

# 모바일 인터넷 기반 이미지 검색을 위한 초기질의 자동생성 기법

김덕환  
인하대학교 전자전기공학부  
(deokhwan@inha.ac.kr)

조윤호  
국민대학교 경영학부  
(www4u@kookmin.ac.kr)

휴대전화의 배경화면을 위한 캐릭터 이미지의 수요가 모바일 콘텐츠 시장에서 빠르게 성장함에도 불구하고 지능형 검색 도구의 부재로 인해 사용자들은 원하는 이미지를 검색하는 데 많은 어려움을 겪고 있다. 이 문제를 해결하기 위한 방법으로 이미지 검색을 위해 가장 널리 사용되는 내용기반 이미지 검색(Content-Based Image Retrieval; CBIR)이 사용될 수 있겠으나 PC-기반 시스템과는 달리 초기 질의 요구를 만족시킬 수 없는 모바일 응용 소프트웨어의 제약 사항의 극복이 필요하다. 본 연구에서는 적합성 피드백과정에서 얻어진 선호도 정보를 이용하는 협업필터링(Collaborative Filtering; CF) 기법을 사용하여 내용기반 이미지 검색의 초기 질의로 사용될 수 있는 후보 이미지의 리스트를 자동 생성하는 IQS-AutoGen이라고 하는 새로운 방법을 제안한다. IQS-AutoGen은 CBIR로부터 피드백된 이미지들에 대한 적합성 정보를 이용하여 목표 사용자와 선호도가 유사한 이웃(neighbor)을 확인하고 이웃들이 선호하는 이미지들의 리스트를 제공하는 CF 프로세스를 통해 CBIR을 위한 초기 질의 집합(Initial Query Set; IQS)을 자동으로 생성한다. 따라서 모바일 사용자는 IQS에 있는 이미지들 중의 하나를 선택하여 CBIR 세션을 위한 질의 이미지로 사용할 수 있게 된다. PC-기반 프로토타입 시스템을 사용하여 실험한 결과로부터 제안한 방법이 모바일 인터넷 환경에서 CBIR의 초기질의 요구를 성공적으로 만족시킬 뿐만 아니라 현재의 검색 방법보다 우수한 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다.

논문접수일 : 2006년 03월

게재확정일 : 2006년 09월

교신저자 : 조윤호

## 1. 서론

최근 유선인터넷에서 무선인터넷으로 더 나아가 유비쿼터스 컴퓨팅환경으로 정보통신 기술이 진화하면서 이미지, 음악, 동영상 등 수많은 멀티미디어 콘텐츠들이 유무선 통신망을 통해 사용자들에게 제공되고 있다. 초고속인터넷의 대중화가 온라인 멀티미디어 콘텐츠 산업의 성장 기반을 제공했고 지속적인 망 구축 및 고도화, 영상압축기술 등의 급속한 발전, 휴대형 멀티미디어 단말기의 보

급, 인터넷 이용자들의 엔터테인먼트 콘텐츠 수요 증가로 인해 전세계적으로 연평균 52.6%의 고속 성장을 거듭하고 있다(대우증권, 2002).

인터넷 이용자의 입장에서 본다면 이러한 멀티미디어 콘텐츠 산업의 성장에 따라 더 많은 멀티미디어 콘텐츠들 그리고 더 많은 멀티미디어 콘텐츠 공급자들이 선택가능해진 것은 사실이다. 그러나 이와 함께 이들 수많은 멀티미디어 콘텐츠들 중에서 어떤 콘텐츠가 정말 이용자 자신의 요구에 정확히 부합되는 콘텐츠인지를 평가하고 찾아내

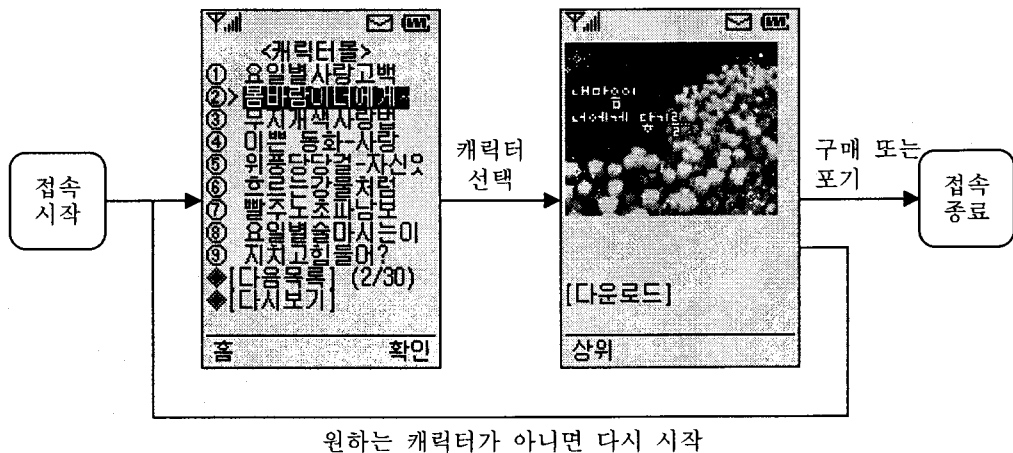
는 과정은 이전보다 더 많은 부담을 발생하게 하였다. 특히 휴대 단말기를 통해 멀티미디어 서비스를 제공받는 모바일 인터넷 환경에서는 작은 LCD 화면, 입력 장치의 제한, 접속 브라우저 능력의 한계 등으로 인하여 기존 유선 인터넷 환경과 달리 자유로운 정보 검색이 어렵기 때문에, 원하는 멀티미디어 콘텐츠를 얻을 때까지 많은 노력과 비용을 요구하고 있어 실제로 고객들이 경험하는 서비스 만족도는 극히 낮은 것으로 보고되고 있다 (한국인터넷정보센터, 2004).

국내에서 가장 대중적인 모바일 인터넷 멀티미디어 서비스인 캐릭터 다운로드 서비스의 경우 현재의 서비스 방식을 도식하면 [그림 1]과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 특정 캐릭터 다운로드 사이트에 접근한 모바일 인터넷 사용자는 먼저 캐릭터의 제목 리스트를 보고 그 중 하나를 선택한 후 LCD 화면에 보이는 캐릭터가 자신이 원하는 것을 확인한다. 그 캐릭터가 마음에 들면 자신의 휴대폰으로 다운로드(즉, 구매)하고 그렇지 않으면 전 화면으로 되돌아가서 원하는 캐릭터가 나올 때까지 같은 과정을 반복하거나 중도에 구매를 포

기하고 해당 사이트의 접속을 종료한다.

