

# 개인식별을 위한 영상시스템 연구

◦ 심정범, 이진행, 송현교, 강민구

호남대학교 정보통신공학부

A Study on the ID Visual System

◦ Jeong-Beum Sim, Jin-Haeng Lee, Hyun-Gyo Song, and Min-Goo Kang

Dept. of Information & Communication Honam University

E-mail : kangmg@honam.honam.ac.kr

## 요약

사회구조가 복잡해질수록 보안(Security)의 확보는 점차 중요한 사회문제로 대두되고 있다. 보안의 문제에서 가장 중요한 것이 각 개인의 본인 여부를 정확하고 신속하게 판별할 수 있는 자동화된 인증(Authentication) 기술의 개발 여부라고 할 수 있다. 이를 위해 사용되는 개인식별은 신체의 일부를 이용한 지문인식, 두개골합성, 장문인식, 족적인식, 입술인식, 홍채인식, 골격인식 등 불변하는 신체의 특징을 이용하는 연구가 주도적이었다. 본 연구에서는 개인식별에 관한 총체적인 영상시스템을 위한 영상처리 자료를 정리한다.

## I. 서론

미래의 개인식별은 과거와는 달리 신체의 특징을 이용한 Biometric Security System으로 발전되어 갈 것이다. 현재 상용화 단계에 이른 지문을 비롯하여 장문, 족적, 입술, 홍채, 그리고 최근에는 정맥의 패턴을 인식하는 것까지 매우 다양화될 것이다. 본 논문은 위와 같은 개인식별들을 통합하는 전체 영상 시스템 구현을 목적으로 한다. 또한 Super-Impose는 사체의 두개골 분석을 통한 식별방법으로 사후의 식별까지 가능하도록 개발되었다.

## II. 본론

### 1. 지문(Fingerprint)인식 시스템

개인식별(Identification)에 있어서 지문영상은 19세기말 F. Galton에 의해 고유한 특성인 불변성(Immutability)과 유일성(Individuality) 밝혀진 이래 가장 확실한 개인 인증 수단으로써 인정받고 있다.

#### i) 지문의 특징점과 분류

지문영상은 크게 그림1과 같이 선 모양으로 나타나는 것으로 산맥과 같이 솟아 오른 부분을 융선(ridge)이라 하고, 반대로 융선과 융선 사이에 계곡과 같이 파인 부분을 골(valley)이란 한다.

지문영상 내에는 이러한 ridge와 valley의 단순한 흐름 외에도 여러 특징적인 형태를 가진 부분

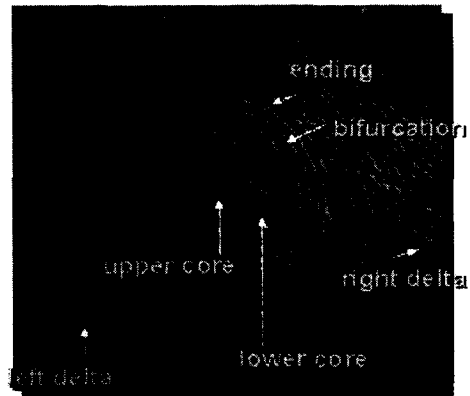


그림 1 지문의 형태적 특징

이 존재하게 되는데, 우선 융선이 부드럽게 흐르다가 끊어지거나 갈라지거나 갈라지는 점들, 그리고 이들이 복합되어 있는 형태를 들 수 있으며, 이 때 ridge가 끊어지는 점을 단점(ending point)이라 하고 갈라지는 점은 분기점(bifurcation point)이라 한다. 보통 육안 인식 시에는 단점과 분기점 외에 짧은 융선(short ridge, island), 고립(enclosure, lake), 교차(cross over)등도 특징점(minutae)으로 이용되고 있으나 자동화된 처리에서는 이들 단점과 분기점의 조합으로 구분할 수 있으므로 이를 포함하지 않는 것이 대부분이다.

