

인공 지능 기법을 이용한 워크스테이션 조작 지시용 S/W 개발에 관한 연구

○ 문 동 심\* 김 중 형\*\* 김 영 심\* 김 한 우\* 최 병 옥\*  
\*\* 금성 반도체 연구소, \* 한양 대학교

A Study on Guidance System for Work Station using AI Techniques

D. S. MOON\* J. H. KIM\*\* Y. S. KIM\* H. W. KIM\* B. U. CHOI\*

\*\* Goldstar Semiconductor Ltd., \* Hanyang University

ABSTRACT

This paper describes a User Guidance System that extracts Conceptual Structure from the input sentence by use of CD theory and performs Question Answering in Teletex Manual domain. It uses Frame typed knowledge base and Frame recognizer as Link procedure between CD structure and Frame controller.

1. 서론

최근 자연 언어 이해에 대한 연구가 상당한 진전을 이룩하여 여러 분야에서 그 연구 성과를 도입한 시스템의 개발이 시도되고 있다.

실제 기존의 소프트웨어 패키지(전문가 시스템, 데이터 베이스 등)에 자연 언어에 의한 User Interface의 개념을 도입하여 한층 User-friendly한 시스템의 구현을 시도하거나 또는 기계번역 등과 같은 자연 언어 자재를 대상으로 한 시스템의 구현도 괄목할 만한 성과를 거두고 있으며, 몇몇 분야에서는 상용화에 진입하여 상당한 주목을 받고 있다.

본 연구에서 대상으로 하고 있는 User-Guidance 시스템은 일반적 견지에서 보면 자연 언어 이해 시스템과 CAI(Computer Aided Instruction) 시스템의 종합적 구성의 한 응용 분야라고 볼 수 있으며, 자연 언어에 의한 User Interface의 설계와 Teletex라는 특정 시스템에서 사용자의 질문문에 대응하여 응답문을 출력할 수 있는 지식 베이스와 그 추론 기구의 구현이 요구된다.

2. 질문 분석기(Question Analyzer)

자연 언어 입력문을 분석하여 그 의미구조를 추출함으로써 질문의도를 파악하는 질문 분석기를 설계하기 위해서는 대상 자연 언어에 대한 특성을 파악하고, 적용 대상에 대한 명확한 분석과 적절한 처리 Mechanism의 도입이 요구된다.

본 장에서는 QA의 의미론적 배경이 되는 CD의 관점에서 본 한국어의 일반적인 특성 및 Teletex 사용에 관계한 정보 및 질문문의 명확한 개념화를 시도하고, QA의 설계에 도입된 제반 사항을 기술한 후, QA의 구성 및 처리 Mechanism에 대하여 기술한다.

(1) CD 관점에서 본 한국어의 특성

CD는 Schank가 제안한 자연 언어 이해를 위한 이론으로서 "두 문장의 의미가 같으면 언어에 독립으로 그것들의 개념 표현은 같아야 하며, Implicit한 문장의 어떠한 정보도 그 문장의 의미표현에서는 Explicit하게 되어야 한다."는 것을 기본 이론으로 하여 모든 자연 언어 문장을 하나의 사건(Event)으로 보고, 그 사건의 Formal Structure를 Actor, Action, Object, Direction으로 정의하여 문장의 의미 구조를 파악한다. 또한 자연 언어 문장의 동사를 의미에 따라 하위 범주화 시키는 Primitive Action을 정의하여 이것을 중심으로 Actor, Object, Direction slot에 해당하는 단어를 mapping함으로써 문장의 의미 구조를 표현한다. 즉 모든 문장은 문장내의 술어에 대한 각 Primitive를 중심으로 표현된다. 따라서 같은 의미를 가지면서도 다양한 표층 표현을 갖고, 또 조사를 중심으로 문장이 구성되어 각 Slot 결성이 용이한 한국어에 있어서 CD를 이용하여 의미구조를 표현하는 것은 많은 장점이 있다.

