

## 효율적인 이러닝을 위한 학습자 얼굴 인증 기술

장은겸\*, 김경배\*\*

# The Face Authentication Mechanism of Learner for the Efficient E-Learning

Eun-Gyeom Jang\*, Gyoung-Bae Kim\*\*

### 요 약

학습자와 교수자간의 효율적인 학습을 지원하고 학습자의 편의성과 공간·시간적으로 제한된 학습 환경을 개선하기 위해 이러닝 기술이 다각도로 연구되고 있다. 그러나 학업 성취도를 포함한 학습 과정에서 오프라인 수업에 못 미치는 결과를 초래하고 있다. 즉, 대리인이 학습에 참여한 출석, 학습에 집중력이 부족한 형식적인 학습, 학습자의 학습태도 관리 등의 영역에 문제를 가지고 있으므로 당연한 결과라 할 수 있다. 이러한 환경적인 문제가 해결되어야 시간·공간의 제한을 받지 않는 이러닝 시스템의 장점을 살릴 수 있을 것이다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고자 학습자의 얼굴 인증 컴퓨팅 기술을 이용하여 학습자 인증과 학습 진행이 될 수 있는 기술을 제안한다. 학습자의 얼굴을 실시간으로 감시하여 학습자의 자리 비움 및 학습 이외의 행위, 대리인에 대한 제한을 방지할 수 있는 기능을 제공한다.

### Abstract

E-learning technology which effectively supports the learning methodologies between students and professors and which provides location and time benefits to students is being researched now a days. However, E-learning classes produce bad effects comparing with offline classes in learning procedures including scholastic achievements. Bad effects of E-learning system could be proxy attendance, lack of concentration, and bad attitude of students. These environmental problems must be solved first to achieve the advantages of E-learning technology. To get rid of these problems, in this paper, we proposed a mechanism which provides effective learning progress by using face authentication method. This mechanism supervise the student by using real time face recognition which prevents proxy attendance, illegal activities, and student's absences.

▶ Keyword : 이러닝(E-learning), 얼굴인식(Face cognition), 학습강화(Reinforcement Learning), 인증(Authentication)

• 제1저자 : 장은겸 교신저자 : 김경배

• 투고일 : 2010. 01. 26, 심사일 : 2010. 02. 09, 게재확정일 : 2010. 03. 11.

\* 대전대학교 컴퓨터공학과 겸임교수 \*\* 서원대학교 전자계산교육 교수

## I. 서론

이러닝은 초·중·고, 대학 및 평생교육기관 등의 전문교육기관에서 뿐만 아니라, 일반기업 및 공공기관에 이르기까지 사회 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있다. 이처럼 이러닝 수요가 급증할 수 있는 이유는 시·공간 제약이 없고 반복학습이 가능하기 때문이다.

일반적으로 자유로운 온라인 학습은 학습자의 학업성취도를 높이기 위한 이러닝 환경과 콘텐츠 질 등의 요건을 필요로 하며, 대학과 같은 학점제 운영영역은 학습자 인증, 학업평가, 수강출석 등이 요구된다.

이러한 이러닝의 효율적 증대에 가장 큰 영향을 미치는 것은 콘텐츠의 질이 우선시되고 있다. 또한 교사와 학습자간의 상호 인터페이스를 요구하여 오프라인 수업과 같은 효과를 요구한다. 콘텐츠의 질을 높이는 것은 실력이 우수한 강사를 활용하여 콘텐츠의 질을 높이는 방법을 간구하고 있다. 또한 오프라인과 같은 상호 인터페이스의 학습 환경 구축을 위해 실시간 질의/응답시스템과 학습자의 감성 인식 시스템을 도입하는 기술이 연구되고 있다.

교사자와 학습자간의 상호 인터페이스에 의한 학습 효과 증대 기술인 실시간 질의/응답 및 학습자 감성 인식 기술은 대리인의 학습과 실시간 콘텐츠 구성에 문제를 가지고 있다. 이러한 문제를 보완하고 이러닝의 요구사항을 만족시키기 위해 본 논문에서는 학습자의 얼굴 인증 기술을 제안하여 이러닝의 학업 참여와 성취도를 증대시키고자 하였다.

