

방송 비디오 등장 인물 자동 분석 시스템

*김기남, *이훈진, *김형준, **정병희, **하명환, **박성춘, *김희을
 *한양대학교 전자통신전파공학과
 **KBS 기술연구소
 e-mail: knkim@vision.hanyang.ac.kr

Automatic Characters Analysis System in Broadcasting Videos

*Ki-Nam Kim, *Heun-Jin Lee, *Hyoung-Joon Kim, **Byunghee Jung,
 **Myung-Hwan Ha, **Sung-Choon Park, and *Whoi-Yul Kim
 *Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University
 **Technical Research Institute, Korean Broadcasting System

요약

본 논문에서는 등장 인물 검출 및 인식과 함께 등장 인물의 출연 구간 분석이 가능한 시스템을 제안한다. 드라마, 스포츠와 같은 방송 비디오는 그 특성상 인물이 중심이 되며 각 시점에 등장하는 주요 인물은 방송용 비디오의 중요한 특징이 된다. 따라서 방송용 비디오의 중요한 특징인 등장 인물을 분석하여 효율적인 비디오 관리 시스템을 개발할 수 있다. 본 논문에서 제안된 ACAV(Automatic Characters Analysis in Videos) 시스템은 등장 인물을 검출하여 인물 DB에 등록하는 FAGIS(Face reGIStation)와 생성된 인물 DB를 이용하여 등장 인물을 분석하는 FACOG(Face reCOGNition)로 구성된다. 상용화된 등장 인물 분석 시스템인 FaceIt과의 성능 비교를 통해 ACAV의 성능을 검증하였다. 얼굴 검출 실험에서 ACAV의 얼굴 검출률은 84.3%로 FaceIt 보다 약 30% 높았고, 얼굴 인식 실험에서도 ACAV의 얼굴 인식률은 75.7%로 FaceIt 보다 27.5% 높은 성능을 보였다. ACAV 시스템은 방송 멀티미디어 공급자를 위한 대용량 비디오 관리 시스템으로 이용될 수 있으며 일반 사용자를 대상으로 한 PVR(Personal Video Recorder), 모바일 폰 등의 비디오 관리 시스템으로도 이용될 수 있다.

1. 서론

최근 인터넷 등 네트워크의 발달로 언제 어디서나 자신이 원하는 정보에 접근할 수 있게 되었고 이를 통해 사용자에게 다양한 멀티미디어 정보가 제공되고 있다. 이러한 환경 속에서 멀티미디어 정보의 양은 폭발적으로 증가하고 있으며 이에 따라 자신이 원하는 정보를 효율적으로 검색하고 관리하는 기술이 요구되고 있다. 특히 방송 멀티미디어 공급자 측면에서도 나날이 누적되는 대용량 비디오 정보를 관리하고 활용하는 기술 개발이 시급한 실정이다.

드라마, 스포츠와 같은 방송 비디오는 그 특성상 인물이 중심이 되며 각 시점에 등장하는 주요 인물은 방송용 비디오의 중요한 특징이 된다. 따라서 방송용 비디오의 중요한 특징인 등장 인물을 분석하여 효율적인 비디오 관리 시스템을 개발할 수 있다. 등장 인물 분석을 통한 비디오 관리 시스템은 방송 멀티미디어 공급자를 위한 대용량 비디오 관리 시스템으로 이용될 수 있으며 일반 사용자를 대상으로 한 PVR(Personal Video Recorder), 모바일 폰 등의 비디오 관리 시스템으로도 이용될 수 있다. 등장 인물 정보를 이용한 비디오 관리 시스템 개발을 위해서는 정확한 등장 인물 분석이 선행되어야 한다. 이를 위해 효율적이고 정확한 얼굴 검출 및 인식 시스템 개발이 필수적이다.

