

## 픽셀 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거

김 강\*, 이건의\*\*

### Pseudo Feature Point Removal using Pixel Connectivity Tracing

Kang Kim\*, Keon-ik Lee\*\*

#### 요 약

본 논문에서는 픽셀 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거에 관하여 연구하였다. 특징점을 추출하는 방법에는 교차수를 이용한 방법이 있다. 그러나 교차수를 이용한 방법에서는 의사 특징점이 많이 추출된다. 교차수를 이용한 방법에서 잘못 추출된 특징점들을 제거하기 위하여 단점과 분기점 주위에 있는 8개 픽셀을 추적하여 조건을 만족하는 경우 실제 특징점으로 추출하고 조건을 만족하지 않는 경우 의사 특징점이므로 제거하였다. 성능 평가를 위하여 교차수를 이용한 방법과 픽셀 연결성 추적을 이용하여 추출된 실제 특징점을 비교하였으며, 실험결과 픽셀 연결성 추적을 이용하여 궁상문형, 외상문형, 제상문형에 대하여 의사특징점이 각각 47%, 40%, 30% 제거되었음을 알 수 있었다.

▶ Keyword : 방향, 연결성, 의사 특징점

#### Abstract

In this paper, using pixel connectivity tracking feature to remove a doctor has been studied. Feature extraction method is a method using the crossing. However, by crossing a lot of feature extraction method sis a doctor. Extracted using the method of crossing the wrong feature to remove them from the downside and the eight pixels around the fork to trace if it satisfies the conditions in the actual feature extraction and feature conditions are not satisfied because the doctor was removed. To evaluate the performance using crossing methods and extracted using pixel connectivity trace was compared to the actual feature, the experimental results

• 제1저자 : 김 강 • 교신저자 : 이건의

• 투고일 : 2011. 04. 20, 심사일 : 2011. 05. 24, 게재확정일 : 2011. 06. 01.

\* 강원관광대학 관광정보처리과(Dept. of Tourism Information Processing, Kangwon Tourism University)

\*\* 강원대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Science, Kangwon University)

※ 이 논문은 2010 동계 학술대회 우수논문으로 선정된 논문입니다.

using pixel connectivity trace arcuate sentence, croissants sentence, sentence the defrost feature on your doctor about47%, respectively, 40%, 30%were found to remove.

▶ Keyword : Direction, Connectivity, Pseudo Feature Point

## I. 서론

개인정보에 대한 보안과 효율적인 관리를 위해 개인 식별 과정에 생체 정보를 이용하는 사례가 급증하고 있다. 다양한 생체 정보 중에서도 지문은 개개인마다 독특한 형태를 가지고, 세월의 흐름에 대해 불변하며, 데이터의 취득이 용이하다는 장점이 있어 가장 많이 사용된다.

지문 인식은 크게 특징점 기반의 방법과 영상 기반의 방법으로 나뉜다. 전자는 입력 지문과 사용자가 등록된 DB 상의 지문에서 추출한 특징점을, 후자는 영상의 밝기 정보를 이용하여 추출한 특징을 이용하여 정합을 수행한다. 이 중 특징점 기반의 방법은 영상 기반의 방법에 비해 특징의 정의가 쉽고 효율적인 관리가 용이하여 대부분의 지문 시스템에서 사용한다.

일반적인 자동 지문 인식 시스템에서 특징점에 기반을 둔 인식 시스템의 특징 추출 과정은 다음과 같다.

지문으로부터 잡음 제거를 위한 전처리 과정을 거치고 분산 등을 이용하여 배경과 처리할 지문 영역을 분할하고 융선의 분리 및 평활화 과정을 수행하고 분리된 융선에 대하여 세선화 과정을 거치고 특징점을 검출하고 불필요한 특징점을 제거하는 후처리 과정을 거쳐서 인식을 위한 최종적인 특징점을 검출한다.

본 논문에서는 세선화를 수행하고 교차수를 이용하여 특징점을 추출하는 과정에서 많은 의사 특징점이 발생하는데 이러한 의사 특징점을 제거하기 위하여 픽셀 연결성 추적을 이용하였다.

