

의사 특징점 제거 알고리즘 관한 연구

정 양 권[†] · 최 재 호^{††}

요 약

본 연구에서는 교차수를 이용한 시스템을 향상하기 위하여 오류 특징점을 제거하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘을 이용함으로써 특징점을 정확하게 추출할 수 있었고 인식율도 증가할 수 있었다.

제안 알고리즘의 검증에 위한 실험 대상은 잡음을 부분적, 그리고 전체적으로 추가한 화상과, 절단된 화상등 3 그룹을 이용하였다. 그 결과 부분적 잡음이나, 전체적 잡음이 있고, 절단된 화상일 경우 제안한 알고리즘을 적용하였을 때 각각 97.7%, 97.7%, 95% 인식율을 보였다. 그러나 오류 특징점들을 제거하지 않은 경우에서는 각각 60%, 35%, 50%의 인식율을 보였다. 따라서 제안한 알고리즘을 적용한 후 인식하는게 타당하리라 사료된다.

A Study on an Algorithm for Eliminating False Feature Points

Yang Kwon Jeong[†] · Jae Ho Choi^{††}

ABSTRACT

In this paper, we proposed an algorithm to eliminate false feature points to upgrade the system ability using the cross number method. By using the proposal algorithm, it was able to extract feature points exactly and increase the recognition rates.

In the experiment, we used 3 groups: the cut, the nncut-partially noised, and uncut completely noised fingerprint to verify our proposal. We then compared the results of the proposed system with those of another system in which false feature points were not eliminated. We have obtained good recognition rates of 97.7%, 97.7%, and 95.0% in the cut, uncut-partially noised, and the uncut-completely noised fingerprints. However, the other system received the results of the cut 60%, the uncut-partially noised 35%, and the uncut-completely noised 50% respectively. As a result, we believe that the fingerprint may be recognized after adapting the proposal algorithm.

1. 서 론

여러 가지 유형의 특징점중 분기점과 끝점을 추출할 때 교차수를 이용할 경우에 추출된 특징점에 많은 의사 특징점을 포함하게 되어 지문 인식시 특징점의 부정확함으로 인한 인식 시스템의 신뢰성이나 효율

성 면에서 많은 문제점들이 있었다^{1,2}. 본 연구에서는 이를 해결하기 위한 알고리즘을 제안하였다.

제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 입력되는 지문 화상에 부분적 그리고 전체적으로 잡음을 추가하여 보았고, 또한 지문 화상의 1/2 부분을 절단한 후 제안한 알고리즘에 의하여 인식 시스템을 구축하여 수행하였다.

본 시스템을 구성하는데 있어서 지문 화상의 필터링 과정은 맥락정보 영상강조 필터링 알고리즘³을 이용하였고, 세선화에서는 Hildith 알고리즘⁴을 적용

† 정 회 원: 동신대학교 전산통계학과 조교수

†† 정 회 원: 송원전문대학 전산과 조교수

논문접수: 1996년 1월 18일, 심사완료: 1996년 5월 1일

한 결과 일정 각도의 음선을 침식시키는 문제점이 나타나 세선화 조건을 수정하였고, 특징점의 진위(眞僞) 여부를 판단하기 위한 알고리즘을 제안하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 전처리 및 특징점 추출에 대하여, 3장에서는 추출된 특징점에서 오류점들을 제거하는 알고리즘을 제안하였고, 4장에서 인식 시스템 구성에 대하여 기술하였다. 5장에서는 두 시스템의 비교를 통한 실험에 대한 결과를 분석하였고, 6장에서 결론을 맺었다.

2. 전처리 및 특징점 추출

지문 화상이나 기타 화상들에 대하여 필터링 과정을 전처리 과정에서 적용하는 목적은 첫 번째로 화상 인식에 필요한 인자들을 추출하기 위함이고, 두 번째로 대상 화상을 컴퓨터에서 처리하기 위하여 발생하는 오차나 ITV 입력장치 자체에서 생성되는 잡음 등을 제거하기 위함이며, 세 번째로 영상 자체의 질을 향상시키기 위함이다^{15,6}. 이상의 정의에 따라 본 연구에서는 필터링을 수행하기 위하여 맥락정보 영상필터링 알고리즘을, 세선화에서는 Hildith 알고리즘의 4번째 조건 $\{\sum_{i=1}^8 (\hat{x}_i \geq 1)\}$ 을 $\{C_4(x_0) = (x_7 \wedge x_8) \vee (\hat{x}_6 \wedge \hat{x}_7) \wedge \hat{x}_1 \wedge \hat{x}_2 \wedge \hat{x}_8 \vee x_3)\}$ 로 수정하여 이용하였다. 그림 1)에서 a)는 원지문 화상이고, 전처리 결과로 b)는 맥락정보 영상필터링 알고리즘을 이용한 결과이고 c)는 Hildith 알고리즘의 수행결과 그리고 d)는 Hildith알