방송 비디오 관리를 위한 대표적인 프로그램으로 Virage사에서 개발된 VideoLogger를 들 수 있다. VideoLogger는 비디오 분석을 위한 여러 플러그인을 지원하며, 특히 얼굴 인식을 위한 플러그인으로서 FaceIt을 제공한다 [1]. FaceIt은 Visionics사에서 개발된 것으로, 얼굴 등록을 위한 외부 프로그램인 SmartFaces와 등록된 얼굴들을 중심으로 등장 인물을 분석하는 플러그인 두 부분으로 크게 나눌 수 있다 [2]. SmartFaces는 사용자로부터 입력 받은 비디오에서 얼굴을 검출하고 등록하는 기능으로 이루어져 있다. VideoLogger 플러그인은 SmartFaces로부터 생성된 인물 DB를 이용하여 입력 비디오에서 등장 인물을 분석한다. 그러나 SmartFaces는 사용자가 등록을 원하는 인물이 출연하는 시점에서 특정 동작을 수행해야 하는 등의 기능적인 문제점을 가지고 있으며 VideoLogger 플러그인의 등장 인물 분석 또한 만족할 만한 결과를 보여주지 않는다. 이런 문제점 이외에도 VideoLogger 플러그인은 등장 인물의 출연 구간 분석 기능을 제공하지 못하는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 등장 인물 검출 및 인식과 함께 등장 인물의 출연

구간 분석이 가능한 시스템을 제안한다. 제안된 ACAV(Automatic Characters Analysis in Videos) 시스템은 그림 1과 같이 등장 인물 등록 프로그램인 FAGIS(Face reGIStation)와 등장 인물 분석 프로그램인 FACOG(Face reCOGNition)로 구성된다.

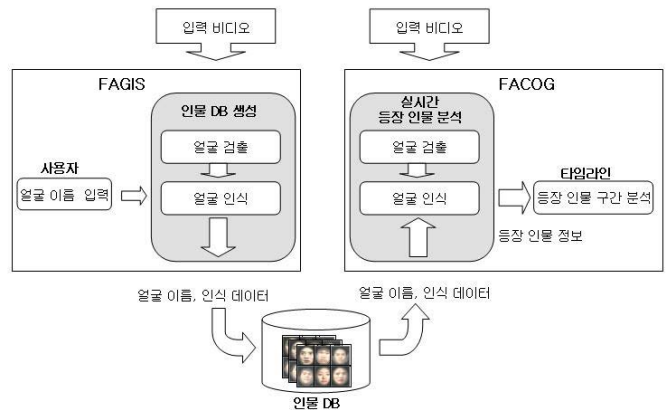


그림 1. ACAV 시스템 개요

FAGIS는 얼굴 검출 기능과 검출된 얼굴을 인물 DB에 등록하는 기능을 갖는다. FAGIS는 입력 비디오를 재생하면서 얼굴을 검출하고 검출된 얼굴이 이미 인물 DB에 등록되어 있으면 등록된 이름을 표시하고, 그렇지 않으면 '미등록'을 표시한다. 검출 결과가 잘못된 경우 사용자는 수동으로 수정하여 정정된 정보를 인물 DB에 등록할 수 있다. FACOG에서는 FAGIS를 통해 구축된 인물 DB를 이용하여 등장 인물을 검출하고 그 등장 구간을 분석하여 보여준다.

정확한 등장 인물 분석을 위해서는 효율적인 얼굴 검출 및 얼굴 인식 알고리즘이 필수적이다. ACAV 시스템에서는 얼굴 검출을 위해 연산량이 적은 얼굴 후보 영역 검출 알고리즘과 판별 능력이 우수한 SVM을 함께 사용하였다 [6]. 또한 정확한 얼굴 인식을 위해 기저 벡터가 일정하고 특징값 추출이 빠른 얼굴 구성 요소 기반 DCT(Discrete Cosine Transform)/LDA(Linear Discriminant Analysis)를 사용하였다 [7].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장과 3장에서는 ACAV 시스템에 사용된 얼굴 검출 알고리즘과 얼굴 인식 알고리즘에 대해 기술하였고, 4장에서 ACAV 시스템의 기능에 대해 설명하였다. 5장에서는 ACAV 시스템의 얼굴 검출 및 인식 성능을 FaceIt과 비교 분석하였고, 6장에서 결론을 맺었다.

