

# 얼굴인식 시스템의 시나리오 기반 평가 방법론

맹두열<sup>†</sup>, 홍병우<sup>\*\*</sup>, 김성조<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

바이오인식 (Biometrics) 시스템의 사용이 보편화 되면서 그들의 성능에 대해서 보다 정확하고 안정된 평가를 제공하는 방법이 요구된다. 다양한 바이오 인식 기술 중에서 얼굴인식 기술이 널리 사용되고 있으며 안정적인 얼굴인식 시스템의 개발을 위한 지표를 마련하고 얼굴인식 시스템이 제공해야 하는 성능에 대한 기준을 제시하기 위해서 얼굴인식 1qaz으로 얼굴인식 시스템의 활용 시나리오를 기반으로 평가하는 것이 보다 효율적이고 효과적이다. 이 논문에서는 얼굴인식 시스템에 영향을 미치는 환경변수들을 분석하고 그 환경변수들을 고려하는 얼굴인식 시스템에 대한 평가방법을 제안하는 것을 목적으로 한다. 특별히 환경변수들을 개별적으로 평가하는 것이 아니고 그들의 조합을 고려하는 시나리오를 기반으로 평가하는 방법을 제안한다. 또한 일반적인 환경을 가정하는 시나리오 예시를 통해서 얼굴인식 시스템을 종합적인 환경변수를 고려하여 평가하는 것을 보여주었다.

## Evaluation of Face Recognition System based on Scenarios

Doo-lyel Maeng<sup>†</sup>, Byung-Woo Hong<sup>\*\*</sup>, Sung-jo Kim<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

It has been required to develop an accurate and reliable evaluation method for the performance of biometric systems as their use is getting popular. Among a number of biometric systems, face recognition is one of the most widely used techniques and this leads to develop a stable evaluation method for face recognition systems in order to standardize the performance of face recognition systems. However, it is considered as a difficult task to evaluation such systems due to a large number of factors that affect their performance. Thus, it may be infeasible to take into account all the environmental factors that are related to the performance of face recognition systems and this naturally suggests an evaluation method for the overall performance based on scenarios. In this paper, we have analyzed environmental factors that are related to the performance of general face recognition systems and proposed their evaluation method taking into account those factors. We have proposed an evaluation method based on scenario that considers the combination of individual environment factors instead of evaluating the performance of face recognition systems regarding each factor. Indeed, we have presented examples on the evaluation of face recognition systems based on scenario that takes into account overall environmental factors.

**Key words:** Biometric(바이오인식), Face recognition(얼굴인식), Evaluation system(평가시스템), Scenario-based evaluation system(시나리오기반 평가시스템)

\* 교신저자(Corresponding Author): 맹두열, 주소: 서울 송파구 가락동 중대로 135, 전화: (02)405-5591, FAX: (02) 405-5229, E-mail: dybob@kisa.or.kr

접수일: 2009년 8월 10일, 수정일: 2009년 10월 15일

완료일: 2010년 1월 6일

<sup>†</sup> 정회원, 한국인터넷진흥원 책임연구원

<sup>\*\*</sup> 정회원, 중앙대학교 컴퓨터공학부 조교수  
(E-mail: hong@cau.ac.kr)

<sup>\*\*\*</sup> 정회원, 중앙대학교 컴퓨터공학부 교수  
(E-mail: sjkim@cau.ac.kr)

\* 본 연구는 지식경제부와 교육과학기술부의 한국과학재단 지원을 받아 수행되었음

## 1. 서 론

컴퓨터의 급속한 발달과 네트워크 인프라의 빠른 발전으로 인한 개인 및 기관의 정보에 대한 보안(Security)과 인증(Authentication) 문제가 심각한 사회 문제로 여겨져 왔다. 이런 사회 문제를 해결할 수 있는 방안으로 기존의 사용자 인증 방법과는 다른 바이오 인식 기술(Biometric Systems)이 주목을 받기 시작하였는데, 바이오 인식은 각 사람의 신체적 또는 행동적인 특성을 디지털 기술로 정보화 하여, 개인을 자동으로 식별하거나 인증하는 기술이다. 바이오 인식 기술은 사람의 보편적인 특성을 이용하고, 신체의 일부분이나 행동을 정보화하기 때문에 열쇠나 비밀번호와 같은 기존의 인식 방법과는 다르게 복제되거나 분실 또는 타인에 의해서 도용될 염려가 없다. 이처럼 개인에게 유일하게 특성화되는 바이오 정보를 사용하기 때문에 위조 또는 도용하기 어렵게 된다.