고리즘의 4번째 조건을 수정한 후의 결과로서 정보유지에서 기존의 Hildith 알고리즘보다 좋았다.

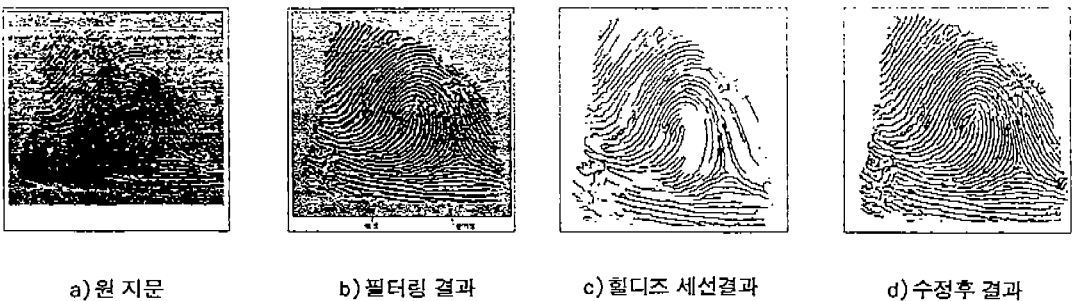
전처리 후 특징점으로는 잡음의 영향을 적게 받는 끝점과 분기점을 사용하였으며 이들을 추출하는 데는 교차수^{7,8)}를 이용하였다.

끝 점 $CN = (\sum_{i=1}^8 |x_{i+1} - x_i| = 2)$ 식(1)

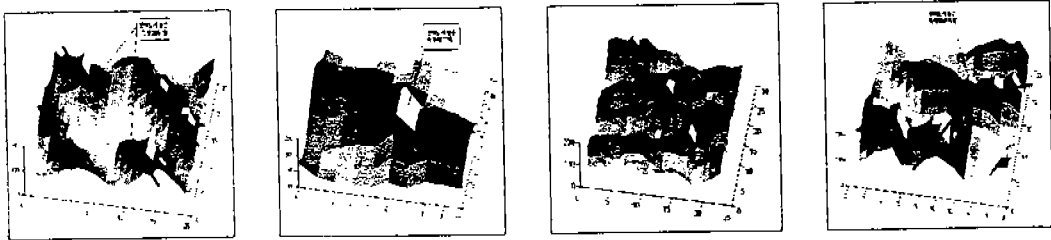
분기점 $CN = (\sum_{i=1}^8 |x_{i+1} - x_i| = 6)$ 식(2)

식(1, 2)에 의하여 특징점인 분기점과 끝점을 구할 수 있다. 그러나 이러한 특징점들 중에는 상당히 많은 疑辭情報들을 내포하고 있다. 즉 (그림 2-b, 2-c)에서처럼 그 간격이 매우 짧거나 지문 음선이 뭉개져 있는 부분으로부터 검출된 특징점들이 많이 포함되어 있다. 이러한 관점에서 추출된 특징점의 전-위를 구분하는 과정 없이 모든 정보들을 지문 데이터베이스에 등록할 경우 입력되는 지문의 변형이나 변화, 즉 지문이 부분적 또는 전체적으로 잡음의 영향을 받았거나 절단된 경우에는 인식하지 못하였다. 따라서 이러한 변화에 적용하도록 특징점의 신뢰성을 검증하는 알고리즘을 다음 장에서 제안하였다.

(그림 3)에서 알수 있듯이(원 지문이 뭉개져 있는 부분), 교차수에 의해 추출된 특징점을 세선화후의 화상에 표시한 결과 많은 오류점들이 특징점으로 간주되었다.



