



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의미 유사성 측정을 통한  
주석기반 이미지 검색 시스템 구현

An Annotated Image Retrieval System through Similarity  
Measurement based on Semantics

2008년 2월 25일

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

황 광 수

의미 유사성 측정을 통한  
주석기반 이미지 검색 시스템 구현

지도교수 김 판 구

이 논문을 공학석사학위신청 논문으로 제출함.

2007년 10월 일

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

황 광 수

# 황광수의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 \_\_\_\_\_

위 원 조선대학교 교수 \_\_\_\_\_

위 원 조선대학교 교수 \_\_\_\_\_

2007년 11월 일

조선대학교 대학원

## 목 차

목 차 .....	i
표 목 차 .....	iii
그 립 목 차 .....	iv
ABSTRACT .....	v
<b>I. 서론 .....</b>	<b>1</b>
A. 연구배경 및 목적 .....	1
B. 연구 내용 및 구성 .....	2
<b>II. 관련연구 .....</b>	<b>4</b>
A. 내용기반 이미지 검색 방법 .....	4
B. 주석기반 이미지 검색 방법 .....	6
C. 의미적 유사성을 이용한 이미지 검색 방법 .....	7
<b>III. 워드넷 .....</b>	<b>9</b>
A. 워드넷의 개요 .....	9
B. 워드넷의 개념 관계 .....	10
C. 워드넷을 이용한 개념간 유사도 측정방법 .....	14
1. 예지기반 측정 방법 .....	14
2. 노드기반 측정 방법 .....	15

<b>IV. 의미량을 이용한 이미지 검색 방법</b>	<b>17</b>
A. 개념간 관계 분석	17
B. 개념간 유사도 측정	19
C. 개념관계를 이용한 의미량 측정	22
<b>V. 실험 및 분석</b>	<b>27</b>
A. 시스템 구성도	27
B. 실험	28
C. 성능평가	33
<b>VI. 결론</b>	<b>36</b>
<b>참고문헌</b>	<b>37</b>

## 표 목 차

[표 2-1] 내용기반 이미지 검색 시스템 특징 .....	5
[표 3-1] 개념간의 어휘 행렬 .....	10
[표 3-2] 워드넷에서 정의된 관계 유형 .....	12
[표 4-1] 키워드의 그룹 가중치 .....	19
[표 4-2] 개념간 유사도 측정 .....	21
[표 4-3] 동일 키워드 plant, photograph를 가지고 있는 이미지 샘플 .....	22
[표 4-4] 의미량 측정 .....	25
[표 5-1] 기존검색방법과 제안한 검색방법의 성능평가 .....	34

## 그림 목 차

[그림 2-1] 내용기반 검색 시스템의 일반적인 구성도 .....	4
[그림 2-2] Microsoft 'Design Gallery Live' 이미지 검색 시스템 .....	6
[그림 2-3] 노이즈 키워드 제거 .....	7
[그림 3-1] 개념 관계로 표현된 명사 네트워크 .....	11
[그림 3-2] 워드넷에서 개념간 상·하의관계 .....	16
[그림 4-1] 주석기반 검색을 위한 이미지 샘플 .....	17
[그림 4-2] 그룹핑 .....	18
[그림 4-3] 개념간 유사도 .....	20
[그림 4-4] 이미지내 키워드간 관계 .....	23
[그림 5-1] 'Design Galler Live'의 샘플 이미지 .....	27
[그림 5-2] 워드넷 기반 이미지 검색 시스템 구성도 .....	28
[그림 5-3] 이미지 검색 시스템의 데이터베이스 .....	29
[그림 5-4] 기존의 이미지 검색 시스템(Query:plant) .....	30
[그림 5-5] 제안한 이미지 검색 시스템(Query:plant) .....	31
[그림 5-6] 기존의 이미지 검색 시스템(Query:flower) .....	32
[그림 5-7] 제안한 이미지 검색 시스템(Query:flower) .....	33
[그림 5-8] 기존 검색방법과 제안한 검색방법의 정확률 .....	34



## *ABSTRACT*

### *An Annotated Image Retrieval System through Similarity Measurement based on Semantics*

Kwang-Su Hwang

Advisor : Prof. Pankoo Kim, Ph.D

Department of Computer Engineering

Graduate School of Chosun University

These days, the amount of image in the web is rapidly increasing due to increased use of digital devices and generalization of personal blogs. Also these increases have led to demand new methods for semantic image retrieval. So many researchers have generated significant improvements in retrieval using visual information. However, the study of image retrieval is still not capable of complete. Understanding of concepts that are included by images. Semantic interpretation of images is as ever incomplete without some mechanism for understanding of semantic contents that are not directly expressed. One of the methods to solve these problems, human assisted an image retrieval using content-annotation through natural language and the method is one of the most common methods, particularly in the application of image retrieval, and provides means for exploiting syntactic, semantic as well as lexical information.

A simple form of human-assisted semantic annotation is an attachment of textual descriptions (i.e. keyword, or simple sentence) to images. Textual annotations convey name and property of a visual object, event happening in visual context. Text-based image retrieval requires correct

remembrance of annotated word of all images for retrieval. In other words, that is the retrieval without conceptual ranking by text matching which is the simplest way to retrieval according to existence or nonexistence of keyword. The method of retrieval searches images without priority order of text matching. As a result, this method is not able to consider with concept of images. So, this method has weak points for semantic image retrieval.

For complement of the problems, this paper proposes measurement of the similarity between keywords that is included in annotation. The similarity uses measurement of priority based on WordNet as a semantic lexical ontology. And this paper considers weight of group and information content of keyword by creating groups of the related keywords. According to experiments of proposed method, this paper was able to gain more correct results than existing method of textual annotation.

# I. 서론

## A. 연구배경 및 목적

최근 디지털 카메라의 대중화로 인해 비디오, 이미지 등의 멀티미디어 데이터가 급증하고 있고, 미니 홈페이지, 블로그(Blog), UCC(User Created Contents) 등을 통해 무수히 많은 멀티미디어 데이터가 웹에 게시되고 있다. 이러한 멀티미디어 데이터의 효율적이고 정확한 검색[1], [2]를 위해 멀티미디어가 포함하고 있는 저차원 특징을 이용한 방법, 주석을 이용한 텍스트 매칭 방법 등으로 크게 2가지로 나뉘어 연구[3]되고 있다.

저차원 특징을 이용한 검색 방법은, 멀티미디어가 포함하고 있는 컬러의 히스토그램(Histogram) 정보 또는 객체의 형태를 추출하고, 질의 정보와 유사한 정도를 비교하여 검색[4], [5]하는 것이다. 저차원 특징을 이용한 방법은 멀티미디어 고유의 정보를 이용하여 객관적이라는 장점이 있긴 하지만, 질의의 번거로움과 상세한 질의가 어렵다는 단점이 있다. 이에 반해, 멀티미디어 데이터에 추가된 주석 정보를 이용한 검색방법은 사람이 직접 멀티미디어 데이터에 포함된 객체, 상황 등과 관련된 의미적 정보를 키워드로 입력하고, 질의어로 입력된 키워드와 일치하는 영상을 검색[6], [7]하는 방법이다. 이는 키워드를 입력하는 번거로움과, 키워드가 주관적이며, 동일한 키워드를 포함하고 있는 다른 영상에 대해 우선순위를 측정하기가 난해한 단점이 있긴 하지만, 정확한 검색을 할 수 있고 다양한 의미적 검색 방법을 통해 보완할 수 있는 장점이 있다.

본 논문은 주석기반 멀티미디어 데이터 검색에서 키워드가 주관적이라는 것과, 우선순위 측정의 단점을 보완하기 위한 연구를 다루고 있다. 방법으로는 의미사전을 통해 주석에 포함된 키워드들의 정보량을 측정하고, 관계된 키워드들의 그룹을 생성하여 키워드의 정보량과 그룹 가중치를 함께 고려한다. 멀티미디어 데이터의 의미적 검색을 위한 본 방법은 실험을 통해 기존의 멀티미디어 검색 방법 [8], [9], [10]과 성능을 비교분석 하였다.

## B. 연구내용 및 구성

멀티미디어 데이터는 비디오, 오디오, 이미지, 텍스트 등 다양하지만, 본 연구에서는 이미지 데이터만을 다룬다. 이미지 데이터를 의미적으로 검색하기 위한 가장 중요한 요소는 이미지의 정보를 표현하고 있는 주석[11]이라고 할 수 있다. 주석은 관리자가 사용자 입장에서 검색 시 이용할 수 있는 키워드이며, 키워드는 이미지 내의 객체, 상황 등의 정보와 관련된 개념으로 작성된다. 따라서 이미지가 다양한 내용을 포함할수록 주석의 키워드 수는 증가하고, 사용자는 각각의 이미지에 포함된 키워드들을 이용하여 검색할 수 있다. 기존 연구에서는 이러한 키워드들의 단순 매칭이나, 정보량 등을 이용하여 검색을 시도하였으나, 키워드들의 상호관련성을 고려하지 않아 의미적이지 못하다는 한계점[12], [13]이 존재한다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 의미사전으로 프린스턴 대학의 워드넷(WordNet)[14], [15], [16]을 이용하여 키워드간 정보량을 이용하여 유사도를 측정[17], [18]하였으며, 이미지의 키워드들을 워드넷에 매칭하여 상·하위 관계를 중심으로 키워드간 그룹핑하고, 그룹 가중치를 계산한다. 이러한 키워드들의 정보량과 그룹 가중치를 통하여 의미량을 측정하여 검색에 적용하였다. 본 논문에서 제시한 의미량이란 키워드가 이미지에서 차지하는 의미 크기가 서로 다른 것을 이용하여 크기를 판별하기 위해 수치화한 것이다.

