동영상 강의의 효율성을 위한 학습자의 얼굴추출 및 탐색

김철민, 이양원
군산대학교 컴퓨터정보과학과

Learner's Face Extracting and Searching for the Efficiency of Moving-Picture Lecture

Chol-Min Kim, Yang-Won Rhee
Dept. of Computer Information Science, KunSan Nat'l University

요 약

동영상 강의는 시간이나 장소 등에 크게 구애받지 않고 인터넷을 통하여 쉽게 이용할 수 있는 간편한 학습방법중의 하나이다. 그러나 학습자의 학습자세와 태도에 따라 학습효과는 매우 다를 수 있는 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 입력영상으로부터 학습자의 얼굴정보를 입력받아 주기적으로 탐색하여 학습자의 강의에 대한 집중도와 충실도를 평가하는 시스템을 제안하고자 하였다.

먼저 입력영상의 분할된 중심영역으로부터 학습자의 얼굴을 포함하는 신체정보를 입력받아 사용하였으며, 빠르고 효율적인 얼굴영역의 추출을 위하여 피부색상(skin-color)정보와 얼굴의 지역적 특성을 이용하는 방법을 사용하였다. 또한 주기적으로 입력되는 영상의 빠른 얼굴추적을 위하여 설정된 영역들로부터 구성되는 블록들의 위치와 구성정보를 이용한 블록탐색 기법을 사용하였다.

1. 서론

통신시장의 급속한 성장에 따른 인터넷을 이용한 영상매체들의 응용분야가 폭 넓게 펼쳐지고 있다. 특히 원격교육 기술의 급속한 발전에 힘입어 기존의 교육패러다임에 많은 변화를 가져오고 있으며 접근성의 확대, 교육서비스의 주체변화, 교육방법의 다양화, 교육공간의 확대등 다양한 분야의 교육 수요증가에 효과적으로 대응할 수 있는 유연한 교육체계의 필요성이 점차 증가하고 있다[1].

인터넷을 통한 동영상 강의는 학습자가 시간이나 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 이용 가능한 편리한 학습도구라는 특징이 있는 반면, 강의 진행 중의 학습-태도에 대한 성실도를 평가하는 데에는 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 예를 들면 동영상 강의중 학습자의 의도된 부재상황이나 불성실한 강의태도등의 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 극복하고 해결하기 위한 보다 적극적인 해결방법이 모색되어져야 하며 이것을 해결하기 위하여 본 논문에서는 인터넷을 통하여 제공되는 동영상 강의를 수강하는 학습자로부터 얼굴을 추출하고 탐색하여 학습-태도를 체크하고 평가하여 효율적인 강의수행이 이루어지도록 하는 얼굴추출 및 탐색을 제안한다.. 먼저 입력된 영상으로부터 얼굴영역의 검출 및 탐색을 쉽게 하기 위하여 블록분할 및 영역설정을 하게 된다. 영역들로부터 분할된 블록들은 다시 색상정보의 평가여부에 의하여 얼굴후보 블록들로 검출되고 검출된 블록들이 구성하는 영역에 의하여 학습자의 얼굴후보영역을 검출하게 된다. 검출된 얼굴후보영역은 사람이 일반적으로 가질 수 있는 얼굴들의 지역적 특징에 기반하여 얼굴에 대한 판별을 한다. 검출된 얼굴영역은 그 영역을 구성하는 블록들에 대한 정보를 기록하여 동영상 강의가 시작된 후에 지속적으로 입력되는 영상으로부터 해당 블록들에 대한 매칭 또는 이웃블록에 대한 탐색과정을 통하여 얼굴에 대한 탐색을 수행하게 된다.

2. 관련연구

얼굴검출은 크게 두가지로 분류하여 나눌 수 있다. 하나는 지역적 특성에 기반한 방법으로 눈이나 코, 입과 같은 얼굴만이 가지는 고유 특징들의 존재여부와

구성 관계 등에 의해 얼굴 여부를 판단하는 방법이며, 나머지 하나는 얼굴의 전체 형상(Template Feature)에 기반을 둔 방법으로 지역적 특성과는 달리 얼굴의 부분 정보가 아닌 전체적인 특징을 이용하여 찾는 방법이다. 얼굴의 지역적 특성을 이용하는 방법에는 사람들의 전형적인 얼굴 구성정보와 얼굴 특징 사이의 관계들을 이용한 지식기반방법[3][4]과 얼굴의 위치나 방향, 빛 등의 변화에 민감하지 않은 구조적 특징을 이용하는 특징기반 방법[5][6]등으로 구분할 수 있다.

