

# 다국어 기반의 질의응답시스템을 활용한 지능형 캐릭터 시스템

An Intelligent Character System Using Multi-Language Based Question Answering System

박홍원, 이기주, 이수진<sup>o</sup>

(주)두레소프트 부설 휴먼인터페이스 연구소

walts123@hanmail.net, kjkj94@netian.com, isuuu@orgio.net

Hong-won Park, Ki-Ju Lee, Su-Jin Lee<sup>o</sup>

DooReSoft Corp. Human Interface Laboratory

## [논문요약]

질의응답시스템을 지능형 캐릭터 시스템에 활용하기 위해서는 불특정한 주제에 대해 불특정 다수의 사용자와 대화할 수 있는 정교한 대화 모델이 필요하다. 이러한 대화 모델은 사용자의 질의문장을 인식하고 질의의도를 파악한 후 캐릭터의 특정지식으로 접근하여 해당 지식을 사용자의 요구에 맞는 응답문의 형태로 생성해 내는 과정이 필수적으로 포함되어야 한다.

본 논문에서는 논의의 대상이 되는 질의응답시스템이 다국어 기반이라는 점을 고려하여 질의응답시스템을 지능형 캐릭터에 활용하는 과정에서 캐릭터의 지식구조 설계는 물론이고 질의문장 분석과 응답문 생성의 방법론에 있어서도 한국어, 영어, 일본어, 중국어 각각의 언어적 특질을 반영함으로써 형태적, 통사적 차이로 인한 애로점을 최소화할 수 있도록 하였다.

## 1. 서론

### 1-1. 연구의 배경 및 필요성

최근까지 이루어진 질의응답시스템에 대한 연구는 주로 정보검색 시스템에서 검색자가 자연어 질의어를 사용하여 보다 편리하고 효율적으로 원하는 정보를 검색할 수 있도록 하는데 집중되었다.[1][2][3] 또한, 항공권이나 호텔 예약 시스템 등의 대화체 분석 분야에서도 적지 않은 연구가 진행되어 왔다.[4][5]

한편, 정보검색이나 예약 시스템 이외의 분야에서는 특정 영역이나 주제에 한정하여 사용자의 질의를 해석하고 사용자의 의도에 맞는 적절한 응답을 생성하기 위하여 구조화된 지식<sup>1)</sup>을 활용하고자 하는 연구도 활발하게 진행되어 왔다.[6][7][8][9]

본 논문에서는 지금까지 주로 진행되어 온 질의응답시스템의 연구 영역을 벗어나 온라인 게임이

나 쇼핑물 내에 등장하는 캐릭터가 정해진 방법을 통해 미리 구조화된 지식을 통해 사용자의 자연어 질의를 이해하고 질의에 대해 적절한 자연어 문장으로 응답할 수 있는 지능형 캐릭터 시스템을 설계하고 실제로 구현한다.

본고에서 다루는 지능형 캐릭터는 온라인 게임에서 불특정 다수의 게이머와 자연어 형태의 대화를 통해 게이머에게 다양한 정보를 제공하는 역할을 수행할 수 있다. 한편, 인터넷 쇼핑물이나 안내 시스템에서 사용자가 요구한 정보에 대해 자연어 형태로 정보를 제공할 수 있다.

본 지능형 캐릭터는 (주)두레소프트의 온라인 게임 <리얼미션>(www.realmission.com)에 탑재되어 2003년부터 실제로 운용될 예정이다.

### 1-2. 연구의 범위

본 연구는 질의응답시스템을 활용한 지능형 캐릭터를 설계·구현하는 것이다. 본고에서 다루는 지능형 캐릭터는 사용자의 자연어 문장을 이해하고 응답하기 위해 구조화된 지식을 사용하고 있으며, 본 논문에서는 지식을 구조화하는 과정과 그 의미에 대해 주로 논의하고자 한다.

1) 문장형태의 지식을 개념형태의 지식으로 바꾸는 과정의 '의미구조'에서 '개념구조'로의 전환으로 해석하는 시각(김명철, 1987)도 있으나 본 논문에서는 '구조화'라는 용어로 통일해서 사용하고자 함.

한편, 본 연구는 다국어 기반의 지식구조를 제시하는 것이지만 논의의 목적이 다국어간의 상호 번역을 고려한 기계번역 시스템에 있지 아니하므로 동일한 데이터베이스 항목에 대해 통일화된 방법론으로 지식을 구조화하는 것에 논의의 초점을 맞추고자 한다.