## II. 이러닝 시스템 환경 및 기술 분석

이러닝은 오프라인 상에서 이루어지는 교사자와 학습자간의 상호 인터페이스 영역을 만족하지 못하는 것이 문제로 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 학습 콘텐츠에 부분별 질의/응답에 의한 콘텐츠 구성과 학습자 감성인식에 의한 학습 진행, 학습 평가 등의 기술이 연구되고 있다.

### ■ 학습 콘텐츠의 질의/응답 이러닝

서원대학교의 이러닝 시스템의 경우, 플래시로 콘텐츠가 제작되어 학습이 진행된다. 학습 콘텐츠 진행은 각 영역별로 학습자의 체크에 의해 진행된다. 또한, 소챗터에 의해 세부 내용을 확인 할 수 있도록 콘텐츠가 구성되어, 학습 콘텐츠를 학습자가 영역별로 확인을 하도록 구성되었다. 이러한 질의/응답에 의한 콘텐츠는 웹을 이용한 사용자 아이디 및 패스워

드에 의해 사용자를 인증하고 콘텐츠를 제공한다. 그러나 이러한 이러닝 환경은 대리인에 의한 학습과 출석이 가능한 문제를 가지고 있다. 또한 콘텐츠 구성에서 영역별 학습 확인에 의한 학습 진행 또한 학습자의 자리 비움 현상에 대해서도 확인할 수 없는 구조를 가지고 있다.

### ■ 학습자 감성인식 이러닝

웹캠을 이용하여 학습자의 얼굴을 인식하여 콘텐츠를 구성하여 흥미를 유발 시킬 수 있도록 하여 학습효과를 높이고자 고안된 기술이다. 학습자의 얼굴 표정을 인식하여 다음과 같이 감성상태를 추출하여 대응한다. “지루하다”, “재미있다”, “쉽다”, “어렵다”, “궁금하다”로 얼굴표정을 추출하여 이러닝을 실시간 구성한 연구이다. 그러나 대응 방안으로 콘텐츠를 실시간 구성하는 것이 아니라 간단한 메시지를 학습자에게 전송하는 방식이다[1].

그 외의 기술로 학습자의 고유코드 값을 이용하여 최초 인증 후에 아무런 제약이 없이 학습이 이루어지거나 이러닝 후에 콘텐츠 내용에 대한 학습 평가를 통해 성취도를 추출하여 학습이 완료될 수 있도록 지원한다[2,3].

이러닝에서 학습자와 교사자간의 상호작용을 위한 기술로 실시간 인터페이스와 화상을 통한 인터페이스 환경에 시도하고 있으나 이러닝 환경 및 기술적인 면에서 한계를 나타내고 있다. 또한, 학습자에게 일방적인 콘텐츠 제공으로 인해 학습의 효과가 미비한 결과를 초래하기도 한다. 이러한 문제를 보완하고자 다방면으로 연구되고 있으나 학습자의 집중도를 유도하기에는 부족하고 형식적인 학습과정만 되고 있다.

이러한 문제를 해결하고자 본 논문에서는 학습자의 학습강화를 위해 실시간으로 학습자의 얼굴인식 및 인증 기술을 제안하였다.

## III. 얼굴인식 기술

Haar-like feature와 AdaBoost 학습 알고리즘은 전형적인 얼굴 검출 알고리즘이다. Haar-like feature는 얼굴 검색에서 주로 사용하는 기법으로 특징 값을 추출하는 방법이고 AdaBoost 학습 알고리즘은 인식률을 높이는 방법으로 다양한 얼굴 영상을 검출하기 위해 다중해상도 피라미드를 사용한다[4,5].

### 3.1 Haar-like feature

(그림 1)에 Haar-like feature는 Viola[6]가 처음 얼굴 검출에 사용한 가장 간단하면서도 효율적인 인식자로 쓰인다.

