

개념간 유사성을 이용한 이미지 자동분류

황광수, 이홍렬, 김판구
 조선대학교 컴퓨터공학과

hwangs00ks@chosun.ac.kr, yihongryoul@hotmail.com, pkkim@chosun.ac.kr

Auto-Classification of Annotated Images using Similarity between Concepts

Kwangsu Hwang, Hongryoul Yi, Pankoo Kim
 Department of Computer Engineering, Chosun University

요약

인터넷과 디지털기기의 발달로 인해 이미지 데이터가 기하급수적으로 증가함에 따라 이미지 데이터의 의미적인 자동분류를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존의 이미지 분류방법은 내용기반 분류와 주석자에 의한 직접 분류 방법이 있다. 하지만 분류 기준이 명확하지 않고, 이미지가 내포하고 있는 정확한 의미 별로 분류가 이루어져 있지 않았다. 이에 본 논문에서는 이미지의 주석간 개념적인 관계를 분석하고 이미지에 의미를 대표할 수 있는 키워드를 추출하여 의미적이고 효율적인 분류 방법을 제안한다.

1. 서론

인터넷의 급격한 발전과 더불어 멀티미디어 데이터의 수요 또한 증가하였다. 특히 블로그와 같은 Web 2.0의 발전은 비디오와 오디오, 이미지등과 같은 멀티미디어 데이터 검색의 필요성이 대두되었다. 이미지 데이터의 경우, 기존에 문서형식의 데이터에 비해 재사용성이 높기 때문에 이에 대한 효율적인 분류방법이 필요하다. 기존의 이미지 데이터 분류 방법은 이미지에 의미를 정확하게 표현할 수 없는 내용기반 분류이거나 주석자가 직접 분류하는 방법이다.

기존의 이미지 분류는 크게 내용기반과 주석기반 분류로 나눌 수 있다. 먼저 내용기반은 이미지가 가지고 있는 시각적 정보를 추출하여 분류하는 방법으로 정보추출과 구성이 쉬운 색, 질감을 데이터로 이용하였다. 이미지 객체내의 형태가 가지고 있는 특징정보를 이용하여 이미지를 분류하였다.[8] 하지만 내용기반 분류 방법은 이미지가 내포하고 있는 의미적인 정보를 추출하는데 한계가 있다. 내용기반 분류는 이미지가 가지고 있는 저차원의 시각적인 정보를 이용하여 분류하므로 이미지가 가지고 있는 의미적인 정보 추출이 정확하지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 주석기반에 이미지분류방법을 사용한다. 하지만 기존의 주석기반 이미지 분류는, 대부분 직접분류 방법이나, 주석으로 사용되는 특정키워드와 일치여부를 판단하여 분류하므로 이미지 분류에 의미적인 분류가 불가능하다.[9]

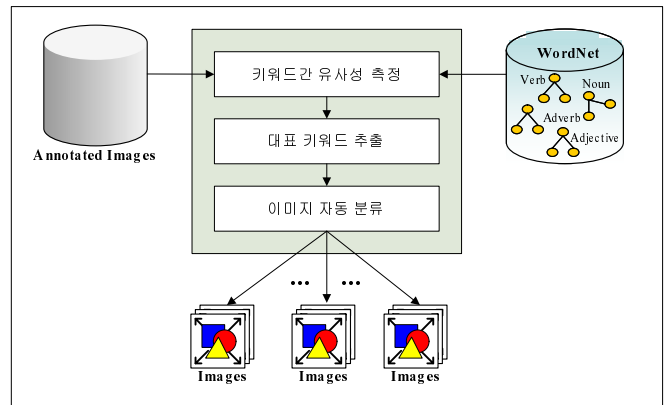
이에 본 논문에서는 주석기반 이미지 데이터의 의미적인 자동분류방법을 제안한다. 이미지 주석을 분석하여 대표키워드를 추출하고, 이미지 데이터의 의미적인 정보를 이용하여 자동 분류한다. 특히 데이터에 의미적인 정보는 Wordnet의 정보량 측정법을

이용한다.[4][6][10]

