

ART-1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘과

얼굴 인증을 이용한 주민등록증 인식

신태성^{*} · 박충식^{**} · 문용은^{***} · 김광백^{****}

^{*}신라대학교 컴퓨터정보공학부

^{**}영동대학교 컴퓨터공학과

^{***}신라대학교 e-비즈니스학과

^{****}신라대학교 컴퓨터공학과

Recognition of Resident Registration Card using ART-1 based Self-Organizing Supervised Learning Algorithm And Face Recognition

Tae-Sung Shin^{*} · Choong-Shik Park^{**} · Yong-Eun Moon^{***} · Kwang-Baek Kim^{****}

^{*}School of Computer and Information Engineering, Silla University

^{**}Dept. of Computer Engineering, Yongdong University

^{***}Dept. of e-Business, Silla University

^{****}Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : stshm@lycos.co.kr, leciel@webmail.youngdong.ac.kr, yemoon@silla.ac.kr, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 ART-1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘과 얼굴 인증을 이용한 주민등록증 인식 방법을 제안한다. 본 논문에서는 주민등록증 영상에서 주민등록번호와 발행일을 추출하기 위해, 획득된 주민등록증의 영상에서 Sobel Mask와 Median Filter를 이용하여 윤곽선을 추출하고 잡음을 제거한 후, 수평 스미어링을 적용하여 주민등록번호와 발행일 영역을 각각 추출한다. 그리고 고주파 필터링을 적용하여 추출된 영역을 이진화하고 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 코드를 추출한다. 추출된 개별 코드는 ART-1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 적용하여 인식한다. 얼굴 인증은 Template Matching 방법을 적용하여 Face Template Database를 구축하고, 획득된 주민등록증의 얼굴 영역과의 유사도를 측정하여 주민등록증의 사진 위조 여부를 판별한다.

제안된 주민등록증 인식 방법의 성능을 평가하기 위해 10개의 주민등록증을 대상으로 실험하였고 원본 주민등록증 영상에서 사진과 얼굴 부분을 위조한 주민등록증에 대해 얼굴 인증 실험을 하였다. 실험을 통해 제안된 방법이 주민등록번호 인식 및 얼굴 인증에 있어서 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

키워드

주민등록증, 자가 생성 지도 학습 알고리즘, ART1, 얼굴 인증, Template Matching

1. 서 론

우리나라의 주민등록증은 1999년, 종이 재질에서 플라스틱 재질로 바뀌어 현재 전체 인구의 99%가 이 플라스틱 주민등록증을 사용하고 있다. 당시 정부의 주민등록법 개정의 중요 2대 목적 중 하나가 총인구 조사 및 통계였고, 다른 하나는 개인정보의 보호에 있었다.

그러나 근대의 산업·전산화의 비약적인 발전으로 인해 개인정보의 보호라는 슬로건이 무색해 질 만큼 개인정보에 관련한 크고 작은 사건들이 속출하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 하나의 방책으로, 주민등록증의 인식된 개인정보를 이용하여 행정자치부 데이터베이스의 질의를 통해 위조 여부를 판별할 수 있도록 개인정보 보호체제를 전

산화하는 방법이 적용되고 있다.

본 논문에서는 이러한 방법의 일환으로, ART-1 기반 자가 생성 지도학습 알고리즘을 이용하여 주민등록 번호와 발행일을 인식하고, Template Matching 방법을 이용하여 주민등록증에서 추출된 얼굴 영역과 Face Template Database에 구축된 얼굴 영역 간의 위조여부를 판별할 수 있는 주민등록증 자동 인식 방법을 제안한다.

