
자동 개인식별을 위한 안면삼각법과 히스토그램분석

이진행*, 송현교*, 강민구*

Facial Triangle and Histogram Analysis for Automatic Super-impose Individual Recognition

Jin-Haeng Lee*, Hyun-Gyo Song*, Min-Goo Kang*

요 약

본 연구는 스캐너로 입력한 사진을 법의학술을 응용한 안면삼각법(facial triangle)과 사진분석법을 이용하여 수직각, 수평각 등을 측정한 각도에서 CCD 카메라로 두개골 영상을 입력받아 중첩시키기 위한 슈퍼임포즈 개인식별 영상시스템의 성능향상과 다양한 영상처리 응용 프로그램을 활용함으로써 자동식별을 위한 개인식별 능력을 향상하였다.

Abstract

In this progressed super-impose individual recognition system, the photograph of a skull was caught by CCD-camcorder with the MPEG, and an ante-mortem photograph was read by scanner. These two images were processed and superimposed using horizontal angle and vertical angle of face using the forensic dental medicine theory.

The enhancement of super-impose individual recognition by anatomical references was performed on the two superimposed images of the same angle using the facial triangle and histogram analysis scheme.

I. 서 론

사회가 다양해짐에 따라 사건사고의 기하급수적

인 증가와 사건내용의 파괴적인 양상에 따라 개인식별은 사건해결에 중요한 문제가 되고 있다.

임포즈는 물건 위에 다른 물건을 겹친다는 사

* 호남대학교 정보통신공학부

접수일자 : 1999년 2월 13일

전상의 용어로서 이중으로 겹치는 방법이다. 두개골과 생전의 사진을 양화 또는 음화의 사진으로 중첩하는 기존의 임포즈가 이미 확립되어 있으나 [3] 많은 시간과 복잡한 과정이 요구되는 문제점을 가지고 있어서 임포즈하여 개인식별한 결과를 얻기까지 불편함을 가지고 있다.

본 연구에서는 기존 수동작업이 아닌 자동식별을 위해 법의학에서 인정되는 안면삼각법과 히스토그램 분석을 이용함으로써 보다 체계적인 슈퍼임포즈 영상시스템의 개인식별 능력을 향상하고자 한다.

II. 슈퍼임포즈를 위한 이론적 배경

2-1. 영상처리 알고리즘과 슈퍼임포즈 구현

본 논문의 프로그램은 영상을 컴퓨터 화면상에서 보여주고 다양한 기법에 의해 화면상의 영상이 처리되기도 하고, 처리된 두개골 영상과 실제 영상을 수직각이나 수평각에 맞게 임포즈 시키는 기능을 하게 된다.

1) 이미지 처리

본 프로그램에서는 이미지의 효율적인 인식을 위해 Smoothing, Sharpening, Emboss, Engrave, Edge Detection, Invert 등을 두었다.

가. Edge Detection

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 절대 값을 취하는 방법으로 구현할 수 있다.

2) 안면삼각(The facial triangle)

법의학적으로 그림 1에서와 같이 사진영상의 눈 양끝(lateral cantin)과 입술의 중앙 하단점을 잇는 삼각형(Ec-Li-Ec)으로 보통 정삼각형을 이룬다.[3]

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

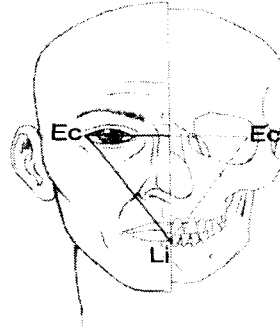


그림 1. The facial triangle

※ Ec(Ectoconchion) : 안와(眼窩)의 가장 옆 지점

Li(Labiale inferius) : 아랫입술의 중간지점

두개골 삼각형을 중첩시켜 관골점, 미근점, 전두부의 위치 등의 중첩여부로 식별하거나 좌우 관골점, 미근점 등을 일치 시켜 삼각형으로 개인을 식별할 수 있다.

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

$$\text{수직각} = \tan^{-1}\left(\frac{\text{CEc 와 Li의 X좌표차}}{\text{CEc 와 Li의 Y좌표차}}\right) \dots\dots\dots(2\text{식})$$

※ CEc : Ec간의 중간 좌표

3) 3차원 영상 이용

2차원의 영상에서 영상을 보정하는 것은 한계가 있다. 2차원 영상에서 첫 번째 영상에서 수평각과 수직각을 얻어 이 각을 이용하여 두 번째 영상을 입력 받는다.