2. 얼굴 검출 알고리즘

본 논문에서는 얼굴 검출을 위해 연산량이 적은 얼굴 후보 영역 검출 알고리즘과 판별 능력이 우수한 SVM [3]을 함께 사용하였다. 얼굴 검출 알고리즘은 그림 2와 같이 얼굴 후보 영역 검출 단계와 얼굴 검증 단계로 나눌 수 있다.

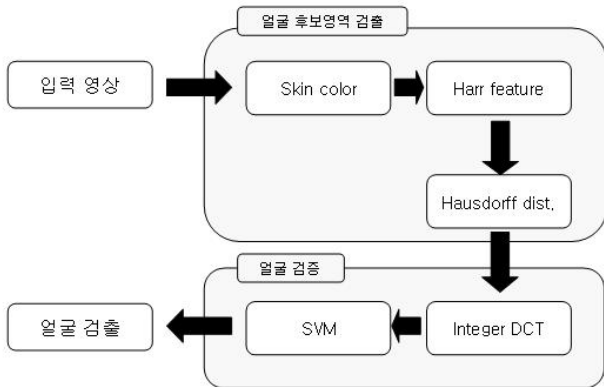


그림 2. 얼굴 검출 알고리즘의 전체 구성

2.1. 얼굴 후보 영역 검출

본 논문에서는 살색 정보, Harr feature, Hausdorff distance를 사용하여 얼굴 후보 영역을 검출하였다. 24x24 크기의 윈도우로 전체 영역을 스캔하면서 윈도우 영역이 살색 영역인지를 판단한다 [4][5]. 살색 영역으로 판단되면, Harr feature를 이용하여 목이나 팔과 같이 얼굴이 아닌 영역을 배제시킨다. Harr feature는 한 영역의 모든 픽셀 값의 합과 다른 영역의 픽셀 값을 합한 것의 차로 나타난다 [8]. 일반적으로 얼굴의 특징을 잘 나타내는 feature는 여러 가지가 있을 수 있다. 생성 가능한 feature들 중, 실험적으로 얻어진 그림 3과 같은 4개 feature를 사용해서 얼굴 후보 영역을 검출하였다.

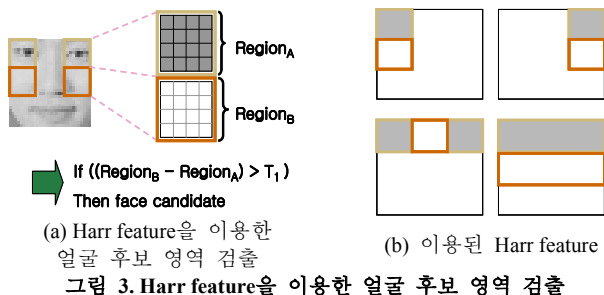


그림 3. Harr feature를 이용한 얼굴 후보 영역 검출

얼굴 후보 영역 검출을 위해 사용된 feature들은 얼굴 회전에 영향을 덜 받고 눈썹 영역까지 포함되도록 일반적인 Harr feature에 비해 크게 구성되었다. 영역 B(Region_B)와 영역 A(Region_A)와의 차이가 임계치 이상인 영역은 Hausdorff distance를 통해 최종 얼굴 후보 영역으로 판단된다.

Hausdorff distance는 객체 윤곽선 모양의 유사도를 나타낸다 [9]. Hausdorff distance를 위해서는 얼굴 윤곽선 모델이 필요하다. 이를 위해 MPEG-7 얼굴 인식 기술자 실험 [12]에 사용되었던 데이터 셋 중 Aitkom 데이터 셋과 MPEG 데이터 셋의 정면 얼굴 715여장을 평균하였다. 평균 얼굴 영상이 구해지면 이 평균 영상의 에지 영상을 구한다. 이렇게 구해진 평균 얼굴 영상의 에지 영상을 얼굴 영상을 대표하는 얼굴 윤곽선 모델로 사용하였다. 얼굴 윤곽선 모델을 객체 A, 입력 영상의 에지 영상을 객체 B라고 한다면 두 객체 A, B 사이의 Hausdorff distance는 식 (1)과 같이 구할 수 있다. 이를

