

# 마커 전파를 이용한 문장간 추론

엄익태

동원공업전문대학 전자계산과

## Marker Passing based Intersentential Reasoning

Igtae Um

Department of Computer Engineering, Tongwon College of Technology

### 요약

여러 가지 의미를 갖고 있는 단어의 올바른 해석은 통사론적, 의미론적, 화용론적 지식을 요구하고 있다. 특히 본 논문에서 다루고자 하는 과제는 의미상 연결되어 있는 두 문장의 효과적인 해석을 통해 다의 단어의 애매성을 처리하는 방법에 관한 것이다. 이를 위해서 마커 전파를 근간으로 하는 메모리 기반 파싱에 이완법 (relaxation)을 적용하여 양자의 유기적인 결합을 통한 확장된 메모리 기반 파싱 방법을 제안하고자 한다. 이 방법은 마커 전파가 제공하는 효율성을 유지하며, 이완법이 제공하는 효과성을 추구하고 있다.

### 1. 서론

지난 수 십년 간의 연구 활동에도 불구하고, 자연어 처리에서 여러 가지 의미를 갖고있는 단어의 올바른 해석은 여전히 어려운 과제로 남아 있다. 다수의 연구자들이 다양한 문제를 찾아내서 이를 해결하는 많은 방법들을 제시해 왔으나, 이러한 종류의 문제들에 대처하는 사람의 능력에 필적할 만한 시스템은 아직까지 개발되고 있지 않다. 궁극적으로 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 통사론적 지식, 의미론적 지식 및 화용론적 지식 등이 컴퓨터 내부에 표현되어지고, 이를 효과적으로 활용하는 알고리즘이 개발되어야 한다는 데 의견이 모아지고 있다. 이러한 문제들 중에서 Waltz&Pollack[10] 과 Bookman[1]은 문맥을 모델링하고 문장간 추론을 이용하

여 다의 단어 해석을 수행하는 방법에 관한 연구를 해왔다. 이들은 지식을 의미망 (semantic network) 과 마이크로피쳐(microfeature)로 표현하고 있으며 이완법(relaxation method) 을 이용하여 한 문장의 해석이 다음 문장의 해석에 영향을 미치도록 하는 방법을 고안하여 몇 가지 예제를 성공적으로 풀어가고 있다. 의미망을 이용하는 또 다른 형태의 자연어 처리 방법에는 메모리 기반 파싱 (memory based parsing)이 있다. 이 방법은 의미망에 일종의 템플릿 패턴(template pattern)을 갖추고 마커 전파 (marker passing)이라는 추론 기법을 활용하여 문장 분석을 수행하는 것으로서, 의미망과 마커 전파를 지원하는 하드웨어 개발로 인해 그 연구 범위가 음성언어 이해에서부터 비교적 큰 규모의 텍스트 분석까지 확대되고 있는 실정이다.[4][5][7]

본 논문은 위의 마커 전파를 기반으로 하는 메모리 기반 파싱과 Bookman 의 이완법을 결합한 효율적이면서 효과적인 문장간 추론 방법을 제시하고 이를 이용하여 다의 단어 해석을 예를 들어 설명하고 있다.

## 2. 의미망과 마커 전파

의미망은 노드와 링크를 이용하여 지식을 표현하는 방법이다. 여기서 노드는 개념을 나타내고 링크는 개념간의 관계를 나타낸다. 의미망의 한 특징은 isa 링크에 의하여 개념들을 계층적으로 표현할 수 있다는 것이다. 이러한 계층구조는 하위의 개념들이 상위의 개념으로부터 그 속성을 상속 받을 수 있다는 장점이 있다. 또한 isa 링크 외에도 개념간의 다양한 관계를 알아보기 쉽게 표현할 수 있다는 장점이 있다. 마커는 특정한 의미를 지닌 플래그(flag)의 역할을 한다. 의미망의 링크는 마커 전파의 통로가 되며 마커 전파에 의한 추론은 두 마커가 한 노드에서 만날 때 발생한다.