## II. 관련 연구

### 1. 지문 인식 알고리즘

#### 1.1 지문의 특징

지문은 손가락 끝단의 손바닥 쪽의 표피가 융기되어 생긴 선에 의해 형성된 줄무늬로 땀구멍이 융기되어 만들어진 것이다. 이 지문은 피부 계층 중 표피 밑층인 진피 계층에서 만들

어진 것으로 진피 부분이 손상되지 않으면 평생 동안 변하지 않는 특성을 갖는다. 이러한 특성을 불변성이라 하는데 이 불변성을 기초하여 지문 인식의 연구가 시작되었다.

인식에 있어 필요한 생체 정보를 특징이라고 하는데 특별히 지문에 나타나는 특징을 Minutia라고 부른다. Minutia는 단점(ending)과 분기점(bifurcation)의 두 가지 형태로 분류하는데, 그림 1과 같이 단점이란 융선의 흐름이 끊어지는 곳을 말한다. 분기점이란 두 가닥의 융선이 하나의 융선이 되는 곳을 말한다. 하나의 지문은 하나 이상의 단점과 분기점을 가진다.

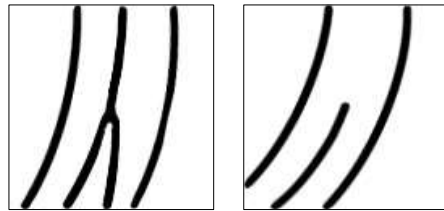


그림 1. 지문의 특징점  
Fig. 1. Feature Point of Fingerprint

#### 1.2 이진화

이진화는 원영상을 융선과 골로 구분하는 과정이며 이진화에는 일반적으로 정적 이진화 기법과 동적 이진화 기법이 있다. 정적 이진화 기법은 256 그레이 레벨값을 가지고 있는 영상에서 임계값을 기준으로 검정색과 흰색으로 분리하는 기법이다. 명암값이 고르게 분포되어 있고 화질이 좋은 영상은 문제가 없지만, 영상 자체에 손상이 있거나 잡음이 많이 있거나 명암값의 분포가 불규칙하면 하나의 임계값으로는 최적의 이진화 영상을 얻을 수 없다. 그래서 본 논문에서는 이러한 단점을 보완할 수 있는 동적 이진화 기법을 사용하였다.

이 동적 이진화 기법은 부분적인 특징이 강한 지문을 각 부분마다의 임계값을 설정함으로써 이진화를 높일 수 있으며, 지문을 일정한 블록 단위로 나누어 블록의 평균값을 구하여 평균값을 임계값으로 결정함으로써 블록마다의 임계값을 다르게 사용하여 전체 지문의 향상을 가져온다. 동적 이진화 기법의 방법은 다음과 같다.

단계1 : 원 지문을 일정한 크기로 나눈다.

단계2 : 나누어진 블록들 중 하나의 블록에 대한 명도의

평균값을 구한다.

단계3 : 계산되어진 평균값을 그 블록의 임계값으로 정한다.

단계4 : 그 블록만 이진화를 수행한다.

단계5 : 다음 블록에 대하여 단계2~단계4 까지의 과정을 반복 수행한다.

단계6 : 전체적인 이진화된 결과 값을 출력한다.

그림 2는 이진화에 대한 결과 지문을 나타낸다.

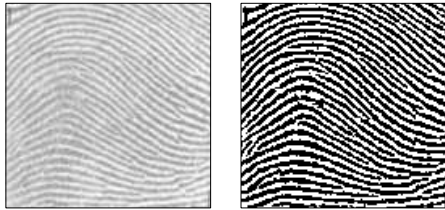


그림 2 이진화 결과 지문  
Fig. 2 Binary Result Fingerprint

### 1.3 세선화

세선화는 이진화 영상에서 밝기값이 0으로 처리되는 융선 부분의 최외각 화소를 한 화소씩 제거함으로써 최종적으로 두께 1을 가지는 융선의 골격을 표현한다.