그러나 Schank가 정의한 Primitive를 그대로 사용하기에는 한국어 동사의 임의적인 하위 범주화에 난점이 있으며 또한 제한된 영역이라는 점을 고려할 때 기본적인 이론은 그대로 이용하되 Primitive를 적절히 정의하는 것이 시스템 효율은 물론 그 구현의 용이성도 있다.

(2) 기본 동사 분류 및 Primitive 정의

1절에서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 Teletex 시스템이라는 제한된 영역이라는 점을 이용하여, 시스템의 안에서 사용되는 문장을 조사하고, 사용되는 각 동사를 그림 2.1과 같은 적절한 primitive로 분류하였다. 특히 표층 표현은 다르나 개념이 같은 동사는 각 기본 동사의 동의어로 분류하여 하위 범주화 시킴으로써 사전 구성상 효율을 기하였다.

(3) Skip Property

자연 언어 문장에는 그 문장의 의미에는 직접 관계하지 않는 형태소들이 많이 포함되어 있다. 예를 들어 "~을 만들려면 어떻게 하는가?"라는 문장과 "~을 만들려면?"이라는 문장은 표층 표현은 다르지만 그 의미는 같다. 따라서 질문

문 처리에 있어서 "러면" 이라는 연결 어미가 있는 문장은 제한된 영역이라는 점을 감안할 때 그 다음에 오는 단어의 종류에 상관없이 문장의 뜻은 불변이므로 다음 단어의 처리를 생략(Skip)할 수 있는 것이다. 이때 생략할 수 있는 단어를 Skip Property를 갖는다고 하며 "~만들러"와 같이 생략을 유도하는 단어를 Skip-Expect-Property를 갖는다고 한다. 이때 Skip-Property를 갖는 단어는 그 처리를 Skip한다. 이와 같이 각 단어의 독립적 또는 종속적인 관계에 의한 Skip-Property를 check함으로써 의미 구조 추출의 효율성을 높일 수 있다.

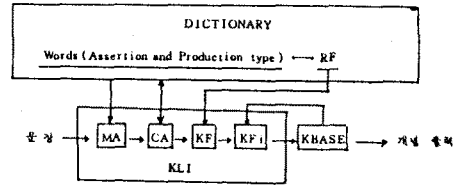
기본 동사	동 의 어	Primitive
우르다	사용하다, 이용하다	PROPEL
만들다	그리다, 갖다	MAKE
보따		MTRANS
인쇄하다	찍어내다, 찍다	PRINT
복사하다	찍어다	COPY
멈추다	그만두다, 중지하다, 중지하다	STOP
일하다	더하다	COMBINE
나누다	분리하다	DIVIDE
바꾸다	대치하다, 변화시키다, 교환하다	CHANGE
지우다	삭제하다, 없애다	DELETE
교정하다	수정하다, 정정하다	CORRECT
지정하다	지시하다, 나타내다, 표시하다	INDICATE
피우다		COVER
보존하다	저장하다, 기억시키다	SAVE
넣다	입력하다	INSERT
놓다	두다, 위치시키다	SET
되다		DO
찾다		FIND
맞추다	조정하다	FIX
놓기다	놓적이다, 이동시키다	MOVE
동작하다	작동하다	OPERATE
취소하다		CANCEL

그림 2.1 기본 동사 분류 및 Primitive 정의

(4) QA의 구성 및 동작

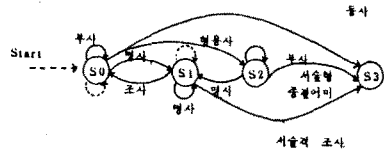
QA는 형태소 분석기(Morphological Analyzer)와 한국어 PARSER인 개념 분석기(Conceptual Analyzer) 및 사전으로 구성(그림 2.2)되어 있다. 형태소 분석은 최장 일치법을 기본으로 구성하였으며, CA는 State Transition Network(그림 2.3)와 Skip-Expect-Processing Mechanism을 사용한 Deterministic PARSER이다.

