

한국어 PropBank 및 세종 의미 표지 부착 말뭉치 구축을 위한 도구1)

한대용¹, 최한길², 이정국¹, 김종대^{3,4}, 박찬영^{3,4}, 송혜정^{3,4}, 김유섭^{3,4}
한림대학교 컴퓨터공학과¹
한림대학교 유비쿼터스 게임공학과²
한림대학교 유비쿼터스 컴퓨팅학과³
한림대학교 BIT 연구소⁴

{skyangel86, gksrlf0820, percussive, kimjd, cypark, hjsong, yskim01} @hallym.ac.kr

Annotation Tool for Construction Korean PropBank and Sejong Semantic Tagged Corpus

Dae-Yong Han¹, Han-Gil Choi², Jung-Kuk Lee¹, Jong-Dae Kim^{3,4}, Chan-Young Park^{3,4},
Hye-Jung Song^{3,4}, Yu-Seop Kim^{3,4}
Dept. of Computer Engineering, Hallym University¹
Dept. of Computer Ubiquitous Game Computing, Hallym University²
Dept. of Computer Ubiquitous Computing, Hallym University³
Bio IT Research Center, Hallym University⁴

요 약

의미역 결정에 있어 의미 표지 부착 말뭉치는 필수적이지만 한국어 의미 표지 부착 말뭉치는 영어나 중국어와 같은 언어에 비하여 구축이 미비한 상황이다. 본 논문에서는 한국어 의미 분석을 위한 한국어 Proposition Bank(이하 PropBank)와 세종 의미 표지 부착 말뭉치의 구축을 위한 소프트웨어 도구를 개발하였다. 본 논문에서 구현한 도구는 문장 성분의 의존관계를 이용하여 주어진 술어에 대한 논항을 찾아 주고, PropBank 프레임 파일과 세종 용언 격틀 사전을 활용하여 사용자가 능률적으로 한국어 PropBank와 세종 의미 표지 부착 말뭉치를 구축할 수 있도록 하였다.

주제어: Proposition Bank, 세종 격틀, ETRI 말뭉치, 표지 부착 말뭉치

1. 서론

자연 언어는 형태소 분석과 구문 분석은 물론 의미 분석을 통하여 보다 정확히 분석될 수 있다. 또한 의미 역 결정은 어휘 중의성 해소와 더불어 의미 분석의 중요한 작업 중 하나이기 때문에 반드시 해결해야 할 과제이다 [1].

의미 역 결정에 있어서 의미 표지 부착 말뭉치 구축은 매우 중요하고 필수적인 부분이다. 이미 구축되어 있는 의미 표지 부착 말뭉치로는 Proposition Bank(PropBank) [2, 3] 가 가장 널리 쓰이고 있다. PropBank 말뭉치를 구축하기 위한 의미 표지 부착 작업 도구로는 Jubilee[4]가 있다. Jubilee는 다국어 Propbank 표지 부착 도구로써, Penn Treebank 구문 표지 부착 말뭉치 위에 의미 표지를 부착한다.

본 논문에서는 구문 표지 부착 말뭉치로 Penn Treebank가 아닌 한국전자통신연구원(ETRI)²⁾의 말뭉치를 사용하고, 한국어 PropBank뿐만 아니라 세종 의미 표지 부착 말뭉치를 함께 구축하기 위해 Jubilee가 아닌 다른 도구를 구현한다.

의미 표지 부착 작업을 위해서는 언어 자원과 구문 표지 부착 말뭉치가 필요하다. 언어 자원으로는 PropBank³⁾의 프레임 파일과 세종 용언 격틀 사전⁴⁾을 사용한다. 또한 구문 표지 부착 말뭉치로는 한국전자통신연구원(ETRI) 말뭉치를 사용한다.

구현한 의미 표지 부착 도구는 ETRI 말뭉치에서 표지를 부착할 어절을 자동으로 찾아 보여주고, 프레임 파일과 세종 격틀 사전을 도구 안에서 검색이 가능하게 한다. 그리고 표지 부착 작업이 완료 되면 그 결과를 보여

1) 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0010612)

2) 한국전자통신연구원, {<http://www.etri.re.kr>}, 2012

3) Martha Palmer,

{<http://verbs.colorado.edu/~mpalmer/>}, 2012

4) 21세기 세종계획, {<http://www.sejong.or.kr>}, 2012

준다.