바이오 인식에 사용되는 다양한 기술들 중 얼굴 인식 시스템(Face Recognition System)은 다양한 응용 기술의 가능성 때문에 지속적으로 연구되어온 분야 중 하나이다[1]. 얼굴 인식 시스템이 가지는 장점은 사용자의 이용 편의성과 다양하고 광범위한 활용(응용) 범위에 있다고 할 수 있다. 특별한 접촉이나 특정 행동 패턴을 요구하지 않기 때문에 사용자 편의성 면에서 큰 장점을 가지고 있다. 이러한 장점에도 불구하고, 얼굴 인식 시스템은 조명이나 표정의 변화 또는 포즈의 변화 등 주위 환경에 굉장히 민감하기 때문에 얼굴 인식 시스템의 성능을 평가할 수 있는 평가 기준이 필요하다[2-4]. 정확한 성능평가기준을 마련함으로써, 현재 시스템의 성능을 보다 정확하게 진단할 수 있고, 평가에 따라 인식 제품의 개선 방향을 제시할 수 있다. 뿐만 아니라 이러한 얼굴인식 시스템의 적용은 다양한 기관 및 단체의 보안과 매우 밀접하게 연관되어 있기 때문에 특별히 그 성능에 대한 객관적이고 정확한 평가가 요구된다[5,6]. 이 논문에서는 시나리오를 기반으로 다양한 환경을 가정하여 얼굴인식 시스템을 평가하는 방법론을 제시하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 다양한 성능평가 방법 및 장단점을 기술하고, 제 3장에서는 평가를 위한 시나리오를 어떻게 구성하는 지에 대한 구체적인 방법을 제시한다. 제 4장에서는 다양한 환경변수를 고려한 시나리오 구성에 대한 구체적

인 예를 통해서 적용가능성을 제시하고, 마지막으로 제 5장에서는 본 연구에 대한 결론과 향후 연구에서 다루어져야 할 부분에 대해서 말하고자 한다.

## 2. 성능 평가

시스템의 성능을 평가하는데 있어서 사용되는 평가 방법은 매우 다양하지만 일반적으로 요구되는 요건들이 있다. 시스템의 적용 범위와 특성에 따라서 구체적인 평가방법에 차이가 있을 수 있지만 다음과 같은 요건들은 일반적인 시스템의 평가에 적용되어야 하며 나열하자면 다음과 같다.

- 모든 시스템에 공정한 평가가 이루어져야 한다.
- 평가를 위한 데이터베이스는 새로운 것이어야 한다.
- 평가를 위한 규약 자체가 너무 어렵거나 너무 쉬운 것이 아니어야 한다.
- 평가자체가 반복적으로 수행 가능해야 한다.

이러한 요건들은 바이오 인식 시스템의 성능을 평가하는데도 동일하게 적용되어야 바이오 인식 시스템의 성능평가의 신뢰도를 높일 수 있게 된다[7].

일반적으로 바이오 인식 성능을 평가하는 방법에는 크게 기술 평가(Technology Evaluation), 동작 평가 (Operational Evaluation), 그리고 시나리오 평가 (Scenario Evaluation) 로 구분할 수 있다. 이 장에서는 각각의 평가 방법들에 대해서 살펴보고, 서로의 장단점을 비교 분석하고, 이러한 방법들로 평가를 수행하였을 때, 평가의 결과를 정량적으로 나타낼 수 있는 항목들에는 어떤 것들이 있는지 살펴보기로 한다.

### 2.1 기술 평가(Technology Evaluation)

기술 평가는 공통적으로 요구되는 작업에 대해서 다른 여러 가지 알고리즘을 적용한 결과를 비교 분석하여 알고리즘의 성능을 평가하는 것이다. 일반적으로 이 기술 평가를 수행할 때는 공통적인 데이터베이스에 대해서 알고리즘을 적용하게 된다. 특별히 얼굴인식 시스템에 있어서 다양한 조명과 포즈, 그리고 표정에 따라서 얼굴의 데이터베이스를 구성하고 그러한 데이터베이스는 얼굴인식시스템의 성능을 평가하는데 사용되었다[8-10]. 얼굴인식 시스템 뿐만 아니라 홍채인식, 지문인식 등의 다른 바이오 인식에

서도 이러한 기술 평가 방법이 사용되었다.

그러므로 이 기술 평가는 인식 시스템의 성능을 평가하는 비용이 저렴하다는 장점이 있지만, 평가를 수행하는 데이터베이스가 어떻게 구성되었느냐에 따라서 데이터베이스에 종속적인 평가가 된다는 단점도 함께 가지고 있다.

### 2.2 동작 평가(Operational Evaluation)

동작 평가의 목적은 주어진 인식 시스템 전체를 특정한 환경에서 특정한 표본 집단에서 획득한 테스트 데이터에 대해서 테스트해서 성능을 평가하는 것이다. 이러한 동작 평가를 통해서 얼굴인식 시스템이 특정한 적용 범주에 효과적으로 사용될 수 있는 지를 평가하게 된다. 따라서 평가의 결과가 실제로 사용될 환경에 적합하게 도출 될 수 있다는 장점이 있으나, 비용이 매우 비싸다는 단점도 함께 가지고 있다.

