

한국어 Hedge 문장 인식을 위한 태깅 말뭉치 및 단서어구 패턴 구축

(Constructing Tagged Corpus and Cue Word Patterns for Detecting Korean Hedge Sentences)

정주석* · 김준혁** · 김해일** · 오성호** · 강신재**†

Ju-Seok Jeong*, Junhyeouk Kim**, Haeil Kim**, Sungho Oh**, and Sin-Jae Kang**†

* 대구대학교 대학원 컴퓨터정보공학과

** 대구대학교 정보통신대학 컴퓨터·IT공학부

요 약

Hedge는 불확실함을 나타내는 언어적 표현으로, 저자가 자신의 글에 내포된 내용이 불확실하거나 의심이 갈 때 사용한다. 이러한 불확실성 때문에 hedge가 포함된 문장은 사실이 아닌 문장으로 간주된다. 문장이 사실인지 아닌지를 판단하는 것은 여러 응용에서 사용될 수 있는데, 정보검색, 정보추출, 질의응답 등의 응용분야에서 전처리 과정으로 사용되어, 보다 정확한 결과를 얻게 한다. 본 논문에서는 한국어 hedge 말뭉치를 구축하고, 이로부터 hedge 단서 어구들을 추출하여 일반화된 단서어구 패턴을 구축한 후, 한국어 hedge 인식 실험을 하였다. 실험을 통하여 78.6%의 F1-measure값을 얻을 수 있었다.

키워드 : Hedge 인식, 문장 분류, 태깅 도구, 한국어 hedge 말뭉치, 자연어 처리

Abstract

A hedge is a linguistic device to express uncertainties. Hedges are used in a sentence when the writer is uncertain or has doubt about the contents of the sentence. Due to this uncertainty, sentences with hedges are considered to be non-factual. There are many applications which need to determine whether a sentence is factual or not. Detecting hedges has the advantage in information retrieval, and information extraction, and QnA systems, which make use of non-hedge sentences as target to get more accurate results. In this paper, we constructed Korean hedge corpus, and extracted generalized hedge cue-word patterns from the corpus, and then used them in detecting hedges. In our experiments, we achieved 78.6% in F1-measure.

Key Words : Hedge detection, Sentence classification, Tagging tool, Korean hedge-tagged corpus, Natural language processing

1. 서 론

Hedge는 불확실함을 나타내는 언어적 표현으로, 화자 또는 저자가 자신의 말과 글에 내포된 내용이 분명하게 전달되는 것을 피하기 위해 사용하는 방법이다 [1-2]. “아마도”, “~인 것 같다” 등과 같은 표현들이 대표적인 hedge 표현의 예시이다. Hedge 표현이 포함된 문장은 비사실적이며 추측성의 불확실한 문장인 경우

가 대부분이다. 예를 들어 다음의 (b), (c)는 (a)와 같은 단언적 표현을 피하는 hedge 표현이 사용되고 있는데, 그 이유는 (b)의 화자/저자는 (a)의 참/거짓에 대한 확신이 없기 때문이며, (c)의 경우 (a)라는 사실을 정중히 전달하려는 의도를 가지고 있기 때문이다. 공손함에 기인한 hedge 표현인 경우도 불확실성이 전혀 없다고 할 수는 없다.

- (a) 제주도는 세계 7대 자연경관이다.
- (b) 제주도는 세계 7대 자연경관일지 모른다.
- (c) 제주도는 세계 7대 자연경관이라고 생각한다.