이러한 특징점 외에도 대용량 데이터베이스에

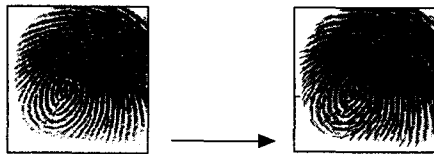
서의 검색 목적들을 위해 지문을 몇 가지 대 분류로 나누기도 한다. 이를 위해 중심점(upper core), 아래 중심점(lower core), 삼각주(left, right delta)등을 정의하여 사용하게 되며, 이들의 상관 관계로부터 지문을 그림 2와 같이 궁상문(arch), 우제상문(right delta), 좌제상문(left delta), 와상문(whorl), 변태문(transient)으로 분류하게 된다.



그림 2 좌로부터 궁상문, 우제상문, 좌제상문, 와상문

ii) 지문의 인식과정과 방향성추출 알고리즘

지문영상은 용선 영역과 곡 영역의 두 가지 물체로 구성된 무늬(texture)영상으로 일정한 크기의 부 영역에서는 용선과 곡의 흐름이 거의 평행하고 용선 사이의 거리는 일정하며 곡 영역의 명암 값 차는 매우 작다는 본질적 특성을 갖고 있다. 지문영상에 대한 방향성이란 지문영상을 구성하는 모든 화소의 국부적인 명암 값 특성을 방향성 특성으로 변환시키는 것이다.



원시지문                      방향성 추출

그림 3 방향성 추출 지문

지문영상을 일정크기의 부영역으로 나눈다음, 각부영역 내의 모든 화소에 대해 용선 방향결정용 창틀 마스크를 설정한다. 그리고 다음 수식을 적용하여 가장 작은 값을 가지게 되는 i를 부영역 대표 방향으로 결정한다.

$$S_i = \sum_{x=0}^{b-1} \sum_{y=0}^{a-1} |W(x, y) - W_i(x, y)|, i=0, 1, \dots, 7 \quad \text{식 1)}$$

여기서 X와 Y는 처리 대상 화소의 좌표이며 a와 b는 각각 부영역의 너비 및 높이이다. 즉 화소 값의 변화가 가장 작은 방향을 찾고자 한 것이며 양자화를 8단계 이상으로 늘리고자 하는 경우 마스크의 크기 및 수식을 적절히 변형함으로써 쉽게 확장될 수 있다. 부영역 및 전체 지문영상에 대한 품질 측정, 배경 분리는 창틀 마스크에서 지문 용선 방향 u와 이에 수직인 방향 v에 대해 다음과 같이 계산되는 값을 결정한다.

$$Du = \sum_{x=0}^{b-1} \sum_{y=0}^{a-1} |Wu(x, y) - Wu(x, y)| \quad \text{식 2)}$$

$$Dv = \sum_{x=0}^{b-1} \sum_{y=0}^{a-1} |Wv(x, y) - Wv(x, y)| \quad \text{식 3)}$$

표 1 용선결정 창틀 마스크

W6	W5	W4	W3	W2	
W7				W1	
W0'				W0	□
W1'				W7'	
W2'	W3'	W4'	W5'	W6'	

여기서 용선 방향에 대하여 계산한 값 Du가 크다는 것은 지문 용선이 굵기는 부분이나 기타 잡음이 많이 존재한다는 것을 의미하며, 반면에 수직 방향에 대하여 계산한 값 Dv가 크다는 것은 용선과 골간이 뚜렷하게 구별된다는 것이다.



