

입술정보를 이용한 입술모양의 기하학적 보정

정희원 황 동 국*, 박 희 정**, 전 병 민*

Geometric Correction of Lips Using Lip Information

Dong-guk Hwang*, Hee-jung Park**, Byoung-min Jun* *Regular Members*

요 약

화자의 입술영상에는 카메라와 화자의 위치나 자세로 인하여 정상적인 입술이 기하학적으로 변환될 수 있다. 이러한 변환은 본래 입술위상의 기하학적 정보를 변경시킨다. 따라서 기하학적으로 변환된 입술모양을 보정하는데 부분적인 입술위상정보를 사용함으로써 전체 입술정보를 개선하고자, 본 논문에서는 입술모양의 기하학적 보정 기법을 제안한다. 제안한 기법은 특징결정 단계와 보정 단계로 구성된다. 특징결정 단계에서는 원영상과 목표영상의 입술모델에 따라 원영상의 특징점과 특징을 추출하고 목표영상의 특징점과 특징을 결정한다. 보정단계에서는 이전 단계에서 추출한 정보를 기반으로 영상을 부분영상으로 분할하고 사상 후 보정된 영상을 통합한다. 실험영상은 6개의 한국어 단모음 발음에 대한 동영상 프레임이고 알고리즘 평가를 위하여 입술의 좌우 대칭성을 활용한다. 실험 결과, 윗입술보다는 아랫입술의 보정률, 입술의 움직임이 작은 발음보다는 움직임이 큰 발음의 보정률이 높게 개선되었다.

Key Words : lip model; affine transformation; geometric correction; lip information.

ABSTRACT

There can be lips transformed geometrically in the lip images according to the location or the pose of camera and speaker. This transformation of the lip images changes geometric information of original lip phases. Therefore, for enhancing global lip information by using partial information of lips to correct lip phases transformed geometrically, in this paper we propose a method that can geometrically correct lips. The method is composed of two steps - the feature-deciding step and the correcting step. In the former, it is for us to extract key points and features of source image according to the its lip model and to create that of target image according to the its lip model. In the latter, we decide mapping relation after partition a source and target image based on information extracted in the previous step into each 4 regions. and then, after mapping, we unite corrected sub-images to a result image.

As experiment image, we use frames that contain pronunciation on short vowels of the Korean language and use lip symmetry for evaluating the proposed algorithm. In experiment result, the correcting rate of the lower lip than the upper lip and that of lips moving largely than little was highly enhanced.

1. 서 론

최근 몇 년 동안에 독순술(lip-reading), 음성처리보조 수단 및 립싱크(lip-sinc) 같은 입술정보(lip information)의 응용분야 확산은 입술영상(lip image) 처리기술

의 발달을 초래하였다. 입술영상에서 기본이 되는 입술정보는 입술의 특징점(key point)과 특징(feature)이다. 이러한 입술정보를 추출하기 위하여 X. Zhang^[1] 등은 색상과 윤곽선 정보를 사용하였고 N. Eveno^{[2][3]} 등은 영상에서 입술을 검출하기 위하

* 충북대학교 컴퓨터공학과(dkh@kebi.com)

** 안동과학대학 컴퓨터정보과

논문번호 : 030559-1215, 접수일자 : 2003년 12월 16일

여 입술과 피부색의 관계를 분석하고 입술 윤곽선을 바탕으로 특징점을 검출하는 알고리즘을 제안하였다. 또한 S.L. Whang^[4] 등은 파라메트릭 입술모델과 점기반 입술모델을 결합한 실시간 입술 윤곽선 추출 알고리즘을 제안하였다. 그러나 입술정보를 보다 정확하게 추출하기 위해서는 카메라 및 화자의 위치와 자세에 의해 발생하는 여러 가지 기하학적 문제를 고려해야 한다.

본 논문에서는 입술정보 중 일부 특징점을 이용하여 기하학적으로 변형된 입술모양을 보정하는 기법을 제안한다. 먼저 특징결정 단계(feature-deciding step)로 원영상의 입술모델^{[5][6]}에 따라 특징점과 특징을 결정한 후, 원영상의 특징을 이용하여 목표영상의 입술모델을 생성한다. 다음으로 보정단계(correcting step)에서는 원영상과 목표영상의 특징점을 기반으로 사상영역을 분할하고 대응관계를 설정한 후 각각의 영역에 별도의 어파인 변환(affine transformation)^[7]과 양선형 보간법(bilinear interpolation)을 적용하여 영역별로 변형을 보정한다. 최종적으로 부분적으로 보정된 영상을 통합하여 전체 기하학적 변형을 보정한다.