위해 식 (2)를 이용하여 객체 A에서 바라본 A와 B의 거리 h(A, B)를 구하고, 같은 방법으로 B에서 바라본 A와 B의 거리 h(B, A)를 구한다. 구해진 h(A, B)와 h(B, A) 중 최대값이 얼굴 윤곽선 모델과 입력 영상 간의 Hausdorff distance가 된다. Hausdorff distance가 임계값 이상이 되면 이 영역은 최종 얼굴 후보 영역으로 판단된다.

$$H(A, B) = \max\{h(A, B), h(B, A)\} \quad (1)$$

$$h(A, B) = \frac{1}{|A|} \sum_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\| \quad (2)$$

2.2. 얼굴 검증

검출된 후보 영역에 대해 마지막으로 SVM을 이용하여 실제 얼굴 영역인지 검증한다. 이때 SVM의 계산시간을 단축시키기 위해서 Integer DCT(Discrete Cosine Transformation)를 이용하여 SVM에 입력되는 특징 벡터의 차원을 효율적으로 줄였다 [6].

얼굴 검증을 위해 얼굴 후보 영역을 8x8 크기의 블록으로 분할한다. 분할된 9개의 블록에 대하여 Integer DCT를 수행하고 저주파 DCT 계수 12개를 추출한다. 이때 DC성분을 제외하여 조영 성분의 영향을 줄인다. 블록마다 추출된 12개의 DCT 계수들을 이용해서 108 차원의 특징 벡터를 생성한다. 생성된 특징 벡터는 SVM의 입력으로서 사용되며 SVM을 통해 얼굴 후보 영역은 실제 얼굴 영역으로 판단된다.

3. 얼굴 인식 알고리즘

얼굴 인식 성능 향상을 위해서는 검출된 얼굴 영상을 얼굴 인식에 적합한 위치로 변환하는 얼굴 정규화 과정이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 SVM을 이용하여 두 눈의 위치를 검출하고 이를 정해진 위치로 변환하여 정규화를 수행하였다. 또한 정확한 얼굴 인식을 위해 기저 벡터가 일정하고 특징 값 추출이 빠른 얼굴 구성 요소 기반 DCT(Discrete Cosine Transform)/LDA(Linear Discriminant Analysis)를 사용하였다.

3.1. 얼굴 정규화 알고리즘

얼굴 정규화를 위해서는 눈, 코, 입과 같은 얼굴 특징점이 정확히 검출되어야 한다. 본 논문에서는 SVM을 이용하여 두 눈의 위치를 검출하고 이를 정해진 위치로 변환하여 얼굴 정규화를 수행하였다. 얼굴 정규화를 위한 전체 알고리즘은 그림 4와 같다.

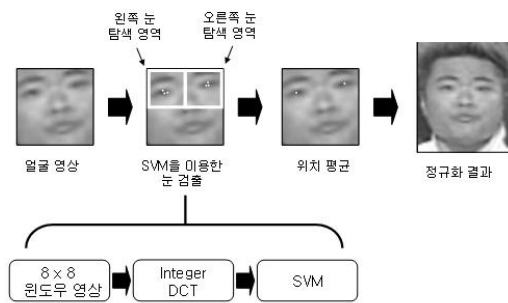


그림 4. 눈 위치 정보를 이용한 얼굴 정규화

얼굴 정규화를 위해 입력 영상에서 SVM을 이용하여 두 눈의 위치를 검출한다. 이때 효율적인 눈 검출을 위해 왼쪽 눈을 검출할 경우에는 왼쪽 위 1/4 영역만을, 오른쪽 눈을 검출할 경우에는 오른쪽 위 1/4 영역만을 탐색하였으며 얼굴을 검증할 때와 마찬가지로 Integer DCT와 SVM을 사용하였다 [6]. SVM을 이용하여 검출된 결과는 눈 주변에 여러 점으로 나타나므로 검출된 눈 위치들의 평균을 통해 눈 위치를 결정하고 결정된 눈 위치를 미리 정해진 위치로 변환하여 얼굴 정규화를 수행한다.

