

모바일 장치에서의 립리딩을 위한 실시간 입술 영역 검출

김영운*, 강선경*, 정성태**

Real-time Lip Region Detection for Lipreading in Mobile Device

Young-Un Kim*, Sun-Kyung Kang*, Sung-Tae Jung**

요약

기준에 PC 환경에서는 많은 입술 영역 검출 방법들이 제안되었는데, 자원이 제한되어있는 모바일 장치에서는 이런 방법들을 그대로 적용하면 실시간 동작이 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 본 논문은 모바일 장치에서 립리딩을 위한 실시간 입술 영역 검출 방법을 제안한다. 본 논문에서는 적응적 얼굴 색상 정보를 이용하여 얼굴 영역을 검출한 다음에 눈 검출을 하고 눈과 입술의 기하학적 관계를 이용하여 입술 영역을 검출한다. 제안된 알고리즘을 Intel PXA 270 임베디드 프로세서와 386MB 메모리를 가진 스마트 폰에 구현하여 실험한 결과 9.5 프레임/초의 속도로 동작하였고 574장의 영상에 대하여 검출 실험한 결과 98.8%의 검출 성공률을 얻을 수 있었다.

Abstract

Many lip region detection methods have been developed in PC environment. But the existing methods are difficult to run on real-time in resource limited mobile devices. To solve the problem, this paper proposes a real-time lip region detection method for lipreading in Mobile device. It detects face region by using adaptive face color information. After that, it detects lip region by using geometrical relation between eyes and lips. The proposed method is implemented in a smart phone with Intel PXA 270 embedded processor and 386MB memory. Experimental results show that the proposed method runs at the speed 9.5 frame/sec and the correct detection rate was 98.8% for 574 images.

▶ Keyword : 모바일장치(mobile device), 입술검출(lip detection), 립리딩(lip reading)

• 제1저자 : 김영운 교신저자 : 정성태

• 투고일 : 2009. 03. 02, 심사일 : 2009. 04. 03, 게재확정일 : 2009. 04. 22.

* 원광대학교 컴퓨터공학과 대학원 ** 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 교수

※ "이 논문은 2009년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임" (지역거점연구단육성사업/헬스케어기술개발사업단)

I. 서론

모바일 장치에서 음성 인식이 실용화 되었지만 소음으로 인한 인식을 저하가 큰 문제로 지적되고 있다. 이 문제를 개선하기 위한 방법으로 소음을 제거하는 방법 등 여러 가지가 제안되었는데, 그 중의 한 방법은 화자의 입술 움직임을 분석하여 발성 단어를 인식하는 립리딩(lipreading)을 활용하는 것이다. 립리딩과 음성 인식을 함께 활용함으로써 많은 시스템들에서 소음이 있을 경우에 음성 인식률의 향상을 가져올 수 있음을 보였다[1, 2, 3, 4].

립리딩의 첫 단계는 영상으로부터 인식에 필요한 특징을 추출하는 것이다. 영상에서 특징을 추출하는 방법은 크게 두 가지 기법으로 나눌 수 있다. 첫째는 기하학적 모델을 이용하여 입술의 윤곽선을 추출하고 추출된 입술 모델의 계수를 특징 값으로 사용하는 모델 기반 방법이다[5, 6, 7]. 둘째는 입력 영상에서 입술 영역을 추출한 다음에 픽셀 값에 주성분 분석, 선형 판별 분석, 이산 코사인 변환 등의 변환을 적용하여 특징의 크기를 줄여서 사용하는 픽셀 기반 방법이다[8, 9, 10].

모델 기반 방법에서는 입술의 모양을 나타내는 곡선, 스네이크(snake) 모델, 능동적 형태 모델 등의 기하 모델을 영상에 적용하여 주어진 영상에 가장 잘 맞는 기하 모델로 변형시킨 다음 기하 모델의 계수들을 특징으로 사용한다. 참고문헌 [5]에서는 경계선 정보와 컬러 정보를 바탕으로 아래 입술은 2차 방정식으로 윗 입술은 4차 방정식으로 근사화하여 입술의 윤곽선을 추출하였다. 참고 문헌 [6]에서는 입술의 윤곽선을 여러 개의 연결된 점으로 구성된 스네이크로 표현하고 내부 에너지와 외부에너지로 구성된 비용함수를 최소화하는 방향으로 스네이크를 변형하여 입술을 찾는다. 내부에너지는 스네이크가 자연스럽게 구부러지도록 조절하고 외부에너지는 밝기와 색도 정보를 이용하여 스네이크가 입술의 가장자리에 가까이 이동하도록 한다. 참고 문헌 [7]에서는 능동적 형태 모델(active shape model)을 이용하여 입술 형태를 모델링하는 방법을 제안하였다. 능동적 형태 모델은 통계 정보 기반의 변형 가능한 모델로서 입술의 윤곽선을 여러 개의 점으로 표현하고 윤곽선이 가질 수 있는 가능한 형태를 주어진 영상 집합으로부터 학습한다. 입력 영상으로부터 입술을 검출할 때에는 학습된 입술 형태로 입술 모델을 변형해 가면서 입술 영상과 매칭함으로써 가장 근접한 입술 모양을 찾는다.