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안한 이미지 자동분류법에 대해 간략하게 살펴보고, 3장에서는 WordNet을 이용한 유사도 측정 방법에 대해서 비교 분석한다. 4장과 5장에서는 이미지의 대표키워드를 추출하고 이를 이용하여 분류하는 방법에 대해 다루고, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 제안한 이미지 자동분류법

본 논문에서는 주석 처리된 이미지를 대상으로 의미적 자동분류법을 제안한다. 이미지의 주석을 이용하며, 각 키워드간 관계를 분석하여 이미지의 대표 키워드를 추출한다. 추출된 대표키워드와 카테고리와의 유사도를 측정하여 의미적으로 가까운 카테고리로 분류한다.[5]



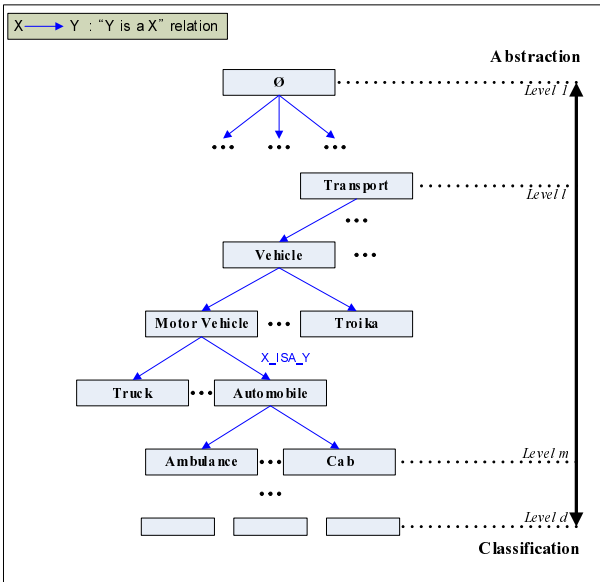
[그림 1] 제안한 이미지 자동분류법

키워드간 유사도 측정모듈에서는 WordNet을 기반으로 이미지내 주석 처리된 키워드간의 유사도를 측정한다. 측정된 유사도 값을 이용하여 대표키워드를 추출하고, 추출한 대표키워드를 이용하여 자동분류모듈에서 이미지를 자동으로 분류한다.

3. 워드넷 기반의 유사도 측정

3.1 WordNet

1990년대 초 프린스턴대학에서 단어 간의 개념적 관계를 표현한 어휘 온톨로지다. WordNet은 인간의 어휘 체계를 표현하기 위해 개발된 것으로 어휘들 간에 동의, 반의, 하의, 분의, 함의 관계로 표현된다. [그림2]는 WordNet의 구조이다. WordNet은 비슷한 의미를 가지는 단어들의 집합인 Synset과 Synset 사이의 의미적인 관계를 표현한 링크로 이루어져있다.[1]



[그림 2] WordNet의 구조

3.2 WordNet기반 유사성 측정법

WordNet을 이용한 개념간 관계 분석을 통해 유사성을 측정할 수 있다. 이러한 유사성 측정법은 크게 3가지로 분류되며 그 특징은 다음과 같다[2][3][7].

1) 에지기반 측정방법

측정하고자 하는 두 개념간의 최단 거리를 이용하는 방법으로 링크 타입 등을 고려하여 의미적 유사성 평가한다.

2) 노드기반 측정방법

각 노드의 발생 확률에 따른 정보량을 이용하여 유사성 측정하는 방법으로 상위 개념일수록 낮은 정보량을 하위 개념일수록 높은 정보량을 가진다.

3) 의미기반 측정방법

두 단어의 사전적 의미의 겹침 정도를 비교해 유사성 평가하는 것으로 이때, 측정하고자 하는 단어의 사전적 의미뿐만 아니라 특정관계의 단어들까지 확대하여 유사성을 측정한다.