3.2. 얼굴 인식 알고리즘

정확한 얼굴 인식을 위해 기저 벡터가 일정하고 특징 값 추출이 빠른 DCT/LDA를 사용하였다 [7]. 또한 얼굴의 국부적인 특징을 이

용하기 위해 얼굴 구성 요소 별로 DCT/LDA 특징값을 추출하였다 [10]. 본 논문에서는 전체 얼굴 영상과 왼쪽 눈 영역, 오른쪽 눈 영역, 코 영역을 얼굴 구성요소로 사용하였다. 각 얼굴 구성요소는 그림 5와 같이 정의하였다.

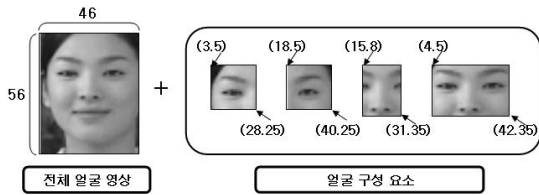


그림 5. 얼굴 구성 요소 추출 영역

얼굴 구성 요소들 중 입은 다른 얼굴 구성 요소에 비해 표정 변화에 민감함으로 제외하였다. 이렇게 정의된 얼굴 구성 요소를 기반으로 한 DCT/LDA의 특징값 추출과정은 그림 6과 같다.

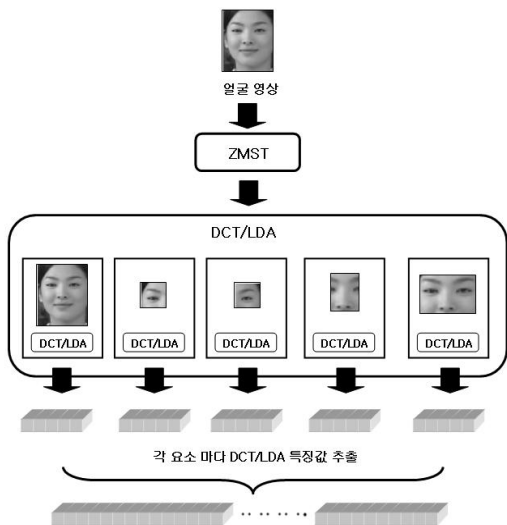


그림 6. 얼굴 구성요소 기반 DCT/LDA 특징값 추출 과정

DCT/LDA를 수행하기 전 조명 성분의 영향을 줄이기 위해 ZMST(Zero Mean Unit Variance)를 수행한다 [11]. ZMST는 영상의 밝기 성분에 평균을 빼고 표준편차로 나누어 밝기 성분을 정규화한다. ZMST가 끝나면 전체 얼굴 영상 및 왼쪽 눈, 오른쪽 눈, 코 영역에 대해 DCT 계수를 추출한다. 이렇게 추출된 DCT 계수를 가지고 LDA를 트레이닝하여 LDA의 기저 벡터를 추출한다. 추출된 기저 벡터를 통해 얼굴 구성 요소들의 DCT/LDA 특징값을 추출하고 이를 이용하여 최종 특징값을 만든다.

입력 영상에서 얼굴 구성 요소 기반 DCT/LDA 특징값이 추출되면 추출된 특징값과 DB에 등록된 얼굴 영상의 특징값에 대한 유사도를 식 (3)과 같이 계산하여 가장 짧은 거리를 가지는 얼굴을 입력 영상의 얼굴로 인식하게 된다.

$$d(\mathbf{V}_{unknown}, \mathbf{V}_{database}) = \sum_{k=0}^N (\mathbf{v}_{unknown,k} - \mathbf{v}_{database,k})^2 \quad (3)$$

$\mathbf{V}_{unknown}$: 입력 얼굴 영상의 DCT/LDA 특징값
 $\mathbf{V}_{database}$: DB에 등록된 얼굴 영상의 DCT/LDA 특징값
 N : DCT/LDA 특징값 사용 개수

4. ACAV 시스템

제안된 ACAV 시스템은 그림 7과 같이 등장 인물 등록 프로그램인 FAGIS와 등장 인물 분석 프로그램인 FACOG로 구성된다.

