
B 프레임 용량과 GOP 길이를 이용한 MPEG2 장면전환 검출

Scene-Change Detection in MPEG2 using B Frame Size and GOP Length

박민우, Min Woo Park*, 남영진, Young Jin Nam**, 김성률, Sung-Ryul Kim***,
서대화, Dae-Wha Seo****, 정순기, Soon Ki Jung*****

요약 ~ 디지털 영상 매체들이 등장한 후부터 장면전환 검출은 영상의 편집과 검색, 요약 등 여러 작업에 적용되기 위해 활발히 연구되어 왔다. 특히 디지털 방송이 MPEG2방식으로 송신되기 시작한 이후로 이러한 연구는 더욱 활발히 진행되었다. 그 결과로 MPEG2 영상에서 장면전환을 검출하기 위해서 압축영역에서의 검출법과 비압축영역에서의 검출법이 제시되었다. 특히 압축영역에서의 장면전환 검출방법은 전체를 디코딩하지 않고 장면전환을 빠르게 검색할 수 있는 방법들이 주로 등장되었다. 하지만, 이 방법들은 정확도가 떨어지거나 속력저하가 극심한 등 여러 가지 문제를 보였다. 따라서 우리는 좀 더 빠르고 정확도가 높은 장면전환 시점 검출을 위해서 GOP의 길이와 B 프레임의 용량 변화를 이용하고자 한다. 우리의 방법은 B 프레임의 용량 변화를 이용하여 장면 전환을 보다 빠르게 검색하고 보다 높은 정확도를 위해서 GOP 길이의 변화가 심한 곳을 추가로 지정하여 정확도를 보강한다. 이러한 방법은 기존의 장면전환 검출 방법보다 빠른 해결책이 된다. 그 뿐 아니라 정확도 면에서도 만족할만한 결과를 보여주고 있다. 본 논문에서 제시한 이러한 방법은 기존의 획일적인 방법에서 벗어나 MPEG2 영상내에서 좀 더 빠르고 정확한 장면검출을 위한 새로운 아이디어를 제공한다.

핵심어: Scene-change, Detection, MPEG2, GOP, B-frame

1. 서론

최근 디지털 방송이 시작되고, 멀티미디어 데이터의 사용이 급속히 늘어남에 따라 그 정보를 쉽게 인지하고 효율적으로 전달하기 위해서 영상을 검색하고 편집하는 기술이 필수적으로 요구되고 있다. 이러한 요구는 비단 디지털 방송이 시작되는 현대에 들어 나타나기 시작한 것은 아니다. 아날로그 방송 시절부터 방대한 영상물을 처리하기 위한 목적으로 영상의 편집, 검색 등을 자동으로 도와주는 소프트웨어를 개발하기 위한 다양한 시도가 있어왔다. 이러한 소프트웨어 개발을 위한 다양한 연구 중에서도 가장 그 필요성이 요구되어져 온 것이 바로 장면전환 시점 검출에 대한 연구였다. 더

욱이 디지털 방송이 시작되고 나서 MPEG2 영상물이 그 기반이 됨에 따라서 보다 빠른 장면전환 시점 검출 알고리즘을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되어져 왔다.

최근들어 활발히 진행되고 있는 MPEG2기반의 장면전환 시점 검출에 대한 연구는 방대한 영상에서 장면전환에 해당되는 지점의 프레임 인덱스를 찾아주는 작업으로서 다양한 분야에서 응용될 가능성을 지니고 있다. 최근 들어 이 기술을 발전시켜 응용하고 있는 분야가 바로 광고제거 분야이다. 케이블 방송이 대중화 되면서 상업적인 목적을 위해서 영상물 사이사이에 무수한 광고영상을 삽입하는 경우가 허다해지고 있다. 이러한 광고의 삽입은 영상물에 대한 시청자의

본 논문은 2007년 임베디드 연구센터 연구비 지원에 의하여 연구되었음. (심사원고에는 저자 관련 사항을 기록하지 않음)