본 논문에서 2장에서는 의미 분석과 관련된 연구를 간략히 소개한다. 3장과 4장에서는 구문 표지 부착 말문치와 언어자원으로 사용한 ETRI 말문치 및 PropBank 프레임 파일, 세종 용언 격틀 사전에 대해 설명한다. 구현한 도구에 대한 소개와 사용방법에 대해서는 5장에서 기술하고, 마지막으로 6장에서는 본 논문의 결론을 정리하고 향후 발전된 도구를 위한 제안을 기술한다.

2. 관련연구

자연어 처리에서 의미 분석 관련 연구는 크게 어의 중의성 해소(Word Sense Disambiguation)와 의미 역 결정(Semantic Role Labeling)으로 나눌 수 있다. 어의 중의성 해소는 국내에서도 십 수 년간 연구가 계속 진행되어 왔으나[5-10], 한국어 의미역 결정 연구[11-14]는 해외[15-18]에 비해 크게 활성화 되지 못했다.

PropBank 표지 부착 도구에 대한 것으로는 Cornerstone과 Jubilee[4]가 있다. Cornerstone는 프레임 파일을 만들거나 편집할 수 있도록 구축된 XML편집기이고, Jubilee는 여러 의미적, 문법적인 정보를 한 번에 보여주어서 의미 표지 부착 작업을 할 수 있도록 하는 도구이다. 이들 도구들은 Penn Treebank의 구조 및 태그 집합에 적용할 수 있도록 개발되었다. 그러므로 한국어 말문치에 적용 가능한 새로운 도구의 개발이 요구되었다.

본 논문에서는 Jubilee와 같이 한국어 PropBank를 구축할 수 있고, 더불어 세종 의미 표지 부착 말문치를 함께 구축할 수 있는 도구를 제안한다.

3. ETRI 구문 표지 부착 말문치

그리고 자연에 대한 철학적 설명을 처음으로 시도한 고대 그리스의 탈레스는 신의 힘을 자연의 힘으로 바꾸어 놓으면서 물이 만물의 근원이라고 주장하였다.

1	18	그리고[문장접속부사]
2	4	자연[용언불가능보통명사]+에-대하-나[관형격조사]
3	4	철학적[정식관형사]
4	6	설명[용언가능보통명사]+을[목적격조사]
5	6	처음[용언불가능보통명사]+으로[부사격조사]
6	8	시도하[일반동사]+나[관형사형전성어미](주격)
7	8	고대 그리스[지명고유명사]+의[관형격조사]
8	18	탈레스[인명고유명사]+는[의반보조사](주격)
9	10	시[용언불가능보통명사]+의[관형격조사]
10	13	힘[용언불가능보통명사]+을[목적격조사]
11	12	자연[용언불가능보통명사]+의[관형격조사]
12	13	힘[용언불가능보통명사]+으로[부사격조사]
13	18	바꾸어[일반동사]+어 놓기[타보조동사]+으면서[종속연결어미]
14	17	물[용언불가능보통명사]+이[주격조사]
15	16	만물[용언불가능보통명사]+의[관형격조사]
16	17	그런[용언불가능보통명사]+이[부사격조사]
17	18	이[규정지정사]+라고[종속연결어미]
18	0	주장하[일반동사]+어[과거시제성어말어미]+다[형서형종결어미]+. [문미기호]

그림 1 ETRI 구문 표지 부착 말문치 의존 구조

본 논문에서는 의미 역 결정을 하기 위한 구문 표지 부착 말문치로 한국전자통신연구원(ETRI) 말문치를 사용한다. ETRI 말문치는 [그림 1]에서 보여주는 것과 같이

의존관계를 잘 나타내기 때문에 문장에서 표지 부착해야 하는 논항을 쉽게 파악할 수 있다.

어절 간의 의존 관계는 두 개의 인덱스로 이루어진다. 첫 번째 인덱스는 어절의 순번을, 두 번째 인덱스는 의존하는 어절의 순번을 가리킨다. 어절 4, 5번 인덱스는 두 번째 인덱스가 6번을 가리켜 모두 “시도하다”와 의존 관계가 있음을 알 수 있다. PropBank 말문치의 경우 의존 관계가 있는 모든 논항에 표지 부착을 해야 하며, 세종의 경우 의존 관계가 있는 논항 중 격조사에 해당하는 어절에 표지 부착을 한다.