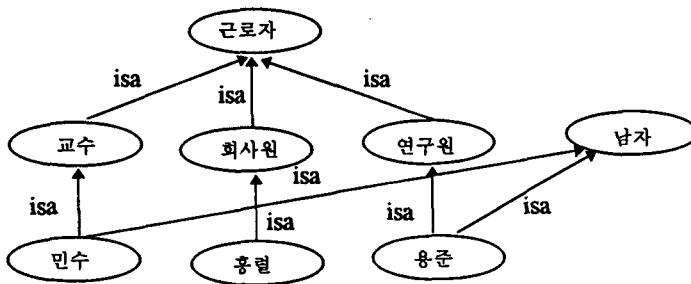


그림 1. 의미망의 예

그림 1.은 의미망의 한 예를 보여주고 있다. 여기서 근로자, 교수, 회사원, 연구원, 남자 등의 개념이 노드의 형태로 표현되고 있으며, [민수 isa 교수]는 민수가 교수라는 사실을 나타내고 있다. 여기서 교수 노드에 마커 1 을 설정하고 남자라는 노드에 마커 2 를 설정한 후 하위의 노드를 향해 전파하면 민수는 남자 교수라는 추론 결과를 얻을 수 있다

이 추론 방법은 Quillian[8]에 의하여 의미 메모리 상에서 활성화를 전파하는 방법으로 처음 소개되었으며, Charniak[2][3]에 의하여 의미 네트워크에서의 중요한 추론 방법으로 자리 잡게 되었다. 이 후 마커 전파를 자연어 처리에 적용하려는 연구가 다수 수행되었다.

### 3. 메모리 기반 파싱

메모리 기반 파싱은 Riesbeck&Martin[9]에 의해 시작되었다. 메모리 기반 파싱에서 파싱은 마커 전파에 의해 구현되는 메모리 탐색으로 간주된다. 즉 의미망에 개념 시퀀스(concept sequence)라 불리는 패턴들을 구현하고, 입력 되는 문장에 따라 관련 있는 개념 시퀀스를 활성화 시킨다. 파싱의 핵심적인 부분은 P-마커(Prediction Marker) 와 A-마커(Activation Marker)를 중심으로 이루어진다. 보다 세부적인 파싱 과정은 다음과 같다

- 1) 초기에 모든 개념 시퀀스의 첫번째 요소에 P-마커를 설정한다.
- 2) 입력되는 문장의 각 단어는 개념 노드를 활성화 시킨다. 이때 A-마커를 활성화된 개념 노드에 설정한다.
- 3) A-마커를 isa 링크를 따라 전파시킨다.
- 4) P-마커와 A-마커가 개념 시퀀스의 한 노드에서 만나면 다음 노드로 P-마커를 이동시킨다.
- 5) 개념 시퀀스의 마지막 노드에서 P-마커와 A-마커가 만나면, 해당 개념 시퀀

스가 선택된다.

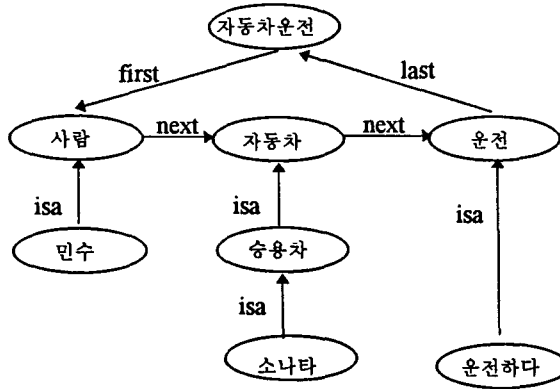


그림 2. 메모리 기반 파싱의 예

그림 2. 는 “민수는 소나타를 운전한다” 라는 문장을 처리하기 위해 준비된 개념 시퀀스이다. 위의 알고리즘에 따라 파싱이 진행되면 자동차 운전 이라는 개념 시퀀스가 선택된다. 여기서 자동차 운전 노드는 개념 시퀀스의 루트(root) 노드로서 민수라는 사람이 소나타라는 자동차를 운전한다는 사실을 나타낸다.

#### 4. 문장간 추론 모델

문맥 설정을 위한 문장간의 추론은 다음과 같은 문장의 해석에서 절대적으로 필요하다.

(S1) 손이 적다.