본 논문에서는 노드기반의 측정방법 중 Rensnik[2]가 제안한 단어들 사이의 유사성을 측정하는 방법을 이용하였다. 먼저, 노드의 확률을 기반으로 각 노드의 정보량을 측정하는데 [수식 1]을 통해 각 노드의 확률을 구한다.

$$P(c) = \frac{freq(c)}{N} \quad (1)$$

여기서 $P(c)$ 는 개념 C 와 마주칠 확률이고, N 은 개념의 총수이다. $freq(c)$ 는 개념 C 에 포함된 모든 하위 개념들의 합이다.

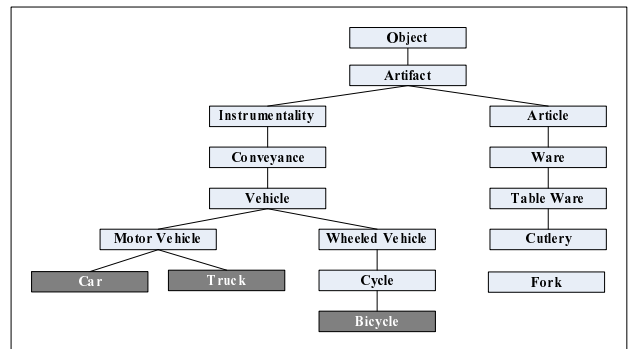
개념 c 의 정보량은 $-\log P(c)$ 로 확률이 증가하면 정보량은 감소한다. 즉 추상적인 상위 개념은 보다 낮은 정보량을 가지게 된다.

$$H(c) = -\log P(c) \quad (2)$$

[수식 3]은 두 개념들 사이의 노드 기반 유사성 측정을 나타낸 것이다.

$$S(c_1, c_2) = \underset{a \in S(c_1, c_2)}{Max} [-\log P(a)] \quad (3)$$

$S(c_1, c_2)$ 는 c_1 과 c_2 개념을 포함하는 상위 개념을 이용한다. 비교하고자 하는 두 개념이 공유하고 있는 상위 개념이 많을수록 두 개념은 유사하다고 할 수 있다.



[그림 3] WordNet에서 상·하위관계

[그림 3]은 Truck과 Bicycle 각각이 Car와 얼마나 유사한지 보여주는 그림이다. Bicycle에 비해 공유하는 개념이 더 많으므로 truck과 더 유사하다는 것을 알 수 있다.

4. 대표키워드 추출

주석은 이미지의 의미적인 정보를 표현하기 위한 방법으로 가장 많이 사용되고 있다. 주석으로 사용되는 키워

드들은 모두 이미지를 의미적으로 표현하고 있다고 하지만 주석자의 관점에 따라 의미의 중요도가 다르며, 정확한 분류의 기준을 정할 수 없다. 이에 본 논문에서는 대표키워드를 추출하여 이미지의 분류에 이용하였다. 즉, 3장에서 설명한 WordNet 기반으로 주석 처리된 이미지의 키워드간 의미적 관계를 분석하고 대표 키워드를 추출한다. 이미지는 [그림 4]와 같이 키워드 형태로 주석 처리 되어있다.



[그림 4] 이미지내 키워드

예를 들어 [그림 4]에서 arches, archways, buildings 등 모든 단어들은 주석으로 표현될 수 있지만 이미지 의미를 대표할 수 있는 키워드는 하나라고 가정한다. 주석으로 사용되는 키워드간 유사도를 측정하여 키워드가 이미지상에서 차지하는 비중을 측정하였다. [표 1]는 이미지내 키워드간 유사도를 측정한 결과이다.

[표 1] 키워드간 유사도

	A	B	C	D	E	F	G	Similarity
A (arches)		2.47	3.73	3.73	3.73	2.39	2.47	18.52
B (archways)	2.47		2.47	2.47	2.47	0	2.47	12.35
C (buildings)	3.73	2.47		8.62	5.11	5.83	2.47	28.23
D (construction)	3.73	2.47	8.62		3.73	5.83	2.47	26.85
E (houses)	3.73	2.47	5.11	3.73		4.94	2.47	22.45
F (industry)	2.39	0	5.83	5.83	4.94		0	18.99
G (photographs)	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	0		12.35