그림 4 지문영상에 대한 예지

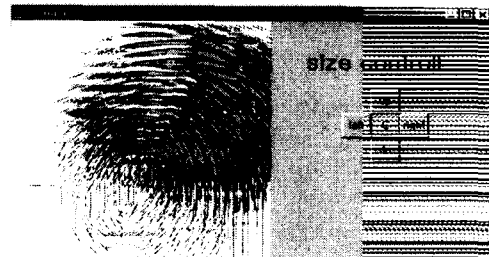


그림 5 중첩 비교된 지문영상

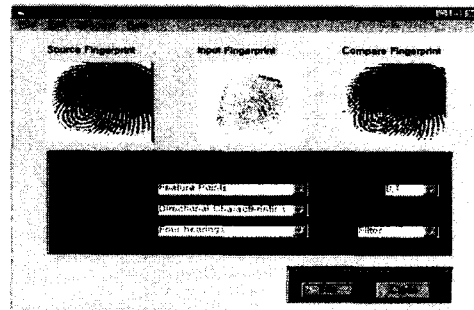


그림 6 지문인식 시스템

## 2. 슈퍼임포즈(Super Impose)

슈퍼임포즈는 물건 위에 다른 물건을 겹친다는 사전상의 용어로서 이중으로 겹치는 방법이다. 기존에는 수 작업으로 하는 임포즈가 이미 확립되어 있으나 시간이 너무 소요되는 반면 Video Impose는 상대적으로 빠르고, 보다 다양하고 자세한 정보를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 동일인이 확인된 두개골과 실제사진을 기초로 연구를 진행하고, 실제 동일인 확인이 안된 두개골을 다른 실제사람의 사진과 임포즈를 실행해서 동일인 판정시에 안면삼각법을 이용함으로써 슈퍼임포즈 개인식별능력을 향상하였다.

### i) Edge Detection

사진을 카메라로 입력받아 BMP 구조로 변환시킨다. 사진에서 얼굴삼각(양 눈 끝점, 중앙 아래 입술)으로부터 얻어진 수직, 수평각에 맞게 두개골 영상을 입력받아 두 영상은 외곽선 추출 등과 같은 여러 가지 처리기법에 의해 보다 합성하기 용이하게 변형되고, 합성기는 두개골 영상과 실제 영상을 입력받아 두 개의 영상을 각도측면에서 합성한다. 본 논문에서는 영상처리와 합성기가 컴퓨터 프로그램에 의해 이루어진다. 합성기에 의해 두개골의 영상이 실제 영상과 같은 수직각 또는 수평각에 맞게 위로 합성됨으로써 임포즈가 이루어진다. 이미지의 효율적인 인식을 위해 Smoothing, Sharpening, Emboss, Engrave, Edge Detection, Invert 등을 두었다.

Edge Detection 알고리즘은 이미지의 가장자리만을 검출하는 알고리즘으로서 인접 픽셀의 감산과 같다고 할 수 있다. 그러므로 Edge Detection은 한 픽셀에서 주변 픽셀들과의 차이 값을 구하여 그의 절대값을 취하는 방법으로 구현할 수 있다.

```

For i = sharpeny To yres - sharpeny
For j = sharpenx To xres - sharpenx
  For k = 0 To 2
    vpic(k) = abs(pic(j, i, k)-pic(j-sharpenx, i -
sharpeny, k))
    if vpic(k) < 0 then vpic(k) = 0
    if vpic(k) > 255 then vpic(k) = 255
  next k
next j, i
  
```

<그림 7>에서와 같이 입력된 사진영상의 눈 양끝(lateral cantin)과 입술의 중앙 하단점을 잇는 삼각형으로 보통 정삼각형을 이룬다. 이 삼각형에서 눈 양끝점의 기울기를 이용하여 수평각을 구하고 눈 양끝점의 중앙점과 중앙입술 하단점을 이용하여 수직각을 구할 수 있다. 이를 이용하여 입력받은 두개골 영상의 각도를 조절하여 입력받을 수 있다. 입력 받은후 동일 비율로 맞추고 사진 삼각형과 두개골 삼각형을 중첩시켜 관골점, 미근점, 전두부의 위치 등의 중첩여부로 식별하

거나 좌우 관골점, 미근점 등을 일치 시켜 삼각형으로 개인을 식별할 수 있다.