II. 주민등록증 코드 추출 및 영상개선

2.1 주민등록증 번호와 발행일 영역 추출

획득된 영상을 그레이 영상으로 변환한 뒤, 소벨 마스크를 적용하여 에지를 검출한다. 그리고 Median Filter를 적용하여 잡음을 제거하고 P-타입 입법 이진화 방법을 적용하여 주민등록증 영상을 이진화한다. 이진화된 영상에서 수평 Smearing을 적용하고 주민등록증 규격에 근거하여 n개의 영역에서 2번째(주민등록번호), n-1번째(발행일) 영역을 추출한다. 제안된 추출 과정은 그림 1과 같다.

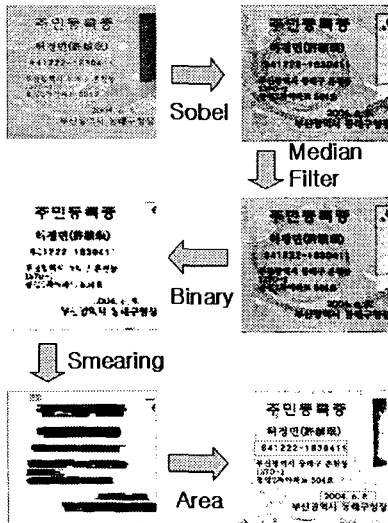


그림 1. 주민등록번호와 발행일 영역 검출

2.2 고주파 통과 필터와 CDM Mask를 이용한 영상 개선

영상전체에 대해서 식(1)을 적용하여 고주파 성분을 분리하고 영상을 이진화한다.

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + \frac{D(u,v)}{D_0}^{2n}}$$

$$D(u,v) = \sqrt{(u^2 + v^2)} \quad (1)$$

이진화된 주민 등록 번호 번호와 발행일 영역에서 CDM 마스크[1]를 적용하여 이진화하는 과정에서 손실된 코드 정보들을 복원한다.

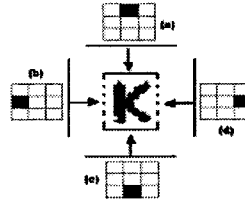


그림 2. CDM 마스크의 적용 형태

2.3 개별코드 추출

CDM 마스크가 적용된 주민등록번호와 발행일 영역에서 그림 3과 같은 2X2 마스크를 이용하여 주민등록 코드와 발행일 코드를 각각 추출한다. 4방향 윤곽선 추적 알고리즘은 이진화된 영상에서 경계 픽셀을 만나기 전까지는 왼쪽에서 오른쪽으로, 위쪽에서 아래쪽으로 스캔한다[2].

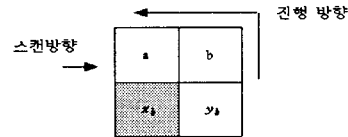


그림 3. 윤곽선 추적을 위한 2X2 Mask

표 1. 2X2 마스크에 의한 a와 b의 진행 방향

	a	b	x_{k+1}	y_{k+1}
진진	1	0	a	b
우측	0	1	b	y_k
우측	1	1	a	x_k
좌측	0	0	x_k	a

그림 3은 4방향 윤곽선 추적 알고리즘에 사용된 마스크로서 경계 픽셀을 만나면 시작점으로 선택하여 마스크를 x_k 에 위치시키고 a와 b에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크의 진행 방향을 표 1과 같이 결정하고 x_k 가 지나간 픽셀을 윤곽선으로 설정한다[2]. 따라서 추출된 주민등록 코드와 발행일 코드 영역에 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 각각의 직사각형 형태의 영역을 찾아, 수평 및 수직비율을 고려하여 개별 코드를 추출한다. 추출된 각각의 개별 코드는 그림 4와 같다.