이와 같이 고객으로 하여금 단순 반복적인 시행착오를 통해 원하는 멀티미디어 콘텐츠를 찾으려 요구하는 현행 모바일 멀티미디어 콘텐츠 서비스 방식은 오랜 검색 시간이 소요되고, 이로 인한 과중한 통신 요금의 부담으로 인하여 고객이 중도에 구매를 포기하는 비율이 매우 높게 나타나고 있는데 이는 궁극적으로 각 모바일 콘텐츠 공급사 및 이동통신사에게 있어서 중대한 매출 기회의 상실로 귀착되고 있다. 이에 따라 기존 유선 인터넷 환경과 달리 많은 제약을 갖고 있는 모바일 인터넷 환경에서 각 고객의 취향을 적기에 파악하여 개인의 취향과 부합하는 멀티미디어 콘텐츠만을 제공함으로써 고객이 보다 적은 노력으로 원하는 콘텐츠를 구매할 수 있도록 지원하는 개인화된 모바일 콘텐츠 추천시스템의 필요성이 대두되고 있다.

현재, 널리 쓰이는 멀티미디어 검색은 내용기반 이미지 검색(Content-Based Image Retrieval; CBIR) (Flicker et al. 1995; Zhou and Huang, 2003)이며, 이 방법은 색상, 질감, 모양 등의 시각적 속성을 사용하여 이미지들을 표현하고 초기 질의 이미지를



[그림 1] 현재의 모바일 콘텐츠 서비스 방식(캐릭터 다운로드 서비스의 경우)

사용하여 대용량 이미지 데이터베이스에서 원하는 이미지들을 검색한다. 제공된 질의 이미지를 사용하여 CBIR은 주어진 질의와 유사한 이미지들을 검색하고 사용자에게 결과 이미지들을 보여준다. 그러나, 주어진 질의 이미지에 대한 시각적 속성이 사용자가 갖고 있는 목표 이미지에 대한 인식을 정확히 표현하지 못하기 때문에 검색의 성능은 매우 낮은 편이다. 대부분의 경우, 사용자의 목표 이미지는 CBIR에 의해 초기 단계에 검색된 결과에는 포함되지 않는다. 이미지 데이터베이스를 더 검색하기 위해, CBIR은 사용자의 요구사항을 반복적으로 학습하는 적합성 피드백(Relevance Feedback; RF)을 사용한다. CBIR-RF에서, 사용자는 검색된 이미지가 어느 정도 적합한지, 혹은 적합하지 않은지에 대해 반복적으로 판단을 제공한다. 그러면 피드백된 적합성 정보를 통해 사용자의 요구를 학습하여 다음 단계의 검색과정에서 새로 학습된 사용자의 선호도를 적용할 수 있다. 즉 이러한 학습은 추후의 검색 질의와 유사도 함수의 정제 과정에 반영된다(Porkaew et al. 1999; Brunelli and Mich, 2000; Wu et al. 2000; Zhou and Huang, 2003; Kim et al. 2005).

PC-기반 인터넷 환경에서 이미지 검색을 위한 많은 성공적인 CBIR 응용프로그램들이 있음에도 불구하고, 모바일 인터넷 환경의 CBIR 응용프로그램은 심각한 제약사항을 갖고 있다. 일반적으로 CBIR은 예제-기반-질의(Query-By-Example; QBE) 형태로 동작하며, 사용자가 그림판과 같은 편리한 소프트웨어를 이용하여 어느 정도 양질의 초기 질의 이미지를 제공할 수 있다고 가정한다. 이런 형태의 소프트웨어는 작은 크기의 화면, 적은 수의 입력 키들, 그리고 편리하지 않은 브라우저 등의 모바일 장치의 제한된 특성으로 인하여 모바일 인터넷 환경에서 제공되지 않는 풍부한 사용자 인터

페이스를 요구한다. 따라서, 모바일 인터넷 환경에 CBIR을 적용하기 위해서는 초기 질의 이미지를 사용자가 아닌 다른 수단에 의해 제공하는 것이 필요하다.

이 문제에 대한 해답으로 새로운 방법 IQS-AutoGen을 제안한다. 제안한 방법은 전위에 개인화된 추천 기법인 협업 필터링 방법(Collaborative Filtering; CF) (Shardanand and Maes, 1995; Sarwar et al. 2000; Cho and Kim, 2004)을 사용하고, 후위에 RF와 CBIR을 이용한다. CF는 목표 사용자의 선호도와 유사한 취향을 갖는 사용자들(이웃)을 확인하고 그들이 과거에 이웃이 좋아했던 항목들을 추천하는 기법이다. 본 연구에서 초기질의 생성을 위해 CF를 활용하는 이유는 인구 통계학적 자료를 이용한 추천기법, 내용기반 추천 기법 등 타 추천기법보다 추천의 예측 정확성이 높기 때문이다 (Sarwar et al. 2000; Cho and Kim, 2004). 제안한 방법에서, CBIR로부터 피드백된 이미지들에 대한 적합성 정보를 이용하여 이웃을 확인하고 이웃들이 선호하는 이미지들의 리스트를 제공하는 과정을 통해 CF는 CBIR을 위한 초기 질의 집합(Initial Query Set; IQS)을 자동으로 생성하여 준다. 그 다음에 목표 사용자는 IQS에 있는 이미지들 중의 하나를 선택하여 이어지는 CBIR 세션을 위한 질의 이미지로 사용할 수 있다. 따라서, IQS-AutoGen은 사용자가 선호하는 이미지 리스트를 제공하여 CBIR의 초기 질의 문제를 해결하고 모바일 인터넷 상에서 원하는 캐릭터 이미지들을 찾기 위한 사용자의 수고를 덜어준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제 2장과 제 3장에서는 각각 현재의 내용기반 이미지검색 기술과 문제점, IQS-AutoGen과 초기 질의 집합 생성 알고리즘을 상세히 기술한다. 제 4장에서 PC-기반 프로토타입 시스템을 사용하여 제안한

방법의 성능과 결과를 검증하는 실험을 기술하고, 제 5장에서 결론을 기술한다.