(그림 1) 전처리 결과 (Fig. 1) The results of preprocessing



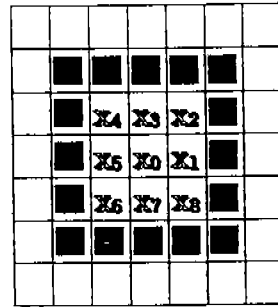
a) 특징점(끝점) b) 오류 특징점 c) 오류 특징점 d) 특징점(분기점)

(그림 2) 특징점 및 오류 특징점
(Fig. 2) Features and false features



(그림 3) 의사 특징점이 포함된 결과
(Fig. 3) Feature points including false points

로 확장하여 검토한 후 위배될 경우 분기점에서 제외시켰다.



(그림 4) 특징점의 확장 마스크
(Fig. 4) An Extended mask for extracting feature points

3. 의사 특징점 제거 알고리즘

이 장에서는 특징점(끝점, 분기점)들을 교차수에 의해 추출한 후, 추출한 특징점에 대한 신뢰도를 측정하지 않은 상태로 지문 인식 시스템에 적용할 경우 시스템의 신뢰성과 성능에 문제점이 있음을 지적하였고, 이러한 문제의 근원인 오류 특징점들을 제거하기 위한 알고리즘을 제안하였다.

첫 번째 단계에서는 분기점으로 채택될 수 있는 조건으로는 총 16가지 경우가 산출된다. 그 중 분기점의 조건을 만족하면서 오류의 가능성이 높은 즉, 융선의 급격한 변화를 나타내는 8가지 조건만을 대상으로 이 점들이 연속적인 융선상에서 추출된 점인지를 확인하기 위하여 (그림 4)와 같이 마스크 영역을 7*7

분기점 조건

- 1) $(x_1 * x_3 * x_7 = 1) \wedge r[x-2+(y-2)*M]=0$
 $\wedge r[x-3+(y-3)*M]=1$
- 2) $(x_2 * x_4 * x_8 = 1) \wedge r[x+(y-2)*M]=0$
 $\wedge r[x+(y-3)*M]=1$
- 3) $(x_3 * x_5 * x_1 = 1) \wedge r[x+2+(y-2)*M]=0$
 $\wedge r[x+3+(y-3)*M]=1$
- 4) $(x_4 * x_6 * x_2 = 1) \wedge r[x-2+y*M]=0$
 $\wedge r[x-3+y*M]=1$
- 5) $(x_5 * x_7 * x_3 = 1) \wedge r[x+2+y*M]=0$
 $\wedge r[x+3+y*M]=1$

- 6) $(x_6 * x_8 * x_4 = 1) \wedge r[x-2+(y+2)*M]=0$
 $\wedge r[x-3+(y+3)*M]=1$
- 7) $(x_7 * x_1 * x_5 = 1) \wedge r[x+(y+2)*M]=0$
 $\wedge r[x+(y+3)*M]=1$
- 8) $(x_8 * x_2 * x_6 = 1) \wedge r[x+2+(y+2)*M]=0$
 $\wedge r[x+3+(y+3)*M]=1$

여기서 M은 화상 크기의 최대 x축 값이고, r은 배열명이다.

끝점 경우는 (그림 4)와 같이 5*5 영역(검정 영역까지)으로 확장하여 아래 8가지 조건을 만족하면 끝점에서 제외시켰다.

끝점 조건

- 1) $r[x-1+(y-1)*M]=0 \wedge r[x-2+(y-2)*M]=1$
- 2) $r[x+(y-1)*M]=0 \wedge r[x+(y-2)*M]=1$
- 3) $r[x+1+(y-1)*M]=0 \wedge r[x+2+(y-2)*M]=1$
- 4) $r[x-1+y*M]=0 \wedge r[x-2+y*M]=1$
- 5) $r[x+1+y*M]=0 \wedge r[x+2+y*M]=1$
- 6) $r[x-1+(y+1)*M]=0 \wedge r[x-2+(y+2)*M]=1$
- 7) $r[x+(y+1)*M]=0 \wedge r[x+(y+2)*M]=1$
- 8) $r[x+1+(y+1)*M]=0 \wedge r[x+2+(y+2)*M]=1$

첫 번째 단계후의 결과는 <표 1>과 같이 교차수에 의해 추출된 분기점의 8가지 경우는 약 15~36% 정도만 선택되었고, 끝점의 경우에는 24~50%만이 이 단계 과정에서 특징점으로 선택되었다.

