

자연어 처리 과정을 이용한 웹기반 한문 주관식 채점 시스템

배화식*, 정순호**

*부경대학교 교육대학원 전산교육전공

**부경대학교 컴퓨터멀티미디어 공학부

hsbae@aisol.pknu.ac.kr, snow@aisol.pknu.ac.kr

The Web Based Grading System of Subjective Test in Chinese Writing Using Natural Language Processing

Hwa-Sik Bae*, Soon-Ho Jung**

*Education of Computer Science, The Graduate School of
Education, Pukyong National University

**Faculty. of Computer and Multimedia Engineering, Pukyong
National University

요 약

본 논문에서는 한문 문장의 기본구조를 자연어 처리과정을 이용하여 채점하는 시스템을 구현하고자 하였다. 기존의 주관식 채점시스템은 단답형이 대부분이며, 서술형은 문장에서 키워드를 추출하여 유사도를 비교한 후 채점하는 방식으로 키워드 추출 시 명사류만 대상으로 하여 다른 품사들은 누락되며, 또한 문장의 구조를 간과하는 문제점이 있다. 본 시스템은 자연어 처리과정을 이용한 것으로 어휘 분석과 구문분석을 통해 문장구조를 확인하고, 문장성분별로 해당 단어를 정확하게 사용하였는가를 검사하여 채점함으로써 기존의 문제점을 개선한다.

1. 서론

정보통신기술의 발달로 인하여 2005년 상반기 우리나라의 인터넷 이용률이 급격히 늘었으며, 학생의 98.0%가 인터넷을 사용하고 있는 것으로 조사되었다[1]. 이와 같이 인터넷 사용이 급속도로 증가하면서 시간과 공간의 경계를 허무는 인터넷을 통해 웹을 기반으로 하는 다양한 교수-학습용 웹사이트가 등장하였다. 점차 확대·정착되고 있는 웹 기반 교수-학습 활동에 있어서 교수-학습 활동이 목표에 도달되었는지를 평가하고, 이 평가를 통해 학생에게는 자기 주도적인 학습의 방향을 스스로 찾을 수 있도록 하며, 교사에게는 교수활동을 반성하고 교수진략을 수립할 수 있게 하는 동시에 많은 부담과 과중한 업무를 줄이기 위해서는 웹을 기반으로 하는 실시간 평가시스템이 필수 요소라 하겠다[2,3]. 그렇지만 지금까지 개발된 평가 시스템은 대부분 객관식 위주의 문제나 단답형 문제를 주로 다루고 있으며,

서술형 주관식 평가 시스템은 자연어 처리의 어려움으로 개발이 드문 상태이다[4,5,6,7,8].

기존 연구에서는 주로 명사를 키워드로 추출함으로써 다음과 같은 문제가 있다. 첫째, 키워드 외의 다른 단어들이 누락되는 문제가 있으며, 둘째, 각 단어들이 문장 내에서 어떤 성분으로 사용되었는지 알 수 없다.

문장 해석에서는 어떤 단어가 얼마나 많이 사용되었는가 보다는 어떤 단어가 어떻게 사용되었는가를 파악하는 것이 중요하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 형태소 분석을 대체하는 모듈을 고안하고, 구문분석을 통한 의미론적 접근을 시도하였다.

본 논문에서는 한문의 기본 구조와 관련된 한문 문장을 웹을 통하여 출제하고, 학생이 시스템에 접속하여 문장을 해석한 후 답안을 전송하면, 문장을

단어와 격조사를 분리하여 토큰으로 변환시킨다. 이 토큰들을 파싱하여 문장 구조에 맞는 지 확인하고, 문장 성분별로 정답의 문장 성분과 비교하여 채점한 후 채점 결과를 바로 학생들에게 알려주는 주관식 채점 시스템을 제안한다.