## 2. 관련 연구

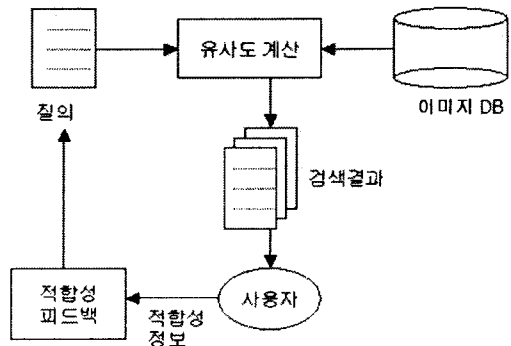
### 2.1 내용기반 이미지 검색(Content-Based Image Retrieval; CBIR)

CBIR은 색상(color), 질감(texture), 모양(shape) 등의 내용 속성을 사용하여 대용량 이미지 데이터베이스로부터 사용자가 원하는 것과 가장 유사한 이미지를 검색하는 기법이다. CBIR은 속성 공간(Feature Space)에서의 점(Point)들로 이미지 정보를 표현하며, 이를 기반으로 CBIR 시스템은 다음과 같은 절차에 따라 이미지를 검색한다 (Flicker et al. 1995; Ogle et al. 1995; Zhou and Huang, 2003).

- (1) 사용자는 자신이 찾고자 원하는 이미지를 질의(Query) 형태로 표현하여 이를 시스템에 제시한다.
- (2) 시스템은 사용자 질의와 유사한 이미지를 검색한다. 이때 데이터베이스에 있는 특정 이미지와 질의 간의 유사도는 속성 공간에서의 상용하는 두 점 간의 거리를 계산하여 측정된다.
- (3) 사용자 질의와 가장 유사한  $k$ 개의 이미지가 검색되어 고객에게 제공된다.

일반적으로 사용자들은 광범위한 정보 요구를 가지고 CBIR 시스템에 접근하여, 그 요구들을 질의로서 표현한다. 이러한 초기의 질의는 매우 임의적이며, 때때로 사용자들은 그들의 요구사항조차도 정확하게 표현할 줄 모른다. 이처럼 질의가 부정확할 경우 CBIR 시스템으로부터 양질의 결과를

얻는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 불완전한 초기 질의(Initial Query)에 대한 보완이 필요하다. 이러한 사용자 정보 요구의 비정상적인 상태와 불확실성을 완화시키기 위해 널리 사용되는 기술이 적합성 피드백(이하 RF; Relevance Feedback) (Porkaew et al. 1999; Brunelli and Mich, 2000; Wu et al. 2000; Kim et al. 2005)이다. 적합성 피드백이란 마치 사용자가 CBIR 시스템의 일부처럼 사용되어 시스템과 사용자 사이의 상호 작용을 함으로써 불완전한 질의를 보완하여 새로운 질의를 자동적으로 재생성하여 검색 성능을 높이기 위한 방법이다. 즉, [그림 2]와 같이 적합성 피드백을 통하여 사용자는 현재의 검색 결과가 적합(Relevant)한지 또는 비적합한지(Irrelevant)에 대한 판단을 제공하고, CBIR 시스템은 이를 기반으로 사용자가 원하는 이미지의 내용 속성을 학습하고 사용자가 만족할 때까지 반복적으로 검색을 시도함으로써 양질의 검색 결과를 얻을 수 있게 된다. 이러한 이유로 적합성 피드백을 이용한 내용기반 이미지 검색(이하 CBIR-RF; Content-Based Image Retrieval with Relevance Feedback)이 최근들어 CBIR 연구의 주류를 이루고 있다.



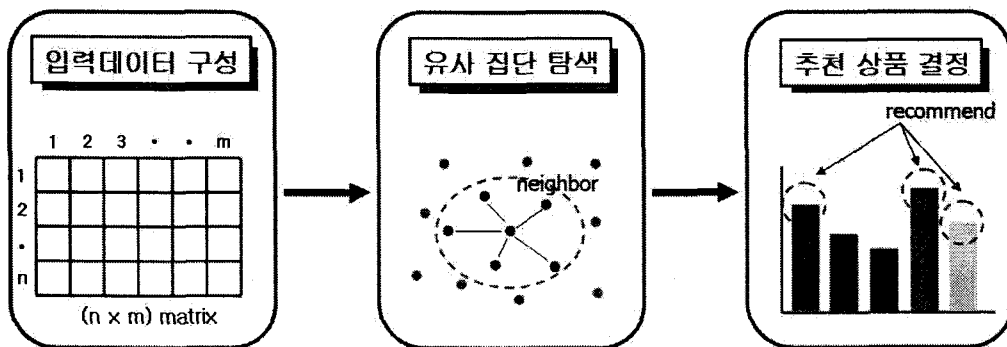
[그림 2] 적합성 피드백을 이용한 내용기반 이미지 검색 프로세스

그러나, CBIR은 찾고자 하는 이미지의 예(Example)를 초기 질의로 시스템에 제공하여야 하는 QBE(Query by Example) 방식의 기술이다. 즉, 유선 인터넷 환경과 달리 모바일 인터넷 환경에서는 대부분 이러한 QBE 방식의 초기 질의(스케칭이나 그림파일 업로드 등)를 생성할 수 있는 인터페이스를 제공하지 못하고 있다. 또한, 고객들조차도 자신이 찾고자 하는 콘텐츠를 미리 알지 못하는 경우가 대부분이다. 따라서 CBIR 기법만으로는 모바일 이미지 콘텐츠 추천시스템의 개발 방법으로서 적절하지 않다고 판단되며, 기존의 적합성 피드백 기술을 적용하더라도 이미지 검색을 위한 적절한 초기질의를 얻기 어렵다. 최근에 모바일 장치를 이용한 CBIR 시스템이 일부에서 개발되었다. 그러나 자바를 이용한 클라이언트/서버 구조와 검색시간에 대한 연구(Ahmad et al. 2003, 2005)가 진행되었으나 플랫폼과 모바일 인터페이스의 제약 사항 때문에 이미지 검색을 위한 초기 질의에 대한 연구는 전무한 상황이다. 본 논문에서는 적합성 피드백과정에서 얻어진 선호도 정보를 이용하는 CF를 사용하여 내용기반 이미지 검색의 초기 질의로 사용될 수 있는 후보 이미지의 리스트를 자동 생성하는 방법을 제안한다.

## 2.2 협업 필터링(Collaborative Filtering; CF)

추천시스템은 통계적 기법과 지식탐사기술(Knowledge Discovery Technology)을 이용하여 고객의 취향에 가장 부합하는 상품을 추천해주는 시스템으로서, 고객들의 편의를 도모하고 교차판매(Cross Sell) 및 매출 증대에 초점을 맞춘 시스템이다(Sarwar, et al., 2000). 현재까지 추천시스템을 구현하기 위한 다양한 기법들이 개발되어 왔는데, 이 중에서 협업필터링(이하 CF; Collaborative Filtering)이 가장 성공적인 추천 기법으로 알려져 있으며 Amazon.com, CDNow 등과 같은 e-비즈니스 사이트에서 널리 활용되고 있다. CF 기반 추천시스템은 상품을 추천하고자 하는 고객과 취향이 유사한 고객들의 의견을 반영하여 추천 대상 고객이 아직 구매하지 않은 상품에 대한 선호도를 예측한 후 선호도가 높을 것으로 예측되는 상품을 추천해주는 시스템이다.