그러나 의미 표지 부착 작업을 하기 위해 ETRI 파일을 열었을 때 그 관계를 주석자가 눈으로 보고 말문치를 만들기에는 다소 어려움이 있다. 구축한 도구에서는 의존 관계가 있는 논항을 자동으로 파악해 주석자의 눈에 잘 띄게 해준다.

4. PropBank 프레임 및 세종 격틀 사전 파일

각 논항에 적절한 의미 역을 부착하기 위해서는 술어의 격틀 구조를 파악해야 한다. 격틀 구조는 PropBank 프레임 사전과 세종 용언 격틀 사전을 참고해 판단할 수 있다. 이 파일은 XML 문서로 되어 있어 주석자가 이를 직접 참고하여 논항을 부착하기는 쉽지 않다[그림 2, 3].

```

<predicate>
  <lemma>시도</lemma>
  <comment>Frames file for '시도' based on sentences in Virginia Corpus</comment>
  <frameset>
    <id>시도.01</id>
    <edef>try</edef>
    <roleset>
      <role argnum="0" argrole="agent"/>
      <role argnum="1" argrole="thing tried"/>
    </roleset>
    <frame>
      <mapping>
        <rel>시도하다</rel>
        <mapitem src="sbi" trg="arg0"/>
        <mapitem src="obj" trg="arg1"/>
      </mapping>
      <example>
        <text>9 중대는 단독으로 적의 지령점에 대한 공격을 시도했다.</text>
        <parse>...</parse>
        <relation>
          <Arg n="0">
            <f>은</f>
            <term>중대</term>
          </Arg>
          <Arg n="1">
            <f>MNR</f>
            <term>단독으로</term>
          </Arg>
          <Arg n="1">
            <f>을</f>
            <term>적의 지령점에 대한 공격</term>
          </Arg>
          <Rel>
            <term>시도했다</term>
          </Rel>
        </relation>
      </example>
    </frame>
  </frameset>

```

그림 2 PropBank 프레임 파일 구조

프레임 파일에서 의미 표지 부착 할 때 참고할 XML 요소는 lemma, edef, role, mapping, text, relation이다.

lemma는 어휘, edef는 의미, role는 규칙, 그리고 mapitem은 논항과 품사의 관계를 뜻한다.

```
<superEntry>
  <orth>시도하다</orth>
  <entry n="1" pos="vv">
    <mnt_grp>...</mnt_grp>
    <morph_grp>...</morph_grp>
    <sense n="01">
      <sem_grp>
        <sem_class>결과행위</sem_class>
        <trans>try</trans>
        <lr>
          <syn type="perfect">해보다</syn>
        </lr>
      </sem_grp>
      <frame_grp type="FTR">
        <frame>X=NO-0i Y=N1-을 V</frame>
        <subsense>
          <sel_rst arg="X" tht="AGT">인간|인간집단</sel_rst>
          <sel_rst arg="Y" tht="THM">행위</sel_rst>
          <eg>연합군은 독일군의 강력한 저항에도 불구하고 상륙을 시도했다.</eg>
        </subsense>
        <subsense>
          <sel_rst arg="X" tht="AGT">인간|인간집단</sel_rst>
          <sel_rst arg="Y" tht="THM">것|IS기</sel_rst>
          <eg>우리 팀은 그 이론을 아이들의 교육에 적용하기를 시도했다.</eg>
        </subsense>
      </frame_grp>
      <frame_grp type="FIN">
        <frame>X=NO-0i Y=SI-고 V</frame>
        <subsense>
          <sel_rst arg="X" tht="AGT">인간|인간집단</sel_rst>
          <sel_rst arg="Y" tht="PUR"></sel_rst>
          <eg>우리 팀은 그 이론을 아이들의 교육에 적용하려고 시도했다.</eg>
        </subsense>
      </frame_grp>
    </sense>
  </entry>
</superEntry>
```

그림 3 세종 격틀 사전 파일 구조

세종 격틀 사전 파일[그림 3]에서의 의미 표지 부착도 마찬가지로 필요한 XML요소는 행위의 종류를 나타내는 sem_class, 의미를 나타내는 trans, 선택 제약 등을 나타내는 sel_rst 그리고 예문을 나타내는 eg이다.