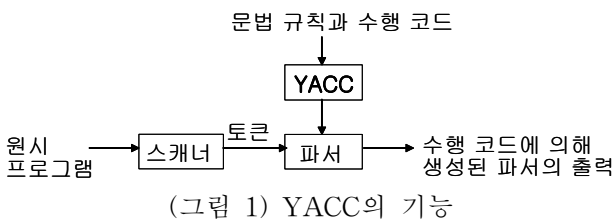
2장에서는 YACC와 기존 주관식 시스템의 사례를 기술하였고, 3장에서는 한문 주관식 채점 시스템의 설계 방향과 구현에 대해 기술하였다. 4장에서는 실험 결과를 밝히고, 5장에서는 결론을 기술하였다.

2. 관련 연구

인간이 사용하는 언어와 같이 자연 발생적으로 생성된 언어를 ‘자연언어(natural language)’라 하고, 인간이 인위적으로 만들어 낸 언어를 ‘인공언어(artificial language)’라고 한다. 자연언어 분석 기술은 자연언어 처리의 핵심적인 부분으로 자연언어의 문법적 특성에 따라 단계별로 형태소 분석(lexical analysis, morphological analysis), 구문 분석(syntactic analysis, parsing), 의미 분석(semantic analysis), 담화 분석(discourse analysis), 중의성 해소(ambiguity resolution) 등으로 구분된다[9].

2.1 YACC

본 시스템에서 사용한 YACC(Yet Another Compiler Compiler)는 LALR(LookAheadLR) 파서생성기로 문법 규칙에 대한 수행 코드를 일반적인 프로그래밍 언어로 기술할 수 있도록 만들어졌다. YACC는 문법규칙과 그에 해당하는 수행코드를 입력 받아 파싱을 담당하는 프로그램을 출력한다(그림 1).



여기서 만들어진 파싱테이블(parsing table)은 2차원 배열로 가로는 문법 심벌들로 이루어져 있으며, 세로는 상태들로 구성되어 있다. ACTION 테이블은 네 가지 행동 즉, shift, reduce, accept, error가 정의되는 부분이며, GOTO 테이블은 reduce시에 lhs(left hand side)에 따른 다음 상태를 나타내는 부분이다.

2.2 기존 시스템

<표 1> 기존 시스템 연구

연구	연구자	연도	제 목	키워드
1[4]	정동경	2001	벡터유사도와 시소러스를 이용한 주관식 답안의 채점방법	명사
2[5]	조시영	2002	서술형 문항 채점 자동화 시스템	핵심어
3[6]	박희정 외 1인	2003	유의어 사전을 이용한 주관식 문제 채점시스템 설계 및 구현	명사
4[7]	오정석 외 3인	2004	일반화된 벡터 공간 모델을 적용한 주관식 문제 채점 보조 시스템	명사
5[8]	권오영	2004	웹기반 주관식 평가문항 채점 알고리즘 설계 및 구현	핵심어

기존 주관식 평가시스템은 대부분 단순 단답형 형태이고, 서술형 주관식 시스템은 <표 1>정도이다.

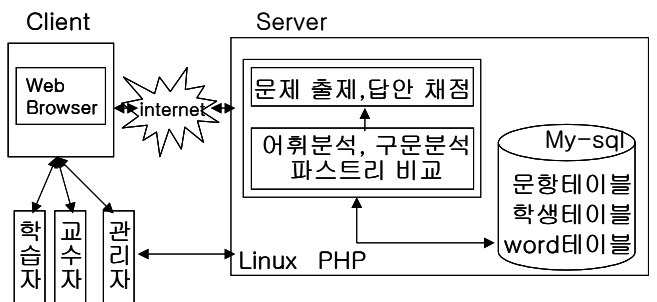
연구 2,5는 출제자가 학생들이 입력할 답안을 예상하여, 핵심어를 키워드로 입력하여 채점하며, 연구 1,3,4는 형태소분석기 ‘HAM’을 이용하여 명사를 키워드로 추출한 후 가중치를 적용하여 키워드 매칭이나 유사도를 계산하는 방법으로 채점하였다.

3. 한문 주관식 채점 시스템

본 시스템은 동작의 기능별로 교수자 모듈, 학습자 모듈, 평가 모듈로 구성된다.

