

# 색역 압축과 특징치 투영을 이용한 입술영역 분할

김 정 엽<sup>†</sup>

## Segmentation of the Lip Region by Color Gamut Compression and Feature Projection

Jeong Yeop Kim<sup>†</sup>

### ABSTRACT

In this paper, a new type of color coordinate conversion is proposed as modified CIEXYZ from RGB to compress the color gamut. The proposed segmentation includes principal component analysis for the optimal projection of a feature vector into a one-dimensional feature. The final step adopted for lip segmentation is Otsu's threshold for a two-class problem. The performance of the proposed method was better than that of conventional methods, especially for the chromatic feature.

**Key words:** Color Gamut Compression, Lip Detection, Lip Segmentation

### 1. 서 론

칼라 영상 또는 비디오로부터 입술영역을 추출하는 것은 립 리딩(Lip-reading) 시스템에서 중요하다. 입력된 영상이나 비디오로부터 이용 가능한 특징을 추출하는 첫 번째 단계이기 때문이다. 입력된 얼굴 영상에서 격리된 형태의 입술 모양을 추출하는 것이 중요하며, 입술 영역의 모양은 장면 내에서 화자의 발음과도 관계가 있다[1]. 추출된 입술영역의 정보는 사람들 사이에서 일어나는 언어 소통의 해석을 더욱 정확하게 하기 위하여 음성 신호와 함께 추가적으로 이용된다. 특히, 소음이 강한 환경 등에서 발음된 화자의 음소 해석 등에서 효과적이다.

얼굴영상으로부터 입술영역을 추출하는 방법은 많이 제안되어 있으며, 흑백영상의 경우에는 형틀(template)과 능동 모델(active model)이 대표적이다. 형틀 기반의 방법[2]은 입술을 포함하는 입 주변의 영역에 대한 형틀을 미리 설정해 둔다. 목표로 하

는 영역을 추출하기 위하여 특징 공간에서 데이터베이스에 저장된 형틀에 가장 일치하는 입술 모양을 찾는 작업을 한다. 사용되는 형틀은 입술의 모양을 표현하는 2~3개의 수학적 함수를 결합한 형태로 구성된다. 이 방법에서는 목표로 하는 영상의 입술 형태와 데이터베이스 내의 형틀이 가장 근접하도록, 결합된 수학적 함수의 파라미터를 최적화하는 것이 필요하며, 오차에 대한 에너지 함수를 최소화하는 방식을 사용한다.

능동 모델을 이용하는 방법[3]은 미리 정의된 모델의 실질적인 영역과 사영된 영역 사이의 차이 값을 줄이기 위하여 파라미터를 변화시키는 확률 모델의 일종이다. 이 방식은 테스트 영상에서 입술영역에 대한 특정한 색상을 표시하는 방식에도 이용되었다[4]. 능동 모델은 미리 기록된 입술 영상으로 구성된 데이터베이스에서 주로 채택되었다[5].

Vogt 등[6]은 입술을 포함하는 영상에서 입술과 피부 영역의 경계를 찾기 위하여 HSI 칼라 좌표계의

※ Corresponding Author : Jeong Yeop Kim, Address: (48015) 99 Pilbong-gil Haeundae-gu, Busan, Korea, TEL : +82-51-540-7105, FAX : +82-51-540-7280, E-mail : neocopy@ysu.ac.kr  
Receipt date : Jul. 27, 2018, Revision date : Oct. 12, 2018

Approval date : Oct. 30, 2018

<sup>†</sup> School of Sungsim College of General Education, Youngsan University

※ This work was supported by Youngsan University Research Fund of 2018.

HS 성분과 LUT(Look-Up-Table) 개념을 결합하여 사용하였다. Sanchez 등[7]은 RGB 영상으로부터 입술영역을 추출하기 위하여 미리 정의된 피부영역의 색상정보와 기하학적인 정보를 결합하는 방법을 제안하였다. Sanger 등[8]은 입술영역의 추출을 위하여 미리 정의된 피부와 입술영역의 색상 분포 정보를 기반으로 Lrg 칼라 좌표계를 이용하였고, 두 영역의 특징 분포는 기하학적인 위치 정보를 따라 중첩된 형태로 나타났다. Wark[9], Lewis[10], Vezhnevets [11] 등은 입술영역의 확인을 위하여 RGB 좌표계를 (R/G, G/B)의 형태로 변환하고, 문턱치를 적용하는 방식을 제안하였다.