본 논문에서는 PropBank 프레임 파일과 세종 격틀 사전 파일의 XML요소를 이용해서 의미 표지 부착을 시각적으로 표현 가능한 틀을 구축한다.

5. 표지 부착 도구

5.1 주 화면

PropBank Annotation Tool은 한국어 PropBank 와 세종 의미 표지 부착 말뭉치를 만들기 위해 구축한 도구이다 [그림 4]. ETRI말뭉치의 내용을 Annotation 탭[그림 5]에 나타내고 PropBank 및 세종 표지 부착이 필요한 곳은 굵은 글씨로 나타내서 주석자가 쉽게 알 수 있도록 한다.

도구 안에서 PropBank 프레임 사전[그림 6]과 세종 격틀 사전[그림 8]을 검색 할 수 있도록 한다. 주석자는 복잡한 XML문서를 직접 열어보지 않고도 원하는 정보를 간편하게 찾을 수 있다. Propbank 및 세종 의미 역 버튼 [그림 9]을 이용하여 표지를 부착 할 수 있다.

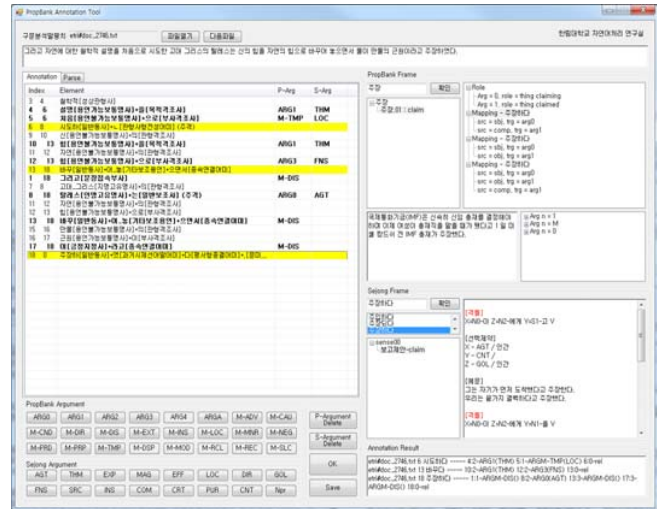


그림 4 PropBank Annotation Tool 메인 인터페이스

5.2 표지 부착 도구의 사용 방법

ETRI_2746번 말뭉치를 열게 되면 [그림 5]과 같은 예 문 박스에 관련 예문 문장이 보이게 된다.

Annotation	Parse		P-Arg	S-Arg
3	4	철학자(성상관형사)		
4	6	설명(용언가능보통명사)+을[목적격조사]	ARG1	THM
5	6	처음(용언불가능보통명사)+으로[부사격조사]	M-TMP	LOC
6	8	시도하[일반동사]+ㄴ[관형사형전성어미](주격)		
9	10	신(용언불가능보통명사)+의[관형격조사]		
10	13	힘(용언불가능보통명사)+을[목적격조사]	ARG1	THM
11	12	자연(용언불가능보통명사)+의[관형격조사]		
12	13	힘(용언불가능보통명사)+으로[부사격조사]	ARG3	FNS
13	18	바꾸[일반동사]+어.는[기타보조용언]+으면서[종속연결어미]		
1	18	그리고[문장접속부사]	M-DIS	
7	8	고대.그리스[지명고유명사]+의[관형격조사]		
8	18	탈레스[인명고유명사]+는[일반보조사](주격)	ARG0	AGT
11	12	자연(용언불가능보통명사)+의[관형격조사]		
12	13	힘(용언불가능보통명사)+으로[부사격조사]		
13	18	바꾸[일반동사]+어.는[기타보조용언]+으면서[종속연결어미]	M-DIS	
15	16	만들(용언불가능보통명사)+의[관형격조사]		
16	17	근접(용언불가능보통명사)+이[부사격조사]		
17	18	이[공정지정사]+라고[종속연결어미]+. [문미...]	M-DIS	
18	0	주장하[일반동사]+였[과거시제언어말어미]+다[명사형종결어미]+. [문미...]		

