

특성정보 프로파일에 기반한 동영상 데이터 분류

손 정 식[†] · 장 중 혁^{**} · 이 원 석^{***}

요 약

일반적으로 기존의 동영상 처리 방법들은 처리 대상 동영상 데이터의 메타 데이터 정보에 기반한다. 하지만, 동영상 데이터의 메타 데이터 정보는 해당 동영상의 상세한 의미적인 정보까지 표현하는데는 한계를 갖는다. 따라서, 메타 데이터 정보에 기반한 동영상 처리 기술은 다양한 동영상 정보를 보다 효율적으로 처리하는데 한계를 갖는다. 본 논문에서는 다양한 동영상 정보들을 효율적으로 분류하기 위한 방법으로 영상 정보에 기반한 직접 분류 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 영상 분류 방법에서는 관리자가 기준으로 제시한 동영상에 대한 마이닝을 수행하여 해당 동영상의 특성정보를 추출하여 동영상 분류의 기준이 되는 동영상 특성정보 프로파일을 생성한다. 이어서, 분류 대상 동영상들에 대해서 각 동영상을 기존 동영상의 특성정보 프로파일과 비교하여 유사성을 분석하고, 이를 기준으로 각 동영상을 분류한다. 또한, 분류 과정에서의 수행 속도를 향상 시키기 위한 방법으로 통합 프로파일 생성 및 비교 기법을 제시하며, 동영상 분류 과정에서의 정확도를 높이기 위한 가중치 기반 비교 방법을 제시한다. 끝으로 다양한 동영상 데이터를 활용한 유사도 비교 실험을 통해 제안된 방법의 효율성을 검증한다.

Video Data Classification based on a Video Feature Profile

Jeong-Sik Son[†] · Joong-Hyuk Chang^{**} · Won-Suk Lee^{***}

ABSTRACT

Generally, conventional video searching or classification methods are based on its meta-data. However, it is almost impossible to represent the precise information of a video data by its meta-data. Therefore, a processing method of video data that is based on its meta-data has a limitation to be efficiently applied in application fields. In this paper, for efficient classification of video data, a classification method of video data that is based on its low-level data is proposed. The proposed method extracts the characteristics of video data from the given video data by clustering process, and makes the profile of the video data. Subsequently, the similarity between the profile and video data to be classified is computed by a comparing process of the profile and the video data. Based on the similarity, the video data is classified properly. Furthermore, in order to improve the performance of the comparing process, generating and comparing techniques of integrated profile are presented. A comparing technique based on a differentiated weight to improve a result of a comparing process is also presented. Finally, the performance of the proposed method is verified through a series of experiments using various video data.

키워드 : 동영상 분류(Video Data Classification), 특성정보 파일(Feature Profile), 데이터 마이닝(Data Mining), 클러스터링(Clustering)

1. 서 론

근래들어 컴퓨터 및 관련 기술의 발달로 인하여 WWW (World Wide Web)이 널리 확장되고 인터넷 환경에 대한 일반인들의 친숙함도 크게 증가되었다. 케이블이나 전화선을 이용한 초고속통신망이 각 가정으로 널리 보급되었으며 고용량 하드디스크가 개인 컴퓨터의 기본 사양으로 자리잡게 되면서 웹 사이트에서 단순한 문자/그림 위주의 매체보다 좀더 눈길을 끌 수 있는 동영상 매체들을 제공하는 다양한 서비스들이 늘어나고 있다. 각 방송국 홈페이지에서는 지난 방송물을 동영상 파일로 제작하여 일반인들이 쉽게 접근할 수 있도록 제공하고 있으며, 인터넷 공간에서는 동

영상 서비스를 제공하는 다양한 인터넷 방송국들이 생겨나고 있다. 더불어, 각 분야의 유명 사설 학원들의 인터넷 강의 서비스도 동영상으로 접할 수 있으며, 기업들은 자사의 제품이나 서비스에 대한 광고 및 설명 자료 등을 동영상 형태로 제공하고 있다. 이처럼 다양한 내용과 다양한 목적을 가진 동영상들이 인터넷 곳곳에 수없이 많이 존재하는 상황에서 문서나 자료를 검색하기 위한 이전의 단순한 검색 서비스들은 많은 한계에 직면하게 되었으며, 따라서 동영상 데이터에 대한 보다 효율적인 검색을 지원하는 검색 서비스의 필요성이 대두 되었다.

이러한 필요성에 따라 기존의 검색 서비스 사이트들이 부가적으로 동영상을 찾을 수 있는 전용 검색 엔진을 개발하여 서비스 하고 있고, 그것들 중 상당수의 사이트들은 동영상 화일의 이름, 그리고 그 링크를 설명하는 문장들을 분석하여 그 동영상의 설명을 붙이고 색인화를 하는 방법을

[†] 정 회 원 : (주)드림위즈

^{**} 준 회 원 : 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과

^{***} 종 신 회 원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

논문접수 : 2004년 10월 5일, 심사완료 : 2005년 1월 24일

사용한다. 이러한 검색 방법을 통해서도 기본적인 검색 효과를 얻을 수는 있지만, 동영상 자체를 분석하는 것이 아니라 이에 대한 부가적인 보조 정보를 분석하여 해당 동영상의 내용을 짐작하는 수준임을 감안할 때 효율적인 분석에는 다소 한계를 갖는다. 특히, 해당 동영상에 내재된 정보나 특성 장면 등과 같은 내용에 기반한 검색에는 많은 어려움이 따른다. 이를 보완하기 위해서 동영상 데이터의 내용기반 검색(content-based search) 방법에 대한 관심이 증가되고 다양한 방법들이 연구되고 있다[5, 7, 9, 12].

본 논문에서는 기존의 영상기반 분류 방법과는 다른 영상 정보 기반의 직접 분류 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 영상 분류 방법에서는 관리자가 기준으로 제시한 동영상의 특성정보를 추출하여 데이터 마이닝 기법을 적용하여 각 기준 동영상별로 특성 프로파일을 생성한다. 분류 대상 동영상들의 특성 정보를 기준 동영상별 특성 프로파일과 비교하여 각 동영상별 유사성을 분석하고 이를 기준으로 동영상들을 분류한다. 또한, 분류 과정에서 수행 속도를 향상시키기 위한 통합 프로파일 관리 기법 및 이를 이용한 동영상 비교 기법을 제시한다.

2. 관련 연구

일반적인 동영상 검색 시스템은 크게 두 기능으로 구성된다. 하나는 인터넷으로부터 검색대상이 되는 동영상 링크를 검색하여 그 동영상으로부터 특성정보(feature)를 추출하는 기능이고 다른 하나는 추출된 특성정보를 색인화 시키는 기능이며 마지막 하나는 사용자의 검색명령을 받고 직접 색인과 비교하여 결과를 판정하는 기능이다. 이를 위해서 인터넷으로부터 검색대상이 될 수 있는 문서들을 수집해 오는 역할을 하는 에이전트에 대한 연구, 수집된 인터넷 문서에 대한 구조화 방법에 대한 연구, 색인화 및 분류 방법에 대한 연구, 실제 멀티미디어 콘텐츠로부터 내용 정보를 추출해 내고 추출된 정보의 가공에 대한 연구 등이 널리 진행되고 있다.

인터넷상에서 정보 검색을 위한 접근 방법에서 일반적으로 인터넷상에서 다양한 정보를 수집하는 기능은 에이전트 기능이라 정의할 수 있다. 에이전트의 자율성과 지능성은 인터넷 문서의 링크를 추적하면서 문서나 문서의 특정 부분을 수집하는 일처럼 시간이 많이 걸리고 반복적인 작업을 수행하는 목적에 잘 부합한다. 또한 복수개의 에이전트를 동시에 사용하여 병렬 작업이 가능한 에이전트의 협동성을 이용하는 경우 보다 효율적으로 작동된다[1, 2]. 수집된 문서의 구조화, 색인 검출 작업 및 분류 작업은 검색 시스템에 있어서 핵심적인 중요 기술이라 할 수 있다. 문서의 구조화에 사용되는 자료는 주로 문서의 키워드이고 키워드는 HTML 문법 및 자연어 문법 등의 분석을 통해 얻어낸다[2]. 그리고 분석된 키워드들로 색인을 구성하고 효과적으로 분류하고 구조화하여 검색시 그 효율을 높일 수 있도록 한다[4]. 이를 위해 유전 알고리즘이나 신경망과 같은 인공지능 기술을 문서 인식 및 분류 작업에 응용한 방법들[5, 6]도 연구되어 왔다.