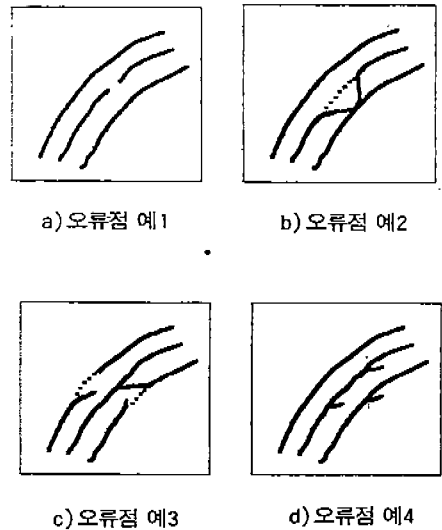
<표 1> 1단계 후의 선택 특징점 수
 <Table 1> Selected point number after 1st step

특징점	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8
분기점	0	0	0	0	19	24	211	104
선택점	0	0	0	0	7	5	33	27
오류점	0	0	0	0	12	19	178	77
%	0	0	0	0	36	20	15	25
끝 점	19	43	86	60	110	95	81	37
선택점	5	12	34	38	55	23	34	15
오류점	14	31	52	22	55	72	47	22
%	26	27	39	36	50	24	41	40

두 번째 단계에서는 (그림 5)에 해당하는 모두를 특징점으로 간주할 수 있기 때문에 두 특징점들간의 거리를 검토하였다. 두 특징점간의 거리는 식(3)을 이용하였다.

$$\text{특징점간의 거리} : L = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad \text{식(3)}$$

여기서 (x_1, y_1) 과 (x_2, y_2) 는 두 특징점의 좌표이다.



(그림 5) 오류 특징점 형태 예
 (Fig. 5) Types of false features

(그림 5)에서와 같이 추출된 특징점들간의 간격을 고려해 볼 때 외부 인자의 영향에 의해 발생된 특징점임을 알 수 있다. 이와 같이 거리가 임계값 이하인 (임계값 <= 3: 용선간의 거리에 의거) 경우를 선택하여 특징점군에서 제거하였다. 두 번째 단계에서 각 특징점간의 거리별 관계를 알아본 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 두 특징점간의 거리
 <Table 2> Distance between feature points

거리	1	2	3	4	5이상
특징점수	11	34	39	33	171

<표 2>에서 알 수 있듯이 임의의 한 특징점에서 가장 근접해 있는 임의의 특징점까지의 거리를 측정하여 확인한 결과 두 특징점의 거리의 차가 1인 경우가 11가지, 2인 경우가 34 가지였으며 전체적으로 거리가 3이하인 매우 짧은 경우도 약 30% 정도로 1 단계 통과후의 특징점군에서도 많은 의사 특징점들이 있음이 증명되었다.

세 번째 단계에서는 원화상에 대조하여 추출된 특징점들이 지문의 융선 부분에서 검출되었는지를 검토하는 과정이다. 검토 이유는 전처리 과정(필터링, 세션화 등)을 거치면서 정보의 누실이나 정보의 추가 부분이 특징점으로 나타날 수 있기 때문이다. 비교 방법은 2 단계까지의 특징점 정보를 원 화상에 매칭하였다. 매칭을 할 때에 분기점 정보는 계조도가 임계값(128:8비트 그레이화상)보다 높은 부분에서 검출되었는지 여부를 판단하여 추출된 정보가 곧(계조도가 128이하인 경우)에서 나타날 경우는 특징점군에서 제거하였다.

(그림 6)은 추출한 특징점에 대한 신뢰성을 1단계에서 3단계까지 수행한 후 산출된 정보에 의해 최종 확정된 특징점의 결과들을 세션화된 화상에 나타내 본 결과이며 (그림 3)과는 대조적으로 많은 오류 특징점이나 인위적인 부분에서 특징점으로 간주될 수 있는 요소들이 제거되었음을 볼 수 있고, (그림 7)에서는 이 최종 특징점들간의 관계를 나타내 보았다.