한국어 단모음 ‘아’, ‘어’, ‘오’, ‘우’, ‘으’ 및 ‘이’를 발음한 영상을 실험영상으로 하였고 하나의 단모음 발음은 14개의 프레임으로 구성된다. 또한 각 발음은 10회 반복하였으며 5명의 화자를 대상으로 하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 서론에 이어 제 2장에서는 원영상과 목표영상의 입술모델을 설계하고 특징점과 특징을 설정한다. 제 3장에서는 제안한 기하학적 보정 기법을 기술한다. 제 4장에서는 실험을 통하여 알고리즘을 평가하고 제 5장에서 결론을 맺는다.

II. 입술 특징점과 특징

특징점은 입술위상(lip phases)을 고려하여 선택된 입술상의 점들로 위치정보를 나타낸다. 그리고 특징은 특징점들 간의 유클리드 거리이다. 이러한 특징점과 특징은 입술모양의 기하학적 보정에 사용될 뿐만 아니라 알고리즘 성능평가에 사용된다. 사상점(mapping point)을 형성하기 위하여 두개의 입술모양을 모델링한다.

1. 원영상의 입술모델과 특징점

입술모양은 윗입술점, 입점 및 아랫입술점을 지나 는 수직선에 좌우 대칭이다. 그러나 카메라와 화자의 포즈 등에 의해 발생하는 기하학적 왜곡 또는

화자의 의도적인 입모양 변형으로 인하여 입술모양이 비대칭이 될 수 있다. 따라서 그림 1과 같이 원영상의 입술모델을 비대칭으로 모델링한다.

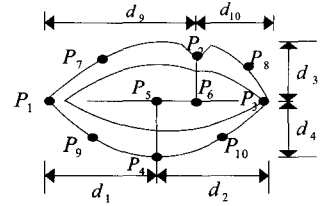


그림 1. 원영상의 입술모델

그림 1은 변형된 원영상의 입술모델로 10개의 특징점 $P_{1\sim 10}$ 과 10개의 특징 $d_{1\sim 10}$ 을 나타낸다. P_1 과 P_3 는 오른쪽 구각점과 왼쪽 구각점, P_2 는 윗입술점, P_4 는 아랫입술점, P_5 와 P_6 는 아랫입술과 윗입술의 중심점이다. P_7 와 P_8 는 식 (2)에서 $\alpha = 180 - \theta$ 과 $\alpha = \theta$ 인 직선과 윗입술의 바깥 윤곽선의 교점이고 P_9 와 P_{10} 는 식 (1)에서 $\alpha = 180 + \theta$ 과 $\alpha = -\theta$ 인 직선과 아랫입술의 바깥 윤곽선의 교점이다. 원영상 특징점 $P_{7\sim 10}$ 의 결정 방법은 그림 2와 같다. $P_{1\sim 6}$ 은 기하학적 보정에 필요한 특징점으로 $P_{1,3,5,6}$ 은 일직선위에 존재한다. 그러나 $P_{7\sim 10}$ 은 제한한 알고리즘의 평가에 사용되며 P_7 은 P_8 과 P_9 은 P_{10} 과 대칭점이라 가정한다.

$$y = \tan \alpha (x - p_{5x}) + p_{5y} \quad (1)$$

$$y = \tan \alpha (x - p_{6x}) + p_{6y} \quad (2)$$

여기서 점 (p_{5x}, p_{5y}) 는 P_5 의 좌표점으로 아랫입술 중심점이다. 또한 점 (p_{6x}, p_{6y}) 는 P_6 의 좌표점으로 윗입술 중심점이다.

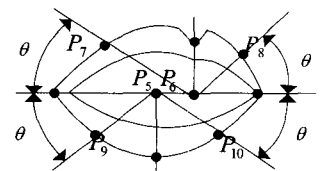


그림 2. 특징점 $P_{7\sim 10}$ 의 위치

특징은 특징점들 간의 거리이다. 특징 d_1 과 d_2

는 아랫입술의 좌우 넓이이고 d_3 와 d_4 는 입술의 상하 높이이며 d_9 과 d_{10} 는 윗입술의 좌우 넓이다. 또한 d_5 는 P_6 과 P_7 , d_6 는 P_6 과 P_8 , d_7 는 P_5 과 P_9 , d_8 는 P_5 과 P_{10} 의 유클리드 거리이다. 원영상의 특징은 목표영상의 특징점 생성, 입술 움직임과 비대칭도 및 알고리즘 평가에 이용된다.

2. 목표영상의 입술모델과 특징점

목표영상의 입술모델은 변형되지 않은 입술모양으로 많은 경우에 입술모양과 그의 움직임은 좌우 대칭이다.