사람에 의한 수동적인 작업을 보다 효율적으로 자동화하기 위해서 다양한 접근법들이 시도되었다. 먼저, 멀티미디어 콘텐츠의 내용을 사람이 아닌 기계가 인식할 수 있는 형태로 추출하는데 있어서는 해당 콘텐츠의 색상이나 질감이 주로 사용된다. 또한, 화상 또는 영상에서 경계 인식을 통하여 물체의 형태를 맵으로 추출한다. 더불어, 물체의 형태를 기본적인 도형들의 집합으로 보고 도형의 묶음으로 이루어진 추상화된 형태정보를 추출하여 사용한다[7, 13]. 이러한 기반 기술을 바탕으로 하는 검색 시스템은 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 하나는 크게 링크나 화일 이름 등의 텍스트 정보를 색인화하여 이를 검색하는 방법이며, 다른 하나는 검색 대상 콘텐츠의 내용에 기반한 검색을 지원하는 내용기반 검색 방법이다.

〈표 1〉 동영상 특성 정보

특 성	설 명
Y	격자에 속한 화소들의 색을 YCrCb 포맷으로 나타내었을 때의 Y값
Cr	Cr값
Cb	Cb값
R	격자에 속한 화소들의 색을 RGB 포맷으로 나타내었을 때의 Red값
G	Green값
B	Blue값
H	격자에 속한 화소들의 색을 HSI포맷으로 나타내었을 때의 H값
S	S값
I	I값
Difference	격자에 속한 화소들 간의 색상 차이값
Variance	격자에 속한 화소들의 색상의 다양함
Class	격자에 속한 부분의 무늬의 종류 (Texture, Monotone, Vertical, Horizontal, \형 사선, /형 사선 중 하나)

내용기반 검색을 지원하지 않은 것은 앞서 설명한 것처럼 그 링크를 설명하는 다른 문자 정보들을 색인화 하여 간접적으로 검색을 가능하게 하는 것이다. 이러한 방법에서는 효율적인 색인 구조화 방법 및 문자 정보에 포함된 의미 정보의 효율적 추출 기술에 대한 연구가 중점적으로 수행되고 있으며, 이들은 기존의 인터넷 문서 검색 시스템 연구들의 연장선상에 있는 동영상 정보 검색 방법으로 간주할 수 있다[3, 4, 11]. 내용기반 검색을 지원하기 위해서는 동영상 데이터의 실제 패턴을 서로 비교하거나, 동영상의 특성정보를 추출하여 비교하는 방법 등을 고려할 수 있다[9, 10, 12, 13, 14]. 또한 더 정확한 검색을 위해서 링크를 설명하는 문자정보의 색인과 동영상 데이터의 내용기반이 모두 사용되고 있다[2, 15]. 본 논문에서는 동영상 데이터의

특성정보를 데이터마이닝의 클러스터링 방법을 사용하여 그 특징을 부각시켜 비교의 효율성을 높인다[8].

3. 프로파일 구성

본 논문에서는 통합된 각 동영상의 특성 정보를 통합 프로파일이라 명명한다. 이 통합 프로파일을 제작하기 위해서는 먼저 동영상으로부터 특성정보를 추출한다. 이어서 추출된 특성정보를 클러스터링 기법을 적용하여 특성정보 프로파일을 생성한다. 본 논문에서는 동영상 정보 분석을 위한 일반적인 접근 방법에서와 유사하게 <표 1>에서와 같은 동영상의 특성정보들을 활용한다. 한편, 특성정보 프로파일 생성을 위한 클러스터링 과정에서는 기존의 데이터 마이닝 기법을 적용한다. 한편, 동영상은 프레임(frame)이라고 불리는 정지화상들이 시간축으로 나열된 집합으로 정의될 수 있으며, 각 정지화상들을 격자모양으로 구분하여 그 격자 단위의 특성들을 추출하여 특성정보로 사용한다. 상세한 동영상 특성 정보는 <표 1>에서와 같다.

이때, 검색 또는 분류를 수행함에 있어서 사용자가 매우 작은 개수의 동영상을 기준 동영상으로 제시하는 경우 검색 및 분류 과정에서 정확도가 낮아질 것이다. 따라서, 검색자가 원하는 특징들을 갖춘 질의 동영상을 다수 수집하여 이들로부터 해당 동영상 집합의 특성을 명확히 추출할 필요성이 대두되었다. 이를 위해 제시된 모든 동영상들을 각각 하나의 트랜잭션으로 간주하고 이로부터 특성정보들을 클러스터링 하는 클러스터링 기법을 사용한다. 클러스터링(clustering)을 과정을 통해 하나의 동영상 데이터 집합에 속하는 유사한 동영상들로부터

해당 동영상 데이터 집합의 특성 정보(즉, 특성정보 집합(cluster))를 추출할 수 있다. 이 클러스터들은 앞서 설명한 동영상의 각 특성정보 값들이 가질 수 있는 값의 범위(domain) 내에서의 일정 영역을 나타낸다. 이 영역은 제시된 동영상들이 모여져 강조된 특징이 특성으로 추출될 때 나타나는 값들의 영역으로 정의되고, 다른 동영상의 특성을 추출하여 값을 비교했을 때 그 값이 범위 내에 존재하면 그 동영상은 일정 확률 이상으로 그 특징을 가진다고 판단할 수 있다. 이러한 클러스터들의 정보를 모아둔 것을 본 논문에서는 프로파일(profile)이라고 명명한다.

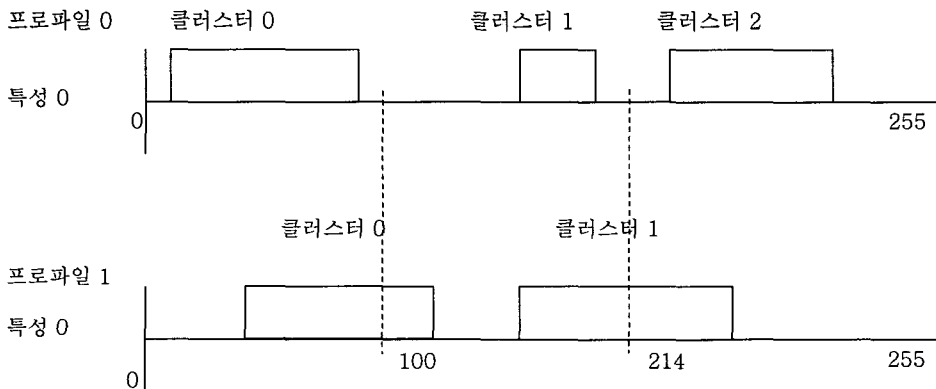
이 프로파일과 인터넷의 임의의 동영상의 특성정보를 비교하는 것으로 기본적인 검색을 위한 비교 방법의 설계가 가능하다. 본 논문에서는 이 방법을 확장하여 서로 다른 검색자들의 프로파일들을 하나로 묶어 통합하여 각각의 검색자들의 프로파일들과 번갈아 같은 방식의 비교를 하는 것 보다 효율적인 방법을 제시한다. 또한 프로파일을 통합하는 과정에서 각 클러스터들이 그 프로파일이 나타내는 동영상의 특징들을 표현하는데 기여하는 정도를 나타내는 중요도를 미리 저장하여 좀더 정확하고 효율적인 유사성 판정을 할 수 있다.