일반적으로 픽셀 기반 방법에 비하여 모델 기반 방법이 더 많은 계산을 요구하므로 본 논문에서는 픽셀 기반 특징을 이

용한 립리딩을 위한 입술 영역 검출을 제안한다. 참고문헌 [11]에서는 평균 이동 알고리즘을 이용하여 입력 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하고 컬러 정보를 이용하여 입술 영역을 검출하였다. 참고문헌 [12]에서는 피부 컬러를 이용하여 얼굴 후보 영역을 검출한 다음에 입술 컬러를 이용하여 입술 영역을 검출하였다. 피부 컬러와 입술 컬러의 구분을 명확히 하기 위하여 선형 판별 분석법에 의한 학습을 활용하였다. 참고문헌 [13]에서는 판별 분류기를 이용하여 얼굴 영역을 검출하였고 SVM 분류기를 이용하여 입술 영역을 검출하였다.

그러나 기존의 방법들은 프로세서의 성능이 우수하고 메모리 등의 자원이 풍부한 컴퓨터 환경에서 구현되었기 때문에 자원에 대한 제약 조건이 많은 모바일 환경에서 실시간으로 동작하기 어려운 문제를 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 PDA나 스마트 폰에서 실시간으로 동작하는 입술 검출 방법을 제안한다. 본 논문에서는 적응적 얼굴 색상 정보를 이용하여 얼굴 영역을 검출한 다음에 눈 검출을 하고 눈과 입술의 기하학적 관계를 이용하여 입술 영역을 검출한다. 제안된 알고리즘을 Intel PXA 270 임베디드 프로세서와 386MB 메모리를 가진 스마트 폰에서 구현하여 574장의 영상에 대하여 실험한 결과 9.5 프레임/초의 속도로 동작하였고 98.8%의 검출률을 얻을 수 있었다.

II. 얼굴 검출

본 논문에서는 모바일 장치를 손에 들고 장치의 전면부에 부착되어 있는 카메라를 보고 발성을 하는 것으로 가정한다. 그리고 모바일 장치의 카메라와 얼굴 사이의 거리는 얼굴 전체가 영상에 다 포함될 수 있도록 유지하는 것으로 가정한다. 그림 1에는 모바일 장치에서 캡처된 영상의 예가 나타나 있다.

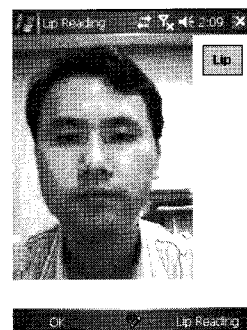


그림 1. 입력된 카메라 영상
Fig. 1. Input camera image

모바일 장치는 장소를 이동하면서 사용하게 되므로 조명과 배경 등의 주위 환경이 아주 다양하게 변하고 얼굴 영역의 색상도 다양하게 변화된다. 따라서 본 논문에서는 입력 영상의 첫 프레임에서 영상의 중앙 부분에 영역을 설정하여 영역 내에 포함된 픽셀들의 색상을 분석하여 이와 유사한 색상을 가지는 영역을 얼굴 영역으로 검출한다. 본 논문에서 가정하는 사용 환경에서는 영상의 중앙 부분에 항상 얼굴이 포함되므로 이와 같은 방법을 사용할 수 있는 것이다.

