

인공지능 기반의 이미지 검색 시스템(AIS)

이문영*, 정승훈⁺, 양미경⁺, 이성희*

*한국전자통신연구원, ⁺한양대학교

munyounglee@etri.re.kr, {zldzmfoq12, ytr1133}@hanyang.ac.kr, slee0003@etri.re.kr

Artificial Intelligence based Image Search System(AIS)

Munyoung Lee*, Seunghoon Jeong⁺, Migyeong Yang⁺, Seong-hee Lee*

*Electronics and Telecommunications Research Institute, ⁺Hanyang University

요약

인공지능 기술의 빠른 발전으로 인해 다양한 분야에 인공지능 기술을 적용하여 성능을 개선하는 응용 연구가 많은 관심을 받고 있다. 검색엔진에서 원하는 이미지를 검색하기 위해서는 사용자가 입력한 질의를 이미지에 부착된 텍스트 정보와 매칭시키는 색인 방식을 사용한다. 하지만, 이러한 텍스트 기반의 이미지 검색 기술은 이미지에 대한 텍스트 정보와 사용자 질의를 매칭시키는 기술이 뛰어나더라도 이미지를 설명하는 텍스트 자체가 잘못되었다면 검색결과의 정확도가 떨어지는 한계가 있다. 이에 본 논문에서는 인공지능 기술(자연어 처리, 객체 검출)을 적용하여 기존 텍스트 기반 이미지 검색의 정확도를 높일 수 있는 방안을 제안한다. 제안하는 인공지능 기반 이미지 검색 시스템(AIS)은 데이터 수집, 질의 키워드 검출, 캐시 데이터 매칭, 이미지 객체 검출, 요소 매칭 및 저장 모듈로 구성되어 있으며, 텍스트의 자연어 처리 결과와 이미지의 객체 검출 결과를 매칭하는 방식으로 동작한다. 성능 평가를 위해 프로토타입을 개발하여 48명의 사용자를 대상으로 검색엔진의 정확도를 평가하였다. 실험 결과, 카테고리 별 정확도와 단어 조합 별 정확도 시나리오에서 기존 이미지 검색엔진보다 정확도가 1.5~5배 향상됨을 보였다.

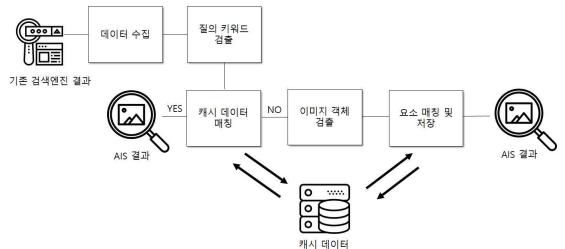
I. 서론

인공지능 기술의 빠른 발전으로 인해 다양한 분야에 인공지능 기술을 적용하여 성능을 개선하는 응용 연구가 많은 관심을 받고 있다. 검색엔진에서 원하는 이미지를 검색하기 위해서는 사용자가 입력한 질의를 이미지에 부착된 텍스트 정보와 매칭시키는 색인 방식을 사용한다. 하지만, 이러한 텍스트 기반의 이미지 검색 기술은 이미지에 대한 텍스트 정보와 사용자 질의를 매칭시키는 기술이 뛰어나더라도 이미지를 설명하는 텍스트 자체가 잘못되었다면 검색결과의 정확도가 떨어지는 한계가 있다.

본 논문에서는 인공지능 기술(자연어 처리, 객체 검출)을 적용하여 기존 텍스트 기반의 이미지 검색의 정확도를 높일 수 있는 방안을 제안하고, 성능 평가를 위해 프로토타입을 개발하여 실제 사용자들을 대상으로 이미지 검색의 정확도를 평가하였다.

II. 인공지능 기반 이미지 검색 시스템(AIS)

본 연구에서는 인공지능 기반 이미지 검색 시스템(AIS)을 제안한다. 제안하는 시스템은 기존 이미지 검색엔진과 결합하여 성능을 향상시킨다. 상세 구성 요소는 그림1과 같다. 데이터 수집 모듈에서는 사용자의 질의와 기존 이미지 검색엔진에서 검색한 결과창의 정보(검색 이미지, 주소)를 가져온다. 질의 키워드 검출 모듈은 수집한 사용자 질의에 자연어 처리 기술(형태소 분석, 개체명 분석, 질문분석 등)을 적용하여 질의를 분석하는 역할을 수행한다. 즉, 사용자 질의에 존재하는 키워드들이 이미지 객체 카테고리에 해당하는지 여부를 확인한다. 캐시 데이터 매칭 모듈은 검출된 키워드 조합이 캐시(cache)에 이미 저장되었는지 여부를 확인한다. 만약, 키워드-카테고리 조합이 캐시에 저장되어 있다면 저장된 이미지 결과를 보여준다. 이미지 객체 검출 모듈은 객체 검출기술을 적용하여 검색엔진에 의해 검색된 이미지에 존재하는 객체 조합을 생성한다. 마지막으로 요소 매칭 및 저장 모듈은 생성된 키워드-카테고리 조합과 객체-카테고리 조합을 매치하는 역할을 수행한다. 만약 객체-카테고리 조합과 키워드-카테고리 조합이 매치된다면 검색된 이미지 중 매치되는 결과 이미지만을 보여주고, 해당 이미지를 키워드-카테고리 조합 정보와 함께 캐시에 저장하게 된다.