이 문장만을 단독으로 해석하려 할 때 ‘손’은 여러 가지 의미를 갖는 애매한 단어가 된다. ‘손’이 가질 수 있는 의미 중 대표적인 두 가지를 꼽으면 ‘신체의 일부’와 ‘일할 사람’이다. 이 두 가지의 서로 다른 의미 중에서 어느 것이 올바른 해석이 될 수 있는 지는 선행된 문장이 형성한 문맥을 파악해야만 알 수 있다. 즉 선행된 문장이 만일 “그 일을 할 사람이 필요하다.”이면 (S1)의 ‘손’은 ‘일 할 사람’으로 해석될 것이다. 그러나 선행되는 문장이 어느 동물에 관한 설명을 담고 있다면, ‘손’은 ‘신체의 일부’로 해석돼야 올바른 경우일 가능성이 매우 높다.

또 다른 예로 다음의 두 문장을 고려해 본다.

(S2) 민수는 간밤에 친구들과 화투를 쳤다.

(S3) 그는 지갑을 털렸다.

이 예제에서 (S3)는 통상 “강도를 당했다” 혹은 “소매치기를 당했다”등의 해석이 일반적이다. 그러나 위의 예제에서는 (S2)의 영향으로 인해 “도박에서 돈을 잃었다.”가 올바른 해석이 된다. 그리고 ‘지갑’이라는 단어도 그 본래적인 용도를 나타내는 의미가 아니고 ‘돈’을 상징하는 것으로 쓰이고 있다. 이와 같이 특정한 문맥이 설정되는 겨우 각 문장이나 단어들은 그 표면적이고 일반적인 의미로 해석되지 않고 문맥에 적합하도록 해석이 이루어진다.

자연어 처리 시스템이 이와 같은 문장들의 해석을 올바르게 수행하려면 동사론적 지식, 의미론적 지식 및 화용론적 지식들이 복합적으로 지식 베이스에 표현되고 저장되어야 함은 물론이고, 이러한 지식들을 이용하여 문장간 추론을 수행하는 알고리즘이 존재해야 한다. 본 논문은 간단한 지식 베이스 구조와 알고리즘을 이용하여 위와 같은 과제를 수행할 수 있는 방법을 소개하고 있다.

먼저 지식 베이스의 구성을 살펴보기로 한다. 지식 베이스는 두 개의 계층을 내재하고 있다. 그림 3.을 보면 하위 계층은 ‘사람’, ‘도박’, ‘돈’, ‘지갑’, ‘잃다’ 등 단순 사물이나 행위를 지시하는 개념들을 나타내는 노드들로 구성되어 있다. 이러한 노드들은 개념간의 특수성과 일반성을 표현해주는 isa 링크와 개념간의 연상 관계를 나타내는 ass 링크로 연결되어 있다. 상위 계층은 ‘돈을 잃다’, ‘도박을 하다’, ‘강도를 당하다’ 등의 사건 및 정보를 나타내는 개념 시퀀스들로 구성되어 있다. 각 개념 시퀀스들도 ass 링크로 연결되어 있다. 이것은 특정한 사건에 대한 인식이 여타의 사건이나 정보를 연상케 하는 현상을 모델링 하기 위한 것이다.

또한 ass 링크는 개념과 개념, 사건과 사건의 연결 강도를 나타내기 위한 수치를 갖고 있다. 이 수치는 0에서 1까지의 값을 가지며 활성화 이완 (activation relaxation)의 계산에 이용된다. 활성화 이완에 관련하여 각 개념 노드 및 개념 시퀀스 루트 노드에는 활성화 전파 (activation propagation)에 대한 임계치를 갖고 있어 임계치 이하의 값을 갖는 노드는 활성화 전파를 금하고 있다.

그림 3.에서 ‘지갑’과 ‘신용카드’, ‘지갑’과 ‘돈’, ‘지갑’과 ‘신분증’은 강한 연결 강도를 가지며, ‘돈’과 ‘강도’는 중간 정도의 연결 강도를 가지고, ‘지갑’과 ‘도박’은 약한 연결 강도를 가진다. 마찬가지로 상위 계층에서 ‘지갑 털림’과 ‘강도 당함’, ‘도박함’과 ‘돈을 잃음’은 강한 연결 강도를 가지며, ‘지갑 털림’과 ‘돈을 잃음’은 중간 정도의 연결 강도를 갖는다. 이러한 연결 강도의 선정은 현재로서는 경험에 근거한 주관적인 판단에 의지하고 있으나 코퍼스(corpus) 분석 등의 방법에 의하여 보편 타당한 값이 결정될 것이다.

