

기계번역의 역사와 현안 문제점

이 창 인

(배 재 대)

This paper surveys the history of machine translation(MT) from the 50's to the present, and describes the stages (Analysis, Transfer and Generation) and strategies of MT(Transfer and Interlingua Method). The paper also examines the present systems employing semantic approaches and directs the DCS(Dynamic Comprehension System) toward Hierarchical Generalization and Cross- classification for the representation of nouns.

1. 기계번역의 역사

기계번역이란 서로 다른 자연언어 사이의 번역에 기계를 이용하려는 시도으로써, 컴퓨터를 이용한 기계번역은 1946년 Warren Weaver와 Donald Booth 사이의 토론에서 그 역사가 시작되었다. 단어 빈도 측정의 기술이 기계번역에도 이용될 수 있으리라는 토론에서 시작된 기계번역은 1950년대부터 논의되기 시작하여 현재까지 이르고 있다. 본 논문에서는 '50-'90년대까지의 기계번역 발달 과정을 4단계로 분류해 보기로 한다.(Cf. J. Slocum(1985), Hutchins(1986), Nirenberg((1987), etc.)

1.1 1950년대의 번역

1950년대는 기계번역의 '발아기'라고 할 수 있다. 1957년 10월 4일 소련의 인공위성(Sputnik) 발사가 동기가 되어 시작된 미국의 기계번역은, 소련의 정치, 군사적 서류 번역에 중점을 두었다. 미국 최초의 기계번역 연구는 MIT에서 1951년 Yehoshua Bar-Hillel(수학자)에 의해 창간되었다. V. Yngve를 중심으로한 MIT MT연구는 실제성보다는 MT의 근본적 문제 해결에 중점을 두었는데, 1955년 Noam Chomsky가 MIT연구실에 가담하여 Yngve와 더불어 어휘 중심이 아닌 "통사적 분석"(통사적 분석에 이용된 방법과 프로그램에 관해서 W. J. Hutchins ((1986:87-92)참고)의 중요성을 강조하였다. 한편 1952년에 시작된 GAT(George Town Automatic Translation)는 소련어로 된 물리학 관련 문서를 영어로 번역하였다. 인간에 비해 번역의 질이 매우 떨어졌으나 문서를 빠른 시간 내에 대충 살펴 볼 수 있어 MIT발전에 큰 희망을 안겨 주었다. GAT는 언어학 이론을 전혀 사용하지 않았으며, 단지 단어와 단어 사이의 1:1 대응 관계처리와 약간의 숙어를 번역하는 수준이었다.

1.2 1960년대의 번역

'60년 대 초반에 희망적이었던 기계번역은 1966년에 보고된 ALPAC(Automatic Language Processing Advisory Committee)보고에 의해 후반에는 영국, 일본, 소련 전지역에 걸쳐 열기가 식어 갔다. ALPAC 보고서에 따르면, 기계번역은 아무런 성과를 거두지 못했고, 미래의 전망에 대한 아무런 보장도 없었다. 그 당시 MT의 가장 큰 후원자 중의 하나인 Pankowicz(Rome Air Development Center)도 기계번역은 의미 보존이 안될 뿐더러 아무 쓸모 없는 것이라고 혹평했다. 그러나 이 시기의 CETA(Centre D'etude Pour la Traduction Automatique)나 TAUM(Tranduction Automatique de Universite de Montreal) (Cf. A. Barr & E. Feigenbam 1981)은 성공적인 기계번역의 결과라고 할 수 있다. 1961년 러시아어를 프랑스로 번역하는 목적에서 시작된 CETA(Centre D'etude Pour la Traduction Automatique)는 GAT와는 다르게 언어학 이론에서 출발했다는 점에서 바람직한 시도였다고 볼 수 있다. 문장의 구조 분석을 통한 번역을 시도했으며, 언어의 독립적 표현을 추구해 Interlingua방식을 시도했고, 사전 구축은 변환 방식을 취했다. CETA는 IBM의 어셈블리어로 구현되었으나 1971년 하드웨어의 교환으로 더 이상 사용할 수 없게 되었다. 가장 성공적인 기계번역 시스템의 하나로 인정받는 TAUM은 영어를 불어로 번역하는 시스템으로써 일기예보를 번역하는 것이다. 순수한 변환 방식을 이용하였으며, 이 방식은 정형화 된 문장 구조와 제한된 어휘를 사용하는 일기예보의 번역을 위해서는 매우 적합한 것이었다.