[그림1] 인공지능 기반 이미지 검색 시스템(AIS) 구조도

III. AIS 동작 알고리즘

AIS에서 이미지 검색을 위한 상세 동작 알고리즘은 아래와 같다. 사용자가 이미지 검색을 위해 질의를 입력한 경우, 기존 검색엔진의 이미지 검색 결과창에서 사용자 질의와 이미지를 추출하여 저장한다. 수집한 질의에 대해서는 자연어처리 기술(형태소 분석, 개체명 분석, 질문분석 등)을 통해 질의분석을 수행하여 키워드를 추출하고, 해당 키워드들이 객체 검출을 할 수 있는 이미지 객체 카테고리에 속하는지 여부를 확인한다. 만약, 사용자 질의 내에 이미지 객체 카테고리에 속하는 키워드들이 존재한다면 키워드가 해당하는 카테고리들로 조합을 생성한다. 그 다음에는 캐시를 확인하여 생성된 키워드-카테고리 조합이 캐시에 존재하는 경우, 저장된 이미지를 보여준다.

Algorithm 1. AIS 동작 알고리즘

- 1: [데이터수집] 이미지 검색 결과창에서 질의와 이미지를 추출하여 저장
- 2: [질의 분석] 자연어 처리를 통해 질의 내 키워드 추출
- 3: 2의 결과에서 이미지 객체 카테고리에 속하는 키워드로 조합 생성
- 4: if 키워드-카테고리 조합이 캐시에 존재
- 5: 해당 키워드-카테고리 조합에 매핑된 이미지를 보여줌
- 6: [이미지 분석] 객체 검출을 통해 이미지 내 객체 검출
- 7: 6의 결과에서 이미지 객체 카테고리에 속하는 객체로 조합 생성 [요소 매칭]
- 8: if 3의 키워드-카테고리 조합 ⊂ 7의 객체-카테고리 조합
- 9: 객체 조합이 검출된 이미지 결과를 보여줌
- 10: 해당 이미지를 키워드 조합과 매핑하여 캐시에 저장
- 11: else 이미지 검색 결과창의 결과를 보여줌

수집된 이미지에 대해서는 객체 검출 기술을 통해 이미지 객체 카테고리에 속하는 객체가 존재하는지를 확인한다. 만약, 해당 카테고리들이 존재한다면 객체-카테고리 조합을 생성한다. 질의 분석에서 생성된 키워드-카테고리 조합이 이미지 분석에서 생성된 객체-카테고리에 포함된다면 검출된 이미지 결과를 보여주고, 해당 결과를 캐시에 저장하게 된다. 그렇지 않다면 검색엔진의 이미지 검색 결과를 사용자에게 보여준다.

IV. 성능평가

1. 평가 실험 환경

성능 평가를 위해 ETRI에서 제공하는 인공지능SW 오픈API[1]를 사용하여 구글 크롬 확장 프로그램 기반의 프로토 타입을 개발하였고, 실제 사용자 48명을 대상으로 검색 결과의 정확도 측면에서의 성능을 평가하였다. 이미지 검색엔진의 성능 평가 시, 표본 수가 많지 않은 경우 정확도를 측정하여 성능을 평가하는 것이 가장 효과적[2]이기 때문에 본 실험에서도 정확도를 평가지표로 사용하였다. 정확도는 이미지 검색 결과 중에서 실제 질의와 관련이 깊은 올바른 이미지 검색 결과의 비율을 의미한다. 평가를 위해 폐실험자가 판단한 정답의 수를 검색에서 보여주는 이미지 결과 수로 나누어 계산하였다.

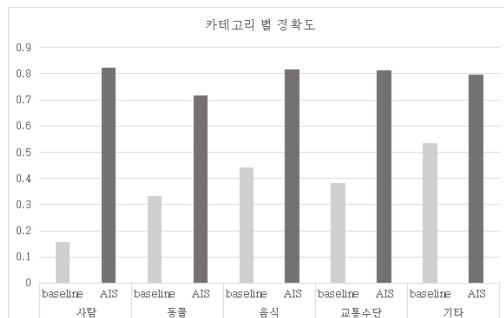
$$\text{정확도} = \frac{\text{올바른 이미지 검색 결과 수(폐실험자 판단)}}{\text{검색 시 보여주는 이미지 결과 개수}}$$

또한, 이미지 검색 결과가 질의와 관련이 깊은지 여부에 대한 모호성을 해결하기 위해 같은 질의와 해당 이미지 검색 결과를 8명의 사람들이 평가하였다. 실험은 자체적으로 5가지 카테고리와 3가지 단어 조합을 고려하여[3,4] 임의로 32개의 질의를 정한 뒤, 기존 이미지 검색엔진의 검색 결과와 AIS 기법을 적용한 결과를 사용자들에 보여주어 이 중 질의와 관련이 깊은 결과의 수를 구한 후, 정확도를 계산하는 방식으로 진행하였다.