하지만 2차원 영상과 달리 3차원 영상은 깊이를 나타낼수 있으므로 어떤 각도에서 받아들인 상관 없이 보다 좋은 보정이 가능하다.

얼굴영상을 임포즈에 사용한 특징점을 중심으로 3차원 영상으로 렌더링하여 3차원 영상을 구성하였다. 2차원 영상에서와 같이 안면삼각(facial triangle)을 이용하여 임포즈를 할 수 있다.

3차원 영상에서는 안면삼각(facial triangle)을 이용하여 수평각(X축에 대해), 수직각(Y축에 대해), 깊이각(Z축에 대해)에 대한 값을 계산하여 입력되어진 영상을 보정하여 중첩시킬 수 있다. 수평각과 수직각은 2차원 영상에서 계산되었던 식과 같고

깊이각은 같은 다음과 같이 계산되어진다.

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

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

3차원 영상을 회전, 이동, 축소, 확대등의 기능을 이용하여 좌우관좌점, 미근점 일치정도, 안면삼각(facial triangle)의 일치정도, 그 거리값, 깊이값 및 다른 측정부위의 위치를 비교하여 동일인 여부를 판정한다.

4) 3차원 영상의 기하학적 변화

3차원 영상의 모델은 3차원 점과 면만으로 구성 되어 있다. 3차원 데이터를 이루고 있는 면은 점들의 집합으로 나타낼 수 있다.

즉 3차원 데이터의 점들의 좌표를 변경하는 것으로 3차원 영상을 변경 할 수 있다.

- ① 기하학적 이동 : 공간좌표 (X,Y,Z)에 위치한 한 개의 픽셀을 변화 (X0,Y0,Z0)만큼 이동시키는 매트릭스는 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} X^* \\ Y^* \\ Z^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_0 \\ 0 & 1 & 0 & Y_0 \\ 0 & 0 & 1 & Z_0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (4\text{식})$$

※ (X*,Y*,Z*) 이동하여 얻은 좌표

- ② 회전 행렬들

• Z축 회전

$$R_\theta = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5\text{식})$$

• X축 회전

$$R_\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (6\text{식})$$

• Y축 회전

$$R_\beta = \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (7\text{식})$$

- ③ 확대, 축소 : 확대, 축소는 확대 축소하고자 하는 방향으로 그 값만큼 증가 시켜주면 된다. X축 방향으로 2배 확대하는 행렬은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} X^* \\ Y^* \\ Z^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (8\text{식})$$

- ④ 3차원 영상의 2 차원 투영

입력된 두개골이나 사진을 윤곽선 영상처리 하여 추출된 윤곽과 3차원 기본 모델을 비교 하기 위해서는 3차원 기본 모델을 2차원 영상으로 투영하였다. 3차원 기본 모델의 점들을 시각 좌표계로 변경하여 투영하기 편리하게 하였다. 시각좌표계로 된 3차원 데이터는 Z값을 무시하면 바로 투영된 2차원 영상을 얻을 수 있다.

5) 3차원 영상의 생성

기본 3차원으로 모델링된 3차원 영상을 투영하여 영상변환한 2차원 영상과 새로 입력된 2차원 영상에 윤곽선처리를 한 영상에 대해 사용자로부터 동일 지점을 입력받아 기본적으로 모델링된 3차원 영상에서의 지점과 동일 지점이라고 지정된 점과의 변화량을 계산하여 3차원 기본 영상을 변경하여 재생성 한다.

- 6) 스펙트럼을 통한 자동 임포즈

생전의 영상과 두개골영상을 스펙트럼분석 하여 눈 영역과 코 영역을 자동으로 인식하여 두개의 영역을 일치시킬 수 있다.

영상에 따라 다르겠지만 생전사진의 영상을 가로방향으로 스펙트럼을 하면 눈 영역을 찾을 수 있고, 찾아진 눈을 중심으로 코와 이영역을 찾아

찾아진 영역만을 세로방향으로 히스토그램 하면 거의 정확한 위치를 알아낼 수 있다.

두개골도 거의 비슷하지만 두개골의 상태에 따라 다르다. 즉 두개골에 이물질이 제거한 후 가로 방향으로 히스토그램을 해야 만이 정확한 파형을 알 수 있다. 스펙트럼을 통해 두개의 영상을 자동으로 중첩시키기 위해서는 다음과 같은 전제 조건이 있다.

첫째로 입력되는 영상이 거의 수평에 가까워야 한다는 것이다. 다시 말해서 눈의 위치가 동일한 수평에 있어야만 히스토그램을 하였을 경우 영역을 찾아낼 수 있다.