CA의 기본적인 Control Mechanism은 주로 단어의 위치와 동사 정보를 사용하는 State Transition Network(STN)부와, 위치와 의미 정보를 주로 사용하는 Skip-Expect processing(SEP)부로 나누어 수행하며, 각부의 동작은 STN이 주로 Main Control Routine, SEP는 주로 사전에 구성된 Assertion과 Production Type의 단어 정의에 의해 수행된다. 또한 CA는 입력문을 처리하는데 있어서 복문 형태중 원인과 결과를 나타내는 문장과 동작의 다음 상태를 나타내는 문장은 종속형 및 나열형 연결 어미를 기점으로 두 문장으로 나누어 각각 독립적으로 Processing하고 그것의 의미 자질을 Reasoning Flag에 set시킨다. 즉 RF는 동사의 어간에 의한 그 동사의 원형 혹은 변화형을 결정하거나, 동사의 어미 변화에 의한 문장과 문장을 연결하는 어미의 종류를 결정할 때 사용되며 Parsing의 마지막 단계인 Formation 단계에서 Reasoning Flags를 참조한 Exact Reasoning을 행하여 입력 문장의 최종적인 개념 구조를 추출한다.



MA: Morphological Analyzer, CA: Conceptual Analyzer  
 CF: Knowledge Formation, KFI: Knowledge Filter,  
 RF: Reasoning Flags

그림 2.2 QA의 구성



S0: 조사 상태, S1: 명사 상태, S2: 명동사 상태  
 S3: 마침 상태, Dotted Line: Skip 상태

그림 2.3 CA의 Basic State Transition Network

한편 CA는 CD Frame의 각 slot을 결정하기 위해 입력 표준문에 나타난 조사에 따른 명사구를 사용한다. 예를 들어 입력 표준문이 "무슨 기능 화면에서 서넝음 키를 누른다." 일 경우, "에서" 라는 조사로 이끌어지는 명사구는 "무슨 기능 화면"이 되며, "를"이라는 조사로 이끌어지는 명사구는 "서넝음 키"가 되고, 마지막 단어인 "누른다"라는 동사를 중심으로 앞에서 처리한 조사에 따른 명사구를 각각 해당 slot에 Mapping 함으로써 문장의 의미를 표현한다. 즉 "누른다"의 Primitive인 "PROPEL"을 중심으로 OBJECT slot에는 "를"로 이끌어지는 명사구 "서넝음 키"가 CURRENT STATE slot에는 "에서"로 이끌어지는 "무슨 기능 화면"이 각각 할당된다. 물론 일반적인 영역에서는 조사의 의미 역할에 대한 ambiguity가 있으나 제한된 영역에서는 조사와 동사의 관계 파악을 통하여 해결할 수 있다.

아래 그림 2.4에 실행 예를 보인다.

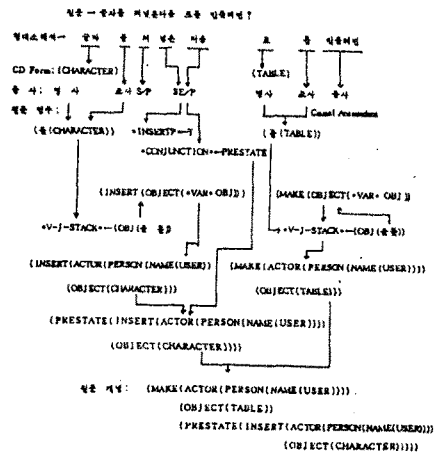


그림 2.4 실행 예

3. 지식 베이스 구성과 CONTROL

본 장에서는 Frame type으로 구성된 지식 베이스의 구성과 의미 구조와 지식 베이스를 연계시킴으로써 응답문을 출력하는 CD Recognizer에 대하여 기술한다.

(1) Frame에 의한 지식 베이스의 구성

Frame은 임의의 Tree-type situation을 표현하는 데이터 구조로서 Frame 자체를 구동할 수 있는 지식 즉 procedure를 스스로 포함하고 있으며, 또한 계층 구조를 갖는 지식을 표현할 수 있다는 점에 그 개념적 특징을 갖는다.