본 논문에서 사용한 모바일 장치의 카메라에서 입력된 영상은 RGB 색상 모델을 사용하는데, RGB 색상은 조명에 민감하게 반응하므로 본 논문에서는 먼저 RGB 컬러로부터 식 1)을 사용하여 색도 H 를 계산하여 사용하였다. 여기에서 R 과 G 는 각각 빨강색 성분과 초록색 성분 값을 나타낸다.

$$H = \begin{cases} \frac{G}{R} \times 255 & R > G \\ 0 & R \leq G \end{cases} \quad \text{식 1)}$$

사람의 얼굴 영역은 보통 붉은 계통의 색상을 가지므로 H 값으로 큰 값을 가지게 된다. 그림 2에는 계산된 H 값으로 구성된 영상이 나타나 있다.



그림 2. 그림 1의 영상을 H 값으로 변환한 영상
Fig. 2. H value Image for the image of figure 1

H 값으로 구성된 영상을 구한 다음에는 영상의 중앙에 64 x 64 크기의 영역을 설정하여 영역에 포함된 픽셀들의 H 값에 대한 히스토그램을 구하였다. 그림 2의 영상에 대해 구한 히스토그램은 그림 3과 같다.

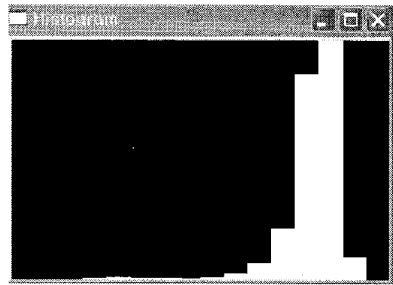


그림 3. 그림 2의 영상에 대한 히스토그램
Fig. 3. Histogram for the image of figure 2

히스토그램을 구한 다음에는 H 값으로 구성된 영상의 각 픽셀값을 식 2)와 같이 히스토그램에 사상하여 각 픽셀 값이 얼굴 영역일 확률 값 P 를 구한다. P 값은 히스토그램에서 각 H 값에 대한 히스토그램의 높이에 해당한다. 이렇게 구한 값들로 구성된 영상이 그림 4에 나타나 있다.

$$P = \frac{hist(H)}{M} \times 255 \quad \text{식 2)}$$

$$M = \max \{ hist(H) \}$$

$hist(H)$ = 히스토그램의 막대높이



그림 4. 확률 분포 영상
Fig. 4. Probability distribution image

P 값으로 구성된 영상을 구한 다음에는 각 행과 각 열 각각에 대하여 P 값의 합계를 구하고 행별 합계의 평균과 열별 합계의 평균을 구한다. 그 다음에는 행과 열중에서 양 방향 모두 평균값 이상인 영역을 구한다. 그림 5에는 각 행과 열에 따라 구한 P 값의 합계를 그래프로 나타낸 그림이 나타나 있다.

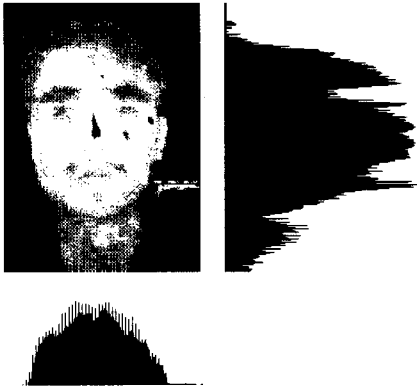


그림 5. 수평 방향과 수직 방향 프로파일
Fig. 5. Horizontal and vertical profile

이상에서 설명한 방법으로 구한 얼굴 영역의 검출 결과가 그림 6에 나타나 있다.

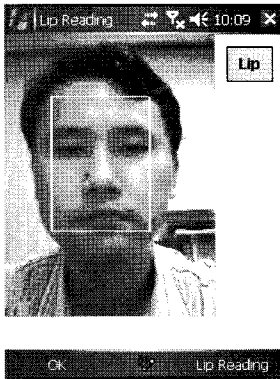


그림 6. 얼굴 검출 결과
Fig. 6. Face detection result

III. 입술 검출

입술에 비하여 눈이 보다 구별이 쉬우므로, 본 논문에서는 얼굴 영역에서 입술을 바로 찾지 않고 눈을 먼저 검출하는 방법을 사용한다. 그리고 눈과 눈썹은 피부에 비하여 어두운 특성을 가지고 있으므로 명암도를 이용하여 눈을 검출한다. 이를 위하여 먼저, 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환하고 얼굴 영역의 윗부분에 눈 검출 후보 영역을 설정한다. 후보 영역에서 눈과 눈썹 부분이 가장 어두운 영역이므로, 눈 위치는 후보 영역에서 각 행별 픽셀 값의 합계가 최소값을 가지는 두 행을 찾은 다음에, 두 행중 아래에 있는 행을 눈이 있는 행으로 선