그리고 본 방법의 객관성을 위해 Microsoft사에서 제공하고, 있는 이미지 데이터 집합인 'Design Galler Live'[19]를 이용하며, 이는 실제 웹 환경에서 내용기반과 주석 기반 이미지 검색에 이용되고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 1장 서론에 이어 제 2장은 기존의 검색방법인 주석기반 이미지 검색과 내용기반 이미지 검색 그리고 의미적 유사성을 이용한 이미지 검색 방법에 대해 살펴보고, 3장에서는 본 논문에 기반이 되는 워드넷의 구조 및 유사도 측정방법에 대해 서술한다. 제 4장에서는 본 논문에서 제안하고 있는 의미량을 이용한 이미지 검색 시스템의 전반적인 구성을 설명하고 의미량을 이용한 검색을 하기 위해 이미지 내 키워드 간에 의미관계를 분석하며, 이 분석 결과를 이용하여 각 키워드간 의미량을 측정하는 방법에 대해 기술한다. 제 5장은 제안한 방법을 이용하여 실제 이미지 검색 시스템을 구축하고, 실험 및 기존 이미지 검색

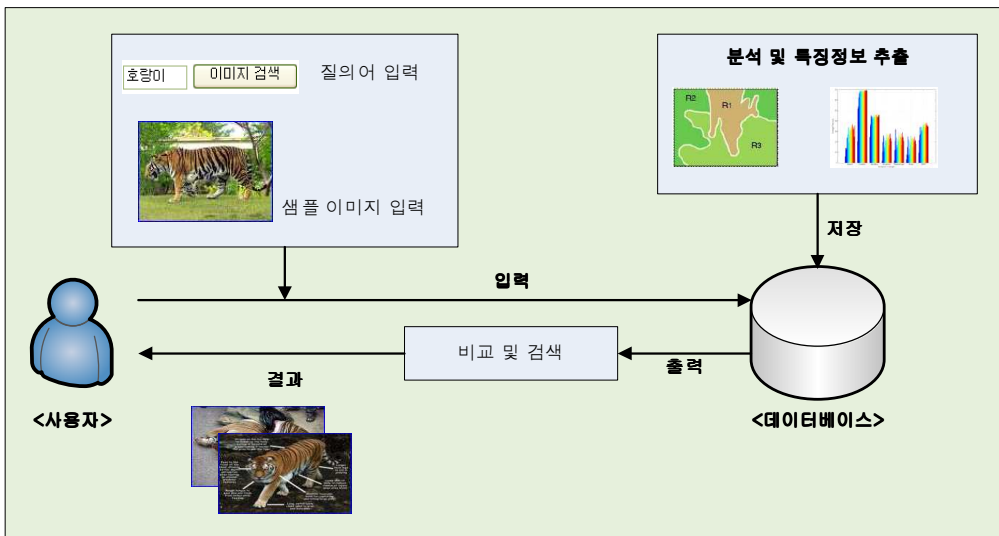
시스템과 비교 분석하였다. 마지막으로 6장에서는 향후 연구방향에 대해 서술하며 본 연구의 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

현재 가장 많은 연구가 이루어지고 있는 검색방법으로는 내용기반 이미지 검색과 주석기반 이미지 검색 방법 그리고 의미적 유사성을 이용한 이미지 검색방법이 있다. 본 장에서는 각 검색 방법의 특징을 상세히 살펴본다.

### A. 내용기반 이미지 검색 방법

내용기반 이미지 검색 방법은 이미지 데이터가 가지고 있는 저차원 정보인 컬러, 질감, 형태 등의 특징정보를 이용하거나 2개 이상의 저차원 특징 정보를 결합하여 검색에 이용하고 있다. [그림 2-1]은 내용기반 검색 시스템의 일반적인 구성도이다.



[그림 2-1] 내용기반 검색 시스템의 일반적인 구성도

일반적으로 내용기반 검색 시스템은 크게 세 부분으로 나누어진다. 첫 번째, 분석 및 특징정보 추출 모듈이고 두 번째는 질의 인터페이스이며, 마지막으로 세 번

째는 비교 및 검색 모듈이다. 분석 및 특징정보 추출 부분에서는 검색할 이미지들의 컬러, 형태 등 저차원적 정보를 추출하여 데이터베이스에 저장하는 과정이다.

질의 인터페이스 부분은 텍스트 입력이 아닌 샘플 이미지 또는 직접 스케치한 이미지 질의로 입력하게 된다. 마지막으로 비교 및 검색 모듈은 데이터베이스에 저장되어 있는 이미지들의 저차원 정보와의 유사도를 측정[4]하여 그 결과를 사용자에게 전달해 준다.

내용기반 검색 방법은 1990년대 초반에 처음 제안되었으며 가장 대표적인 내용기반 시스템으로는 MIT와 콜롬비아 대학에서 개발한 Photobook[31]과 VisualSeek[32] 시스템, 그리고 IBM에서 개발한 QBIC(Query by Image and Video Content)[6], [7] 시스템이 있다. [표 2-1]은 위 시스템들에 대한 질의 방식과 검색할 이미지로부터 추출한 특징데이터이다.

[표 2-1] 내용기반 이미지 검색 시스템 특징

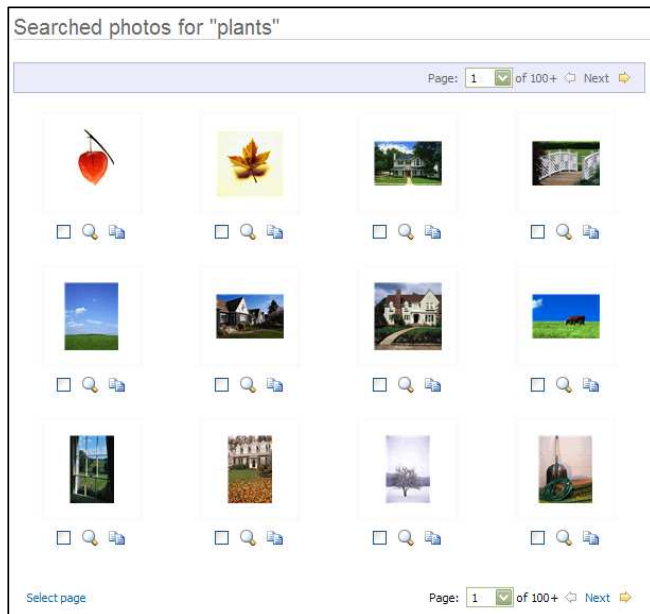
	Query by Example	Query by Sketch	특징데이터
QBIC	○	○	컬러, 질감, 형태, 레이아웃
Photobook	○	×	질감, 형태
VisualSEEk	×	○	컬러, 질감, 형태, 레이아웃

QBIC은 사용자 인터페이스에서 샘플 이미지와 직접 스케치를 통한 질의가 모두 가능하며, 이미지로부터 컬러, 질감, 형태 및 레이아웃의 특징데이터를 추출하여 유사도 비교를 통해 검색한다. 비슷한 특징데이터를 추출하여 비교하는 VisualSeek는 스케치를 통한 질의만 가능하다. 반대로, Photobook은 샘플 이미지만을 이용하여 질의를 입력할 수 있고, 특징데이터 또한 질감과 형태 2가지만 이용한다.

위와 같은 내용기반 이미지 검색은 저차원 정보만을 이용하여 검색하므로 이미지에 의미적인 내용을 검색에 반영할 수 없고, 정확률이 낮으며 구체적인 이미지를 검색하는데 어려움이 있다. 따라서 정확하고 구체적인 이미지 검색을 위해서 주석기반 이미지 검색 방법이 주로 이용되고 있다.

## B. 주석기반 이미지 검색 방법

이미지 검색 방법들 중 가장 널리 사용되고 있는 주석기반 이미지 검색은 검색의 대상이 되는 모든 멀티미디어 데이터들에 대하여 사람이 주석을 붙이고, 이를 기반으로 검색을 수행하는 방법이다. 주석 기반 이미지 검색 방법의 장점은 이미지의 주석을 이용하여 검색하기 때문에, 주석이 이미지의 내용을 잘 반영하고 있다면 정확한 검색을 수행할 수 있다는 것이다. 주석기반 이미지 검색 방법은 대중화 되어 있는 포털사이트(Microsoft, Google, WebSeer, AltaVista, Photo Finder 등)[19], [20]에서도 사용하고 있다. [그림 2-2]는 마이크로소프트(Microsoft)사의 'Design Gallery Live'에 이미지 검색 시스템이다.



[그림 2-2] Microsoft 'Design Gallery Live' 이미지 검색 시스템

[그림 2-2]는 plants를 질의어로 사용한 결과로 plants와 관련이 적은 다른 종류의 이미지도 많이 검색되는 것을 알 수 있다. [그림 2-2]는 질의어 plants를 이용하여 검색한 것으로, 각 이미지의 주석에서 일치하는 키워드가 있는 이미지들이 검색

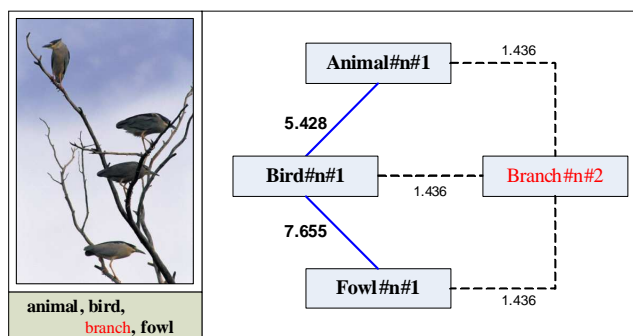


된다.

주석기반의 이미지 검색 시스템은 알고리즘 적용이 간단하며 사용이 쉽기 때문에 현재까지도 많이 사용되고 있다. 그러나 이러한 주석기반 이미지 검색은 입력된 주석을 통한 단순한 키워드 매칭[21], [22]를 통해 이루지기 때문에 검색결과가 [그림 2-2]와 같이 질의어와 관련이 적은 이미지도 검색되는 단점이 있다. 이는 각각의 키워드들이 갖는 의미적 중요성을 고려하지 않아 발생한다. 이를 해결하기 위해서는 키워드의 의미에 따른 가중치를 고려가 필요하다.

### C. 의미적 유사성을 이용한 이미지 검색 방법

최근 주석기반 이미지 검색에서 발생하는 의미기반 검색의 문제점을 보완하기 위해 키워드간 의미적 유사성을 이용한 검색 방법이 활발히 연구 되고 있다. 주석 정보를 통해 제공되는 객체에 대한 의미적 정보를 사용해 객체간 얼마만큼 의미적으로 관련성이 있는지를 측정하는 것이다. 최근에 연구 되어진 이미지 검색 시스템은 각 키워드의 유사도를 측정하고 개념간 의미적 관련성 여부를 분석하였다. [그림 2-3]은 키워드 사이의 유사도 측정을 통해 관련성 여부를 분석한 그림이다.



[그림 2-3] 노이즈 키워드 제거

[그림 2-3]에서 유사도 측정을 통해 Animal, Bird, Fowl은 개념적으로 가깝다는 것을 알 수 있다. 하지만 Branch의 경우는 다른 개념들과 유사성이 큰 차이로 떨어진다. 이러한 경우 임계값을 이용하여 노이즈 키워드로 처리하여 제거하고 워드

와 측정된 유사도 평균값을 이용해 다른 이미지와 유사 여부를 검색[8], [9], [10]하는 방법이다.