또한, 본 논문에서는 질의응답시스템이 주제적인 대화를 이끌어가기 위해 필요한 대화플랜, 의도되지 않은 사용자의 질문에 대한 예외처리, 자연어 기반의 질의응답시스템에서 필수적인 형태소분석, 구문분석, 단어사전 등에 대한 구체적인 자료나 설명은 생략한다.<sup>2)</sup>

### 1-3. 연구의 방법론

본 논문에서는 특히 지능형 캐릭터<sup>3)</sup>의 구조화된 지식을 설계함에 있어서 다국어 기반의 질의응답 시스템을 활용하기 위해 한국어, 영어, 일본어, 중국어의 통사적 특질을 공통적으로 수용할 수 있는 방법론과 지식구조의 예를 본문에서 표를 통해 보이고 각각의 지식구조와 코드에 대한 상세한 설명을 덧붙인다.

한편, 한국어, 영어, 일본어, 중국어 각각의 예문을 통해 다국어 질의와 응답에 공통적으로 대응할 수 있는 지식구조를 설계하고 적용하는 과정을 설명한다. 이를 위해 한국어와 일본어에서 나타나는 조사와 어미, 영어에서 나타나는 전치사와 조동사, 중국어에서 나타나는 시제의 불특정성을 예문과 짝지어 설명한다.

이를 통해, 지식구조를 설계함에 있어서 단순히 한국어 문장만을 고려할 때와 한국어, 영어, 일본어, 중국어 등 4개국어 문장을 고려할 때와 어떤 차이가 있는지에 대해 살펴보고 각각의 언어적 특질을 어떻게 고루 반영했는지를 보인다.

또한, 다국어 기반의 질의응답시스템을 활용한 지능형 캐릭터 시스템의 전체 진행 과정을 한눈에 볼 수 있도록 사용자의 질의 입력에서부터 지능형 캐릭터의 응답문 생성까지의 전과정을 그림으로 제시하고 각 과정에 대해 상세하게 설명한다.

- 2) 형태소 분석, 구문 분석, 단어 사전은 (주)두레소프트의 다국어 번역 시스템(DMTS)의 방법론 및 구조와 동일함.
- 3) 본 논문에서 사용하는 '지능형 캐릭터'라는 용어와 대등한 용어로 실제의 대화자를 대신하여 대화를 이끌어가는 역할을 수행한다라는 의미로 '대화 대행자'(강동혁, 1996)라는 용어가 사용되었음. 본 연구에서는 '대화 대행자'라는 용어보다 실제의 질의응답시스템에서 그 역할을 강조할 수 있는 '지능형 캐릭터'라는 용어를 사용하기로 함.

## 2. 지능형 캐릭터의 설계 및 구현

### 2-1. 지능형 캐릭터의 지식구조 설계

#### 2-1-1. 기본적인 데이터베이스 구성

지능형 캐릭터의 지식구조는 기본적으로 <표1>과 같이 구성되어 있다. <표1>에서 보이는 데이터베이스의 1개의 레코드는 1개의 단위지식을 구성하며 1개의 단위지식은 1개의 문장을 구성하도록 설계되어 있다.

주어 (주체)	지식종류 (문형)	구체속성 (술어속성)	속성대상 (보/목)	술어정보 (시제/양상)
SELF	ATR	JOB	a smith	PRESENT
Jane	VT	speak	Korean	ABLE

<표1> 지능형 캐릭터의 지식구조

'주어' 필드는 해당 지식을 통해 형성된 자연어 문장에서 '주어'의 역할을 한다. '지식종류'는 주로 문형에 따라 결정되는데 'ATR'은 동작을 수반하지 않는 것으로 주어의 상태나 주어의 속성을 설명하는 지식이고, 'VT'는 목적어를 수반하는 동작을 설명하는 지식이고, 'VI'는 목적어를 수반하지 않는 동작을 설명하는 지식이다.<sup>4)</sup>

'구체속성' 필드는 '지식종류'에 따라 달라질 수 있는데 문형이 보어 구문일 때에는 그 값이 술어의 속성(나이, 직업, 위치)이 되고, 문형이 타동사 구문일 때에는 그 값이 구체적인 동사가 된다.

'속성대상' 필드는 문형이 보어구문일 때에는 보어의 구체적인 문자열이 되고, 타동사 구문일 때에는 타동사의 목적어의 구체적인 문자열이 된다. 목적어가 필요치 않은 자동사 구문일 때에는 공란으로 비워둔다.