Hedge 표현은 사실에 기반한다고 생각되는 과학 문헌에서조차 11 ~ 32% 정도로 빈번히 출현한다고 보고되고 있다. Hedge 문장과 그렇지 않은 문장을 분류하는 hedge 인식 작업(hedge detection)은 정보검색(IR), 정보추출(IE), 질의응답(QA) 등의 응용분야에서 대상

접수일자 : 2011년 11월 19일

완료일자 : 2011년 12월 12일

†Corresponding Author : sjkang@daegu.ac.kr

본 논문은 본 학회 2011년도 추계학술대회에서 선정된 우수논문이며, 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업(2011-0007025)과 대구대학교 연구장학기금 지원을 받아 수행된 연구임

문서 내 문장들을 사실과 비사실로 구분하여, 사실 문장만을 선택하여 사용하게 함으로써 시스템의 정확률을 높일 수 있게 한다. ACL SIGNLL에서는 2010년 CoNLL shared task(이하 CoNLL-2010)로 hedge 인식을 선정하고 생물학분야 문헌과 위키피디아 문서에 출현한 영어 hedge 문장을 분류하는 태스크를 진행하였다[3]. Hedge 인식 작업은 자연어 문장이 hedge 표현을 담고 있는지(즉, 비사실적 문장인지/추측성 문장인지) 여부를 판단하는 것이며, hedge scoping은 한 문장 내에서 hedging의 대상이 되는 언어표현(linguistic construction)의 영역을 인식하는 것이다.

본 논문에서는 아직까지 시도된 적이 없는 한국어 hedge 인식 작업을 수행하였다. 먼저, 한국어 hedge 태그 말뭉치를 구축할 수 있는 태그 도구를 구현하여 2만여 문장으로 구성된 말뭉치를 구축하고, 이로부터 hedge 단서어구들을 추출하여 일반화된 단서어구 패턴을 구축한 후, 한국어 hedge 인식 실험을 하였다.

2장에서 관련된 기존 연구를 소개하고, 3장에서는 hedge 인식을 위해 필수적인 리소스인 한국어 hedge 말뭉치의 구축과정을 설명한다. 4장에서는 말뭉치로부터 구축된 한국어 hedge 단서어구 패턴과 단서단어 목록을 이용한 hedge 인식 방법과 실험 결과를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

Light[4]는 MEDLINE 논문초록 분석을 통해 얻은 14개 대표적 hedge 실마리 어구들(suggest, potential, likely, may, at least, in part 등) 중 하나 이상이 출현한 문장을 hedge 문장으로 분류하는 초보적 기법을 사용하였다. 이후 연구들로는, 보다 많은 다양한 hedge 실마리 어구들을 hedge 판단의 자질로 활용하기 위해, 초기 수 개의 seed 어휘(suggest, likely 등)만을 입력으로 받아 원시 말뭉치로부터 새로운 hedge 단서 어구들을 자동 획득하는 기법들(weakly-supervised learning)이 SVM[5], MaxEnt[6] 학습 모델과 결합되어 성공적으로 시도되었다. 이 확장 기법들은 "may suggest"처럼 한 문장 내에 hedge 단서 어구들이 공기(co-occurring)할 수 있다는 사실을 활용한 것이다. Morante와 Daelemans[7]는 학습 문장 내 각 토큰의 앞 뒤 세 개 토큰에 대해 lemma, word, POS, IOB¹⁾ tags 자질을 기반으로 k-NN 학습을 수행하고 테스트문장의 각 토큰을 IOB tag 중 하나로 k-NN 분류하여 84.7% (F1)의 성능을 얻었다.

최근의 연구인 CoNLL-2010에서는 생물학(biological) 분야²⁾와 위키피디아(wikipedia) 분야³⁾로 나누어 hedge 인식 태스크를 진행하였는데, 참가팀들은 추출한 속성들을 분류하기 위해 CRF, SVM, MaxEnt, k-NN 등의 다양한 기계학습 기법을 사용하였다. 가장 많이 사용된 기계학습 기법들로, CRF를 9개 팀이 사용하였고, SVM은 5개 팀, 기타 베이지안

1) Hedge cue 어구의 시작(Beginning), 중간(Inside), 외부(Outside) 토큰
 2) 총 24개팀 참가
 3) 총 17개팀 참가

확률 기반의 방법으로 3개 팀이 있었다[3].