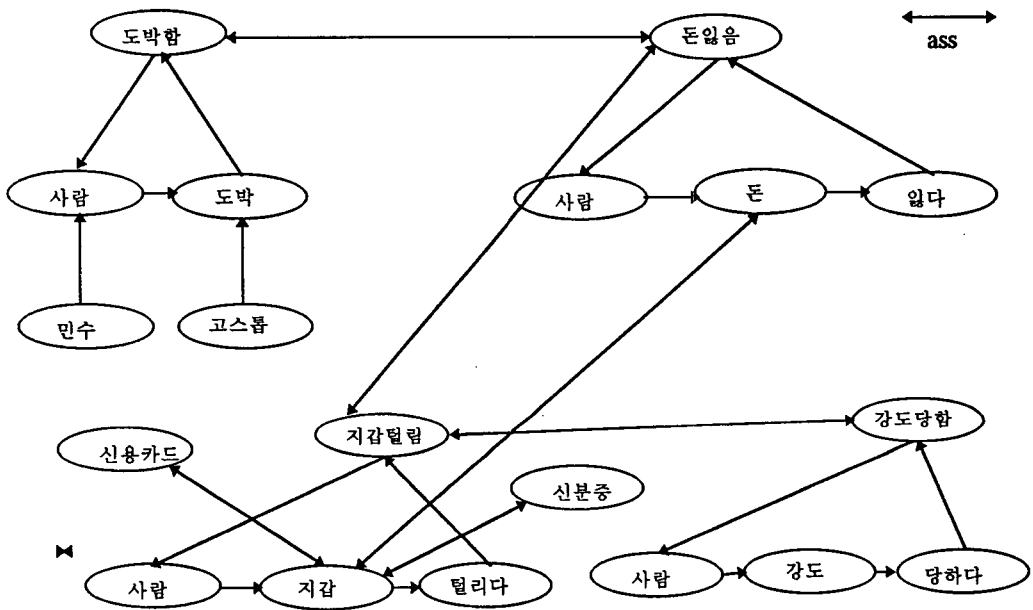


그림 3. 문장간 추론 예

문장간 추론 알고리즘의 핵심은 개념 노드의 활성화도(activation level) 이완과 개념 시퀀스 루트 노드의 활성화도 이완이다. 종래의 메모리 기반 파싱은 이 이완 단계들에 의해 확장된다. 먼저 기존의 메모리 기반 파싱과 다른 점은 A-마커가 활성화도를 전파할 수 있도록 활성화도를 나타내는 수치를 가진다. 그리고 활성화도 이완과 관련하여 R-마커(relaxation marker)가 도입되었다. A-마커와 R-마커에 의해 활성화도가 전파되고 새로운 활성화도가 계산되어 진다.

개념 노드의 활성화 이완은 다음과 같다. 입력된 텍스트의 해석의 초기 단계에는 모든 개념과 개념 시퀀스의 활성화도가 0이다. 이 상태에서 P-마커가 모든 개념 시퀀스의 첫번째 요소에 설정된다. 이후 입력된 문장의 단어가 해당 개념 노드를 활성화 하며 A-마커를 설정한다. 이때 A-마커의 활성화도는 1이 된다. A-마커는 isa 링크를 따라 전파된다. 그리고 P-마커와 만나는 지를 검사한 후, A-마커와 P-마커가 만나는 노드들은 현재의 활성화도를 R-마커에 복사하여 ass 링크에 의해 인접한 노드에 전파 시킨다. R-마커를 갖게 되는 각 노드들은 새로이 활성화도를 계산한다. 새로운 활성화도는 기존의 활성화도와 전파된 활성화도의 산술 평균으로 얻어지며, 전파된 활성화도는 R-마커의 활성화도에 연결 강도를 곱한 것의 합을 전체 R-마커의 개수로 나눔으로써 얻어진다.