*주저자 : 경북대학교 컴퓨터공학과 대학원생

**공동저자 : 대구대학교 컴퓨터IT공학부 조교수

***공동저자 : 임베디드소프트웨어연구센터 수석연구원

****공동저자 : 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수

*****교신저자 : 경북대학교 컴퓨터공학과 교수; e-mail: skjung@knu.ac.kr

몰입도를 방해하고 있다. 따라서 이러한 광고 영상의 시작지점을 찾고 광고를 제거하는 연구가 활발히 수행되고 있다. 이 연구중에서 광고를 찾는 이 분야에 장면전환 시점 검출 기법이 그대로 적용되고 있다. 그 외에도 영상의 특정 지점을 편집하여 요약된 영상물을 제작하기 위해서 영상을 특정 장면 단위로 검색하고 편집하기 위해서 장면전환 시점 검출에 대한 연구가 적용될 수 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 다양한 분야에 보다 빠른 장면전환 시점 검출 방법을 제공하기 위해서 기존의 방법에서 벗어나 MPEG2 인코딩시에 생성되는 GOP(group of picture) 패턴 중 B 프레임의 특성상 나타나는 용량의 변화와 GOP패턴의 길이 변화를 이용하여 장면전환 시점을 검출하고자 한다. 이 방법은 인코딩된 파일을 별도로 디코딩하거나 후처리하는 단계가 존재하지 않기 때문에 실시간으로 장면전환 시점을 검출할 수 있도록 해준다.

2. 관련 연구

장면전환 시점의 검출에 대한 연구는 아날로그 방송 시절부터 많은 관심을 가지고 이루어지던 연구 분야 중의 하나였다. 주로 히스토그램을 이용한 방법들이 주를 이루었는데, 그중에서 글로벌한 영역에서는 히스토그램 차이법으로 분류하고 로컬한 영역에 대해서는 블록분류 방법으로 장면전환 시점을 검출하는 방법[7]과 히스토그램의 피크값과 계곡 특징값을 이용하여 1차 작업을 수행하고 에지검출 방법으로 2차 작업을 수행하여 속도와 정확성을 높이는 장면전환 검출법[8]등이 발표되었다. 그 외에도 특징값 비유사도 영역의 누적분포를 활용하여 점진적 장면전환을 검출하는 연구[9]들도 이루어졌다.

이후 MPEG2 영상이 높은 화질에 대한 규격으로서 그와 관련된 많은 기술문서들이 공개되었고, 이 MPEG2 규격이 디지털 방송과 DVD의 표준 규격으로 자리잡으면서 MPEG2 영상을 기반으로 한 장면전환 응용 연구들이 많이 등장하였다[10, 11, 12]. 장면전환의 가장 대표적인 응용분야가 광고 검색 분야인데, 2002년에 D.A.Sadler[3]에 의해 인코딩된 영상 스트림내에서 음소거(Silent Audio) 지점과 빈 프레임(black video frame)을 찾는 방법으로 광고의 시점을 찾는 연구가 수행되었다. 2001년에는 S. Marlow[6]에 의해서 광고 영역을 찾는 연구가 수행되었는데 이 연구는 광고 영상을 찾는데서 한 발 더 나아가 찾은 광고의 영역에 새로운 광고를 삽입하여 그것을 재송신함으로써 수익성을 올릴 수 있는 모델까지 제시하였다.

이렇게 장면 전환 연구는 다양한 분야에서 응용될 수 있는 방송영상 기반의 가장 기초적인 영상처리 기술이다. 본 논문에서는 다양한 응용이 가능한 기반기술인 장면전환 시

점 검출 방법에 대한 새로운 접근 방법을 제시하고자 한다. 따라서, 우리는 빠른 속도로 실시간 장면전환 검출이 가능하고, 기존의 방법보다 간편한 장면전환 시점 검출 방법을 제시하고자 한다.

3. 장면전환 시점 추출

3.1 MPEG2 파일 특성 가시화

본 절에서는 우선 인코딩된 MPEG2 파일내의 다양한 정보들 중 우리가 사용할 정보들이 장면전환 시점에 어떠한 특징을 가지는지 가시화(visualization)하여 그것의 변화를 먼저 살펴보도록 한다. 장면전환 시점에서 우리가 변화할 것으로 예상하는 정보는 B 프레임의 용량과 GOP 패턴의 길이 정보이다. 이러한 기본적인 정보들은 아주 방대하여 그 정보들을 단순히 문자 형태의 출력으로 판별하기엔 무리가 따른다. 따라서 이러한 정보들을 가시화함으로써 장면전환시의 정보의 변화를 쉽게 인지할 수 있도록 도와준다.