3.1 통합 프로파일

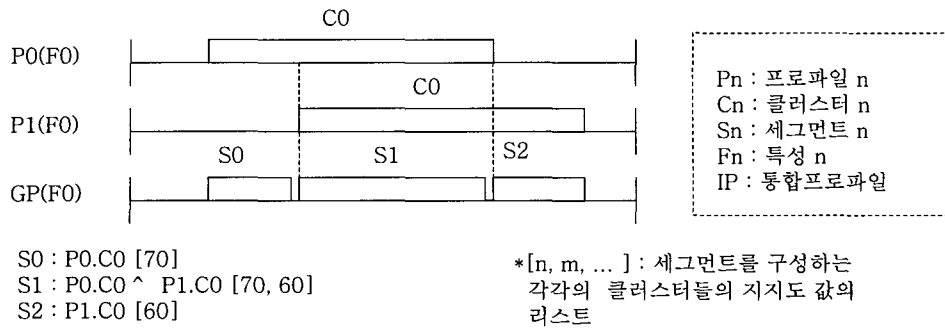
클러스터들의 집합으로 표현되는 프로파일의 형태는 (그림 1)과 같이 정의된다. (그림 1)에서 지지도(support)는 그 클러스터에 얼마나 많은 동영상의 특징이 집중되었는지를 나타내는 것으로 중요도를 계산할 때 사용된다. 프로파일을 동영상의 특성정보를 가로축으로 하는 선분 위에, 특정 영역을 나타내는 클러스터들로 표현하면 (그림 2)와 같다.

[클러스터 번호]	[나타내는 특성정보의 번호]	[영역 시작]	[영역 끝]	[평균]	[지지도]
0	0	20	114	67	80
1	1	104	143	123	65
.....					

(그림 1) 프로파일의 구성



(그림 2) 특성값 선분상에 표현된 클러스터



(그림 3) 중첩된 두 개의 클러스터가 세그먼트들로 분할되는 과정

예를 들어 위와 같이 두개의 질의 동영상에 대한 프로파일이 프로파일0, 프로파일1로 주어지고 그 중 특성 0번만을 놓고 보았을 때, 임의의 비교 대상 동영상의 해당 특성값이 100이나 214를 갖게 되면 프로파일 0에는 속하지 않게 되고, 프로파일 1에만 속하게 된다. 이런 경우 해당 동영상은 프로파일 1에 보다 더 유사하다고 판단되며, 프로파일 1의 클러스터 0의 지지도가 60퍼센트, 클러스터 1의 지지도가 85퍼센트라면 특성값이 100인 동영상보다 214를 가지는 동영상이 높은 지지도를 가지는 클러스터에 속하기 때문에 더 유사하다고 판단 가능하다. 클러스터 1이 프로파일 1로 표현된 질의 동영상들의 특성을 더 잘 표현한다고 할 수 있기 때문이다. 이로부터 기본적인 비교 판정 알고리즘을 정리할 수 있으며 다음과 같다.

- [Step 1] 동영상의 특성정보를 입력 받는다.
- [Step 2] 특성정보가 프로파일의 해당 특성 클러스터들에 속하는지를 비교한다.
- [Step 3] 속하는 클러스터들의 지지도의 평균이 원하는 지지도 이상이면 그 클러스터를 가지는 프로파일에 해당 동영상이 속한다고 출력한다.
- [Step 4] [step 2]로 돌아가 다른 프로파일과 비교한다. 모두 비교하면 [step 5]로 진행한다.
- [Step 5] 비교할 동영상, 프레임이 남아있으면 [step 1]로 돌아가고 남아있지 않으면 종료한다.

위의 기본 알고리즘에서 4번째 단계를 보면 하나의 동영상을 비교 판정하기 위해서 검색자들이 제시한 모든 질의 프로파일들과 각각 순서대로 비교해야 한다. (그림 2)에서 보이는 각각의 프로파일들의 선분들을 하나로 합하고 그 위에 모든 클러스터들을 늘어 놓으면 하나의 비교 대상 동영상을 처리할 때 한번의 비교로 가능하다. 하지만 여기서 서로 다른 프로파일에 속하는 다수의 클러스터가 서로 중첩되는 경우가 생기게 된다. 이럴 때 서로 중첩되지 않는 독자영역을 각각의 조각으로, 그리고 중첩되는 영역을 또 다른 조각으로 두어 서로 독자적인 영역을 가지는 새로운 조각들로 나누면 해결 가능하다. 이 조각들을 본 논문에서는 세그먼트(segment)라고 명명한다. (그림 3)은 클러스터 집합으로부터 세그먼트 생성 과정을 보여준다.

이렇게 통합 프로파일을 제작해 두면 비교 판정 시 통합 프로파일을 나타내는 선분 위에서 비교 대상 동영상의 해당 특성 값이 놓여졌을 때, 그 특성 값이 어느 세그먼트에 속하는지를 한번의 탐색으로 알 수 있고, 즉시 그 세그먼트를 구성하는 클러스터와 그것의 지지도, 그리고 그것이 어느 프로파일에 속하는지를 판단 가능하다.

3.2 통합 프로파일과의 비교

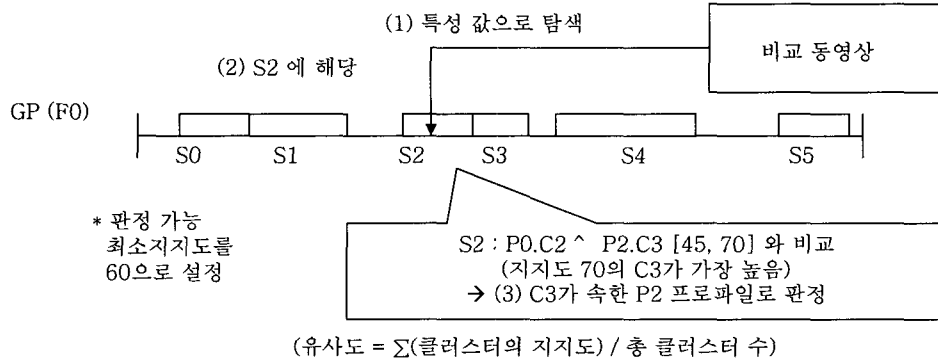
위와 같은 통합 프로파일 선분들이 <표 1>에 나타난 특성들의 개수만큼 존재 한다. 비교 동영상의 특성정보가 주어지면, 그 특성에 해당하는 통합 프로파일 선분에서 그 특성에 해당하는 세그먼트가 존재하는지를 검색한다. 그리고 검색된 세그먼트가 어떤 클러스터로 구성되었는지, 그리고 그것의 지지도가 얼마인지를 알아내어 현재 비교하는 특성에 얼마나 유사한지를 구하여 저장한다. 이런 과정을 각각의 특성들에 대해서 모두 수행하고, 각 특성마다 얻어진 지지도 값을 프로파일을 기준으로 평균을 구하게 되면, 모든 특성을 고려한 동영상과 프로파일들 간의 유사도가 계산이 된다. 이들 중 가장 유사도가 높거나 최소유사도 이상인 프로파일을 선택하여 해당 동영상을 검색 결과로 삼입한다. (그림 4)는 통합 프로파일과 동영상의 비교 과정을 타나내며 상세 수행 과정은 다음과 같다.

- [Step 1] 동영상의 특성정보를 입력 받는다.
- [Step 2] 특성정보가 통합 프로파일의 해당 특성 세그먼트에 속하는지를 비교한다.
- [Step 3] 속하면 세그먼트를 구성하는 클러스터들에 대해서 다음을 수행한다.
- [Step 4] 클러스터의 지지도가 원하는 지지도 이상이면 다음을 수행한다.
- [Step 5] 해당 프로파일의 검색된 지지도 리스트에 지지도를 추가한다.
- [Step 6] 다음 클러스터가 있으면 [step 3]으로 가고, 없으면 다음을 수행한다.
- [Step 7] 각각의 프로파일에 대한 특성값의 평균들을 계산하여 유사도를 구한다.
- [Step 8] 원하는 유사도 이상의 값을 가진 프로파일로 해당 동영상을 소속시킨다.