하지만 이런 방법에 경우 이미지가 여러 객체를 의미하고 있을 때는 여러 개의 개념 그룹으로 분류된다. 이럴 경우 가장 높은 유사도를 갖는 그룹만 이미지 의미를 차지하게 되어 하나의 그룹이외에는 검색이 불가능하게 된다.

따라서 본 논문에서는 워드넷을 이용해 키워드간의 유사도 측정 및 그룹핑 과정을 통해 키워드의 중요성에 따라 차등적인 가중치를 주어 더욱 의미적인 검색이 가능하도록 하였다.

### Ⅲ. 워드넷

본 논문에서 제안한 이미지 검색방법에서 핵심인 개념 관계를 분석하기 위해 키워드들의 의미적 관계 파악이 필요하다. 이에 본 연에서는 영어 어휘들의 개념 정의뿐만 아니라 개념들 사이의 관계까지 정의하고 있는 의미사전인 워드넷을 이용하였다. 본 장에서는 워드넷의 구조를 상세히 분석하고, 워드넷을 이용한 개념들의 유사도 측정 방법에 대해 기술한다.

#### A. 워드넷의 개요

워드넷은 어휘의 개념적 관계를 표현한 의미사전(Lexical Dictionary)으로 인간의 어휘지식에 대한 심리언어학 연구의 성과를 토대로 작성[14], [15], [16]되었다. 이는 1985년부터 미국의 프린스턴 대학의 인지과학연구실에서 개발되었고 현재는 버전 3.0까지 개발되었다. 워드넷은 인간의 어휘체계를 표현하기 위해 명사, 동사, 형용사, 부사 엔트리에 상/하관계인 IS\_A계층구조를 기본으로, 동사는 15개의 범주로 나누어 기술하고 명사는 25개의 범주로 분류하여 정의하고 있다. 또한 워드넷은 각 어휘의 의미를 Synset으로 표현하는데, 하나의 어휘가 여러 개의 의미를 갖는다면 Synset 또한 여러 개를 갖고, 여러 어휘가 동일한 의미를 갖을 때는 하나의 Synset으로 나타낸다. 그리고 의미적으로 관계가 있는 어휘들을 Synset과 Synset 사이의 의미관계를 표현한 링크를 이용하여 표현한다. 예를 들어 의미가 동일한 {car, auto, automobile, machine, motorcar} 집합은 동일한 Synset으로 표현하고 있고, 어휘 'car' 스스로는 5개의 의미를 가져서 5개의 Synset으로 모든 의미를 정의한다. 어휘들 사이의 의미관계는 동의 (Synonymy), 반의(Antonymy), 하의(Hyponymy), 부분-전체(Meronymy), 양식 (Troponomy), 함의(Entailment) 으로 정의하고 있다.

의미사전은 이미지에서 주석으로 사용되는 키워드들을 포함하고 개념 관계를 정의하고 있어 단어의 의미적 관계를 분석하는데 적합하며 개념간 유사도를 측정[17]하는데도 유용하게 사용되고 있다.

## B. 워드넷의 개념 관계

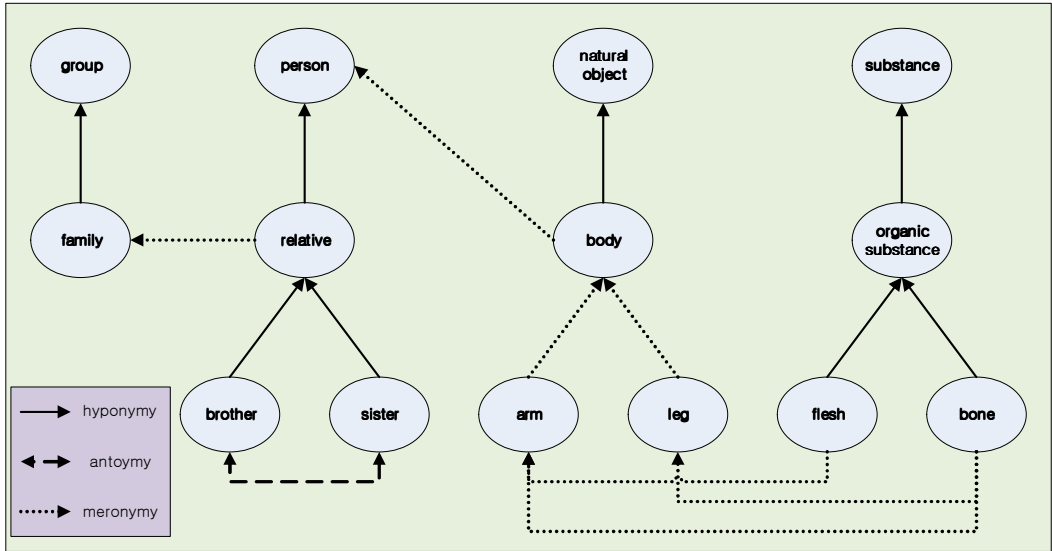
워드넷은 다의성(ambiguousness)과 동의 관계를 이용하여 의미관계를 표현하고 있다. [표 3-1]은 개념간의 어휘 행렬로써 단어와 의미사이의 관계를 나타내고 있다.

[표 3-1] 개념간의 어휘 행렬

<i>Word Meanings</i>	<i>Word Forms</i>					
	F1	F2	F3	F4	...	F <sub>n</sub>
M1	E1,1	E1,2				
M2		E2,2				
M3			E3,3			
...				...		
M <sub>m</sub>						E <sub>m,n</sub>

[표 3-1]에서 F1과 F2는 같은 의미를 나타내는 동의어 관계이며, F2는 여러 의미를 가지고 있는 다의어(polysemy)이다. 이처럼 단어와 의미 사이의 관계는 일대일 대응뿐만 아니라 다대다 대응관계도 가질 수 있다. 또한 워드넷에서는 단어가 기준이 아닌 각 각의 독립적인 의미를 갖는 Synset이 기준이 되며, 의미를 표현할 때에는 동의어 집합과 같은 형태로 표현한다. 워드넷내 어휘관계는 동의 관계 이외에도 상의, 하의, 양식, 부분-전체, 함의, 반의 관계로 개념 관계[23]가 형성되어 있다.

[그림 3-1]은 개념 관계로 표현된 명사 네트워크를 개념적으로 표현한 것이다.



[그림 3-1] 개념 관계로 표현된 명사 네트워크

[그림 3-1]에서처럼 워드넷은 특정 하나에 분류 범주에 속하는 것이 아니라 서로 다른 범주에 속한 개념들 사이에도 의미관계를 설정할 수 있다.

워드넷에서는 명사, 형용사, 동사, 부사가 표현할 수 있는 개념간의 관계[24], [25]는 조금씩 차이가 있다. 아래 [표 3-2]는 각 개념관계에서 정의할 수 있는 문법을 분류한 것이다

[표 3-2 ] 워드넷에서 정의된 관계 유형

개념 관계	분류	예제
동의 (Synonymy)	N, V, Aj, Av	pipe → tube, rise → ascend sad → unhappy rapudly → speedily
반의 (Antonymy)	Aj, Av, (N, V)	wet → dry powerful → powerless friendly → unfriendly rapidly → slowly
하의 (Hyponymy)	N	sugar maple → maple maple → tree tree → plant
부분-전체 (Meronymy)	N	brim → hat gin → martini ship → fleet
양식 (Troponomy)	V	march → walk whisper → speak
함의 (Entailment)	V	drive → ride divorce → marry
N=명사 Aj=형용사 V=동사 Av=부사		

워드넷상에서 한 개념은 다른 개념과 개념적 관계 형성하고 있으며 개념 관계 유형은 6가지로 분류 할 수 있다.

① 동의

워드넷의 기본적인 관계로서 Synset을 이루고 있다. 어떤 문맥에서 대체될 수 있는 단어 형태들의 집합은 run을 구성하는데, 두 runs가 공통적으로 하나의 단어 형태를 가진다면 그 두 runs는 비슷하다고 할 수 있다. 즉 동의 관계는 단어 형태들

사이의 의미적 관계를 형성하고 있다.

## ② 반의

반의어 관계는 형용사와 부사에 중요한 관계이다. 한 형용사가 많은 의미를 내포하고 있다면, 형용사에 반의어는 의미 분류에 따라 늘어나게 된다. 형용사의 반의어를 규정할 때 고려할 점은 첫째, 비슷한 의미를 가진 두형용사가 서로 다른 반의어를 가지는 경우도 있다. 예를 들어 의미가 비슷한 heavy와 weighty 두 단어가 있다. 두 단어는 각각 light와 weightless를 반의어로 갖지만 light와 weightless는 동의관계가 아니다. 둘째, 비슷한 의미를 가진 두 형용사 중에 하나에 단어만 반의어를 가질 수 있는 경우이다.

## ③ 하의

명사를 구성하는 가장 중요한 의미적 관계는 어휘화된 개념들 사이의 하의 관계이다. 상하의 관계는 워드넷에서 적절한 Synset들 사이의 포인터에 의해 표현되는 관계이며 어휘의 계층 구조는 상의적으로 관련이 있는 Synset으로 재구성 될 수 있다.

## ④ 부분-전체

부분-전체 관계와 하의 관계는 부분이 부분-전체관계일 뿐만 아니라 하의어이기도 하기 때문에 복잡한 방식으로 뒤얽혀 있으며 비대칭적이다.

## ⑤ 양식

동사 V<sub>1</sub>이 특정한 양식으로 동사 V<sub>2</sub>를 행할 때 동사 V<sub>1</sub>은 V<sub>2</sub>와 양식관계를 이루게 된다. 예를 들어 limp는 walk의 한 양식에 속한다. 그러므로 limp가 들어가는 문장내 walk의 의미 또한 내포하고 있다.

## ⑥ 함의

동사 사이의 감춰진 내포관계 또는 인과관계를 표현한다. 예를 들어 동사 V<sub>1</sub>을 포함한 문장이 동사 V<sub>2</sub>를 포함하는 문장을 함의한다고 하면, 두 단어는 함의관계라

고 정의할 수 있다.