입술모델은 그림 3 과 같이 9 개의 특징점 $T_{1\sim9}$ 과 8 개의 특징 $k_{1\sim8}$ 을 갖는다. 특징점 $T_{1\sim5}$ 는 입술모양 보정에 사용되고 $T_{1,3,5}$ 는 상수 값을 갖으며 동일 수평선 위에 위치한다. 그러나 $T_{2,4,5}$ 는 동일 수직선 위에 놓이고 $T_{4,5}$ 는 원영상의 입술 특징에 따라 가변적인 위치를 갖는다. 이렇게 함으로써 크기가 다른 입술을 정규화하는 효과를 얻을 수 있다.

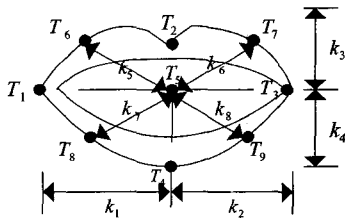


그림 3. 목표영상의 입술모델

목표영상의 특징점 T_6 과 T_7 는 식 (3)과 그림 4 를 이용하여 결정된다. T_6 은 식 (3)에서 T_5 를 지나면서 α 가 $180 - \theta$ 인 직선과 윗입술 바깥 윤곽선의 교점이다. 또한 T_7 는 T_6 를 결정하는 방법과 동일하나 α 가 θ 것만 다르다. 그리고 T_8 과 T_9 는 식 (3)에서 α 가 각각 $180 + \theta$ 과 $-\theta$ 이며 T_5 를 지나는 두 직선과 아랫입술의 바깥 윤곽선의 교점이다. 특징점 $T_{6\sim9}$ 는 알고리즘 성능 평가에 사용된다.

$$y = \tan \alpha (x - t_{5x}) + t_{5y} \quad (3)$$

여기서 점 (t_{5x}, t_{5y}) 는 T_5 의 좌표이며 입술의 중

심점이다.

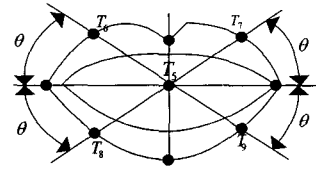


그림 4. 특징점 $T_{6\sim9}$ 의 위치

목표영상의 특징을 살펴보면, k_1 과 k_2 는 입술의 좌우 넓이, k_3 과 k_4 는 윗입술의 높이와 아랫입술의 높이이다. k_5 는 T_5 와 T_6 , k_6 는 T_5 와 T_7 , k_7 는 T_5 와 T_8 , k_8 는 T_5 와 T_8 간 유클리드 거리이다. 특징 $k_{5\sim8}$ 는 제안한 알고리즘 평가에 사용된다.

III. 입술 특징점에 기반한 기하학적 보정

제안한 기법은 크게 두 단계로 이루어진다. 먼저 i) 특징결정 단계는 입술모델에 따라 원영상의 특징점과 특징, 목표영상의 특징점과 특징을 구하는 단계이다. 다음단계는 ii) 보정 단계로 이전 단계의 정보를 이용하여 원영상과 목표영상의 영역을 분할하고 분할된 영상의 대응관계를 결정한 후 어퍼인 변환과 양선형 보간을 적용하여 왜곡을 보정한다. 그림 5는 제안한 알고리즘의 처리 순서를 나타낸다.

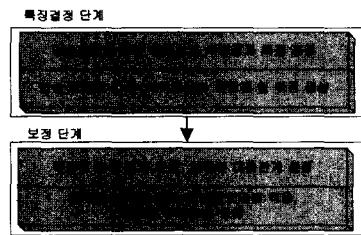


그림 5. 제안한 알고리즘 처리순서

i) 특징결정 단계에서 특징점 $P_{1\sim4}$ 을 얻고 이 특징점과 식 (4)을 이용하여 특징점 P_5 와 P_6 을 구한다.

$$\alpha = \frac{P_{3y} - P_{1y}}{P_{3x} - P_{1x}}, \quad \alpha\alpha' = -1$$

$$\begin{cases} p_x = \frac{(\alpha' l_x - \alpha p_{1x} + p_{1y} - l_y)}{(\alpha' - \alpha)} \\ p_y = \alpha(p_x - p_{1x}) + p_{1y} \end{cases} \quad (4)$$

여기서 점 (p_x, p_y) 가 P_5 의 좌표점일 때 점 (l_x, l_y) 은 P_4 의 좌표점이다. 그러나 점 (p_x, p_y) 가 P_6 의 좌표점이면 점 (l_x, l_y) 은 P_2 의 좌표점이다.

