

난이도 자동제어가 구현된 객관식 문항 생성 시스템¹⁾

김용범, 김유섭
한림대학교 컴퓨터공학과
e-mail: {stylemove, yskim01}@hallym.ac.kr

A Sentence Generation System for Multiple Choice Test with Automatic Control of Difficulty Degree

Young-Bum Kim, Yu-Seop Kim
Dept. of Computer Science, Hallym University

요 약

본 논문에서는 객관식 문항을 난이도에 따라 자동으로 생성하는 방법을 고안하여, 학습자 수준에 적합하도록 다양하고 동적인 형태로 문항 제시를 할 수 있는 시스템을 제안하였다. 이를 위해서는 주어진 문장에서 형태소 분석을 통해 키워드를 추출하고, 각 키워드에 대하여 워드넷의 계층적 특성에 따라 의미가 유사한 후보 단어를 제시한다. 의미 유사 후보 단어를 제시할 때, 워드넷에서의 어휘간 유사도 측정 방법을 사용함으로써 생성된 문항의 난이도를 사용자가 원하는 수준으로 조절할 수 있도록 하였다. 단어의 의미 유사도는 동의어를 의미하는 수준 0에서 거의 유사도를 찾을 수 없는 수준 9 까지 다양하게 제시할 수 있으며, 이를 조절함으로써 문항의 전체 난이도를 조절할 수 있다. 후보 어휘들의 의미 유사도 측정을 위해서, 본 논문에서는 두 가지 방법을 사용하여 구현하였다. 첫째는 단순히 두 어휘의 워드넷 상에서의 거리만을 고려한 것이고 둘째는 두 어휘가 워드넷에서 차지하는 비중까지 추가적으로 고려한 것이다. 이러한 방법을 통하여 실제 출제자가 기존에 출제된 문제를 토대로 보다 다양한 내용과 난이도를 가진 문제 또는 문항을 보다 쉽게 출제하게 함으로써 출제에 소요되는 비용을 줄일 수 있었다.

1. 서론

인터넷의 발전으로 offline에서 주로 시행되던 교육 시스템이 online으로 확장되어 각종 교육기관에 의해 시행되고 있다. 이는 여러 국가나 중요한 국제 시험들이 online 평가로 변화된 것과 무관하지 않다. 국제시험의 시스템은 주로 문제 은행이라는 방대한 자료를 이미 구축하여 시행하고 있지만[1][2], 이를 위해서는 각 분야에 많은 인적자원이 필요하며 기존 시스템의 확장시에 인원을 재투입해야 하거나, 그 시스템을 분석하고 다시 문제를 출제하는데 많은 시

간을 투자해야 한다. 만일 이러한 지원이 뒷받침되지 않으면 수험자는 반복되어 출제되는 문제의 유형 또는 내용을 암기하여 문제를 풀어 나감으로써, 정상적인 평가가 불가능하게 된다.

이와 같은 비용 낭비와 부작용을 최소화하기 위해 문항 생성을 동적으로 처리하여 보다 적은 비용으로 매우 다양한 문항을 반자동으로 생성하는 연구가 제시되고 있다[3]. 그러나 이 연구는 매우 많은 문항을 짧은 시간에 생성할 수는 있으나, 생성된 문항의 수준을 수험자의 수준에 적절히 맞추는 데에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 자동으로 생성되는 문항을 학습자 수준에 맞게 난이도를 조절할 수 있도록 하였다. 기존의 [3] 연구에서도 WordNet[4]을 사용하여 문항을 동적으로 생성할 수 있었으나, 본

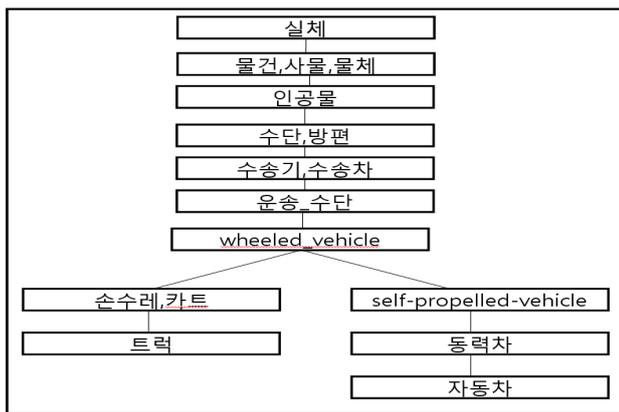
1) 이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-331-D00534).