1.3 1970년대의 번역

'60년대 후반부터 기계번역의 후원이 삭감되어 '70년대의 기계번역은 매우 활발하지 못했지만, 최초의 상품화된 기계번역시스템이 탄생된 시기였다. SYSTRAN은 영어-불어, 불어-영어, 불어-독어, 영어-독어등 다중 번역(Multilingual)이 가능한 시스템으로 유럽 연합에 판매되어 상업적으로는 성공한 시스템 중의 하나이다. 이 시스템은 시스템 확장이 가능하여 앞으로도 더 많은 언어의 처리가 예상된다. 이시기의 또 다른 성공적 시스템으로 TAUM의 후속인 METAO(혹은 TAUM-METAO)를 들 수 있다. TAUM과 마찬가지로 영어로 쓰여진 일기를 불어로 번역하는 변환 방식 시스템으로서, 5-10% 정도는 후처리(Post-editing)에 의존하고 있다.

이외 Wayne State University, Detroit의 러시아어-영어 번역은 어휘론적, 통사론적 모호성에 대해 연구 노력했으나 출력 결과는 성공적이라 할 수 없었다. 따라서 이 시스템은 1950년대에 열망하던 고질 자동번역(FAHQT: Fully Automatic High Quality Translation)보다는 기계를 보조로한 번역(Computer-aided Translation)에 중점을 두고 인간과 기계의 상호 협동에 의한 시스템을 구상했다.

1.4 1980년대의 번역

컴퓨터의 눈부신 기술혁신과 정보의 필요성에 의해 1980년대는 기계번역에 대한 후원이 다시 부활 되는 시기가 될 수 있겠다. '80년대는 언어학에서도 전산언어학 분야가 활성화되었으며, 기계 구현을 염두에 둔 형식 문법이론(ex. GPSG, LFG, FUG, HPSG, etc.)등이 등장하게

되었다.

1982년 텍사스 대학에서 개발된 METAL은 언어학적 기반 하에서 GPSG문법에 기반을 둔 독어-영어 양방향 기계번역이다. 이 시스템은 문장 분석과 변환이 완전히 분리되어 있어 다중 번역이 가능하다(Cf. Lee 1988). 이 분리는 독일어-중국어, 독일어-스페인어를 통해 실험되었다. 이 시기의 또 다른 대표적 시스템으로 EUROTRA를 들 수 있다. EUROTRA는 유럽 공동체의 지원으로 9개 언어를 상호번역이 가능한 시스템을 개발하려는 목적에서 시도되었다. EUROTRA의 언어학적 분석은 Halliday의 기능 문법을 기반으로 하며, 의존나무구조(Dependency Tree)에 자질(Feature)과 자질값(Value)의 쌍을 추가하는 방법을 사용하고 있다. EUROTRA의 1단계 연구가 끝났으나 아직 개발된 시스템이 사용되고 있다는 보고는 없다.

유럽, 미국 등지 외에 아시아에서의 기계번역은 일본에서 가장 활발히 이루어지고 있다. 1964년 교토 대학의 Nagao교수에 의해 시작된 일본의 기계번역은 후지쯔, 히타치, 토시바와 NEC등 기업체 중심으로 진행되어 오면서 '80년대에 이르러서 5,000개의 기계번역 시스템이 판매되었다. 일본의 기계번역은 영-일과 일-영을 중심으로 개발되어 SYSTRAN이나 EUROTRA에서 사용된 기술 보다 고도의 기술을 사용하고 있다. 이는 두 언어의 차이가 현저하기 때문이다. 더구나, 일본에서는 기계번역 시스템 연구를 위한 연합체(JEIDA)를 만들어서, 이 기관을 중심으로 기계번역 연구를 효율적으로 수행하려 노력하고 있다.