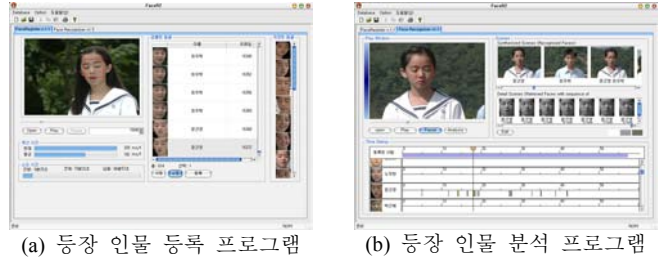


그림 7. ACAV 시스템

FAGIS는 얼굴 검출 기능과 검출된 얼굴을 인물 DB에 등록하는 기능을 갖는다. FAGIS는 입력 비디오를 재생하면서 얼굴을 검출하고 검출된 얼굴이 이미 인물 DB에 등록되어 있으면 등록된 이름을 표시하고, 그렇지 않으면 '미등록'을 표시한다. 검출 결과가 잘못된 경우 사용자는 수작업으로 수정하여 정정된 데이터를 인물 DB에 등록할 수 있다. FACOG에서는 FAGIS를 통해 구축된 인물 DB를 이용하여 등장 인물을 검출하고 등장 구간을 분석하여 하단의 타임라인에 보여준다.

이에 비해 이미 상용화 되어 있는 Visionics사의 FaceIt 시스템은 그림 8과 같이 구성되어 있다.

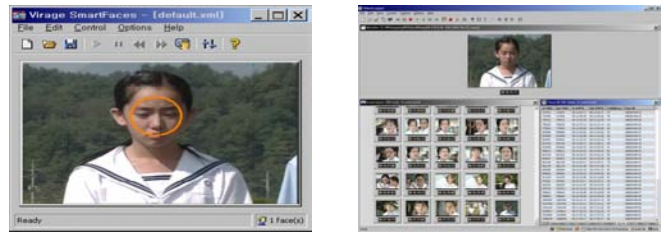


그림 8. FaceIt 시스템

FaceIt은 그림 8과 같이 등장 인물 등록 프로그램인 SmartFaces와 등장 인물 분석 프로그램인 VideoLogger 플러그 인으로 구성된다 [2]. SmartFaces는 사용자로부터 입력 받은 비디오에서 얼굴을 검출하고 등록하는 기능으로 이루어져 있다. SmartFaces에서 얼굴을 등록하기 위해서는 우선 비디오를 등록하고 싶은 장면까지 재생시킨 후 해당 장면이 나오는 시점에서 사용자가 등록 버튼을 클릭해야 한다. 등록 버튼을 클릭한 후 별도의 등록 창에서 사용자가 등장 인물의 이름을 입력하면 검출된 얼굴은 XML의 형태로 저장된다. 등록된 얼굴을 확인하거나 수정하기 위해서는 별도의 수정 창을 열어야 한다. VideoLogger 플러그 인에서는 SmartFaces를 통해 생성된 XML 정보를 이용하여 비디오에서 등장하는 인물을 검출하고 그 등장 인물 정보를 분석하여 Text의 형태로 보여준다.

FaceIt에 비해 제안된 ACAV 시스템은 다음과 같은 장점을 가진다. FAGIS는 입력 비디오에서 사용자의 특별한 동작 없이도 자동으로 얼굴을 검출하며 사용자는 검출된 결과들을 일괄적으로 수정 확인 할 수 있다. 따라서 대용량의 방송 비디오인 경우 등록 작업 효율이 높아진다. FACOG는 결과를 단순한 Text의 형식뿐만 아니라 타임라인으로도 출력한다. 타임라인에는 등록된 인물의 얼굴 영상과 등장 구간이 그래프로 표시된다. 따라서 사용자는 타임 라인을 사용하여 효율적으로 등장 인물을 분석할 수 있다. 이러한 기능적인 장점 이외에도 ACAV 시스템은 입력 비디오의 프레임 영상에서 단 하나의 얼굴만 검출하는 FaceIt에 비해 다수의 얼굴을 검출할 수 있는 장점이 있으며 이를 이용하여 정확한 등장 인물 분석을 수행할 수 있다.