Wimmer 등[12]은 R/(R+G+B)와 같은 형태의 정규화 된 RGB 좌표계를 이용하였고, Liew[13]과 Wu [14] 등은 CIELab와 CIELuv 칼라 좌표계를 결합하여 CIELabuv와 같은 5차원 벡터를 구성하여 활용하였다. Sridharan 등[15]은 RGB 칼라 좌표계로부터 R/G 또는 (r,g)의 형태로 정규화 된 벡터와 이에 대한 평균과 분산을 사용하였다. Erol 등[16]은 RGB, 정규화 된 RGB, 색상(hue) 등을 결합한 특징 벡터를 구성하여 이용하였다. Rohani 등[17]은 R/(R+G)와 같은 형태의 변형된 정규화 RGB 특징을 이용하였는데, 이 특징은 입술과 피부 영역의 구분에 효과적임을 보였다. Kim[18]은 Liew의 방법을 간소화하고, 효과적인 칼라 특징을 제안하여 입술영역을 추출하였다.

상기 언급된 여러 가지 방법들은 기본적인 칼라 좌표계 또는 두 개 또는 그 이상의 칼라 좌표계 요소를 결합하여 사용하였다. 그러나 입술과 피부영역의 색상 유사도가 높기 때문에 제안되어 있는 칼라 특징치 및 그들의 조합으로는 효과적인 영역분할이 어려운 단점이 있다. 특히, 칼라 특징치의 선택에 따라서 두 영역의 분포가 가깝게 나타나거나, 겹치는 경우도 많이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 색상 변환에 대한 분석을 통하여, 피부와 입술영역의 영역분할 성능을 증가시키기 위한 색역 압축(color gamut compression) 방법을 제안하였다. 색역을 압축하면, 각 영역 분포의 밀집도가 증가하여 영역분할에 유리하다. 제안한 색역 압축과 간단한 영역분할 도구를 이용하여 실험한 결과, 기존 방법에서 사용된 칼라 특징치의 경우보다 5~15% 정도의 개선효과가 있었다. 2장에서는 기존의 칼라 좌표계로부터 색역 압축을 위한 수정된 CIEXYZ 칼라 좌표계의 도출 과정을

보이고, 3장에서는 주성분 분석(Principal Component Analysis)을 통한 특징치 투영 방법과 Otsu 문턱치를 이용한 새로운 영역분할 방법을 제안한다. 4장에서는 실험결과와 토론을, 5장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 입술영역 분할을 위한 칼라 변환의 분석

### 2.1 기존의 칼라 변환

입술영역 분할에 사용된 기존의 칼라 좌표계는 RGB, CIEXYZ, YIQ, CIELab, CIELuv, HSV 등이 있으며, 특징 조합은 R/(R+G)와 같은 유형이 있다. 각 칼라 좌표계의 요소를 조합하는 방법이 사용되어 특정 구분의 성능을 향상시켰다. 예를 들면 Sridharan 등[15]의 CIELab와 CIELuv의 요소를 결합하여 CIELabuv의 5차원 벡터를 구성한 것이다.

### 2.2 제안하는 색역 압축 칼라 변환

칼라 특징치 공간에서 입술과 피부영역의 특징 분포는 상당 부분이 겹치면서 표현되므로 유사하게 나타난다. 칼라 좌표계의 선택에 따라서 겹쳐지는 특징 분포의 형태가 다양하게 나타나므로, 두 영역 사이의 차이를 구분하는 것이 어렵다. 분포의 겹쳐지는 강도는 칼라 좌표계의 선택에 따라 두 영역이 겹쳐지는 정도가 서로 다르게 나타나기 때문에 특징 추출을 위한 칼라 좌표계의 선택은 중요하다. 이 문제를 풀기 위하여 많은 연구자들이 균등 칼라 좌표계 또는 2~3개의 균등 칼라 좌표계를 결합하여 사용하였다. 칼라 좌표계를 신중히 선택하여도 두 영역의 특징 공간에서의 거리는 상당히 가까운 문제는 여전히 남는다. 본 논문에서는 칼라 좌표 변환을 분석하여 특징공간에서의 두 영역의 거리를 증가시키는 방법을 제안한다.