## C. 워드넷을 이용한 개념간 유사도 측정 방법

개념간 유사도를 측정하는 방법은 크게 2가지 방법으로 분류한다. 최단거리를 이용한 에지기반 방법과 정보량을 기반으로 한 노드기반 방법이다. 본 논문에서는 개념과 개념 사이의 개념관계를 분석하기 위해 단순 개념의 거리를 이용하여 유사도를 측정하는 에지기반 방법보다 두 개념이 가지고 있는 정보량을 이용해 개념을 유사성을 측정하는 노드기반 방법을 이용하였다.

### 1. 에지기반 측정방법

에지기반의 측정방법은 개념간의 거리를 측정하는 방법이다. 측정 방식으로는 밀도(부모노드에서 자식노드로 미치는 링크의 총수), 계층구조에서 노드의 깊이, 링크 타입 그리고 에지링크의 길이 등의 특성이 고려된다. IS\_A 구조가 주어질 때 두 개념 간의 에지수를 체크하거나 최단거리를 측정해 관련된 정도를 판단할 수 있다.[26] 최단거리를 이용한 에지기반의 방법은 식(3.1)과 같이 표현된다.

$$S(c_1, c_2) = 2d_{\max} - \min[\text{len}(c_1, c_2)] \quad (3.1)$$

여기서  $d_{\max}$ 는 워드넷의 최대 깊이 값을 의미하며,  $\text{len}(c_1, c_2)$ 은 최단거리 측정을 위한 함수이다. 하지만 에지기반 측정방법에서는 일반적인 두 개념간의 경로 길이와 특정 두 개념간의 길이와는 크게 다르므로 워드넷의 경우에 적당한 방법은 아니다. 에지기반 측정방법에는 이외에도 Wu Z.[27]와 Leacock C[28].가 제안한 방법들이 있다.



## 2. 노드기반 측정방법

노드 기반 유사성 측정은 노드의 확률을 기반으로 한 정보량 측정에 의한 접근 방식이다. 먼저 정보량의 측정을 위한 노드의 확률을 구하면 식(3.2)와 같다.

$$P(c) = \frac{freq(c)}{N} \quad (3.2)$$

$\frac{freq(c)}{N}$ 는 노드의 확률을 구하는 수식으로  $N$ 은 개념의 총 수를 의미하고  $P(c)$ 는 개념  $c$ 와 마주칠 확률로 계층적 구조의 경우  $freq(c)$ 는 개념  $c$ 에 포함된 모든 하위 개념들의 합을 의미한다. 개념  $c$ 의 정보량은  $-\log P(c)$ 로 확률이 증가하면 정보량은 감소하므로 더 추상적인 상위개념은 낮은 정보량을 가진다.

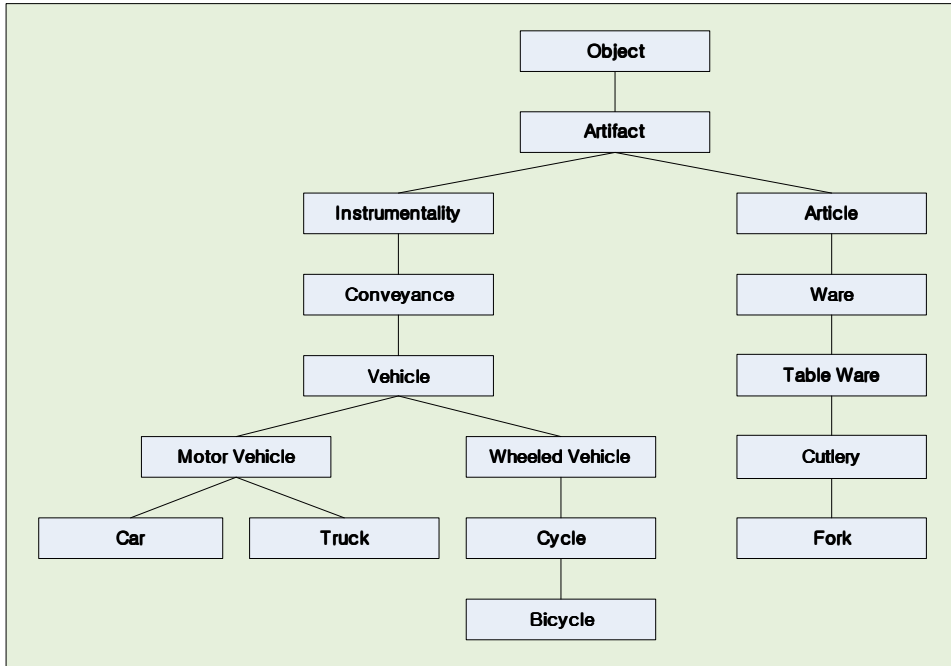
$$H(c) = -\log P(c) \quad (3.3)$$

$c_i$  IS\_A  $c_j$ 라면  $p(c_i) \leq p(c_j)$ 가 된다. 따라서 워드넷에서 유일한 Top Node  $\Phi$ 의 확률은 1이 되며 정보량은 0이 된다. 식(3.4)는 두 개념들 사이의 노드 기반 유사성 측정을 나타낸 것이다.

$$sim(c_i, c_j) = \max_{c \in S(c_i, c_j)} [-\log p(c)] \quad (3.4)$$

$S(c_i, c_j)$ 는  $c_i$ 과  $c_j$  두 개념을 포함하는 상위 개념  $c$ 를 의미한다. 두 개념이 공유하고 있는 상위 개념이 많을수록 두 개념은 더 유사[29]하다고 할 수 있다.

워드넷은 계층관계를 기본으로 어휘 사이의 관계를 표현하고 있다. [그림 3-2]는 워드넷의 계층 구조를 보여주고 있다.



[그림 3-2] 워드넷에서 개념간 상·하의관계

[그림 3-2]을 통해 Truck과 Bicycle중에서 어떤 것이 Car와 더 유사한지 알 수 있다. Car의 노드는 Bicycle와 공유하는 개념은 5개이다. Truck의 경우는 Bicycle에 비해 공유하는 개념이 더 많다. 이러한 정보량을 통해 실제 Car의 개념이 Bicycle에 비해 Truck과 개념적으로 더 유사하다는 것을 알 수 있다.

## IV. 의미량을 이용한 이미지 검색 방법

본장에서는 제안한 의미적 유사성을 이용한 이미지 검색에서 키워드의 개념관계를 워드넷을 이용하여 분석하고 그룹핑 시키는 방법과 각 개념의 정보량을 이용하여 개념 유사도를 측정하여 주변 개념과의 관계를 분석하였다. 측정된 그룹 가중치와 주변 개념과의 유사도를 이용하여 각 키워드가 전체 키워드에서 차지하고 있는 의미량을 측정하여 검색에 적용하였다.

### A. 개념간 관계 분석

이미지에 포함된 객체의 전체수를  $S=\{O_1, \dots, O_n\}$ 으로 표현한다. 이미지내 포함된 객체수가  $S$ 일 때 하나의 객체  $O$ 의 주석은 한 개 이상 존재 할 수 있으며, 특정 객체에 포함된 객체는  $O=\{t_1, \dots, t_n\}$  주석 집합[30]으로 표현될 수 있고, 표현된 키워드는 시각적으로 보여주는 객체들의 추상적인 의미도 포함하고 있다. 여러 종류의 키워드가 이미지의 의미를 표현하는데 이때 각 키워드가 이미지에서 차지하고 있는 의미 크기는 모두 다르며, 이들의 의미크기를 측정하기 위한 방법으로는 개념관계를 이용하여 그룹을 분류하는 과정이 필요하다.

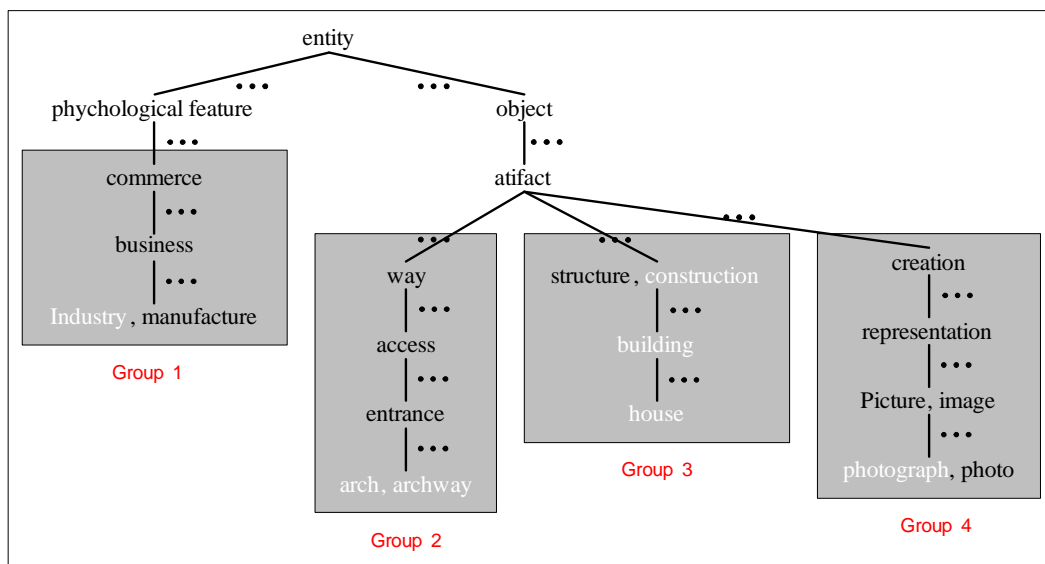
[그림 4-1]은 이미지 검색에서 사용되는 샘플 이미지와 키워드이다.



[그림 4-1] 주석기반 검색을 위한 이미지 샘플

[그림 4-1]에서 사용되고 있는 키워드를 살펴보면 여러 종류의 객체가 존재하는 것을 알 수 있다. 여기서 Arch와 House 그리고 Photograph가 이미지내에서 차지하는 의미량은 서로 다르다. 그 이유는 이미지에서 각 키워드의 개념을 표현하고 있는 객체의 의미 크기가 서로 다르기 때문이다. 이처럼 서로 다른 개념적 관계에 의해서 각 개념이 차지하는 비중을 측정하기 위해서는 계층적 관계에 의해 키워드를 그룹화 시키는 것이 필요하다. 본 논문에서는 워드넷의 개념 관계 중에서 상·하의관계를 이용하여 그룹핑을 하였다.

[그림 4-2]는 개념관계를 이용해 그룹핑한 결과로 이미지의 의미는 4개의 개념 그룹으로 분류된다.