그림 5 Annotation 탭

[그림 5] 와 같이 ETRI 말뭉치를 Annotation 탭에 나타 내고 일반 동사 부분은 배경색을 노란색으로 표시한다. PropBank 표지 부착을 해야하는 곳은 글씨체를 굵게 한 다. 굵은 글씨 중 ‘격조사’가 포함된 논항에 세종 의 미 표지를 부착 한다.

먼저 노란색으로 표시된 일반 동사 중 6번 인덱스의 ‘시도하[일반동사]+ㄴ[관형사형전성어미](주격)’ 을 선택 한다.

Annotation 탭에서 일반 동사를 선택하게 되면 [그림 6]과 [그림 8]처럼 틀 우측에 있는 PropBank 프레임 사전 과 세종 격틀 사전 텍스트 박스에서 자동적으로 관련된 내용을 검색하여 보여준다. [그림 6]의 좌측 상단에서는 의미가 lemma별로 구분되어 나타난다. ETRI 말뭉치에서 사용된 슬어와 의미가 맞는 lemma를 선택하면 오른쪽

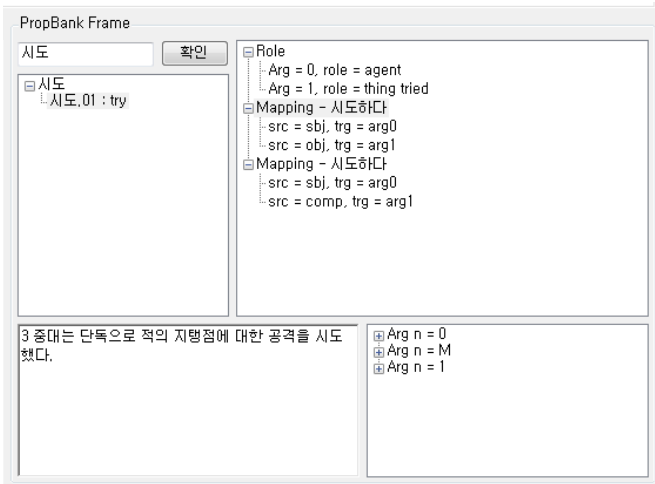


그림 6 '시도하다'의 PropBank 프레임 사전

창에 해당 술어의 Role과 Mapping이 트리형식으로 나타난다.

술어 '시도하다'와 의존 관계를 가지는 논항은 4번, 5번 논항이다. 4번 논항 "설명을"은 목적격으로써 주체가 시도하는 대상이다. Role을 보면 Arg1은 thing tried로 해당 논항에는 Arg1을 부착해야 하는 것을 알 수 있다. 또한 Mapping에서 src=obj, trg=arg1에서 목적격의 대상이 arg1이 되는 것 또한 나타난다.

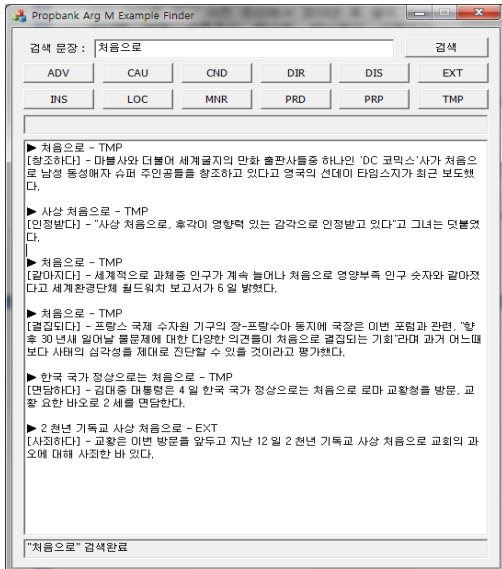


그림 7 PropBank Example Finder

5번 논항 '처음으로'의 경우 부사격 조사로서 주격, 목적격, 보격을 나타내는 격틀 사전만으로는 의미 부착하는데 어려움이 있다. 이 경우 PropBank Example Finder를 사용해서 적절한 의미역을 찾을 수 있다[그림 7]. PropBank Example Finder는 한국어 PropBank 프레임 파일 전체에서 특정한 논항이 사용되는 예문을 찾을 수 있는 도구이다. '처음으로'를 검색하면 결과로 나타난

예문에서 'TMP'로 표지 부착된 것을 볼 수 있다.