[Step9] 비교할 동영상, 프레임이 남아있으면 [step 1]로 돌아가고 남아있지 않으면 종료한다.

기본 알고리즘과 비교하여 중첩된 반복부의 횟수는 두 번으로 같지만, 해당 클러스터를 처리하는 안쪽 반복부의 반

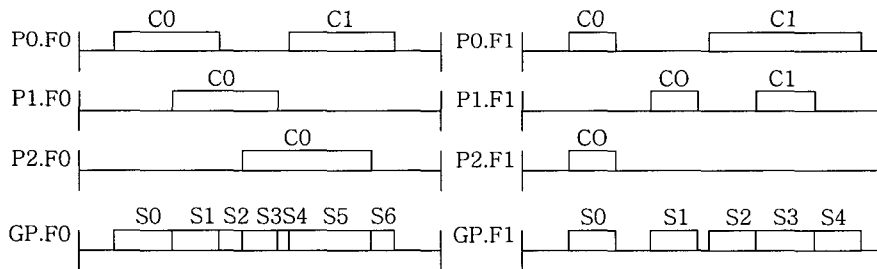
복횟수가 기본 알고리즘은 프로파일의 총 숫자와 같으나, 통합 프로파일을 사용한 알고리즘은 해당 세그먼트를 구성하고 있는 프로파일만을 순서대로 반복하는 것으로 처리가 가능하므로 효율이 있다.



(그림 4) 통합 프로파일과 비교 대상 동영상의 판정

이러한 처리 과정을 예제를 통해서 살펴보자. (그림 5) (a)는 기준 동영상 데이터들로부터 생성된 개별 프로파일 및 통합 프로파일을 나타낸다. 여기서, F0 및 F1은 각각 해당 동영상을 표현하는 특성정보를 의미한다. (그림 5) (b) 및 (c)는 (그림 5) (a)의 통합 프로파일에서 형성된 각 세그먼트를 구성하는 클러스터 정보 및 해당 클러스터의 지지도 정보를 나타낸다. 이때, (그림 5) (d), (e) 및 (f)와 같은 분류용 동영상 데이터들이 주어졌을 때 이들 각 동영상이 어느

프로파일로 분류되는 지를 알아보자. 이때, 각 동영상은 3개의 프레임으로 구성되며, 각 프레임은 기준 프로파일에서와 마찬가지로 F0 및 F1 두개의 특성정보를 갖는다. 그림 6은 분류 대상 동영상의 각 프레임과 통합 프로파일의 세그먼트들간의 포함 관계를 분석한 결과이다. 이때, 의미있는 클러스터로 정의되기 위한 최소 지지도는 60%이고, 동영상에 해당 프로파일과 유사하다고 판단할 수 있는 최소 유사도는 50%로 가정한다.



(a) 각각의 동영상으로부터 통합 프로파일을 작성

- S0 = P0.C0 [40]
- S1 = P0.C0 ^ P1.C0 [40, 70]
- S2 = P1.C0 [70]
- S3 = P1.C0 ^ P2.C0 [70, 80]
- S4 = P2.C0 [80]
- S5 = P0.C1 ^ P2.C0 [75, 80]
- S6 = P0.C1 [75]

- S0 = P0.C0 ^ P2.C0 [85, 100]
- S1 = P1.C0 [90]
- S2 = P0.C1 [75]
- S3 = P0.C1 ^ P1.C1 [75, 80]
- S4 = P0.C1 [75]

(b) GP.F0를 구성하는 세그먼트 정보

(c) GP.F1을 구성하는 세그먼트 정보

- f0 : [F0 : 63, F1 : 141]
- f2 : [F0 : 53, F1 : 130]
- f3 : [F0 : 65, F1 : 131]

- f0 : [F0 : 80, F1 : 230]
- f2 : [F0 : 85, F1 : 230]
- f3 : [F0 : 220, F1 : 210]

- f0 : [F0 : 130, F1 : 50]
- f2 : [F0 : 131, F1 : 59]
- f3 : [F0 : 130, F1 : 58]

(d) 동영상 A의 특성 정보

(e) 동영상 B의 특성 정보

(f) 동영상 A의 특성 정보

(그림 5) 각 동영상의 특성정보와 세그먼트간의 포함 관계

A.f0.F0 → GP.F0.S1,	A.f0.F1 → GP.F1.S2
A.fl.F0 → GP.F0.S1,	A.fl.F1 → GP.F1.S2
A.f2.F0 → GP.F0.S1,	A.f2.F1 → GP.F1.S2
B.f0.F0 → GP.F0.S1,	B.f0.F1 → GP.F1.S4
B.fl.F0 → GP.F0.S1,	B.fl.F1 → GP.F1.S4
B.f2.F0 → GP.F0.S6,	B.f2.F1 → GP.F1.S4
C.f0.F0 → GP.F0.S4,	C.f0.F1 → GP.F1.S0
C.fl.F0 → GP.F0.S4,	C.fl.F1 → GP.F1.S0
C.f2.F0 → GP.F0.S4,	C.f2.F1 → GP.F1.S0

(그림 6) 각 동영상의 특성정보와 세그먼트간의 포함 관계

(그림 5) (d)에 예시된 동영상 A의 특성정보를 바탕으로 해당 동영상이 어떻게 분류되는지에 대해서 살펴보자. 먼저, 해당 동영상과 기준 프로파일 P0를 비교하여 클러스터의 평균 지지도를 구하면 다음과 같다.

$$F0 = (0 + 0 + 0) / 3 = 0, \quad F1 = (75 + 75 + 75) / 3 = 75$$

이때, F0에 속하는 클러스터의 지지도는 40으로서 최소 지지도 50% 이하이므로 F0에 대해서는 클러스터의 평균지지도가 0으로 구해진다. 다음으로, 해당 동영상과 기준 프로파일 P1을 비교하여 클러스터의 평균 지지도를 구하면 다음과 같다.

$$F0 = (70 + 70 + 70) / 3 = 70, \quad F1 = 0$$

이때, F1에 속하는 클러스터가 존재하지 않으므로 F1에

$$\text{동영상 B와 프로파일 P0와의 유사도} : \frac{\{(0+0+75)/3 + (75+75+75)/3\}}{2} = 50$$

$$\text{동영상 B와 프로파일 P1과의 유사도} : \frac{\{(70+70+0)/3 + (75+75+75)/3\}}{2} = 61$$

$$\text{동영상 B와 프로파일 P2와의 유사도} : \frac{\{(0+0+0)/3 + (0+0+0)/3\}}{2} = 0$$

$$\text{동영상 C와 프로파일 P0와의 유사도} : \frac{\{(0+0+0)/3 + (85+85+85)/3\}}{2} = 43$$

$$\text{동영상 C와 프로파일 P1과의 유사도} : \frac{\{(0+0+0)/3 + (0+0+0)/3\}}{2} = 0$$

$$\text{동영상 C와 프로파일 P2와의 유사도} : \frac{\{(80+80+80)/3 + (100+100+100)/3\}}{2} = 90$$

따라서, 동영상 B는 프로파일 P1로 대표되는 동영상 집합 및 프로파일 P2로 대표되는 동영상 집합 모두에 포함되는 것으로 판단할 수 있으며 동영상 C는 P2로 대표되는 동영상 집합과 유사한 것으로 판단할 수 있다

4. 가중치 기반 비교

본 절에서는 동영상과 프로파일간의 비교 과정에서 비교

대해서는 클러스터의 평균지지도가 0으로 구해진다. 다음으로, 해당 동영상과 기준 프로파일 P2를 비교하는 경우 F2에 속하는 클러스터가 존재하지 않으므로 각 특성정보에 대한 클러스터의 평균 지지도가 다음과 같이 0으로 구해진다.