5. 실험 결과

제안된 시스템의 성능 검증을 위해 Visionics 사의 FaceIt과 비교 평가 하였다. 성능 비교를 위한 실험 비디오는 가을동화 6회분과 KBS 9시 뉴스 2003년 11월 29일 분을 사용하였다. 본 논문에서는 정확한 성능 측정을 위해 각 비디오에서 정면 얼굴이 포함된 270여 프레임과 얼굴을 포함되지 않은 750여 프레임을 수작업으로 추출하였다. 이 프레임들을 이용하여 정면 얼굴들로부터 이루어진 FaceVideo와 얼굴을 포함하지 않은 영상들로 이루어진

NonFaceVideo를 제작하였다. 그림 9는 FaceVideo와 NonFaceVideo의 일부 프레임을 보여준다.



그림 9. 실험 영상

등장 인물 분석 시스템의 얼굴 검출률은 높아야 하며 동시에 얼굴이 아닌 영역을 얼굴로 판단하는 FA(False Alarm)는 낮아야 한다. 따라서 FaceVideo에서의 얼굴 검출률과 NonFaceVideo에서의 FA를 통해 얼굴 검출 성능을 비교하였다. 정확한 측정을 위해 검출 영역에서 실제 얼굴이 차지 하는 비율이 1/2 이상 이 되고 눈, 코, 입이 모두 포함된 결과만을 얼굴 검출 결과로 판단하였다. 배경을 얼굴 영역으로 검출한 결과와 검출된 영역에 얼굴의 일부가 포함되어있더라도 눈, 코, 입이 모두 포함되지 않았거나 얼굴이 차지 하는 비율이 1/2 이하인 결과는 FA로 판단하였다.

가을 동화 6회 분에서 얼굴 검출 성능은 표 1과 같다. 가을동화에서 ACAV의 얼굴 검출률은 84.3%로 FaceIt의 53.8%보다 약 30% 높았고, FA 또한 ACAV가 두 배 이상 낮게 검출 되었다. 표 2는 KBS 뉴스 9시에서 ACAV와 FaceIt의 얼굴 검출 성능을 나타내고 있다. 뉴스 비디오에서도 ACAV의 얼굴 검출률이 73.5%로 FaceIt의 44.2%보다 약 30% 높았고 FA 또한 낮게 검출되었다.

표 1. 가을동화 6회에서 얼굴 검출 성능 비교

	얼굴 검출률	False Alarm
FaceIt	53.8%	12개
ACAV	84.3%	5개

표 2. KBS 뉴스 9에서 얼굴 검출 성능 비교

	얼굴 검출률	False Alarm
FaceIt	44.2%	17개
ACAV	73.5%	10개

얼굴 인식 성능 평가를 위해 가을 동화 3회의 등장 인물을 각 시스템에 등록하였다. 등장 인물 등록 프로그램인 FAGIS와 SmartFaces를 사용하여 등록하였으며 총 6명의 등장 인물을 4장씩 등록하여 인물 DB를 생성하였다. 생성된 인물 DB를 사용하여 가을 동화 6회 분에서의 얼굴 인식률을 측정하였다. 정확한 얼굴 인식을 위해서 등장 인물 마다 다양한 표정의 얼굴 영상을 등록하였다.

등록된 얼굴 영상을 이용하여 가을 동화 6회 분에서 측정된 FaceIt과 ACAV의 얼굴 인식률은 표 3과 같다. 얼굴 인식률은 ACAV가 75.7%로 FaceIt의 48.2% 보다 약 30% 높은 성능을 보였다.