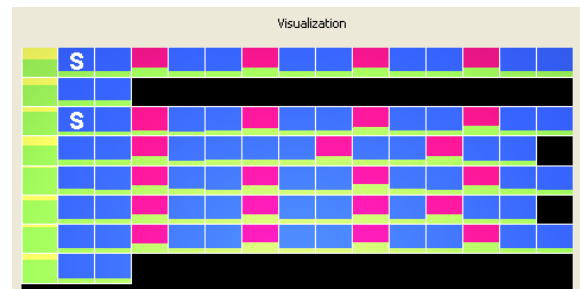


그림 1. MPEG2 파일의 가시화 결과

그림 2는 MPEG2 영상을 가시화한 결과를 보여준다. 이 가시화 결과에서 각각의 사각형 하나는 하나의 프레임을 의미하며, 각 사각형이 가지는 색상은 인코딩된 프레임의 종류를 의미한다. 즉, 노란색은 I 프레임, 붉은색은 P 프레임, 푸른색은 B 프레임을 나타낸다. 그리고 각 프레임내의 녹색 사각형의 높이는 각 프레임의 용량을 표시하고, 사각형들이 이루고 있는 전체 가로 한 행의 사각형 개수는 GOP의 길이를 의미한다. 그리고 S로 표시된 부분은 본 논문에서 제시된 방법으로 검출된 장면전환의 시점을 나타낸다.

가시화 방법으로 GOP의 길이와 B 프레임 용량의 변화를 분석한 결과, GOP의 길이의 경우 그 길이가 비정상적으로 짧아질 경우에는 어김없이 그 다음 GOP의 시작부터 장면의 변화가 일어난다. 그리고 B 프레임 용량 변화의 경우 앞선 B 프레임의 용량에 비해 그 변화폭이 큰 경우 장면변화 지점을 대부분 포함하고 있었다. 따라서, 우리는 B 프레임의 용량변화를 이용하여 장면변화의 후보지점을 먼저 찾고,

GOP 길이의 변화를 통해 B 프레임 용량의 변화로 찾지 못한 부분을 보조하는 방법을 사용하여 장면전환 시점을 검출하고자 한다.

3.2 B 프레임 용량 변화를 이용한 장면전환 시점 검출

3.2.1. B 프레임 용량의 측정

우리는 디코딩 단계에서 프레임의 종류에 관한 정보를 얻었다. 바로 GOP header에서 그 정보를 확인하였다. 하지만, 우리의 알고리즘은 B 프레임의 용량의 변화를 측정하여 그것을 적용하는 것이다. 실제 대부분의 파일 구조를 살펴보면 데이터 부분의 사이즈가 header에 포함된 것이 보통의 경우이다.

하지만, MPEG-2의 경우에는 데이터 부분에 대한 헤더 정보가 존재하지 않는다. 아마 변화하는 프레임에 따라 압축되는 크기가 많이 달라지기 때문에 헤더에 데이터에 관한 정보가 없는 것으로 추정된다. 따라서 MPEG-2 디코더에서는 파일을 스트림으로 계속 읽어 들인다. 일정하게 읽어 들인 내용을 계속 분석함으로써 그 정보를 해석하고 있다. 그러다가 다음 헤더에 대한 정보가 나오면 그 프레임은 종료된다. 따라서 우리는 각 프레임에서 헤더가 시작하는 시점부터 다음 헤더가 시작되는 시점까지의 읽어 들이는 데이터의 사이즈를 측정하는 수밖에 없다. 따라서 이것을 측정하여 프레임의 용량을 얻어낸다.

3.2.2. 장면전환 시점의 추출

장면전환 시점의 추출은 앞선 단계에서 측정한 프레임의 용량을 이용하여 장면전환 시점인지 아닌지를 판별한다. B 프레임의 특성상 적은 움직임에서는 많은 수의 모션벡터를 가진다. 이것은 즉, B 프레임의 용량이 커진다는 것을 의미한다. 반대로 B 프레임의 용량이 줄어드는 경우는 완전히 정지된 상황이나 전혀 다른 장면이 이어져서 매칭되는 모션벡터가 거의 없는 경우가 될 것이다. 이 두 가지 경우에는 B 프레임 용량이 급격히 감소하게 될 것이다. 하지만, 대부분의 동영상 파일의 경우 정지된 장면은 찾기가 힘이 든다. 작은 움직임이라도 카메라의 모션이 존재하고 그로인해 프레임 간의 영상이 비슷해 보이지만 조금씩 변화되는 경우가 많이 존재한다. 따라서 실제 용량이 줄어드는 시점을 찾아보면 대부분이 장면의 변화가 일어나는 시점인 경우가 대부분이다.