### 2.3 시나리오 평가(Scenario Evaluation)

시나리오 평가는 얼굴 인식 시스템의 전체적인 성능을 시뮬레이션(Simulation) 기반으로 평가하는 것이다. 여기에서 평가 방법은 전체 얼굴 인식 시스템이 실제로 적용되는 모의 환경과 테스트 집단을 구성하여 탄탄한 시나리오를 기반으로 성능을 테스트 하는 것이다. 기술 평가에 사용되는 데이터베이스가 범용적인 센서에 의해서 얻어진 것과는 달리, 각각의 인식 시스템의 제품이 서로 다른 데이터 취득 센서(Image Acquisition Sensor)를 가지고 있어 서로 다른 데이터베이스를 구축할 수 있다.

따라서, 시나리오 평가는 기술 평가와는 다르게 데이터를 얻는 센서 같이 제품이 가지고 있는 여러 가지 변수들과 함께 그에 따른 알고리즘이 모의 구축된 환경과 모의로 구성된 사용자에게 의해서 제품을 종합적으로 평가하게 된다. 시나리오 평가를 수행할 때는 실제로 적용될 환경과 최대한 비슷한 환경으로 제한하고 시스템을 테스트하게 된다. 기술 평가에서는 성능의 평가 부분으로 포함되지 않았던 시스템의 여러 요소들이 시나리오 평가에는 포함된다는 것이 이 시나리오의 평가의 가장 큰 장점이다.

### 2.4 정량적 평가 항목

시스템의 성능을 평가하는데 있어서 평가 결과를

객관적으로 제시할 수 있는 정량적인 지표가 필요하다. 이러한 요구에 의해서 일반적으로 많이 사용되는 정량적인 지표에 다음과 같은 것들이 있다.

- FAR(False Acceptance Rate)

시스템에서의 잘못된 허용을 수행한 비율을 나타낸다.

- FRR(False Reject Rate)

시스템에서의 본인을 거부한 오류 비율을 나타내는 평가 항목이다.

- FMR(False Match Rate)

매치 단계에서 이루어지는 시스템에서의 타인 허용 오류 비율을 나타낸다.

- FNMR(False Non-Match Rate)

매치 단계에서 이루어지는 본인 거부 오류를 나타내주는 비율이다. FRR과 비슷한 개념이지만, FRR은 획득 실패(FTA)를 포함하는 반면에, FNMR은 획득 실패에 의한 본인 거부를 포함하지 않는다.

## 3. 시나리오 평가

시나리오 평가는 시스템의 성능을 평가하는데 있어서 개별적인 평가요소를 하나씩 평가하는 것이 아니고 평가하고자 하는 항목들을 포함하는 적용 가능한 시나리오를 구성하여 시스템의 성능을 종합적으로 평가하는 방법을 말한다. 이러한 시나리오 평가는 바이오 인식 시스템의 활용 환경을 고려하여 종합적이고 실제적인 적용 환경에 대한 시나리오를 구성하여 그 시나리오에 따라서 바이오 인식 시스템의 성능을 평가하게 된다. 그렇기 때문에 시나리오를 어떻게 구성하느냐에 따라서 바이오 인식 시스템의 성능 평가의 그 효용성이 결정된다. 그리고 복잡한 적용 환경에 대한 시나리오를 구성하는 과정에서 동작평가 및 기술평가를 통해서 고려하기 어려운 복합적인 평가 요소를 포함할 수 있게 된다. 이처럼 시나리오를 구성하여 얼굴인식 시스템의 성능을 평가할 때 중요하게 여겨지는 환경변수에 대해서 알아보고 이런 환경변수를 효과적으로 조합하여 시나리오를 구성하는 방법에 대해서 설명하고자 한다.

### 3.1 얼굴 인식 시스템에 영향을 미치는 변수

시스템의 시나리오 성능 평가 실험은 시스템의 알고리즘과 부가적인 센서 등의 시스템 자체 조건과

시스템이 설치되고 실험이 진행될 모의 환경, 그리고 실험을 하는 모의 테스트 집단에 매우 의존적이다. 따라서 성능에 영향을 미치는 요소들은 실험을 하기 이전 계획 단계에서 미리 고려하여, 실험에 반영해야 할 필요가 있다. 이러한 필요성은 시스템의 성능을 평가하는 본 실험에 앞서, 어떤 요소들이 성능에 중요한 요소인지, 어떤 요소들이 성능 평가에 있어서 무시해도 될 요소인지를 판단하는 자료가 될 수 있다. 여기서는 얼굴인식 시스템의 성능에 영향을 미칠 수 있는 요소에 대해서 알아보려고 한다.