지문에서 특징점을 추출하기 쉽게 하기 위해 융선을 1화소인 선으로 바꾸는 알고리즘으로 지문 인식 과정 중 가장 많은 시간을 차지하는 과정으로 이 세선화 속도로 인하여 세선화를 거치지 않고 인식할 수 있는 다른 방법들이 많이 연구되어 왔다.

하지만 인식률에 있어서 특징점을 이용하는 방법이 효율적이기 때문에 많은 곳에서 이 방법을 사용하고 있다. 세선화 방법은 여러 가지가 있지만 기본적으로 순차적 처리와 병렬적 처리 방법으로 구분된다.

세선화 처리의 요건은 5가지로 설명할 수 있다. 첫째, 융선 폭은 1이어야 한다. 둘째, 융선의 위치는 선 화상의 중심에 위치해야 한다. 셋째, 융선은 원래의 도형에 있어서의 연결성을 유지해야 한다. 넷째, 세선화 과정에서 융선의 길이는 계속해서 줄어서는 안 된다. 다섯째, 패턴 윤곽선의 작은 요철로 인한 잡 가지선의 모양이 융선에 첨가되지 않아야 한다.

순차적 처리 방법은 현재의 처리 결과가 과거의 처리값에 영향을 받음은 물론 미래의 처리 결과에도 영향을 미치는 것으로 대상 화상만 있으면 처리가 가능하다.

병렬적 처리 방법은 현재의 처리 결과가 과거나 미래의 처리 결과에 전혀 영향을 받거나 미치지 않는 것으로써 추가적으로 대상 화상 크기만큼의 버퍼가 필요하며 현재의 관심 화소에 대한 처리 결과를 버퍼에 저장하는 식으로 전체 화상에 대한 한 차례의 처리가 모두 끝난 다음에 버퍼에 저장되어 있

는 처리 결과를 원래의 대상 화상 위에 덮어 쓰게 된다.

병렬 세선화 방법의 기본 알고리즘은 아래와 같다.

단계1 : 처리 대상인 픽셀 I(a, b)에 대하여 아래 조건을 모두 만족하면 픽셀을 삭제한다.

- ① 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주위의 픽셀들의 연결수가 1
- ② 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주의 픽셀들 중 검은 픽셀이 2개에서 6개 사이에 있다.
- ③ 픽셀 I(i, j+1), I(i-1, j), I(i, j-1) 중의 하나는 배경 픽셀이다.
- ④ 픽셀 I(i-1, j), I(i, j-1), I(i+1, j) 중의 하나는 배경 픽셀이다.

단계2 : 처리 대상인 픽셀 I(a, b)에 대하여 아래 조건을 모두 만족하면 픽셀을 삭제한다.

- ① 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주위의 픽셀들의 연결수가 1
- ② 픽셀 I(a, b)에 대하여 그 주의 픽셀들 중 검은 픽셀이 2개에서 6개 사이에 있다.
- ③ 픽셀 I(i, j+1), I(i-1, j), I(i+1, j) 중의 하나는 배경 픽셀이다.
- ④ 픽셀 I(i, j+1), I(i, j-1), I(i+1, j) 중의 하나는 배경 픽셀이다.

그림 3은 세선화에 대한 결과 지문을 나타낸다.

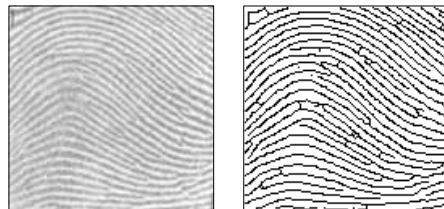


그림 3 세선화 결과 지문  
Fig. 3 Thinning Result Fingerprint

## III. 특징점 추출

전처리 과정을 통해 융선의 골격이 추출되면 특징점으로 사용될 단점과 분기점을 추출하여야 한다. 특징점은 세선화된 영상으로부터 교차수(CN: Crossing count Number)를 이용하여 추출한다.