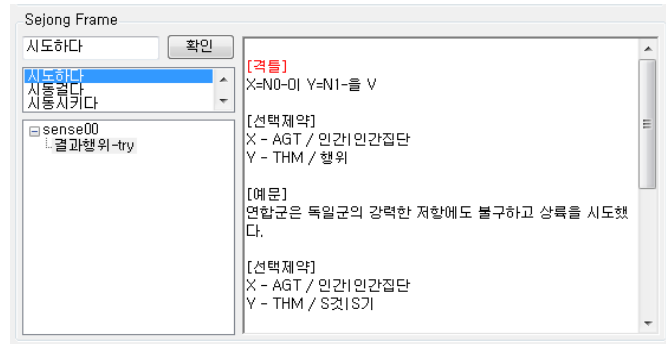


그림 8 '시도하다' 세종 격틀 사전

4번 논항 "설명을"은 격조사가 달려있기 때문에 세종 의미 표지 부착 대상이다. "설명을"은 [그림 8]의 우측 창에서 격틀 "Y=N1-을"과 일치하고, 선택제약 "Y-THM"이기 때문에 THM을 부착한다.

5번 논항 "처음으로" 역시 격조사가 달려있기 때문에 세종에 의미 표지 부착을 해야 한다. 그러나 세종 격틀 사전에는 "처음으로"와 일치하는 격틀이 없다. 따라서 주석자가 그 의미에 맞는 표지를 부착해야 한다. "처음으로"는 시간적 의미를 나타내기 때문에 시공간을 나타내는 LOC를 부착한다.



그림 9 PropBank 및 세종 의미역 버튼

[그림 9]는 툴의 하단에 위치한 것으로 세종과 PropBank 의미 표지를 부착하기 위한 의미역 버튼이 나열되어 있다. 위에서부터 세 번째 줄까지의 의미역 버튼은 PropBank를, 그 밑의 두 줄은 세종 의미 표지를 부착하기 위한 의미역 버튼이다. Annotation 탭에서 표지를 부착하려는 어절을 선택 후 하단의 의미역 버튼을 선택하여 원하는 논항의 표지 부착이 가능하다. 우측에 있는 버튼 4개는 위에서부터 PropBank 의미역을 삭제하기 위한 버튼, 세종 의미역을 삭제하기 위한 버튼, 결과를 나타내 주기 위한 버튼, 그리고 저장을 위한 버튼이다.

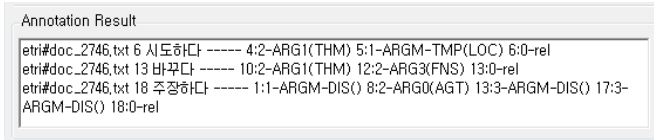


그림 10 Annotation Result 창

말뭉치 표지 부착 작업을 완료하면 [그림 9]의 OK버튼을 눌러 우측 하단의 Annotation Result 텍스트 박스에 그 결과 값을 나타낸다[그림 10]. 결과 값은 영어 PropBank 결과값과 마찬가지로 <파일명, 일반동사의 인덱스, 어절의 인덱스, 해당 어절을 포함하여 관계가 연결된 어절의 수, PropBank 논항, 세종 논항>으로 표현된다. 본 논문에서는 PropBank뿐만 아니라 세종도 의미 표지 부착을 하기 때문에 괄호 안에 세종태그를 나타낸다. Save 버튼을 통해 Annotation Result의 내용을 텍스트 파일로 저장 할 수 있다.

6. 결론

Annotation Tool은 ETRI 구문 표지 말뭉치에 PropBank 및 세종 의미 표지 부착 말뭉치를 구축 할 수 있도록 하는 도구이다. 구축된 도구는 ETRI 말뭉치에서 표지를 부착할 어절을 보여주며 PropBank 프레임 사전과 세종 격틀 사전을 검색하여 의미 표지 부착 말뭉치를 주석자가 쉽게 구축 할 수 있도록 해주는 도구이다.