연구에서는 WordNet의 구조를 보다 적극적으로 이용하여 난이도 조절을 가능하게 하였다. 즉 WordNet의 Synset, Hypernym, Hyponym 과 같은 계층적 특성을 바탕으로 어휘간 유사도를 측정하여 생성될 문항의 유사도를 조절할 수 있으며, 이를 토대로 새로운 문항의 난이도를 조절할 수 있다. 어휘간 유사도의 측정을 위해서, 본 논문에서는 [5], [6]에서 제시된 측정방법을 구현하였다. 사용자는 두 가지 방법 중에서 본인의 의도에 보다 적합한 방법을 선택할 수 있도록 하였다. 새로운 문장을 생성하기 위해서, 출제자는 먼저 자신이 참고할 만한 기존의 문장을 입력하고 이 문장과 생성될 문장의 유사도를 선택하여 입력한다. 시스템은 한국어 형태소 분석기 [7]를 사용하여 문장에서 키워드를 추출하고, 동시에 각 키워드와 주어진 유사도를 가지는 후보 어휘들을 어휘간 유사도를 이용하여 찾고 그 결과를 출제자에게 제시한다. 마지막으로 출제자는 후보 어휘 중에서 적절한 어휘를 선택하여 새로운 문항을 생성한다.

본 연구에서 구현한 난이도를 고려한 문항의 자동 생성 시스템을 이용하여 출제자는 보다 빠르고 간편하게 보다 다양한 문항을 생성할 수 있었다.

2. 워드넷에서의 유사도 추정

WordNet[4]은 1985년 프린스턴(Princeton)대학 인지과학연구실을 주축으로 연구되어 발전된 것으로써, 어휘들의 연관성을 나타내기 위하여 고안되었다.



<그림 1. 한글 워드넷의 기본 구조>

<그림 1>은 한국어 워드넷의 기본 체계[8]를 보여준다. 본 연구에서는 워드넷의 Synset간의 Hyponym과 Hypernym 관계를 활용하여 다음과 같은 방식으로 어휘간 유사도를 계산하였다.

[5]에서는 어휘 개념 c1과 c2의 관계를 다음과 같이 추정한다.

$$rel_{HS}(c1,c2) = C - 'path\ length' - k * d \quad (1)$$

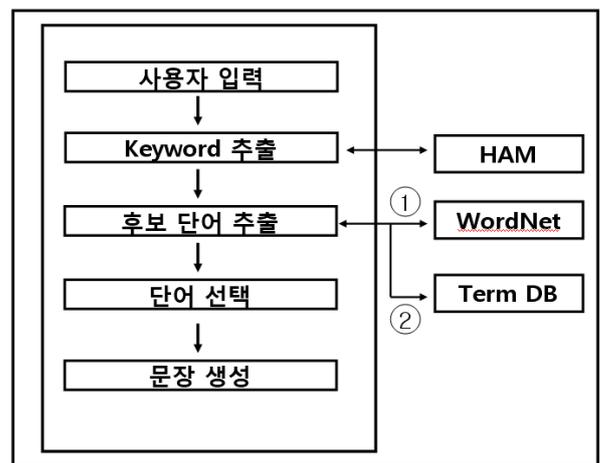
여기서 C와 k는 상수이고, 'path length'는 두 개념사이의 가장 가까운 패스에 있는 간선의 개수이다. 그리고 d는 패스의 방향 전환 개수를 의미한다. 이 방법은 두 개념 사이의 간선의 개수가 적고, 패스의 방향 전환이 없는 경우에 더욱 유사한 개념으로 정의한다.

한편, [6]에서는 개념 c1과 c2간의 유사도를 다음과 같이 추정한다.

$$sim_{LC}(c1,c2) = -\log \frac{len(c1,c2)}{2D} \quad (2)$$

여기서 len(a, β)는 개념 a와 개념 β 사이의 간선의 개수를 말하고, D는 두 개념을 동시에 포함하는 최하위 Synset의 하위에 위치하는 모든 Synset의 개수를 의미한다. 따라서 이 방법은 두 개념간의 간선의 개수가 작고 최하위 Synset이 워드넷의 하위에 위치할수록 두 개념간의 유사도가 높은 것으로 본다.

3. 전체 시스템 개요



<그림 2. 전체 시스템 개요도>

본 논문에서 제안하는 시스템은 <그림 2>와 같이 총 5단계의 흐름과 3가지의 Resource를 사용하여 이루어진다.

(1) 사용자 입력단계

이 단계에서는 새로운 문장을 생성하기 위하여 참고할 문장을 입력하고, 생성될 문장과 기존의 문장의 유사 정도를 난이도를 선택함으로써 제어한다. 예를 들어 "삶의 수준과 과학의 성장은 관계있다." 라는 문항을 사용자가 입력하고 다음 중에서 하나를 선택한 후, 다음 2, 3의 경우에는 유사정도를 직접 입력한다.