[수식 4]를 이용하여 각각의 키워드간 유사도를 측정한다. 여기서 K는 각 키워드간 유사도 값을 이용한 대표 키워드이고, S함수는 두 개의 개념간 유사도를 측정하는 함수이다.

$$K = \text{Max} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S(\text{Keyword}[i], \text{Keyword}[j]) \quad (4)$$

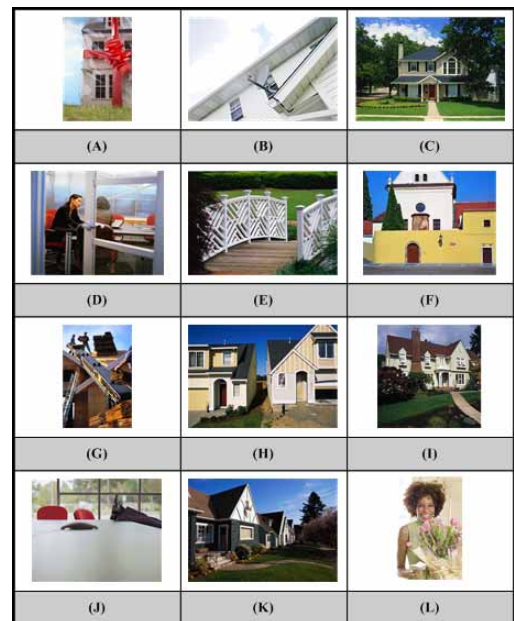
[표 1]에서는 대표 키워드로 buildings가 선정되었다. 대표 키워드로 선정된 단어를 다음 장에서 이미지 자동분류에 이용한다.

5. 대표키워드에 의한 자동분류

기존의 키워드 매칭을 통한 분류방법은 키워드의 유무에 따라 분류하기 때문에 카테고리과 키워드가 일치하지 않은 이미지는 분류가 불가능하고, 차후에 키워드 입력이나 카테고리 추가 시 재분류해야한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 이미지상에서 개념적으로 가장 큰 비중을 차지하는 대표키워드를 이용하여 카테고리과 키워드 매칭이 아닌 개념적 매칭을 통해 분류한다.

실험을 위하여 마이크로소프트사의 'Design Galler Live(<http://dgl.microsoft.com>)[9]를 이용하였다. 마이크로소프트사의 이미지들은 키워드의 유무에 따라 카테고리과 단순비교를 통해 분류되어 있다. 하지만 제안한 이미지의 의미적 분류를 이용하면 이미지 주석이 가지고 있는 의미정보를 이용하여 이미지를 분류할 수 있다.

[부록1]은 대표키워드와 카테고리간 유사도를 측정한 데이터이다. [그림 5]에서 (A)는 이미지 샘플로써 마이크로소프트 클립아트에서는 buildings, concepts로 분류되었다. 하지만, (A)는 실제 건물이 아닌 포장지에 대한 이미지로써 의미적으로 볼 때, signs가 더 유사한 카테고리임을 알 수 있다.



[그림 5] 실험 이미지 데이터

또한 (F)에 대해 기존은 buildings라는 카테고리로 분류되었으나 측정 결과를 통해, 종교적인 의미 또한 검색

할 수 있었다. 이와 같은 실험을 통해 키워드의 단순비교로 분류되지 않는 이미지를 의미적으로 분류가 가능하다. 즉, 다시 말해서 단순 키워드 매칭을 통한 분류에서 벗어나 이미지가 가지고 있는 의미적인 비중을 고려하여 분류함으로써 주석의 의미를 이용하여 분류를 확장해 나갈 수 있었다. 하지만 이미지 주석에서 동일한 의미의 키워드 중복사용에 대해서는 의미 분석에 어려움이 있었으며 또한 의미적 중의성으로 인한 분류에 문제점이 있었다.