CoNLL-2010의 생물학 부문에서 최상위를 차지한 Tang[8]은 문장 내 단어가 hedge 어구인지를 판단하기 위해, 학습문장 내 각 토큰의 앞 뒤 두 개 토큰에 대해 단어, 단어의 기본형, 품사, chunk 태그, 복합 속성 등을 추출하여 사용하였으며, CRF를 적용하여 F1 값 86.79%를 얻었다. 위키피디아 부문에서 최상위를 차지한 Georgescu[9]은 bag-of-words 모델과 SVM 학습기법을 사용하여 F1 값 61.91%를 얻었다.

3. Hedge 말뭉치 구축

한국어 hedge 말뭉치를 구축하기 위하여, 한국어 위키피디아로부터 2만여 문장을 추출하여 XML 형태의 파일로 저장하였다. 그림 1과 같이 하나의 위키피디아 문서는 <Document> 태그를 이용하여 구분하고, 문서 내 문장은 <sentence> 태그로 구분한다. 각 문장의 <sentence>태그에 certainty 속성을 추가하여 해당 문장이 hedge 문장이면 "uncertain" 값을 저장하고, non-hedge 문장이면 "certain" 값을 저장한다.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<DocumentSet>
  <Document>
    <DocumentPart type="Title">
      <sentence certainty="certain">부석사 무량수전.</sentence>
    </DocumentPart>
    <DocumentPart type="Text">
      <sentence certainty="certain">
        부석사 무량수전(浮石寺無量壽殿)은1376년에
        지은 목조 건축물로대한민국의 국보 제18호이다.</sentence>
      <sentence certainty="certain">
        경북안동의봉경사 극락전과 함께한국에서 가장
        오래된 목조 건축물이다.</sentence>
      <sentence certainty="uncertain">
        정확한 건조 연대는 알 수 없으나고려 중기
        후반경의 건축물로 <cue>추측된다.</cue>.</sentence>
    </DocumentPart>
  </Document>
  <Document>
    <DocumentPart type="Title">
      <sentence certainty="certain">아시아 고속도로.</sentence>
    </DocumentPart>
    <DocumentPart type="Text">
      <sentence certainty="certain">
        아시아 고속도로(-高速道路) 또는 아시안 하이웨이는아시아
        32개국을 횡단하는 전체 길이 14만 km에 이르는고속도로이다.</sentence>
      <sentence certainty="certain">
        국제 연합의아시아태평양경제사회위원회 (Economic and Social
        Commission for Asia and the Pacific, ESCAP)에 의해 추진되고
        있다.</sentence>
      <sentence certainty="certain">
        1992년 ESCAP에서 승인된아시아육상교통기반개발계획 (Asian
        Land Transport Infrastructure Development, ALTID)의 세 축 중
        하나로, 주로 기존의도로망을 활용해연대의실크로드를 목표로
        하여 계획되고 있다.</sentence>
      <sentence certainty="uncertain">
        외교 중 여러 문제가 얽혀 있어 실제 연결까지는 적지 않은
        시간이 걸릴 것으로 <cue>예상된다.</cue>.</sentence>
    </DocumentPart>
  </Document>
</DocumentSet>
    