택한다. 그 다음에는 이 행에서 세로 방향으로 가장 어두운 위치 두 곳을 찾음으로써 눈동자를 검출한다. 세로 방향으로 어두운 위치를 찾을 때에는 얼굴 후보 영역 높이 전체에 해당하는 픽셀들의 값을 누적하여 사용하지 않고 눈동자가 존재하는 행을 기준으로 위아래로 3픽셀의 값만을 누적하여 사용한다. 그림 7에는 이와 같이 탐색한 행이 굵은 선으로 표시되어 있고, 열 중에서 제일 작은 값과 그 다음으로 작은 값을 가지는 열이 굵은 선으로 표시되어 있다. 이와 같이 행과 열이 만나는 교차점 2개를 찾아 좌측 눈과 우측 눈의 위치로 설정한다.

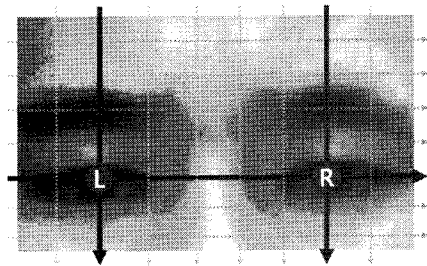


그림 7. 좌, 우측 눈 위치 검출 결과
Fig. 7. Left and right eye detection result

위와 같이 정확한 눈 위치를 찾은 후 기하학적 정보를 이용해 입술후보영역을 찾는다. 이를 위해 먼저 좌측 눈과 우측 눈의 x축 상의 중심을 찾고 그 중심으로부터 좌측 눈과 우측 눈 간의 거리(E_w)에 1.12배를 계산해 y축 상의 입술 위치(E_h)를 갖게 된다. 그림8은 눈 위치를 찾아 E_w 와 E_h 값을 구해 입술 후보영역을 찾는 것을 나타내고 있다.

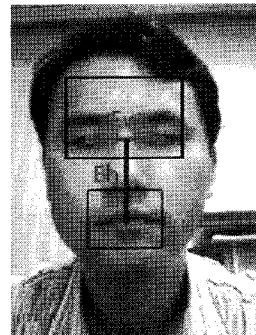


그림 8. 입술후보영역을 찾기 위한 기하학적 정보
Fig. 8. Geometrical constraint to search lip candidate area

입술 후보 영역을 찾은 후 정확한 입술을 찾기 위한 입술검증 과정이 필요하다. 본 논문에서는 립리딩을 위해 입술을 검출하는 것이므로 사용자는 첫 프레임에서는 입술을 다물고 있게 된다. 따라서 윗 입술과 아래 입술 사이가 가장 어두운 명암

값을 가지게 된다. 이러한 특성을 이용하여 본 논문에서는 행 별로 픽셀 값을 누적한 다음에 최소값을 가지는 행을 찾아 입술의 중앙 위치로 설정한다. 그림 9에는 입술 후보 영역 중에서 가장 어두운 행을 찾은 결과를 나타내고 있다.

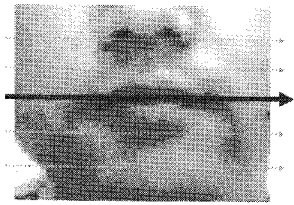


그림9. 입술 중앙 위치 검출 결과
Fig. 9. Lip center detection result

위와 같은 방법을 사용하여 입술후보 영역에서 y축 상의 정확한 입술의 위치 값을 찾고 입술 후보영역에서 이를 반영해 최종 입술영역을 결정한다. 이와 같이 구한 눈동자와 입술 영역이 그림 10에 나타나 있다. 그림 11에는 일련의 동영상으로부터 검출된 입술 영역의 예가 나타나 있다.