[그림4-2] 그룹핑

상·하의 관계의 경우에는 계층구조를 갖는 하나의 쌍으로 이루어져 있으며 entity를 루트로 7개의 키워드는 psychological feature, way, construction, creation을 최상위 개념으로 4개의 개념 그룹으로 형성된다.

그룹화한 키워드에서 의미량을 측정하기 위해 전체 키워드 내에서 차지하는 의미 비중에 따라 그룹 가중치를 부여하는데 사용하였다. 식(4.1)은 그룹가중치를 계

산하는 수식이다.

$$GW(l) = \frac{N(l)}{S} \quad (4.1)$$

S는 이미지를 표현하고 있는 키워드의 총수, N은 그룹내 키워드의 수이다. 각 키워드는 속한 그룹의 크기에 따라 그룹 가중치를 가지게 되며 그룹가중치는 키워드 간 유사도와 함께 이미지내 의미량을 측정하는데 사용된다. [표 4-1]은 식(4.1)을 이용하여 [그림4-1]의 키워드의 그룹가중치를 구한 결과이다.

[표 4-1] 키워드의 그룹 가중치

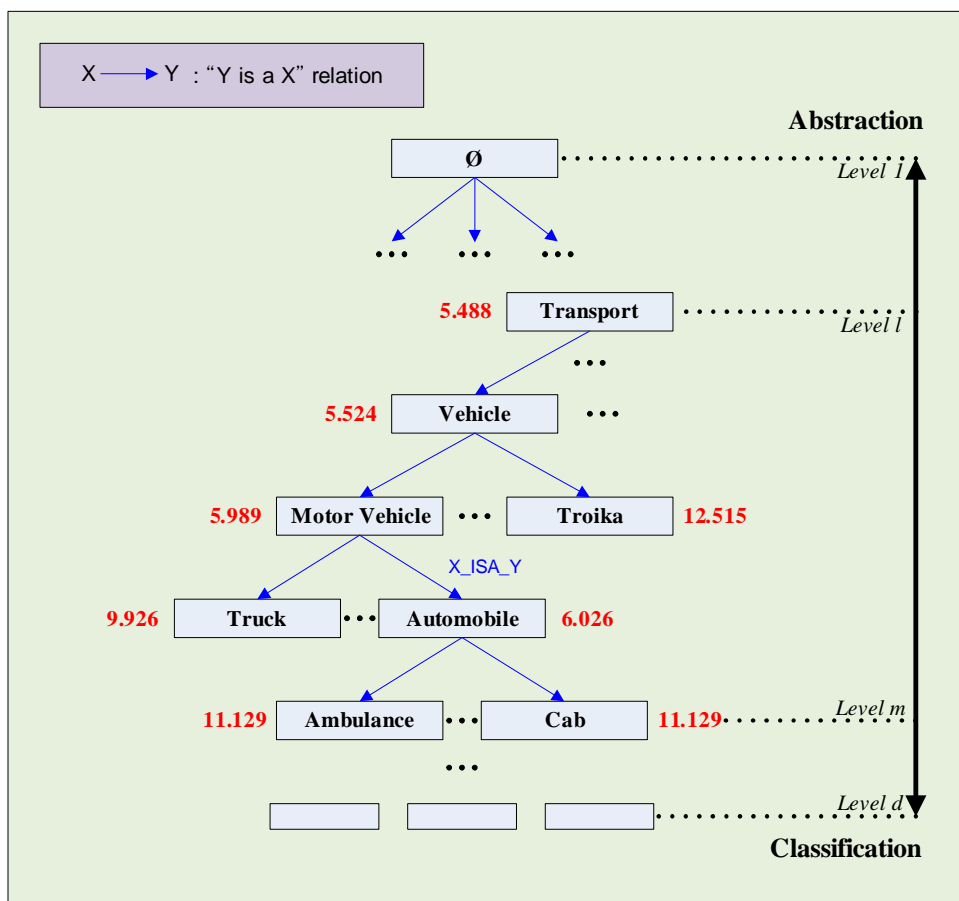
이미지내 키워드	그룹 가중치
Arches	0.28
Archways	0.28
Buildings	0.42
construction	0.42
house	0.42
industry	0.14
photograph	0.14

## B. 개념간 유사도 측정

분석한 개념관계를 통해 이미지 주석은 여러 개념 그룹으로 나눌 수 있다. 객체를 정의하는 키워드의 그룹 가중치가 클수록 근접한 키워드와 개념적으로 유사할 수 있다. 그 이유는 하나의 객체를 표현하고 키워드의 경우 객체를 설명하기 위한 하위 단어와 관련된 단어들이 존재할 수밖에 없기 때문이다. 예를 들어 꽃 이미지가 있다면, 이미지를 표현하는 단어들은 꽃 이외에도 잎, 또는 꽃잎, 줄기 등 관련된 단어들이 존재하기 때문이다. 본 논문에서는 이미지의 주석으로 사용되는 키워드사이 관계를 이용하여 검색에 적용하기 위해 키워드간 유사도를 측정하였다.

본 논문에서는 개념간 유사도 측정을 위해 3장에서 조사한 노드기반의 측정방법

중 Resnik[29]이 제안한 단어들 사이에 유사성법을 이용하였다. Resnik이 제안한 방법은 노드의 확률을 기반으로 개념간 정보량을 측정하여 유사도를 측정하는 방법이다. 즉 두 개의 개념이 서로 공유하는 개념 수가 많을수록 두 개념은 유사하다는 것이다. [그림 4-3]은 계층구조를 가지고 있는 각 노드의 개념간 유사도를 측정 한 결과이다.



[그림 4-3] 개념간 유사도

하위 개념으로 갈수록 공유하는 개념이 많아 더 높은 정보량을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들어 Truck과 Ambulance의 정보량은 Troika와 Ambulance의 정보량보다 공유하는 개념이 더 많으므로 Ambulance는 Troika보다 Truck과 더

유사하다. [표 4-2]는 이미지 주석으로 사용되는 키워드의 개념 간 유사도를 측정  
한 것이다.

[표 4-2] 개념간 유사도 측정

Keyword	A	B	C	D	E	F	G
A(Arches)		2.47	3.73	3.73	3.73	2.39	2.47
B(Archways)	2.47		2.47	2.47	2.47	0	2.47
C(buildings)	3.73	2.47		8.62	5.11	5.83	2.47
D(construction)	3.73	2.47	8.62		3.73	5.83	2.47
E(house)	3.73	2.47	5.11	3.73		4.94	2.47
F(industry)	2.39	0	5.83	5.83	4.94		0
G(photograph)	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	0	

측정결과 buildings 개념은 전체적으로 유사도 값이 높게 측정되는 것을 볼 수  
있다. 이에 반해 industry와 photograph의 경우는 다른 키워드에 비해 유사성이 낮  
게 측정된다.

식(4.2)는 특정한 개념과 주변 키워드와 관계를 계산하는 수식이다.

$$K(l) = \sum_{i=1}^n Sim(Keyword(l), Keyword[i]) \quad (4.2)$$




단,  $Keyword(l) \neq Keyword[i]$

여기서  $K(l)$ 는 특정개념과 주변개념의 유사도를 나타내며,  $Sim$ 함수는 두 개념간  
유사도를 측정하는 함수이다.  $Keyword(l)$ 은 특정개념이고,  $Keyword[i]$ 는 주변 개념  
이다.  $K(l)$ 이 높을수록 다른 개념에 비해 이미지와 관련성이 가장 높다고 할 수 있  
다.

### C. 개념관계를 이용한 의미량 측정

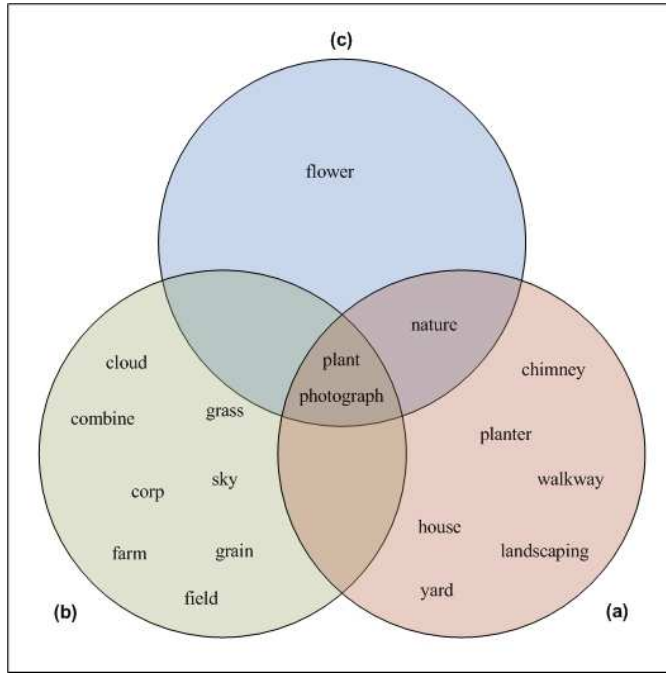
이미지의 주석으로 사용되는 키워드는 동일한 의미이외에도 여러 가지 의미를 가지고 있는 키워드가 사용되기 때문에 키워드의 의미량을 고려해 검색해야 한다.

[표 4-3] 동일 키워드 plant, photograph를 가지고 있는 이미지 샘플

(A)	(B)	(C)
		
<p><b>Chimney, walkway, landscaping, planter, plant, house, photograph, nature, yard, lawn, house</b></p>	<p><b>Plant, cloud, combine, corp, farm, field, grain, grass, sky, photograph</b></p>	<p><b>Plant, photograph, nature, flower</b></p>

[표 4-3]에서 이미지 A, B, C는 공통된 키워드를 포함하고 있지만 의미적으로 다르다. 세 이미지의 키워드 관계를 살펴보면 [그림 4-4]와 같다.