'술어정보' 필드는 서술어의 시제나 양상<sup>5)</sup>의 구체적인 코드값을 입력하는 필드로 코드 체계는 (주)두레소프트의 다국어번역시스템(DMTS)의 체계를 따르고 있다.

- 4) '지식종류'가 'ATR'일 경우 주로 보어 구문을 구성하지만 'ATR'의 값이 'JOB'일 경우에는 '무슨 일 하세요?(What do you do?)'와 같이 보어 구문이 아니라 타동사 구문이 구성될 수 있음.
- 5) 본 논문에서는 양태(modality), 상(aspect), 화행(speech act) 각각의 개념을 독립적으로 처리하지 않고 '양상'이라는 하나의 단일화된 개념으로 취급하였음(박홍원, 2001).

<표1>에서 소개한 필드 각각에 대한 설명을 참고로 하여 실제로 2개의 레코드에 대한 지식을 풀어 설명하면, 위의 것은 주어가 'SELF'로 캐릭터 자신(만약 캐릭터 자신의 이름이 JACK이라면 SELF는 JACK 자신이 된다)이 되고 문형은 보어 구문이 되고 술어속성은 '직업'이 된다.

속성대상의 값(보어)은 's smith(대장장이)'가 되고 술어의 시제는 'PRESENT(현재)'이다. 이와 같은 구조화된 지식을 바탕으로 온전한 영어문장을 구성해 보면 "I(=Jack) am a smith."가 된다.

아래 것은 주어는 Jane이고 문형은 타동사 구문이 되고 술어의 구체적인 문자열은 동사 'speak'이 되고 동사의 목적어는 'Korean'이 되고 서술어의 양상은 'ABLE(가능)'이 되어 최종적으로 서술어는 'can speak'이 된다. 이상의 구조화 지식을 문장으로 전환해 보면 "Jane can speak Korean."이 된다.

### 2-1-2. 지식구조와 문장의 형식

본 논문에서 다루는 지식구조를 설계함에 있어 문장의 형식은 가장 중요한 요소로 작용하고 있다. 다국어 기반의 설계이므로 한국어, 영어, 일본어, 중국어의 문장형식을 공통적으로 반영할 수 있는 통사적인 체계를 구성하여야만 한다.

한국어, 영어, 일본어, 중국어에서 공통적으로 존재하는 문장형식은 보어 구문(형용사 술어문<sup>6)</sup>을 포함), 자동사 구문, 타동사 구문이 있다. 이 중 보어 구문은 자동사 구문이나 타동사 구문에 비해 언어 상호간에 통사적 특질이 두드러지므로 이들을 공통된 하나의 방법론으로 처리할 필요가 있다.

KOR	[a] 그는 학생이다.
	[b] 그녀는 예쁘다.
ENG	[a] He is a student.
	[b] She is pretty.
JPN	[a] 彼は学生だ.
	[b] 彼女はきれいだ.
CHN	[a] 他是学生。
	[b] 她很漂亮。

<표2> 보어 구문과 형용사 술어 구문의 예

6) '형용사 술어문'은 한국어 문법에서 사용되고 있지만 일본어와 중국어에서도 무리없이 사용될 수 있고, 특히 영어의 'be + 형용사'와 구별하기 위해 '형용사 술어문'이라는 용어를 사용하였음.

<표2>에서 (a)문장은 명사를 보어로 취하는 전형적인 보어 구문으로 한국어, 영어, 일본어, 중국어에서 공통적으로 '이다', 'is(be)', 'だ', "是" 등의 문장 구성요소를 통해 보어 구문을 형성한다.

반면, (b)문장은 영어의 경우를 제외한 다른 언어에서는 형용사 자체가 술어로 사용되고 있으므로 4개국어의 통일된 구문처리에 문제가 있음을 알 수 있다.

본 논문에서는 이와 같이 명사를 보어로 취하는 보어 구문과 형용사 술어문을 4개국어의 언어적인 특질에 관계없이 공통된 방법으로 처리하기 위해 '지식종류'라는 개념을 통하여 기존의 문형이나 구문 개념을 탈피한 지능형 캐릭터에 알맞는 새로운 개념의 문형을 만들어 적용한다.

즉, <표3>에서 보이는 바와 같이 통사적으로 차이가 있는 2개의 문장 (a)와 (b)에 대해 동일한 구조의 지식구조를 사용함으로써 질의 분석이나 응답 생성에서 통일성을 가질 뿐 아니라 다국어 기반의 장점을 충분히 살려 언어의 특질에 관계없이 지식을 구조화할 수 있다.