```

그림 1. 한국어 hedge 말뭉치 예시
 Fig 1. Example of Korean hedge corpus

이 포맷은 CoNLL-2010에서 영어 hedge 말뭉치의 정보를 표현하기 위해 사용된 XML 포맷을 그대로 사용한 것으로, 향후 영어 hedge 인식과 한국어 hedge 인식을 위한 프로그램 구현 시, XML 문서를 파싱하여 전처리하는 프로그램을 공유하여 사용하기 위함이다.

Hedge 문장인지 non-hedge 문장인지를 태깅하는 작업은 사람이 수작업으로 해야 하기 때문에 태깅 작

업의 편의를 도울 수 있는 도구를 개발하여 사용하였다. 그림 2에서 예시한 태깅 도구는 위키피디아 말뭉치를 읽어 들여 각 문장별로 hedge 여부를 태깅하고, hedge 단서어구의 위치를 <ccue> 태그를 이용하여 표시하는 핵심기능을 제공하며, 추가로 현재 작업의 진행 상황 및 기존 작업 내용을 빠르게 검색 또는 조회할 수 있는 기능도 제공한다.

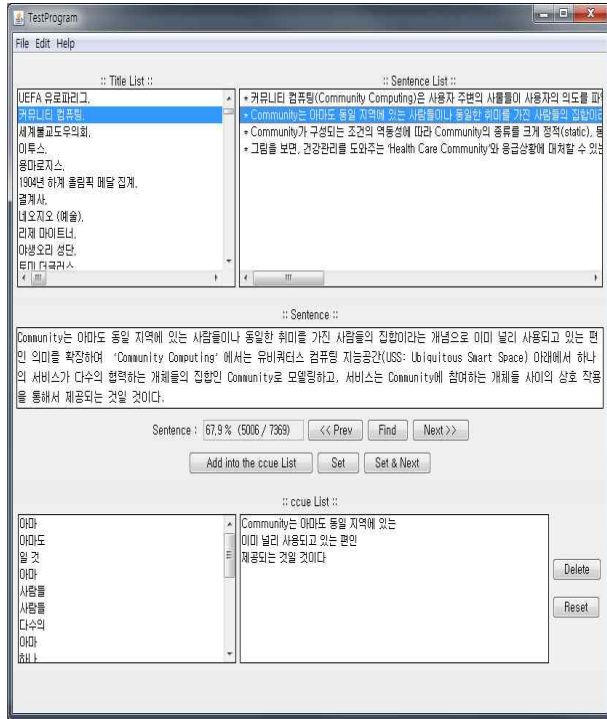


그림 2. Hedge 말뭉치 구축을 위한 태깅 도구
Fig. 2. Tagging tool for constructing hedge corpus

그림 1의 왼쪽 위 창에 표시된 문서 목록 중 하나를 선택하면, 해당 문서에 포함된 문장의 목록이 오른쪽 위 창에 나타난다. 여기서 하나의 문장을 선택하면 중간 창에 태깅 작업을 할 해당 문장이 나타난다. 화면에 나타난 문장의 내용 중 hedge 문장임을 판단할 수 있는 단서어구가 있으면, 해당 단어를 마우스로 드래그(drag)하고 set 버튼이나 set/next 버튼을 선택하게 되면 선택된 단어에 <ccue>태그가 추가되고, <sentence>태그의 certainty 값이 “uncertain”으로 자동 변경된다. 실제로는 non-hedge 문장이 많기 때문에 certainty 속성의 디폴트 값은 “certain”으로 설정하였다. 태깅 작업을 통하여 새로이 추가된 cue 목록들은 태깅 도구 하단의 오른쪽 창에서 확인할 수 있다. 태깅 도구의 하단 왼쪽 창에는 CoNLL-2010에서 제공하는 영어 hedge 말뭉치에서 고빈도의 영어 단서어구 목록들을 추출하고, 한국어로 번역하여 보여준다. 태깅 작업 시 막연히 한국어 hedge 단서어구를 찾기 보다는 번역된 정보를 활용하면 힌트를 제공하는 등의 다양한 도움을 통하여 작업의 속도를 향상시킬 수 있기 때문이다. 표 1에 영어 hedge 말뭉치에서 나타난 고빈도 단서어구를 예시하였다.

표 1. 고빈도 영어 단서어구 목록
Table 1. Highly-frequent English hedge cue-word List

영어 hedge 단서어구	빈도수
some	62
may	59
probably	45
many	27
generally	24
others	22
some people	16
possibly	16
is considered	14
some cases	12

말뭉치 태깅 작업은 작업자가 한 번의 작업으로 완료할 수 없기 때문에 태깅 도구에 체크리스트 기능을 추가하였다. 작업을 일시적으로 종료가 하더라도 다음 작업 시에도 이후 작업을 계속 이어갈 수 있으며, 작업이 완료된 문장 앞에는 “*” 기호가 추가되어 작업이 완료된 문장을 표시해주게 된다. set 버튼이나 set/next 버튼을 클릭하게 되면 자동으로 파일이 저장된다. 잘못 추가된 단서어구의 경우 추가된 단서어구 목록에서 잘못 추가된 단서어구를 선택하고 Delete 버튼을 클릭하게 되면 단서어구가 목록에서 사라지고 <ccue>태그가 사라지게 된다. <ccue>태그가 완전히 사라진 문장에는 <sentence>태그의 certainty 속성이 “uncertain”에서 “certain”으로 자동 변경된다.