3.1 구성

본 시스템은 (그림 2)와 같이 웹 기반의 클라이언트와 서버로 구성된다. 시스템 구현 환경은 linux 서버와, php, mysql을 사용하였으며, DB에는 문항테이블, 학생답테이블, word테이블, 회원테이블로 구성되어 있다.

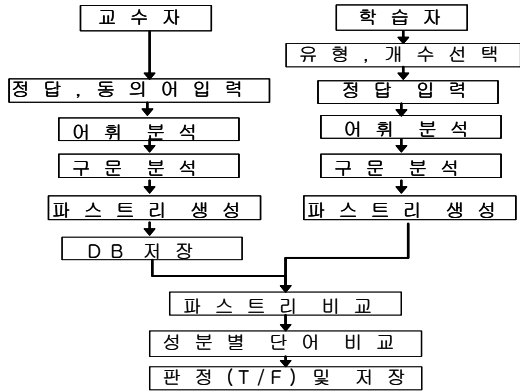


(그림 2) 시스템 구성

학습자가 웹을 통하여 시스템에 접속하여 문항수를 선택하면 시스템에서 랜덤하게 문제를 출제한다. 학습자가 답안을 전송하면 시스템에서는 어휘분석과 구문분석을 하여 파스트리를 생성하게 된다. 생성된 파스트리를 DB에 저장된 정답과 비교하여 채점하고 결과를 DB에 저장하는 동시에 학습자에게도 알려주게 된다.

3.2 설계

본시스템은 교수자와 학습자가 문장을 입력하면 띄어쓰기를 기준으로 단어를 분리하여 배열에 저장하고, 각 단어에서 격조사를 파악하여 문장 성분을 분석한 후, 단어와 격조사에 부여된 코드를 토큰으로 변환한다. 이 토큰들을 입력받아 파싱테이블과 문법규칙에 따라 문장구조가 정확한가를 확인한 후 교수자와 학습자의 답안을 문장 성분별로 비교하여 채점을 하도록 하였다(그림 3)



(그림 3) 전체 흐름도

word테이블은 문장에서 격조사 없이 단독으로 사용된 관형사(code-2), 형용사(code-3), 명사(code-4), 부사(code-7), 본용언(code-17), 감탄사(code-18)로 구성되어 있다.

격조사 배열은 단어에서 조사를 분리하기 위하여 주격조사, 목적격조사, 서술격조사, 관형격조사, 부사격조사, 보조사로 구분하고, 코드를 부여하여 조사들을 2차원배열로 구성하였다.

파싱테이블은 고등학교 한문교과서와 고교문법 저술서[11]에 나오는 문장의 형태를 분석하여, 품사와 문장성분을 20개의 Terminal과 13개의 Nonterminal로 분류하고, 44개의 문법규칙을 (그림 4)와 같이 작성하여 이를 YACC로 실행하여 90개의 상태(state)가 생성된 것으로 만들었다.

```

0 $accept : sentence $end
1 sentence : munjang
2           | munjang yenkyul munjang
3 munjang : sul_bu
4 iu_bu   : iu_bu sul_bu
5 iu_bu   : iu_eo
6         | kwan_eo iu_eo
7         | kwan_eo kwan_eo iu_eo
8         | bu_eo iu_eo
<종락>
35      | kwan_eo seo_eo
36      | bu_eo bu_eo seo_eo
37      | bu_eo bu_eo bu_eo seo_eo
38      | kwan_eo bu_eo seo_eo
39      | kwan_eo bo_eo seo_eo
40 mok_eo : myeong mok_kyuk
41 bo_eo  : myeong bo_kyuk
42 seo_eo : dong seo_kyuk
43      | bon_yong dong seo_kyuk
    
```

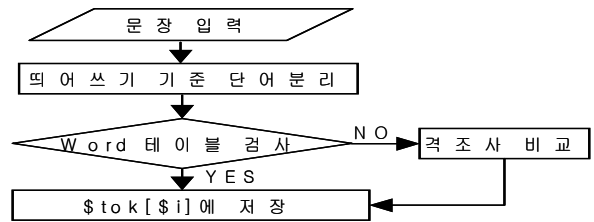
(그림 4) 문법 규칙

한문 문장의 기본구조는 현행 고등학교 한문교과

사에서 분류하고 있는 주술구조, 술목구조, 술보구조, 술목보구조를 말한다.