그림 4(a)에서 특징점 P는 교차수의 값에 따라 단점 또는 분기점으로 구분되며, 식 1-1은 교차수를 구하는 식으로  $|P_i - P_{i+1}|$ 에 대하여 i값을 1에서 8까지 증가하면서 교차

수를 구한다[5].

$$CN = \sum_{i=1}^8 |P_i - P_{i+1}| \dots\dots\dots (1-1)$$

식에서 P는 마스크를 나타내고 i는 마스크의 8근방 순서이고  $P_9 = P_1$ 이다.

$P_1$	$P_2$	$P_3$
$P_8$	$P$	$P_4$
$P_7$	$P_6$	$P_5$

(a) 8 이웃

0	0	0
0	1	0
1	1	1

(b) 단점

1	0	1
0	1	0
0	1	0

(c) 분기점

그림 4. 특징점의 구분  
Fig. 4. division of feature point

융선을 이루는 픽셀 값을 '1'로 배경 픽셀 값을 '0'으로 하고, 그림 4(a)에서 픽셀 값이 '1'인 중심 픽셀 P를 기준으로 해서 마스크를 적용하고 식 1-1을 이용하여 CN=2이면 단점, CN=6이면 분기점, CN=8이면 교차점을 표시한다.

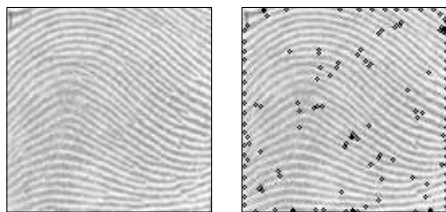


그림 5. 교차수에 의한 추출  
Fig. 5. Extraction of Crossing count Number

#### IV. 의사 특징점 제거

의사특징점이란 특징점으로 추출된 특징이지만 실제 지문 영상에선느 특징점이 아닌 것을 말한다.

세선화 영상에는 그림 6과 같이 지문 획득 시 발생하는 잡음과 전처리 과정으로 인한 정보 손실에 의해 잘못 세선화 된 영역이 발생하여 상당량의 의사 특징점이 포함된다.



그림 6. 세선화 영상에서의 의사 특징점 발생  
Fig. 6. Pseudo Feature Generation of Thinning Image

의사 특징점의 발생 원인은 크게 지문 획득 시 발생하는 잡음과 전처리 과정으로 인한 정보 손실로 볼 수 있다. 지문 획득 시 손가락의 누리는 과도한 압력에 의해 침식 현상이 발생하고, 반대로 너무 약하게 눌렀을 때는 융선의 끊어지는 현상이 발생한다.

먼지, 땀, 주름, 땀샘 등으로 인한 융선의 변형에 의해 의사 특징점이 발생할 수 있고 정보의 간략화를 위해 수행하는 전처리 과정에서의 지문 영상의 정보 손실에 의해 잘못된 지문 정보 등이 포함되어 의사 특징점이 발생할 수 있다.

의사 특징점의 종류는 그림 7과 같다.

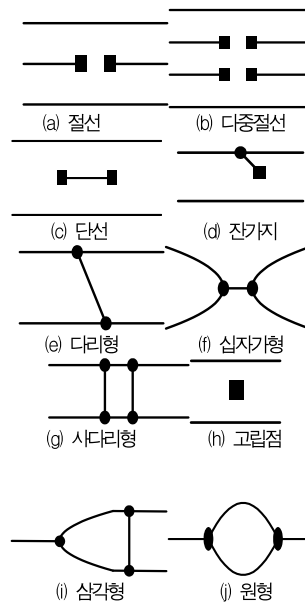


그림 7. 의사 특징점의 종류  
Fig. 7. Type of Pseudo Feature point

교차수를 이용하여 특징점을 추출하는 경우 그 특징점들 중에서 브리지 패턴이나 루프형, 수염형 패턴에 의한 의사특징점 구조도 특징점들로 추출되어진다.