1.5 1990년대의 번역

'90년대의 기계번역은, 언어학적 이론에 근거를 두고 변환 방식으로 시도되었던 시스템 구축(e.g. SYSTRAN, METAL, EUROTRA)보다는 지식기반 기계번역(Carnegie Mellon Univ.), 사례기반 기계번역(일본, KAIST), 말뭉치 기반 기계번역, 통계기반 기계번역등 실제 효율성이나 결과를 염두에 둔 시스템 구축에 노력하고 있다.

2. 기계번역의 단계

일반적으로 기계번역의 단계는 크게 세단계¹⁾로 구분될 수 있다.--분석(Analysis or Parsing), 전이(Transfer), 생성(Generation or Synthesis).

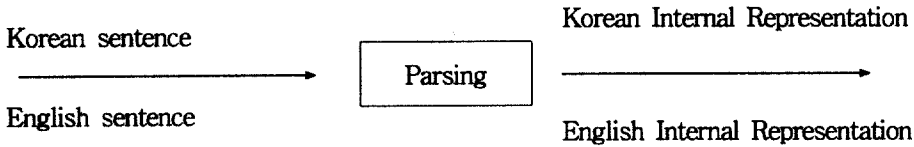
2.1 분석 단계

자연언어 처리 과정에서 흔히 '파싱'이라고 불리는 단계로써, 자연언어처리 과정중 가장 많은 연구가 이루어진 분야라고 할 수 있다. 입력 문장에 대한 어휘적, 통사적, 의미적 분석을 하여,

1) 시스템에 따라 두단계로 축약 혹은 네 단계로 연장처리 할 수 있다.

LRC(Linguistic Research Center)에서 행해지는 영어-독일어간의 기계번역의 그 절차는 네 단계로 분류하고 있다. 분석, 통합(Integration), 전이, 생성으로 나뉘며, 통합 단계에서는 대명사(Anaphora phenomenon)에 관한 처리가 이루어지고 있다. 기계번역 방법중 Interlingua방법을 채택하면 전이 단계 없이 직접 생성 단계로 넘어가 분석단계가 두 단계로 축약될 수도 있다.

그 결과로써 다음 단계인 전이 단계의 입력이 될 수 있는 내부적 묘사(Internal representation)를 출력시키는 과정이다. 다음의 도표-1은 DCS²⁾의 분석과정을 보여준다.

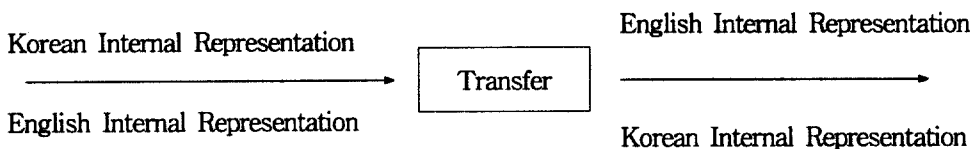


도 표 - 1

DCS의 분석단계(Lee 1988)는 '성층문법'을 기반으로 하여 통사적, 의미적 분석 과정이 별개의 단위(Module)형태로 이루어져 있다. 이는 LFG(Winograd 1985:334-338, Sells, 1985:Chap4)나 FUG(Shieber 1986, Kay 1984)를 이용하는 시스템과 동일한 형태인 것이다. DCS의 분석 출력은 의미 정보(e.g. P1³⁾, P2, Process, Time, Aspect, etc.)외에도 논제(Given/New)에 관한 정보도 포함하고 있다.

2.2 전이 단계

분석단계에서 넘어온 각 문장의 내부묘사는 전이단계의 입력으로 연결된다. 이 모듈은 크게 두 가지 성분으로 구성된다.-- 어휘전이와 통사전이, 통사전이에서는, 어떤 특정 어휘에 관계된 것이 아닌, 양 언어간의 언어 구조 차이를 다루는 양상이다. 예를 들면 입력언어의 명사가 출력언어에서는 동사가 되며,(그 역도 가능), 그의 다양한 구조 변환에 대한 기반을 검토해 보는 것이다. 어휘전이에는 과거에 시행되었던 1:1 대응 관계의 번역이 아닌, 의미의 모호성이나 은유 표현을 염두에 둔 어휘 번역이 이루어져야 한다.(Cf. Lee(1994)). 전이 단계에서의 적절한 어휘 선택과 구조 변환이 성공적인 기계번역을 기대할 수 있게 하며, 다음 단계인 생성단계의 과정을 단순화 시켜줄 수 있다.