[그림 4-4] 이미지내 키워드간 관계

[그림 4-4]에서 세 이미지는 모두 plant와 photograph를 포함하고 있으며 이미지 A와 C는 plant, photograph와 nature를 포함하고 있다. 워드넷을 이용해 개념 관계를 분석하면 photograph는 다른 키워드와 관련성이 적어 동일 그룹에 포함되지 않고 plant의 경우는 모두 그룹을 형성하고 있다. 그 이유는 photograph에 비해 plant가 다른 키워드와 관련성이 높기 때문이다. 하지만 plant의 경우도 각 이미지내에서 그룹의 크기가 다르며 이에 따라 주변키워드와 관계도 모두 달라진다. 이러한 점들을 고려하지 않고 plant를 검색어로 검색했을 때 세 개의 이미지가 우선순위 없이 키워드 매칭에 의해서 검색이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본논문에서는 각 키워드의 의미량을 구하는 방법을 적용하였다. 의미량은 키워드가 속한 그룹의 가중치와 주변 키워드와 관계를 이용해 구하였다. 식(4.3)은 의미량을 계산하는 수식이다.

$$CW(l) = \frac{K(l) \times GW(l)}{\sum_{i=1}^n K[i]} \times 100 \quad (4.3)$$

$K(l)$ 는 특정 키워드와 주변키워드의 유사도를 측정한 값이고,  $GW(l)$ 는 해당 키워드가 속한 그룹의 가중치이다. 그리고  $\sum_{i=1}^n K[i]$ 는 전체 키워드의 유사도 총합이다.

[표 4-4]는 이미지내 키워드의 의미량을 측정 한 결과이다.

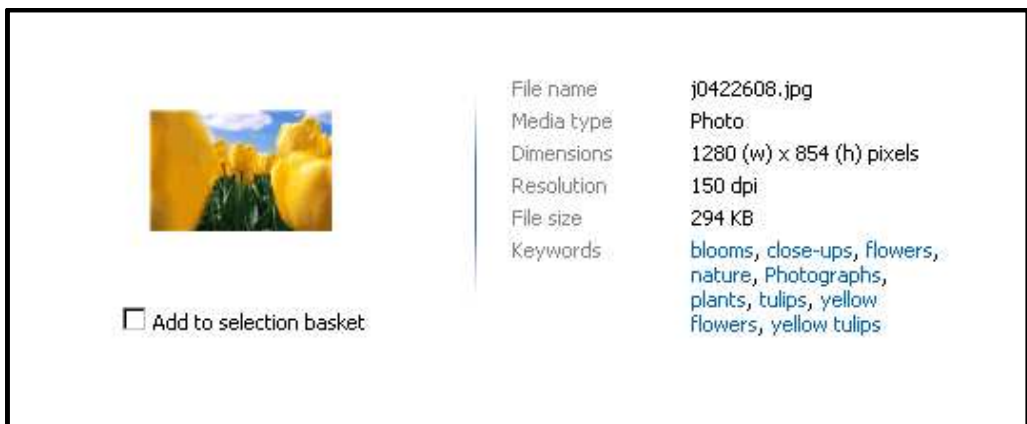
[표 4-4] 의미량 측정

그림	키워드	유사도	그룹 가중치	의미량
A	chimney	25.99	0.07142857	6.851013
	walkway	25.99	0.07142857	6.851013
	landscaping	29.47	0.07142857	7.768347
	planter	23.71	0.07142857	6.250001
	plant	27.87	0.07142857	7.346585
	house	31.86	0.07142857	8.398356
	photograph	22.51	0.07142857	5.933679
	nature	23.24	0.07142857	6.126108
	yard	34.42	0.07142857	9.073176
	lawn	26.07	0.07142857	6.872101
B	plant	38.04	0.2	22.18024
	cloud	21.72	0.1	6.332213
	combine	32.29	0.1	9.413775
	corp	40.05	0.1	11.67611
	farm	13.24	0.1	3.859968
	field	21.47	0.1	6.25933
	grain	29.21	0.1	8.515837
	grass	36.319	0.2	21.17677
	sky	16.09	0.1	4.690853
	photograph	20.22	0.1	5.894907
C	plant	24.79	0.5	37.11911
	photograph	10.05	0.25	7.524145
	nature	13.72	0.25	10.27177
	flower	30.11	0.5	45.08497

각 개념의 의미량은 이미지의 전체 개념을 100%로 보았을 때 각 개념이 이미지 내 차지하고 있는 비율이다. 검색 시 동일한 질의어가 들어왔을 때 각각의 이미지에서 차지하는 의미량을 이용하여 검색한다.

## V. 실험 및 분석

4장에서는 워드넷을 이용한 개념관계 분석을 통한 그룹화 및 유사도 측정을 이용한 의미량을 측정 하였다. 본 장에서는 4장에서 제안한 방법을 이용한 이미지 검색에 대해 다루어 보고자 한다. 실험을 위해 약 80,000개의 명사 Synset으로 구성된 워드넷 2.1버전을 이용하였으며, Microsoft사의 'Design Galler Live(<http://dgl.microsoft.com>)'를 이용하여 실제 검색에 이용되고 있는 이미지와 주석을 실험데이터로 사용하였다. 이미지의 대부분은 [그림 5-1]과 같이 약 10개 정도의 이미지와 관련된 키워드로 주석 처리 되어있다.

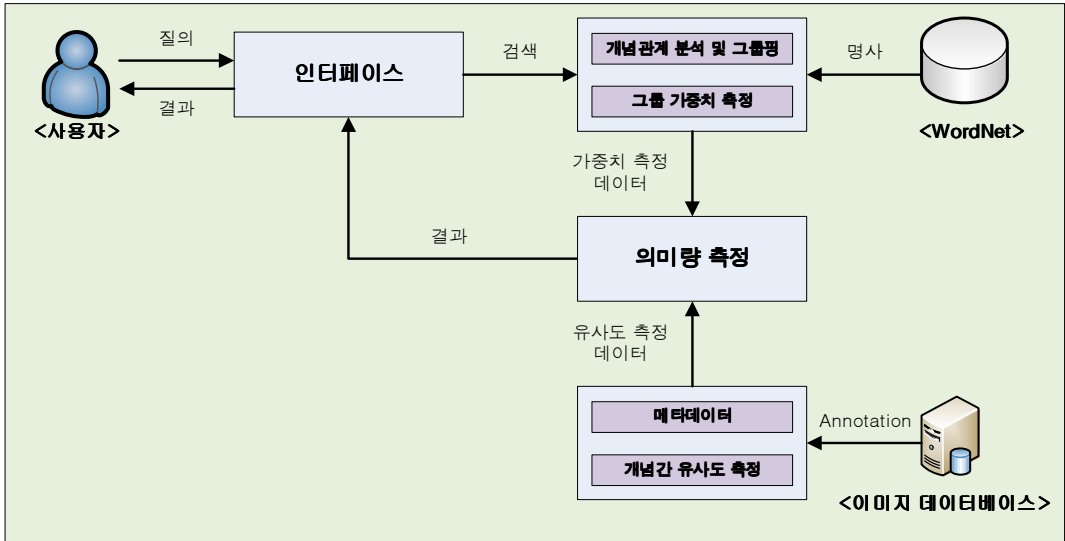


[그림 5-1] Design Galler Live의 샘플 이미지

그리고 본 시스템의 성능을 평가하기 위해 기존의 이미지 검색 시스템과 제안한 이미지 검색 시스템을 비교 분석 하였다.

### A. 시스템 구성도

본 논문에서 제안하는 워드넷 기반 이미지 검색 시스템의 구성도는 [그림 5-2]와 같다.



[그림 5-2] 워드넷 기반 이미지 검색 시스템 구성도

[그림 5-2]는 크게 3가지 모듈로 나눌 수 있다. 첫 번째는 사용자의 인터페이스 시스템으로 이미지를 검색하기 위한 검색창과 결과를 보여주는 결과창으로 구성된다. 두 번째는 데이터베이스로 이곳에서는 이미지 데이터와 이미지를 표현하고 있는 키워드, 그리고 주변키워드와 관계를 나타내는 유사도 측정 결과를 포함하고 있다. 마지막 검색모듈에서는 사용자가 제시한 검색어를 데이터베이스에서 검색하고 해당 키워드의 그룹 가중치와 주변키워드의 관계를 나타내는 유사도를 이용하여 의미량을 측정한다. 그리고 측정한 의미량이 높은 이미지부터 우선순위로 검색한다.

## B. 실험

[그림 5-3]은 이미지를 검색하기 위해 구축되어진 데이터베이스 구조를 나타내고 있다.

FILEPATH	KEYWORD	SIMILARITY	GROUPWEIGHT	CONCEPTWEIGHT
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	shutter	26.44	0.07692308	3.24465
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	tree	38.92	0.2307692	14.32849
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	shrub	27.65	0.2307692	10.17941
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	season	22.56	0.1538462	5.537012
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	plant	49.86	0.2307692	18.35606
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	photograph	25.26	0.07692308	3.099843
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	nature	31.67	0.07692308	3.886462
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	leave	43.52	0.07692308	5.340664
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	lawn	24.4	0.07692308	2.994306
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	house	39.36	0.1538462	9.660319
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	fall	47.82	0.1538462	11.7367
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	dormer	29.04	0.07692308	3.563719
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/1.jpg	building	32.89	0.1538462	8.072354
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	united_states	23.37	0.08333334	3.251028
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	tree	36.59	0.25	15.27022
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	shutter	30.89	0.08333334	4.297142
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	plant	44.58	0.25	18.60472
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	photograph	28.3	0.08333334	3.936844
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	flag	41.61	0.25	17.36524
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	house	38.45	0.1666667	10.69764
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	lawn	10.29	0.08333334	1.431453
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	nature	28.95	0.08333334	4.027266
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	column	50.03	0.08333334	6.959727
C:/Documents and Settings/Richard/바탕 화면/KS 논문/Experiment/Image/10.jpg	building	34.32	0.1666667	9.548586

[그림 5-3] 이미지 검색 시스템의 데이터베이스

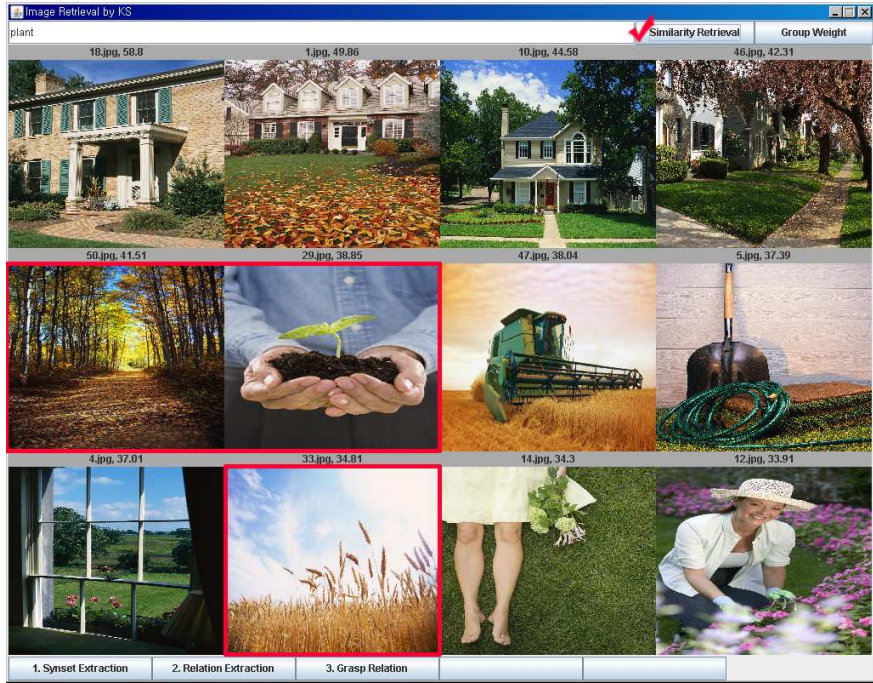
이미지 데이터베이스는 5가지 속성을 가지고 있다. 파일의 위치를 가리키는 경로, 이미지 의미를 표현하기 위해 사용되는 키워드, 주변키워드와의 유사도, 키워드 간 그룹핑을 하고 그룹 크기에 따라 부여한 그룹 가중치 그리고 키워드가 가지고 있는 이미지내 비중을 구한 의미량으로 구성되어 있다. 유사도의 데이터는 워드넷 유사도 측정 툴을 이용하여 측정하였고, 그룹 가중치와 의미량은 이미지 검색 시스템에서 워드넷과 매칭을 통해 키워드의 관계를 분석하여 측정한다.