일반적으로 CF 기반 추천 프로세스는 [그림 3]과 같이 크게 입력 데이터 구성, 이웃 집단 탐색, 추천 상품 결정 단계로 나뉘볼 수 있는데, 이들 각각은 다음과 같은 역할을 수행한다(Sarwar et al., 2000; Cho et al., 2002).



[그림 3] 협업필터링 기반 추천 프로세스

- (1) 입력 데이터 구성 : CF 기반 추천시스템에서의 입력 데이터는 보통  $n$ 개의 상품에 대한  $m$ 명의 고객 선호도 집합으로 구성되며, 이는  $m \times n$  고객-상품 행렬  $P$ 로 표현된다. 특정 상품에 대한 선호도는 대개 고객으로부터 직접 입력 받거나(Explicit Rating), 구매 데이터로부터 암시적으로 추정(Implicit Rating)하는 방법이 사용된다. 예를 들어, 구매 데이터로부터 선호도를 측정할 경우, 행렬  $P$ 의  $i$ 번째 행  $j$ 번째 열의 값  $p_{ij}$ 는  $i$ 번째 고객이  $j$ 번째 상품을 구매 했으면 1의 값을 그렇지 않으면 0의 값을 각각 가지게 된다.
- (2) 유사 선호도 집단 탐색 : 유사 선호도 집단 탐색은 CF 기반 추천시스템에서 가장 중요한 단계로서 고객-상품 행렬  $P$ 를 이용하여 고객들 간의 유사도를 계산하는 단계이다. 즉, 각 고객  $u$ 에 대하여 가장 선호도가 유사한  $l$ 명의 유사 집단(Neighborhood)을 찾는 과정이다. 일반적으로 고객 간의 유사도 측정방법으로서 피어슨 상관관계수(Pearson Correlation), 코사인 프로젝트션(Cosine Projection) 등이 사용되

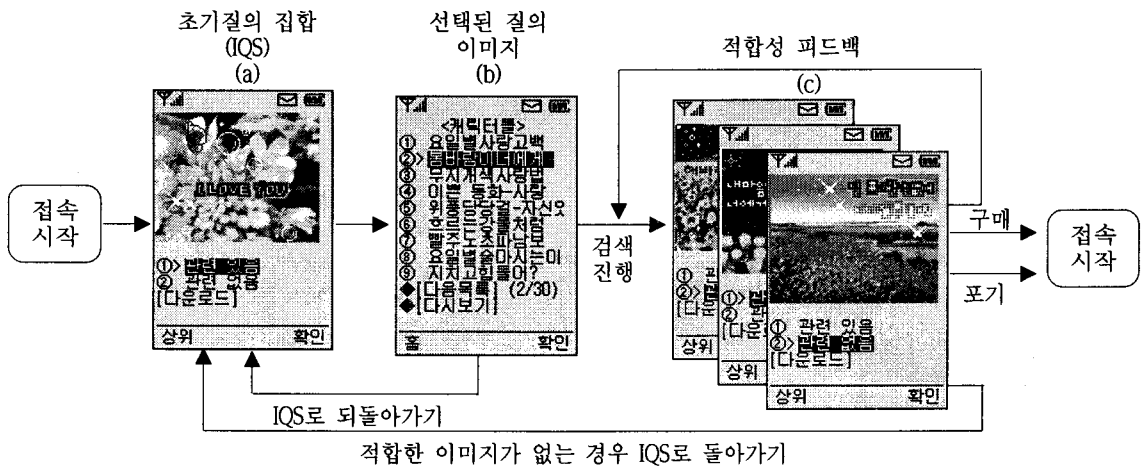
고 있다.

- (3) 추천 상품 결정 : 상품 추천을 위한 마지막 단계로서 설정된 유사 집단으로부터  $N$ 개의 추천 상품을 결정한다. 추천 상품들을 선택하기 위한 기준으로서 일반적으로 빈발 구매 상품 추천(Most-frequent Item Recommendation)이 사용된다. 빈발 구매 상품 추천은 대상 고객의 유사 집단에 대한 구매 이력 데이터를 분석하여 상품별 구매 빈도가 높은 상위  $N$ 개의 상품을 추천하는 방법이다.

### 3. IQS-AutoGen

#### 3.1 이미지 검색 프로세스

모바일 인터넷 환경에서 사용자가 원하는 캐릭터 이미지를 찾는 새로운 검색기법 IQS-AutoGen은 CF와 CBIR-RF의 두 가지 과정으로 구성된다. [그림 4]는 제안된 방법을 이용한 이미지 검색 과정을 보여준다.



[그림 4] IQS-AutoGen의 이미지 검색 프로세스

초기에 CF 과정에서 적합성 피드백 정보를 이용하여 구매하였던 모든 사용자에게 대한 프로파일을 생성한다. 사용자가 접속을 시작하면 그 사용자의 프로파일을 이용하여 목표 사용자의 선호도를 반영하는 초기질의 집합(Initial Query Set; IQS)을 자동으로 생성한다. [그림 4(a)]에서 보여주는 것처럼 IQS가 제시될 때 사용자는 관심 있는 이미지가 있는지 보기 위하여 IQS에 포함된 이미지의 제목리스트를 검색하게 된다. 그 다음에 사용자는 [그림 4(b)]와 같이 이미지를 직접 보기 위해 제목을 선택한다. 이미지를 확인한 후에 사용자는 유사한 이미지에 대한 CBIR 기반 검색을 위한 질의로 그 이미지를 사용할 지 또는 다시 IQS로 돌아갈지 여부를 결정한다.