- ① 하의어 or 동의어를 추출
- ② type-1(1) 수식으로 계산된 유사도
- ③ type-2(2) 수식으로 계산된 유사도

(2) Keyword 추출 단계

한국어 형태소 분석기인HAM(Hangul Analysis Module)[7]을 사용하여 입력 문장에서 {삶, 수준, 과학, 성장, 관계}로 이루어진 KeywordSet을 추출하여 Index 별로 Keyword, PostPositionalWord{의, 과, 의, 은, 있다,..}를 Member로 갖고 있는 KeySetClass Vector인 MyParsingVector를 <표 1>의 코드에서 생성한다.

<표 1>KeywordSet Class 만드는 과정 소스코드

```
void WordManager::ExcuteHam() {
    system("ham_excute.bat");
    string path_name;
    path_name = file_des ;
    path_name += "index -is user.txt result.txt";
    ...생략
}

void WordManager::ExtendWordList() {
    MyBaseData.TrimLeft();
    MyChangeData_NOUN = MyBaseData;
    for(int i = 0 ; i < MyWordManager.syncset_vec.size(); i++ )
    MyChangeData_NOUN.Replace(MyWordManager.syncset_vec[i].name,"*");
    CString temp;
    int parsing_index = 0;
    while(1) {
        if(!AfxExtractSubString(temp,MyChangeData_NOUN,pasing_index,'*'))
            break;
        if(temp.GetLength() > 1)MyParsingVector.push_back(temp);
        pasing_index++;
    }
    for(i = 0 ; i < MyParsingVector.size() ; i++ )
    MyChangeData_NOUN.Replace(MyParsingVector[i],"%");
    ..생략
}
```

(3) 후보 단어 추출

<그림 2>의 ①은 WordNet 만을 사용하여 후보 단어를 추출하는 방법을 보여주고 있고, <그림 2>의 ②는 WordNet과 WordNet에서 정밀한 유사도 측정을 위해 필요한 정보를 추출하여 재구성한 Term-Database를 함께 이용하여 level에 따른 후보

단어를 추출하는 과정을 보여준다.

①은 해당 단어의 동의어, 하의어 혹은 둘을 동시에 추출하는 방법으로, KeywordSet에 있는 단어들마다 WordNet을 이용하여 의미가 같은 영어 단어로 대치하여 하의어 or 동의어 등 원하는 관계의 Synset을 찾아낸다. 찾아낸 이들을 다시 한글 단어로 대치하여 후보 단어를 만들어 낸다..
 ②는 난이도별 단어들을 생성하는 방법으로, 약 10⁵개의 단어로 구성된 WordNet의 각 단어간의 유사도를 기록하여 최소 10⁵ * 10⁵ = 10¹⁰ 저장 공간이 필요하다. 이를 실행 중에 측정을 하여 원하는 정보를 추출하면 엄청난 overhead가 발생하기 때문에, WordNet의 단어들의 Index를 PrimaryKey로 하여 각 단어마다 상의어, 하의어, 다른 단어와의 Edge의 개수, 하의어의 갯수를 미리 계산하여 Term Database를 미리 구축 하였다. 사용자가 level을 통한 문장 생성을 원할 경우 KeyWord를 WordNet을 이용하여 영문으로 대치한 후, 그에 해당하는 Index 통해 TermDatabase에 질의를 하여 후보단어들을 추출할 수 있게 하였다.

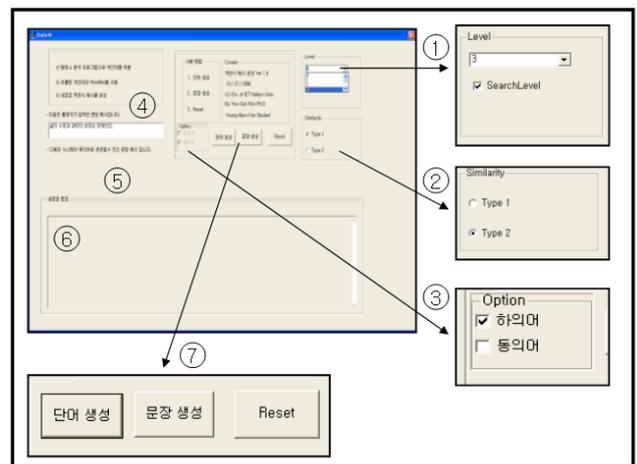
(4) 단어 선택

이 단계에서는 (3)의 과정을 통해서 얻은 각 Keyword 의 후보 단어들을 동적으로 콤보박스에 나열하여 줌으로써 사용자가 원하는 대치 단어를 선택하여 새로운 문항을 생성할 수 있게 하였다.

(5) 문장 생성

이 단계는 (4)번 과정에서 선택된 단어들과 (2) 과정에서 얻어진 KeywordSet의 PostPositionalWord를 가지고 사용자에게 새로운 문항을 생성해준다.