원영상의 특징점과 특징을 구한 후 목표영상의 특징점 $T_{1\sim5}$ 을 생성한다. 목표영상의 특징점 $T_{1,3,5}$ 는 특징 위치로 고정되지만 T_2 와 T_4 의 위치는 가변적으로 식 (5)과 식 (6)에 의해 결정된다.

$$T_2(t_{2x}, t_{2y}) = \left(\frac{W^d}{2}, \frac{H^d}{2} - d_3 \frac{k_1 + k_2}{d_3 + d_4} \right) \quad (5)$$

$$T_4(t_{4x}, t_{4y}) = \left(\frac{W^d}{2}, \frac{H^d}{2} + d_4 \frac{k_1 + k_2}{d_3 + d_4} \right) \quad (6)$$

여기서 W^d 와 H^d 는 목표영상의 넓이와 높이이다.

ii) 보정 단계를 살펴보자. 사상위치를 결정하기 위하여 원영상과 목표영상의 특징점을 기반으로 영상을 부분영상(영역)으로 분할한다. 분할 방법은 그림 6과 같다.

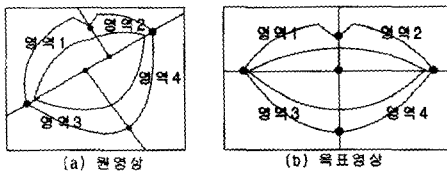


그림 6. 원영상과 목표영상의 영역분할

다음으로 대응관계를 살펴보자. 원영상의 영역1 (R_{s1})는 목표영상의 영역1(R_{d1})로, 영역2(R_{s2})는 영역2(R_{d2})로, 영역3(R_{s3})는 영역3(R_{d3})로 그리고 영역4(R_{s4})는 영역4(R_{d4})로 대응관계를 설정한다. 그리고 어파인 변환을 적용하기 위하여 제어점을 결정한다. 식(7)~식(10)은 어파인 변환과 제어점 관계를 나타낸다.

$$R_{s1} : \{P_1, P_2, P_6\} \xrightarrow{f_1} R_{d1} : \{T_1, T_2, T_5\} \quad (7)$$

$$R_{s2} : \{P_3, P_4, P_6\} \xrightarrow{f_2} R_{d2} : \{T_3, T_2, T_5\} \quad (8)$$

$$R_{s3} : \{P_1, P_4, P_6\} \xrightarrow{f_3} R_{d3} : \{T_1, T_4, T_5\} \quad (9)$$

$$R_{s4} : \{P_3, P_4, P_6\} \xrightarrow{f_4} R_{d4} : \{T_3, T_4, T_5\} \quad (10)$$

여기서 $f_{1\sim4}$ 는 각각의 어파인 변환을 의미하고 $\{\cdot\} \rightarrow \{\cdot\}$ 는 대응 제어점을 의미한다.

각각의 영역에 개별적인 어파인 변환과 양선형 보간법을 적용하여 보정된 4개의 영상을 얻는다. 최종적으로 4개의 보정된 영상을 통합하여 최종 결과 영상을 만든다. 그림 7은 보정단계에서 영역별 어파인 변환을 이용한 사상을 나타낸 것이다.

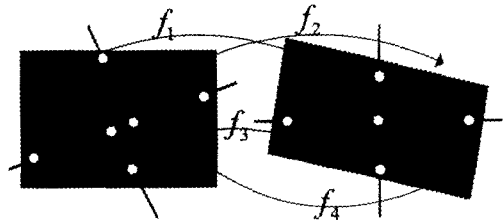


그림 7. 원영상과 목표영상의 사상

IV. 실험결과 및 고찰

실험영상은 한국어 6개 단모음 발음에 대한 동영상으로 객체 위치와 포즈는 임의적으로 설정하였으나 전체 실험에서 위치와 포즈는 일정하도록 하였다.

화자 또는 프레임 별로 입술의 크기가 다를 수 있기 때문에 특징점 좌표 및 특징 크기를 정규화 할 필요가 있다. 특징의 정규화식은 식(11)과 식(12)이다.

$$d_{im} = d_i / w_m^s \quad (11)$$

$$k_{im} = k_i / w_m^d \quad (12)$$

여기서 m 은 프레임 번호이고 i 는 특징 번호이다. 또한 w_m^s 와 w_m^d 는 입력영상과 결과영상의 입술 넓이이며 d_{im} 과 k_{im} 은 입력영상과 결과영상의 정규화된 특징이다.

제안한 알고리즘의 성능분석은 윗입술의 비대칭도, 아랫입술의 비대칭도 그리고 움직임 패턴을 비교 분석하여 평가한다. 평가식은 식(13)~식(15)과 같다.

$$N_{(i,j)}^s = \sum_{m=1}^l |d_{im} - d_{jm}| \quad (13)$$

$$N_{(i,j)}^t = \sum_{m=1}^l |k_{im} - k_{jm}| \quad (14)$$

$$C_{(i,j)} = N_{(i,j)}^s / N_{(i,j)}^t \quad (15)$$

여기서 i 와 j 는 특징 번호이고 m 은 프레임 번호이다. 또한 $N_{(i,j)}^s$ 는 입력영상 특징의 비대칭도이고 $N_{(i,j)}^t$ 는 결과영상 특징의 비대칭도이며 $C_{(i,j)}$ 는 보정률이다.