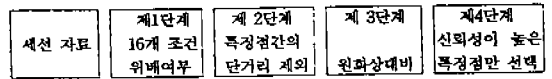
이상으로, 추출된 특징점의 신뢰성을 검토하지 않을 경우, 오류 정보 즉, 감식에 기준이 되는 오류 특징점을 가지고 지문 인식이나 분류를 수행했다는 결론



(그림 7) 정보 구성 관계
(Fig. 7) The information relationship

을 얻게 된다. 또한 첫째, 지문이 뭉개져 있는 부분이나 앞절에서 의사 특징점으로 나타날 수 있던 점들이 신뢰도 측정 후에는 제거되었고, 두 번째로, 패턴 타입 영역 내·외에 나타날 수 있는 특징점들이 추출되었을지라도 오류 특징점 제거 과정을 통하여 의사 특징점인 경우는 특징점군에서 제외되었음을 (그림 3)과 (그림 6)의 비교를 통해 확실히 알 수 있다.

이상의 일련의 과정을 흐름도로 나타내면 (그림 8)과 같다.



(그림 8.) 오류 특징점 제거 흐름도
(Fig. 8) A flowchart for eliminating false features

4. 인식 시스템 구성

인식 시스템에 대한 구성은 원화상에 대해 맥락정보 영상강조 알고리즘을 이용한 필터링 과정을 수행하여 지문 영상 자료를 복원하였다. 세션화 과정에서는 기존 알고리즘중 지문 화상 처리에 적합한 Hildith 알고리즘을 수정하여 기존 알고리즘으로 수행할 경우에 나타나는 융선의 침식 현상을 해결하였다. 세션화후에 특징점을 추출하여 제안한 알고리즘에 의거 특징점군에서 의사 특징점을 제거하였다. 지문 화일은 각 특징점을 중심으로 4방향 영역에 존재하고 있는 특징점중 가장 가까운 특징점까지의 거리(식 3)과



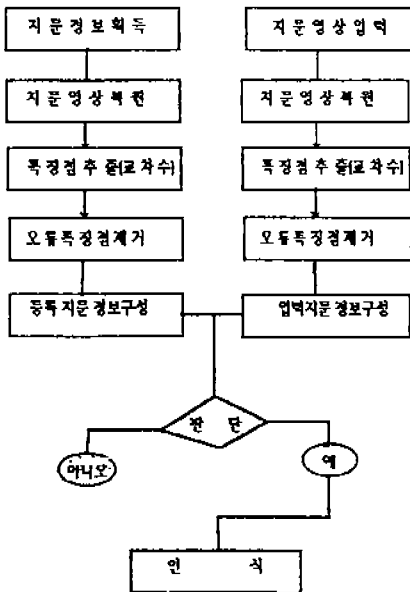
(그림 6) 최종 특징점
(Fig. 6)The final result of feature points

사잇각(식 4)로 구성하였다.

$$\text{사잇각} : \theta = \text{atan} \{ (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) \} \quad \text{식} \langle 4 \rangle$$

여기서 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 는 두 특징점들의 좌표 값이다.

지문 인식 시스템의 구성을 위한 과정을 순서도로 표현하면 (그림 9)와 같다.



(그림 9) 인식 시스템 흐름도
(Fig. 9) A flowchart of the recognition system

지문 탐색 알고리즘을 표현하면 다음과 같다.

```

주 함수(){
    static int Count[]; /* 일치하는 특징점 수 */
    int Eq; /* 각 특징점의 4방향 영역에 존재하는 특징점 수 */
    int Total_Eq; /* 지문에서 일치하는 특징점 수 */
    int Dbase_FN; /* 데이터베이스 지문의 특징점 수 */
    int Min; /* 데이터베이스 지문의 특징점과 입력 지문의 특징점 수의 차이가 가장 적거나 화상을
  
