

기계학습 기법을 이용한 한국어 비교 문장 추출

양선^o
동아대학교
컴퓨터공학과
syang@donga.ac.kr

고영중
동아대학교
컴퓨터공학과
yjko@daunet.donga.ac.kr

Extracting Korean Comparative Sentences by Machine Learning Techniques

Seon Yang^o
Computer Engineering,
Dong-A University

Youngjoong Ko
Computer Engineering,
Dong-A University

요 약

본 연구에서는 문서 안에 있는 문장들 중 비교 문장을 추출해낸다. 비교 문장이란 두 개 이상의 객체, 혹은 한 객체의 시간차, 공간차 등에 따른 변화를 비교하는 내용을 포함하는 문장을 말한다. 비교 문장을 구별해내는 작업은 많은 분야에서 응용될 수 있는데, 특히 객체(사람, 상품 등)에 대한 평가 면에서 매우 직접적이고 확실한 자료로 활용될 수 있다.

비교문장 추출을 위해 본 연구에서는 비교어휘를 이용한 추출 및 MEM(Maximum Entropy Model)을 적용하였으며, 뉴스기사(news article), 상품에 대한 고객리뷰(customer review) 등의 문서를 대상으로 실험하여 재현율 88.40%, 정확률 88.68%의 결과를 산출하였다.

1. 서론

비교(Comparison)는 어떤 대상(사물, 사람, 제도 등)을 평가함에 있어서 가장 직접적이고도 확실한 평가 방법 중 하나이다. 따라서 비교 문장의 추출은 다양한 분야에서 활용될 수 있다. 예를 들어, 신상품을 개발한 회사는 그 상품에 대한 고객들의 의견에 관심을 가질 것이며, 자회사의 신상품과 경쟁사의 유사상품에 대한 비교자료는 매우 직접적이고도 중요한 자료로 활용될 수 있다. 또한, 상품구매를 희망하는 고객 입장에서도 해당 상품을 다른 상품과 비교해 놓은 정보는 구매 결정 시 매우 적절한 도움 정보로서 활용될 수 있을 것이다. 이렇게 비교 문장은 마케팅, 상품평가, 전자상거래, 호감도 조사 등 다양한 분야에서 중요하게 활용될 수 있다.

외국의 경우에는 최근 들어 연구가 시작되고 있다. Liu[1]는 영어 문서에서의 비교 문장에 대해 연구하였는데, 영어는 형태소 분석(Part-of-Speech Tagging) 단계에서 이미 비교급과 최상급이 결정되며(JJR: 형용사 비교급, JJS: 형용사 최상급, RBR:부사 비교급, RBS: 부사 최상급. Brill's Tagger 참고), 또한 어절과 형태소가 일대일대응인 경우가 대부분이므로, 영어와 구조가 확연히 다른 한글 문서에 바로 적용하기에는 무리가 있다고 판단된다.

2000년대 초중반 이후로 감정/의견 분류(Sentiment/Opinion Classification)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 비교는 감정/의견 분류와 관련되어 있으면서도 커다란 차이점이 있다. 우선 감정/의견은 주관적이지만 비교는

“나는 A보다 B가 더 훌륭하다고 생각 한다.”

와 같이 주관적인 비교도 있고,

“이 논문 또는 저서는 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2008-331-D00553)”

“A는 B보다 길이가 두 배 더 길다.”

와 같이 객관적 사실에 대한 비교도 있다. 또 다른 차이점은 감정/의견은 각각의 객체에 대해 개별적인 의미를 담고 있지만, 비교는 둘 이상의 객체에 대한 상대적인 정보를 담고 있기 때문에 더 분명한 자료로 활용될 수 있다. 예를 들어, 선거에서 투표자는 후보1도 마음에 들고 후보2도 마음에 들더라도 최종적으로는 한 후보만 선택해야 하므로,

“후보1은 훌륭하다.”
“후보2도 훌륭하다.”

라는 감정/의견도 분명 중요하지만,

“둘 다 훌륭하지만, 후보1이 후보2보다 조금 더 적합한 후보인 것 같다”

라는 비교 문장은 가장 확실한 선거예측을 위한 정보가 될 것이다. 이렇게 비교 문장은 매우 중요한 상대적 정보를 가지고 있다.