얼굴의 전체 형상을 이용하는 방법은 전체 얼굴에 대한 특징이나 부분적인 특징을 나타내기 위하여 얼굴의 몇가지 표준 패턴을 미리 정의하여 사용하는 탬플릿 매칭방법[7]과 얼굴 외관의 대표적인 변화성을 훈련 이미지의 집합으로부터 학습하여 이용하는 외관기반방법[8]등이 있다. 피부색상(Skin-Color)정보를 이용한 방법은 얼굴검출의 첫 번째 단계로 사용될 수 있는 강력한 단서로서 컬러 분할 시간이 빠르고, 컬러 공간의 밝기와 색상 공간을 분리하여 조명의 변화나 바라보는 지점에 따른 얼굴변화, 얼굴 크기, 명암에 의한 변화, 복잡한 배경 등에 상대적으로 강한 장점을 지닐 수 있도록 단점을 보완한 방법들이 제안되고 있다. 본 논문에서는 피부색상 정보를 이용하여 얼굴후보 영역들을 검출한 후, 검출된 후보영역들로부터 얼굴의 지역적 특성을 비교평가하여 얼굴검출을 실시하고자 하였다. 추출된 얼굴은 얼굴을 구성하는 영역들의 블록구성을 설정하여 블록들의 이동형태에 따라 얼굴의 움직임을 추적하는 방법을 사용하고 있다.

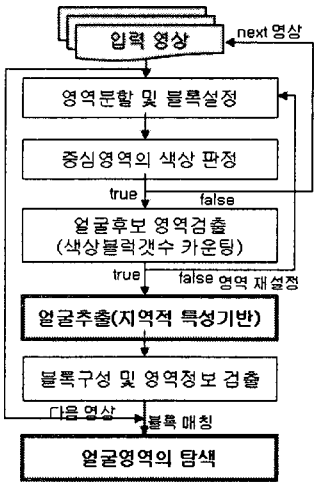


그림 1. 사용자 얼굴검출 및 탐색의 전체흐름도

2. 블록 분할 및 영역설정

본 논문에서는 획득된 영상을 블록단위로 분할(4*4)하고 중심을 구성하는 4개의 블록들을 중심영역으로 설정하였다. 또한 중심영역을 구성하는 4개의 블록들을 기반으로 이웃하는 블록들간의 구성관계에 의하여 총 9개의 기본영역을 설정하였다(그림 2 참조).

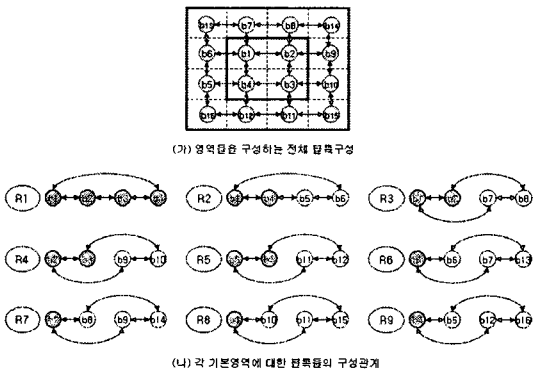


그림 2 전체블록구성 및 각 기본영역의 블록구성

기본영역들은 다시 인접한 기본영역들의 구성관계에 의하여 넓은 영역을 포함하는 확장영역들로 구분되어 사용되어 질 수 있다. 확장영역은 초기에 획득된 의미있는 블록들의 수가 기본영역을 구성하는 블록의 수를 초과했거나, 기본영역으로부터 원하는 정보를 추출하지 못했을 때 인접한 영역들과의 블록구성 관계를 고려하여 영역들을 병합하는 방법이다. 예를들면 총 6개의 블록($\{b1, b2, b3, b4, b7, b9$)이 의미있는 블록으로 검출되었다고 했을 때 실제 탐색에 사용되어지는 영역은 R_i(R1∪R3)으로 확장되어진다.

본 논문에서는 각 블록들로부터 초기에 설정된 피부색상의 임계값을 이용하여 블록들의 색상여부를 판단한다. 피부색을 포함하는 블록들은 다시 영역의 블록구성정보를 이용하여 영역 정보를 획득하게 된다. 이러한 영역정보와 블록들의 구성관계를 이용하여 얼굴추출을 실시하게 되며 지속적으로 입력되는 영상으로부터 같은 위치의 블록들에 대한 컬러값을 이전 블록값과 비교하여 얼굴에 대한 탐색의 자료로 활용할 수 있다.