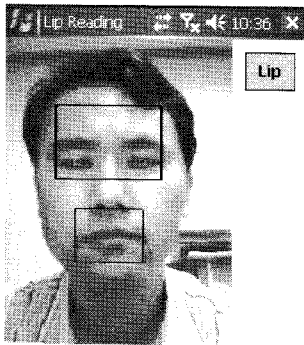


그림 10. 눈동자와 입술 영역 검출 결과
Fig. 10. Eye and lip area detection result

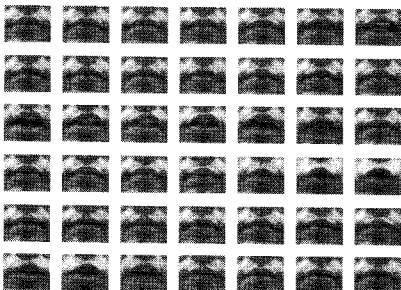


그림 11. 검출된 입술 영역 예
Fig. 11. Samples of detected lip lip11

IV. 입술 검출 시스템 구현

본 논문에서는 제안된 방법을 삼성전자의 SPH-M8200 스마트폰 모델에 구현하여 실험을 수행하였다. M8200 스마트폰은 클럭 속도가 520Mhz인 인텔 PXA 270 임베디드 프로세서를 사용하고, 운영체제는 Windows Mobile 5.0 Phone Edition을 사용하며, 메모리는 386MB이고 전면 카메라와 후면 카메라를 가지고 있다. 개발 도구로는 Microsoft Visual Studio 2005를 사용하였고 C++언어를 사용하였다. 또한 M8200에서 수행 가능한 프로그램 컴파일을 위해서는 Microsoft Mobile 5.0 Pocket PC SDK를 사용하였다.

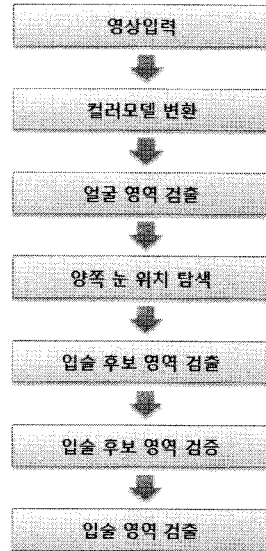


그림 12. 입술 검출 시스템의 처리 흐름도
Fig. 12. Processing flowchart of lips detection system

그림 12는 입술 검출 시스템의 전체 처리 흐름도이다. 먼저 영상을 입력 받기 위해서 저장된 동영상 파일이나 스마트폰에 내장된 카메라로부터 영상 정보를 입력 받는다. 스마트폰 전면면에 있는 카메라로부터 영상을 추출하기 위한 방법으로는 Microsoft DirectX의 DirectShow 라이브러리를 활용하였다. DirectShow에서는 필터 그래프를 이용하여 영상 획득, 영상 변환 및 처리, 영상 출력 등의 3가지 필터로 구성되어 있다. 그림 13은 전형적인 필터 그래프의 예가 나타나 있다. 소스 필터는 파일이나 카메라 장치를 연결해 영상 데이터를 직접 입력 받는다. 입력된 영상은 소스필터에서 변환필터로 출력되고, 변환 필터에서는 영상 전처리와 얼굴 검출 및 입술

검출 알고리즘을 이용하여 정확한 입술 영역을 검출하게 된다. 그리고 마지막으로 변환필터에서 처리된 최종 입술 영상을 렌더필터로 보내 디스플레이 화면에 출력 하거나 물리적인 파일에 저장하게 된다. 위와 같은 DirectShow를 사용하는 이유는 스마트폰에 내장 되어 있는 카메라를 직접 제어해 영상 데이터를 입력받기 힘들기 때문에 DirectShow를 이용한 표준화된 방법을 사용하였다.

입력된 영상은 240×320 크기의 RGB565 컬러모델을 사용한다. RGB565 컬러모델은 영상처리를 위해 RGB 컬러모델로 변환이 필요하다. 다음은 컬러모델이 변환된 영상에서 얼굴 영역을 검출 하고 입술을 검출하기 위해 양쪽 눈의 위치를 탐색한다. 정확한 눈 위치를 찾은 후 기하학적인 특징을 이용해 입술 후보 영역을 검출하고 입술 후보 영역을 검증해 정확한 입술 영역을 검출 하게 된다.