언어	주어	지식 종류	구체 속성	속성대상	술어정보
KOR	그	ATR	JOB	학생	PRESENT
	그녀	ATR	APR	예쁘다	PRESENT
ENG	He	ATR	JOB	a student	PRESENT
	She	ATR	APR	Pretty	PRESENT
JPN	彼	ATR	JOB	学生	PRESENT
	彼女	ATR	APR	きれい	PRESENT
CHN	他	ATR	JOB	学生	PRESENT
	她	ATR	APR	漂亮	PRESENT

<표3> 보어 구문과 형용사 술어 구문의 처리

자동사 구문과 타동사 구문은 단문 수준의 문형에서는 통사적으로 큰 차이를 보이지 않으므로 '지식종류'에 'VI(자동사로 구성된 동작 지식)'와 'VT(타동사로 구성된 동작 지식)'라는 문형 인식자를 사용하여 문형을 구분하고 있다.

한편, 문장을 구성하는 동사의 표제어는 '구체속성' 필드에 기본형의 형태로 입력하여 지식을 구성한다. 타동사의 목적어는 '속성대상'에 입력하고 자동사의 경우에는 공란으로 비워둔다. 자동사의 목적어가 되는 '전치사+명사' 형태의 어구는 2-2-1항에서 부사구 처리와 함께 다룬다.

2-1-3. 지식의 주체와 문장의 주어와의 상관 관계

본 논문에서는 ‘주체’와 ‘주어’라는 용어를 상이한 개념으로 사용하고 있다. ‘주체’는 해당 지식이 어떤 지능형 캐릭터의 것인가를 규명하는 것으로 ‘주어’ 필드에 ‘SELF’라는 인식자를 써주어야만 지능형 캐릭터 자신을 가르키게 되며 이 때 ‘SELF’는 실제 자연어 문장에서는 ‘I(나)’로 나타난다.

반면, ‘주어’는 해당 지식이 어떤 지능형 캐릭터 혹은 다른 캐릭터나 사용자(게이머)의 것인가에 관계없이 1개의 단위지식에 대해 자연어 문장을 구성할 때 문장에서 ‘주어’로 나타난다.

이는 또한 ‘주체’와 ‘객체’의 관계로 설명할 수도 있다. 주어가 ‘SELF’인 경우에 한해서만 해당 지식이 지식 ‘주체’의 지식이 되고, 주어가 ‘SELF’가 아닌 나머지 모든 경우(예를 들어, ‘Jane’이나 ‘The sword’)는 모두 지능형 캐릭터에 대해서 객체가 된다.

주어 (주체)	지식종류 (문형)	구체속성 (술어속성)	속성대상 (보/목)	술어정보 (시제/양상)
SELF	ATR	NAME	Jack	PRESENT
SELF	ATR	AGE	20	PRESENT
Tom	ATR	AGE	30	PRESENT

<표4> 지식의 주체와 문장의 주어의 예

<표4>의 경우, 위의 것은 지능형 캐릭터 자신의 이름이 ‘Jack’이라는 지식의 지식구조이며 가운데의 것은 지능형 캐릭터 자신(Jack)의 나이가 20살이라는 지식의 지식구조이며 아래의 것은 ‘Tom’의 나이가 30살이라는 지식의 지식구조이다. 즉, 아래의 것은 지능형 캐릭터(Jack)가 Tom이라는 또다른 캐릭터 혹은 사용자(게이머)의 나이가 30살이라는 지식을 알고 있음을 나타낸다.

따라서, 사용자(게이머)가 지능형 캐릭터(Jack)에게 “How old is Tom?”, “What is Tom’s age?”, “Do you know How old Tom is?”라고 묻는 경우에 <표4>의 구조화된 지식에 의해 지능형 캐릭터는 “Tom is 30 years old.” 혹은 “Tom’s age is 30.”이라는 응답을 생성한다.

2-2. 다국어어를 고려한 지식구조 설계

2-2-1. 부사구 구성

지능형 캐릭터를 위한 다국어 기반의 지식구조를 설계함에 있어서 고려해야 할 첫번째 요소는 부사구의 구성 형식에 관한 것으로 각각의 언어에서 나타나는 어구에 대해 어떤 것들을 부사구로 취급하여 지식을 구조화하는가에 관한 것이다.