3. 얼굴영역의 추출 및 추적

3.1 얼굴영역 검출

컬러는 주어진 입력영상으로부터 의미있는 정보를 추출하는데 사용될 수 있는 유용한 정보중의 하나이

다. 특히 피부색상정보를 이용한 얼굴추출방법은 다양하게 활용되어지는 방법으로 컬러 분할 시간이 빠르고 조명의 변화나 바라보는 지점에 따른 얼굴변화, 크기, 명암에 의한 복잡한 배경등에 상대적으로 강한 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 입력된 영상으로부터 얼굴후보 영역을 검출하기 위하여 인간의 시각체계와 유시한 HSI 칼라 공간에서의 얼굴피부색에 대한 색상 정보를 이용하여 얼굴영역을 추출하였다. 식(1) ~ (3)은 입력영상의 RGB값을 HSI값으로 변환하는 식을 나타내었다.

$$I = \frac{(r+g+b)}{3} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3[Min(r,g,b)]}{(r+g+b)} \quad (2)$$

$$H = COS^{-1}\left\{\frac{\frac{[(r-g)+(r-b)}{2}}{[(r-g)^2+(r-b)(g-b)]^{\frac{1}{2}}}\right\} \quad (3)$$

일반적으로 백인종, 흑인종, 황인종등 동일한 인종들은 유사한 피부색을 가지며 칼라 공간에서 좁은 범위에 밀집해 있는 특징을 가지고 있다[9].

	H(색상-8bit)	S(채도)	I(명암)
황인종	23	170	179
흑인종	20	198	106
백인종	27	163	210

[표 1] HSI컬러공간에서의 인종별 피부색 분포도

위의 [표 1]에서 볼 수 있는것처럼 얼굴피부색은 전체적으로 임의의 범위안에 존재하며 이러한 범위에 대한 임계치를 이용하여 주어진 입력영상의 각 블록으로부터 피부색상이 존재하는지의 여부를 판단하여 얼굴후보 영역으로 고려한다.

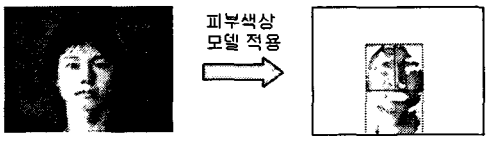


그림 3 피부색상 모델을 적용한 피부영역 검출

추출된 얼굴후보 영역으로부터 수평소벨연산을 통하여 에지영상을 구한 후 피부영역과 얼굴특징점에 대한 구분을 위하여 임계치를 이용한 이진영상을 구한다. 영상에 존재하는 잡음을 제거하기 위하여 팽창연산을 수행하며 얼굴특징점들의 최대영역을 구성하기 위하여 레이블링 연산을 수행한다. 레이블링 연산을 통하여 각 특징점들에 대한 객체들을 분리한 후에는 얼굴후보 영역을 기준으로하는 얼굴특징구분 사각형을 설정한 후에 사각형 영역으로부터 각 영역에 위치한 눈과 입에 대한 특징들을 검출하게 된다.

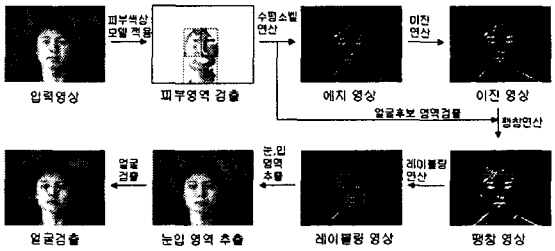
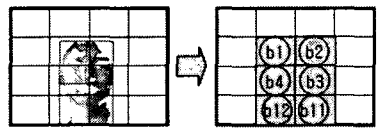


그림 4 얼굴영역 추출 및 검출의 전체 흐름도

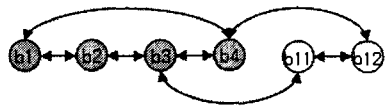
3.2 얼굴영역의 탐색

추출된 얼굴영역으로부터 각 블록들에 대한 구성정보와 블록들의 피부색상에 대한 유사도를 이용하여 얼굴탐색에 활용하고자 한다.

먼저 얼굴영역을 구성하는 블록들에 대한 정보를 이용하여 얼굴영역을 구한 후에, 기본영역들의 블록들에 대한 기본구성 정보를 이용하여 각 블록들의 구성정보를 획득한다.



(가) 얼굴추출영역 = R1 ∪ R5



(나) 얼굴후보영역의 블록구성관계

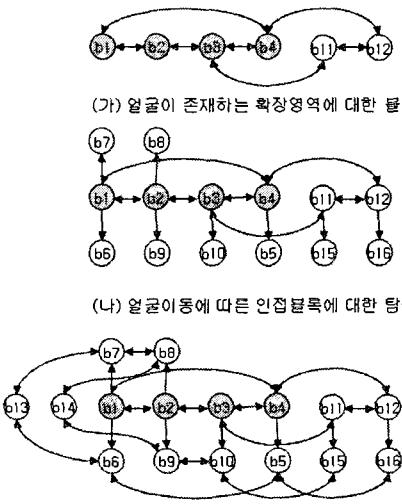
그림 5 확장된 얼굴영역 및 블록구성

지속적으로 입력되는 영상들은 이전영상으로부터 획득된 블록들에 대한 구성정보를 이용하여 각 블록들에 대한 피부색상의 유사도를 매칭하여 주어진 유사도에 대한 임계범위를 만족 할때 이동되지 않은 얼굴영역으로 간주하며, 임계범위를 벗어날 때는 얼굴영역이 이동한 것으로 고려하여 가장 인접한 블록들에 대한 피부색상 여부를 판단하여 피부색상을 만족하는 블록들에 대한 구성정보를 이용하여 새로운 얼굴영역에 대한 얼굴검출을 실시하게 된다.