RGB에서 CIEXYZ로의 칼라 좌표 변환은 기본적인 중요하다. CIELab, CIELuv 등과 같은 대부분의 균등 칼라 좌표계들은 CIEXYZ로부터 변환 수식을 통하여 구해진다. 기존의 CIEXYZ는 식(1)을 통하여 얻을 수 있다. 이 때 백색정보는 D65 [19]를 기준으로 한다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.607 & 0.174 & 0.200 \\ 0.299 & 0.587 & 0.144 \\ 0.000 & 0.066 & 1.112 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

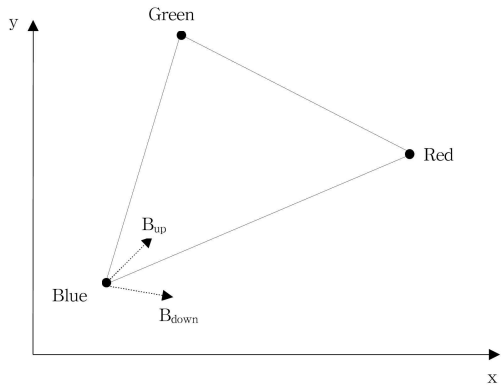


Fig. 1. The color gamut mapping for x compression.

이 변환의 분포 범위는 Fig. 1에서 점선으로 표시된 영역으로 나타난다. 기존의 분포범위를 기준으로 영상으로부터 추출된 입술과 피부의 두 영역에 대한 분포 형태를 분석하였다. 분석과정에서 2가지 기준을 검토하였다.

- 1) 피부와 입술의 두 특징 그룹 간의 거리는 증가해야 한다.
- 2) 피부와 입술 각각의 특징 그룹은 밀집도가 높아져서 집중적인 형태로 분포해야 한다.

이상의 기준들을 충족하는 칼라 변환은 입술영역 추출에 효과적이라고 할 수 있다. 첫 번째 기준을 충족하기 위한 검토를 하였지만, 어떠한 선형 또는 비선형 스케일을 조정하더라도 특징 공간상에서 두 그룹간의 거리를 증가시키는 것은 어려운 일이다. 수치적인 거리를 증가시키는 것은 가능하지만, 정규화 관점에서 큰 의미는 없다. 그러므로 두 번째 기준이 주로 검토되었으며 과정은 다음과 같다.

- 1) 데이터베이스에서 몇 장의 입술을 포함하는 입주변의 영상을 선택한다.
- 2) 선택된 영상으로부터 피부와 입술영역에 해당하는 화소들을 각각 추출한다.

3) 추출된 화소의 RGB 값으로부터 식(1)에 의해 두 영역에 대한 기존의 색도분포(x,y)를 구하고, 두 그룹의 분산 값을 계산한다.

4) 색도 분포를 압축하는 새로운 변환 식(2)와 같은 형태를 구하는 방법을 검토한다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2)$$

위의 식(2)에서 정규화 된 (x,y) 색도의 가로방향 데이터인 x의 값의 폭을 줄이기 위하여 3가지 조건을 검토하였다.

① 입술과 피부영역 구분에 중요한 요소는 X값이다. 그러므로 X의 값을 주로 조정하고, 복잡도를 줄이기 위해 Y와 Z 요소는 유지하는 방향으로 색역 사상을 설계한다.

② 전체 색상 범위의 경계를 결정하는 것은 빨강, 파랑, 녹색의 3원색이다. 새로운 변환에 의해 빨강과 녹색은 기존의 값을 유지한다.

③ 새로운 변환에 의해 파랑의 경우는 x의 증가 또는 y의 감소를 동반한다.

이상의 3가지 검토 조건을 충족하는 새로운 색상 변환은 전체 색상범위를 압축시킨다.

검토조항 ③에서, Fig. 1의 Blue 점을 이동하여 색역(color gamut)을 압축할 수 있는데, 이동할 수 있는 방향은 B<sub>up</sub>과 B<sub>down</sub>의 2가지가 가능한 후보군이다. Table 1에 검토조항에 따른 필요조건들을 나타내었으며, 검토조항 ①,②,③을 모두 충족시키는 조정 가능한 변환계수는 c<sub>13</sub>이 유일하다.

본 논문에서는 B<sub>down</sub>의 경우를 채택하여 색역 사상을 실시하였고, 실험에서는 원래 기본 값인 0.2부터 0.05씩 증가시켜가며 테스트하였다. 최적의 값을 수학적으로 구하기 어려우므로 여러 번의 예시 중에서 0.65를 채택하여 표시하였다. 본 논문에서 제안하는 색역 압축을 통한 영역분할 성능향상은 c<sub>13</sub>을 변