도 표 - 2

2) DCS(Dynamic Comprehension System)은 필자가 성층문법을 사용하여 구축한 이해과정의 시스템으로써, 언어지식과 컴퓨터 처리 과정이 완전히 분리되어 있다. 이 분리시도는 영어와 한국어 데이터를 통해 시험되었다.

3) P1 : Participant 1
P2 : Participant 2

2.3 생성단계

구조변환, 의미의 모호성, 은유적 표현 등의 처리가 끝난 후에 넘어온 목표언어의 내부적 구조를 바탕으로 하여, 목표언어의 통사나무구조를 출력시켜 여기에 목표언어에 해당되는 조사나 전치사 등을 처리하여 출력시키는 과정을 생성단계라 일컫는다. 현재 기계번역 과정중 이 단계의 연구가 가장 미비한 상태로 남아 있다.



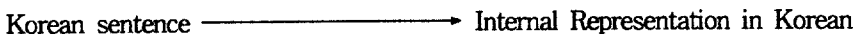
도 표 - 3

3. 기계번역의 접근 방법

일반적으로 세 가지 접근 방법이 지난 40년간의 기계번역 시스템에 주로 이용되었다.-- 직접, 전이, 대표어 선정 방법, 이중 직접 방법은 역사적으로 가장 최초로 이용된 방법으로써, 의미분석 없이 1:1 대응 관계식의 어휘적, 통사적 번역만 생성해 내므로 근래의 시스템에는 전혀 사용되고 있지 않다. 초기의 George Town System이 이 방법을 선택하여 실효를 거두지 못한 채, 후에 CETA로 바뀌게 된다.(Cf.1장) 그러므로 본 논문에서는 최근 시스템에서 널리 사용되고 있는 다른 두 방법만 언급해 보기로 하겠다.

3.1 전이방법

기계번역에 있어서의 첫 단계는 입력언어의 분석인데, 이 분석 결과를 어떤 형태로 나타내는가에 따라 전이방법과 대표어 선정방법의 차이점을 나타낼 수 있다. 전이방법은 어떤 입력언어에 대한 내부적 묘사를 그 입력언어로 나타낸다. 다시 말하면, 특정 언어에 의존한 내부적 묘사를 나타내는 것이다('Language Dependent Representation'). 도표-4가 이 방법을 잘 나타내 준다.



도 표 - 4

이 방법은 각자의 언어는 인간의 개념구조를 다르게 형성한다(Cf. Whorf-Sapir Hypothesis)는 이론에 바탕을 둔 것이다. 이 방법을 이용한 시스템으로는 CETA, SUSY, LRC, EUROTRA, ASCOF, ENGSPAN, TAUM-METEO 등이 있다.

3.2 대표어 선정방법

대표어 선정방법은 전이 방법과는 달리 입력언어의 내부적 묘사를 어떤 특정언어에 의존하지 않고, 그 시스템에서 채택된 대표언어('Pivot language')로 나타내 준다. 이 채택언어는 시스템에 따라 다양해질 수 있다.(e.g. 에스페란토어, 영어, 독일어, etc.) 다시 말해, 입력언어의 종류에 관계없이 입력언어의 내부적 묘사는 시스템에서 채택된 특정언어로 구현되는 것이다.('language independent representation'). 도표-5가 이 방법을 잘 나타내 주고 있다.



도 표 - 5

이 방법을 사용한 시스템으로는 DLT(Witkan 1983, Allen Tucker 1986), TRANSLATOR (Nirenberg, et al 1985, 1986, 1987), CMU 등이 있다.

3.3 전이 방법과 DCS

DCS는 대표어 선정방법이 다음의 문제점이 생겨나므로 전이방법을 선택하여 기계번역에 접근하였다.