우선 우리는 이러한 이론을 검증하기 위해서 B 프레임이 실제로 변화되는 부분의 정보만을 가지고 있고, 장면전환이 일어나는 지점에서는 영상의 대부분이 변화가 된 걸로 판별하고 대다수의 정보를 그대로 유지하는지에 대한 확인이 필

요할 것이다. 따라서 우리는 이러한 정보를 확인하기 위해서 B 프레임이 가지고 있는 참조되지 않는 즉, 변화된 부분만 정보만을 이용해서 영상을 디코딩해 보았다. 다음은 그 결과를 나타낸 그림이다.

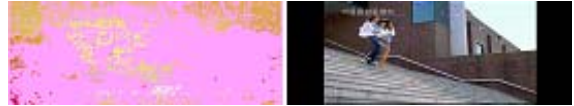


그림 2. 장면전환이 있는 경우 참조영상 복사 없이 B-프레임의 정보만으로 복원된 연속된 프레임

이렇게 장면전환이 일어나는 지점에서는 다음과 같은 변화를 가진다. 따라서 프레임의 용량을 측정하게 되면 장면전환 지점을 찾을 수 있을 것이다. 그래서 각 B 프레임의 용량을 측정하고 그 용량의 변화를 측정하였다. 다음 그림은 프레임에 대한 정보를 나타낸 것이다.

```

...
##Picture Start##
Picture_coding_type = B-Pictures
Saving rec305.tga
picture size = 485852
[[ Debug ]]
474128, 485852 = 11724
...
##Picture Start##
Picture_coding_type = B-Pictures
Saving rec307.tga
picture size = 198816
[[ Debug ]]
485852, 198816 = 287036
<< 287036 Found >>
...

```

그림 3. 장면전환이 존재하는 B 프레임간의 사이즈 변화

그림3의 사이즈 측정 결과에서 보듯이 큰 수치의 변화를 보인다. 밑줄 쳐진 분홍색 수치(단위:byte)가 바로 앞 뒤 프레임간의 차이를 나타낸다. Picture Size 부분을 보면 사이즈가 확연히 줄어든 것을 확인할 수 있다. 우리는 이러한 간단하고 빠른 방법을 이용해서 장면전환 시점을 추출하게 된다.

3.3 GOP 길이를 이용한 장면전환 시점 검출

앞선 단계에서 사용하는 B 프레임 용량을 이용한 장면전환 검출방법은 상당히 글로벌한 방법으로서 광고검출을 위

실험영상		장면전환 프레임 위치					
Data 1 (TH = 150000)	실제 정보	1	114	304			
	검출 정보	1	114	304			
Data 2 (TH = 60000)	실제 정보	1	19	140	254		
	검출 정보	1	19	141	254		
Data 3 (TH=100000)	실제 정보	1	96	123	142	166	196
	검출 정보	1	96	123	144	168	195
	실제 정보	225	245	264	286	310	340
	검출 정보	224	245	265	289	310	341
	실제 정보	366	391	423	454	484	516
	검출 정보	367	370	424	X	485	517

표 1. 실험 데이터 내의 장면전환 시점 검출 결과

해 설정된 임계치에 의존적인 경향을 보인다. 따라서 임계치 설정에 따라 장면전환 시점 중 일부가 누락되는 경우도 보인다. 따라서 이러한 단점을 보강하여 장면전환 검출의 정확성을 높이는 보조적인 방법이 필요하다. 그래서 우리는 GOP의 길이를 이용한 장면검출을 B 프레임 용량을 이용하는 방법과 병행하여 사용하도록 한다.

GOP의 길이는 인코딩 영상의 종류나 인코더에 따라 상당히 다른 패턴을 보이지만 대체로 12~15프레임의 일정한 길이를 갖는 것이 보통이다. 하지만 실제 인코딩 영상 파일을 분석하여 가시화해 본 결과 GOP 패턴의 길이가 비정상적으로 짧아지는 구간이 존재하였다. 이 구간에서는 어김없이 장면전환이 이루어졌다. 따라서 우리는 이 특징을 이용하여 B 프레임 용량을 이용한 검출 방법에서 검출되지 않는 장면전환 시점을 검출하고자 한다.