1. 윗입술 분석

특정 화자의 한국어 '아' 발음에 대한 프레임별 특징 변화가 그림 8과 그림 9에 나타나있다. 그림 8은 입력영상에서 추출한 윗입술의 특징 d_3 , d_5 및 d_6 이고 그림 9는 기하학적 보정 후의 결과영상에서 추출한 특징 k_3 , k_5 및 k_6 이다.

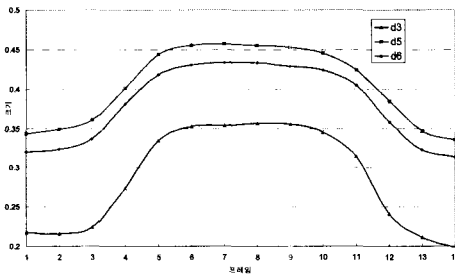


그림 8. 원영상 특징 d_3 , d_5 및 d_6 의 크기

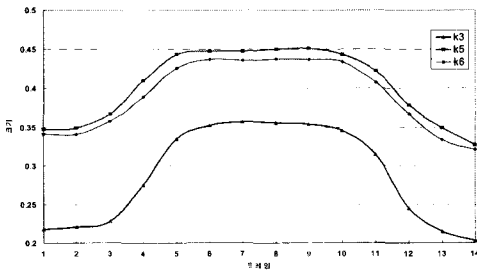


그림 9. 결과영상 특징 k_3 , k_5 및 k_6 의 크기

그림 8에서 특징 d_5 과 d_6 은 입력영상에서 윗입술의 좌우대칭 정도를 나타낸다. 이상적인 경우에 윗입술 특징 d_5 과 d_6 은 일치해야한다. 그러나 실험결과

를 따르면 특정 화자의 '아' 발음에 대하여는 일치하지 않았다. 이러한 이유는 몇 가지의 원인으로 분석할 수 있다. 첫째는 화자의 발음 습관 때문이고 둘째는 본 논문에서 가정한 윗입술의 대칭점으로 가정한 특징점의 위치 설정 시 발생할 수 있는 오차일 수 있다. 마지막으로 카메라나 화자의 기하학적인 문제 때문이다.

화자의 발음 습관 때문이라면 동일 조건에서 다른 화자를 실험대상으로 하였을 때 비대칭 현상이 다른 형태를 갖아야 한다. 그러나 그림 10에서는 화자에 따라 특징의 크기만 달라질 뿐 유사한 발음 형태를 갖으며 좌우 비대칭정도가 유사하게 나타남을 볼 수 있다. 따라서 화자의 발음 습관으로 인하여 좌우 비대칭 현상이 발생하는 것이 아니라는 것을 알 수 있다.

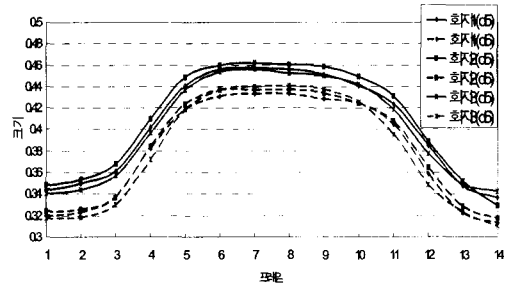


그림 10. 화자별 '아' 발음의 윗입술 특징 크기

대칭점 설정에 따라 오차가 크다면 그림 2에서 θ 을 달리하였을 때 좌우대칭점의 거리 차가 커야 한다. 그림 11은 특정 화자의 '아' 발음에 대한 특징한 정지영상에서 θ 값에 따른 대칭점의 차를 나타낸 것으로 차 값이 매우 작다는 것을 보여준다.