```

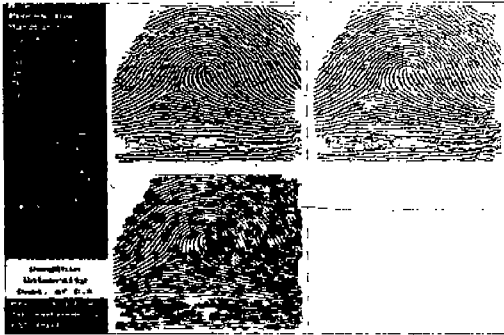
```

    선택할때 사용하는 변수 */
    int T_Feature; /* Dbase지문의 특징점 전체수 */
    INPUT(File); /* 찾고자하는 지문 파일 입력 */
    Filter_Process(); /* 필터링 */
    Thinning_Process(); /* 세션화 및 특징점 추출 */
    Fidelity(); /* 추출된 특징점에 대한 신뢰성 검증 */
    Dbase_File() /* 저장된 데이터 베이스 탐색 */
    {
        for(i=0; i < T_Features_Num; i++) {
            if Eq=1 then Total_Eq +=0;
            if Eq=2 then Total_Eq +=2 and Count +=2;
            if Eq=3 then Total_Eq +=3 and Count +=3;
            if Eq=4 then Total_Eq +=4 and Count +=4;
            if (Process && Total_Eq == 0)
                break; }
        }
        if ((Dbase_FN - Total_Eq) = Min)
            printf ("Found\n");
        else
            fread(Next_File);
    }
  
```

5. 실험 및 결과 분석

본 연구에서는 추출된 모든 특징점들의 신뢰성을 검증하는 알고리즘을 제안하고 이의 타당성과 필요성을 증명하기 위한 시스템을 구축하였고, 이와는 반대로 기존에 제안한 특징점 추출 방법, 즉, 교차수에 의해 검출된 특징점들을 검증없이 사용하는 인식 시스템을 구성하여 이 두 시스템간의 효율성, 정확성, 및 적응성 등을 검토하였다. 제안한 알고리즘에 의하여 추출된 특징점을 가지고 두 시스템의 성능 평가를 수행하기 위하여 동일한 조건하에서 입력 자료에 변화를 주지 않은 것과 부분적으로 잡음을 추가한 화상, 전체적으로 잡음을 추가한 화상, 좌우로 이동분한 화상등 크게 4가지 형태로 분류하여 결과를 비교 분석하였다. 이중 잡음을 전체적으로 추가한 후의 지문 영상에 대해 세션화 및 특징점 추출 등과 더불어 제안 알고리즘을 단계적으로 적용하는 과정 (그림 10~그림 14)에서 보여주고 있다.

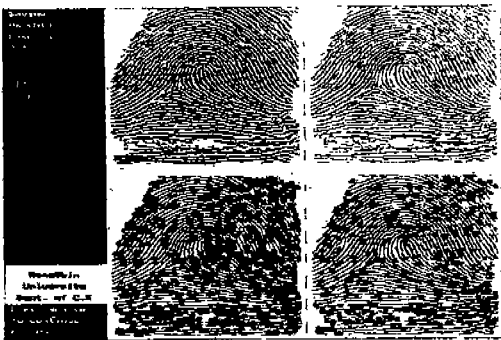
(그림 15)는 제안한 알고리즘을 적용한 후의 실험



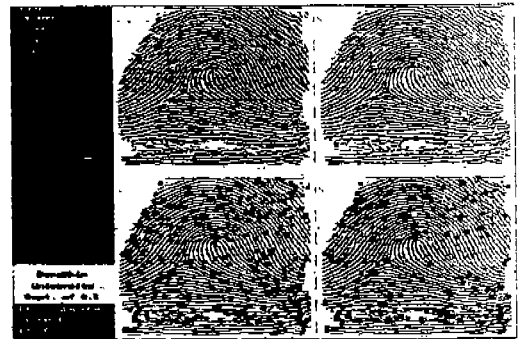
(그림 10) 특징점 추출 단계(잡음을 전체적으로 추가한 지문 화상)
 (Fig. 10) Extracting feature points (completely-noised fingerprint)



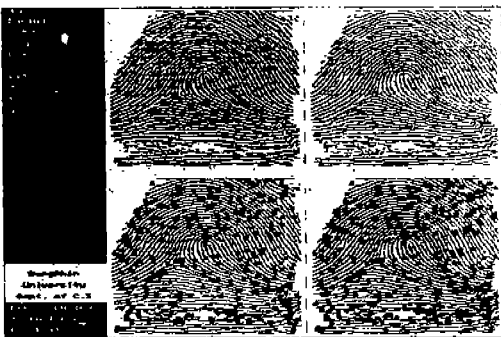
(그림 13) 3단계 적용 과정
 (Fig. 13) A process for applying the 3rd step



(그림 11) 1 단계 알고리즘 적용후 결과
 (Fig. 11) The result after applying 1st step.