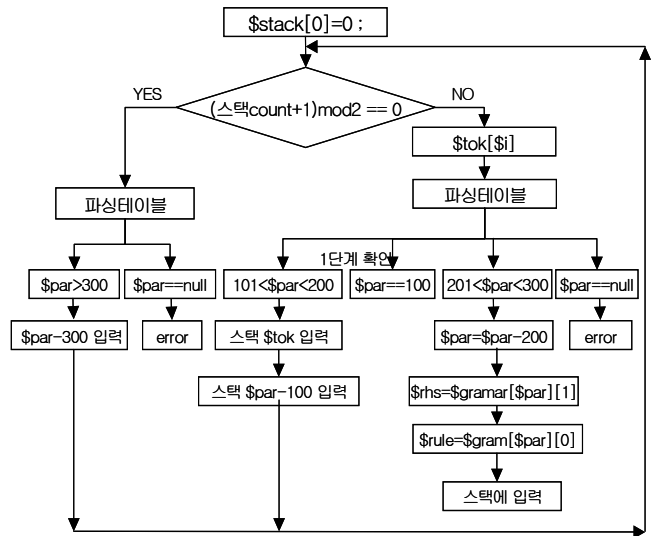
3.2.1 어휘분석

(그림 5)에서와 같이 문장이 입력되면 띄어쓰기 단위로 분리하고, 분리된 각 단어는 word테이블을 검색하여 word테이블에 있으면 해당 단어를 txt배열에 저장하고, 그 단어의 품사코드는 tok배열에 저장한다. word테이블에 단어가 없으면, 단어에서 격조사를 분리하여 txt배열에는 조사 앞부분만을 저장하고, tok배열에는 품사코드와 격조사코드를 저장한다. 마지막 단어까지 반복하여 수행한다.



(그림 5) 어휘분석

3.2.2 구문 분석



(그림 6) 문장구조 검사

위 (그림 6)은 입력한 문장이 문장구조가 정확한지 확인하기 위해 앞 단계에서 만들어진 토큰(문법 심벌)을 처리하는 과정이다.

먼저 \$stack[0]에 시작을 알리는 '0'(시작 상태번호)을 입력하고, \$stack의 카운트에 '1'을 더해 '2'로 mod연산을 해서 '0'이 남으면, 스택의 마지막에 들어있는 상태번호와 토큰을 가지고 파싱테이블을 검색하여 다음 상태인 Goto의 내용을 찾아 스택에 입력한다. '1'이 남으면 현재의 상태와 입력 준비 중인 토큰으로 파싱테이블을 검색하여 내용이 Shift동작

이면 토큰과 다음 상태번호를 스택에 입력하고, Reduce동작이면 적용할 문법규칙을 찾아서 문법규칙 우측(rhs)의 문법심벌 개수의 두 배 만큼 스택의 카운트를 줄여 문법규칙의 좌측(lhs)의 문법심벌을 스택에 입력한다<표 2>.

파싱테이블의 내용이 100(accept)이면 입력한 문장이 정확한 문법구조라는 것을 의미한다. 그리고, 파싱테이블의 내용이 비어 있으면 error를 출력하고 오답으로 처리한다. 학생 답안의 문장구조가 정확하면, 문장성분별로 정답의 문장성분에 들어있는 단어 및 동의어와 각각 비교하여 모두 맞으면 정답으로 처리하고 학생테이블에 결과를 저장한다.

<표 2> 실행 결과 예

질문	孔子問禮於老子
입력	공자가 노자에게 예의를 물었다
문장개	공자, 가, 노자, 에게, 예의, 를, 물었, 다
tok배열	4, 11, 4, 10, 4, 13, 6, 14
스택의 변화	s명사s주격조사r주어r주부s명사r부사격조사 → r부사어s명사s목적격조사r목적어r목적사동사 → s서술격조사r서술어r서술부r문장 ⇒ Sentence (s-shift, r-reduce)

3.3 구현

(그림 7)은 시스템에 접속한 학습자에게 보여주는 문제 출제 화면과 채점 결과 화면이다.