사용자가 CBIR-RF에서 검색을 더 진행하기 위해 그 이미지를 초기 질의로 사용하기로 결정하면, 그 이미지는 CBIR-RF 과정으로 넘겨진다. 그 다음엔 데이터베이스의 모든 이미지들에 대하여 질의 이미지와 거리를 계산하고 질의 결과로서  $k$ 개의 가장 유사한 결과 이미지 리스트를 생성하게 된다. [그림 4(c)]와 같이 이 과정은 사용자에게 검색된  $k$ 개의 이미지들을 하나씩 차례로 보여주며, 사용자의 적합성 여부에 대한 판단을 유도한다. [그림 4]는  $k=3$ 인 경우에 검색된 이미지들에 대한 사용자의 적합성 피드백 과정을 보여준다. 각  $k$  이미지들에 대해, 사용자는 제시된 이미지가 원하는 이미지인지 여부를 결정해야 한다. 이 과정 동안에 사용자는 제시된 이미지를 구매할 지 아니면 그만둘지를 결정할 수 있다.

$k$ 개 이미지들에 대한 적합성 여부를 판단한 다음에 CBIR-RF 과정은 피드백된 내용을 이용하여 적합성 정보 데이터베이스(RID)를 수정한다. RID는 나중에 사용자가 모바일 인터넷 사이트를 재방문시 CF 과정에서 사용된다. 모든  $k$ 개의 이미지들

이 부적합한 것으로 표시되면, 즉 목표 이미지에 유사한 이미지들을 사용자가 찾지 못한 경우에, 사용자는 IQS로 돌아가서 새로이 선택된 이미지를 이용하여 새로운 CBIR-RF 검색 세션을 다시 진행할 수 있다. 그렇지 않으면, CBIR-RF 과정은 적합한 이미지 집합, 즉 목표 사용자에게 의해 적합하다고 표시된 이미지들의 집합, 을 사용하여 사용자가 현재 원하는 이미지에 대해 학습을 하고 이러한 정보를 사용하여 질의와 유사도 함수를 정제한다. 정제된 질의와 유사도 함수는 다음 검색 단계에서 사용될 수 있다. 이와 같은 반복 과정은 사용자가 원하는 이미지를 찾을 때까지 또는 이미지 검색 세션을 종료할 때까지 계속된다.

### 3.2 초기 질의 집합 생성 알고리즘

본 절에서는 모바일 사용자가 CBIR을 위한 초기 질의 이미지를 선택할 때 사용되는 IQS를 생성하는 알고리즘을 제안한다. 추천 분야에서 가장 성공적인 기법으로 알려진 협업 필터링을 사용한 알고리즘을 고안한다. 목표 사용자  $u$ 를 위한 CF-기반 초기 질의 집합 생성 알고리즘은 세 단계로 구성된다.

#### 단계 1: 사용자 프로파일 생성

CF 기반 IQS 생성은 사용자 프로파일에 의존한다. 사용자 프로파일은 실행시간에 특정 이미지들에 대한 사용자의 관심 여부를 나타내는 적합성 정보 데이터베이스(RID)를 복사한 것이다. 사용자의 최근 선호도를 반영하기 위해 CBIR 동안에 사용자로부터 새로이 얻어진 적합성 정보를 이용하여 RID의 정보는 일정하게 바뀌게 된다.

사용자 프로파일은 이미지에 대한 선호도 행렬,  $P = (p_{ij}), i = 1 \dots, M, j = 1 \dots, N$ ,로 정의된다. 여기

서,  $M$ 과  $N$ 은 각각 전체 사용자의 수와 캐릭터 이미지의 개수이다. 목표 이미지에 대한 이미지의 적합한 정도는 이진 가중치(적합, 비적합), 다수준 가중치(매우 적합, 적합, 중간, 비적합, 매우 비적합 등)로 표현될 수 있기 때문에, 선호도 행렬의 셀들은 많은 다른 값들을 가질 수 있다.

**단계 2: 사용자 이웃집단 형성**

$sim(a, b)$ 는 두 사용자  $a$ 와  $b$ 간의 유사도를 나타낸다.  $sim(u, h_1)$ 이 가장 높고  $sim(u, h_2)$ 가 다음으로 높은 순서 순으로 이웃집단  $H = h_1, \dots, h_m$ ,  $u \in H$ 을 결정한다.

Pearson- $r$  상관도를 이용하여 유사도를 다음과 같이 계산한다(Sarwar et al., 2000).

$$sim(a, b) = corr_{ab} = \frac{\sum_{j=1}^N (p_{aj} - \bar{p}_a)(p_{bj} - \bar{p}_b)}{\sqrt{\sum_{j=1}^N (p_{aj} - \bar{p}_a)^2 \sum_{j=1}^N (p_{bj} - \bar{p}_b)^2}} \quad (1)$$

$N$ 은 캐릭터 이미지들의 개수이고  $p_{aj}$ ,  $p_{bj}$ 는 각각 사용자  $a$ 와  $b$ 의 캐릭터 이미지  $j$ 에 대한 등급이며,  $\bar{p}_a$ ,  $\bar{p}_b$ 는 각각 모든 캐릭터 이미지에 대한 평균 등급이다.

**단계 3: 초기 질의 집합 생성**

$PLS(u, j)$ 는 이미지  $j$ 에 대한 목표 사용자  $u$ 의 구매를 나타낸다.  $PLS(u, q_1)$ 이 가장 높고  $PLS(u, q_2)$ 가 다음으로 높은 순서로  $q_j \in \{\text{목표 사용자 } u \text{가 아직 구매하지 않은 이미지들}\}$ 인  $n$ 캐릭터 이미지들,  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ ,을 포함하는 IQS를 생성한다.  $PLS$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$PLS(U, j) = \frac{\sum_{i \in H} (p_{ij} - \bar{p}_i) \times sim(u, i)}{\sum_{i \in H} sim(u, i)} \quad (2)$$

프로파일 정보가 없는 새로운 사용자에 대해서는 알고리즘은 IQS로서 베스트 셀러 이미지 리스트를 사용할 수 있다.

**3.3 초기 질의 집합 생성에 대한 예제**

본 절에서, 초기 질의 집합이 3.2절의 알고리즘을 사용하여 어떻게 생성되는 지 설명한다. <표 1>은 각각의 원소들이 이미지에 대한 사용자의 선호도를 나타내는 사용자 프로파일이라고 하자. 프로파일은 10개의 이미지들에 대한 15명 사용자의 등급을 포함한다. 이 예제에서 각 원소의 값은 아직 본적이 없는, 선호하는, 선호하지 않는, 그리고 구매된 이미지들에 대해 각각 네 개의 값 0, +1, -1, 2를 사용한다.

$U_{15}$ 가 목표 사용자일 때, 시스템이 사용자  $U_{15}$ 에게 추천을 하는 경우를 살펴보자. 등급을 사용하여 추천은 다음과 같은 단계로 이루어진다. 첫 번째, 목표 사용자와 다른 사용자들간의 상관관계(즉, 유사도)를 계산하며 그 결과는 <표 2>에 보여진다.