그림 4. 추출된 개별코드

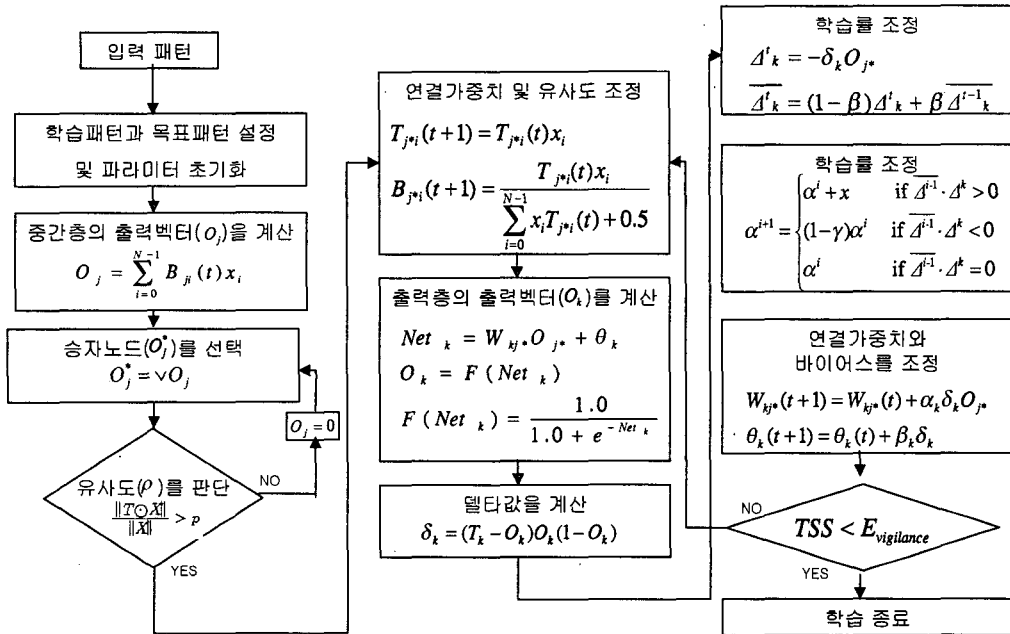


그림 5. 제안된 ART-1 기반 자가생성 지도학습 알고리즘

III. ART-1 기반 자가생성 지도학습 알고리즘을 이용한 개별코드 학습

본 논문에서는 ART-1 기반 자가 생성 지도학습 알고리즘을 주민등록증 인식에 적용한다. 입력층과 중간층 사이에 ART-1 알고리즘을 적용하여 출력값이 가장 큰 노드를 승자노드로 선택하고 출력층으로 전달하는 학습구조를 제한한다. 중간층과 출력층 사이의 학습으로는 일반화된 델타학습방법을 적용하고 학습시간을 개선하기 위하여 delta-bar-delta 알고리즘을 적용한다.

ART-1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘에서 중간층 노드의 생성은 제시된 패턴들로 결정될 클래스 수에 기반한다. 본 논문에서는 ART1을 기반한 방법에 중간층의 초기 최대 노드 수를 클래스 수로 생성 되도록 한다. 하나의 노드로 시작하여 그 노드를 입력층에서 처음 제시된 패턴에 해당하는 클래스로 할당한다. 그 다음부터 제시된 패턴들은 현 상태에서 존재하는 노드들에 대해서 승자를 채택하고 승자 노드 선정에 실패할 경우에는 노드를 하나 증가하여 해당 패턴에 대한 클래스로 할당한다. 이런 방식으로 모든 패턴들이 제시되면 클래스에 따른 노드가 동적으로 생성되게 한다. 그러나 입력 패턴이 제시되어 선정된 승자 노드가 그 패턴에 대한 대표 클래스가 되는 것은 아니다. 여기서 승자 노드의 저장 패턴과 유사성을 측정하여 유사성이 인정되면 승자 노드로 채택되고, 대표 클래스가 된다. 만약 유사성이 인정되지 않으면 새

로운 노드를 할당한다. 기존 ART1에서 유사성은 입력 패턴에 대한 저장 패턴인 하향 가중치와 입력 패턴간의 곱의 놈(norm)비율로서 구해지고, 식 (2)와 같다.