* 아래 문장을 해		<채점 결과표>	
1번 문제	我學生	정답	[나는 학생이다]
학생이 쓴 답		학생이 쓴 답	[너는 학생이다.]
2번 문제	鳥飛	정답	[새가 날다]
학생이 쓴 답		학생이 쓴 답	[개미가 날다]
3번 문제	春來	정답	[봄이 오다]
학생이 쓴 답		학생이 쓴 답	[봄이 오다]
4번 문제	其山高也	정답	[하늘은 높고 맑은 날이다]
학생이 쓴 답		학생이 쓴 답	[산이 높으니 맑아 날이다]
5번 문제	孔子問禮於老子	정답	[공자가 노자에게 예의를 물었다]
학생이 쓴 답		학생이 쓴 답	[공자가 노자에게 예의를 물었다.]

(그림 7) 문제 출제 및 채점결과표

4. 실험

고등학교 2학년 3학급(105명)을 대상으로 한문 해석 문제 10문항을 출제하여 시험을 치른 후 1050개의 답안을 분석하였다. 오답으로 처리된 답안은 183개로 정상오답 158개를 제외한 나머지 25개의 틀린 답안의 유형은 <표 3>과 같다.

<표 3> 오답 분석

띄어쓰기	특수문자 사용	동의어 미입력	계
21	2	2	25

모의실험 결과 시스템의 신뢰도는 97.62%로 나타

났다. 정상오답은 교사의 채점과 시스템의 채점에서 모두 틀린 답안을 뜻하며, 동의어는 출제자가 문제를 출제할 때 함께 입력하는 것으로 문제 출제 시 누락되어 추가 입력해야 할 사항이다. 오류율이 2.38%로 나타났지만 사용자에게 의한 오류를 줄인다면 시스템의 신뢰도는 더 높아질 것이다.

5. 결론

본 논문은 기존의 주관식 평가 시스템이 키워드를 추출할 때, 일부 어휘가 누락되는 사항을 새로운 모듈을 고안하여 누락되는 단어가 없도록 하였으며, 입력된 단어들을 단순 매칭이나 유사도를 적용하여 채점하는 방식에서 본 시스템은 구문분석을 통하여 단어들을 문장 성분별로 비교하여 정확히 채점하도록 개선하였다. 또한, 채점 결과를 학습자가 바로 알 수 있도록 하였다. 향후 문법규칙을 확장하여 다양한 문장에 적용될 수 있도록 하여야겠다.

참고문헌

- 1] <http://www.mic.go.kr> 2005. 9. 10일 검색.
- 2] 이상근, 강주성, 최길수, 최종홍, 김동호, “웹기반 학습을 위한 객관식 평가문항 출제 도구 개발”, 한국정보교육학회 2001년동계학술발표논문집, 제6권 제1호, pp.325-335, 2001.
- 3] 홍종기, 전우천, “수준별 평가를 위한 문제은행 시스템”, 한국정보교육학회 6권 3호, pp.298-307, 2002.
- 4] 정동경, “백터유사도와 시소러스를 이용한 주관식 답안의 채점방법”, 동국대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2001.
- 5] 조시영, “서술형 문항 채점 자동화시스템”, 광운대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2002.
- 6] 박희정, 강원석, “유의어 사전을 이용한 주관식 문제 채점 시스템 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제3호, 2003.
- 7] 오정석, 추승우, 김유섭, 이재영, “일반화된 백터 공간 모델을 적용한 주관식 문제 채점 보조 시스템”, 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제11권 제1호, 2004.
- 8] 권오영, “웹 기반 주관식 평가문항 채점 알고리즘 설계 및 구현”, 한서대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2004.
- 9] 강승식, “한국어 형태소 분석과 정보 검색”, 홍릉과학출판사, 2003.
- 10] 오세만, “컴파일러 입문”, 정익사, 1994.
- 11] 고영근, 남기심, “고교문법자습서“ 탐출판사, 2000.