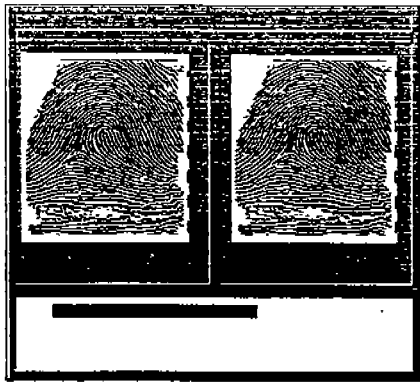
(그림 14) 3단계 적용 후 결과
 (Fig. 14) The result after the 3rd step



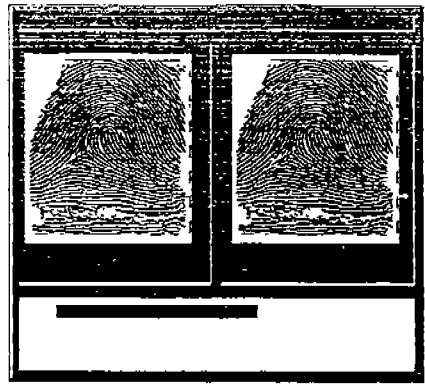
(그림 12) 2단계 적용후 결과
 (Fig. 12) The result after applying the 2nd step

결과들로서, (그림 15-a)는 잡음이나 변화가 없는 즉, 등록된 지문과 동일 지문을 입력한 후의 매칭 결과로 찾고자 하는 지문을 등록 파일에서 찾았음을 보여주고 있다. (그림 15-b)와 (그림 15-c)는 잡음을 화상의 부분적 그리고 전체에 추가한 후의 매칭 관계를 보여주는 것으로 등록된 지문과 다르게 입력된 지문의 정보가 잡음에 의해 정보가 변화되었지만 찾고자 하는 화일을 인식하였다. (그림 15-d)는 등록된 지문과 다르게 입력되는 화상이 절반으로 절단된 경우에도 정확하게 인식하는 과정을 보여주고 있다.

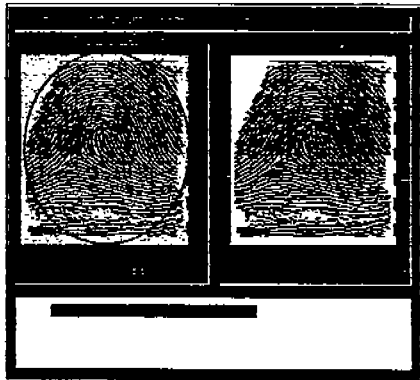
이상의 실험 결과는 <표 3>과 같이 인식 시스템에 제한한 알고리즘을 적용할 경우 정확성에서나 신뢰성 면에서 좋은 결과를 얻은 반면에, 신뢰도를 측정하지 않고 추출된 특징점을 그대로 인식 시스템에 적



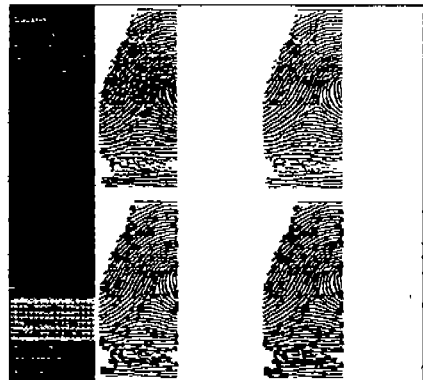
(a) 원 화상



(b)잡음화상(부분 추가)



(c)잡음 화상(전체 추가)



(d)절단 화상

(그림 15) 제안한 알고리즘을 적용한 처리 결과
(Fig. 15) Processed results applied in the proposed algorithm

용할 경우, 데이터베이스에 등록되어 있는 화상과 다르게 즉, 신뢰성과 성능면에서 입력 화상이 약간의 잡음이나 임의의 외부 인자에 의해 변형될 때 (그림 16)과 같이 적용하지 못하는 시스템이 된다는 점과 경제적인 측면에서 많은 의사 특징점이 추가되어 있는 관계로 그 만큼의 기억 장소 낭비와 더불어 특징점 수의 증가로 인해 지문을 비교할 때 많은 시간을 낭비하는 결과를 초래하였다. 그러나 본 논문에서는 이상의 문제점들을 극복할 수 있다는 결론을 얻었다.



