

## 도메인 온톨로지와 워드임베딩을 활용한 영상검색 시스템의 질의어 확장

함경준, 곽창욱, 김선중  
한국전자통신연구원 스마트미디어연구그룹  
{hahm, cukwak, kimsj}@etri.re.kr

### Query Expansion of Video Retrieval System using Domain Ontology and Word Embedding

Gyeong-June Hahm, Chang-Uk Kwak, Sun-Joong Kim  
Smart Media Research Group, ETRI

#### 요 약

기존 콘텐츠를 활용 및 조합하여 새로운 콘텐츠를 제작하는 개인 사용자가 늘어나고 있는 추세다. 사용자가 원하는 내용이 담긴 영상 콘텐츠를 활용하기 위해서는 이를 지원하는 영상 검색 시스템이 필요하다. 하지만 기존의 영상 검색 시스템은 키워드 매칭을 기반으로 하고 있기 때문에 사용자가 원하는 영상을 찾지 못하는 경우가 많다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자의 검색 의도를 보다 정확하게 표현할 수 있는 질의어 확장 방법을 제시하고 있다. 제시하는 방법은 도메인 온톨로지와 워드 임베딩 결과를 이용하여 질의어와 의미적으로 밀접히 관련된 단어를 추가하고 확장된 질의어를 이용하여 검색을 수행하게 된다. 이를 통해 사용자는 만족할만한 검색 결과를 얻을 수 있게 된다. 구현한 시스템을 이용하여 질의어가 확장되는 과정을 보임으로써 본 연구에서 제시하고 있는 방법에 대한 평가를 수행하였다.

#### 1. 서론

최근 웹에 공개되어 있는 방대한 영상 콘텐츠를 활용 및 조합하여 새로운 콘텐츠를 제작하는 개인 사용자가 늘어나고 있다. 사용자가 원하는 내용이 담긴 영상 콘텐츠를 활용하기 위해서는 이를 지원하는 영상 검색 시스템이 필요하다. 하지만 기존의 영상 검색 시스템은 키워드 매칭을 기반으로 하고 있기 때문에 사용자가 원하는 영상을 찾지 못하는 경우가 많다. 예를 들어 방대한 콘텐츠가 업로드되고 스트리밍 되는 유튜브(Youtube)의 경우 사용자의 질의어와 영상에 태깅되어 있는 텍스트 메타데이터(제목, 간단한 설명, 태그 등)와 매칭하여 해당 질의어를 포함하고 있는 영상물 위주로 사용자에게 검색 결과를 제공한다. 즉, 사용자가 음식을 먹으면서 뛰고 있는 영상을 찾기 위하여 ‘음식을 먹으면서 뛰다’라고 질의어를 입력하면 해당 질의어가 메타데이터에 포함된 영상만 검색이 되어서 같은 맥락인 사과를 먹으면서 뛰는 영상은 검색되지 않는다. 따라서 키워드 기반의 검색을 사용하면 비슷한 맥락의 영상 콘텐츠가 존재해도 찾지 못하는 경우가 많다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자의 검색 의도를 보다 정확하고 풍부하게 표현할 수 있는 질의어 확장 방법을 제시하고 있다. 제시한 방법은 질의어와 의미적으로 밀접히 관련된 단어를 추가하기 위하여 도메인 온톨로지와 워드임베딩 결과를 사용한다. 즉 도메인 온톨로지를 활용하여 감정이나 행동에 관련된 단어가 질의어에 포함되어 있으면 해당 단어의 협의어와 광의어 및 관련어를 온톨로지로부터 찾아낼 수 있다. 예를 들어 음식이라는 단어를

대하여 과일 혹은 사과와 같은 하위 개념의 단어를 찾아내어 질의어 확장에 이용할 수 있다.