그림 2. 얼굴 영상과 히스토그램

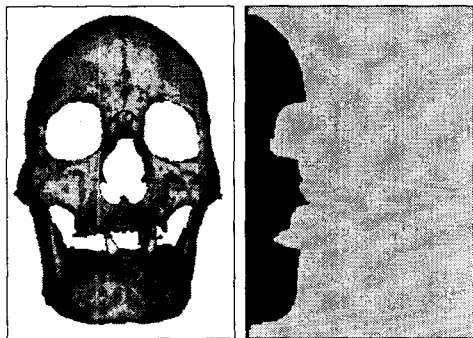


그림 3. 두개골 영상과 히스토그램

둘째로 외부의 영향이 없어야 한다. 즉 배경화면의 변화가 심하지 않아야만 한다는 것이다. 배경화면이 복잡하거나 색의 변화가 많으면 원하지 않는 부분을 인식하기 때문이다.

사람을 히스토그램을 할 경우 그림 2와 같이 일

정한 패턴이 나오는데 이 패턴으로 눈 영역을 을 찾아 낼 수 있다. 두개골도 일정한 패턴이 그림 3에서와 같이 나타난다.

이런 일정한 패턴을 이용하여 입력된 영상들의 눈 영역을 자동으로 인식하여 눈 영역을 자동으로 임포즈 함으로써 더욱 향상될 수 있다. 그림 4는 눈 영역을 식별하는 화면이다.

같은 방법으로 눈 영역과 입 영역에서 기준점을 찾고, 삼각추정점을 연결하여 얼굴 영상을 중첩하는 슈퍼임포즈를 자동으로 실현할 수 있도록 한다.

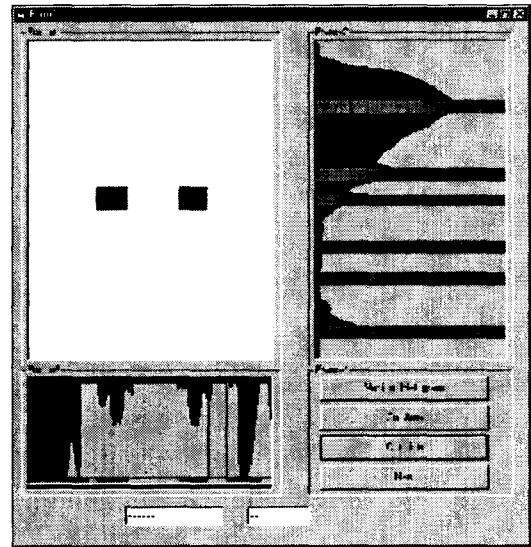


그림 4. 스펙트럼을 이용한 눈 영역 인식

7) 법의학의 동일한 판정기준점

법의학에서는 여러 가지 동일한 판정 기준점을 가지고 판단한다. 일반인들이 보아서 판단하기 힘든 기준점이 많아 본 논문에서는 다음과 같은 점을 법의학자에 의해 입력받아 기준점들의 오차 정도를 법의학자에게 보여줌으로써 동일인 여부를 법의학자에 의해 판단된다. 동일인에 대한 판단은 인명에 관한 문제이기 때문에 일반인으로써는 판단을 할 수 없는 사항이기 때문에 법의학자에 의해 판단되어진다. 다음의 기준점들은 여러 동일인 여부 판단 기준점 중 대표적인 기준점들이다.

가. 좌우 관골점

나. 안와의 사연, 하연 :

- 최우 안와의 최상연과 하연점을 연결한 선을 3 등분했을 때 안구의 위치
- 다. 하악각
- 라. 두개골의 외연
- 마. 하악정중결합 최하연
- 바. 치아의 위치 및 크기

Ⅲ. 개인식별 감정응용

3-1. 슈퍼임포즈 영상시스템의 영상처리 방법

1) 두개골과 생전사진의 영상입력법

두개골을 생전의 얼굴사진에서 얻어진 수직각과 수평각에 맞게 고정하여 스크린 상에 1/2크기로 디지털 카메라로 입력한다.

2) 본 연구의 목적인 컴퓨터 영상처리기법(Image Processing)에 의한 응용 프로그램을 제작하여 각도의 측면에서 임포즈를 하여 동일인 판정을 한다.

3) 실제 응용성여부를 위해 신원 미상의 두개골을 비디오카메라로 촬영하여 프로그램에 입력하여 비교하였다.

4) 히스토그램과 안면 삼각법

본 연구에서는 기존의 감정가의 노하우에 의한 동일인 여부를 식별하는 임포즈 방법을 향상시키기 위한 방법으로 히스토그램과 범의학을 응용한 안면 삼각법을 이용하여 동일인 여부를 판정하였다.