부사격 논항의 경우 세종 의미 표지 부착은 PropBank와 달리 구축된 예문을 찾아 볼 수 없어 주석자가 유사한 의미 역을 부착해 주어야 한다. 향후 연구로는 이러한 문제를 해결하기 위해 현재까지 구축된 세종 부사격 논항들을 모아서 PropBank Example Finder와 같이 세종 Example Finder를 구현하여 세종 부사격 의미 표지 부착을 쉽게 할 수 있도록 한다.

참고문헌

[1] 강신재, 박정혜, “한국어 전산처리에서 규칙과 확률을 이용한 구문관계에 따른 의미역 결정”, 한국산업정보학회논문지, 제8권 제1호, 2003

[2] Palmer, M., P. Kingsbury, and D. Gildea, “The Proposition Bank: An Annotated Corpus of Semantic Roles”, Computational Linguistics, 31(1), pp.71-106, 2005

[3] 조정현, 정현기, 김유섭, “한국어 의미 표지 부착 말뭉치 구축을 위한 자동 술어-논항 분석기 개발”, 정보처리학회논문지 B, 제19-B권 제1호, 2012

[4] Choi, Jinho D., Claire Bonial, and Martha Palmer. Multilingual Propbank Annotation Tools: Cornerstone and Jubilee.” Proceedings of NAACL-HLT’ 10: Demos, pp.

13-16. June. 2010. Los Angeles, CA.

[5] 김봉석, 이종혁, 이근배, “말뭉치를 기반으로 한 한국어 명사의 의미 중의성 해소”, 한국정보과학회 1997년도 가을 학술발표논문집, 제 24권, 제 2호, pp. 227-230, 1997년.

[6] 조정미, 김길창, “한국어 의미 해석시 중의성 해소에 대한 연구”, 정보과학회지, 제 14권, 제 7호, pp.71-83, 1996년 7월.

[7] 이승우, 이근배, “국소 문맥과 공기 정보를 이용한 비교사 학습 방식의 명사 의미 중의성 해소”, 정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제 27권, 제 7호, pp. 769-783, 2000년 7월.

[8] 이호, 백대호, 임해창, “분류 정보를 이용한 단어 의미 중의성 해결”, 정보과학회논문지(B), 제 24권, 제 7호, pp. 779-789, 1997년 7월.

[9] 허정, 장명길, “평균 상호정보량에 기반한 동음이의어 중의성 해소”, 제 17회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회, pp. 159-166, 2005년 10월.

[10] 허정, 옥철영, “사전 뜻풀이말에서 추출한 의미 정보에 기반한 의미 중의성 해결”, 제 12회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회, pp. 267-276, 2000년 10월.

[11] 신명철, 이용훈, 김미영, 정유진, 이종혁, “기능 동사 구문과 개념 유사도를 이용한 한국어 부사격의 의미역 결정”, 한국정보과학회 2005 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(B), pp. 451-453, 2005년 6월.

[12] 신명철, 이용훈, 김미영, 정유진, 이종혁, “세종전자사전을 이용한 한국어 부사격의 의미역 결정”, 제 17회 한글 및 한국어 정보처리 학술대회 논문집, pp. 120-126, 2005년 10월.

[13] 김병수, 이용훈, 나승훈, 김병기, 이종혁, “부트스트래핑 알고리즘을 이용한 한국어 격조사의 의미역 결정”, 한국정보과학회 2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집(B), pp. 4-6, 2006년 6월.

[14] 김병수, 이용훈, 이종혁, “비지도 학습을 기반으로 한 한국어 부사격의 의미역 결정”, 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 제 34권, 제 2호, pp. 112-122, 2007년 4월

[15] Xue, N., and M. Palmer, “Calibrating Features for Semantic Role Labelling”, Proc. of EMNLP-2004, July 2004.

[16] Toutanova, K., A. Haghghi, and C. Manning, “Joint Learning Improves Semantic Role Labelling”, Proc. of the 43rd Annual Meeting on 176 제 9권 제 10호 2011년 10월 Association for Computational Linguistics, pp. 589-596, Jun. 2005.

[17] Hacioglu, K., S. Paradhan, W. Ward, J. Martin, and D. Jurafsky, “Semantic Role Labeling by Tagging Syntactic Chunks”, Proc. of CoNLL-2004 shared task, May 2004.

[18] Hacioglu, K., “Semantic Role Labeling using Dependency Trees”, Proc. of the 20th International Conference on Computational Linguistics, Aug. 2004.