최근 자연어 처리 분야에서 많이 사용되고 있는 워드임베딩은 컴퓨터가 단어를 의미적으로 인지할 수 있도록 단어 간 상관계를 다차원 벡터로 수치화 하는 방법이다. 워드 임베딩을 통해 해당 단어와 의미적으로 유사한 혹은 관련된 단어가 어떤 것인지 알 수 있어서 질의어 확장에 이용할 수 있다. 예를 들어, 사과라는 단어와 유사한 벡터를 가진 단어들을 살펴보면 사과, 반성 등의 유의어를 얻어 낼 수 있어서 질의어 확장에 이용할 수 있다[7].

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 제시하고 있는 질의어 확장 방법에 대한 설명이 언급된다. 3 장에서는 제시하고 있는 방법에 대한 구축과 실험 예제를 제공한다. 4 장에서는 본 연구의 결론과 향후 연구를 제시한다.

#### 2. 온톨로지 및 워드임베딩 기반 질의어 확장

본 장에서는 영상 검색을 위한 검색 시스템의 전체적인 구조도를 소개하고 질의어 확장 과정에 대한 자세한 소개를 하도록 한다. 사용자가 원하는 영상을 찾기 위해 질의어를 입력하면 해당 질의어를 바탕으로 사용자의 검색 의도를 파악하여 확장 질의어를 생성하고 이를 이용하여 검색된 영상에 대해 적합도를 산정하여 순위를 매겨 사용자에게 검색 결과를 제공한다. 그림 1 은 영상 검색 시스템의 전체적인 구조를 나타내고 있다.

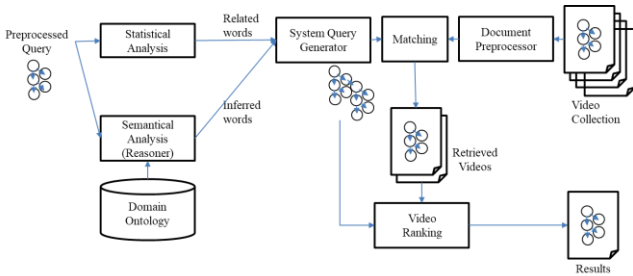


그림 1. 영상 검색 시스템 구조도

본 연구에서는 검색 대상이 되는 영상에 대해 각 영상에 대한 메타데이터가 기존의 연구[2]에 의해 제안된 것처럼 구축되어 있다고 가정한다. 즉, 각 영상의 메타데이터에는 어떤 사람이 어디서 어떤 행동을 언제 했는지 등의 정보가 포함되어 있다. 또한 검색 대상이 되는 영상도 기존의 연구[3]를 바탕으로 장면 별로 나뉘어져서 색인되어 있다고 가정한다.

본 연구에서는 질의어 확장을 두가지 방법을 조합하여 수행하였다. 즉, 도메인 온톨로지를 활용한 방법과 통계적 분석을 수행하여 워드 임베딩을 구축하고 이를 활용한 방법이다.

도메인 온톨로지를 구축하고 이를 질의어 확장에 이용하면, 의미적으로 정확한 하위 혹은 상위 개념의 단어를 파악할 수 있게 되어 사용자의 검색 의도를 더욱 정확히 반영하여 질의어 확장이 가능하게 된다. 예를 들어 감정과 관련된 단어로 '화남'이 질의어에 포함되어 있을 때 하위 개념의 감정을 나타내는 단어인 '격노', '분노', '억울함' 등을 질의어 확장시 이용할 수 있게 된다. 하지만 온톨로지 구축하고 관리하기 위해 시간과 비용이 발생하고, 모든 어휘를 감당하지 못한다는 한계점이 존재 한다.