$$\frac{\|T \cdot X\|}{\|X\|} \tag{2}$$

여기서, T는 저장 패턴인 하향 가중치이고, X는 입력 패턴이다. 식 (2)에서 $\|T \cdot X\|$ 와 $\|X\|$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$\|T \cdot X\| = \sum_{i=1}^m t_{j^*} x_i \tag{3}$$

$$\|X\| = \sum_{i=1}^m x_i$$

여기서 t_{j^*} 는 j번째의 승자 노드의 저장 패턴인 하향 가중치이고 x_i 는 i번째의 입력 노드이다. 식 (2)에서 계산된 유사성이 경계 변수(vigilance parameter)보다 크거나 같으면 그 유사성이 인정된다. 그러나 기존의 방식은 이진 입력일 경우 1의 개수 비율과 같으므로, 패턴의 1의 값만 유사성 비교에 영향을 미치고 0의 값은 전혀 영향을 미치지 못한다. 저장 패턴에 0의 값이 많은 경우에는 식 (2)에 의해서 유사성이 계산되므로 입력 패턴의 정보가 손실되는 문제점이 발생한다. 따라서 실제 가시적으로 분명하게 분리 인식되는 패턴들에 대해서 명확히 클러스터를 분류하지 않고 같은 클러스터로 분류하는 문제점이 발생하고 입력 패턴들의 순서에

따라 생성되는 클러스터의 수가 달라지는 문제점이 발생한다[3]. 따라서 제안된 구조에서는 1의 개수 비율에 의한 유사성 구분을 하지 않고, 같은 값을 가진 노드의 수를 기준으로 사용하여 유사성을 구분한다. 즉 논리 연산 형태로 생각할 때, 식 (4)와 같이 입력 패턴에 대한 저장 패턴과 입력 패턴간의 Exclusive NOR의 놈(norm) 비율을 사용한다.

$$\frac{\|T \odot X\|}{\|X \odot X\|} = \frac{\sum_{i=1}^m (\bar{t}_{j,i} \bar{x}_i + t_{j,i} x_i)}{\sum_{i=1}^m (\bar{x}_i \bar{x}_i + x_i x_i)} \quad (4)$$

식 (4)을 이용하여 입력 패턴들의 순서에 따라 생성되는 클러스터의 수가 달라지게 되는 문제점을 해결할 수 있고 기존의 방법보다 더 정확한 유사성을 측정할 수 있다. 그리고 ART1 기반 자가 생성 지도 학습 성능을 개선하기 위하여 일반화된 델타 학습에 Delta-bar-Delta 알고리즘[4]을 적용하여 학습률을 동적으로 조정하는데 목표 벡터와 출력 벡터의 차이가 0.1 보다 적으면 정확성으로 정의하고 크면 부정확성으로 정의하여 총 패턴의 정확성의 수가 부정확성의 수보다 크거나 같은 경우에만 Delta-bar-Delta 알고리즘을 적용한다. 그러므로 ART1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 개선하여 주민등록번호와 발행일 인식에 적용한다. ART-1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘의 순서는 그림 5와 같다.

IV. 학습 템플릿 매칭을 이용한 얼굴인증

4.1 주민등록증 사진영역 및 얼굴영역 추출

주민등록증의 사진 영역 대한 템플릿 매칭과 얼굴 안면 영역에 대한 이미지 템플릿 매칭을 수행할 경우, 보다 정확하고 신뢰성 있는 위조, 변조방지가 가능하다[5].

주민등록증에 있는 사진의 위치는 주민등록증의 가운데를 기준으로 오른쪽 영역을 모두 후보 영역으로 설정하고 데이터베이스로부터 가져온 사진영상과 가장 일치하는 부분을 사진 영역으로 추출한다.