본 논문에서는 한국어 비교 문장을 추출하는 시스템을 제안한다. 비교 문장은 활용 범위 및 가치가 매우 큼에도 불구하고, 한국어 비교 문장을 위한 자동 추출 시스템에 대한 연구가 아직 활발히 진행되지 못하고 있는 점에서 본 연구는 중요한 의의를 가진다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 한글 비교 문장 식별을 위하여 1차적으로 비교 문장임을 결정하는 특정 어휘들을 조사하여 비교어휘집합을 결정하고, 그 집합에 들어있는 비교어휘를 하나라도 포함한 문장들을 검색하여 비교 문장 후보(Candidate)로 간주한다. 이들 후보 중 비교가 아닌 문장을 제외하기 위해 2차적으로 기계 학습(Machine Learning) 방법을 이용하는데, 품사 시퀀스(sequence) 생성 및 MEM(Maximum Entropy Modeling)을 적용한다. 그리고 5-fold validation을 수행하여 연구의 성과를 보여준다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 관련 연구에 대해 기술하며, 3장에서는 비교 문장 유형 분류 및 비교어휘집합 결정에 대해 설명한다. 4장에서는 품사 시퀀스 생성 및 MEM 적용에 대해 설명하고, 5장에서는 실험 결과에 대해 설명하며, 6장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구 계획을 기술한다.

2. 관련 연구

비교 문장 식별은 컴퓨터 분야의 자연어 처리 부문과 언어학 분야의 현대 한국어학 부문과 관련되어 있다.

[1]에서 영어 문서에서 비교 문장을 식별하는 방법을 제안했는데, 비교급 및 최상급으로 형태소 분석된 어휘

(POS tags of JJR, JJS, RBR and RBS) 중심의 키워드 검색과 CSR(Class Sequential Rules) 및 NB(Naive Bayesian) Learning 을 이용한 방법을 제안하여 재현율 0.81, 정확률 0.79의 결과를 산출하였다. 그리고 [2]에서는 정도성(Gradability)을 가진 비교 문장에서 마이닝 기법을 통한 비교 관계 추출하는 방법을 제안하였으며, [3]에서는 CSR(Class Sequential Rules) 등의 Sequential Patterns에 대해 연구하였다.

[4]에서 현대 한국어 비교 구문에 쓰이는 어휘를 검토하여 어휘의 특성과 비교구문의 체계를 정립하였다.

[5]에서는 거의 동일한 기능으로 간주되던 ‘만큼’ 조사와 ‘처럼’ 조사의 이질성에 대하여 연구하였으며, [6]에서는 형용사 최상급 비교구문을 척도의 유형에 따라 분류하고, 정도부사 ‘가장’ 이 사용된 형용사 최상급 비교구문의 의미를 연구하였다.

[7,8,9,10]에서는 감정/의견 분류에 대한 연구로서 긍정 또는 부정 감정에 초점을 맞추었다.

3. 비교 유형 분류 및 비교어휘 결정

3.1 비교의 정의 및 유형

[4]에서 비교(Comparison)란 둘 또는 그 이상의 비교 대상에 대해서 같음과 다름을 판단하는 것으로 이러한 관계는 상호간의 의존이나 대립의 양태를 통해서 규명될 수 있다고 하였다. 즉, 비교는 1차적으로 두 대상을 견주어서 같음과 다름의 관계를 밝히는 것으로 비교될 수 있는 대상이 필요하며, 비교되는 대상이 없으면 같음과 다름의 판단을 할 수 없다고 하였다.

이와 같이 1차적으로 동등과 차등의 판단이 끝나면 동등과 차등의 정도성 유무에 따라 2차적인 판단을 하게 되는데, 이러한 판단을 하기 위해서 평가자에게는 비교되는 대상에 대한 여러 정보가 필요하고, 또 비교되는 대상이 두 개 이상 있어야 비교가 가능하다.

본 연구에서는 [4]의 비교 구문 유형 분류를 기초로 하되 본 연구에 맞게 보다 더 확장하여 비교 문장을 8 유형으로 분류하였는데 [표 1]과 같다.