다음으로 목표사용자와 높은 상관관계를 가진 사용자들의 그룹인 이웃집단을 확인한다. 이웃집단의 크기가 5인 경우, 상위 다섯 번째로 유사도가 높은 사용자들,  $U_7$ ,  $U_9$ ,  $U_{12}$ ,  $U_{13}$ 과  $U_{14}$ 가 이웃으로 선택된다. <표 3>은 이웃집단을 보여준다.

목표 사용자인  $U_{15}$ 에게 추천되는 이미지들은 아직 구매되지 않은 이미지들이다. 따라서, 목표 사용자와 이웃이 아닌 사용자들에 의해 이미 구매된 이미지들의 컬럼은 제외하고 프로파일의 나머지 부분(원래 프로파일의 어두운 부분)이 사용된다.

구매선호도 ( $PLS$ )는 각 이웃의 유사도를 사용하여 구한 항목들에 대한 등급의 가중치평균으로 <표 4>에서 값들을 보여준다.



<표 1> 사용자-이미지 선호도 행렬

선호도		이 미 지									
		$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_7$	$I_8$	$I_9$	$I_{10}$
사 용 자	$U_1$	2	0	0	2	0	1	0	0	2	2
	$U_2$	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1
	$U_3$	2	2	0	-1	1	1	0	0	0	0
	$U_4$	-1	0	1	0	-1	0	-1	0	-1	0
	$U_5$	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
	$U_6$	2	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
	$U_7$	0	0	0	0	-1	2	2	0	0	2
	$U_8$	-1	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0
	$U_9$	0	2	2	0	0	0	2	0	0	1
	$U_{10}$	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	$U_{11}$	2	2	0	0	0	0	-1	1	0	0
	$U_{12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
	$U_{13}$	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0
	$U_{14}$	0	2	0	-1	0	0	2	-1	2	-1
	$U_{15}$	1	0	2	-1	0	0	2	0	0	0

<표 2> 목표 사용자와의 상관관계

$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$	$U_{10}$	$U_{11}$	$U_{12}$	$U_{13}$	$U_{14}$
-0.42	-0.26	0.12	0.03	-0.05	0.00	0.21	-0.31	0.63	-0.27	-0.19	0.15	0.54	0.35

<표 3> 이웃집단

	$I_1$	$I_2$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_8$	$I_9$	$I_{10}$	Similarity to $U_{15}$
$U_7$	0	0	0	-1	2	0	0	2	0.213
$U_9$	0	2	0	0	0	0	0	1	0.63
$U_{12}$	0	0	0	0	0	0	-1	0	0.145
$U_{13}$	0	0	0	2	0	0	0	0	0.541
$U_{14}$	0	2	-1	0	0	-1	2	-1	0.349
Sum									1.879

<표 4> 초기 질의 집합

	$I_1$	$I_2$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_8$	$I_9$	$I_{10}$
PLS	0	1.042	-0.19	0.463	0.227	-0.19	0.294	0.376
추천순서	(6)	(1)	(7)	(2)	(5)	(8)	(4)	(3)

추천은 *PLS*가 높은 순서로 이루어진다. *IQS*에서 항목들의 순서는  $I_2$ 가 앞에 오고  $I_5, I_{10}, I_9, I_6, I_1, I_4, I_8$  순으로 표현된다. *IQS*의 이미지들은 *CBIR*을 위한 초기 질의로서 사용될 수도 있다.

#### 4. 성능 평가

제안한 방법의 성능평가를 위하여 모바일 인터넷 환경과 동일한 사용자 인터페이스를 제공하는 *PC*-기반 프로토타입 시스템을 개발하였다. 이 시스템을 사용하여, 두 가지 주요 질문에 대한 답을 구하는 형태로 실험을 진행하였다.

- 새로운 방법이 현재의 베스트셀러-기반 방법보다 얼마나 성능을 개선하는 가?
- *CF*의 효과가 제안한 방법의 전체 성능에 얼마나 영향을 주는가?

실험을 위하여 한국통신 프리텔(*KTF*)에서 서비스하고 있는 230개의 캐릭터 이미지들을 사용하였다. 캐릭터 이미지들로부터 잘 알려진 시각적 속성인 *HSV* (hue, saturation, value) 색상공간에 기반을 둔 세 개의 색상 모멘트들을 사용한다. 이미지들은 각각 모든 픽셀들의 *HSV* 값들의 평균과 표준편차, 왜곡도를 계산하여 9차원 특징공간상의 벡터들로 나타낸다. 실험에서, 적은 수의 카테고리들(예를 들어, 사랑, 우정, 엽기 등)에 속한 적은 수의 이미지들로 구성된 이질적인 특성이 작은 이미지 데이터베이스를 사용한다. 이런 이유 때문에, *CBIR*의 성능이 다양한 시각적 속성들을 사용하면 개선된다는 사실에도 불구하고 이미지를 표현하는 데 단지 색상 모멘트만을 사용하였다.

*KTF*로부터 이전에 캐릭터 이미지들을 구매했던 200명의 모바일 인터넷 사용자들이 실험에 참

여했다. 첫 번째, 모든 참가자들은 모든 이미지들을 검색하여 과거에 그들이 구매했던 이미지들을 표시하게 하였다. 구축된 구매 정보는 초기 사용자 프로파일로 저장되었다. 그 후에 참가자들은 구매 한 적이 없는 이미지들을 무작위로 뽑아 목표 이미지로 선택하여 검색 세션을 시작한다.

실험에서 참가자들이 목표 이미지를 자유롭게 찾을 수 있도록 하기 위해 휴대폰의 인터페이스 대신에 *PC*의 웹 인터페이스를 선택했다. 선택된 이미지는 검색 세션의 목표 이미지가 된다.

같은 목표 이미지를 사용하여, 참가자는 주기당 베스트셀러-기반 시스템과 *IQS-AutoGen*( $k=5$  일 때) 시스템을 사용하기 위해 두 번의 검색 세션을 수행했다. 참가자들은 목표 이미지가 *IQS* 또는 베스트셀러 기반 리스트로부터 선택되거나 *CBIR*에 의해 제공될 때까지 검색 세션을 진행하였다. 이 실험은 주기별로 시스템의 성능이 어떻게 변화되는 지 알기 위하여 다섯 번의 주기동안 반복되었다. *CF*의 추천 품질은 이웃집단의 크기에 의해 다르게 되므로 (Sarwar et al. 2000), 별도의 실험에서 가장 좋은 성능을 보인 경우를 선정하여 이웃집단의 크기를 30으로 선택하였다.