이렇게 완성된 말뭉치는 추후 hedge 인식 작업에서 중요한 리소스로 활용된다. 실제 작업은 총 4명의 작업자가 태깅 작업을 수행하였으며, 태깅 결과의 객관성을 보장하기 위해서 1차 태깅된 결과를 가지고 서로 다른 작업자가 2차 태깅 작업을 하여 보완하였다. 구축된 한국어 hedge 말뭉치는 hedge 인식 작업의 성능 평가를 위해 표 2과 같이 학습말뭉치와 평가말뭉치로 구분하였다.

표 2. 한국어 hedge 말뭉치
Table 2. Hedge corpus for Korean

학습말뭉치 (문장 수)			평가말뭉치 (문장 수)		
hedge	non-hedge	계	hedge	non-hedge	계
271	14,698	14,969	68	4,869	4,937

4. 한국어 Hedge 인식

4.1 일반화된 단서어구 패턴 생성

학습말뭉치에서 <cue>로 둘러싸인 단서어구를 모두 추출한 후, 유사한 어구들을 분류한다. 분류된 유사 어구들을 대상으로 일반화된 단서어구 패턴을 생성하게 되는데, 이는 학습말뭉치의 크기가 한정되어 있기 때문에 현실적으로 사용가능한 모든 단서어구가 나타나지 않음을 보완하기 위한 방법이다. 표 3에 일반화된 단서어구 패턴을 예시하였다.

표 3. 일반화된 단서어구 패턴 예시
Table 3. Example of generalized cue-word patterns

단서어구 패턴	
여겨.다	예상.?다
예정.?다	짐작.?다
생각.?다	추측.*.다
주장.?다	고려.?다
추정.*.다	예측.?다
추산.?다	간주.?다

. : 임의의 한글자
?: 글자가 없거나 한개 존재
*: 글자가 없거나 한개 이상이 존재

‘.’은 임의의 한 글자를 뜻하며, ‘?’는 임의의 한 글자가 존재할 수도 있고, 존재하지 않을 수도 있다는 것을 나타내며, ‘*’는 글자가 없거나 혹은 한 글자 이상의 글자들이 존재한다는 것을 나타낸다. 예를 들면, 패턴 “생각.?다”는 ‘생각한다’, ‘생각했다’, ‘생각된다’와 같은 문장들을 포함하는 패턴이 되며, 패턴 “추정.*.다”는 ‘추정될 것이다’, ‘추정하고 있다’, ‘추정된다고 한다’ 등과 같은 것들이 포함된다.

반면 hedge 문장임을 바로 판별할 수 있는 단어는 그 자체로 표 4와 같이 따로 단서단어 목록으로 구축하였다.

표 4. 단서단어 예시
Table 4. Example of cue words

단서 단어	
약간	아마
경우	보통
몇몇	가장
반면	대부분
대략	다양한
일부	따르면
매우	라고
많은	중중

4.2 Hedge 문장 인식

한국어 hedge 문장 인식 과정은 그림 3과 같다. 4.2절에서 구축된 일반화된 단서어구 패턴과 단서단어가 입력 문장에서 나타나면 hedge 문장으로 인식하고, 나타나지 않는 경우에는 non-hedge 문장으로 분류하게 된다. 이 방법은 hedge 정보가 태깅된 말뭉치가 있을 때, 가장 먼저 적용해 볼 수 있는 방법으

로, 향후 hedge 문장 분류를 위한 형태소, 품사 등의 정보를 문장에서 추출하고, 이를 기계학습 기법을 이용하여 분류하는 실험이 이루어졌을 때, 비교의 대상이 될 수 있는 방법이다.

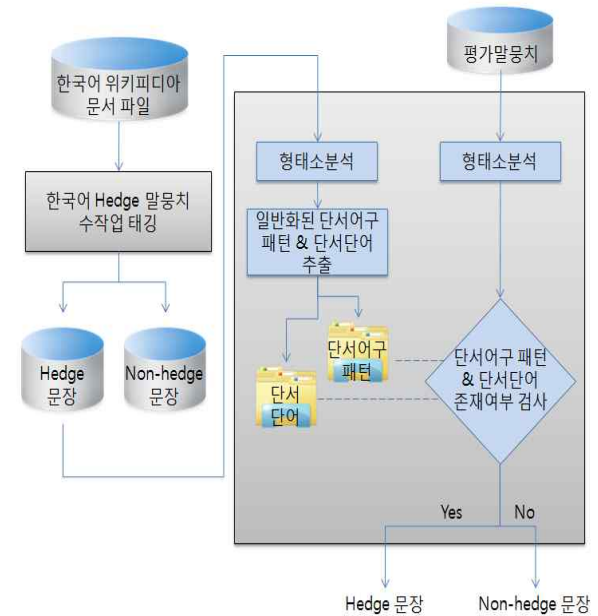


그림 3. 한국어 Hedge 문장 인식 과정
Fig. 3. Process of detecting Korean hedge sentences

4.3 실험

일반화된 단서어구 패턴만 사용한 경우와 단서단어 목록까지 사용하는 경우로 나누어 실험을 하였다. 실험 결과는 표 5에 제시하였으며, 정확률과 재현율, F1-measure를 이용하여 평가하였다. 단서어구 패턴과 단서단어를 모두 적용한 경우가 단서어구 패턴만 사용한 경우보다 재현율이 다소 증가하여 F1 값이 2.5% 정도 향상되었다.

표 5. 한국어 Hedge 인식 실험 결과(%)