[표 1] 유형별 비교 문장

	유형	설명
1	단순동등	비교되는 두 대상에 차이가 없는 경우 예: A와 B는 제조사가 같다
2	유사동등	두 대상이 완전히 같지 않고 비슷한 경우 예: A와 B는 색상이 비슷하다
3	단순차등	다름의 정도성을 평가하지 않고 다만 다르다는 판단만 하는 경우 예: A와 B는 가격이 다르다
4	우열비교	정도성에 따라 우열이 나타나는 경우 예: A는 B보다 가격이 평균 천원 더 비싸다

5	의사비교	비교 주체의 속성들 간 비교 예: A는 정치인이라기보다 학자에 가깝다
6	최상급	비교대상들에 대해 비교 주체가 최상의 위치인 경우 예: 우리 반에서 영희의 키가 가장 크다
7	기타	특정 비교어휘 없는 경우 예: A는 삼성제품이고 B는 LG제품이다
8	결론 없는 경우	비교 내용 있지만 결론이 나지 않는 의문문, 권유문 등의 경우 예: A가 B보다 더 나을까요? A가 B보다 나은지 논의해봅시다

3.2 비교어휘집합 결정

비교 문장의 유형을 결정한 후 각 유형별로 비교 문장에 쓰이는 특정 비교어휘를 조사하였다. 여기서 비교어휘란 비교 문장인지 아닌지를 구별해주는 구별자 역할을 하는 모든 어휘를 총괄하는 의미로 쓰인다.

한국어는 비교급, 최상급 문법이 확실히 구별되어 존재하는 영어와는 그 구조가 매우 다르기 때문에, 본 연구에서는 비교 문장 후보 추출을 위해 비교어휘를 3가지 군으로 분류하였는데, [표 2], [표 3], [표 4]와 같다. 즉, [4]에서 국어의 비교격은 학자들에 의해 언급이 되고 있지만, ‘처럼’, ‘보다’ 같은 조사의 개별적인 의미를 연구하면서 비교격과 관련지어 설명을 하고 있다.

[표 2] 비교어휘 1군

구분	비교어휘 1군 (CL1)
예	처럼, 보다 (이상 조사), 가장, 더 (이상 부사) 등
특징	- 어휘 1개만으로도 비교문장임을 예상 가능 - 정확률이 매우 높음 (재현율 64.33%, 정확률 98.33%)
개수	45개

[표 3] 비교어휘 2군

구분	비교어휘 2군 (CL2)
예	사상(명사)+최대(명사), (고유명사)+VS+(고유명사) 등
특징	- 어휘 1개만으로는 비교 의미 없으나 어휘 몇 개가 연속되면 비교 의미 가지는 경우. - 위의 예처럼 ‘사상 최대’라는 문구를 가진 경우 비교 문장일 가능성 높음 - 정확률이 높음 (재현율 14.07%, 정확률 93.41%)
개수	25개

[표 4] 비교어휘 3군

구분	비교어휘 3군 (CL3)
예	<p>예1> “후보1은 신선함이 장점이고, 후보2는 경험이 많은 것이 장점이다.”</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">~는 ~이고, ~는 ~이다</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>통용보조사 ~연결어미 ~통용보조사 ~종결어미 => 이와 같은 특정 어휘 구조를 가진 경우</p> <p>예2> ‘같(형용사어간)’ 처럼 어휘 1개지만 정확률이 매우 낮은 경우 3군에 포함시킴</p>
특징	- 정확률이 낮음 (재현율 17.57%, 정확률 29.40%)
개수	107개

이와 같이 총 177개의 원소를 가진 비교어휘집합이 결정되었으며, 위 3가지 비교어휘군에 의한 비교 문장 후보 추출 결과 재현율이 95.96% (CL1: 64.33%, CL2: 14.07%, CL3:17.57%) 에 달했다.

4. 기계 학습 기법을 이용한 비교 문장 추출

재현율을 최대한 유지하면서 정확률을 일정 수치 이상으로 증가시키기 위한 해 본 연구에서는 비교어휘 3군(이하 CL3로 표시)에 대하여 기계 학습 기법을 적용한다. 비교어휘 1군(이하 CL1으로 표시)과 비교어휘 2군(이하 CL2로 표시)은 정확률이 각각 98.33%, 93.41%로, 어휘에 의한 추출만으로도 높은 성능을 나타내었으므로 추가적인 작업을 수행하지 않았다.

CL3에 의해 추출된 비교 문장 후보들을 대상으로 MEM을 이용하여 통계적 분석을 수행하였는데, 아래와 같이 2단계의 작업을 수행하였다.

