역을 중심으로." 한국도서관정보학회, Vol.3, No.1, pp.459-477.
- [3] 남지순 (2010). 재난전조정보 분석을 위한 사전 정보 구축. 메타라이츠(주).
- [4] 소방방재청 (2010). 제20차 재난전조정보 분석회의 결과보고. 예방안전국.
- [5] 윤남이, 최웅규 (2011). "재난전조정보 수집, 분석 및 의사결정체계 연구." 2010 한국재난관리표준학회 학술 발표회.
- [6] 이창열, 김태환, 차상열 (2011). "재난 전조 정보 추출 알고리즘 연구." 한국재난정보학회논문집, Vol.7, No.2, pp.139-149.
- [7] 이영재 (2010). 재난전조정보 관리체계 구축 등을 통한 인적재난 피해저감 방안. 연구보고서, 소방방재청.
- [8] 박현근 (2004). OWL 시멘틱 웹 기반 온톨로지에서의 규칙 - 사실 생성에 관한 추론. 중앙대학교 박사학위 논문.

- ▶ 논문접수일 : 2011년 08월 02일
- ▶ 심사의뢰일 : 2011년 08월 02일
- ▶ 심사완료일 : 2011년 08월 08일