먼저 다수의 주민등록증 사진에서 얼굴 안면 부분을 잘라내어 이를 평균한 이미지로 얼굴 템플릿을 구성한다. 이 얼굴 템플릿과 주민등록증 사진 이미지를 매칭시켜 가장 유사도가 높은 영역을 해당 주민등록증 소지자의 얼굴 템플릿 이미지로 결정하고 주민등록증 데이터베이스에 추가한다. 이렇게 되면 주민등록증 사진 이미지와 함께 해당 주민등록증 소지자의 얼굴 안면 이미지도 주민등록증 데이터베이스에 존재하게 되고, 이 두 개의 이미지 정보를 이용하여 얼굴 안면에 대한 유사도 검정이 가능하게 된다. 주민등록증의 사진 추출 및 얼굴 템플릿

한 데이터베이스 구축 과정은 그림 6과 같다.

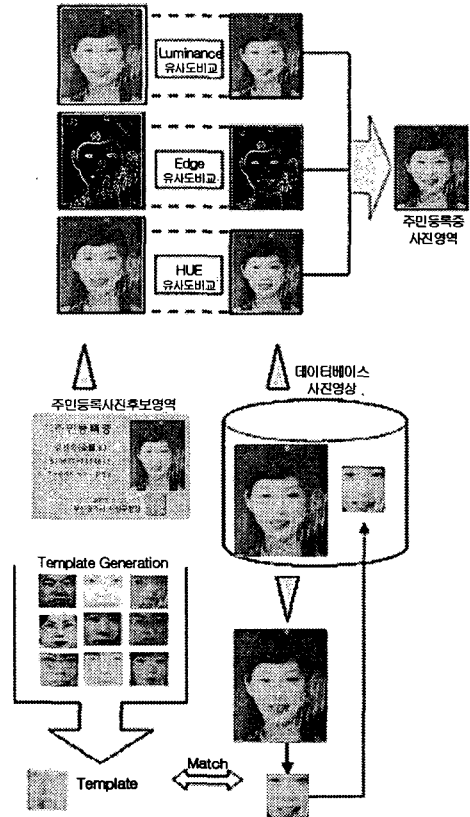


그림 6. 주민등록증의 사진영역 추출 및 얼굴 템플릿 데이터베이스 구축

4.2 얼굴 인증

위의 Template Matching의 과정에서 도출된 유사도 수치에 대해 일정 임계치(threshold) 미만이면 위, 변조되었을 가능성이 있는 주민등록증으로 판단한다.

본 논문에서는 식(5)와 같은 상관계수를 적용하여 유사도 검증을 수행한다.

$$r = \frac{a \cdot b}{|a| \cdot |b|} \quad (5)$$

V. 실험 및 결과 분석

실험 환경은 Intel Pentium-IV 2GHz CPU와 256MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 구현하였다.

HP ScanJet 4200C 스캐너를 이용하여 획득한 주민등록증 10장을 주민등록번호와 발행일 코드 인식에 적용하였다.

5.1 개별 코드 추출 및 학습 결과

10장의 주민등록증 영상에서 표 2와 같이 130개의 주민등록번호 개별 코드와 68개의 발행일 개별 코드 모두가 추출되었다.

표 2. 개별코드 추출결과

	주민등록번호	발행일
추출된 수	130/130	68/68

ART1 기반 자가 생성 학습 알고리즘에 사용한 파라미터는 표 3과 같다.

표 3. 초기 학습 파라미터

	κ	γ	β	α	μ	ρ
주민등록번호	0.0007	0.005	0.8	0.6	0.8	0.9
발행일						0.6

κ, γ, β 는 Delta-bar-Delta 상수, α 는 학습률, μ 는 모멘텀, ρ 는 경계 변수이다.

추출된 개별 코드를 ART-1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘에 적용하여 학습 및 인식한 결과는 표 4와 같다.