- 1) CL3에 의해 추출된 문장들에 대해 비교어휘를 중심으로 연속된 품사시퀀스를 생성한 후 그 시퀀스를 자질(feature)로 이용
- 2) 위에서 만들어진 자질들을 MEM(Maximum Entropy Modeling)의 자질로 사용해서 최종 비교문장을 추출

4.1 자질 생성

비교어휘집합에 있는 각 비교어휘별로 정확률을 측정해 보았을 때 CL1의 ‘보다’ 조사처럼 정확률이 거의 99%에 가까운 경우도 있지만, CL3의 ‘같’이라는 형용

사 어간처럼 정확률이 낮은 경우도 있었다. ‘같’ 경우 동등비교에도 쓰이지만 “내일 비가 올 것 같다” 처럼 추측 문장에도 많이 쓰이는 등 여러 종류의 문장에 쓰이기 때문에 ‘같’ 을 포함한다고 해서 비교 문장이라고 단정 짓기에는 무리가 있었다.

따라서 CL3에 의해 추출된 비교 문장 후보들 중 비교 아닌 문장을 제외시키기 위하여 비교어휘를 포함하는 문장들을 대상으로 반경(radius) 3 이내의 모든 연속된 품사 시퀀스를 구성하였다.

예문1> “이 세탁기와 냉장고는 제조사가 같아요.”
 예문2> “내일 비가 올 것 같다.” ,

라는 두 문장을 예로 들었을 때, 둘 다 ‘같’ 이라는 형용사 어간을 포함하므로 CL3에 의한 검색 시에 위 두 문장은 비교 문장으로 식별되어 추출되게 되는데, 예문 1은 비교 문장이며 예문2는 비교 문장이 아니므로, 두 문장의 특징을 분석하여 실제 비교 문장인지 아닌지를 파악하는 작업이 필요하다.

특징 분석, 즉 자질 생성을 위하여 비교어휘인 ‘같’ 을 중심으로 반경 3 이내, 즉 윈도우사이즈 7 이내의 연속된 모든 품사 시퀀스를 생성하는데, 비교어휘 자체는 어휘와 품사를 결합하여 사용한다. 그리고 비교 문장에서 생성된 시퀀스인지, 비교 아닌 문장에서 생성된 시퀀스인지를 구별하기 위해 각 시퀀스마다 클래스(비교 클래스 y1, 비교 아닌 클래스 y2)를 지정하였다.

$X \rightarrow y$ (X는 각 품사시퀀스, y는 클래스)

위 예문에 대한 자질 예를 보면, 예문1의 자질은

<같/pa> --> y1
 ...
 <jxt ncn jcs 같/pa ep ef sf> --> y1

위와 같으며, 예문2의 자질은 아래와 같다.

<같/pa> --> y2
 ...
 <jcs pv etm nbn 같/pa ef sf> --> y2

주) jxt 통용보조사, ncn 비서술성명사, jcs 주격조사,
 pa 형용사어간, ep 선어말어미, ef 종결어미,
 sf 마침기호, pv 동사어간, etm 관형사형어미,
 nbn 비단위성의존명사

윈도우사이즈 5 및 9로도 테스트해보았으나 사이즈 5는 성능이 낮게 나왔고, 사이즈 9는 사이즈 7과 비슷한 결과가 나왔으므로, 윈도우사이즈 7을 실험에서 사용한다.

4.2 Maximum Entropy Modeling 적용

Maximum Entropy에 대한 개념은 아주 오래전부터 있어왔지만, 현대에 와서 컴퓨터의 발달로 인해 실제 확률 모델에 적용할 수 있게 되었다. Maximum Entropy 모델의 2가지 원리는 다음과 같다.

- 1) 알고 있는 사실은 모두 적용 한다
- 2) 1번을 만족하는 많은 확률모델들 중 가장 균일(uniform)하게 분포된 모델을 찾아낸다.

그리고 사용자가 원하는 결과(본 연구에서는 비교 문장인지 아닌지를 구별하는 클래스)을 y라 하고, 어떤 y가 나타날지에 영향을 주는 문맥 정보를 x라 하면 x에 따라서 어떤 y가 나올지가 결정된다.

따라서 사용자가 원하는 것은 확률모델 $p(y|x)$ 를 구하는 것이며, 원하는 결과 y와, y가 나타날 수 있는 문맥정보 x를 매개변수로 갖는 이진 함수 $f(x,y)$ 를 자질(feature, 혹은 자질함수)이라 한다.

위의 1번 원리에서 ‘알고 있는 사실’ 이란 곧 트레이닝 데이터에서 얻은 모든 사실을 의미하며, 이것이 곧 확률분포의 제약조건(constraint)으로 작용한다. 이러한 제약조건을 만족하는 많은 확률모델 중 가장 균일한 모델, 즉, 가장 엔트로피가 높은 모델을 찾는 것이 MEM 즉 Maximum Entropy Modeling이다.