$$F0 = 0, \quad F1 = 0$$

이상에서 구해진 클러스터 평균 지지도를 바탕으로 동영상 A와 각 프로파일의 유사도를 계산하면 다음과 같다.

$$\text{프로파일 P0와의 유사도} : \frac{(0 + 75)}{2} = 38$$

$$\text{프로파일 P1과의 유사도} : \frac{(0 + 70)}{2} = 35$$

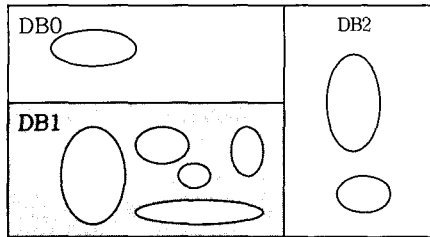
$$\text{프로파일 P2와의 유사도} : \frac{(0 + 0)}{2} = 0$$

유사도 계산 결과 동영상 A는 프로파일 P0 및 프로파일 P1과는 일정 정도의 유사도 값을 구할 수 있으며 프로파일 P2와는 유사도가 없는 것으로 판단할 수 있다. 하지만, 본 분류 과정에서는 최소유사도를 50%로 설정하였으며 동영상 A는 어떤 프로파일과의 유사도도 50%를 넘지 못하므로 해당 동영상은 어느 동영상 집합에서 속하지 않는 것으로 판단할 수 있다. 한편, 동영상 B 및 동영상 C를 대상으로 위와 같은 과정을 통해 각 프로파일과의 유사도를 계산하면 다음과 같다.

의 정확도를 높이기 위한 몇가지 방법을 제시한다. 하나는 동영상에서 특성변화가 활발한 동적인 부분과 그렇지 못한 부분으로 구분하여 각 영역의 중요성을 구분하는 방법이며, 다른 하나는 분류 대상 동영상의 각 프레임의 영역들 중 임의의 일부 영역을 강조하거나 또는 약화시키는 방법이다. 4.1절에서는 특성 변화 정도를 기반으로 하는 동적/정적 영역 가중치 부여 방법에 대해서 기술하고, 4.2절에서는 임의 영역 가중치 부여 방법에 대해서 기술한다.

4.1 동적/정적 영역 가중치

(그림 7)은 하나의 동영상을 구성하는 하나의 프레임에서 비슷한 특성을 갖는 클러스터들을 묶어서 유도 블록(derived block)을 표현한 것이다. 어떤 특성값이 각 동영상 또는 동영상의 각 프레임마다 변화가 크다면 그 특성값은 특성값 선분 위에 산만하게 흩어진다. 따라서, 이를 클러스터링하는 경우 다수의 작은 클러스터들을 얻게된다. 이때, 이들 작은 조각 클러스터들 중에서 유사한 특성을 갖는 클러스터들을 묶어서 하나의 유도블록으로 표현하는 경우 비교 과정의 효율성을 높일 수 있다. 앞서 설명한 프로파일 제작과정에서 유도 블록을 생성하게 되며, 유도 블록 내에 존재하는 클러스터들의 영역 대비 개수를 구하여 그 값이 미리 설정한 최소 값을 넘는 경우 해당 블록을 동적 블록으로 간주하고, 그렇지 않은 블록을 정적 블록으로 간주한다. 이러한 분류 과정을 통해서 동영상 화면에서 움직임이 있는 것들은 동적 유도 블록으로 움직임이 없는 배경과 같은 것은 정적 유도 블록으로 구분된다. 만일 검색하고자 하는 동영상이 화면 내부에서 움직이는 물체에만 집중 된 것이라면 동적 블록만을 강조하여 분류 과정에서의 정확성을 높일 수 있으며, 노이즈를 줄일 수 있다.

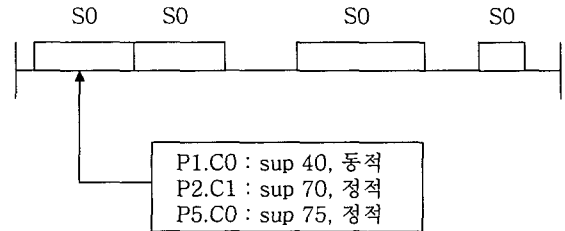


(그림 7) 비슷한 특성을 지닌 클러스터가 블록으로 통합된 프로파일

(그림 7)에서 작은 조각 클러스터들을 몇 개의 유도 블록으로 구성하고 각각의 유도 블록에 속하는 클러스터들의 동적, 정적 유무를 판단하여 통합 프로파일 내의 각 세그먼트

정보를 구축 시 각 세그먼트가 동적 요소인지 혹은 정적 요소인지를 판단할 수 있다. 예를 들어, (그림 7)의 유도 블록을 바탕으로 한 동적/정적 요소 판단 결과 통합 프로파일의 세그먼트가 (그림 8)과 같이 구해졌다고 가정하자. 그림에서는 간단히 세그먼트 S0의 정보만 표현하였다. 이때, 해당 통합 프로파일과 분류 대상 동영상을 비교하는데 있어서 동적 영역 혹은 정적 영역별로 가중치를 차별화하여 실제 육안에 의한 의미적인 비교 결과에 가까운 비교 결과를 얻을 수 있다. 동적/정적 영역별 가중치를 부여하여 유사도를 구하기 위하여 유사도 계산식이 다음과 같이 변경된다.

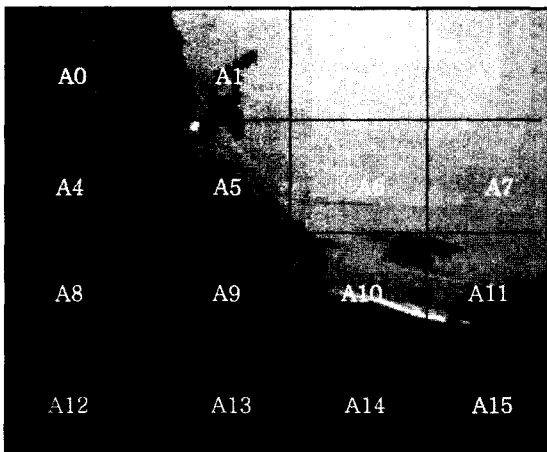
$$\text{유사도} = \frac{\{\sum(\text{클러스터의 지지도} * \text{클러스터의 가중치})\}}{\text{총 클러스터 수}}$$



(그림 8) 동적/정적 클러스터 분류를 적용한 통합 프로파일

4.2 화면의 임의 영역 가중치

(그림 9) (a)가 기준 동영상으로 제공되고 “열차가 출현하는 모든 동영상”을 검색하고자 하는 경우 별도의 과정없이 전체 동영상을 대상으로 비교 작업을 수행하는 경우 (그림 9) (b)와 같이 열차를 포함하는 동영상이지만 다른 영역에 노이즈를 포함하는 동영상은 유사도가 매우 낮게 판단되어 검색되지 않을 것이다. 이 경우 검색 대상 동영상이 (그림 9) (b)와 같다고 하면 해당 영상을 (그림 9) (a)에서와 같이 일정 크기의 세부 영역으로 분할하고 노이즈가 포함되지 쉬운 영역(즉, A2, A3, A6, A7, A8, A12 및 A13)으로부터 추



(a) 16등분 화면



(b) 노이즈가 들어간 화면

(그림 9) 16등분 화면 및 노이즈를 포함하는 화면

출된 특성정보를 무시하거나 또는 매우 낮은 가중치를 부여하여 노이즈로 인해 비교 정확도가 악화되는 현상을 방지할 수 있다. 이를 위해서 동영상 프로파일간 유사도 계산을 위한 유사도 계산식은 다음과 같이 변경된다.

$$\text{유사도} = \frac{\{\sum(\text{클러스터의 지지도} * \text{속한 영역의 가중치})\}}{\text{총 클러스터 수}}$$