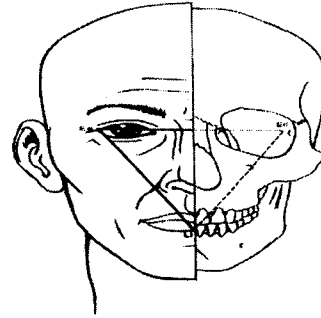


그림 7 삼각법에 의한 사진 분석  
(The facial triangle)

$$\text{수평각} = \tan^{-1}\left(\frac{\text{Ec간의 Y축차}}{\text{Ec간의 X축차}}\right) \quad \text{식4)}$$

$$\text{수직각} = \tan^{-1}\left(\frac{\text{CEc와 Li의 X좌표차}}{\text{CEc와 Li의 Y좌표차}}\right) \quad \text{식5)}$$

※ CEc : Ec간의 중간 좌표

### ii) 3차원 영상 이용

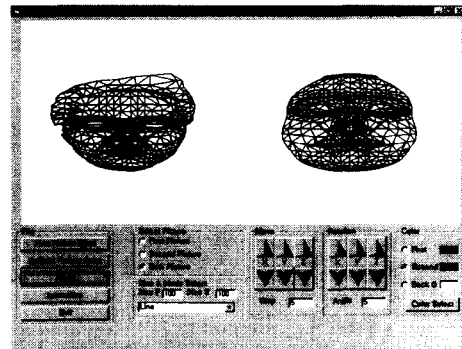


그림 8 3D facial triangle

2차원의 영상에서 영상을 보정하는 것은 한계가 있다. 2차원 영상에서 첫 번째 영상에서 수평각과 수직각을 얻어 이 각을 이용하여 두 번째 영상을 입력받는다. 하지만 2차원 영상과 달리 3차원 영상은 깊이를 나타낼 수 있으므로 어떤 각도에서 받아들이든 상관없이 보다 좋은 보정이 가능하다. 얼굴영상을 임포즈에 사용한 특징점을 중심으로 3차원 영상으로 렌더링하여 3차원 영상을 구성하였다. 2차원 영상에서와 같이 facial triangle을 이용하여 임포즈를 할 수 있다. 3차원 영상에서는 facial triangle을 이용하여 수평각(X축에 대해), 수직각(Y축에 대해), 깊이각(Z축에 대해)에 대한 값을 계산하여 입력되어진 영상을

보정하여 증첩시킬 수 있다. 수평각과 수직각은 2차원 영상에서 계산되었던 식과 같고 깊이각은 같은 다음과 같이 계산되어진다.

$$\text{깊이각} = \tan^{-1} \left( \frac{\text{기준 } Ec \text{ 와 } Li \text{의 } Z \text{좌표차}}{\text{기준 } Ec \text{ 와 } Li \text{의 } X \text{좌표차}} \right) \quad \text{---(3식)}$$

구해진 수평각, 수직각, 깊이각을 두개골영상의 수직과, 수평각, 깊이각, 거리등을 같은 비율로 조정하여 임포즈를 시행한다.

3차원 영상을 회전, 이동, 축소, 확대 등의 기능을 이용하여 좌우관촬점, 미근점 일치정도, facial triangle의 일치정도, 그 거리값, 깊이값 및 다른 측정부위의 위치를 비교하여 동일인 여부를 판정한다.



그림 9 전체모드 임포즈

### 3.홍채인식

인간 눈의 망막 혈관 분포패턴과 홍채(눈동자 주변의 조리개)에 분포한 무늬모양은 그 정맥패턴이 복잡해 개인마다 다르다. 인식을 위해 눈을 카메라렌즈에 바짝 붙여야 하므로 사용자 편의성 면에서 대중화에 어려운 단점이 있지만 성능 면에서 FAR가 매우 낮은 장점이 있다.