개념 시퀀스 루트 노드의 활성화도 이완은 다음과 같다. 어느 개념 시퀀스가 선택되어 그 루트 노드가 활성화 되면 R-마커를 ass 링크에 의해 인접한 노드에 전파한다. R-마커를 받게된 루트 노드들은 새로이 활성화도를 계산한다. 여기서도 새로운 활성화도는 기존의 활성화도와 전파된 활성화도의 산술 평균으로 구해지며, 전파된 활성화도는 R-마커의 활성화도에 연결 강도를 곱한 것의 합을 전체 R-마커의 개수로 나눔으로써 구해진다. 그리고 새로운 활성화도가 구해지면 이 활성화도는 다시 R-마커에 의해 개념 시퀀스의 요소를 이루는 노드들에 전파된다. 이 요소를 이루는 노드들에서도 위와 동일한 방법으로 새로운 활성화도가 계산되어 진다. 이 마지막 단계의 R-마커 전파에 의해 개념 시퀀스의 루트 노드들은 다음 단어의 처리에서 개념 노드의 활성화도 계산에 영향을 미치게 된다.

그림 3.에서 (S2)의 처리 결과로써 ‘도박함’이라는 개념 시퀀스가 활성화되고, 그 활성화도가 이완 과정을 거쳐 (S3)의 처리에 영향을 줄 준비가 되었다. (S3)의 처리가 진행되면서 ‘지갑’은 ‘돈’, ‘신용카드’, ‘신분증’ 등을 활성화 시키고, 이어서 ‘털리다’는 ‘잃다’라는 개념 노드의 활성화에 기여한다. (S3)의 처리 결과는 ‘지갑털림’, ‘강도당함’ 과 ‘돈을잃음’의 세 개의 개념 시퀀스의 선택으로 귀착된다. 그러나 문장 처리 과정 중의 활성화도 이완에 의하여, 특히 (S2)의 처리 결과의 영향으로 ‘돈을잃음’이 가장 높은 활성화도를 보인다. 따라서 (S2), (S3)의 최종 처리 결과는 민수가 도박을 하여 돈을 몽땅 잃은 것으로 귀결된다. 이로써 (S2)의 처리가 문맥을 형

상하고, (S3)가 문맥에 맞도록 해석됨을 보여주었다.

## 5. 결론

마커 전파를 근간으로 하는 메모리 기반 파싱은 효율적인 자연어 처리 방법을 제공하고 있다. 그러나 다의 단어 등의 영향으로 하나의 문장이 여러 가지 의미로 해석되는경우에 대해서는 적절한 대책을 제시하고 있지 못한 실정이다. 본 논문은 기존의 메모리 기반 파싱을 활성화 이완 기법에 의해 확장하면서 이러한 문제점을 해결하고 있다. 또한 간접적으로 문맥을 모델링 함으로써 문장간 추론을 가능케 하여 자연어 처리 분야에서 발견되는 유사한 문제를 해결할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 그러나 개념과 개념간의 연결 강도의 결정에는 다량의 코퍼스 분석이 뒷받침되어야 하며 이것은 향후의 연구 과제로 남기고 있다

## 참고 문헌

- [1] Bookman, L.A., "A Microfeature Based Scheme for Modeling Semantics", Proceedings of IJCAI-87, 1987, 611-614.
- [2] Charniak, E., "Passing markers: A theory of contextual influence in language comprehension", Cognitive Science, vol 7, 1983.
- [3] Charniak, E., "A neat theory of marker passing", Proceedings of Fourth National Conference on Artificial Intelligence, 1986.
- [4] Chung, M and Moldovan, D.I., "Parallel Natural Processing on a Semantic Network Array Processor", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 7(3), 1995, 391-405.
- [5] Chung, S.H., "PASS: A Parallel Speech Understanding System", Journal of Electrical Engineering and Information Science 1(1), 1996, 1-9.
- [6] Dahlgren, K., "Naïve Semantics for Natural Language Understanding", Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [7] Kitano, H, Moldovan, D., Um, I.T and Cha, S, "High Performance Natural Language Processing on Semantic Network Array Processor", PKPL 90-14, Department of Electrical Engineering Systems, University of Southern California, Los Angeles, CA 90089-0781, 1990.
- [8] Quillian, M.R., "The teachable language comprehender: A simulation program and theory of



- language”, *Communications of ACM*, 12(8), 1969.
- [9] Riesbeck, C.K. and Martin, C.E., “Direct memory access parsing”, Report 354, Department of Computer Science, Yale University, 1985.
- [10] Waltz, D.L. and Pollack, J.B., “Massively Parallel Parsing: A Strongly Interactive Model of Natural Language Interpretation”, *Cognitive Science*, 9, 1985, 51-74.