3.1.1 설치 공간에 대한 조건

얼굴인식 시스템의 성능에 영향을 미치는 요소 중에서 가장 중요한 것 중의 하나가 조명이다. 이 조명에 대한 조건은 시스템의 적용 공간이 실내인지 실외인지에 따라서 구분될 수 있다. 조명과 더불어 환경적인 요소 중에서 중요한 것 중의 하나가 배경이다. 배경의 복잡도에 따라서 얼굴인식 시스템의 성능이 달라질 수 있다. 이처럼 시스템의 적용환경 변수를 실외와 실내로 구분하고 그에 따른 조명과 배경에 대한 요소를 구분할 수 있다[11].

얼굴 인식 시스템이 실외에 설치 될 경우, 실외 환경이 가질 수 있는 조명 조건은 자연광이 대부분이지만, 만약 건물의 입구에 사용된다면, 그 장소에서 사용하고 있는 조명에 의해서도 영향을 받을 수 있다. 또한, 얼굴 인식 시스템이 실내에 설치 될 경우에는, 조명의 종류에 따라 조명의 색깔이 달라질 수 있고, 몇 개의 조명을 사용하느냐에 따라 조명의 세기가 달라지기 때문에 조명의 변수가 매우 까다롭다. 또한, 실내라고 해도, 창문이 있는 경우에는 자연광이 미치는 영향을 완전히 배제할 수가 없다.

배경 또한, 얼굴 인식 시스템이 설치되는 장소에 따라서 많은 변수를 가질 수 있다. 얼굴 인식 시스템이 실외에 설치 될 경우에는, 고정된 배경화면이 아닌 동적인 배경화면을 갖게 되므로, 배경 화면에 대한 변수가 실내 화면보다 민감하게 작용할 수 있다. 시스템의 설치 장소에 따른 조명과 배경의 변수를 나타내면 표 1과 같다.

3.1.2 적용 대상에 대한 조건

실험 집단이 시스템에 대한 기술적인 부분을 이해하지 못하더라도, 시스템을 사용해 봄으로써 시스템

표 1. 얼굴 인식 시스템의 설치 장소에 따른 환경 변수

장소	조명	배경	배경의 요소
실외	자연광	정적배경	건물, 도로, 나무
	자연광+조명	동적배경	사람, 자동차, 비, 눈
실내	백열등	정적배경	시스템이 설치된 환경
	백열등+자연광		
	형광등	동적배경	지나가는 사람
형광등+자연광			

표 2. 모의 테스트 집단에 따른 변수

개인의 속성	나이, 성별, 인종(피부 색), 대머리, 장애 혹은 질병
개인의 습성	표정, 얼굴의 자세(포즈), 사용자 친숙도
개인의 외모	머리 모양, 머리 색깔, 남자일 경우 수염
개인의 액세서리	안경, 모자, 마스크, 목도리, 화장, 귀고리, 선글라스

의 평가를 자연스럽게 이끌어 낼 수 있는데, 그 이유는 사용자가 바로 시나리오 평가를 통해서 자연스럽게 사람에 의한 변수를 만들어 낼 수 있는 주체이기 때문이다. 시나리오 평가에서는 실험 집단 중에 자연스럽게 안경을 낀 사용자가 포함 될 수 있기 때문에, 인위적으로 안경이란 변수를 검증하기 위해서 사용자에게 안경을 끼고 실험에 참여할 것을 지시할 필요가 없다. 단지, 효과적인 시나리오 테스트를 진행하기 위하여 안경을 낀 사람의 비율을 고려해서 실험 집단을 구성할 수 있다.

3.2 시나리오 구성

앞 절에서 살펴본 인식 시스템에 영향을 줄 수 있는 요소들을 시나리오 평가 실험에 그 중요한 정도에 따라 차별적으로 분포시키기 위해서 시나리오의 요소들을 그 특성에 따라 그룹화 하여 수학적으로 재정의 하는 과정이 필요하다. 이 과정을 간단히 살펴보면 다음과 같이 단계별로 나타낼 수 있다.

- 1단계: 변수의 특성에 따라 집합을 정의한다.
- 2단계: 각각의 집합이 원소로 포함할 수 있는 원소들을 정의한다.
- 3단계: 각각의 집합의 원소가 가지는 중요도를 정의한다.
- 4단계: 각각의 집합의 원소의 중복적 표현을 고려하여 그 집합의 부분 집합을 고려한다.

- 5단계: 고려된 모든 집합의 경우의 수를 위하여 집합 곱(Cartesian Product)을 수행한다.