Table 1. Conditions for the color gamut compression with regard to each terms

Terms	Conditions	Remarks
①	c <sub>21</sub> , c <sub>22</sub> , c <sub>23</sub> , c <sub>31</sub> , c <sub>32</sub> , c <sub>33</sub> unchanged	
②	c <sub>11</sub> , c <sub>21</sub> , c <sub>31</sub> unchanged	Red
	c <sub>12</sub> , c <sub>22</sub> , c <sub>32</sub> unchanged	Green
③	c <sub>13</sub> → c <sub>13</sub> + α, c <sub>23</sub> → c <sub>23</sub> - β, α > 0, β > 0, α > β	B <sub>up</sub>
	c <sub>13</sub> → c <sub>13</sub> + α, (c <sub>13</sub> + α) > 0.2	B <sub>down</sub>

경하여 얻을 수 있다는 점을 보였다. 식(3)에서와 같이  $c_{13}$ 의 값을 0.65로 결정하여 적용하였으며, 결과는 Fig. 2와 같다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.607 & 0.174 & 0.650 \\ 0.299 & 0.587 & 0.144 \\ 0.000 & 0.066 & 1.112 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (3)$$

이와 같이 구해진 수정된 CIEXYZ 칼라 데이터를 균등 좌표계인 CIELuv 좌표계로 변환하여 입술영역 분할을 위한 특징 공간을 구성하였다. 식(4)에 의해서 기존의 CIEXYZ로부터 CIELuv로의 변환이 가능하지만, 특징 공간 압축을 통하여 백색점이 변경되었으므로, 이를 반영하기 위하여 식(5)을 사용하였다. Fig. 2에 표시된 것처럼 기존 색역과 제안한 색역은 시각적으로도 상당한 차이를 보이고, 기존 색역의 x 범위는 0.137~0.670 인 반면, 제안한 색역의 x범위는 0.341~0.670 으로 60% 수준으로 압축되었음을 확인할 수 있다. CIELuv 좌표계로 변환하여도 압축효과는 유지되는 것으로 판단된다.

$$L = 116 \left( \frac{Y}{Y_W} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (4)$$

$$u = 13L(u_p - u_{pm})$$

$$v = 13L(v_p - v_{pm})$$

여기서,  $u_p = \frac{4X}{X+15Y+3Z}$ ,  $v_p = \frac{9Y}{X+15Y+3Z}$  이고,

$$u_{pm} = \frac{4X_W}{X_W+15Y_W+3Z_W}, v_{pm} = \frac{9Y_W}{X_W+15Y_W+3Z_W}$$
 이다.

$$L = 116 \left( \frac{Y}{Y_W} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (5)$$

$$u_m = 13L(u_{pm} - u_{pmn})$$

$$v_m = 13L(v_{pm} - v_{pmn})$$

여기서,  $u_{pm} = \frac{4X}{X+15Y+3Z}$ ,  $v_{pm} = \frac{9Y}{X+15Y+3Z}$  이고,

$$u_{pmn} = \frac{4X_W}{X_W+15Y_W+3Z_W}, v_{pmn} = \frac{9Y_W}{X_W+15Y_W+3Z_W}$$

이다.

특징 공간 압축의 효과를 확인하기 위하여 데이터 베이스에서 1장의 샘플을 선택하고, 두 번째 제약조건 분석과정에서와 같이 피부와 입술영역에 대한 칼라 특징치를 수작업으로 추출하여 Fig. 3에 나타내었다. 그림에서 (a)는 입력영상, (b)는 입 주변 영역에 대하여 계산된 CIELuv 좌표계의 uv 요소를 영상으로 표현한 것이다. (c)는 기존의 칼라변환에 의해 구성된 uv요소이고, (d)는 제안한 압축방법에 의해 구한 uv 요소이다. 제안한 방법에 의한 특징분포가 더욱 압축되었음을 알 수 있고, 압축특성은 영역 분할 과정에서 성능향상을 위한 중요한 기능을 한다.

### 3. 입술영역 분할 방법

#### 3.1 기존의 입술영역 분할 방법

Sridharan 등[15]은 R/G, SD, AI 등의 요소를 채택하였고, R/G 뿐만 아니라 R/(R+G+B), G/(R+G+B)로 계산한 (r,g)와 같은 정규화 된 색도정보를 이용하였다. 입술영역 추출성능은 (r,g)의 경우 87%, R/G