이미지 검색 시스템은 크게 3개의 모듈을 내장하고 있다. 1번 모듈은 키워드의 각 Synset을 추출하고 2번 모듈에서는 키워드의 관계를 분석하여 그룹화 시키고 그룹 크기에 따른 그룹가중치를 부여한다. 그리고 3번 모듈에서는 그룹가중치와 주변 키워드와의 관계를 이용하여 개념 가중치를 측정하여 각 키워드의 의미량을 구하였다.

본 시스템은 특정개념을 주변 키워드와 관계를 이용해 의미량을 분석하여 적용한 것으로, 기존의 검색방법과 제안한 검색방법을 비교·분석하기 위해 600여장의 이미지 데이터를 대상으로 실험을 하였다.

[그림 5-4], [그림 5-5], [그림 5-6], [그림 5-7]은 제안한 이미지 검색 시스템과 기존의 의미적 유사성을 이용한 이미지 검색 시스템의 이미지 검색 결과이다.

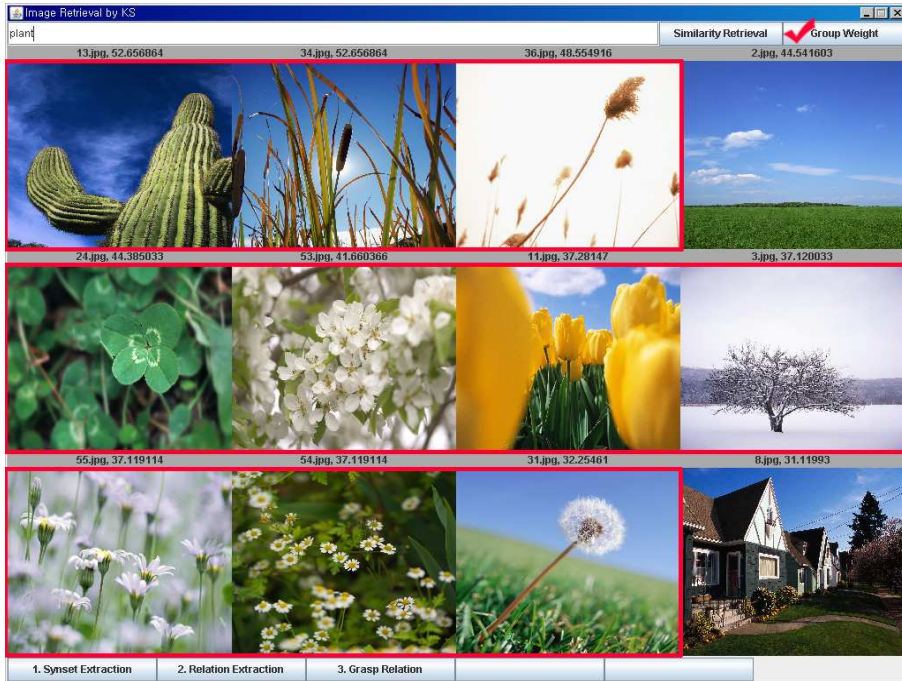
plant와 flower를 검색어로 검색했을 때 본 논문의 검색 방법이 기존의 검색방법보다 의미적이고 정확한 검색결과를 보여주고 있다.



[그림 5-4] 기존의 이미지 검색 시스템  
(Query : plant)

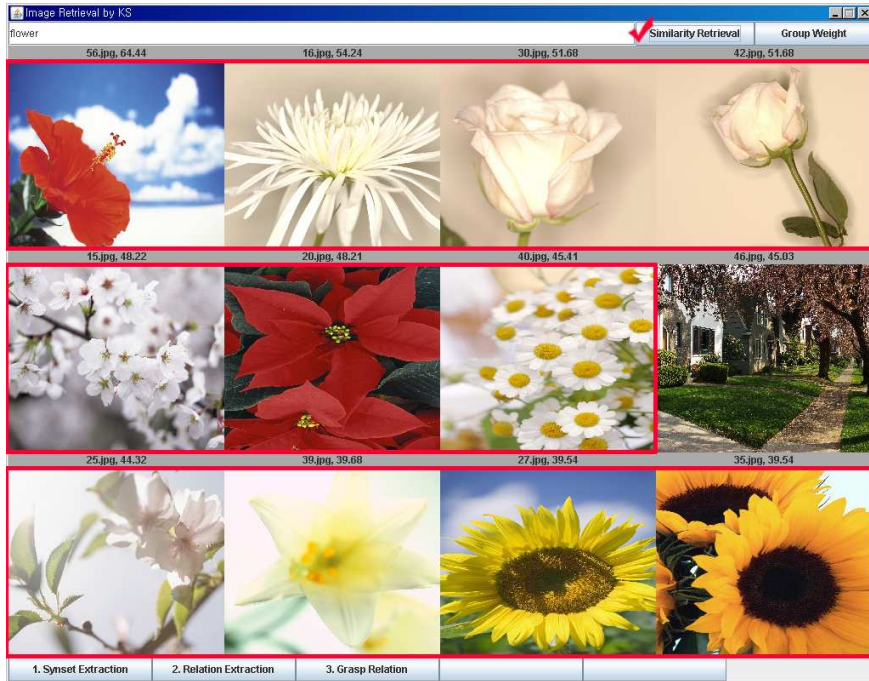
[그림 5-4]는 기존의 이미지 검색 방법을 이용하여 검색한 결과로서 질의어 plant와 이미지내 키워드간 유사도 측정값이 높은 이미지를 우선순위로 검색하였다. 모든 이미지가 plant를 포함하고 있지만 plant의 의미량이 가장 높다고는 볼 수 없다.





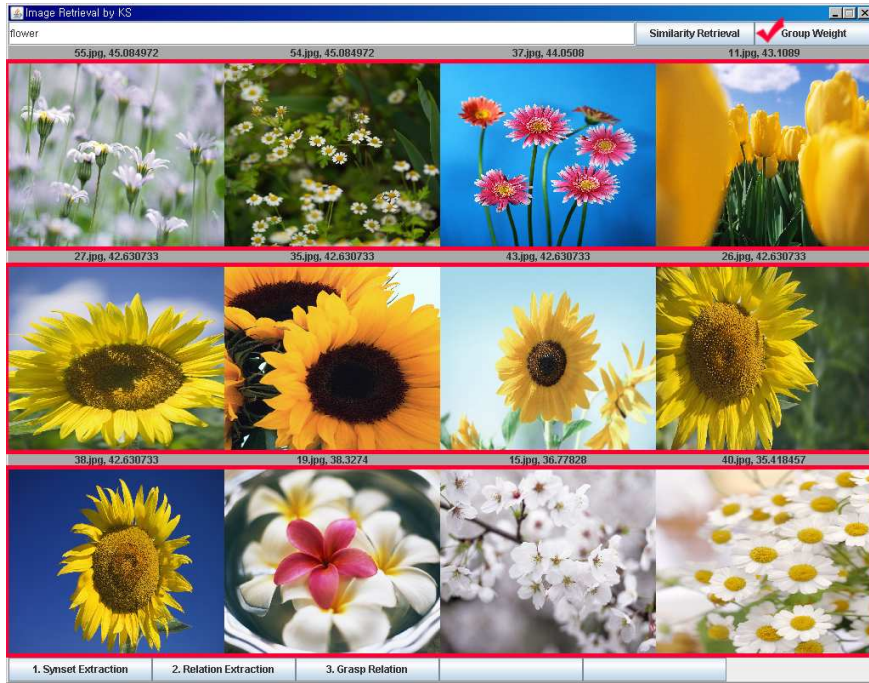
[그림 5-5] 제안한 이미지 검색 시스템  
(Query : plant)

[그림 5-5]는 본 논문에서 제안한 이미지 검색 방법으로 plant를 검색한 결과이다. 기존의 검색 방법과 비교해 보았을 때 마지막 이미지를 제외하고 plant의 의미량이 큰 이미지가 우선순위로 검색된 것을 볼 수 있다.



[그림 5-6] 기존의 이미지 검색 시스템  
(Query : flower)

[그림 5-6]은 질의어 flower로 검색을 했을 때 plant에 비해 검색 결과가 정확하다. 하지만 한 개의 이미지에서 flower의 의미량이 크다고는 보기 어렵다.



[그림 5-7] 제안한 이미지 검색 시스템  
(Query : flower)

[그림 5-7]은 제안한 이미지 검색 방법을 이용해 flower를 검색했을 때 정확률이 100%로 나오는 것을 볼 수 있다.

위 실험을 통해 기존의 이미지 검색 방법은 키워드관계를 함께 고려하지 않기 때문에 검색 결과가 다소 떨어지는 것을 알 수 있었다. 본 논문에서 제안한 방법은 이러한 문제점을 해결하기 위해 그룹 가중치와 주변 키워드와 관계를 함께 고려하여 검색하므로 기존 검색 방법에 비해 보다 정확하고 의미적인 검색이 가능하였다.