MEM을 나타내는 식은 (1~4)와 같다.

$$H(p) = - \sum_{x,y} \tilde{p}(x) p(y|x) \log p(y|x) \quad (1)$$

- $H(p)$ 는 엔트로피
- x 는 문맥정보 (품사시퀀스)
- y 는 클래스

$$p_{\lambda}(y|x) = \frac{1}{Z_{\lambda}(x)} \exp \left[\sum_i \lambda_i f_i(x,y) \right] \quad (2)$$

$$Z_{\lambda}(x) = \sum_y \exp \left[\sum_i \lambda_i f_i(x,y) \right] \quad (3)$$

- $f_i(x,y)$ 는 자질 함수
- λ 는 자질함수의 파라미터

$$\pi = 1/Z_{\lambda}(x), \alpha = \exp \lambda_i$$

$$p^*(x, y) = \pi \prod_{j=1}^k \alpha_j^{f_j(x, y)} \quad (4)$$

- $Z_{\lambda}(x)$ 는 정규화 상수
- p^* 는 원하는 확률모델

본 연구 경우 위에서 만든 각 시퀀스는 문맥정보 x 이며, 해당 시퀀스가 비교 문장인지에서 생성되었는지 비교 아닌 문장에서 생성되었는지의 정보는 클래스 y 에 해당한다.

MEM 적용에는 Zhang Le의 MEM 틀인 Maxent(Maximum Entropy Modeling Toolkit for Python and C++, 2004)를 사용하였다.

5. 실험 및 평가

5.1 데이터 수집 및 레이블링

본 연구를 위해 다양한 종류의 문서들을 수집하여 트레이닝 데이터를 만들었는데, 문서 수집은 아래와 같은 방법을 이용하였다.

- 1) 디시인사이드(<http://dica.dcinside.com/>) 같은 비교 사이트에 들어가서 게시판 등에서 고객리뷰를 수집
- 2) 한나라당 vs 민주당 등 뉴스에 자주 등장하는 단어들로 뉴스 사이트 검색
- 3) 농심 vs 삼양, 삼성 vs 소니, 구몬 vs 눈높이 등 비교가 될만한 단어들로 인터넷 블로그 및 지식 인 등을 검색.

이렇게 하여 수집된 277개의 문서에 대해 3명이 레이블링 작업을 하였는데, 비교 문장 유형 및 그 특징에 대하여 기준을 숙지한 후 비교 문장인지 아닌지를 레이블링 하였으며, 의견 불일치가 있을 경우는 3명이 논의하여 결정하였다. 총 문장 수와 비교 문장 수는 [표 5]과 같다. 비교 문장이 많이 포함되어 있을 것으로 예상되는 주제의 문서를 수집하였으므로 비교 문장의 비율이 높다.

[표 5] 레이블링 후 총 문장 수와 비교 문장 수

총 문장 수	비교 문장	비교 아닌 문장
7,384	2,383(32%)	5,001(68%)

5.2 실험 결과

비교어휘집합에 의한 비교 문장 후보 검색 시, 비교어휘군([표 2], [표 3], [표 4]참고)별로 재현율과 정확률 수치가 달랐는데, CL3를 포함하면 재현율이 17.49% 증가하였으나 [표 6]에서 보다시피 정확률 면에서 29.07% 라는 큰 감소를 보였다.

[표 6] 비교 문장 후보 검색 결과 (단위: %)

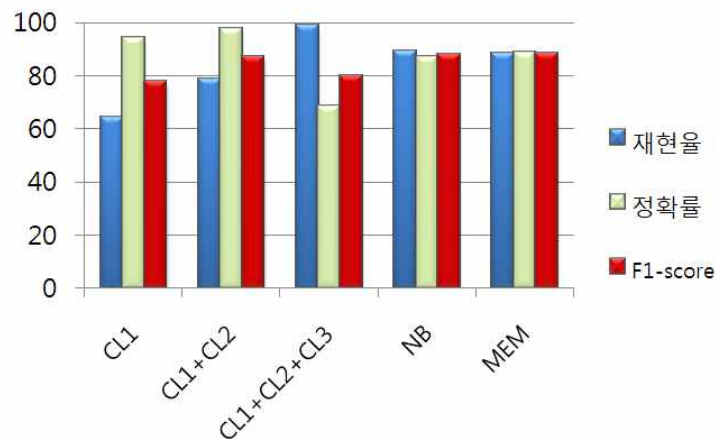
단계	재현율	정확률	F1-score
CL1	64.33	98.33	77.78
CL2	14.07	93.41	24.46
CL3	17.57	29.40	22.00
CL1+CL2	78.47	97.46	86.94
CL1+CL2+CL3	95.96	68.39	79.87