Frame에 의한 지식 표현 시스템은 일반적으로 그림 3.1과 같은 개략적인 구조를 갖는다. Frame의 일반적인 구조와 본 시스템에서 구성하고 있는 Teletex에 대한 지식 베이스의 일례를 그림 3.2의 (a) (b)에 각각 보인다. Frame 상에서 Teletex에 대한 지식 베이스의 구성은 "무슨 기능을 하니까?" 라는 state를 Top Level로 설정하고 여기에서 출발하는 모든 state를 하위 구조로 체계화시켜 계층적인 NET를 구성한다.

또한 Frame과 CD Recognizer 사이의 연계도 Frame자체 내에서 수행하도록 하기위해 CD Primitive의 Action 부분을 각 Frame의 NAME Level로 한 Action Frame을 구성한다. Action Frame의 하위 slot에는 대응되는 Primitive에 적절한 object의 집합과 State의 sequence를 기술한다.

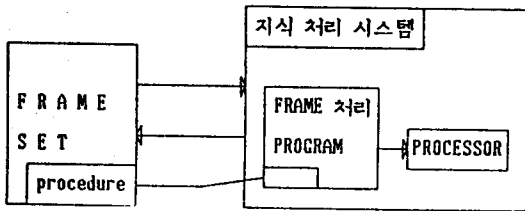


그림 3.1 Frame을 이용한 지식 처리 시스템

```

(Frame Name (Slot 1 (Facet 1 (Value 1)
                    (value 2)
                    :
                    ))
 (Facet 2 (value 1)
          :
          :
          )))
(Slot 2 (Facet 1 (value 1)
                :
                :
                :
                )))
    
```

그림 3.2 (a) Frame 데이터 구조

```

(PRINT (AKO (VALUE (CARRIER)))
 (OBJECT
 (VALUE ((DOCUMENT CONTENT SENTENCE CHARACTER LINE
          CIRCLE NAME))))
 (SUB (SEQUENCE
      ((NORMAL KAA) (DOUBLE KAB) (CENCH KAD)
       (CENTIC KAE) (ONLY KAC) (COMMON KAF)
       (NARROW KAG) (WIDE KAH))))))
(SEED (AKO (VALUE (CARRIER)))
 (DOCUMENTATION
 (IFNEEDED (TEST17))
 (SEQUENCE ((AAD BJB BJC BJD BJE BHF))))))
    
```

```

(CARRIER (AKO (VALUE (TELETEXT)))
 (INSERT (IFTESTED (TEST1))
 (SEQUENCE ((BHW BAI BBJ BJB)))
 (PRINT (IFTESTED (TEST2))
 (SEQUENCE ((BHC BEN BJB BHC BJB OPT))
           ((BHC BEN BJB BHC BJB OPT))
           ((BHC BEN BJB BHI))))
 (DEFAULT ((III))))
    
```

그림 3.2 (b) Teletex Frame

(2) CD Recognizer의 구성

2장에서 출력된 CD 의미 표현은 직접 Frame이 갖는 지식을 이용한 추론을 수행하여 입력문에 대응하는 응답문을 출력할 수 있다. 그러므로 CD 표현에서 지식 베이스를 구동할 수 있는 정보를 추출할 수 있는 Procedure를 필요로 하게 된다.

3.1에서 언급한 바와 같이 Frame 지식 베이스 상에는 각각의 CD Primitive에 대응하는 Frame과 Object slot이 구성되어 있으므로 CD Recognizer의 주된 역할은 Frame을 구동하기 위하여 CD 의미 표현에서 Action, Object, Mod, Size 등의 slot 정보만을 도출하여 Control slot에 재배열하고, 잔여의 정보는 폐기하는 동작을 수행하는 것이다.

아래에 그림 3.3에 CD Recognizer의 개략적인 처리 Routine을 보인다.