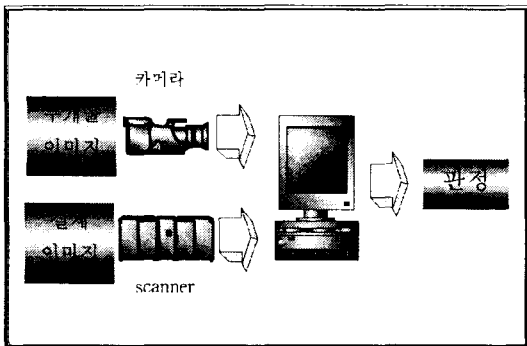


그림 5. 실험장치 구성

사진을 카메라로 입력받아 BMP 구조로 변환시킨다. 사진에서 얼굴삼각(양 눈끝점, 중앙 아래 입술)으로부터 얻어진 수직, 수평각에 맞게 두개골 영상을 입력받아 두 영상은 외곽선 추출등과 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.

3-2. 감정응용과 감정사례

제한한 방법으로 생전 사진을 카메라로 입력시키고, 신원미상의 두개골을 생전의 사진과 같은 수직, 수평각도에서 비디오 카메라로 촬영해서 컴퓨터에 입력시킨 후, 응용 프로그램 상에서 영상처리, 임포즈하여 완전히 일치된 개인식별 결과를 보여준다.

받아들인 영상을 본 논문에서 구현한 개인식별 영상 알고리즘으로 영상처리 하였으며, 아래 그림들은 삼각추정법(facial triangle)를 이용하여 개인식별을 감정하는 화면이다.

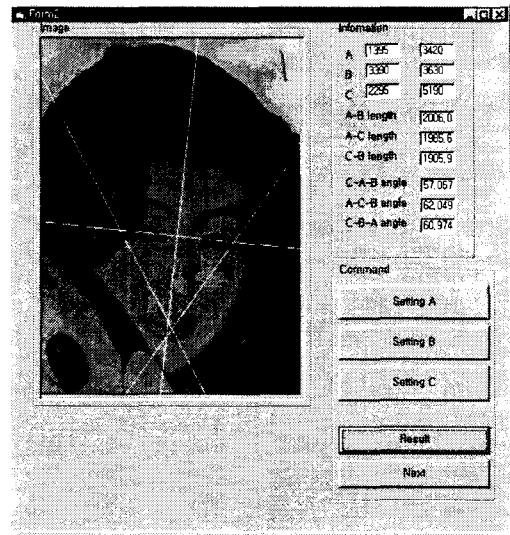


그림 6. The facial triangle의 각도 측정

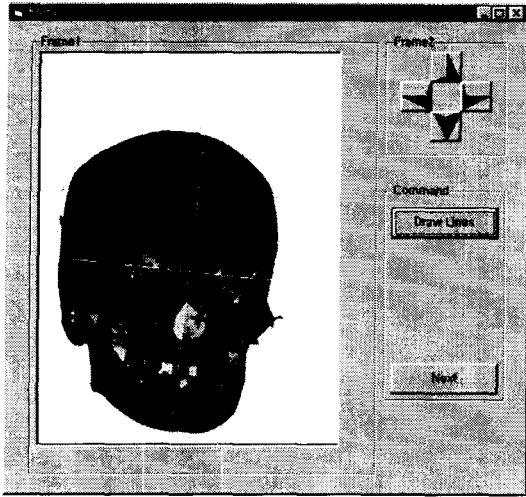


그림 7. 각도에 맞는 두개골 영상의 입력

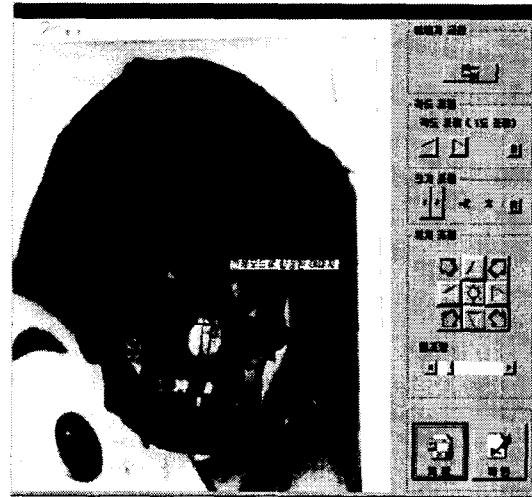


그림 8. 영상의 중점

그림 8에 대한 영상은 좌우관골점과 수평각과 수직각을 일치시킨 후 미근점을 비교한 값이 표 1과 같다. 그림 8은 여러 특징점이 일치되지 않으므로 동일인이라 볼 수 없다.