비교 문장 후보들을 대상으로 기계학습 기법(MEM, Naive Bayesian)을 적용한 결과는 [그림 1] 및 [표 7]과 같다. 본 논문에서는 MEM의 성능을 입증하기 위해서 다른 확률 모델인 Naive Bayesian(NB)도 사용해서 성능을 비교하고자 하였다.

비교어휘집합에 의한 검색까지만 수행한 경우는 재현율은 높았으나 정확률이 낮았으며, MEM을 추가 수행 시에 재현율은 약 7% 낮아졌지만 정확률은 약 20% 상승하였다.

[표 7] 최종 성능 비교 (단위: %)

실험	재현율	정확률	F1-score
비교어휘에 의한 검색	95.96	68.39	79.87
NB	89.19	87.02	88.09
MEM	88.40	88.68	88.54



[그림 1] 최종 성능 비교 (단위: %)

결과적으로 [그림 1] 및 [표 7]을 보면 비교어휘를 많이 적용하여 우선 재현율을 충분히 높이고, 그 후 기계학습 기법을 수행하여 정확률을 높임으로써 비교 문장 추출에서 높은 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구에서 비교어휘 선정 및 기계학습 기법에 의해 한국어 문서에서 비교 문장을 추출했으며, 재현율 88.09% 정확률 88.54%의 우수한 결과를 산출하였다.

본 연구의 성과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 비교는 특히 평가 면에서 매우 직접적이면서도 확실한 방법 중 하나이며, 본 연구에서의 한국어 비교 문장을 추출은 마케팅 분야, 전자상거래, 제품 구매 의사 결정, 호감도 조사 등 다양한 분야에 응용할 수 있다.
- 2) 한국어 비교 문장 추출에 대한 연구가 구체적으로 진행된 적이 없는 시점에서 본 연구가 처음으로 한국어 비교 문장 추출 시스템을 제안함으로써 그 의의가 크다고 볼 수 있다.
- 3) 본 논문에서의 비교 문장 추출은 향후 비교 문장에서 비교주체, 비교대상, 비교 관계 등 다양한 세부 정보를 추출할 수 있는 기반이 될 수 있다.

향후 재현율 및 정확률 향상을 위해 실험을 계속해서 진행할 것이며, 비교 유형별 추출, 주관적 비교 및 객관적 비교 분류, 비교주체, 비교대상, 비교 관계 추출 등 다양한 연구를 지속할 것이다.

참고 문헌

[1] N. Jindal and B. Liu, "Identifying Comparative Sentences in Text Documents", In *Proceeding of SIGIR*, pp.244-251, 2006

[2] N. Jindal and B. Liu, "Mining Comparative Sentences and Relations", In *Proceeding of AAAI*, 2006

[3] B. Liu, "Web Data Mining", Exploring Hyperlinks, Contents, and Usage Data, pp.13-54, 2007

[4] 하길중, "현대 한국어 비교 구문 연구", 도서출판 박이정, pp.1-294, 1999

[5] 오경숙, "'만큼' 비교구문과 '처럼' 비교구문의 이질성", *한국어 의미학회 제 14차 전국학술대회*, pp.197-221, 2004

[6] 정인수, "국어 형용사 최상급 비교구문의 의미", *한민족어문학 제36집*, pp.61-86, 2000

[7] M. Hu and B. Liu, "Mining and Summarizing

Customer Reviews," In *Proceedings of KDD*, pp.168-177, 2004.

[8] B. Pang, L. Lee and S. Vaithyanathan, "Thumbs up? Sentiment Classification using machine Learning Techniques", In *Proceedings of EMNLP*, pp.79-86, 2002

[9] K. Dave, S. Lawrence and D.M. Pennock, "Mining the peanut gallery: Opinion extraction and semantic classification of product review", In *Proceedings of the 12th WWW*, pp.519-528, 2003

[10] Y. Choi, C. Cardie, E. Riloff, and S. Patwardhan, "Identifying sources of opinions with conditional random fields and extraction attens," In *Proceedings of HLT/EMNLP*, pp.355-362, 2005.