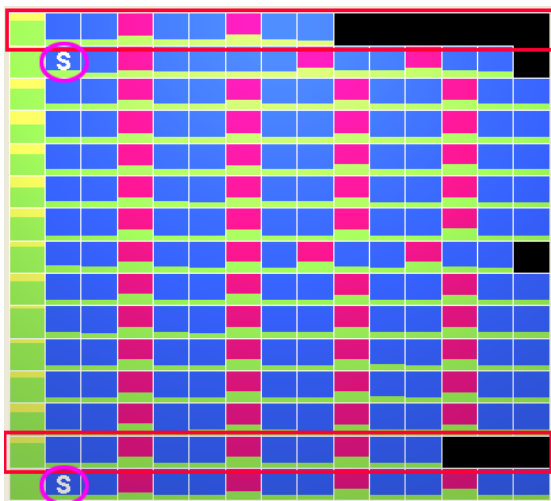


그림 4. 비정상적 GOP 길이 변화에 따른 장면변화 검출

그림 4는 GOP의 길이가 비정상적으로 짧아지는 시점에서 검출된 장면변화의 시점을 보여준다. GOP의 길이가 비정상적으로 짧아지는 경우 대부분 새로운 참조 영상을 생성하기 위해서 GOP를 새롭게 시작하는 경우가 발생한다. 따라서 이 특징을 역으로 이용해서 장면전환 시점 검출을 보조할 수 있다.

4. 실험

실험은 XCANVAS 디지털 TV에서 수신되는 HD급 디지털 방송을 대상으로 수행되었다. 전체 실험 샘플은 4종류이며, 각 영상은 오락용 쇼프로 2편, 광고 영상 모음 1편에 대해 수행되었다. 각 영상의 길이는 10~20초정도를 대상으로 하였다.

본 논문에서 제시한 방법에서 의문시 되는 부분은 바로 정확도이다. 얼마나 많은 장면 전환 시점에 대해서 빠르게 검출하느냐가 아니라 짧은 영상이라도 얼마나 높은 정확도로 장면전환 시점을 검출할 수 있는가 하는 부분이 검증되어야 한다. 따라서 실험 영상의 길이를 짧게 설정하고 실제 각 프레임을 디코딩한 후 장면전환으로 판단되는 지점의 실제 프레임 번호와 장면전환 지점의 수를 직접 확인하여 그 정확도를 비교하여 검출된 장면 전환 시점의 정확도에 신뢰성을 주고자 한다.

표 1은 각 실험 데이터에 대해서 실험을 수행한 결과를 보여준다. 실험 영상에서 실제 장면전환이 일어나는 지점은 디코딩을 통하여 실제 사람의 눈으로 보았을 경우 편집에 의해서 갑작스럽게 영상의 장면이 변하는 경우를 대상으로 하였다.

텔레비전 프로그램 내에서 일어나는 장면변화인 1, 2번째 실험 영상의 경우에는 아주 정확한 장면전환 시점 검출 결과를 보여준다. 하지만, 광고 영상 모음인 3번째 데이터의

경우에는 잘못 검출되거나 찾지 못하는 장면전환 시점이 하나씩 존재하였다. 이 부분은 점진적으로 변화하는 장면이거나 전환된 장면이 이전 장면과 유사도가 높은 장면이다. 이러한 장면전환 지점의 경우 본 논문에서 제시된 방법으로는 비교적 낮은 검출 정확도를 보인다.

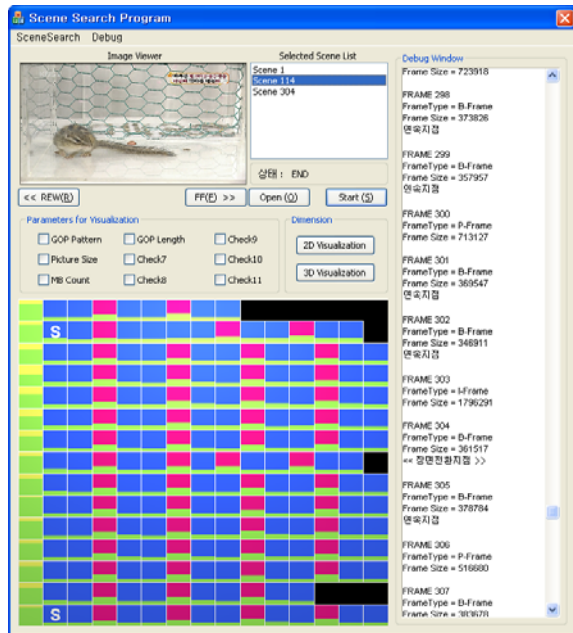


그림 5. 장면전환 시점 검출 및 가시화 수행화면

그림 5는 장면전환 시점 검출 및 가시화 프로그램의 수행 화면을 나타내고 있다. 검출된 프레임의 영상은 리스트 박스에 기록되고 전환된 영상을 확인해 볼 수 있다. 하단의 박스들은 각 프레임을 가시화한 결과를 보여주고, 우측의 텍스트는 각 프레임의 사이즈와 장면전환 검출 정보를 보여준다.