키워드 기반의 검색은 단어의 의미와 맥락을 고려하지 않는 반면, 워드임베딩은 이를 고려하여 연관단어들을 가까운 거리에 위치하도록 다차원 공간에 벡터로 표현한다[4]. 본 연구에서는 최근 가장 많이 사용되는 워드임베딩 모델인 word2vec[5,6,8]을 사용하였다. 워드임베딩 모델을 이용하면 다양한 종류의 관련 단어를 얻을 수 있다. 예를 들어 '박지성'이라는 단어에 대해 '박주영'과 같은 동료 선수뿐만 아니라 '축구'와 같은 스포츠 종목 이름처럼 다양한 관련 단어를 확장 질의어에 포함할 수 있게 된다. 또한 자동화한 방법으로 구축이 되기 때문에 방대한 어휘에 대해서 관련 단어를 파악할 수 있게 된다. 반면, 확장된 질의어에 관련없는 영상이 검색 되도록 만드는 노이즈로 작용할 가능성이 존재한다.

본 연구에서는 온톨로지를 통해 파악한 관련 단어와 워드임베딩을 통해 파악한 관련 단어의 합집합을 구성하고 이를 이용하여 질의어를 확장함으로써 각 방법에 존재하는 한계점을 극복하고 사용자의 검색의도를 보다 정확하게 파악하여 확장 질의어를 구축하는 방법을 제시하고 있다.

### 3. 구현 및 실험

본 장에서는 구축한 온톨로지 및 워드임베딩 모델을 소개하고 질의어 확장 과정을 보이는 실험을 통해 제시하고 있는 질의어 확장 방법에 대한 수행 결과를 보이도록 한다.

본 연구에서는 질의어 확장을 위해 온톨로지를 구축하였다.

모든 어휘에 대한 온톨로지 구축은 어렵기 때문에 분야를 한정 지어서 온톨로지를 구축하였다. 즉, 감정, 행동, 장소 등으로 도메인을 정하고 관련 단어들을 파악하여 온톨로지 구축을 하였다. 특히 감정 온톨로지의 경우 정보통신단체표준으로 제정된 '소셜웹을 위한 감정 온톨로지'를 참조하여 구축하였다. 그림 2는 구축된 온톨로지의 일부분을 나타내고 있다.

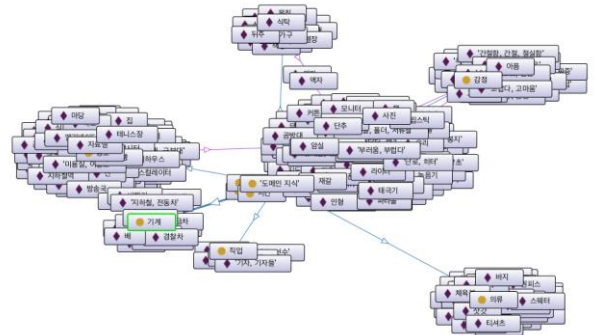


그림 2. 도메인 온톨로지 구축

워드임베딩은 word2vec 모델을 사용하였으며, 모델의 학습을 위해 위키백과(<https://ko.wikipedia.org>) 덤프파일과 나무위키(<https://namu.wiki>) 덤프파일을 사용하여 총 278,154 개의 어휘에 대해 150 차원의 벡터를 계산하였다. 특정 단어에 대한 관련 단어를 구하기 위해 벡터간의 코사인 유사도를 구하여 상위 10 개의 관련 단어를 파악할 수 있었다. 아래 표는 예제 단어에 대한 상위 10 개의 연관 단어와 코사인 유사도 값을 보여주고 있다.

표 1. 워드 임베딩을 통한 관련 단어 목록

밥_Noun	떡밥_Noun	초밥_Noun
저녁밥_Noun : 0.714	복선_Noun : 0.743	타코야끼_Noun: 0.780
아침밥_Noun : 0.696	음모론_Noun : 0.622	회전초밥_Noun: 0.753
맨밥_Noun : 0.669	맥거핀_Noun : 0.592	라멘_Noun : 0.741
쌀밥_Noun : 0.668	궁금증_Noun : 0.571	돈부리_Noun : 0.733
보리밥_Noun : 0.661	도시전설_Noun: 0.551	타코야키_Noun: 0.728
점심_Noun : 0.658	팬픽_Noun : 0.543	닭꼬치_Noun : 0.724
야식_Noun : 0.658	논란_Noun : 0.538	오코노미야키_Noun: 0.72
도시락_Noun : 0.657	내용_Noun : 0.528	김말이_Noun : 0.721
새참_Noun : 0.654	의혹_Noun : 0.528	전골_Noun : 0.715
김밥_Noun : 0.648	논쟁_Noun : 0.520	오뎅_Noun : 0.712