- 1) 대표어 선정방법은 현재 실현 불가능하다고 생각되는 화자간의 '완전이해'(a perfect understanding)를 추구하지만, 어느 누구도 똑같은 형태의 정보지식을 지닐 수 없기 때문에 완전 이해는 불가능한 일이다.(Cf. Grenoble 대학의 CETA그룹에 의한 반론 참고, Slocum (1985:85-110)).
- 2) 시스템에서 채택된 언어(pivot language)로 나타내지기 위해 입력언어의 언어정보에만 해당되는 상당의 정보 손실이 우려된다. 예를 들면, 화자의 태도나 담화에 관계되는 정보(한국어의 호칭어, 영어의 Given/New정보)등이다.
- 3) 대표어 묘사를 위해서는, 문장의 구조 번역 과정에서 입력언어에서 생략된 많은 정보들이 복구되어야 한다.(e.g. ellipsis.)

이러한 문제점들에도 불구하고 몇몇 시스템들(e.g. DLT, TRANSLATOR, CMU, etc.)은 왜 대표어 선정 방법을 선호하는가? 대표어 선정 방법에서는 전이 과정의 단계가 필요 없이 분석 단계에서 직접 생성 단계로 연결될 수 있지만, 전이 방법에서는 입력언어의 내부적 묘사를 출력언어의 내부적 묘사로 전이시키는 과정이 필요하다.

다중언어 번역기에서는 전이과정의 필요성이 상당수의 전이묘들을 요구하기 때문에 복잡성을 야기시킬 수도 있다. 예를 들어 n 개의 입력언어와 m 개의 출력언어를 시도하는 쌍방번역기에서는 각각 n 개의 분석기, m 개의 생성기 이외에도 ' $m \times n$ ' 개의 전이기가 따로 요구되어진다.

DCS는 이러한 복잡성에도 불구하고 위에 열거된 대표어 선정 방법의 문제점으로 인해 전이 방법을 채택하였다.

4. 기계 번역의 현안 문제점

기계번역의 여러 현안 문제점(e.g. 속어처리, 은유적 표현처리, 다의성, 어휘문제, 문장구조처리 문제 등)중, 가장 큰 문제는 아마도 의미 분석 문제일 것이다. 기계번역의 초창기 프로그램들은 주로 통사구조를 따르는 규칙에만 국한되고 주로 다중언어 번역이 아닌 단지 두 언어 사이의 번역만 주로 시도되었다(Tennant, 1981). 그 영역의 한계선이 모호하여 연구 영역이 광범위하기 때문인지 어떤 언어를 다루는 시스템에서도, 의미분야의 처리가 이론적 근거에 바탕을 두고 이루어지지 못했다.

우리가 알고 있는 지식들을 어떤 방법을 통해 구현시킬 것인가하는 것이 우리의 당면과제인데, 이 과제를 처리하기 위해 여러 방법들이 시도되어 왔다. Winograd (1972)는 우리의 지식을 구체적인 형체(Physical object)화 시켜 의미망(Semantic nets)을 통해 구현화시키려 노력했다. Winograd는 ATN분석을 바탕으로한 SHRDLU에서 블록세계에 관한 정보를 의미망으로 표현하는데, 이 의미망에서 각 노드(node)는 실제행동(action), ideas 혹은 구체화된 형체(Physical objects: SHRDLU의 경우)를 나타내며, 아크(Arc or Link)는 각 노드간의 관계를 나타내 준다. 각 아크는 'SUPPORTED-BY' 혹은 'IS-A' 'CAN-NOT-BE-A'등의 이름을 가지고 각 노드가 서로 어떤 관계로 연결되어지는 지를 나타내 준다.

그러나, 이 의미망은 블록세계에 관한 정보를 바탕으로한 명령을 이해할 뿐 폭 넓은 정보를 다룰 수 있는 의미망 구현이 어렵고 시제 문제에 관련된 지식 구현이 어려웠다. 이러한 단점을 위해 G. Hendrix(1979)가 '망의 부분화'(Partitioning of a network)를 이루어 망의 계층구조 현상(Hierarchical Partitioning)을 시도하였으나 그 효과는 그리 크지 못했다.