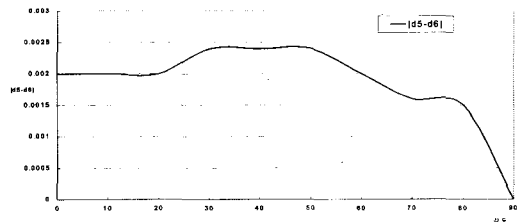


그림 11. '아' 발음의 특정 프레임에서 θ 변화에 따른 특징 차

위의 두 경우에서 살펴보았듯이 그림 8에서 발생하는 d_5 와 d_6 의 값 차이는 기하학적인 문제에서

야기된 것임을 알 수 있다. 또한 그림 8에서 특징 d_3 는 발음할 때 움직임 패턴을 보여준다. 그러나 발음 시작 부분과 끝맺는 부분의 특징 값이 다르며 대칭을 이루지 않는다. 이러한 원인은 화자가 발음할 때 발음 시작부분에서 상대적으로 느리게 윗입술을 개방하고 끝부분에서 빠르게 입을 닫는다는 것을 의미한다. 이러한 성질은 보정 후 결과영상의 특징에도 유지되어야 하며 화자마다 약간 다를 수 있다. 결과영상의 특징 k_3 가 그림 9에 나타나 있다. 그림 9에서 특징 k_3 은 움직임 패턴이 보정 전과 같다는 것을 보여준다.

그림 12는 특정화자의 ‘아’ 발음에 대한 입력영상에서 $|d_5 - d_6|$ 의 값과 결과영상에서 $|k_5 - k_6|$ 의 값을 프레임 별로 나타낸 것이다. 즉 입력영상과 결과영상에서 윗입술의 대칭정도를 수치적으로 표현한 것으로 값이 크면 비대정도가 크다는 것을 의미한다. 윗입술의 보정률을 계산해 보면 $C_{(5,6)}$ 는 약 1.9이다

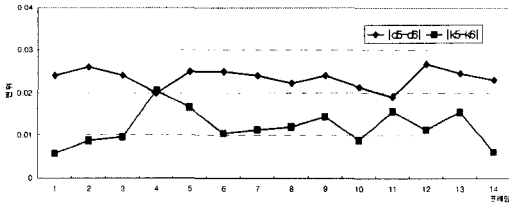


그림 12. 입력영상과 결과영상의 윗입술 좌우특징 변위

2. 아랫입술 분석

아랫입술의 분석 방법과 윗입술의 분석 방법은 동일하다. 그림 13은 ‘아’ 발음 시 아랫입술의 특징 d_4 , d_7 및 d_8 을 프레임 별로 나타낸 것이고 그림 14는 보정 후의 아랫입술 특징을 도시한 것이다.

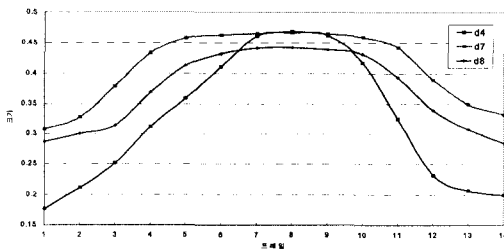


그림 13. 입력영상 특징 d_4 , d_7 및 d_8 의 크기

그림 13과 그림 14를 살펴보면 윗입술보다 아랫입술

의 움직임이 클 뿐만 아니라 d_4 와 k_4 의 움직임 특성은 유지되는 것으로 나타났다. 또한 아랫입술의 보정률 $C_{(7,8)}$ 이 2.12로 윗입술의 보정률 보다 크다는 것을 알 수 있다.

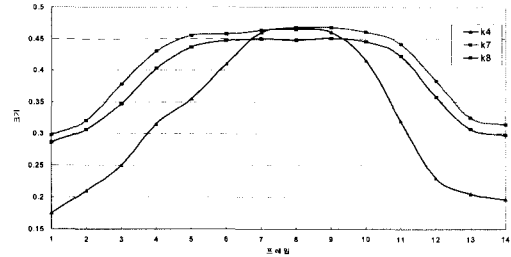


그림 14. 결과영상 특징 k_4 , k_7 및 k_8 의 크기

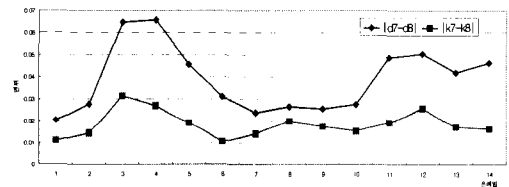


그림 15. 입력영상과 결과영상의 아랫입술 좌우특징 변위

3. 실험결과

그림 16과 그림 17은 6개 단모음에 대한 윗입술과 아랫입술의 보정률을 나타낸 것이다. 본 논문에서 제안한 기하학적 보정 기법으로 보정한 결과, 윗입술의 평균 보정률 $C_{(5,6)}$ 은 1.62이고 아랫입술의 평균 보정률 $C_{(7,8)}$ 은 1.71로 나타났다. 따라서