4. 구현결과

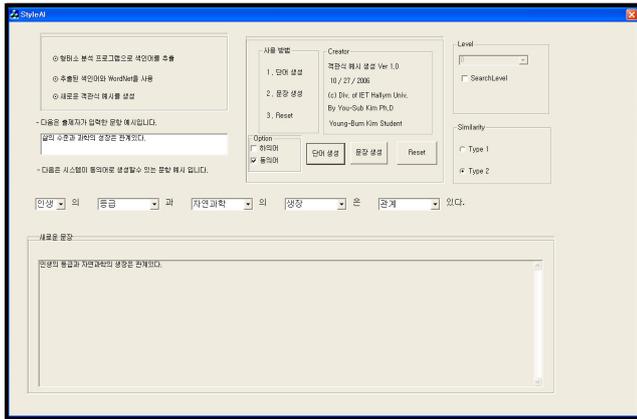


<그림 3 시스템의 사용자 인터페이스>

<그림 3>은 본 논문에서 제시한 시스템의 사용자 인터페이스를 보여주고 있으며 다음과 같은 세부 부분으로 구성되어 있다.

- ① Level을 선택하는 부분
- ② 유사도 측정 방법 선택
- ③ 동의어 or 하의어를 선택하는 부분
- ④ 문장입력 부분
- ⑤ 후보단어 선택을 위한 콤보 박스 생성부분
- ⑥ 최종 문장 생성부분

<그림 4>는 실제 입력한 문장으로 새로운 문장을 자동 생성한 결과 화면으로 사용자가 입력한 "삶의 수준과 과학의 성장은 관계있다" 문항에서 {삶, 수준, 과학, 성장, 관계} 등의 Keyword가 추출되어 동의어로 구성된 후보 단어 중 {인생, 등급, 자연과학, 성장, 관계} 등을 선택하여 "인생의 등급과 자연과학의 성장은 관계있다"라는 새 문항을 생성한 결과이다. 이 때 각 Keyword의 다양한 후보단어를 선택하여 다양한 문항을 계속적으로 생성이 가능하다.



<그림 4 결과 화면>

또한 <표 2>의 예시와 같이 난이도에 따라서 다양한 입력 후보가 결정되기 때문에 이를 참고로 보다 다양한 난이도의 문항을 생성할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 객관식 문항의 자동 생성시 워드넷에서의 의미 유사도 추정 방식을 활용하여 난이도 조정이 가능하도록 하였다. 난이도는 기존의 문항과 생성될 문항의 유사도를 조정함으로써 제어하도록 하였다.

향후에는 워드넷이 가지고 있는 고정성을 극복하는 방향의 연구가 진행되어야 할 것이다. 즉 다양한

<표 2. Level에 따른 후보 단어 예시>

Level	삶	과학
0	{나이, 연령,...}	{수학, 작물학...}
1	{경험, 체험..}	{학설, 학파...}
2	{내용, 세계..}	{신비학, 정보이론..}
3	{인지, 인식...}	{내용, 분야...}
4	{정신, 마음..}	{인지, 지식...}
5	{동기, 필요..}	{정신, 마음...}
6	{정의, 지혜..}	{동기, 필요..}
7	{녹원, 행사..}	{정의, 고대사...}
8	{터치백, 패스...}	{녹원, 행사...}
9	{시민적자유, 인신보호...}	{시간, 맥박률...}

도메인에 적용이 가능하고, 최근의 정보를 반영하는 말뭉치를 활용함으로써, 보다 더 현실에 가까운 유사도 추정 방법을 새로이 수립하여 적용해야 할 것이다.

참고문헌

[1] 황대준, "사이버 스페이스상의 상호참여형 실시간 원격교육 시스템에 관한 연구", *한국정보처리학회* 제 4권 3호, 1997. 5.
 [2] 조은순, "원격교수-학습을 위한 사고의 전환: 하드웨어에서 소프트웨어로", *한국정보처리학회* 제 4권 3호, 1997. 5
 [3] 오정석, 추승우, 조우진, 김유섭, 이재영, "한글 워드넷을 이용한 동적 문제 출제 시스템 설계," *2006 한국정보기술학회 논문지* 4권 5호 page 37-44
 [4] G. A. Miller, "WordNet: An On-Line Lexical Database", *International Journal of lexicography*, 1990
 [5] Graeme Hirst and David St-Onge, "Lexical chains as representations of context for the detection and correction or malapropisms," In Fellbaum, pp 305-332, 1998.
 [6] Claudia Leacock and Martin Chodorow, "Combining local context and WordNet similarity for word sense identification," In Fellbaum, pp 265-283, 1998.
 [7] 장승식, 범용 형태소 분석기 "HAM Ver 6.0.0", *국민대학교 자연언어 정보 검색 연구실*, <http://nlp.kookmin.ac.kr>
 [8] 이은영 임성신, "WordNet2.0의 한국어 번역 작업과 결과물," *부산대학교 한국어정보처리연구실*.