표 4. 학습 및 인식 결과

	생성된 클러스터의 수	패턴인식 수	Epoch
주민등록번호	44	126/130	351
발행일	27	66/68	193

5.2 주민등록증 얼굴인증

주민등록증에 있는 얼굴 이미지와 데이터베이스에 있는 얼굴 이미지 간의 유사도를 계산하기 위한 추출 특징은 명도값 특징, 윤곽선 특징, HSV 색상 특징, RGB 특징, YIQ의 I 색상 특징, YIQ의 Q 색상 특징, YCbCr의 Cb 색상 특징, YCbCr의 Cr 색상 특징을 사용하여 상관도를 산출하였으며 각각 Luminance, Edge, Hue, RGB, YIQ-I, YIQ-Q, YCbCr-Cb, YCbCr-Cr로 표기한다. 본 실험에서 사용된 영상으로는 원본 영상 10장, 사진 부분만 위조한 영상 10장, 얼굴 부분만 위조한 영상 10장으로 총 30장의 주민등록증 영상을 사용하였고 데이터베이스에 있는 사진 영상과 얼굴 템플릿 영상 20장과의 유사도를 비교하였다.

비교 사진 중에서 입력 사진과 동일한 인물 사진과의 유사도를 SCP(Similarity of Corresponding Picture), 다른 인물 사진 중에서 입력 사진과 가장 가까운 사진과의 유사도를 HSOP(Highest Similarity of Other Pictures), 다른 인물 사진과의 평균 유사도를 ASOP(Average Similarity of Other Pictures)라 정의하였다.

표 5에서 7은 위조되지 않은 주민등록증 원본과 얼굴이 위조된 주민등록증에 대해 얼굴 유사도를 비교하였다.

표 5에서는 위조되지 않은 주민등록증 원본에 대한 얼굴 유사도를 살펴보면 SCF가 모두 HSOF보다 높게 나타나며 특히 YIQ-Q와 Hue 특징은 높은 유사도를 나타내어 높은 변별력을 가지는 것을 분석되었다.

표 6에서는 SCF가 HSOF보다 낮은 수치가 나타남을 알 수 있는데 이는 얼굴이 위조된 주민등록증에 대한 변별력을 가진다는 것을 알 수 있다. 여기서 HSOF가 높게 나타나는 것은 얼굴을 위조할 때 기존의 데이터베이스에 있는 다른 사람의 얼굴을 위조했기 때문에 나타나는 현상이며 예상할 수 있는 결과이다.

표 5. 주민등록증 원본의 얼굴 유사도 비교

	SCF	HSOF	ASOF	SCF-HSOF	rank
Luminance	1	0.423	0.131	0.5760	8
Edge	0.827	0.093	0.026	0.7338	6
Hue	1	0.060	0.003	0.9394	2
Rgb	1	0.423	0.131	0.5760	7
YIQ-I	1	0.140	0.022	0.8593	4
YIQ-Q	1	0.016	0.003	0.9836	1
Ycbr-Cb	1	0.098	0.005	0.9018	3
Ycbr-cr	1	0.158	0.022	0.8417	5

표 6. 사진위조본의 얼굴 유사도 비교

	SCF	HSOF	ASOF	SCF-HSOF	rank
Luminance	0.556	0.654	0.136	-0.098	5
Edge	0.139	0.139	0.016	0	8
Hue	0.028	0.174	0.006	-0.145	4
Rgb	0.555	0.654	0.136	-0.098	6
YIQ-I	0.032	0.523	0.024	-0.490	1
YIQ-Q	0.011	0.073	0.004	-0.062	7
Ycbr-Cb	0.049	0.504	0.013	-0.455	2
Ycbr-cr	0.119	0.537	0.028	-0.417	3

표 7. 얼굴위조본의 사진 유사도 비교

	SCF	HSOF	ASOF	SCF-H SOF	rank
Liminance	0.596	0.674	0.122	-0.078	4
Edge	0.150	0.150	0.011	0	8
Hue	0.031	0.037	0.003	-0.006	7
Rgb	0.596	0.674	0.122	-0.078	5
YIQ-I	0.067	0.287	0.021	-0.220	2
YIQ-Q	0.042	0.074	0.006	-0.032	6
Ycbr-Cb	0.051	0.137	0.007	-0.086	3
Ycbr-cr	0.154	0.414	0.021	-0.260	1