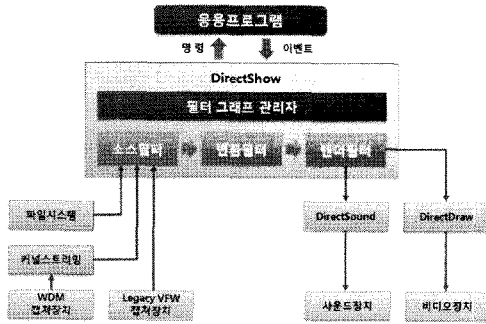


그림 13. DirectShow 필터그래프
Fig. 13. DirectShow filter graph

V. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 방법과 기존의 방법을 비교하기 위하여 얼굴검출 방법을 다르게 실험 하였다. 기존의 얼굴 검출 방법 중에서 참고문헌 [14] 방법과 참고문헌 [17] 방법을 M8200에 포팅 하였다. 참고문헌 [14] 방법은 Papageoriou et al[18]에 의해 제안된 Haar-like 특징을 이용한 얼굴 검출 방법으로서 검출 성능이 우수하여 많은 얼굴 검출 시스템에서 이용되고 있다. 참고문헌 [17] 방법은 적응적 평균 이동 알고리즘을 이용하여 비슷한 색상을 가지는 영역을 추적하는데 널리 사용되고 있다. 얼굴 영역을 검출한 다음에는 본 논문에서 제안한 입술 검출 방법을 동일하게 적용하였다. 표 1에는 이들 방법과 제안된 방법을 이용한 입술 검출 시간이 나타나 있다. 표에 나타나 있듯이 참고문헌 [14]의 방법은 CPU 성능이 우수한 PC 환경에서는 실시간 동작이 가능하지만 모바일 장치에서는 실시간 동작이 어려움을 알 수 있다. 본 논문에서

제안한 방법은 한 프레임 처리 시간이 105.5ms로서 초당 9.5 프레임을 처리할 수 있다.

표 1. 입술 검출 시간 비교.
Table 1. Comparison of lip detection time.

방법	입술 검출 시간
참고문헌(14)	431.3ms / 프레임
참고문헌(17)	187.8ms / 프레임
본 논문	105.5ms / 프레임

입술 검출 성능을 비교하기 위하여 M8200 스마트폰으로 촬영된 동영상을 이용하여 입술 검출의 정확도를 측정하여 보았다. 동영상은 장소와 시간을 달리하여 9번 촬영된 것을 사용하였으며, 총 574 프레임으로 구성되어 있다. 그림 14에는 실험에 사용된 영상의 예가 나타나 있다.



그림 14. 실험에 사용된 동영상 예
Fig. 14. Video examples used for the experiment

표 2에는 입술 검출에 대한 정확도의 비교 결과가 나타나 있다. 표에 나타나 있듯이 기존의 방법과 본 논문의 방법 모두 입술 검출의 정확도는 비슷하였다. 이와 같이 유사한 결과가 나온 이유는 얼굴을 검출한 다음에는 동일한 입술 검출 방법을 적용했기 때문이다. 검출된 얼굴 영역이 세 방법에서 차이가 날 수 있으므로 그에 따라 입술 검출의 정확도가 영향을 받게 되어 입술 검출 결과가 약간의 차이를 보였다.

표 2. 입술 검출의 정확도 비교
Table 2. Comparison of lip detection correctness

방 법	입술 검출 정확도(%)
참고문헌(14)	96.7
참고문헌(17)	97.0
본 논문	98.8

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 모바일 장치에서 실시간으로 동작하는 입술 검출 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 영상의 첫 프레임에서 얼굴 영역의 색도 히스토그램을 구하고 이를 이용하여 얼굴 확률 분포를 구한다음에 확률분포 값이 큰 영역을 검출함으로써 조명 변화와 화질 변화에 견고하게 얼굴 영역을 검출하였으며 눈의 명암도가 주위 피부에 비하여 어둡다는 특성을 이용하여 눈을 검출하였고 얼굴의 기하학적 특징을 이용하여 입술을 검출하였다. 제안된 방법은 계산량이 작고 자원을 적게 사용함으로써 모바일 장치에서 실시간으로 동작할 수 있었고 조명 변화에 적응적으로 동작함으로써 입술 검출 성능이 기존의 방법에 비하여 뒤떨어지지 않았다.

향후 연구 과제는 본 논문에서 제안한 입술검출 알고리즘을 이용해 립리딩 시스템을 구현 하는 것이다. 립리딩을 구현하기 위해서는 정확한 입술 영역 검출과 입술 특징벡터 추출, 학습 및 인식 알고리즘 등이 필요하다. 또한 립리딩 인식률을 높이기 위해 다양한 조명변화에 대한 실험과 고찰이 필요하다.

참고문헌

[1] E. D. Petajan, "Automatic lipreading to enhance speech recognition," in Proc. of Global Telecommunications Conf., pp. 265 - 272, Nov. 1984.