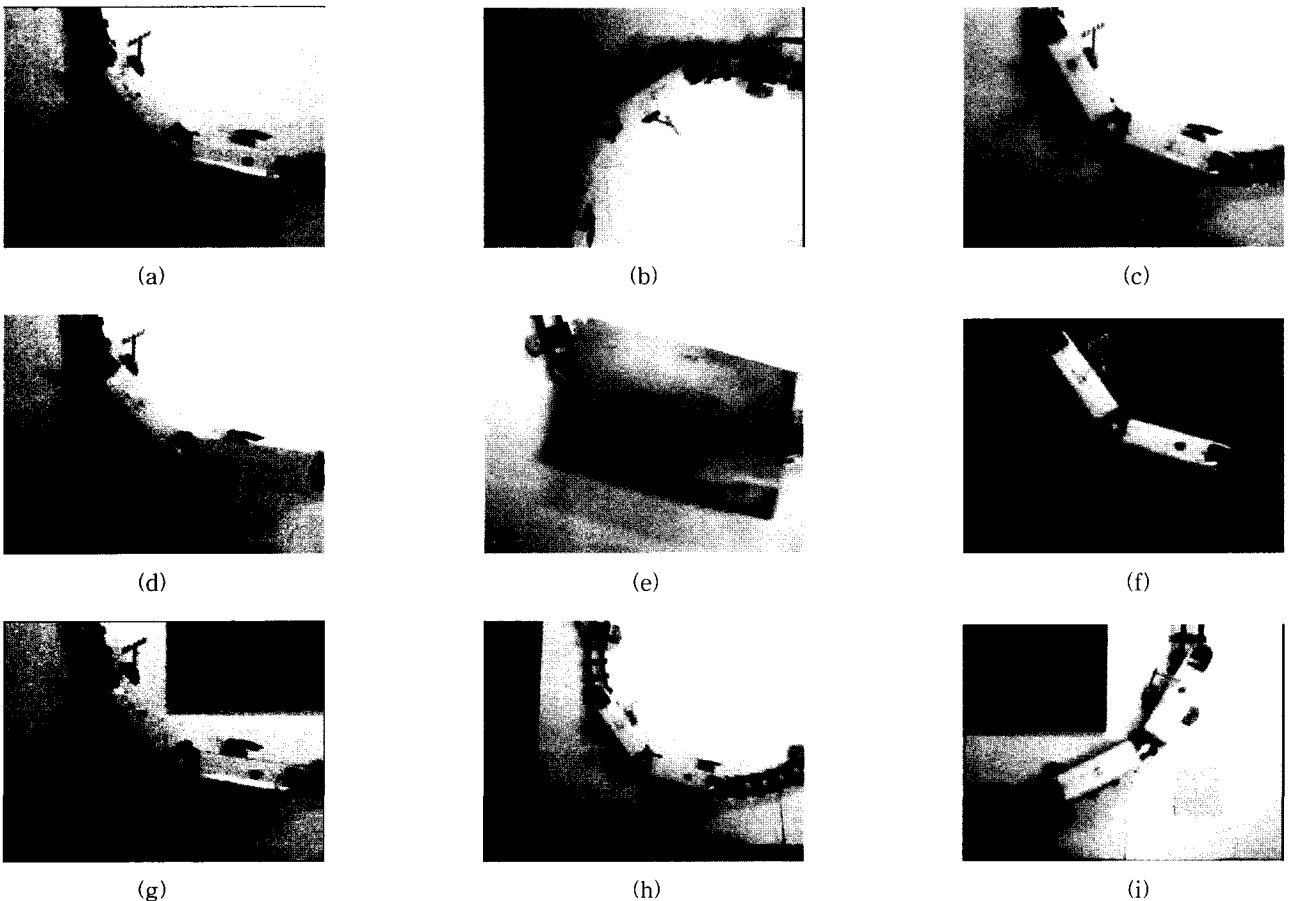
5. 실험 결과

본 절에서는 본 논문에서 제안한 동영상 분류 방법의 효율성을 검증하기 알아보기 위해서 단순화된 모의 실험용 동영상 데이터에 대해서 논문에서 제안된 분류 방법을 검증하였다. 서로 다른 동영상간의 유사도 비교 결과 및 앞서 제시한 검색 옵션의 변화에 따른 검색 결과를 그래프로 나타내고 그 결과를 분석한다.

5.1 모의 실험 환경

모의 실험 데이터는 결과를 쉽게 알아볼 수 있고, 동적/정적 영역 가중치 변화 및 각 영역별 가중치 변화를 효율적으로 설명할 수 있도록 수집되었다. 이를 이용하여 가중치 변화에 따른 비교 결과의 변화를 효율적으로 분석할 수 있도록 각 실험의 표본 데이터 집합을 설정하였다.

본 실험에서 사용한 동영상은 균일한 색을 가진 바닥위에 설치된 레일을 등속으로 주행하는 실험용 열차를 위에서 바닥을 바라보는 시각에서 촬영한 것을 사용한다. 각 동영상은 열차가 시야에서 나타나기 시작하면서 사라질 때까지의 시간을 하나의 동영상 단위로 설정하였고, 각 동영상마다 3-4초의 길이를 가진다. 동영상의 형식은 인터넷에서 쉽게 접할 수 있는 MPEG4 표준의 MS 윈도우 미디어 형식을 사용한다. 포맷은 320x240 해상도와 24비트 색상을 가지며, 초당 15프레임으로 구성된다. (그림 10)은 실험에 사용된 동영상 데이터 집합을 보여주며, <표 2>는 실험을 위한 환경 변수를 나타낸다.



- (a) 동영상 0(열차가 정상적으로 돈다)
- (b) 동영상 1(90도 회전된 레일일 돈다)
- (c) 동영상 2(레일을 거꾸로 돈다)
- (d) 동영상 3(열차에 주황색 종이를 붙이고 돈다)
- (e) 동영상 4(열차에 파란색 종이를 붙이고 돈다)
- (f) 동영상 5(바닥 색깔이 다르다)
- (g) 동영상 6(바닥에 다른 물체들이 놓여 있다)
- (h) 동영상 7(50% 줌-아웃된 영상)
- (i) 동영상 8(바닥에 다른 물체가 있고 회전된 레일)