제안된 방법의 평가를 위해 목표 이미지를 찾을 때까지 사용자가 확인한 이미지들의 개수인 *views-per-success*(*ups*)를 척도로 고안하였다. 기본적으로 *ups*를 이용하여 성공적인 검색을 위한 사용자의 노력을 측정할 수 있다. *ups*는 제안한 방법과 베스트셀러-기반 검색과 비교하기 위해 사용된다. <표 5>는 실험 결과를 보여준다.

<표 5>에서 보여지는 바와 같이, *IQS-AutoGen*의 평균 *ups*는 베스트-셀러 기반 방법보다 1%의 유의수준에서 52% 작다(즉, 제안된 방법은 52%의 성능 이득을 가져온다). 또한 <표 5>는 다섯 주기 동안 *ups*값이 좋아지는 정도가 *IQS-AutoGen*의

<표 5> 평균 성능의 비교

	성능 (vps)						5주기동안 vps 감소율
	주기 1	주기 2	주기 3	주기 4	주기 5	평균	
IQS-AutoGen [V]	23.01	22.32	19.96	18.57	17.24	20.22	25%
베스트셀러-기반 검색 [B]	43.98	42.64	41.12	41.89	40.66	42.06	8%
성능 이득*	48%	48%	51%	56%	58%	52%	

\*: 베스트셀러-기반 방법에 대한 제안한 방법의 성능이득 = (B-V)/B

<표 6> 5주기동안 CF의 효과

CF의 효과	주기				
	1번째	2번째	3번째	4번째	5번째
(a) IQS의 첫 번째 페이지에서 확인한 이미지들이 CBIR의 초기질의가 되는 비율	0.33	0.33	0.36	0.36	0.39
(b) 성공한 경우 CBIR-RF의 반복횟수	4.23	4.08	3.79	3.78	3.66
(c) 목표 이미지가 IQS의 첫 번째 페이지에 있는 비율	0.18	0.20	0.24	0.25	0.28

경우 25%, 베스트-셀러 기반 방법은 8%임을 보여 준다. 이 결과들은 IQS-AutoGen이 vps값이 작을 뿐만 아니라 5주기 동안 성능이 빠르게 개선됨을 보여준다. 주기가 진행됨에 따라서 사용자 프로파일의 많은 등급정보가 저장되기 때문에, 더욱 정확하게 이웃집단을 생성하게 된다. 아울러 IQS의 품질도 개선된다.

<표 6>은 다섯 주기 동안의 CF의 효과를 요약한 것이다. <표 6>에서 실험 결과들은 CF의 성능이 좋을수록 세 가지 면에서 vps가 감소함을 보여 준다. 첫 번째, IQS의 상위 부분에 매우 적합한 이미지들이 많이 포함되기 때문에 IQS의 이미지들이 CBIR-RF를 위한 초기질의로서 자주 사용된다. <표 6(a)>에 보여지는 바와 같이, IQS의 첫 번째 페이지에 있는 이미지들 (즉, 상위 9개 이미지들)이 CBIR-RF의 초기 질의가 될 평균 비율이 주기 1일 때 0.33에서 주기 5일 때 0.39까지 증가함을 알

수 있다. 두 번째, CBIR-RF에서 사용한 첫 번째 이미지가 특정 공간에서 목표 이미지에 더욱 근접하기 때문에 성공한 경우에 대해 CBIR-RF의 반복횟수가 감소한다는 점이다. <표 6(b)>에 보여지는 바와 같이, 성공한 경우에 대한 CBIR-RF의 평균 반복 횟수는 주기 1일 때 4.23에서 주기 5일 때 3.66으로 감소한다. 세 번째, 목표 이미지가 IQS의 상위 부분에 있을 확률이 증가하기 때문에 CBIR-RF에서 소비되는 vps가 감소한다. <표 6(c)>에 보여지는 바와 같이, 목표 이미지가 IQS의 첫 번째 페이지에 있는 비율이 주기 1일 때 0.18에서 주기 5일 때 0.28로 증가함을 알 수 있다.

실험 결과로부터, IQS-AutoGen이 모바일 인터넷 상에서 캐릭터 이미지 다운로드시 직면하는 문제에 대한 실질적인 해결책이 될 수 있으며 검색에 드는 노력을 줄일 수 있다고 볼 수 있다. IQS-AutoGen은 모바일 콘텐츠의 수요자와 공급자들

에게 다음과 같은 혜택을 제공한다: 1) 원하는 모바일 콘텐츠들을 보다 쉽게 찾을 수 있기 때문에 사용자는 훨씬 적은 검색 노력과 모바일 인터넷에 대한 접속 시간으로 콘텐츠를 구매할 수 있다. 2) 원하는 콘텐츠를 찾는 데 사용자의 포기횟수가 줄기 때문에 구매전환율(purchase conversion rate)이 개선되어 모바일 콘텐츠 공급자들은 사업수익을 개선할 수 있다(즉, 구매로 완료된 검색 세션의 회수를 전체 검색 세션의 총 회수로 나누었을 때).

## 5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 모바일 인터넷 환경의 캐릭터 이미지 다운로드 서비스에서 겪는 실제 문제들을 다루기 위해 새로운 IQS-AutoGen을 제안하였다. 이 방법은 서로 다른 연구 영역인 추천시스템의 CF와 이미지 검색 도메인의 CBIR-RF의 두 가지 기법을 결합한 것으로 이전에 축적된 적합성 정보에 기반하여 초기 질의를 자동으로 생성해 줌으로써 CBIR의 초기 질의 요구 문제를 해결하였다. 또한 제안한 방법이 현재 사용되는 베스트 셀러 검색 방법보다 성능이 우수함을 보이기 위해 PC-기반 프로토타입 시스템을 사용하여 실험을 수행하였다.

그러나, 본 연구는 다음과 같은 한계로 인하여 추후 연구가 필요하다.

1) 본 연구에서 적용한 CF 기법은 모바일 고객과 판매되는 이미지의 수가 계속 증가할 경우 목표 고객의 이웃집단을 찾기 위한 연산량이 기하급수적으로 증가하여 신속한 응답이 어려워지는 현상, 즉 확장성(scalability) 문제가 대두될 수 있다. 따라서, CF의 확장성 문제를 해결

하기 위해 제안된 방법들(Cho & Kim 2004; Kim & Cho 2003)을 활용하여 IQS-AutoGen을 보완할 필요가 있다.