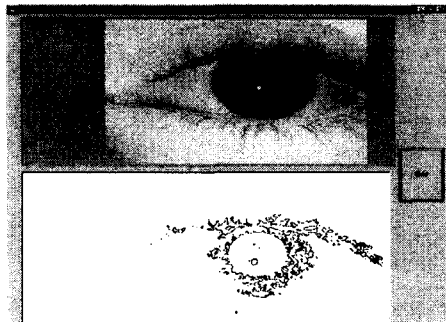


그림 10 홍채의 에지 검출

홍채는 지문과 마찬가지로 2세대 한번 형성되면 변하지 않고 제각각 다르다는 특징에서 출발한 것이다. 이 역시 홍채의 영상을 CCD카메라로 읽어들이고 파형 그래프로 변화시킨 후 이를 다시 디지털 신호로 변환, 코드화해 저장시킨다. 저

장된 홍채영상의 에지를 검출하여 특징점을 비교 검증하여 본인여부를 판단한다.

### 4 장문(Palm print)인식

손바닥의 형상을 이용한 장문은 지구부, 관절부, 중간부, 기저부 등이 갖는 특징과 지문과 같이 장문 안의 융선과 골의 흐름 추출하여 잡음을 최소화시키는 필터링을 한다. 선명하게 추출된 지문 영상을 에지 처리 한 후 분석한다.

i) 장문의 구역별 분류

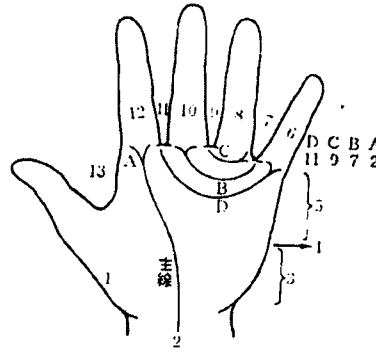


그림 11 Hand formula 수식의 예

- 1.무지구부
- 2.완관절부
- 3.4.5 수장척골편을 2등분하고 근위측의 반분을 3이라 하고, 중앙을 4, 원위측을 5라 한다. 5를 다시 2등분해서 5', 5"라 한다.
- 6.소지기저부
- 7.소지와 환지의 중간부
- 8.환지기저부
- 9.환지와 중지의 중간부
- 10.중지와 시지의 중간부
- 12.시지기저부
- 13.시지와 무지의 중간부

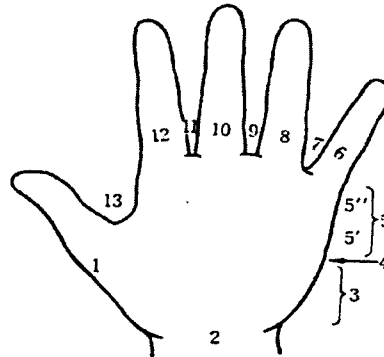


그림 12 장문의 구역 분류

ii) 수지삼 선 Digital Triradii

수식 중에 Wilder 는 흑인에서 많이 보이는 7, 5, 5, 5를 흑인형 수식 negro formula 이라 부르고, 백인에서 많이 보는 11, 9, 7, 2 혹은 11, 9, 7, 5를 백인형 수식 white formula 이라 부른다. 주선은 항상 4선으로 모두 존재한다고는 할 수 없다. 어떤 주선이 결여될 때는 이것을 0으로 표시하고, 또 주선이 발육불량인 때는 그것을 ×로 표시한다

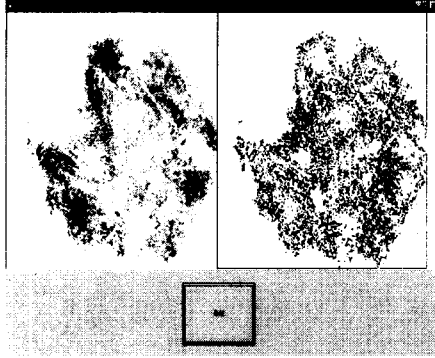


그림 13 장문의 에지 검출

5. 족문 (Foot Print)

족문의 경우도 지문과 장문의 경우처럼 특징선, 모양, 그리고 에지를 검출하여 분석 검증용 거치며 식별이 가능하게 된다. 그러나 이 시스템의 경우 사용자가 느낄 수 있는 거부감을 고려하여야 하는 단점이 있다.

i) 족문의 분류

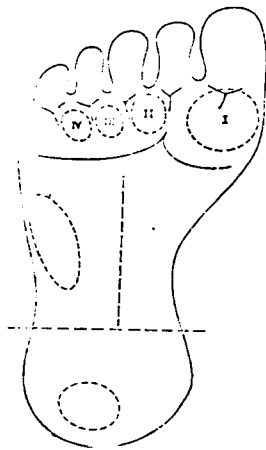


그림 14 족문의 구역별 분류

(1) 무지구문 Ball 패턴

대다수의 무지구에는 문리가 있다. 이것은 다음의 W, A, B, C로 구별한다.