표 1. 좌우관골점 기준의 미근점 측정값 비교

측정점	두개골	실제값	차이값
좌우관골	220	220	0
수평각	-6.009	-6.009	0
수직각	+3.351	+3.351	0
미근점	231	221	10

표 2는 또 다른 영상에 대한 좌우관골, 수평각, 수직각, 미근점을 일치시킨 후 미근점에 대한 비교 결과이며 또한 일치하지 않으므로 동일인이라 볼 수 없다. 최종적인 판단은 법의학자에 의해 판단되어진다.

표 2. 좌우관골점 기준의 미근점 측정값 비교

측정점	두개골	실제값	차이값
좌우관골	297	297	0
수평각	+0.342	+0.342	0
수직각	+0.563	+0.563	0
미근점	289	231	58

IV. 결 론

본 논문에서는 두개골 사진과 생전 사진의 수평각과 수직각을 이용한 임포즈는 기존의 감정가의 임의적 입력된 영상을 이용한 임포즈보다 입력시 오차를 줄임으로써 성능을 향상하였다.

두개골과 생전사진을 영상처리하는 Smoothing, Sharpering, Emboss 등과 같은 영상처리기법을 구현함으로써 최적의 영상을 얻을 수 있다.

또한 히스토그램을 통해 눈 영역을 찾아 자동 임포즈 함으로써 기존의 수작업으로 행하던 과정에 자동 슈퍼임포즈 과정을 포함시킬 수 있다.

따라서 기존의 임포즈 기법에서 중요한 부분을 차지했던 두개골에 대한 사진 촬영 및 인물사진과 동일 비율로의 인화과정을 단순화하고, 다양한 영상처리기법과 각도를 이용하여 두 영상 각도를 일치 시켜 개인식별 감정실무에 적용할 수 있고, 보다 정확한 개인식별을 할 수 있을 것이다.

절반모드와 전체모드로 임포즈 시행해 본 결과 기존의 수작업으로 판정했을 때와 똑같은 결과를 얻을 수 있으며 보다 빠르고 정확한 수치에 입각한 감정을 할 수 있다.

향후에는 개인식별 판정기준의 자동화, 임포즈 완전자동식별, 두개골의 복안 (Facial Reconstruction)을 위한 3차원 사진 분석 등의 연구가 진행되어야 할

것이다.

참고문헌

[1] A.Smith D. et al.:The reliability of skull/photo-graph superimposition in individual identification, Journal of Forensic Science, 39, 446-445, 1994.
 [2] Austin-Smith, D., Maples, W. R., "The reliability of skull photograph superimposition in individual identification", Journal of Forensic Science, 39, 446-445, 1994
 [3] Yoshino, M. et al: A new video superimposition system using 3-dimensional measurement apparatus for facial photographic identification, National Research Institute of Police Science, 48(4);149-158, 1995.
 [4] Richard P. Helmer, "FORENSIC ANALYSIS OF THE SKULL", WILEY-LISS, 1993
 [5] 김하진, 강민구, 최중훈, 김종열 "컴퓨터 시각 체계를 이용한 영상 중첩법에 의한 개인식별", 대한구강내과학회지, 21권, 1호, 1996.11.1
 [6] 송현교, 윤상옥, 김하진, 김종열, 강민구, "Superimpose 개인식별 영상시스템의 감정사례연구", 대한의료정보학회 제4권 제1호, June, 1998.
 [7] 이진행, 윤상옥, 송현교, 강민구, "두개골 사진 분석에 의한 수퍼임포즈 영상시스템의 성능향상 연구", '99 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집 제5권 제2호, 1998.10

[8] 윤상옥, 이진행, 강민구, "삼각추정법에 의한 개인식별 영상시스템 연구", '99 대한전자공학회 광주.전남 제16회 학술발표회 논문집, 1998.11

<본 연구는 국립과학수사연구소의 자료협조에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.>



강 민 구 (Min Goo-Kang)
 1964년 2월 20일생
 1986년 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1989년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1994년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1994년-현재 호남대학교 정보통신공학과 조교수
 1997년 8월~1998년 2월 오사카 대학 통신공학과 Post Doc.



송 현 교 (Hyun-Gyo Song)
 1973년 9월 26일생
 1996년 호남대학교 정보통신공학과(공학사)
 1997년~현재 호남대학교 정보통신공학과(석사과정)