이러한 단계를 수학적으로 다시 표현하면 다음과 같다. 먼저 인식시스템에 적용하고자 하는 각각의 환경변수를  $F_i$  라고 정의하고 주어진 환경변수에 포함되는  $n_i$  개의 환경요소들을  $f_1^i, f_2^i, \dots, f_{n_i}^i$  라고 정의하면 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$F_i = \{f_1^i, f_2^i, \dots, f_{n_i}^i\}$$

그리고 각각의 환경 요소에 대한 중요도를 나타내는 merit 함수를  $m(f_k^i)$  라고 표시하면 중요도의 정규화를 위해서 다음과 같은 조건을 줄 수 있다.

$$\sum_{k=1}^{n_i} m(f_k^i) = 1$$

이처럼 주어진 환경변수에 포함되어 있는 환경요소들의 집합 곱을 통해서 종합적이고 복합적인 시나리오 집합  $S$  를 다음의 식을 통해서 표현할 수 있다.

$$S = F_1 \times F_2 \times \dots \times F_m$$

여기서  $m$  은 환경변수의 개수이고 집합 곱을 통해서 얻어진 환경 요소들의 조합을 표현한 집합인  $S$  는 각 환경 변수  $F_i$  에 속해있는  $n_i$  개의 환경 요소  $f_1^i, f_2^i, \dots, f_{n_i}^i$  를 고려하여 구성되지만, 하나의 환경 변수에 따른 환경 요소의 조합을 고려하여 보다 다양한 시나리오를 표현할 수 있다. 즉, 각 환경 변수  $F_i$  에 따라서 그의  $n_i$  개의 환경요소에 대해서 그들의 다양한 조합을 다음과 같이 고려할 수 있다.

$$G_i = \{1\text{-combination of } F_i, 2\text{-combination of } F_i, \dots, n_i\text{-combination of } F_i\}$$

여기서  $k$ -combination of  $F_i$  는  $k$  개의 원소를 갖는  $F_i$  의 조합으로 이루어진 집합을 나타낸다.

그러면 여기서 각 환경 변수에 포함되어 있는 환경요소들의 다양한 조합을 고려하는 보다 포괄적인 시나리오  $S$  를 다음과 같은 식을 통해서 얻을 수 있다.

$$S = G_1 \times G_2 \times \dots \times G_m$$

여기서  $m$  은 환경변수의 개수이다. 그러면 얻어진 시나리오 집합  $S$  의 원소가 되는  $s_k = \{f_1, f_2, \dots, f_{n_i}\}$ ,  $u = |s_k|$ ,  $s_k \in S$  에 대해서 중요도  $m(s_k)$  를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$m(s_k) = \frac{\sum_{r=1}^u m(f_r)}{u}, f_r \in s_k$$

이렇게 만들어진 시나리오는 각각 환경적 변수를 모두 포함하는 환경 시나리오와 모의 테스트 집단의 변수를 모두 포함하는 모의 테스트 집단 시나리오로 나뉘어 시나리오 평가 실험에서 그 중요도에 따라 분포되도록 설계 된다. 이 시나리오의 구성 방법의 이해를 도울 수 있는 예시는 다음 장에서 들도록 하겠다.

### 3.3 시나리오의 선택과 재구성

앞 절에서 설명한 것처럼 구성된 시나리오의 개수는 고려된 요소의 개수에 따라, 또는 중복적으로 표현 가능한 부분집합 여부에 따라 결정되게 되는데, 이 때 모든 시나리오를 고려하여 시나리오 평가 실험을 수행할 수 없으므로 시나리오를 선택하여 실험을 진행하여야 한다.

이미 시나리오 구성 단계에서 각각의 요소마다 중요도를 고려하여 계산하였기 때문에, 시나리오는 중요도의 크기가 큰 것부터 정렬하여 선택하게 된다. 단 반드시 중요도가 큰 시나리오부터 선택하여야 한다.

## 4. 실험

4장에서는 앞 장에서 설명한 시나리오를 구성하는 방법과, 구성된 환경 시나리오를 우선 순위대로 정렬해보고, 구성된 모의 테스트 집단의 시나리오 역시 우선순위 대로 정렬하여 재구성하는 방법을 예를 통하여 제시하기로 하겠다.

### 4.1 모의 환경 시나리오의 예

시나리오 실험을 위해서 구축할 모의환경이 실외에 위치하고 있고, 그 인식 시스템의 배경이 되는 곳에 건물과 나무가 정적 배경으로, 사람과 자동차가 동적 배경으로 있다고 우선순위를 정하여 가정하였다면, 모의 환경이 가질 수 있는 요소들을 앞 장에서 설명한 것처럼 다음과 같이 표현한다.

$$F_1 = \{\text{자연광}\}, m(\text{자연광}) = 1$$

$$F_2 = \{\text{건물, 나무}\}, m(\text{건물}) = 0.7, m(\text{나무}) = 0.3$$

$$F_3 = \{\text{사람, 자동차}\}, m(\text{사람}) = 0.4, m(\text{자동차}) = 0.6$$

위에서의 조건대로 모의 환경의 시나리오를 구성

하면 다음과 같다.