그림 16. 제안한 알고리즘을 적용하지 않았을 때의 결과
(Fig. 16) A result was not applied in the proposed algorithm

〈표 3〉 인식 결과
 <Table 3> Recognition result

시스템비교	제안 시스템		기존 방법(교차수)	
	지문화상	인식율%	지문화상	인식율%
원 지문	20	97.7	20	97.7
부분잡음추가	19	97.7	19	60.0
전체잡음추가	18	97.7	18	35.0
절단지문	20	95.0	20	50.0

6. 결 론

본 연구에서는 Hildith 알고리즘을 개선하였고, 교차수에 의하여 추출된 특징점의 많은 의사점들이 포함되어 있어 이러한 오류 특징점들을 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 추출된 특징점에 제안한 알고리즘을 인식 시스템에 적용해 본 결과와 제안한 알고리즘을 적용하지 않고 추출된 모든 정보를 이용하는 시스템들을 비교해 보았다.

그 결과, 등록된 지문과 입력 지문에 변화가 없는 경우는 인식 결과에 있어 똑같은 결과가 산출되었다. 입력 지문에 부분적, 또는 전체적으로 잡음을 추가하였을 경우 제안한 시스템에서는 각각 97.7%, 97.7% 이었으나, 특징점의 신뢰성을 검토하지 않은 시스템에서는 각각 60%, 35%이었다. 좌·우 부분을 1/2씩 제거하여 입력하였을 경우 제안한 시스템에서는 95.0% 이었고, 그렇지 않은 경우는 50.0%이었다.

본 실험을 통하여 교차수에 의해 추출된 특징점에는 많은 오류 정보들이 포함되었음이 실험을 통해 입증되었고, 제안한 알고리즘을 적용하여 수행한 결과는 동일 지문에 다양한 변화를 가하였어도 좋은 인식 결과를 산출할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Nalini K. Ratha, Shaoyun Chen and Anil K. Jain, "Adaptive flow orientation based feature extraction in fingerprint images", Patt. Recog., Vol. 28, No. 11, 1657-1672, 1995.
 [2] Andrew K. Hrechak, Automated Fingerprint Recognition Using Structural Matching. Patt Recog.

23, pp. 893-904. 1990.
 [3] 신태민, 시각 모델을 이용한 지문의 영상 강조에 관한 연구, 연세대, pp. 53-63. 1987.
 [4] C. J. Hildith, "Linear skeleton from square cupboards", Mach. Intell. 4, pp403-420, 1969.
 [5] L. O'Gorman and J. V. Nickerson "An Approach to Fingerprint Filter Design", Patt. Recog. Vol. 22, No. 1, pp. 29-38, 1989.
 [6] Kawagoe, M and Tojo, A.: "Fingerprint pattern classification," Patt. Recog., Vol. 17, No. 3, pp. 295-303, 1984.
 [7] E. S. Deutsch, "Thinning algorithm on rectangular, hexagonal, and triangular arrays", ACM, vol. 15, No. 9, pp. 827-837, 1982.
 [8] T. Ch. Malleswara Rao, "Feature Extraction for Fingerprint Classification", Patt. Recog. Vol. 8., pp. 181-192, 1976.

최 재 호



1984년 조선대학교 전산기공학과 졸업 (학사)
 1988년 조선대학교 대학원 졸업 (공학석사)
 1994년~현재 조선대학교 대학원 (박사과정중)
 1987년~현재 송원전문대학 전산과 조교수

1993년~현재 송원전문대학 전산소장
 관심분야: 인공지능 (특히, 컴퓨터 비전, 패턴인식)

정 양 권



1985년 조선대학교 전산기공학과 졸업 (학사)
 1988년 조선대학교 대학원 졸업 (공학석사)
 1996년 조선대학교 대학원(공학 박사)

1985년~1988년 공군 제1전투비행단 전산실장
 1989년~현재 동신 대학교 전산통계학과 조교수
 관심분야: 인공지능 (특히, 지식베이스, 패턴인식)