- W: 와상문으로 delta가 3개 있다. 용선은 중심을 동심원상으로 주행한다.
- A: 원위측의 delta가 결손된 문리로 제상을 하지 않고 있다.
- B: 경측의 delta가 결손된 것이며 용선은 제상으로 경측으로 주행한다.
- C: 비측의 delta가 결손된 것이며, 용선은 제상으로 비측으로 주행한다. 기타 중심이 없고 문리하고 할 수 없는 것을 0으로 하여 구분한다.

(2) 시간문 Figura Tactilis Interdigitalis (II, III, IV) 제 2~5지의 기부에는 원칙으로 delta가 있으며, 이것에 의하여 도 13-16과 같이 3구역으로 나눈 II, III, IV의 구역번호를 붙인다. 여기에 나타나는 문리에는 다음과 같은 패턴이 있다.

- U: 제상문 (원위측에 퍼져 나간다)
  - ∩: 제상문 (근위측에 퍼져 나간다)
  - W: 와상문
  - O: 문리가 결손되고, 용선이 한쪽에서 다른 쪽으로 흘러가는 것.
- 형질의 기재는 II, III, IV의 순으로 한다.

(3) Delta Lower Delta

시간부의 근위측에 때때로 Delta가 출현되기 때문에, 이 수를 세어서 1개이면 D, 2개면 dd라 기재한다. 존재치 않은 경우는 아무 것도 기재치 않는다.

(4) 소지구 Hypothenar 패턴(비측문 fibular 패턴) 소지의 근위측에 때때로 출현하는 문리이며, 경측을 향해 퍼져나간 제상문으로서 2개 존재하는 경우도 있다. 존재하는 경우는 H로 표시한다.

(5) 종문 Calcar 패턴

종부에 드물게 나타나는 문리이며, 대부분이 경측으로 퍼져나간 제문이다. 족문의 기재는 무지구문-시간문-delta-소지구문-종문의 순으로 한다.

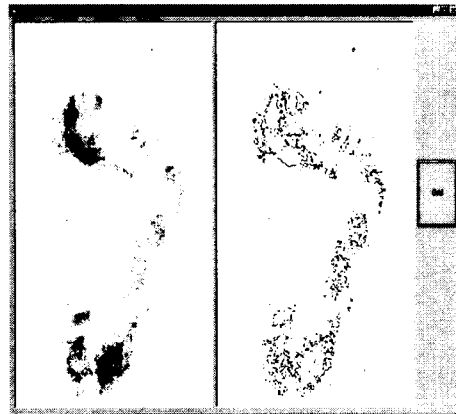


그림 15 족문의 에지 검출

## 6 입술인식 (구순 : Lip Print)

입술도 주름의 선이 오랜 시간이 지나도 개인 각각이 변하지 않는다는 특징이 있다. 입술의 형태, 크기, 주름의 방향, 주름의 형태, 주름선의 분기점 등을 이용한 식별 또한 에지 영상처리를 이용하여 비교하게 된다.