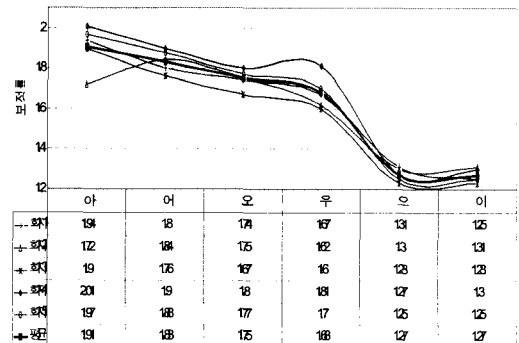


그림 16. 윗입술 보정률 $C_{(5,6)}$

전체 보정률은 1.67이다. 모음별로 보면 입술의 움직임이 큰 '아', '어', '오', '우', '으', '이' 순으로 보정률이 높게 나타났으며 윗입술보다 아랫입술의 보정률이 높았다. 각각의 모음별 평균 보정율이 그림 16과 그림 17에 나타나 있다. 그러나 아래의 보정률은 카메라와 화자의 자세에 따라 달라질 수 있다.

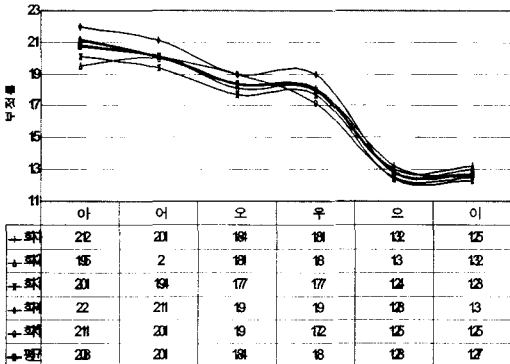


그림 17. 아랫입술의 보정률 $C_{(7,8)}$

그림 18은 특정 화자의 '아' 발음에 대한 컬러영상, 입술영상 및 제안한 알고리즘 처리 결과에 대한 프레임 시퀀스다. 컬러영상에서 입력영상 추출 방법은 N. Eveno가 제시한 방법을 이용하였다^[23].

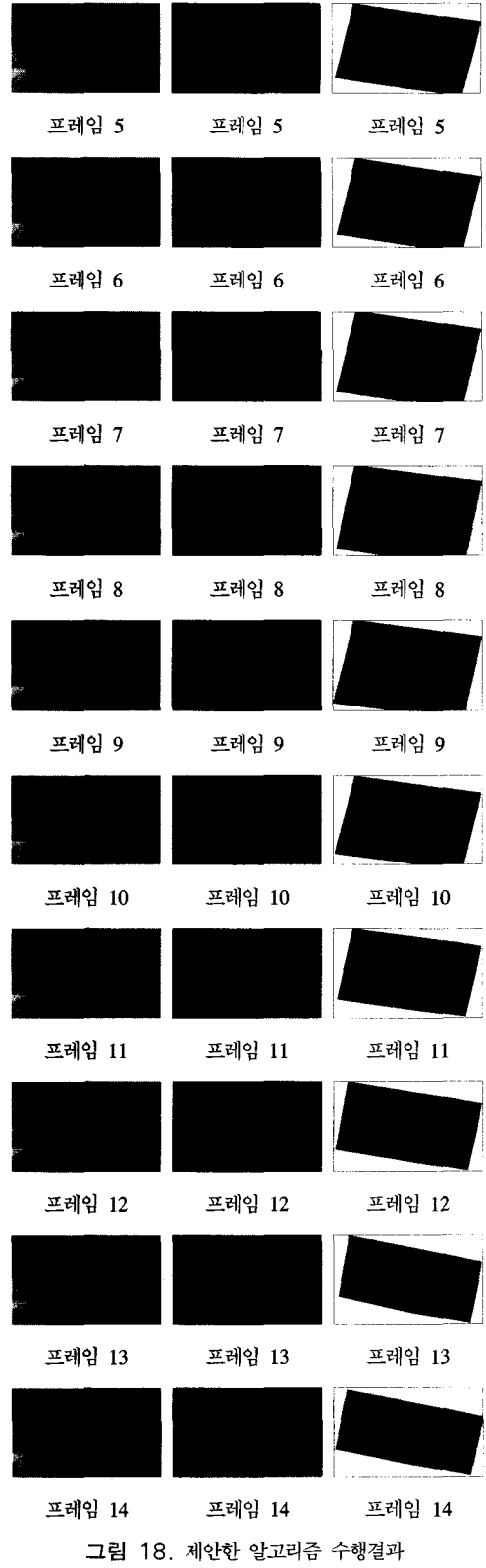
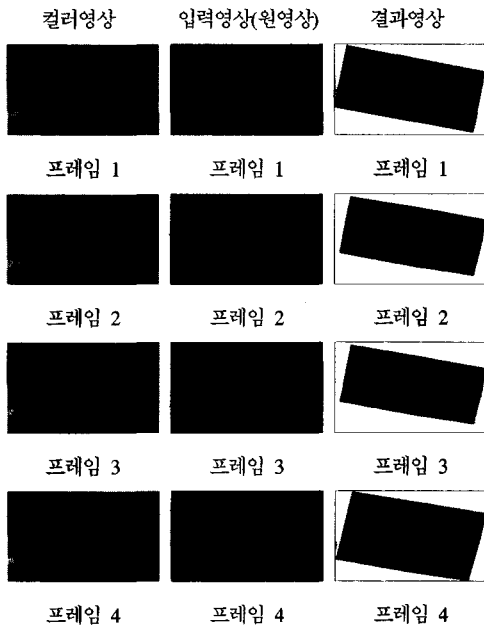