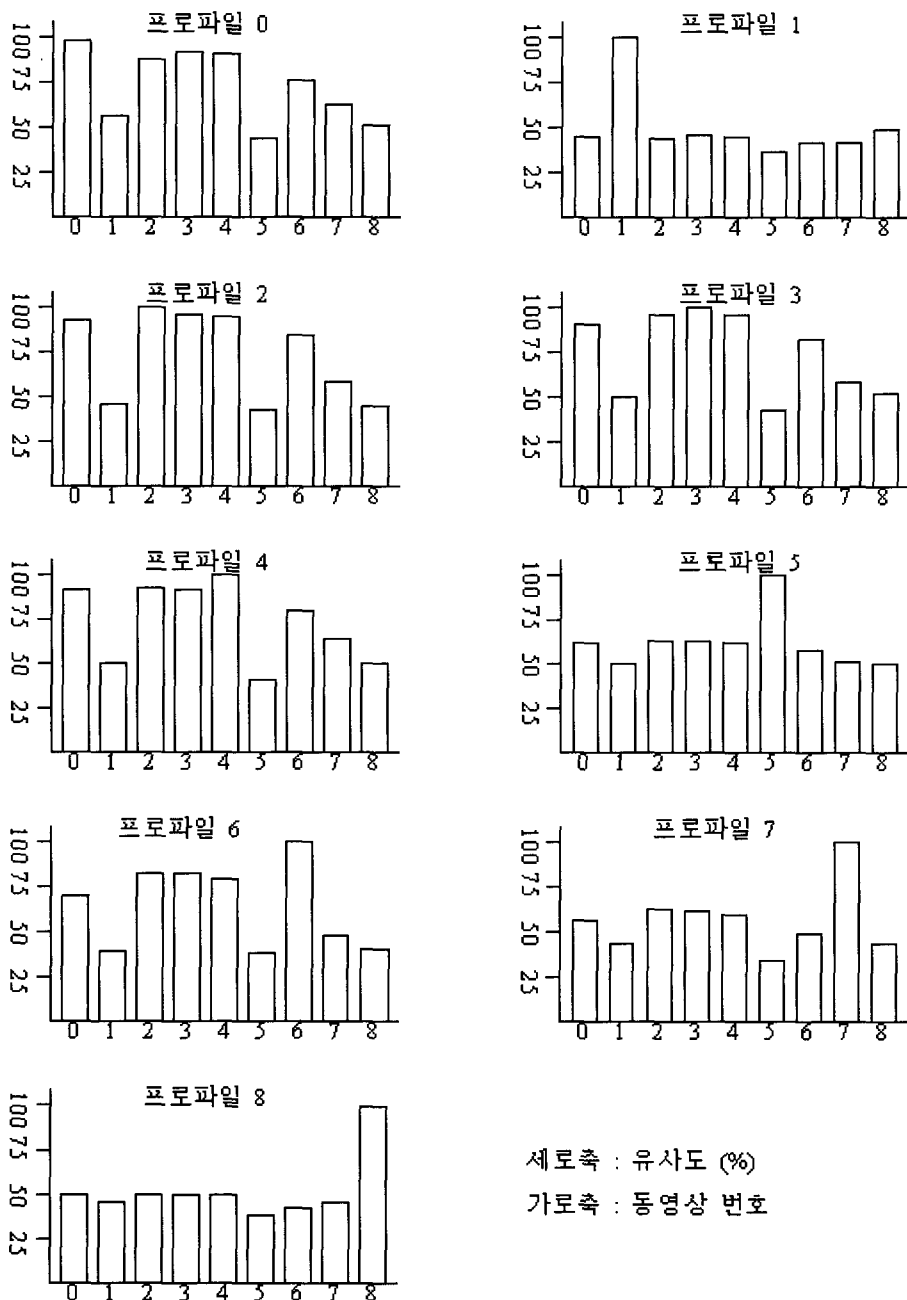
(그림 10) 실험에 사용되는 동영상 집합

〈표 2〉 실험을 위한 환경 변수

환경 변수	내 용	단 위
유사도	동영상과 질의 프로파일의 유사함을 나타내는 지표. 유사도의 한계인 최소 유사도를 지정해줌으로써 검색된 동영상의 유효함을 판단할 수 있도록 한다.	%
정적/동적 블록 가중치	동영상의 정적,동적 영역의 특징을 검색에 얼마나 크게 작용하게 할 것인지를 결정	%
화면 영역별 가중치	동영상의 특정 영역의 특징을 검색에 얼마나 크게 작용하게 할 것인지를 결정	%

5.2 실험 결과 및 분석

가중치를 준 실험과의 비교를 위해 가중치를 주지 않은 기본적인 비교,판정 방법으로 실험 집합에 대해 시연한다. 9 가지 동영상에 대해서 유사한 동영상 각 10개씩을 질의 동영상으로 주고 통합 프로파일을 구축하였다. 그리고 각 동영상 종류에 따른 임의의 동영상을 검색 대상으로 설정하고 시스템을 동작시켰다. 각각 동영상의 프로파일에 대해 각 검색 대상 동영상의 유사도 도표를 구하면 다음과 같다. 각 동영상 집합으로부터 생성된 프로파일은 해당 동영상의 번호에 따라 프로파일 이름이 명명된다. 예를 들어, 동영상 집합 0로부터 생성된 프로파일을 프로파일 0이라 명명한다.

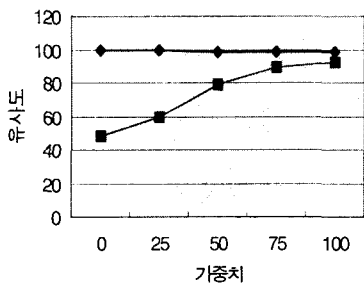


(그림 11) 프로파일과 동영상의 유사도 결과

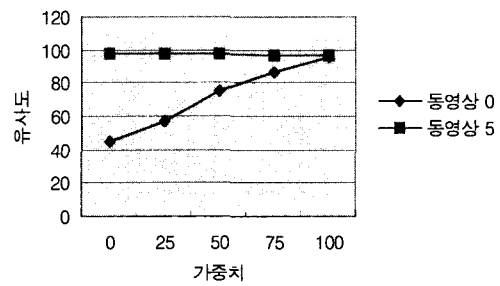
먼저, (그림 11)은 하나의 동영상 집합과 여타의 다른 동영상 집합과의 유사성을 분석한 결과이다. 해당 그림에서는 각 동영상 집합으로부터 생성된 각 프로파일을 기준으로 해당 프로파일과 다른 동영상 집합과의 유사도를 막대그래프로 표현하고 있다. 그림에서 가로축은 각 동영상 집합을 나타내면 세로축은 유사도를 나타낸다. (그림 10)의 실험에 사용된 동영상 집합에서 서로 유사한 동영상 집합은 (그림 11)의 유사도 실험 결과 상호 유사도가 높게 나타남을 알 수 있다.

(그림 12), (그림 13) 및 (그림 14)는 가중치 기반 비교에 대한 실험 결과이다. 이때, 각 영역별로 가중치를 차별화 하는 경우 기준 프로파일에서도 해당 영역으로부터 생성된 특

성 정보에는 보다 높은 가중치를 부여하고 다른 영역으로부터 생성된 특성 정보에는 낮은 가중치를 부여한다. 먼저, (그림 12)에서는 동적 영역에 대한 가중치를 보다 높게 부여하는 경우의 유사도 변화 실험으로서 동영상 0 및 동영상 5와 이로부터 생성된 프로파일 0 및 프로파일 5를 이용하여 실험하였다. (그림 12)에서 알 수 있듯이, 동영상 0과 5는 전체 화면의 각 구역에 동일한 가중치를 부여하여 비교한 경우에는 유사도가 매우 낮은 값으로 구해진다. 하지만, 동적 영역에 대한 가중치를 높게 부여하는 경우 유사도가 높아짐을 알 수 있다. (그림 10)의 실험용 동영상 집합에서 보면 동영상 0과 동영상 5는 동적 영역(움직이는 기차)은 서로 동일하지만 배경 화면이