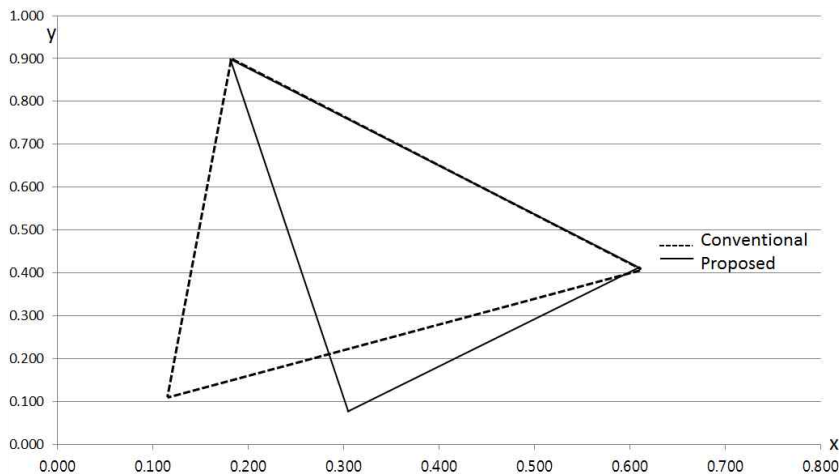


Fig. 2. The color gamut of conventional and proposed xy of CIEXYZ system.

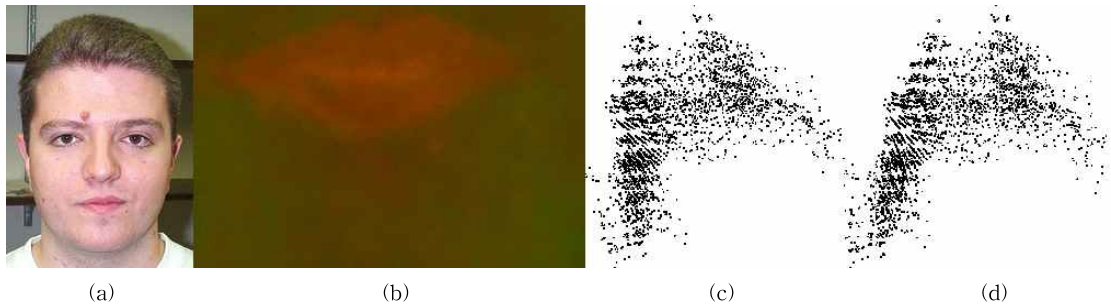


Fig. 3. Sample image and u-v chromatic distribution of modified CIELuv: (a) input image, (b) uv data of image, (c) uv with xy, (d) uv with modified xy.

의 경우 89%, SD와 AI의 경우 90%였다. R/G 데이터에 대하여 7×7 창을 겹쳐가면서 평균과 분산 값을 계산하여 보조적으로 사용하여 성능을 향상시켰다.

Liew 등[13]은 CIELab, CIELuv 등의 칼라 좌표계를 결합하여 5차원 칼라 벡터인 CIELabuv를 구성하였다. 칼라 색조(hue)를 계산하여 문턱치를 적용하고, 입술영역 추출을 위해 공간 퍼지 c평균(fuzzy c-means)방법을 적용하였다.

Rohani 등[17]은 입력영상의 얼굴이 아니거나, 얼굴 내부에서 코와 같이 입술영역이 아닌 배경정보를 배제하기 위하여 가상 색조(pseudo hue)의 개념을 사용하였다. 퍼지 영역 분할 대상인 입력영상에서 입술영역만 포함되거나, 입술 주변에 피부영역이 포함되는 경우 Liew의 결과와 같이 성능이 우수하였다. 그러나 Liew와 같은 대상영역의 확보가 어려웠기 때문에 입력영상으로부터 추출된 얼굴영역의 하단부 1/3정도를 지정하여 사용하였다. 결과적으로 성능이 저하되었고, 잘못된 입술영역을 추출하기도 하였다.

Kim[20]은 입술과 피부영역의 CIELuv 색도 분포를 분석하여, 두 영역의 구분에 효율적인 특징치인 |u-v|를 이용한 퍼지 영역 분할 방법을 제안하였다. 상기 방법들에 비하여 간단한 편이며, 전처리 또는 후처리가 필요 없는 장점이 있다.

### 3.2 제안하는 입술영역 분할 방법

칼라 입력영상으로부터 입술영역을 추출하기 위해서 식(3)을 이용하여 RGB 데이터로부터 수정된 CIEXYZ 데이터를 얻은 다음, 식(5)를 이용하여 CIEL<sub>u<sub>m</sub>v<sub>m</sub></sub>로 변환한다. 구해진 데이터에 대하여 주성분 분석(principal component analysis) 방법[21]을 데이터 집합에 대한 최적의 투영 벡터를 결정한다.