Table 5. Experimental results of Korean hedge detection(%)

단서어구 패턴만 적용한 경우		
정확률	재현율	F1
95.56	63.23	76.11
단서어구 패턴 & 단서단어 모두 적용한 경우		
정확률	재현율	F1
95.83	66.67	78.63

전체적인 Hedge 인식 결과를 보면 정확률은 높으나 재현율은 상대적으로 낮은 결과를 보이고 있다. 그 이유로는 hedge 태깅 작업 시 hedge 문장인지의 여부가 작업자별로 상이한 경우에는 non-hedge 문장으로 간주하였고, 이렇게 구축된 hedge 말뭉치로부터

단서어구 패턴을 추출하였기 때문이다. 즉 확실한 hedge 문장의 정보를 이용하였기 때문에 정확률이 높게 나타났으며, 현실적으로 사용가능한 hedge 단서어구들이 학습말뭉치에 모두 나타나지는 않았기 때문에 재현율은 낮게 나타난 것으로 분석된다. 이는 사실 정보를 담고 있을 가능성이 높은 문장만을 처리 대상에 포함시키는 응용분야에서 유용한 방법이라고 볼 수 있다. 또한, 제안한 방법을 먼저 적용하여 확실한 결과를 얻은 후, 이 단계에서 분류되지 않은 나머지 문장을 대상으로 또 다른 hedge 인식 방법을 적용하는 다단계처리 방법의 구현도 가능케 한다. 사실 제안한 방법은 hedge 인식 분야에서 가장 먼저 시도해 볼 수 있는 방법으로, 경우에 따라 높은 재현율을 필요로 하는 응용분야를 위해 재현율을 높일 수 있는 다른 접근 방법의 연구도 필요하다.

5. 결론 및 향후 연구과제

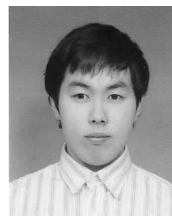
Hedge 분류는 사실과 추측성 텍스트의 구분이 필요한 모든 응용에서 활용될 수 있다. 비사실적 추측성 문장을 배제한 사실 텍스트에 한정하여 정보검색, 정보추출, 질의응답시스템 등을 수행할 때 유용한 정보가 될 수 있다[5]. 본 논문에서는 한국어 hedge 인식 방법론을 개발하기 위하여 먼저, 한국어 hedge 말뭉치를 구축하고, 이를 이용하여 일반화된 단서어구 패턴과 단서단어를 이용한 hedge 인식 방법을 제안하였다. 이는 아직까지 연구된 적이 없는 한국어와 같은 언어를 대상으로 처음 시도해 볼 수 있는 방법으로, 한국어 hedge 인식에서의 베이스라인 실험의 성격을 가진다. 향후에는 입력 문장으로부터 형태소, 품사, 구문 정보 등을 분석하여 특징 벡터를 구성하고, 이를 SVM, CRF 등의 기계학습 기법으로 분류하는 방법에 대해 연구할 예정이며, 또한 일반화된 단서어구 패턴과 기계학습 방법을 함께 사용하는 하이브리드 형태의 방법도 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] G. Lakoff, "Hedges: a study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts", *Chicago Linguistics Society Papers*, vol.8 pp.183-228, 1972.
 [2] J. Holmes, "Doubt and Certainty in ESL Textbooks", *Applied Linguistics*, vol.9, no.1, pp.21-44, 1988.
 [3] R. Farkas, V. Vincze, G. Mora, J. Csirik, and G. Szarvas, "The CoNLL 2010 Shared Task: Learning to Detect Hedges and their Scope in Natural Language Text", *In Proceedings of the Shared Task, 14th Conference on Computational Natural Language Learning, Sweden*, pp.1-12, 2010.