AIS는 기존 이미지 검색엔진과 결합하여 동작하기 때문에 AIS 알고리즘을 적용하지 않은 구글 이미지 검색 결과를 비교군으로 설정하여 AIS 기법과 정확도를 비교하였다.

2. 실험 결과 및 분석

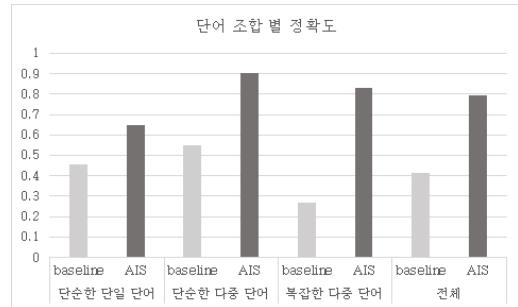
먼저 사람, 동물, 음식, 교통수단, 기타로 분류되는 카테고리에 해당되는 질의를 생성하여 카테고리별 검색의 정확도를 분석하였다. 그림2를 보면 5개의 카테고리에 대해 AIS 기법은 baseline(기본검색엔진)에 비해 높은 정확도를 보이는 것을 확인할 수 있다. 이는 AIS에서는 인공지능 기술(자연어 처리, 객체 검출)을 통해 사용자가 요청한 이미지와 가까운 이미지 결과만을 제공하기 때문이다. 카테고리별 AIS 기법의 결과를 분석해보면 사람 카테고리에서는 기존 검색엔진보다 약 5배가 향상된 0.82의 정확도를 보이며, 동물 카테고리에서는 0.72, 음식 카테고리에서는 0.82, 교통수단 카테고리는 0.81로 기존 검색엔진 대비 정확도가 약 2배 향상되었다. 기타 카테고리의 정확도는 0.80로 기존 대비 약 1.5배 향상된 결과를 얻었다.



[그림2] 카테고리 별 정확도

그림3은 단어 조합 별 검색의 정확도를 보여준다. 실험을 위해 단순한 단일 단어, 단순한 다중 단어, 복잡한 다중 단어, 전체로 분류하였다. 단순한 단일 단어 조합에서 AIS 기법의 정확도는 0.64, 단순한 다중 단어 조합에서는 0.90으로 기존 검색엔진에 비해 정확도가 약 1.5배 향상된 것을 확인할 수 있다. 복잡한 다중 단어 조합의 정확도는 0.83으로 기존 대비 정확도가 약 3배 향상되어서 AIS 기법은 복잡한 다중 단어를 사용한 질의에서 좋은 성능을 보이는 것을 알 수 있다. 또한, 전체 질의의 정확도를 보면 0.79로 기존보다 약 2배 향상되었다.

위 결과들을 통해 AIS 기법이 기존 이미지 검색엔진 보다 더 향상된 정확도를 보여주는 것을 알 수 있고, 특히 사람 카테고리와 복잡한 다중 단어 조합에서 좋은 성능을 보이는 결과를 보여주었다.



[그림3] 단어 조합 별 정확도

V. 결론

본 논문에서는 기존 텍스트 기반의 이미지 검색 기술의 성능을 개선하기 위해 인공지능 기술을 적용하는 인공지능 기반 이미지 검색 시스템(AIS)을 제안하였다. AIS에서는 사용자 질의에 대해 자연어 처리 기술을 이용하여 키워드를 검출하고, 검색엔진을 통해 검색된 이미지에 객체 검출 기술을 적용하여 이미지에 포함된 객체 카테고리 정보를 추출하는 방식을 통해 사용자 질의와 가까운 이미지 결과를 제공한다. 성능 분석 결과, AIS 기법은 검색된 이미지의 정확도를 높일 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후에는 AIS 기법을 적용할 수 있는 응용 서비스를 발굴하고, 자연어 처리와 객체 검출 엔진을 시스템 내부에 탑재하는 방식을 통해 지연시간을 줄이는 방안에 대한 추가 연구를 진행 할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원(No. 2019-0-01861, 5G 융합 생산 공정 혁신을 위한 오픈 아키텍처 기반 지능형 PID 제어 기술 개발)과 2020년도 한국전자통신연구원 주요사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (20ZT1100, 수도권 지역산업기반 ICT융합기술 지원사업)

참 고 문 헌

- [1] ETRI 인공지능SW 오픈API, <http://etri.re.kr/aiopen>
- [2] M. Sanderson, "Performance Measures Used in Image Information Retrieval," ImageCLEF - Experimental Evaluation in Image Retrieval, pp. 81-92, 2010.
- [3] V. Jain et al., "Learning to Re-Rank: Query-Dependent Image Re-Ranking Using Click Data," Proc. WWW, 2011.
- [4] B. Kumar et al., "Precision and relative recall of search engines: A comparative study of Google and Yahoo," Singapore Journal of Library & Information Management, vol. 38, 2009.