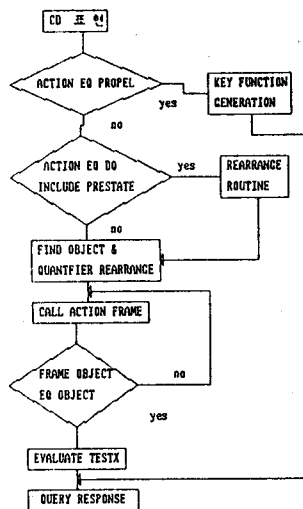


그림 3.3 CD Recognizer의 개요

예를 들어 (ACTOR (PERSON (NAME (USER)))) 와 같은 ACTOR의 CD 표현은 사용자 자신이나 COMPUTER 자체로 할당되기 때문에 무 의미하다. 재구성된 정보의 각 slot은 지식 베이스와 직접 연계되어 있기 때문에 Frame Evaluation Function의 Argument로 할당되어 Frame내의 정보를 추출하게 된다.

Frame 정보의 직접 추출은 Frame 지식 베이스 내의 IN-TESTED slot의 textx function이 수행한다. Testx function은 Top level의 각 하위 구조와 AKO Link로 연결되어 있으며, 하위 구조에서 Object slot을 evaluate하는 방식으로 지식 베이스의 정보를 추출한다. 이때 각 CD Primitive에 내재된 Implicit한 의미 정보는 (예를 들어 "지우다"라는 Action에서 Object가 서류일 때와 도형일 때의 하위 Proc-

edure는 상이하게 된다.) 대응 slot에 할당된 INTERESTED demon의 textx function에서 수행하며, 또한 textx function은 질문문에서 ambiguity를 갖는 의미 표현이 도출되면 User Interface에 의해서 보완하여 처리를 진행하는 Routine을 포함하고 있다.

한편 문 생성은 Frame Control에 의해서 출력된 State의 Chain(해당 slot의 sequence Value이다)에 의해서 행한다. 각 slot에 대응하는 Code에는 기본적인 문형이 Set되어 있으며, 최종 출력은 각 Code에 대응하는 기본 문형을 and로 조합한 다음 각 Code의 연결 어미만을 변형하여 출력을 얻는다 즉 다음과 같이 (Code-하고, Code~하며, Code~한다.) 출력에서 하고, 하며, 한다와 같은 연결 어미들을 생성 부과 함으로써 기본적인 출력을 얻는다.

4. 실험 및 고찰

가이언스 시스템의 재 과정은 IBM-PC/AT 상에서 IQ-LISP를 이용하여 기술하였다.

전체 시스템은 CD Interpreter와 형태소 분석에서 사용되는 한국어 사전 약 4000 line을 포함하여 약 6500 line 정도의 규모이다.

실제 Implement 과정에서는 가이언스 시스템의 적용 대상을 Teletex manual 문으로 한정하였기 때문에 일반적인 적용 영역에서 발견되는 난점들은 쉽게 극복할 수 있었으며, 또한 원래의 CD Primitive를 적절하게 변형하여 정의함으로써 출력 응답 시간과 CD Recognizer의 구성에 효율성을 제고할 수 있었다.

전체의 시스템은 워크스테이션(본 연구에서는 Teletex라 상징)의 상태 파악을 전채로 구성하였기 때문에 현재의 Teletex 상태로 부터 전채된 질문에 대하여 그 이후의 응답만을 출력하지 못하고 연계된 Procedure 전채를 응답문으로써 생성한다는 단점이 있다. 그러나 Teletex의 상태가 항상 본 시스템에 전달된다면 약간의 부가 Procedure를 추가함으로써 적절한 출력을 기대할 수 있다고 생각된다.

또한 현재의 시스템은 아직 입력문의 질문 유형에 대한 처리 Procedure의 미비와 Teletex에 대한 지식 베이스의 미비를 보완하기 위한 test 작업을 진행하고 있으며, 정상적인 질문문에 대하여는 90% 이상의 응답율을 보이고 있으나, 상용화에 접근하기 위해서는 아직도 많은 test와 보완 작업이 요구된다고 볼 수 있다.