 [4] M. Light, X. Y. Qiu, and P. Srinivasan, "The language of bioscience: facts, speculations, and statements in between", *In Proceedings of BioLINK-2004: Linking Biological Literature, Ontologies and Databases*, pp.17-24, 2004.
 [5] B. Medlock, and T. Briscoe, "Weakly supervised

learning for hedge classification in scientific literature", *In Proceedings of 45th Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp.992-999, 2007.
 [6] G. Szarvas, "Hedge classification in biomedical texts with a weakly supervised selection of keywords", *In Proceedings of 46th Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp.281-289, 2008.
 [7] R. Morante, and W. Daelemans, "Learning the scope of hedge cues in biomedical texts", *In Proceedings of the BioNLP-2009 Workshop*, pp.28-36, 2009.
 [8] B. Tang, X. Wang, X. Wang, B. Yuan, and S. Fan, "A Cascade Method for Detecting Hedges and their Scope in Natural Language Text", *In Proceedings of the Shared Task, 14th Conference on Computational Natural Language Learning, Sweden*, pp.13-17, 2010.
 [9] M. Georgescu, "A Hedgehop over a Max-Margin Framework Using Hedge Cues", *In Proceedings of the Shared Task, 14th Conference on Computational Natural Language Learning, Sweden*, pp.26-31, 2010.

저 자 소 개



정주석(Ju-seok Jeong)

2010년 : 대구대학교 컴퓨터IT공학부 공학사
 2011년~현재 : 대구대학교 대학원 컴퓨터정보공학과 석사과정

관심분야 : 자연어처리, 정보검색, 시맨틱 웹

Phone : 053-850-4464
 E-mail : jsjeong626@gmail.com



김준혁(Jun-hyeouk Kim)

2006년~현재 : 대구대학교 컴퓨터IT공학부 정보공학과 학사과정

관심분야 : 정보검색, 정보추출

Phone : 053-850-4464
 E-mail : zeichi@naver.com



김해일(Hae-il Kim)

2006년~현재 : 대구대학교 컴퓨터IT공학부 정보공학과 학사과정

관심분야 : 시맨틱 웹, 모바일

Phone : 053-850-4464
 E-mail : khi4743@naver.com



오성호(Sung-ho Oh)

2005년~현재 : 대구대학교
컴퓨터IT공학부 전산공학과
학사과정

관심분야 : 시맨틱 웹, 모바일
Phone : 053-850-4464
E-mail : ssjigi@naver.com

강신재(Sin-Jae Kang)

한국지능시스템학회 논문지, 제 21권 제 2호 참조