- $S_1 = \{\text{자연광, 건물}\}, m(S_1) = 1.7$
- $S_2 = \{\text{자연광, 나무}\}, m(S_2) = 1.3$
- $S_3 = \{\text{자연광, 건물, 나무}\}, m(S_3) = 1.5$
- $S_4 = \{\text{자연광, 건물, 사람}\}, m(S_4) = 2.1$
- $S_5 = \{\text{자연광, 나무, 사람}\}, m(S_5) = 1.9$
- $S_6 = \{\text{자연광, 건물, 나무, 사람}\}, m(S_6) = 1.9$
- $S_7 = \{\text{자연광, 건물, 자동차}\}, m(S_7) = 2.3$
- $S_8 = \{\text{자연광, 나무, 자동차}\}, m(S_8) = 1.9$
- $S_9 = \{\text{자연광, 건물, 나무, 자동차}\}, m(S_9) = 2.1$
- $S_{10} = \{\text{자연광, 건물, 나무, 사람, 자동차}\}, m(S_{10}) = 2.0$

이와 같은 모의 환경 시나리오가 완성 되었을 때, 시나리오의 중요도에 따라서 정렬을 해보면 다음과 같이 우선순위가 결정 된다.

$$S_7 > S_{10} > (S_9 = S_4) > (S_5 = S_6 = S_8) > S_1 > S_3 > S_2$$

이 결과를 토대로, 시나리오를 선택하면, 시나리오 평가가 중요하게 생각하는 고려 요소를 중요도에 따라 분포하는 시나리오를 완성할 수 있다.

#### 4.2 모의 테스트 집단 시나리오의 예시

시나리오 평가를 위해서 테스트 하고 싶은 모의 집단을 선발하기 위해서, 시나리오 평가에서 중요하게 생각하고 고려하는 테스트 집단의 변수들을 고려한다. 앞 절에서 정의한 모의 환경의 시나리오의 예처럼 모의 테스트 집단의 변수 집합과 원소, 그리고 원소의 중요도를 정의한다. 이 절의 예에서는 사용자의 성별과 연령, 화장과 안경, 귀고리를 고려하는 시나리오를 작성해보도록 한다.

- $F_4 = \{\text{남자, 여자}\}$   
 $m(\text{남자}) = 0.3, m(\text{여자}) = 0.7$
- $F_5 = \{\text{안경, 화장, 귀고리}\},$   
 $m(\text{안경}) = 0.5, m(\text{화장}) = 0.3, m(\text{귀고리}) = 0.2$
- $F_6 = \{1-30, 31-60\},$   
 $m(1-30) = 0.4, m(31-60) = 0.6$

위의 조건으로 모의 테스트 집단의 시나리오를 생성하면 다음과 같이 나타난다.

- $S_{11} = \{\text{남자, 안경, 1-30}\}, S_{12} = \{\text{남자, 안경, 31-60}\}$
- $S_{13} = \{\text{남자, 화장, 1-30}\}, S_{14} = \{\text{남자, 화장, 31-60}\}$

- $S_{15} = \{\text{남자, 귀고리, 1-30}\}, S_{16} = \{\text{남자, 귀고리, 31-60}\}$
- $S_{17} = \{\text{여자, 안경, 1-30}\}, S_{18} = \{\text{여자, 안경, 31-60}\}$
- $S_{19} = \{\text{여자, 화장, 1-30}\}, S_{20} = \{\text{여자, 화장, 31-60}\}$
- $S_{21} = \{\text{여자, 귀고리, 1-30}\}, S_{22} = \{\text{여자, 귀고리, 31-60}\}$
- $S_{23} = \{\text{남자, 안경, 화장, 1-30}\}, S_{24} = \{\text{남자, 안경, 화장, 31-60}\}$
- $S_{25} = \{\text{여자, 안경, 화장, 1-30}\}, S_{26} = \{\text{여자, 안경, 화장, 31-60}\}$
- $S_{27} = \{\text{여자, 안경, 화장, 1-30}\}, S_{28} = \{\text{남자, 안경, 귀고리, 31-60}\}$
- $S_{29} = \{\text{여자, 안경, 귀고리, 1-30}\}, S_{30} = \{\text{여자, 안경, 귀고리, 31-60}\}$
- $S_{31} = \{\text{남자, 귀고리, 화장, 1-30}\}, S_{32} = \{\text{남자, 귀고리, 화장, 31-60}\}$
- $S_{33} = \{\text{여자, 귀고리, 화장, 1-30}\}, S_{34} = \{\text{여자, 귀고리, 화장, 31-60}\}$
- $S_{35} = \{\text{남자, 안경, 귀고리, 화장, 1-30}\}, S_{36} = \{\text{남자, 안경, 귀고리, 화장, 31-60}\}$
- $S_{37} = \{\text{여자, 안경, 귀고리, 화장, 1-30}\}, S_{38} = \{\text{여자, 안경, 귀고리, 화장, 31-60}\}$

이렇게 구성된 시나리오의 중요도를 앞 절에서 언급한 환경 시나리오와 마찬가지로 계산하여 중요도에 따른 시나리오의 우선순위를 정할 수 있다. 구성된 시나리오의 모든 합을 구한다음에 각각의 시나리오가 전체 시나리오에서 차지하는 퍼센트를 구해서 시나리오의 우선순위를 정할 수도 있다.