5. 결론

본 논문에서는 영상의 편집 혹은 광고제거 등에 활용될 수 있는 장면전환 시점 검출의 새로운 접근방법을 제시하였다. 기존의 장면전환 검출 방법에서 탈피한 이 방법은 흔히 간과하기 쉬운 B 프레임의 용량변화와 GOP 패턴의 길이를 사용한다. 이 정보들은 측정에 별도의 계산이 필요치 않으므로 장면전환을 보다 빠르게 검색할 수 있는 방법을 제공해 준다.

하지만, 이 방법은 속력을 높여서 실시간으로 장면전환 시점을 검출하는데 초점이 맞춰있어서 정확도 문제에서는 아직 여타의 방법들에 비해 검증되지 않은 것이 사실이다. 하지만, 편집시점에 존재하는 장면전환의 경우에는 거의 정확하게 검출이 가능하고, 비교적 그 위치 또한 정확함으로

큰 정확도를 요하지 않는 응용 분야에서는 충분히 활용될 수 있을 것으로 보여진다. 또한 그 정확도를 높여서 다른 여타의 응용 프로그램에 적용하기 위해서는 점진적 장면전환 (fade-out, fade-in)에 대한 문제가 해결되어야 할 것으로 보인다. 따라서 향후 더욱 보강된 장면전환 판별기준을 추가하여 기존의 속력을 유지하되, 점진적 장면전환 검출 문제와 더 높은 정확도를 획득하여 보다 나은 해결책을 제공함으로써 보다 다양한 디지털 방송 영상 응용분야에 적용될 수 있도록 연구할 계획이다.

참고문헌

- [1] N.V. Patel and I.K. Sethi, "Compressed video processing for cut detection," Vision, Image and Signal Processing, IEE Proceedings-, Vol. 143, pp. 315 -323, Oct, 1996.
- [2] S.W. Smoliar and Hong Jiang Zhang, "Content based video indexing and retrieval," IEEE Multimedia, Vol. 1, pp. 62 -72, Summer, 1994.
- [3] D. A. Sadlier et al., "Automatic TV advertisement detection from mpeg bitstream," Journal of the Patt. Rec. Society, vol. 35, no. 12, pp. 2--15, Dec. 2002.
- [4] Akio Nagasaka and Yuzuru Tanaka, "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearances," Visual Database Systems II, Elsevier Science Publishers B.V. 1992.
- [5] Damir Isovich and Gerhard Fohler and Tomas Lennvall, "Analysis of MPEG-2 Video Streams," MTRC techreport, August, 2002.
- [6] S. Marlow S, et al, "Audio and Video Processing for Automatic TV Advertisement Detection", Proc ISSC 2001.
- [7] 우석훈, 원치선 "블록 분류와 히스토그램 정보를 이용한 장면 전환 검출" . 한국통신학회 1997년 공개발표회, pp. 348-352, 1997.
- [8] 이득재, 최기호 "히스토그램 특징과 영역기반의 에지 특징에 의한 장면 전환 검출에 관한 연구" , 한국멀티미디어학회 추계학술발표논문집, 2002.
- [9] 이종명, 김형준, 서병락, 김희율, "특징값 비유사도 영역의 누적 분포를 이용한 점진적 장면전환 검출" , 2005 한국 컴퓨터 종합학술대회 논문집 Vol.32, No.1(B). 2005.
- [10] Chodorek, A.; and R.R. Chodorek, "Characterization of the MPEG-2 video traffic generated by DVD applications", on Universal Multiservice Networks (Colmar, France, Oct,2-4). IEEE, Piscataway, N.J., 62-70. In Proceedings of, 1st IEEE European Conference 2000.
- [11] Damir Isovich and Gerhard Fohler, "Analysis of MPEG-2 Video Streams",

<http://citeseer.ist.psu.edu/536605.html>

- [12] "MPEG-2 White Paper",
<http://www.pinnaclesys.com/files/MainPage/Professional/TopTabItems/products/dc1000/WhitePapers/>

DC1000-DVD1000MPEG2whitepaper.pdf