이러한 의사 특징점 구조들은 대부분 근접한 거리 내에서 분기점과 단점들의 결합된 형태를 가진다. 그러므로 후보 특

징점 픽셀을 중심으로 일정한 영역 내에서 용선의 연결성을 추적함으로써 이러한 의사특 징점들을 제거할 수 있다.

세션화 지문을 F라고 하면 경계 픽셀에 대하여 1에서 0으로, 2에서 0으로, 3에서 0으로 변하는 픽셀 수를 각각  $T_{10}$ ,  $T_{20}$ ,  $T_{30}$  이고  $T_{10} \wedge T_{20} \wedge T_{30} = T_{123}$  이라고 할 때, 의사 특징점 제거하는 알고리즘은 다음과 같다.

단계1 : 세션화 영상 F에 대응하는 8x8 크기의 영상  $F_1$  을 생성한다.

단계 2 : 만약  $F_1$  의 중심 픽셀이 후보 단점일 경우

- ① 후보 단점과 연결된 픽셀에 대응하는  $F_1$  영상의 모든 픽셀을 그림 8(b)와 같이 1로 표시한다.
- ②  $F_1$  영상의 경계를 따라서 시계방향으로 회전하면서 1에서 0으로 변하는 픽셀수를 구한다.
- ③  $T_{10}$  이 1이면 후보 단점은 실제 용선 단점으로 판단한다.

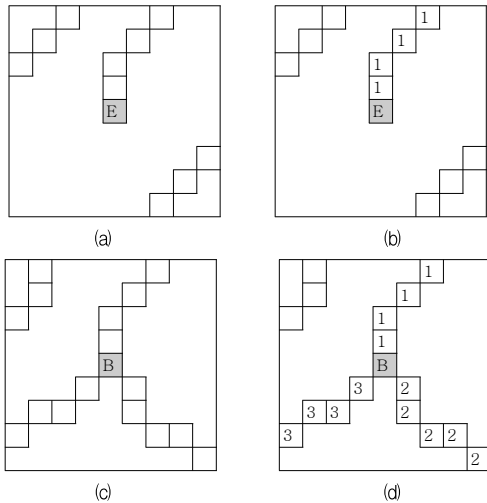


그림 8. 후보 특징점에 의한 용선 추적  
Fig. 8. Ridge Tracing for Candidate Feature

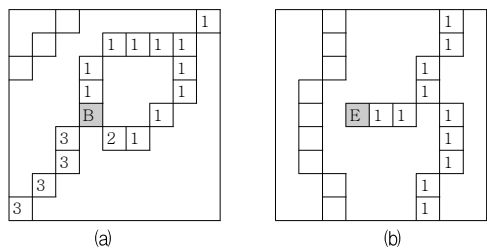
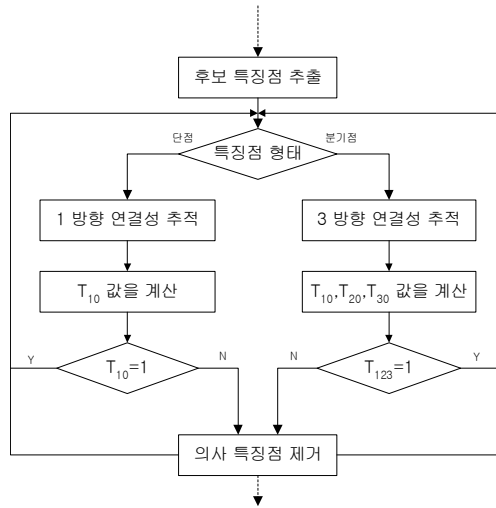