6. 결론

본 논문에서는 이미지의 주석간 개념적 관계를 분석하고 대표키워드를 추출하여 의미적이고 효율적인 분류방법을 제안하였다. 제안한 방법을 이용하여 단순한 키워드 매칭에 의한 문제점을 해결하고, 의미적인 분류가 가능해졌다. 하지만 입력한 키워드가 WordNet상에 존재하지 않거나 동일한 단어를 반복 사용함으로써 이미지의 의미 표현에 문제가 있었다. 명확한 표현을 위해 명사중심의 키워드 입력과 동일한 의미를 가지고 있는 단어를 그룹화를 통하여 의미에 중복성을 줄여나가는 연구가 필요하다. 또한, 학습을 통하여, 각각의 사용자에게 맞는 의미적 이미지 검색에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Acknowledgments

"본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITA-2006-C1090-0603-0040)

참고문헌

- [1] George A. Miller, Richard Beckwith, Christiane Fellbaum, Derk Gross, and Katherine Miller, "Introduction to WordNet: An On-line Lexical Database", 1993.
- [2] Philip Resnik, "Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy", Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1995
- [3] R. Richardson, A.F. Smeaton and J. Murphy, "Using WordNet as a Knowledge Base for Measuring Semantic Similarity between Words", Working Paper CA-1294, School of Computer Applications, Dublin City University, 1994.
- [4] Miyoung Cho, Taehk Kim, Pankoo Kim, Jongan Park, "Automated Classification of Courseware based on WordNet in the Web", INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS, INFORMATION, AND COMMUNICATIONS, pp.45-48, 2006.
- [5] Dekang Lin, "Automatic Retrieval and

- Clustering of Similar Words", Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp.768-773, 1998
- [6] 최준호, 조미영, 김판구 "컬러분포와 WordNet상의 유사도 측정을 이용한 의미적 이미지 검색" 2004년 정보과학회 논문지
- [7] 조미영, 김판구 "정보량과 개념적 밀도를 이용한 단어 의미 중의성 해결" 2005년 정보처리학회 추계학술발표대회 논문집
- [8] 한승완, 정치윤, 최수길, 남택용, 장중수 "유해 이미지 분류기술동향", IITA 기술정책정보단
- [9] <http://office.microsoft.com/en-us/clipart>
- [10] <http://wordnet.princeton.edu/>

[부록 1] 대표키워드와 카테고리에 유사도

Images major Keyword Classifications	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)
	house	buildings	columns	telecom	railings	churches	buildings	buildings	yards	telecommuni cations	plants	blooms
academic	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.41	1.43
agriculture	5.11	5.83	2.37	0	0	3.05	5.83	5.83	0.51	1.4	1.4	0.51
animals	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	2.34	1.43
arts	1.4	1.4	0.51	0	0	1.4	1.4	1.4	0.51	6	3.21	0.51
buildings	5.11	8.6	3.73	2.47	3.73	5.11	8.62	8.62	2.47	2.47	3.73	2.36
business	6.08	5.83	2.37	0	0	6.08	5.83	5.83	0.51	6.02	3.21	0.51
communications	1.4	1.4	0.51	0	0	1.4	1.4	1.4	0.51	6.02	3.21	0.51
concepts	1.4	1.4	0.51	0	0	1.4	1.4	1.4	0.51	3.21	3.84	0.51
emotions	0.51	0.51	2.39	0	0	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	3.1
fantasy	1.4	1.4	2.78	0	0	1.4	1.4	1.4	0.51	3.21	3.84	0.51
flags	2.47	2.47	3.65	3.65	6.34	2.51	2.47	2.47	3.65	3.65	6.16	4.65
food	1.4	1.4	0.9	0.9	0.9	1.4	1.4	1.4	0.9	3.21	3.21	0.9
government	3.05	3.69	2.37	0	0	3.05	3.69	3.69	0.51	6.02	3.21	0.51
healthcare	2.88	2.88	0.51	0	0	2.88	2.88	2.88	0.51	1.4	0.4	0.51
household	6.42	2.75	2.37	0	0	3.05	2.75	2.75	0.51	0.51	0.51	0.51
industry	4.94	5.83	2.39	0	0	3.05	5.83	5.83	0.51	1.4	1.4	2.39
leisure	2.06	2.06	0.51	0	0	2.06	2.06	2.06	2.72	1.4	1.4	3.51
maps	2.47	2.47	4.36	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	3.48	3.1
nature	2.36	2.36	2.39	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	3.21	3.84	4.66
occupations	2.88	3.69	0.51	0	0	2.88	3.69	3.69	2.72	1.4	1.4	3.51
people	7.55	2.75	2.37	0	0	2.75	2.75	2.75	0.51	0.51	0.51	0.51
personal_appearance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
plants	5.09	3.73	3.73	2.47	3.73	3.73	3.73	3.73	2.47	3.21	11.82	2.36
religion	3.05	2.75	2.39	0	0	7.84	2.75	2.75	0.51	3.21	3.21	2.39
sciences	1.4	1.4	0.51	0	0	1.4	1.4	1.4	0.51	6.02	3.21	0.51
seasons	0.51	0.51	0.51	0	0	0.51	0.51	0.51	2.72	0.51	0.51	3.51
signs	11.41	3.73	3.73	2.47	3.73	3.73	3.73	3.73	3.14	2.74	4.53	2.36
sites	3.14	2.47	4.59	3.65	3.65	2.47	2.47	2.47	5.96	3.65	3.05	2.36
special_occasions	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sports	5.84	2.88	2.78	1.43	1.43	2.88	2.88	2.88	1.43	1.43	2.41	1.43
symbols	1.4	1.4	2.78	0	0	1.4	1.4	1.4	0.51	2.74	2.74	0.51
technology	2.88	2.88	0.51	0	0	2.88	2.88	2.88	0.51	11.12	3.21	0.51
tools	5.09	2.47	3.65	3.65	3.65	2.47	2.47	2.47	7	3.65	5.09	2.36
travel	2.06	2.06	0.51	0	0	2.06	2.06	2.06	0.51	1.4	1.4	0.51
weather	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	4.76