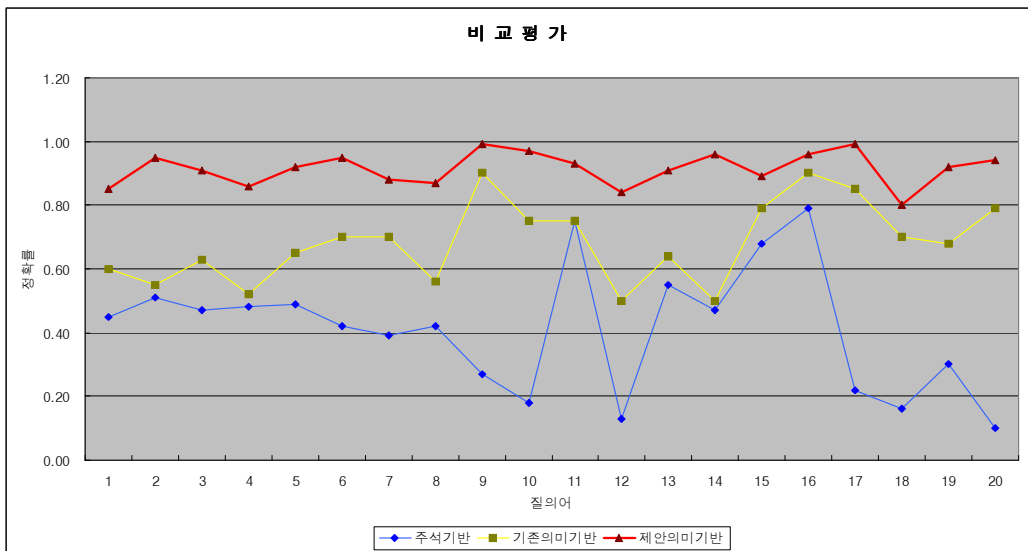
### C. 성능 평가

본 논문에서 제시된 의미기반 이미지 검색의 성능을 분석하기 위하여 정확률

(Precision)을 성능 평가 척도로 이용하였다. 정확률은 검색된 영상 중에서 질의어와 관련된 영상의 비율을 의미한다. 하지만 제안한 방법의 경우는 동일한 수에 검색 결과에서 검색어와 의미적으로 가까운 이미지를 검색하는데 중점을 두었었다. 그러므로 성능평가를 위해서 검색된 이미지중 우선순위로 검색되는 이미지 결과를 이용해 정확률을 측정하였다. [표 5-1]과 [그림 5-8]은 기존 검색방법과 제안한 검색방법의 정확률이다.

[표 5-1] 기존검색방법과 제안한 검색방법의 성능평가

	주석기반검색방법	기존의 의미적 유사성 검색방법	제안된 검색방법
평균 정확률	41%	68%	91%



[그림 5-8] 기존검색 방법과 제안한 검색 방법의 정확률

질의어 20개를 이용해 이미지 검색을 수행했을 때 질의어와 관련된 이미지 중에서 사용자에게 보여주는 최우선 검색 결과를 기반으로 정확률을 측정하였다. 기존의 주석기반 검색방법과 의미적 유사성 검색방법의 경우는 검색 결과에서 정확률

이 10~90%로 검색 결과가 일정하지 않으며, 평균적으로 41%, 68%의 정확률을 보였다. 하지만 제안한 검색방법에서는 80~100%의 높은 정확률을 보였다. 평균 정확률은 91%로 기존의 이미지 검색 방법에 비해 본 논문에서 제안한 방법이 질의어와 가까운 의미의 이미지를 우선순위로 검색하는 것을 알 수 있다.

## VI. 결론

본 논문에서는 기존 주석기반 이미지 검색시스템을 보다 의미적이고 정확한 검색을 하기위해 워드넷을 이용하여 각 키워드의 개념 관계를 분석하고 이미지 검색에 활용할 수 있는 방안을 연구하였다.

기존의 주석 기반 이미지 검색방법에서는 단순 키워드 매칭을 이용하여 검색을 수행하므로 이미지간 우선순위를 선정할 수 없어 이미지 데이터 수가 많을 경우 의미적이고 정확한 검색이 불가능 하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문은 주석기반 이미지 검색에서 의미적 검색을 위한 연구로, 이미지의 객체를 설명하는 키워드들 중 이미지의 핵심이 되는 키워드의 의미량을 측정하는 방법을 이용하였다. 이를 위해 워드넷을 이용하여 특정 키워드와 주변 키워드의 정보량을 이용한 유사도 측정방법을 이용하여 개념 관계를 분석하고 상·하위 관계를 파악하여 관계 그룹을 형성하였다. 형성한 관계 그룹은 키워드 비중에 따른 그룹가중치를 부여하였다. 그룹 가중치와 주변키워드의 관계를 이용하여 각 키워드가 이미지에서 차지하고 있는 의미량을 측정하였다. 측정한 의미량을 이용하여 이미지 검색에서 이미지간 우선순위를 고려하여 검색을 수행하였다.

본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 기존의 이미지 검색 시스템보다 의미적이고 정확한 검색을 할 수 있었다. 하지만 관리자가 입력한 주석이 워드넷에 매칭이 가능한 키워드로 이루어져 하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 자연어 처리, 자동 주석 입력 등 연구가 필요하다. 이를 이용하여 향후 저차원 특징 정보를 이용한 검색방법에 적용하여 보다 정확하고 의미적인 이미지 검색에 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] William B. Frakes, Ricardo Baeza-Yates, "*Information Retrieval Data Structures & Algorithms*", Prentice Hall, 1992.
- [2] David A. Grossman, Ophir Frieder, "*Information Retrieval Algorithms and Heuristics*", Springer, Second Edition, 1992.
- [3] 김진한, "멀티미디어 검색기술", 한국통신 멀티미디어연구소, KRnet 2001.
- [4] K. Hirata and T. Kato, "Query by visual example: Content based image retrieval", *Advances in Database Technology*, pp.56-61, 1992.
- [5] C. E. Jacobs, A. Finkelstein, and D. H. Salesin, "Fast Multiresolution Image Query", *Proc. ACM SIGGRAPH*, New York, 1995.
- [6] W. Niblack et al., "The QBIC Project: Querying Images By Content Using Color, Texture and Shape", *Proc. IS&T/SPIE Symp. Electronic Imaging: Science and Technology*, SPIE, Bellingham, Wash., 1993.
- [7] Myron Heuristics Flickner and et. al, "Query by Image and Video Content: The QBIC system", *IEEE Computer*, 28(9), pp. 23-32, 1995.
- [8] 최준호, "주석기반 멀티미디어 정보검색을 위한 개념간 유사도 측정방법", 박사학위논문, 조선대학교, 2002.
- [9] 조미영, 최준호, 김판구, "개념 기반 이미지 검색 시스템을 위한 WordNet 적용방안", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.29. No.2*, 2002.
- [10] Miyoung Cho, Chang Choi, Hanil Kim, Jungpil Shin, and Pankoo Kim, "Efficient Image Retrieval Using Conceptualization of Annotated Images", *MCAM, LNCS 4577*, pp.426-433, 2007.
- [11] Xin-Jing Wang, Lei Zhang, Feng Jing, Wei-Ying Ma, "Image Annotation Using Search and Mining Technologies", *15th International World Wide Web Conference*, 2006.
- [12] Stephan Bloehdorn, Kosmas Petridis, Carsten Saathoff, Nikos Simou, Vassilis Tzouvaras, Yannis Avrithis, Siegfried Handschuh, Yiannis Kompatsiaris,

- Stefen Staab, and Michael G. Strintzis, "Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis", *ESWC, LNCS* 3532, pp.592-607, 2005.
- [13] Avril Styrman, "Ontology-Based Image Annotation and Retrieval", *Master of Science Thesis, University of Helsinki*, 2005.
- [14] George A. Miller, Richard Beckwith, Christiane Fellbaum, Derek Gross, and Katherine Miller, "Introduction to WordNet: An On-line Lexical Database", 1993.
- [15] <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn>, "WordNet"
- [16] 김영태외 공저, "자연언어처리", 생능출판사, 2001.
- [17] Budanitsky A. and Hirst G, "Semantic distance in WordNet: An experimental, application-oriented evaluation of five measure", *In Workshop on WordNet and Other Lexical Resources, Second meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics. Pittsburgh, PA*, 2001.
- [18] Dekang Lin, "Automatic Retrieval and Clustering of Similar Words", *Proc. of the 36th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 17th International Conference on Computational Linguistics*, Aug., 1998.
- [19] <http://dgl.microsoft.com>, "Design Gallery Live"
- [20] Jay J.Jiang, David W.Conrath, "Semantic Similarity Based on Corpus Statistics and Lexical Taxonomy", *In Proceedings of International Conference Research on Computational Linguistics*, Taiwan, 1997.
- [21] 황명권, "인지적 공간관계 표현을 적용한 의미적 이미지 검색 시스템 설계 및 구현", 석사학위논문, 조선대학교, 2006.
- [22] Zheng Chen, Liu Wenyin, Chunhui Hu, Mingjing Li, HongJiang Zhang, "iFind : A Web Image Search Engine", *SIGIR'01*, USA, 2001.
- [23] George A. Miller, "Nouns in WordNet: A Lexical Inheritance System", 1993.
- [24] Christiane Fellbaum, Derek Gross, and Katherine Miller, "Adjectives in WordNet", 1993.



- [25] Christiane Fellbaum, "English Verbs as a Semantic Net", 1993.
- [26] Sussna, "WordSense Disambiguation for Free-text Indexing Using a Massive Semantic Network", *Proceedings of the Second International Conference on Information and Knowledge Management, CIKM93*, 1993.
- [27] Wu Z. and Palmer M. "verb Semantics and Lexical Selection", *In Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. Las Cruces, Mew Mexico, 1994.
- [28] Leacock C. and Chodorow M, "Combining local context and WordNet similarity for word sense identification" In Fellbaum, pp.265-283, 1998.
- [29] Philip Renik, "Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy", *IJCAI* 1995.
- [30] 김기성, 유상원, 김형주, "온톨로지 기반 의미적 유사성 검색 기법", *데이터베이스 연구* 제 22권 제 2호 2006.
- [31] A.pentland, R.W. Picard and S. Sclaroff, "Photobook : content-based Manipulation of image Databases", *International Journal of Computer Vision* Vol.18, pp.233-254, 1996.
- [32] John R. Smith, Shih-Fu Chang. "Tools and Techniques for Color Image Retrieval. In IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology" (EI'96) - *Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV*, Volume 2670, San Jose, CA, February 1996.