이하여 한국어 입력문에 대한 CD 의미 표현과 그 응답문 출력을 몇 개의 예에 의거하여 보인다.

\*\*\*\* 실험 예 \*\*\*\*

-(KOREAN)

-Input = 그림을 옮기려면 ?

\*\* 형태소 출력 \*\*

그림 을 옮기려면

\*\* CD 출력 \*\*

(MOVE (ACTOR (PERSON (NAME (USER))))

(OBJECT (TYPE (FIGURE))))

그림이란 단어가 처리 과정에서 애매함을 야기하고 있습니다. 정확한 표현으로 바꾸어 기술하여 주십시오.

(예: 선 직선 원)

정확한 표현을 입력하십시오 = 직선

\*\* 응답 문 출력 \*\*

온곡 확인 키를 누르고 # 4 번 도형 옮김을 선택한 다음 # 1 번 직선을 선택한다 # 그리고 # 키를 이용하여 원하는 도형의 양갈을 지정한다 옮길 위치를 지정하고 # 실행 키를 누른다 #

-Input = 원하는 글자를 찾으려면 ?

\*\* 형태소 출력 \*\*

원 하는 글자 를 찾으려면

\*\* CD 출력 \*\*

(FIND (OBJECT (CHARACTER (TYPE (WANTED))))))

\*\* 응답 문 출력 \*\*

찾음 키를 누르고 # 실행 키를 누른다음 # 하단에 찾는 글자를 입력한다 #

5. 결 론

본 연구에서는 인공 지능 기법을 이용한 워크스테이션 조작 지시용 소프트웨어 웨어 개발의 일환으로 Teletex 시스템에 대한 User-Guidance 시스템을 설계하였다.

본 연구에서 제안한 시스템은 기존의 Primitive를 적용 대상에 따른 효율적인 새로운 Primitive로 정의하여 얻은 처리과정의 효율성의 제고와 이를 이용하여 지식 베이스를 구동함으로써 한국어에 의한 User Interface와 전문가 시스템의 종합적 구성을 하였는데 의의가 있다고 본다.

또한 본 시스템은 지식 베이스의 사전의 보완만 이루어진다면 현재 거의 Real time에 접근한 Response time 출력을 얻고 있으므로 실제적인 이용도 가능하다고 할 수 있다. 앞으로의 연구에서는 CD Interpreter에 요구되는 사전의 효과적인 구성과 시스템의 일반적인 적용을 위한 한국어의 시제, 양상 그리고 부정, 활용등에 관한 연구, 그리고 이에 의거한 지식 표현기법에 대한 연구가 계속되어야 한다고 생각된다.

본 연구는 한국 전자통신 연구소의 지원에 의하여 수행되었음을 부기한다.

참고 자료

- Behrou D.C Kaplan R. M., Norman D. A., Thompson H., and Winograd T. "Frame-Driven System" Artificial Intelligence Vol 8, pp155-173, 1977
- Winograd T., "Understanding Natural Language" Academic Press, 1971
- Philip Elahr, Larry Travis, Charles Kellogg "A Deductive System For Natural-Language Question Answering" Natural Language Question Answering systems, pp73-16, 1980
- 안병순, 김영성, 김한우, 최병욱 "Knowledge-based system 개발을 위한 지식 표현 기구의 설계" 전자공학회 차세대융합기술대회 논문집 Vol 8 No 1, pp798-811, 1985
- 조태경, 김영성, 김한우, 최병욱 "전문가 시스템 구축을 위한 추론기구의 시작" 전자공학회 차세대융합기술대회 논문집 Vol 8 No 1, pp 292-294 1985
- Schank, R. C. and Abelson, R.P., "Scripts, Plans, Goals and Understanding" LEA, 1977.
- Schank, R. C. and Riesbeck, C. K. "Inside Computer Understanding" LEA 1977.
- Bobrow, D. G. and Winograd T. "An Overview of KRL : a Knowledge Representation Language", Cognitive Science, 1, 1977, 3-46.