2) 제안한 방법은 캐릭터 이미지들에 대한 색상, 질감, 모양 등의 내용 속성을 이용하여 유사도 기반의 질의를 수행하였다. 향후에는 캐릭터 이름, 카테고리, 느낌 등의 의미적 속성과 개념 지식을 고려하는 의미기반 내용 검색으로 확장할 예정이며, 이를 이용하면 지금의 방법보다 더 나은 결과를 가져올 것이라 생각한다.

3) CF는 항목들에 대하여 사용자가 과거에 매긴 선호도 등급에 기반한 추천 기법이다. 각 등급은 항목에 대한 사용자의 선호도를 표현한다고 가정한다. 현재의 순간에 항목들에 대한 특정 사용자의 선호도를 제시하는 것에 관해서는 얼마나 오래 전에 이 등급이 매겨졌는지에 따라 등급의 정보내용이 바뀔 수도 있다. 그러나, CF에서 이 등급들은 등급이 매겨진 시점과 추천이 이루어진 시점의 시간차이에 관계없이 동일하게 다루어진다. 시간적 감소인자(decay factor)가 시간에 따른 선호도 정보의 가중치를 다르게 주기 위해 사용될 수 있다. 협업필터링에서 사용되는 선호도 정보의 가중치를 주는 방법에 대한 연구가 미래 연구의 좋은 주제가 될 수도 있다.

4) 제안한 방법은 캐릭터 이미지들의 경우에서와 같이 특징공간의 벡터로서 콘텐츠를 표현할 수 있는 한 다른 콘텐츠에도 적용할 수 있다. 캐릭터 이미지의 경우 잠깐 본 후에 적합성 피드백을 제공할 수 있지만 음악이나 비디오의 경우는 이와 다를 수 있다. 따라서, 다른 형태의 콘텐츠에 제안한 방법을 적용하기 위해서는 적합성 피드백을 위한 적절한 인터페이스에 대한 연구가 필요하다. 다른 형태의 멀티미디어 컨

텐츠를 위한 적절한 인터페이스에 대한 연구가 향후 연구의 좋은 주제가 될 수 있을 것으로 판단된다.

모바일 인터넷 상에 다양한 멀티미디어 콘텐츠들이 등장함에 따라, 캐릭터 이미지들의 경우와 같이 비슷한 유형의 검색 문제들이 나타나고 있다. 모바일 인터넷 서비스의 빠른 성장과 더불어, music on demand(MOD)와 video on demand(VOD)와 같은 다른 형태의 멀티미디어 콘텐츠들에 대한 모바일 인터넷 기반 추천 시스템이 미래의 연구대상이 될 수 있다. 새로운 시장에 대한 보다 지능적인 검색 도구의 요구를 만족시키기 위하여 IQS-AutoGen은 좋은 시발점이 될 수 있다.

## 참고문헌

- [1] 인터넷백서, 한국인터넷정보센터, 2004.
- [2] 무선인터넷 산업분석, 대우증권, 2002.
- [3] I. Ahmad, A. C. Faouzi, C. Bogdan, and M. Gabbouj. "Query By Image Content Using Mobile Information Device Profile(MIDP)", Finsig '03, Tampere Intl. Center for Signal Processing, 2003.
- [4] I. Ahmad, S. Abdullah, S. Kiranyaz, and M. Gabbouj. "Content-Based Image Retrieval on Mobile Devices", Proc. SPIE(Multimedia on Mobile Devices) 5684, *Electronic Imaging Symposium* (2005), 16~20.
- [5] R. Brunelli, O. Mich, "Image Retrieval by Examples", *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol.2, No.3(2000), 164~171.
- [6] Y. H. Cho, J. K. Kim, "Application of Web Usage Mining and Product Taxonomy to Collaborative Recommendations in E-Commerce", *Expert Systems with Applications*, Vol.26, No.2(2004), 233~246.
- [7] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack et al., "Query by image and video content: The QBIC system", *IEEE Computer Magazine*, 28(9), 23~32, 1995.
- [8] D. H. Kim, C. W. Chung, K. Barnard, "Relevance feedback using adaptive clustering for image similarity retrieval", *Journal of Systems and Software*, Vol.78, No.1(2005), 9~23.
- [9] J. K. Kim and Y. H. Cho, "Using Web Usage Mining and SVD to improve E-Commerce Recommendation Quality", *PRIMA 2003*, 86~97.
- [10] V. E. Ogle, M. Stonebraker, "Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images", *IEEE Computer* (1995). 40~48.
- [11] K. Porkaew, K. Chakrabarti, and S. Mehrotra, "Query Refinement for Multimedia Similarity Retrieval in MARS", *Proc. 7th ACM Multimedia Conference* (1999), 235~238.
- [12] B. Sarwar et al., "Analysis of Recommendation Algorithms for E-Commerce", *Proc. ACM E-Commerce Conference* (2000), 158~167.
- [13] U. Shardanand and P. Maes, "Social Information Filtering: Algorithms for Automating Word of Mouth", *Proc. Conference on Human factors in Computing Systems* (1995), 210~217.
- [14] X. S. Zhou and T. S. Huang, "Relevance feedback for image retrieval: a comprehensive review", *ACM Multimedia Systems Journal*, Vol.8, No.6(2003), 536~544.
- [15] L. Wu et al., "FALCON: Feedback Adaptive Loop for Content-Based Retrieval", *Proc. 26th VLDB Conference* (2000), 297~306.

Abstract

## An Automatic Generation Method of the Initial Query Set for Image Search on the Mobile Internet

Deok-Hwan Kim\* · Yoon-Ho Cho\*\*

Character images for the background screen of cell phones are one of the fast growing sectors of the mobile content market. However, character image buyers currently experience tremendous difficulties in searching for desired images due to the awkward image search process. Content-based image retrieval (CBIR) widely used for image retrieval could be a good candidate as a solution to this problem, but it needs to overcome the limitation of the mobile Internet environment where an initial query set (IQS) cannot be easily provided as in the PC-based environment. We propose a new approach, IQS-AutoGen, which automatically generates an initial query set for CBIR on the mobile Internet. The approach applies the collaborative filtering (CF), a well-known recommendation technique, to the CBIR process by using users' preference information collected during the relevance feedback process of CBIR. The results of the experiment using a PC-based prototype system show that the proposed approach successfully satisfies the initial query requirement of CBIR in the mobile Internet environment, thereby outperforming the current image search process on the mobile Internet.

**Key words** : Mobile Internet, Collaborative Filtering, Content Based Image Retrieval, Initial Query, Relevance Feedback

---

\* School of Electrical Engineering, Inha University

\*\* School of Business Administration, Kookmin University