그림 18. 제안한 알고리즘 수행결과

V. 결론

화자의 입술영상에는 카메라의 자세 등에 따라 기하학적으로 변환된 객체가 영상 내에 존재할 수 있다. 이러한 입술영상은 객체의 정보 추출이나 정보 분석을 어렵게 할 수 있다.

본 논문에서는 기하학적으로 변환된 입술영상을 보정하는 방안을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 6개의 단모음에 대한 실험하였으며 보정률은 약 1.67배 개선되었다. 그리고 움직임이 작은 윗입술보다 움직임이 큰 아랫입술이 크게 개선되었으며 움직임이 큰 단모음 발음 시에 보정률이 높게 나타났다. 또한 보정에 사용된 원영상의 6개 특징점과 목표영상의 5개 특징점에 대한 특징을 분석한 결과, 그 특징에 대한 성질은 유지되었으며 목표영상의 입술의 수평 넓이를 고정함으로써 거리에 따른 입술 크기를 정규화하는 효과를 얻었다.

제안한 알고리즘은 원영상의 특징점 추출에 민감하고 원영상의 기하학적 변형이 클 때 목표영상에서 불연속선이 나타났다. 향후, 이를 해결하기 위해서는 더욱 개선된 입술 특징점 추출 및 불연속선 제거 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

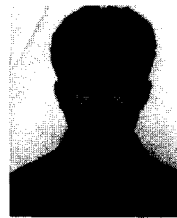
- [1]. X. Zhang and R.M. Mersereau, "Lip Feature Extraction Towards and Automatic Speech-reading System," International Conference on Image Processing, 2002.
- [2]. N. Eveno, A. Caplier and P.-Y. Coulon, "Key Points Based Segmentation of Lips," ICME '02. Proceedings. Vol 2, pp.125-128, 2002.
- [3]. N. Eveno, A. Caplier and P.-Y. Coulon, "New Color Transformation for Lips Segmentation," 2001 IEEE Fourth Workshop on Multimedia Signal Processing, pp.3-8, 2001.
- [4]. S.L. Wang, W.H. Lau and S.H. Leung, "A New Real-time Lip Contour Extraction Algorithm," Speech and Signal Processing, Vol 3, pp.III_217-III_220, 2003.
- [5]. A.W.C. Liew, S.H. Leung, W.H. Lau, "Lip contour extraction using a deformable model," Image Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on, Vol 2, pp.255-258,

2000.

- [6] R.A. Rao, R.M. Mersereau, "Lip modeling for visual speech recognition," Signal Systems and Computer, 1994 Conference Record of the Twenty-Eighth Asilomar Conference on, Vol. 1, pp. 587-590, 1994.
- [7] Y.Zhu, L.D. Seneviratne and S.W.E. Earles, "General Plane Curve Matching under Affine Transformations," Proceedings of the 1996 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vol. 3, pp.1425-1432, 1996.

황 동 국(Dong-guk Hwang)

정회원



1998년 2월 : 충북대학교

컴퓨터공학과

졸업

2000년 2월 : 충북대학교

컴퓨터공학과 공학석사

2003년 8월 : 충북대학교

컴퓨터공학과 박사수료

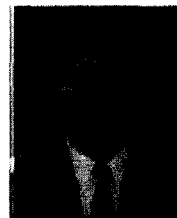
2000년~ 현재 : 백석대학

컴퓨터정보과 초빙교수

<관심분야> 독순술, 2D 객체인식

박 희 정(Hee-jung Park)

정회원



1990년 2월 : 충북대학교

전자계산기공학과 졸업

1997년 2월 : 원광대학교

컴퓨터공학과 공학석사

2001년 2월 : 충북대학교

컴퓨터공학과 박사수료

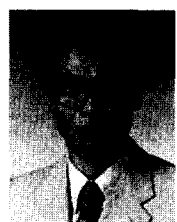
1997년 9월~현재 : 안동과학대

컴퓨터정보과 조교수

<관심분야> 영상처리, 컴퓨터그래픽

전 병 민(Byoung-min Jun)

정회원



제28권 제 1C호 참조