마지막으로 표 7에서 얼굴 부분을 위조한 주민등록증에 대한 얼굴 유사도를 분석하면 SCF가 HSOF보다 낮게 나타났으며 0.261에서 0사이의 차이가 나타났음을 알 수 있다. 특히 Hue, YIQ-I 컬러 모델과 YCbCr-Cb 컬러 모델을 이용한 특징은 SCF도 낮게 나타났고 주민등록증의 얼굴 부분만 위조한 경우에도 주민등록증의 위, 변조를 판별할 수 있는 중요한 특징이 되는 것을 알 수 있다. 표 5에서 표 7까지 모두 분석한 결과, 얼굴 인증을 위한 특징은 위조되지 않은 원본 주민등록증의 얼굴 유사도와 얼굴이 위조된 주민등록증의 유사도를 바탕으로 Hue, YIQ-I, YCbCr-Cb 특징을 선택하여 얼굴을 인증하는 것이 효율적임을 확인하였다. 그림 7은 제안된 주민등록증 코드 및 얼굴 인증 화면이다.



그림 7. 주민등록증 코드 인식 및 얼굴인증 화면

VI. 결 론

본 논문에서는 주민등록증 영상에서 주민등록번호와 발행일을 추출하기 위하여 영상을 Sobel Mask와 Median Filter를 적용한 후에 수평 스미어링을 적용하여 주민등록번호와 발행일 영역을 추출하였다. 추출된 주민등록번호 및 발행일 영역에 대해 고주파 필터링을 적용하여 주민등록

증을 이진화한 후에 CDM 마스크를 적용하여 손실된 코드 정보들을 복원하였다. 그리고 복원된 주민등록번호 및 발행일 영역에서 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 주민번호와 발행일의 개별 코드를 추출하였다.

추출된 개별코드들을 ART1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 적용하여 인식하였다. 인식된 코드 정보를 이용하여 데이터베이스에 저장된 해당 사진과 얼굴 영역을 획득하고 Template Matching 방법을 적용하여 주민등록증 위, 변조 여부를 판별하였다. 여기서 주민등록증의 사진영역과 얼굴영역의 유사도가 모두 0.7이상인 경우에는 정상적인 주민등록증으로 판정하였고 그렇지 않은 경우에는 위, 변조가 되었을 가능성이 있는 주민등록증으로 판정하였다.

향후 연구 방향은 제안된 주민등록증 인식 및 얼굴 인증 방법을 다양한 환경에서 실험하여 문제점을 보완한 후에 주민등록증 위조 및 변조 판별 시스템을 개발할 것이다.

참고문헌

- [1] Jain, A.K. Fundamental of Digital Image Processing, Englewood Cliffs, New Jersey Prentice-Hall, 1989
- [2] 김성영, 권태균, 김민화, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출", 한국멀티미디어학회 춘계발표논문집, 제2권, 제1호, pp.256-261, 1999
- [3] 김광백, "Self-generation을 이용한 퍼지 지도 학습 알고리즘", 멀티미디어학회논문지, 제6권 7호, pp.1312-1320, 2000.
- [4] 김광백, 박충식, "퍼지 제어 시스템을 이용한 학습률 자동 조정 방법에 의한 개선된 오류역전파 알고리즘", 한국해양정보통신학회 논문지, 제 8권 2호, pp.464-470, 2004.
- [5] K. B. Kim, J. H. Cho, C. K. Kim, "Recognition of Passports Using FCM-Based RBF Network," Lecture Notes in Artificial Intelligence, LNAI 3809, Springer, pp.1241-1245, 2005.