본 연구에서는 <표1>에서 살펴본 바와 같이 문장의 주성분(주어, 서술어, 목적어, 보어)을 제외한 부가적인 요소들을 그 형태가 구이거나 절이거나에 관계없이 모두 부사구라는 통일된 개념으로 취급하여 지식을 구조화하였다.

<표5>는 “Jane이 Tom을 배신했으므로 Tom은 어제 공원에서 Jane을 권총으로 죽였다.”라는 문장을 구조화된 지식으로 만들기 위해 부사구에 해당되는 부분을 한국어, 영어, 일본어, 중국어 각각에 대해 그 기술 형태를 예시한 것이다.

언어	장소	시간	방법 (수단)	이유 (구/절)
KOR	공원에서	어제	권총으로	Jane이 Tom을 배신했으므로
ENG	in the park	yesterday	with a pistol	Because Jane betrayed Tom
JPN	公園で	昨日	拳銃で	Janeが Tomを裏切ったから
CHN	在公园	昨天	用手枪	因为 Jane 背心 Tom

<표5> 부사구 지식구조의 구성예

한편, 기술형태에 있어서 영어의 경우는 <표5>에서 보는 바와 같이 ‘in + 장소’ 형태로 전치사가 지 포함된 온전한 형태의 부사구가 기술되어야 하고, 한국어와 일본어의 경우 ‘장소 + 에서’ 혹은 ‘장소 + で’ 형태로 조사까지 포함된 온전한 형태의 부사구가 기술되어야 한다. 중국어도 마찬가지로 ‘在 + 장소’ 형태로 기술되어야 한다.

이러한 기술형태는 장소의 부사구에만 적용되는 것이 아니라 부사구 전반에 적용되는 것으로 시간, 방법, 이유, 기타 부사구에 예외없이 적용된다. 특

히 이유의 경우, 부사절의 형태로 기술될 때에는 부사절을 이끄는 접속사와 함께 '접속사 + 주어 + 동사'의 형태로 온전하게 기술되어야 한다.

반면, <표5>에서 보는 바와 같이 한국어의 '어제', 일본어의 '昨日', 영어의 'yesterday', 중국어의 '昨天'과 같이 조사나 전치사 없이 명사와 동일한 형태로 부사적으로 사용되는 어구의 경우에는 어구 자체로서 부사구의 기능을 할 수 있도록 한다.

### 2-2-2. 서술어의 시제와 양상

지능형 캐릭터를 위한 다국어 기반의 지식구조를 설계함에 있어서 고려해야 할 두번째 요소는 서술어의 시제와 양상에 관한 것이다. 이를 처리함에 있어서 한국어, 영어, 일본어, 중국어의 언어적 특질을 공통적으로 반영할 수 있는 통일화된 방법론을 사용한다.<sup>7)</sup>

<표6>에서는 시제 및 양상에 관련된 술어정보를 지능형 캐릭터의 지식구조에서 활용하는 다양한 예를 통해 다국어 각각의 언어적인 특질을 공통된 방법론으로 통일화시켜 구조화된 지식을 만드는지에 대해 설명한다.

주어	지식종류	구체속성	속성대상	술어정보
Tom	ATR	JOB	a student	NEGATIVE
Jane	VT	speak	Korean	ABLE
Jack	VI	sleep		WISH

<표6> 다양한 술어정보의 예

<표6>에서 위의 것은 'NEGATIVE'가 '부정'의 술어정보이므로 "Tom is not a student."라는 문장의 지식구조이고, 가운데의 것은 'ABLE'이 '가능'의 술어정보이므로 "Jane can speak Korean."이라는 문장의 지식구조이고, 아래 것은 'WISH'가 '희망'의 술어정보이므로 "Jack want to sleep."이라는 문장의 지식구조이다.

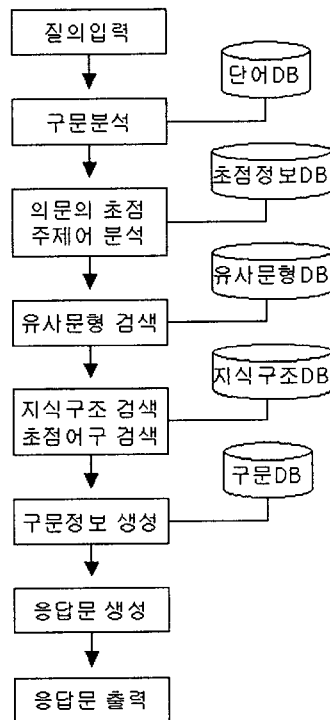
### 2-3. 전체 시스템 진행도

<그림1>에서는 다국어 기반의 질의응답시스템을 활용한 지능형 캐릭터의 전체 시스템 진행을

7) 본 논문에서 사용하는 서술어의 시제 및 양상 체계는 (주)두레소프트의 다국어번역시스템(DM TS)의 것을 따른다. (박홍원 외, 2001)