블록의 피부색 유사도는 블록에서 피부색이 존재하는 픽셀의 총 수를 전체 블록들의 픽셀수로 나눈 값으로 설정하여 사용 하였다.

$$Skin_{similarity} = \frac{S_p}{N_p} \qquad (4)$$

그림 6은 얼굴이동에 따른 얼굴영역의 블록구성과 탐색되어지는 블록들에 대한 구성관계를 그래프로 나타내어 보았다.



(가) 얼굴이 존재하는 확장영역에 대한 블록구성

(나) 얼굴이동에 따른 인접블록에 대한 탐색

(다) 구성정보에 의한 인접블록들간의 탐색

그림 6 얼굴영역의 이동에 따른 블록탐색

5. 결론

본 논문에서는 입력영상으로부터 블록을 분할하고 분할된 블록들로부터 영역을 설정하여 얼굴 검출 및 탐색에 이용하였다. 중심을 기반으로 구성되는 4개의 블록을 중심영역으로 간주하고 중심영역들의 블록들을 공유하는 4개의 블록으로 구성되는 영역들을 9개의 기본영역으로 사용하였다. 입력영상으로부터 피부색의 유사도를 측정하여 피부색상을 포함하는 블록들의 전체구성을 가지고 적용되어질 영역을 선택하며, 기본영역들간의 확장을 통하여 보다 넓은 블록간의 얼굴검출에도 이용하고자 하였다. 얼굴검출은 피부색상에 의한 얼굴후보영역 추출과 얼굴의 지역적 특성(에지정보와 레이블링을 통한 눈, 코, 입의 영역 검출)을 이용한 얼굴검출을 실시하여 보다 빠르고 신뢰할 만한 얼굴을 검출할 수 있다. 또한 지속적으로 입력되는 영상들로부터 블록과 영역설정을 적용하여 블록간의 매칭 및 블록탐색기법을 적용하여 보다 빠른 얼굴검출 및 탐색을 시도하고자 하였다.

본 논문에서 사용된 피부색 색상분포값은 기존 논문에서 제안된 방법을 사용하고 있으나 실제 실험결과에서는 영상의 왜곡에 의해 신뢰할 만한 얼굴추출 결과를 보여주지 못했다. 또한 사용자의 얼굴이 측면으로 입력되거나 움직이는 중에 들어온 영상들은 얼굴검출에 실패하는 원인이 되었다. 더욱 신뢰할 만한 색상피부공간을 구성하기 위한 방법과 측면이나 또는 입력영상의 크기변화에 능동적으로 대처할 수 있는 신경망을 이용한 얼굴검출방법에 대한 연구가 필요할 것으로 보이며, 피부유사도에 대한 값들의 적용범위에 대한 많은 실험들이 고려되어야 할 것으로 판단된다.

[참고문헌]

[1] 전영민, "컴퓨터 시각을 이용한 실시간 통합 원격 교육 시스템에 관한 연구", 석사논문, 숭실대, 1998

[2] 유태웅,오일석,"Extraction of Face Regions based on Chromatic Distribution Information,"정보과학회논문지(B), 제24권 제2호, 1992.

[3] G. Yang and T. S. Huang, "Human face detection in complex background", Pattern Recognition 27(1):53-63, 1994.

[4] C. Kotropoulos and I. Pitas. "Rule-based face detection in frontal views", In Proceedings of International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, volume 4, pages 2537-2540, 1997.

[5] S. A. Sirohey, "Human face segmentation and identification", Technical Report CS-TR-3176, University of Maryland, 1993.

[6] R.Anderson and F.A.P.Petitcolas, "On the Limits of Stegangoraphy," IEEE JSAC, Vol. 41, No.7, pp.474-481, 1998.

[7] I. Craw, D. Tock, and A. Bennett. "Finding face features", In Proceedings of the Second European Conference on Computer Vision, pages 92, 1992.

[8] K. K. Sung and T. Poggio. "Example-based learning for view-based human face detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(1): 39-51, 1998.

[9] Jianping Fan, David. K. Y. Yau, "Automatic Image Segmentatin by Integrating Color-Edge Extraction and Seeded Region Growing", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 10, No. 10. October 2001.