[부록 2] Microsoft사 분류와 대표키워드 추출을 통한 제안 방법에 의한 분류 비교

Images	Microsoft Clip		Classifications	
	Keywords	Major Keyword	Microsoft사 Clip	proposed method
(A)	bows, buildings, concepts, gifts, homes, houses, Photographs, presents, real estate, ribbons	house	buildings, concepts	signs
(B)	buildings, communications, houses, Photographs, satellite dishes, technology	buildings	buildings, communications, technology	agriculture business industry
(C)	Americans, buildings, chimneys, columns, flags, houses, lawns, nature, photographs, plants, shutters, trees, United States, yards	columns	flags, buildings	site
(D)	buildings, businesses, businesswomen, chairs, communications, conference rooms, conference telephones, doors, females, people, photographs, technology, telecom, telecommunications, telephones, women	telecom	businesses, buildings, communications, people	flag site tools
(E)	banisters, bridges, buildings, landscapes, landscaping, lawns, nature, photographs, plants, railings, rails	railings	buildings, nature	flags
(F)	adobes, arches, architectural, architecture, archways, buildings, churches, crosses, murals, photographs, religions, religious symbols, walls	churches	buildings	religion
(G)	buildings, chimneys, construction, conveyor belts, conveyors, eaves, industry, ladders, males, men, people, photographs, roofers, roofing tiles, roofs, rooftops, shingles, workplaces	buildings	buildings	building
(H)	arches, archways, buildings, construction, houses, industry, photographs	buildings	buildings	building
(I)	buildings, chimneys, houses, landscaping, lawns, nature, photographs, planters, plants, walkways, yards	yards	buildings, plants	site
(J)	buildings, businesses, chairs, communications, conference tables, conference telephones, feet, feet up, photographs, shoes, technology, telecom, telecommunications, telephones, windows	telecommunications	buildings, businesses, communications,	technology
(K)	buildings, houses, lawns, nature, photographs, plants, trees	plants	buildings, nature, plants, trees	plants
(L)	blooms, blossoms, bouquets, buildings, cards, doors, emotions, expressions, females, floral, flowers, happiness, joy, nature, people, photographs, smiles, smiling, women	blooms	buildings, nature, people	weather