만약 차지하는 퍼센트가 너무 미미하여 실험의 효과보다 비용이 더 들 것 같을 경우에는 퍼센트에 근거하여 그런 시나리오를 배제하도록 한다. 만약 시나리오를 배제하고 임의로 우선순위에 근거하여 시나리오를 선택했을 경우에는, 배제한 시나리오를 고려하지 않도록 한다. 배제한 시나리오 외의 전체 시나리오의 중요도를 다시 합산하여, 각각의 시나리오가 포함하고 있는 각각의 요소들이 전체 시나리오에서 몇 퍼센트를 차지하는지 다시 계산하여 최종적으로 모의 테스트 집단을 구성하도록 한다.

#### 4.3 최종 시나리오 구성

중요도와 전체 모의 환경 시나리오에서 차지하는 각각의 시나리오의 퍼센트를 구해서 최종적으로 우

선순위가 높은 환경 시나리오를 선택한다. 이렇게 선택한 최종 환경 시나리오가 20개라고 가정했을 때, 그 20개가 전체 시나리오에서 차지하는 비율에 맞추어 모의 테스트 집단의 명수를 배분한다.

또한, 우선 순위에 따라서 재구성된 시나리오를 토대로 모의 테스트 집단을 실질적으로 모집하는데 최종적으로 구성하는 모의 테스트 집단의 크기가 N명이라고 가정한다.

만약 우선 순위가 가장 높은 환경 시나리오가 차지하는 비율이 10%라고 가정한다면, N명의 10%는 우선 순위가 가장 높은 환경 시나리오 조건 아래에서 시나리오 평가를 수행하도록 한다. 그 다음 시나리오가 차지하는 퍼센트가 8%일 경우, N명의 8%는 그 다음 시나리오의 조건 아래에서 시나리오 평가를 수행하도록 실험을 설계한다. 이처럼 자동으로 생성된 시나리오에 따라서 각 시나리오의 중요도를 평가하고 시스템의 sensitivity 와 specificity에 따라서 시나리오의 적용 범위를 결정할 수 있다. 이처럼 적용환경에 따라서 가변적이고 유동적인 시나리오를 적용함으로써 보다 효율적이고 효과적인 인식 시스템 성능 평가를 얻을 수 있다.

#### 4.4 평가 등급

이렇게 구성된 시나리오를 토대로 실험을 한 후에는 정량적 평가 항목으로 시나리오 평가에 결과를 줄 수 있다.

국제 표준의 방향의 흐름에 따라, 시나리오 평가에 대한 등급을 준다면 다음 표 4와 같이 줄 수 있다.

### 5. 결과 및 결론

본 논문에서는 바이오 인식 시스템의 성능을 평가하는 방법 중에서 특별히 시나리오를 기반으로 얼굴 인식 시스템의 성능을 평가하는 방법에 대해서 제시

표 4. 인증에 대한 테스트 등급

등급	FRR	
	FAR (0.10)	FAR (1.00)
5	< 1%	< 0.1%
4	1-2%	0.1-0.2%
3	2-4%	0.2-0.4%
2	4-8%	0.4-0.8%
1	> 8%	> 0.8%

하였다. 얼굴인식 시스템의 성능에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 분석하여 그들의 조합을 바탕으로 실생활에서 적용될 수 있는 시나리오를 중요도에 따라서 구성하고 얼굴인식 시스템을 주어진 시나리오에 따라서 적용하여 그 성능을 평가하는 방법을 제시하였다. 얼굴인식 시스템의 성능에 영향을 미치는 요소를 개별적으로 적용하여 얼굴인식 시스템의 성능을 평가하려고 하면 평가에 소요되는 시간적 계산적 비용이 많이 들 뿐더러 복잡하고 다양한 현실 환경을 고려하기 어렵다. 그렇기 때문에 종합적인 얼굴인식 시스템 적용환경을 제시하여 다양한 환경변수들의 조합이 고려될 수 있도록 시나리오를 구성하는 방법을 제시하였고 시나리오의 중요도에 따라서 선택적으로 시나리오를 적용할 수 있도록 하는 방법을 제안하였다.

이 방법으로 가변적 요소들의 중요한 정도에 따라서 시나리오를 고르게 구성할 수 있고, 고르게 구성된 시나리오를 토대로 독립적이고 시스템에 종속적이지 않은 평가 실험을 하는 것이 가능하다. 그리고 이런 시나리오를 토대로 한 시나리오 평가가 모의 집단에 의해서 실험 될 경우, 기존의 알고리즘 위주의 평가에서 벗어나 사용자와 환경을 평가 요소로 포함하여 평가할 수 있다는 장점이 있다.