보다 알기 쉽게 설명하기 위해 사용자(게이머)의 질의 입력으로부터 지능형 캐릭터의 응답 생성까지의 과정을 그림을 통해 설명한다.

<그림1>에서 '의문의 초점'과 '주제어 분석', '유사문형 검색', '초점어구 검색' 등에 대한 방법론과 구체적인 처리과정 및 처리에는 종전 연구 "의문의 초점을 고려한 자연어 기반의 정보검색 시스템 (박홍원, 1997)"과 "의문문 질의 시스템을 위한 한국어 문장의 의미적 동일성 분석(박홍원, 1998)"에서 보인 바와 동일하다.



<그림1> 전체 시스템의 진행도

### 3. 결론

본 논문은 다국어 기반의 질의응답시스템을 활용한 지능형 캐릭터 시스템의 설계 및 구현에 관한 것으로 주로 지능형 캐릭터가 사용자의 질의를 이해하고 적절한 응답을 생성하기 위해 어떠한 방법으로 지식을 구조화하는지에 대해 살펴보았다.

특히 다국어 기반의 설계를 위해 한국어, 영어, 일본어, 중국어에서 나타나는 통사적 특질을 고려하여 시제와 양상은 물론이고 부사구 등에 대해서도 이들 각각을 하나의 통일된 방법론으로 처리할 수 있는 지식구조를 설계하고 그 예를 보였다.

지능형 캐릭터의 지식구조는 문장의 형식에 따라 그 형태가 달라질 수 있음을 설명하였고, 또한 지능형 캐릭터의 지식구조에서 지식의 주체와 문장의 주어가 다름을 보이고 이들이 주체와 객체의 관계에 있음을 설명하였다.

향후의 연구에서는 현재의 지식구조를 보다 확장시켜 더 많은 문장의 형태에 대응할 수 있는 지식구조를 설계하고 사용자의 질의에 응답하기 위한 지식구조뿐만 아니라 사용자의 문장에서 지식을 획득하여 응용할 수 있는 수준의 연구로 발전시켜야 할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- [1] 이경순, 김재호, 최기선, “한국어 질의응답시스템에서 개체인식에 기반한 대담추출”, 제12회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 2000.
- [2] 김수민, 백대호, 김상범, 임해창, “시소러스범주 정보를 이용한 질의응답시스템”, 제12회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 2000.
- [3] 이승우 외, “Lexico-Semantic Pattern을 이용한 오픈 도메인 질의응답시스템”, 제13회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 2001.
- [4] 왕지현, “구문정보를 이용한 개념기반의 한국어 대화체 분석기”, 충북대학교 석사학위논문, 1998.
- [5] 김영훈, “개념구조를 이용한 한국어 대화체 구문 분석”, 충북대학교 석사학위논문, 1997.
- [6] 강동혁, “질의 응답을 위한 대화 대행자 모델 구현”, 연세대 석사학위 논문, 1996.
- [7] 장두성, 오종훈, 최기선, “이벤트 탐색을 사용하는 일정영역 질의응답시스템”, 제13회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 2001.
- [8] 김정은, 최기선, “토픽-코멘트 구조에 기반한 한국어 표층 생성기”, 제13회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 2001.
- [9] 김경선, “자연어 대화 인터페이스를 이용한 지능형 서식 검색 시스템”, 서강대학교 석사학위논문, 1998.
- [10] 김명철, “자연스러운 표층문 생성을 위한 한국어 표현특성에 관한연구”, 과학기술원 석사학위논문, 1897.
- [11] 박홍원 외, “한영 기계번역 시스템을 위한 효율적인 한국어 용언 처리”, 제13회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 2001.
- [12] 박홍원, “의문의 초점을 고려한 자연어 기반의 정보검색 시스템”, 제9회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 1997.
- [13] 박홍원, “의문문 질의 시스템을 위한 한국어 문장의 의미적 동일성 분석”, 제10회 한글 및 한국어 정보처리 학회, 1999.