이 과정을 통하여 입술과 피부를 포함하는 2차원 특징 데이터를 최적의 1차원 특징 데이터로 변환할 수 있으며, 차원의 감소로 인하여 두 영역에 대한 구분이 더욱 용이해진다. 구해진 1차원 특징 데이터에 대하여 히스토그램을 계산하고, Otsu[22]의 문턱치 알고리즘을 이용하여 최적의 문턱치를 구하여 최종적인 영역분할을 수행한다. 제안한 방법의 전체적인 구성은 Fig. 4에 나타내었다.

## 4. 실험 결과 및 고찰

### 4.1 실험영상

본 논문에서는 California Institute of Technology에서 제공한 데이터베이스[23]를 사용하였다. 이 데이터베이스는 896×592 크기의 450장 영상이 있으며, 17명의 남자와 11명의 여자로부터 촬영한 것이다. 1명당 평균 20장 정도로 조명의 종류, 실내/실외 등의 촬영 조건의 변경이 포함되었다.

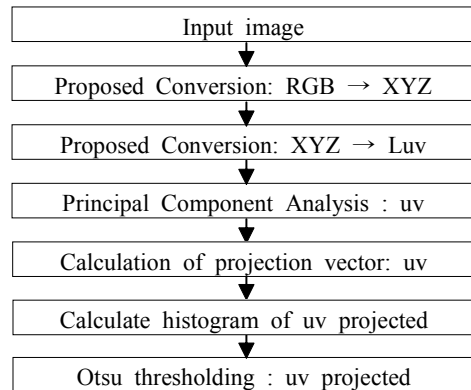


Fig. 4. Flow diagram of proposed lip segmentation method.

테스트에 사용한 영상은 1인당 2장의 칼라영상을 사용하여 54장으로 구성하였는데, 2명은 1장의 영상만 포함되어 있기 때문이다. Georgia Tech 얼굴 데이터베이스[24]로부터 50장의 영상을 추가하여 총 104장의 영상에 대하여 실험하였다. 테스트 영상의 일부를 Fig. 5에 나타내었다. 테스트 영상으로부터 얼굴 영역을 추출하기 위해서 Nilsson[25]의 방법을 이용하였다.

4.2 성능 평가 및 토론

입술영역의 추출결과는 TP(True-Positive), TN (True-Negative), FP(False-Positive)와 FN(False-Negative)의 4개 그룹으로 분류된다. 성능평가에 사용된 기준영상(ground truth image)는 Fig. 6의 (b)와 같이 미리 수작업으로 표시하여 이용하였다. TP는 입술을 제대로 추출한 경우이고, TN은 입술을 피부로 판별한 경우, FT는 피부를 입술로 판별한 경우, FN은 피부를 제대로 추출한 경우를 의미한다. 이 4개 그룹을 이용하여 제안한 입술영역 추출방법의 성능을 평가한다. 영역분할의 결과 샘플을 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 (a)는 입력영상, (b)는 기준영상, (c)는 기존의 정규화된 rg 특징[12]을 이용하여 추출

된 결과이고, (d)는 기존의 xy 특징[15]에 의한 결과, (e)는 기존의 uv 특징[13]을 사용한 경우이고 (f)는 제안한 방법에 의한 결과이다.

각각의 특징치 별로 4개 그룹의 계산된 데이터를 Table 2에 나타내었으며, 각각 Fig. 6의 (c)~(f)방식에 해당하는 특징치에 대한 결과이다.

Table 2의 rg 특징치를 이용한 결과의 평균값은 TP 78.56%, TN 21.44%, FT 8.35%, FN 91.65%의 성능을 보였다. 전체적인 결과를 보면, 제안한 방법의 성능이 각각 그룹별로 91.33%, 8.67%, 8.93%, 91.07%로 가장 우수함을 알 수 있다.

기존의 연구 결과와의 비교는 Table 3에 나타내었다. Liew 등[13]은 CIELabuv 칼라 벡터와 공간 퍼지 c평균(SFCM: spatial fuzzy c-means) 영역분할 기법을 사용하였다. Rohani 등[17]은 R/(R+G)를 특징으로 하고, Liew와 동일한 영역분할 방법을 사용하였다. Kim[20]은 |u-v|의 특징치를 사용하였고, Liew와 동일한 영역분할 방법을 적용하였다. Liew와 Rohani의 방법은 각각 전처리와 후처리 과정이 포함되어 있지만 Kim의 경우는 전후처리 과정이 없었다.

본 논문에서는 칼라 변환에 의한 특징치의 성능평가에 초점을 두므로, 각각의 전후처리 과정을 배제하



Fig. 5. Example test images: upper row from Cal, Tech and lower row from Georgia Tech.