의미망 확장의 다른 일환으로 Minsky(1975)의 프레임(Frames) 구축이 시도되었다. 프레임이란 단편적인 지식들을 논리적으로 일관성있게 하나의 블록으로 조직화시키는 장치로써 의미망보다는 풍부한 지식 구현이 가능하다; 의미망에서의 각 노드는 하나의 구체적인 형태(A physical object) 혹은 하나의 항목(An item)에 불과하지만, 프레임은 그 항목을 분류 사용, 유추할 수 있는 지식들을 포함하고 있다. 즉, 의미망은 정적이고 서술적인 면에 비해 프레임은 동적이고 진행적이다. 캘리포니아의 비행기 예약 정보를 다룬 GUS (Bobrow et al, 1977)는 마치 여행사와 같은 역할을 하는 시스템으로서 매우 지적이지는 못하지만 Minsky의 프레임 구조를 성실히 이행하였다고 평가되고 있다. GUS이외에도, Ms. Malaprop(Charniak, 1977), SAM (Cuningford, 1978), PAM(Wilensky, 1978), IPP(Lebowitz, 1980), RESEARCHER(Lebowitz, 1983a)등은 프레임을 기본으로 한 자연언어처리 시스템들이다.

SHRDLU보다는 좀 더 복잡한 의미정보를 다루기 위해 R. Schank(1972)는 개념의존(Conceptual Dependency)방식을 이용하였다. CD는 의미의 기본요소(Semantic Primitive)와 언어학의 격문법(Case Grammar)을 이론적 바탕으로 하여 비계층적 구조를 가진 MARGIE라는

시스템을 탄생시켰다. MARGIE는 모든 동사는 일정한 ACTS로 나타낼 수 있다고 보고 ACTS의 기본인 동사의 그룹을 한 단위로 하여, 입력문장의 동사가 속하는 그룹이 요구하는 논항(Arguments)을 검토한 후, 입력 문장에 대한 추론정보를 출력시켜 준다. 예를 들면, "John gave Mary an aspirin"이라는 입력문장은, 동사 give가 ATRANS(Abstract TRANSfer)그룹 회원이므로, 다음과 같이 요구되어지는 논항 충족이 이루어졌는지를 검토하는 것이다.

(ATrans)

ACTOR : John
 FROM : John
 TO : Mary
 OBJECT : Aspirin

즉, 격문법(Case grammar)의 동사에 따른 격 충족이 의미적으로 이루어졌는지를 검토한다. e.g. ACTOR(혹은 AGENT), PATIENT, INSTRUMENT, BENEFICIARY, GOAL, SOURCE, etc. CD를 이용한 자연언어 처리 시스템들이 많이 개발되었지만, (e.g. The Word Expert Parser(Small, 1980) SAM(Cullingford 1978, Schank & Abelson, 1977), PAM(Schank & Abelson, 1977)), 다음과 같은 문제점을 안고 있다. 첫째, CD에서 사용하고 있는 의미의 기본요소(Semantic Primitives)가 제한되어 있어 어떤 문맥에서는 많은 정보 손실을 초래하게 된다. 왜냐하면, 문맥에 따라서는 이 기본요소가 포함할 수 없는 동사의 의미가 부여되기 때문이다. 둘째, CD는 동사를 바탕으로 ACTS를 형성하였으므로 대부분의 시스템들이 구체적 형체(Physical objects)에 관한 정보는 무시하고 있는 실정이다.

이와 같이 의미 분석에 바탕을 둔 시스템들이 많이 개발되어 왔지만, 이론적인 뒷받침의 결핍으로 아직까지도 자연언어처리 분야의 가장 큰 과제로 남아 있다.