구축한 온톨로지 및 워드임베딩 모델을 이용하여 예제 질의어에 대한 질의어 확장 수행 결과는 그림 4 와 같다. 사용자는 초밥을 먹다가 그 맛에 실망하는 모습을 포함하고 있는 영상을 찾고 있다고 가정하고 예제 질의어를 작성하였다. 만약 질의어와 정확히 매칭되는 영상이 없다면 비어있는 검색 결과가 제공 될 것이다. 하지만 질의어 확장을 통해 초밥과 같은 일식 음식인 타코야끼, 라멘 등을 먹다가 실망하는 영상도 검색이 될 수 있게 되었다. 또한 '실망'뿐만 아니라 아쉬움, 허무와 같은 단어가 질의어에 보강되어 검색결과가 제공되어 유사한 영상을 찾을 수 있게 된다.

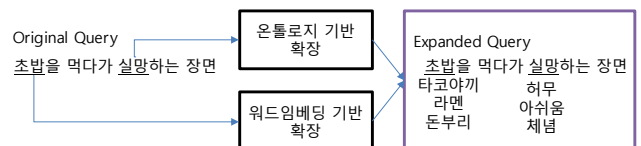


Figure 3. 질의어 확장 과정 예제

## 4. 결론

본 연구에서는 도메인 온톨로지와 워드임베딩을 활용한 질의어 확장 방법을 제시하였다. 제시한 방법은 기존의 각 방법을 독립적으로 사용하였을 때 발생하는 단점 및 한계를 극복하여 사용자의 검색 의도를 기존의 연구보다 정확히 반영한 확장된 질의어를 생성할 수 있다. 특히, 영상 검색 분야에서 사용자가 찾고자 하는 영상과 유사한 영상을 찾을 수 있도록 도움이 되는 것을 볼 수 있었다. 향후 연구로는 객관적인 검색 성능 지표를 이용하여 제시한 방법에 대한 검증이 필요하며, 영상 검색에 적합한 랭킹 방법에 관한 연구가 필요하다.

## 5. Acknowledgement

본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영비지원사업의 일환으로 수행되었음. [17ZH9900 오픈 시나리오 기반 프로그래머블 인터랙티브 미디어 창작 서비스 플랫폼 개발]

## 6. 참고문헌

- [1] Han, Minho, et al. "Interactive media creation by reusing video contents." Advanced Communication Technology (ICACT), 2017 19th International Conference on. IEEE, 2017.
- [2] Park, Wonjoo, et al. "Design of scene knowledge base system based on domain ontology." Advanced Communication Technology (ICACT), 2017 19th International Conference on. IEEE, 2017.
- [3] Son, Jeong-Woo, et al. "Scene boundary detection with graph embedding." Advanced Communication Technology (ICACT), 2017 19th International Conference on. IEEE, 2017.
- [4] 신동하, 김창복. "한글 워드임베딩과 아프리오리를 이용한 검색 시스템의 질의어 확장." 한국향행학회논문지 20.6 (2016): 617-624.
- [5] 김우주, 김동희, 장희원. "Word2vec 을 활용한 문서의 의미 확장 검색방법." 한국콘텐츠학회논문지 16.10 (2016): 687-692.
- [6] Mitra, Bhaskar, et al. "A dual embedding space model for document ranking." arXiv preprint arXiv:1602.01137 (2016).
- [7] 광창욱, 윤희근, 박성배. "유사 단어 커뮤니티 기반의 질의어 확장." 정보과학회논문지 41.12 (2014): 1058-1065.
- [8] Mikolov, Tomas, et al. "Efficient estimation of word representations in vector space." arXiv preprint arXiv:1301.3781 (2013).