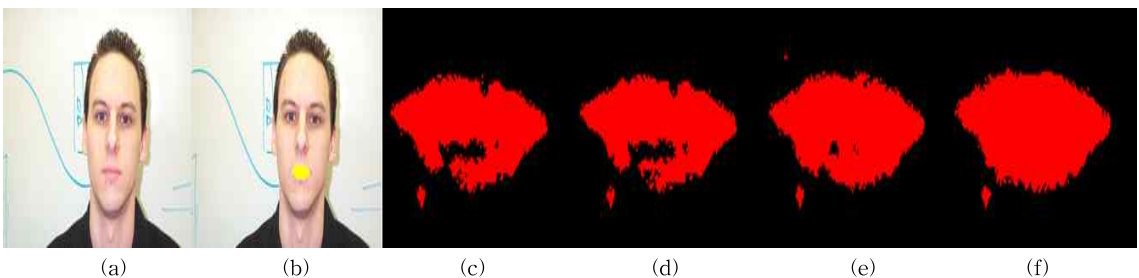


Fig. 6. 5 Examples of detection result for #50 images: (a) input image, (b) ground truth image, (c) result of rg, (d) result of xy, (e) result of uv, and (f) result of modified uv-proposed.

Table 2. Average results for the region segmentation [%]

Feature	T_P	T_N	F_P	F_N
rg	78.56	21.44	8.35	91.65
xy	71.99	28.01	14.49	85.51
uv	88.64	11.36	17.52	82.48
Proposed	91.33	8.67	8.93	91.07

Table 3. Comparison between conventional and proposed method [%]

Method	T_P	T_N	F_P	F_N
Liew's CIELabuv + SFCM	76.05	23.95	11.32	88.68
Rohani's R/(R+G) + SFCM	84.18	15.82	6.50	93.50
Kim's  u-v  + SFCM	87.25	12.75	6.36	93.64
Proposed segmentation	91.33	8.67	8.93	91.07

고, 특징치의 차이에 의한 영역분할의 성능차이를 비교하였다. 제안한 방법에 의한 칼라 특징치는 기존의 특징치에 비하여 5%~15% 정도의 성능을 개선한 것으로 보인다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 입술과 피부영역의 분할 성능 개선을 위하여 색역 압축을 통한 RGB로부터 새로운 CIEXYZ 변환을 제안하였다. 영역분할을 위해서 주 성분 분석(PCA)과 Otsu 문턱치 처리방법을 이용하였으며, 전처리와 후처리 과정이 필요하지 않는 장점이 있다. 입술영역 분할을 위한 특징치는 1차원 데이터의 형태로 구성되며, 기존의 경우보다 압축된 특성과 다루기 쉬운 형태를 가진다. 제안한 방법은 입력된 영상에 대하여 91% 정도의 추출 성능을 보였고, 약 9% 정도의 입술영역이 피부영역으로 검출되었다. 피부영역의 경우도 각각 91%와 9% 정도의 분할 성능을 보였다. 입술영역이 피부로, 또는 피부가 입술영역으로 분할되는 9%에 해당하는 부분은 향후 연구에서 개선되어야 할 것이며 제안한 방법은 개선 없이 립 리딩 시스템에 적용될 수 있다.

### REFERENCES

[1] G. Potamianos, C. Neti, J. Luetttin, and I. Matthews, "Audio-Visual Automatic Speech Recognition: An Overview," *Issues in Audio-Visual Speech Processing, Massachusetts*

*Institute of Technology Press, Massachusetts, 2004.*

[2] A.L. Yuille, P.W. Hallinan, and D.S. Cohen, "Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 8, No. 2, pp. 99-111, 1992.

[3] T.F. Cootes, C.J. Taylor, D.H. Cooper, and J. Graham, "Active Shape Models - Their Training and Application," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 61, No. 2, pp. 38-59, 1995.

[4] C. Bregler and Y. Konig, "Eigenlips for Robust Speech Recognition," *Proceeding of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 669-672, 1994.

[5] G.I. Chiou and J.N. Hwang, "Lip Reading from Color Video," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 6, No. 8, pp. 1192-1195, 1997.

[6] M. Vogt, "Fast Matching of a Dynamic Lip Model to Color Video Sequences under Regular Illumination Conditions," *North Atlantic Treaty Organization Advanced Study Institute Series F*, Vol. 150, pp. 399-407, 1996.