### i) 입술영상의 분류



그림 16 구순문의 분류 a)

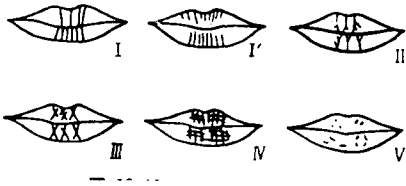


그림 17 구순문의 분류 b)

사람 입술에는 주름, 균열 또는 구, 즉 구순구 sulci labiorum rubrorum 등으로 문리가 형성되는데 이것을 구순문 figura linearum labiorum rubrorum 즉 lip print라고 한다. 구의 형태에 따라 6형으로 분류하고 이를 기초로 하여 치식에서 보는 정중선과 수평선으로 4구분하여 개인의 패턴을 표시한다

I形: 구순구가 직선상이며 구순적연부 전체에서 보는 것

I'形: 구순구가 직선이나 도중에 소실된 것

II形: 구순구가 도중에서 분지된 것

III形: 구순구가 교차된 것

IV形: 구순구가 망상을 보이는 것

V形: I형에서 IV형까지의 어느 것에도 해당되지 않는 것으로 형태 식별이 불가능한 것

현재까지의 연구의 결과로는 구순문은 만인이 부동일 가능성이 많으며 일란성쌍생아 49조의 구순문을 lqry한 결과 쌍생아간의 구순문은 같은 경향이 있으나 완전히 일치되는 것은 아니라는 것이다. 또 구순문을 1개월 간격으로 3년간 계속 채취하여 검사하여도 그 패턴에는 변화가 없었다는 것이다. 즉 구순문은 불변이며 금후의 연구에 따라서는 지문과 같이 개인식별, 친생자감별 등에 활용될 가치라 있는 것으로 본다.

### III.결 론

본 논문의 개인식별(Identification)의 여섯 가지 방법에 대해 영상처리기법과 에지 처리를 응

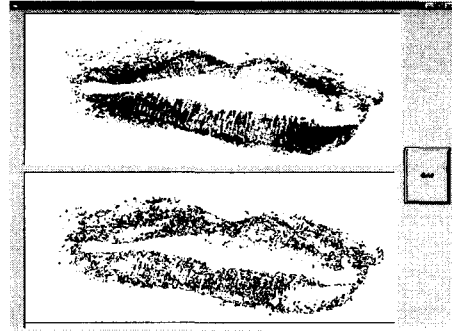


그림 18 구순의 에지 검출

용하여 분석하였다. 지문은 방향성(Direction)의 특징성을 분석하였으며, Super-Impose는 두개골 합성과 중첩으로 감정여부를 판별하는 분석을 하였다. 위 두 방법의 감정 결과는 매우 높은 인식을 할 수 있는 것으로 판명되었다.

개인식별(Identification)의 다른 신체 특징인 홍채, 장문, 족적, 입술인식의 경우도 그 불변성이 명확히 증명된다면 본 논문의 에지를 통한 영상처리와 특징점을 비교하는 방법으로 개인의 식별에 문제가 없음을 알 수 있었다.

추후 연구과제로 통합 개인식별 영상시스템의 자료 보안과 데이터베이스 구축이 선행되어야 하겠고, 본 논문의 경우 잡음처리의 문제를 크게 고려하지 않았지만 보다 다양한 영상 처리를 응용한다면 크게 문제가 없을 것이다..

### 참고문헌

- [1] 박윤신 '적용적 영상개선을 위한 지문영상의 방향적 특성과 화질의 관계분석' 韓國通信學會論文集. VOL.23. NO4호. April.1998
- [2] 임인식 '특징점과 특징벡터를 이용한 지문 분류' 연세대학교 석사학위 논문. June.1988
- [3] 김 현. RSTI불변 지문 특징량 추출 및 인식과 응용. 인하대학교 석사학위논문. 1998
- [4] 김하진. 강민구. 최종훈. 김중열. "컴퓨터 시각 체계를 이용한 영상 중첩법에 의한 개인 식별" 대한구강내과학회지.21권.1호. 1996.11.1
- [5] 이진행. 윤상옥. 송현교. 강민구. "두개골 사진 분석에 의한 수퍼 임포즈 영상시스템의 성능 향상 연구" 정보처리학회 98추계 학술발표 논문 제5권 2호 1998. 10. 16
- [6] Richard P. Helmer : Forensic analysis of the skull(Craniofacial analysis, Reconstruction, and Identification), WILEY-LISS, 1993