[2] C. C. Chibelushi, F. Deravi, and J. S. D. Mason, "A review of speech based bimodal recognition," IEEE Trans. Multimedia, Vol. 4, No. 1, pp. 23-37, Mar. 2002.

[3] G. Potamianos, C. Neti, G. Gravier, A. Garg, A.W. Senior, "Recent advances in the automatic recognition of audiovisual speech", Proceedings of the IEEE, Vol. 91, No. 9, pp. 1306-1326, Sept.

2003.

[4] J. S. Lee and C. H. Park, "Robust Audio-Visual Speech Recognition Based on Late Integration", IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 10, No. 5, pp. 767-779, Aug. 2008.

[5] T. Wark, S. Sridharan, V. Chandran, "An approach to statistical lip modelling for speaker identification via chromatic feature extraction", Proc. of Fourteenth International Conference on Pattern Recognition, pp. 123-125, Aug. 1998.

[6] P. Delmas, N. Eveno, M. Lievin, "Towards robust lip tracking", Proc. of 16th International Conference on Pattern Recognition, pp. 528-531, Aug. 2002.

[7] S. Dupont and J. Luettin, "Audio-visual speech modeling for continuous speech recognition," IEEE Trans. on Multimedia, Vol. 2, No. 3, pp. 141 - 151, Sep. 2000.

[8] C. Bregler and Y. Konig, "Eigenlips for robust speech recognition," in Proc. IEEE ICASSP, Vol. 2, pp. 669 - 672, 1994.

[9] P. Duchnowski, U. Meier, and A. Waibel, "See me, hear me: Integrating automatic speech recognition and lip-reading," in Proc. ICSLP, Vol. 2, pp. 547 - 550, 1994.

[10] G. Potamianos, A. Verma, C. Neti, G. Iyengar, and S. Basu, "A cascade image transform for speaker independent automatic speechreading," in Proc. 1st IEEE Int. Conf. Multimedia and Expo., Vol. 2, pp. 1097 - 1100, 2000.

[11] 이지근, 이은숙, 정성태, 이상철, "PCA와 HMM을 이용한 실시간 립리딩 시스템의 설계 및 구현," 멀티미디어학회논문지, 제 7권, 제 11호, 1597-1609쪽, 2004년

[12] J. M. Zhang, L. M. Wang, D. J. Niu, Y. Z. Zhan, "Research and implementation of a real time approach to lip detection in video sequences", International Conference on Machine Learning and Cybernetics, pp. 2795-2799, Nov. 2003.

[13] K. Saenko, K. Livescu, M. Siracusa, K. Wilson, J. Glass, T. Darrell, "Visual speech recognition with loosely synchronized feature streams",

Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 1424-1431, Oct. 2005.

- [14] P.Viola and M.J. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features", Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 511-518, 2001.
- [15] 정중교, 박상성, 장동식, "피부색과 Haar-like feature 를 이용한 실시간 얼굴검출," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 10권, 제 4호, 113-121쪽, 2005년 11월.
- [16] 김형균, 정기봉, "YCbCr정보와 아다부스트 알고리즘을 이용한 실시간 얼굴검출 시스템," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제 13권, 제 5호, 19-26쪽, 2008년 9월.
- [17] G.R. Bradski, "Real Time Face and Object Tracking as a Component of a Perceptual User Interface", Proc. of the 4th IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, pp. 214-219, Oct. 1998.
- [18] C. P. Papageorgiou, M. Oren, T. Poggio, "A general framework for object detection", Proc. of Sixth International Conference on Computer Vision, pp. 555-562, Jan. 1998.

저자 소개



김 영 운

2003년 2월 : 원광대학교 컴퓨터·정보통신공학부(공학사)
 2005년 8월 : 원광대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
 2006년 2월 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터 공학과 박사과정
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 패턴인식, HCI, 컴퓨터그래픽스



강 선 경

2000년 2월 : 원광대학교 전기·전자공학부 졸업
 2004년 2월 : 원광대학교 정보·컴퓨터교육학과 석사학위 취득
 2006년 2월 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터 공학과 박사과정
 관심분야: 휴먼 컴퓨터 인터페이스, 영상처리, 영상인식, 임베디드 시스템



정 성 태

1987년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1989년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1994년 8월 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1995년 3월~현재 원광대학교 전기전자및정보공학부 교수
 관심분야 : 영상인식, 영상처리, 컴퓨터 그래픽스