그림 9. 제거된 후보 특징점  
Fig. 9. Removal Candidate Feature

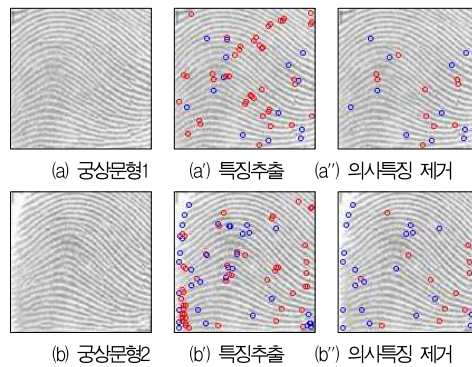
단계3 : 만약  $F_1$  의 중심픽셀이 후보 분기점일 경우

- ① 후보 분기점과 연결된 픽셀에 대응하는  $F_1$  영상의 모든 픽셀을 그림 8(d)와 같이 1, 2, 3으로 표시한다.
- ②  $F_1$  영상의 경계를 따라서 시계 방향으로 회전하면서 1에서 0으로, 2에서 0으로, 3에서 0으로 변하는 픽셀 수를 구한다.
- ③  $T_{10} \wedge T_{20} \wedge T_{30} = 1$  이면 후보 분기점은 실제 용선 분기점으로 판단한다.



#### IV. 결 론

성능을 평가하기 위하여 지문 영상 입력 장치로부터 얻은 크기가 128x128인 지문영상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 수행 하였다. 실험에는 외상문형, 공상문형, 제상문형의 3종류를 사용하였다.



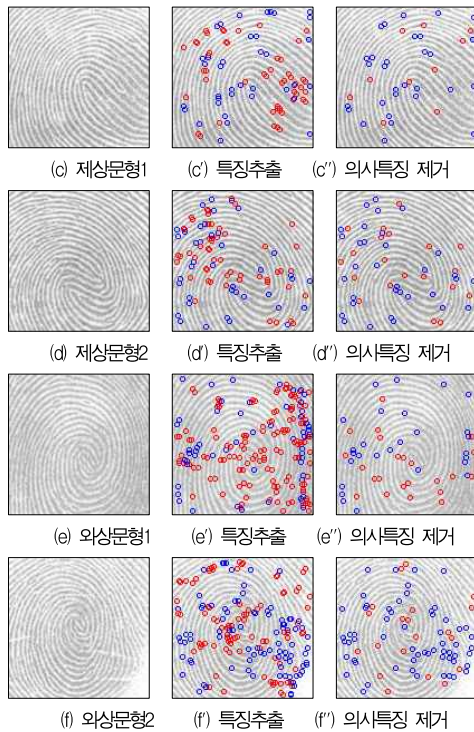


그림 9. 지문 종류별 의사특징 제거  
Fig. 9. Pseudo Removal of Type

표 1. 교차수와 의사특징제거의 특징점 비교  
Table 1. Feature Compare of CN and PR

지문 특징	분기 점	단점	방법
공상문형1	56	78	교차수
공상문형2	62	84	
제상문형1	59	91	
제상문형2	74	100	
외상문형1	168	116	
외상문형2	103	137	
공상문형1	43	14	의사특징 제거
공상문형2	48	35	
제상문형1	51	37	
제상문형2	53	40	
외상문형1	135	56	
외상문형2	89	88	

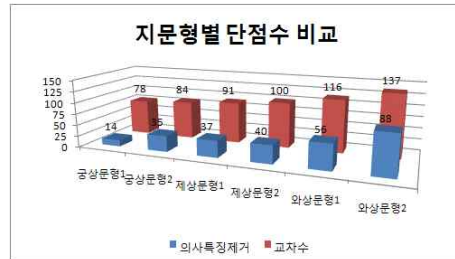
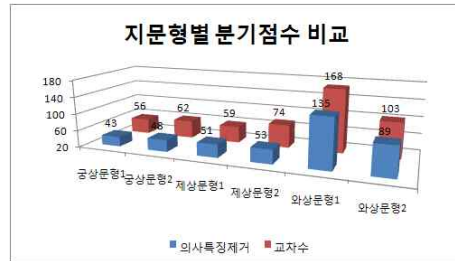


그림 10. 교차수와 의사특징제거의 특징점 비교  
Fig. 10. Feature Compare of CN and PR

실험은 펜티엄 IV 컴퓨터에서 Visual Basic 언어로 구현하였다. 표1과 그림 10의 실험 결과를 통하여 방향 연결성 추적을 이용한 의사 특징점 제거 알고리즘에 의해 의사 특징이 많이 제거되었음을 알 수 있다.