표 3. 얼굴 인식 성능 비교

실험 영상	FaceIt	ACAV
가을 동화 6회	48.2%	75.7%

얼굴 정규화 방법의 차이가 FaceIt과 ACAV의 얼굴 인식 성능에 큰 영향을 준 것으로 판단된다. 그림 10과 같이 FaceIt은 두 눈의 위치가 영상의 중심 정도에 위치하고 얼굴 부분만이 아닌 헤어 스타일까지 반영되도록 얼굴 정규화를 수행한다. 이에 비해 ACAV에서는 두 눈의 위치가 영상의 중심 위 부분에 위치하고 헤어 스타일을 최대한 반영되지 않도록 얼굴 정규화를 수행한다. 드라마나 스

포즈와 같은 방송 비디오에서 등장 인물의 헤어스타일은 그 변화 정도가 매우 심하며 본 실험의 ‘가을동화’도 매 회마다 그 변화 정도가 심하다. 따라서 헤어 스타일을 최대한 배제한 얼굴 정규화 방법이 얼굴 인식 성능 향상에 큰 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.



그림 10. 얼굴 정규화 이미지

6. 결론

본 논문에서는 등장 인물을 자동으로 분석하는 시스템을 제안하였다. 제안된 ACAV 시스템은 등장 인물을 검출하여 인물 DB에 등록하는 FAGIS와 생성된 인물 DB를 이용하여 등장 인물을 분석하는 FACOG로 구성된다. 상용화된 등장 인물 분석 시스템인 FaceIt과의 성능 비교를 통해 ACAV의 성능을 검증하였다. 실험에서 ACAV의 얼굴 검출률과 얼굴 인식률은 모두 FaceIt 보다 약 30% 높게 측정되었다. ACAV 시스템은 방송 멀티미디어 공급자를 위한 대용량 비디오 관리 시스템으로 이용될 수 있으며 일반 사용자를 대상으로 한 PVR, 모바일 폰 등의 비디오 관리 시스템으로도 이용될 수 있다. 향후 연구로는 ACAV의 얼굴 인식 성능을 향상 시키기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Virage Inc. "VideoLogger 6.0 getting start guide," 2003.
- [2] Virage Inc. "Media Analysis Plug-in for Face Recognition 3.6," 2003.
- [3] E. E. Osuna, R. Freund, and F. Girosi. "Support vector machines: Training and applications," AI Memo 1602, AI Lab, Massachusetts Institute of Technology, 1997. 3.
- [4] H.L. Wang and S.F. Chang, "A Highly Efficient System for Automatic Face Region Detection in MPEG Video," *CirSysVideo*, No. 4, pp. 615-628, 1997. 8.
- [5] D. Cahi and K.N. Ngan, "Face segmentation using skin color map," *IEEE Trans. On Circuit and Systems for Video Technology*, Vol 9, no 4, pp. 551-564, 1999. 6.
- [6] 박현선, 김경수, 김희정, 정병희, 하명환, 김희율, "Integer DCT와 SVM을 이용한 실시간 얼굴 검출," *대한전자공학회 하계 학술대회*, Vol. 26, No. 1, pp. 2112-2115, 2003. 7.
- [7] 이훈진, 김형준, 김희정, 하명환, 정병희, 김희율, "DCT/LDA를 이용한 얼굴 인식의 성능 향상," *제16회 신호처리합동학술대회*, Vol. 16, No. 1, pp. 854-857, 2003. 9.
- [8] P. Viola, M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," *CVPR 2001, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, Vol. 1, No. 1, pp. 511-518, 2001.
- [9] Oliver Jesorsky, Klaus J. Kirchberg, Robert Frischholz, "Robust Face Detection Using the Hausdorff Distance," *AVBPA*, pp. 90-95, 2001.
- [10] H. W. Kim, T. K. Kim, J. H. Lee, W. J. Hwang and S. C. Kee, "Component-based LDA Face Descriptor," *ISO/IEC JTC1/SC21/WG11 M8243*, 2002. 5.
- [11] Yongping Li, "Linear Discriminant Analysis and its application to Face Identification," *Ph. D. Thesis Paper, University of Surrey*, 2000. 9.
- [12] M. Bober ed., "Description of MPEG-7 Visual Core Experiments," *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4925*, 2002. 10.