[7] M.U.R. Sanchez, J. Matas, and J. Kittler, "Statistical Chromaticity-based Lip Tracking with B-Splines," *Proceeding of the IEEE*

- International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 2973-2976, 1997.
- [8] D. Sanger, Y. Miyake, H. Haneishi, and N. Tsumura "Algorithm for Face Extraction Based on Lip Detection," *Journal of Imaging and Science and Technology*, Vol. 41, No. 1, pp. 71-80, 1997.
- [9] T. Wark, S. Sridharan, and V. Chandran, "An Approach to Statistical Lip Modelling for Speaker Identification via Chromatic Feature Extraction," *Proceeding of the 14th International Conference on Pattern Recognition*, Vol. 1, pp. 123-125, 1998.
- [10] T.W. Lewis and D.M.W. Powers, "Lip Feature Extraction Using Red Exclusion," *Proceeding of Pan-Sydney Workshop on Visual Information Processing*, pp. 61-67, 2001.
- [11] V. Vezhnevets, S. Soldatov, A. Degtiareva, and I.K. Park, "Automatic Extraction of Frontal Facial Features," *Proceeding of 6th Asian Conference on Computer Vision*, Vol. 2, pp. 1020-1025, 2004.
- [12] M. Wimmer and B. Radig, "Adaptive Skin Color Classifier," *Proceeding of the first International Congress for Global Science and Technology International Conference on Graphics, Vision and Image Processing GVIP-05*, Vol. 1, pp. 324-327, 2005.
- [13] A.W. Liew, S.H. Leung, and W.H. Lau, "Segmentation of Color Lip Images by Spatial Fuzzy Clustering," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 11, No. 4, pp. 542-549, 2003.
- [14] Y. Wu, R. Ma, W. Hu, T. Wang, Y. Zhang, J. Cheng, et al., "Robust Lip Localization on Multi-View Faces In Video," *Proceeding of IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 481-484, 2007.
- [15] S. Sridharan, S. Lucey, and V. Chandran, "Adaptive Mouth Segmentation Using Chromatic Features," *Pattern Recognition Letters*, Vol. 23, No. 11, pp. 1293-1302, 2002.
- [16] O. Erol, Y. Berkay, K. Harun, E. Hakan, and U. Mustafa, "Lip Segmentation Using Adaptive Color Space Training," *Proceeding of the International Conference on Auditory-Visual Speech Processing*, pp. 219-222, 2008.
- [17] R. Rohani, F. Sobhanmanesh, S. Alizadeh, and R. Boostani, "Lip Processing and Modeling based on Spatial Fuzzy Clustering in Color Images," *International Journal of Fuzzy Systems*, Vol. 13, No. 2, pp. 65-73, 2011.
- [18] J. Kim, "Extraction of Lip Region Using Chromaticity Transformation and Fuzzy Clustering," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 7, pp. 806-817, 2014.
- [19] G. Wyszecki and W.S. Stiles, *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, John Wiley & Sons, New York, 1982.
- [20] J. Kim, "Segmentation of Lip Region in Color Images by Fuzzy Clustering," *International Journal of Control, Automation and Systems*, Vol. 12, No. 3, pp. 652-661, 2014.
- [21] I.T. Jolliffe, C. Jorge, "Principal Component Analysis: a Review and Recent Developments," *Philosophical Transactions of the Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences Vol. 374, Issue 2065*, pp. 20150202, 2016.
- [22] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Grey Level Histograms," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 9, No. 1, pp. 62-66, 1979.
- [23] California Institute of Technology Face Database [http://www.vision.caltech.edu/Image\\_Datasets/faces/faces.tar](http://www.vision.caltech.edu/Image_Datasets/faces/faces.tar) (accessed Jul., 25, 2018).
- [24] Georgia Tech Face Database [http://www.anefian.com/research/face\\_reco.htm](http://www.anefian.com/research/face_reco.htm). (accessed Jul., 25, 2018).
- [25] M. Nilsson, J. Nordberg, and I. Claesson. "Face Detection Using Local SMQT Features and Split up Snow Classifier," *Proceeding of 2007 IEEE International Conference on Acoustic, Speech, and Signal Processing*, Vol. 2, pp. 589-592, 2007.





김 정 업

1986년 3월~1990년 2월 경북대  
학교 전자공학과 학사

1990년 3월~1992년 2월 경북대  
학교 대학원 전자공학과 석사

1992년 3월~2001년 2월 경북대  
학교 대학원 전자공학과 박사

1994년 6월~2001년 2월 삼성종합기술원 전문연구원

2001년 3월~2013년 2월 영산대학교 게임콘텐츠학과 부  
교수

2013년 3월~현재 영산대학교 성심교양대학 부교수

관심분야: 칼라영상처리, 컴퓨터 비전.