향후 공개되거나 손상된 지문에 대한 알고리즘을 추가한다면 지문 인식 시스템에서 인식률과 검증률을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] Seong young-jin, kim kyung-Hwan, "Quality estimation and classification of minutiae-based fingerprint matching algorithm using a Delaunay Triangulation", Institute of Multimedia Chapter 13 No. 4, 2010.
- [2] W. Chen and Y. Gao, "A minutiae-based fingerprint matching algorithm using phase correlation", in 9th Biennial Conference of the Australian Pattern Recognition Society on Digital Image Computing Techniques and Applications, pp. 233-238, 2007.
- [3] Lee Eun-jung, "the fingerprint image and fingerprint classification through a combination of directional features", Hanshin

University Graduate School Master's Thesis, 2010.

[4] Kaohsiung, "can be changed for user authentication of fingerprint generation techniques". soonchun hyang University Graduate School Master's Thesis, 2010.

[5] Lee Keon-Ik, "Fingerprint recognition features for improved detection RPAOC Study", Kanto Univer sity doctoral dissertation, 2005.

[6] Marius Tico and Pauli Kuosmanen, "An Algorithm for Fingerprint Image Postprocessing", Proceedings of the Conference record of The Thirty-Fourth Asilomar Conference on Signals, Systems & Computers - Volume 2, pp. 1735-1739, 2000.

[7] Son gmyeong-cheol, "Fingerprint Reference Point De tectio n Using orientation information and fingerp int authentication system", Korea Univer sity Master Thesis, 2002.

[8] jang dong-hyeok, "Implementation of Digital Image Proces sing", Information Gate, 2002.

[9] Marius Tico and Eero Immonen and Pauli Ramo and pauli Kuosmanen and Jukka Saarinen, "Fingerprint Recognition Using Wavelet Features", Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Vol. 2, pp. 21-24, 2001.

[10] Marius Tico and Pauli Kuosmanen, "An Algorithm for Fingerprint Image Postprocessing", Proceedings of the Conference record of The Thirty-Fourth Asilomar Conference on Signals, Systems & Computers - Volume 2, pp. 1735-1739, 2000.

[11] YuKo Mizuhara. AKira Hayashi, Nobuo Suematsu, "Embedd ing of time series data by using dynamic time warping distances," Systems and Computers in Japan. Vol 37, No 3 pp. 1-9, 2006.

[12] Zhu Hao, Qianwei Lei, "Vision-Based Interface: Using Face and Eye Blinking Tracking with Camera", Second International Symposium on Intelligent Information Technology Application, 2008.

[13] Engin Avci, Derya Avci, "An expert system based on fuzzy entropy for automatic threshold selection in image processing", Expert Systems with Applications, Vol, 36, pp. 3077-3085, 2009.

[14] Geng Zhang, Nanning Zheng, Chao Cui, Yuzhen Ya and Zejian yuan "An Efficient Road Detection Method in Noisy Urban Environment" IEEE Intelligent Vehicles Symposium

03 June, 2009.

[15] Keon-LK Lee, Kang Kim, "Pseudo feature point re oval using 8-neighbors connection sum", Korea institute of computer and Information Winter Conference, Vol 18-1, pp. 117-120, January, 2010.

저 자 소 개



김 강

1993년 2월 : 숭실대학교 정보산업 학과 석사.

2003년 2월 : 대전대학교 컴퓨터공학과 박사

현 재 강원관광대학 관광정보처리과 교수  
관심분야: 보안, 영상처리

Email : [kkang424@daum.net](mailto:kkang424@daum.net)



이 건 익

1998년 8월 : 관동대학교 전자계산 공학과 공학석사.

2005년 8월 : 관동대학교 전자계산 공학과 공학박사

현 재 : 강원대학교 강사  
관심분야 : 패턴인식, 보안

Email : [lki@kangwon.ac.kr](mailto:lki@kangwon.ac.kr)