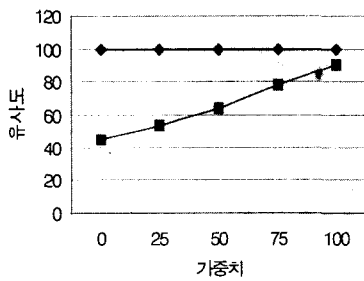


(a) 프로파일 0과 동영상 0 및 5와의 비교

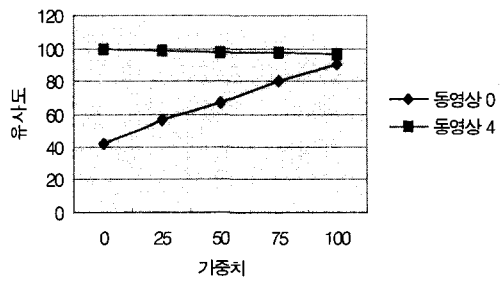


(b) 프로파일 5과 동영상 0 및 5와의 비교

(그림 12) 동적 영역 가중치 증가에 따른 프로파일과 동영상의 유사도 변화

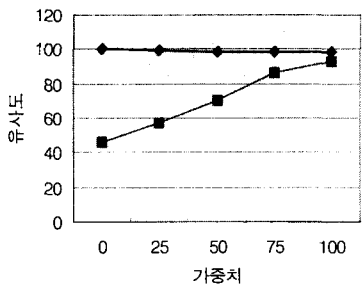


(a) 프로파일 0과 동영상 0 및 4와의 비교

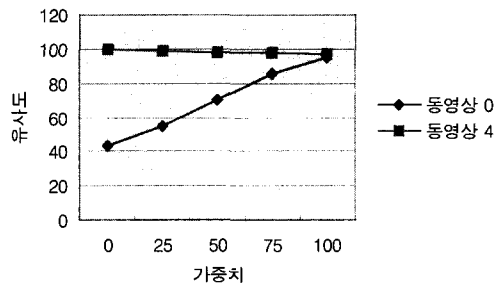


(b) 프로파일 4과 동영상 0 및 4와의 비교

(그림 13) 정적 영역 가중치 증가에 따른 프로파일과 동영상의 유사도 변화



(a) 프로파일 0과 동영상 0 및 4와의 비교



(b) 프로파일 4과 동영상 0 및 4와의 비교

(그림 14) 화면 구역별 가중치 증가에 따른 프로파일과 동영상의 유사도 변화

다른 영상임을 알 수 있다. 다음으로, 그림 13에서는 정적 영역에 대한 가중치를 보다 높게 부여하는 경우의 유사도 변화 실험으로서 동영상 0 및 동영상 4와 이들로부터 생성된 프로파일 0 및 프로파일 4를 이용하여 실험하였다. 그림 13에서 알 수 있듯이, 동영상 0과 4는 전체 화면의 각 구역에 동일한 가중치를 부여하여 비교한 경우에는 유사도가 매우 낮은 값으로 구해진다. 하지만, 정적 영역에 대한 가중치를 높게 부여하는 경우 유사도가 높아짐을 알 수 있다. 그림 10의 실험용 동영상 집합에서 보면 동영상 0과 동영상 4는 정적 영역(배경)은 서로 동일하지만 동적 영역(움직이는 물체)이 다른 영상임을 알 수 있다. 끝으로, 그림 14에서는 구역별로 가중치를 차별화한 경우의 유사도 변화 실험으로서 동영상 0 및 동영상 4와 이들로부터 생성된 프로파일 0 및 프로파일 4를 이용하여 실험하였다. 그림 14에서 알 수 있듯이, 동영상 0과 4는 전체 화면의 각 구역에 동일한 가중치를 부여하여 비교한 경우에는 유사도가 매우 낮은 값으로 구해진다. 하지만, 구역별 가중치를 차별화 하는 경우 유사도가 높아짐을 알 수 있다. 즉, 움직이는 물체에 해당 되는 구역에는 낮은 가중치를 부여하고 변화가 적은 정적 영역에는 보다 높은 가중치를 부여하는 경우 두 동영상간의 유사도가 높아진다.

6. 결 론

본 논문에서는 효율적인 동영상 분류 및 검색을 지원하기 위한 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 먼저 사용자가 제시한 기준 동영상 집합으로부터 특성정보를 추출하여 이를 클러스터링 과정을 통해 해당 동영상 데이터 집합을 나타내는 특성정보 프로파일을 구축한다. 이어서, 분류 또는 검색 대상 동영상에 대해서, 해당 동영상과 기준이 되는 특성정보 프로파일을 비교하여 유사도를 계산하여 해당 동영상을 분류한다. 본 논문에서 제안된 방법에서는 검색 및 분류의 기준이 질의를 텍스트 형태로 표현하는 것이 아니라 실제 동영상 정보를 기준으로 제시하여 검색 및 분류 과정에서의 편의성을 높일 수 있다. 또한, 동영상 및 특성정보 프로파일 비교 과정에서 다수의 프로파일이 존재하는 경우 각각 개별적으로 비교하는 것이 아니라 하나의 통합 프로파일을 생성하고 이를 이용하여 비교하여 비교 과정에서의 효율성을 높인다. 또한, 비교 결과의 정확성을 높이기 위한 방법으로 논리적, 물리적 영역별로 가중치를 차별화하는 프로파일 비교 방법을 제시하였다. 이를 통해, 비교 대상 동영상에 포함되는 무의미한 노이즈 정보를 제거하는 효과도 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] E. Shakhshuki, H. Ghenniwa, and M. Kamel. "A multi-agent system architecture for information gathering", *Proceedings of the International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, pp.732 - 736, 2000.
- [2] J. Favela and V. Meza. "TIVA applications: Image-retrieval agent: integrating image content and text", *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Systems*, pp.36-39, 1999.
- [3] F. Ferri, C. Ghiselli, P. Grifoni, and M. Padula. "Toward a retrieval of HTML documents using a semantic approach", *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, pp.1571-1574, 2000.
- [4] S. Cazalens, E. Desmontils, C. Jacquin, and P. Lamarre. "A Web site indexing process for an Internet information retrieval agent system", *Proceedings of the First International Conference on Web Information Systems Engineering*, pp.254-258, 2000.
- [5] M. Schmidt and U. Ruckert. "Content-based information retrieval using an embedded neural associative memory", *Proceedings of the International Workshop on Parallel and Distributed Processing*, pp.443-450, 2001.
- [6] W. Li, B. Xu, H. Yang, C.-C. Chu, and C.-W. Lu. "Application of genetic algorithm in search engine", *Proceedings of the International Symposium on Multimedia Software Engineering*, pp.366-371, 2000.
- [7] A. Vailaya, M. Figueiredo, A. K. Jain, and H.-J. Zhang. "Image classification for content-based indexing", *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol.10, No.1, pp.117-130, 2001.
- [8] X. Xiaowei, M. Ester, H.-P. Kriegel, and J.Sander. "A distribution-based clustering algorithm for mining in large spatial databases", In *Proceedings of the 14th International Conference on Data Engineering*, pp.324-331, 1998.
- [9] O. Kao and G.R. Joubert. "A content based Internet search engine for analysis and archival of MPEG-1 compressed newsfeeds", *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, pp.1155-1158, 2000.
- [10] H.-H. Yu and W. Wolf. "Hierarchical, multi-resolution method for dictionary-driven content-based image retrieval", *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 823-826, 1997.
- [11] M.J. Swain. "Searching for multimedia on the World Wide Web", *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp.32-37, 1999.
- [12] S.-F. Chang; W. Chen, H. J. Meng, H. Sundaram, and D. Zhong, "A fully automated content-based video search engine supporting spatiotemporal queries", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.8, No.5, pp.602-615, 1998.

- [13] J. Makhoul, F. Kubala, T. Leek, L. Daben, L. Nguyen, R. Schwartz, and A. Srivastava. "Speech and language technologies for audio indexing and retrieval," *IEEE Transactions on Multimedia, Vol.88, No.8*, pp.1338-1353, 2000.
- [14] C. H. Yeh and C. J. Kuo "Index-based fast search algorithm of image database on Internet," *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, pp.1195-1198, 2000.
- [15] P. Martin and P. W. Eklund. "Knowledge retrieval and the World Wide Web," *IEEE Transactions on Intelligent Systems, Vol.15, NO.3*, pp.18-25, 2000.



손정식

e-mail : midibox@dreamwiz.com
 1999년 연세대학교 컴퓨터과학과(학사)
 2001년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 (석사)
 2001년~현재 (주)드림위즈 근무
 관심분야 : 데이터 마이닝, 비디오 데이터 마이닝, 웹 데이터 마이닝, 멀티 미디어 데이터 처리



장중혁

e-mail : jhchang@amadeus.yonsei.ac.kr
 1996년 연세대학교 컴퓨터과학과(학사)
 1998년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 (석사)
 2001년~현재 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정
 관심분야 : 데이터 스트림, 데이터마이닝, 멀티미디어 데이터 마이닝, 생물정보학



이원석

e-mail : leewo@amades.yonsei.ac.kr
 1985년 미국 보스턴대학교 컴퓨터과학과 (학사)
 1987년 미국 퍼듀대학교 컴퓨터공학과(석사)
 1990년 미국 퍼듀대학교 컴퓨터공학과(박사)
 1990년~1992년 삼성전자 선임연구원
 1993년~1999년 연세대학교 컴퓨터과학과 조교수
 1999년~2004년 연세대학교 컴퓨터과학과 부교수
 2004년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수
 관심분야 : 분산 데이터베이스, 멀티미디어 데이터베이스, 객체 지향 시스템, 데이터마이닝