또한, 시나리오 평가를 받은 얼굴 인식 시스템은 모의 환경과 테스트 집단에서 고려된 여러 요소들과 그에 따른 평가 등급을 미래의 사용자에게 제시함으로써, 사용자가 여러 얼굴 인식 시스템 제품 중에서 자신의 환경적 특성과 테스트 집단의 특성에 맞는 얼굴 인식 시스템 제품을 선택할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 뿐만 아니라 개발자에게는 가변적 요소들과 그에 따른 테스트 등급을 근거로, 향후 시스템이 개선되고 보완되어야 할 점을 상기시켜 줄 수 있다고 할 수 있다.

표 3. 등록 실패에 대한 평가 등급

등급	퍼센트(%)
5	<0.5
4	0.5-2.00
3	2.00-5.00
2	5.00-20.00
1	>20.00

참 고 문 헌

- [1] Modernising Government, Biometrics for Identification and Authentication Advice on Product Selection - Issue 2.0, UK Biometrics Working Group, 22 Mar. 2002.
- [2] T. Mansfield, G. Kelly, D and Chanler, J. Kane, "Biometric Product Testing Final Report," *GESG/BWG Biometric Test Programme*, 19 March 2001.
- [3] JH. Hong, EK. Yun and SB. Cho, "A Study on Evaluation Methodology for Biometrics Systems," Dept. of Computer Science, Yonsei University.
- [4] P.J. Philips, A. Martin, C. L. Wilson, M. Przybocki, "An Introduction to Evaluating Biometric Systems," *IEEE Computer*, pp. 56-63, Feb. 2000.
- [5] W. Gao, B. Cao, S. Shan, D. Zhou, X. Zhang, D. Zhao, "The CAS-PEAL Large-Scale Chinese Face Database & Baseline Evaluations," ICT-VISION Joint Resarch & Development Laboratory for Face Recognition, Chinese Academy of Sciences, May 2004.
- [6] A. J. Mansfield, J. L. Wayman, "Best Practices in Testing and Reporting Performance of Biometric Devices," Centre for Mathematics and Scientific Computing, National Physical Laboratory, Aug. 2002.
- [7] P.J. Phillips, Hyeonjoon Moon, and S.A. Rizvi, "The FERET Evaluation Methodology for Face-Recognition Algorithms," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intelligence*, Vol.22. No.10., Oct. 2000.
- [8] P.J. Philipse, W.T. Scruggs, A.J. O'Toole, P.J. Flynn, K.W. Bowyer, C.L. Schott, M. Sharpe, "FRVT 2006 and ICE 2006 Large-Scale Results," *National Institute of Standards and Technology*, Mar. 2007.
- [9] P.J. Phillips, P.J. Rauss, S.Z. Der, "FERET (Face Recognition Technology) Recognition Algorithm Development & Test Results," *Army Research Laboratory*, Oct. 1996.
- [10] H.S. Lee, S. Park, B.N. Kang, J. Shin, J. Lee, H. Je, B. Jun, D. Kim, "The POSTECH Face Database (PF07)," Dept. of Computer Science & Engineering, Pohang University Science and Technology, Feb. 2008.
- [11] Georghiadis, A.S. and Belhumeur, P.N. and Kriegman, D.J., "From Few to Many: Illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose." *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intelligence* 23(6): 643-660, 2001.

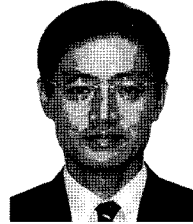




맹 두 열

- 1988년 중앙대학교 무역학과(경영학사)
- 2004년 중앙대학교 컴퓨터소프트웨어학과(공학석사)
- 2008년 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학박사과정)
- 2001년~현재 한국인터넷진흥원(책임연구원)

관심분야: 정보보호, 이동컴퓨팅, 바이오인식, 임베디드 SW



김 성 조

- 1975년 서울대학교 응용수학과(공학사)
- 1977년 한국과학기술원 전산과(이학석사)
- 1977년~1980년 ADD(연구원)
- 1980년~현재 중앙대학교 컴퓨터공학부 교수

1987년 Univ. of Texas at Austin(공학박사)  
1887년~1988년 Univ. of Texas at Austin(Research Fellow)

1996년~1997년 Univ. California-Irvine(Visiting Professor)  
관심분야: 이동컴퓨팅, 임베디드 소프트웨어, 유비쿼터스컴퓨팅



홍 병 우

- 1995년 중앙대학교 수학과(이학사)
- 2001년 Weizmann Institute of Science, Computer Science(이학석사)
- 2005년 University of Oxford, Computer Science(공학박사)

2008년 University of California Los Angeles(박사 후연수)

2008년~현재 중앙대학교 컴퓨터공학부 조교수  
관심분야: 의료영상처리, 컴퓨터비전, 이미지처리