5. DCS의 연구 방향

DCS(Dynamic Comprehension System)는 기계번역을 위한 의미분석 연구를 과제로 하며, 생활의 지식을 구체적 형체(Physical objects)로 나타내는 방안을 모색하여 계층화된 보편성(Hierarchical Generalization)을 추구하고자 한다. 우선 명사를 시발점으로 하여 명사를 그 속성 형태(Feature Type: FT)와 종류형태(Kind Type: KT)로 구분하여, KT와 FT와의 관계와 이러한 형태들의 계층화된 일반성을 추구하고자 한다. 그러나, 종래의 시도와는 달리 계층형성시 이원분류(binary) 혹은 다원분류(n-ary)와 같은 단일분류법(taxonomy)이 아닌 교차분류법(cross-classification)을 바탕으로 FT와 KT를 분류해 보기로 한다.

참고 문헌

- Barr, A & Feigenbaum, E. 1981. *The Handbook of Artificial Intelligence*, William Kaufmann, Inc.
- Bobrow, D. G. et al. 1977. GUS, A Frame-Dialog System. *Artificial Intelligence* 8. pp.155-173.
- Charniak, E. 1977. Ms. Malaprop, A Language Comprehension Program. *IJCAI-5:1-7*.
- Cullingford, R. 1978. Script Application: Computer Understanding of Newspaper Stories. Tech. Rep. 116.
- Hendrix, G. G. 1979. Encoding Knowledge in Partitioned Networks. In N.V. Findler(Ed), *Associative Networks*. New York: Academic Press.
- Hutchins, W. J. 1986. *Machine Translation: Past, Present, Future*. Ellis Horwood, Ltd., Chichester, West Sussex, England.
- Kay, M. 1984. Functional Unification Grammar: a formalism for machine translation. In: *Proceedings of COLING-84*. pp.75-78.
- Lebowitz, M. 1980. Generalization and Memory in an Integrated Understanding System. Tech. Rep. 186, Department of Computer Science, Yale University.
- _____. 1983a. RESEARCHER: An Overview. *AAAI-83 Proceedings*, Washington, D.C., pp.232-235.
- Lee, C. I. 1988. *A Dynamic Model of Comprehension with Applications to Korean and English*. 박사학위논문, 한신출판사.
- _____. 1994. A Dynamic Comprehension System with Extended Semiotic Codes. *Proceedings of the ISATED International Conference: Artificial Intelligence, Expert System, and Neural Networks*. pp.165-169.
- Minsky, M. 1975. A Framework for Representing Knowledge. In P. Winston(Ed.) *The Psychology of Computer Vision*, New York: Mc Graw-Hill. pp.211-277.
- Nirenberg, S. 1985. *Proceedings of the Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation of Natural Language*, Colgate University, Colgate, New York.
- _____. 1986. On Knowledge-Based Machine Translation. In *Proceedings of COLING-86*. pp.627-632.
- Sells, P. 1985. *Lectures on Contemporary Syntactic Theories*, Chicago Univ. Press: Chicago.
- Schank, R. C. 1972. Conceptual Dependency: A Theory of Natural Language Understanding. *Cognitive Psychology* 3(4). pp.532-631.
- Schank, R. C. & Abelson, R. P. 1977. *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shieber, S. M. 1986. *An Introduction to Unification-Based Approaches to Grammar*, Chicago Univ. Press: Chicago.

- Slocum, J. 1985. A Survey of Machine Translation: Its History, Current Status & Future Prospects, *Computational Linguistics* 11, 1. pp.1-17.
- Small, S. 1980. Word Perfect Parsing: A Theory of Distributed Word-Based Natural Language Understanding. Tech. Rep. TR-954. Dept. of Computer Science. Univ. of Maryland.
- Tennant, H. 1981. Natural Language Processing. An Introduction to an Emerging Technology. New York: Petrocelli Books, Inc.
- Tucker, A. 1986. Discourse, Cohesion and Semantics of Expository Text. In Proceedings of COLING-86. pp. 181-183.
- Wilensky, R. 1978. Understanding Goal-Based Stories. Tech. Rep. 140, Department of Computer Science. Yale University.
- Winograd, T. 1972. Understanding Natural Language. New York: Academic Press.
- Witkam, A. P. M. 1983. Distributed Language Translation. Feasibility Study of a Multilingual Facility for Videotex Information Networks, Utrecht, The Netherlands: Buro voor Systeemontwikkeling.