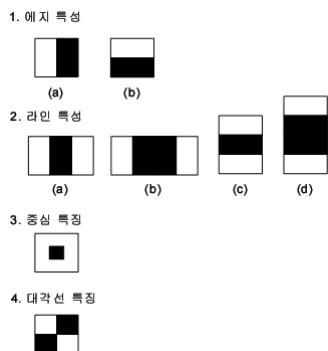


그림 1. Haar-like feature 추출  
Fig. 1 Haar-like feature Extraction

이를 얼굴 검출에서 사용하면 얼굴을 배경으로 판단할 확률이 1%보다 작아진다. 뿐만 아니라 특징 값을 구하는데 요구되는 계산량은 단순히 합 연산으로 빠른 얼굴 검출을 요하는 응용분야에서 사용될 수 있다.

Haar-like feature는 학습 알고리즘에서 학습 입력 정보를 줄여주고, 학습 결과의 다양성을 증가시켜주면서 더욱 쉬운 분류가 가능하다. 또한 픽셀 자체를 가지고 연산을 수행하는 것보다 특징 값을 가지고 수행하는 것이 더 빠르다. 이는 개별 영역 안에 있는 픽셀들의 값을 더하여 영역 합을 구하고 그 값들에 가중치(weight)를 곱하여 합을 계산함으로써 하나의 특징 값을 추출한다.

영상에서의 특징 값은 기본적으로 흰색바탕에서 검은색 영역의 뺀 값이며, 흰색 영역과 검은색 영역의 사각형 크기에 비례하여 특징 값을 구할 수 있다. <그림 2>와 같다.

$$feature_I = \sum_{i \in I=1, \dots, N} w_i RecSum(r_i)$$

$w_i$ : 가중치  
 $RecSum(r_i)$ : 사각형 넓이

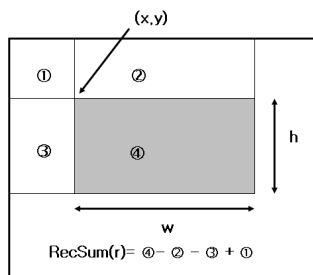


그림 2. 픽셀 합  
Fig. 2 The Total Number of Pixels

### 3.2 Cascade를 이용한 얼굴 검출

Haar-like feature로 추출된 데이터는 얼굴 검출에 있어서 은닉 Cascade로 사용이 된다. 본 논문에서는 24x24 크기의 윈도우로 정해졌고 <그림 3>와 같이 높은 단계로 올라갈수록 Haar-like feature의 개수도 증가하게 되고 각각의 정의들도 세밀한 부분까지 위치하게 된다[6].

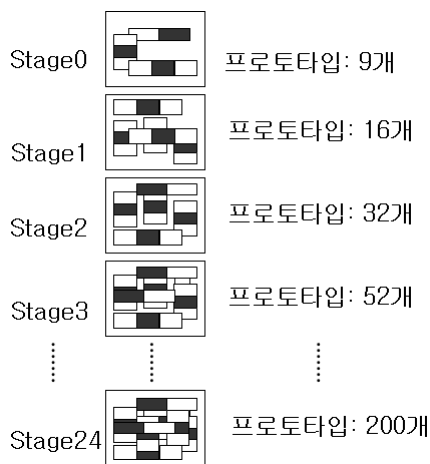


그림 3. 단계별 사용된 정의의 개수  
Fig. 3 The Number of Used Definitions by Phase

### 3.3 Adaboost

AdaBoost는 Freund[7]가 제안한 학습 알고리즘으로 성능이 좋지 않은 여러 개의 약한 분류기들로부터 강한 분류기를 구성하는 boosting 방법 중의 하나이다. Viola는 AdaBoost를 얼굴검출에 이용하였고 특히 Haar-like feature와 cascade 구조를 사용하여 빠른 얼굴 검출 속도와 검출률을 높였다.

얼굴 인식을 위해 AdaBoost를 이용하여 Haar-like feature 중에 얼굴을 가장 잘 표현한 영역을 선택하였다. AdaBoost 학습 알고리즘을 사용하면 학습을 거듭 할수록 얼굴을 잘 표현하는 특징 값을 많이 뽑아낼 수 있어 강력한 인식 알고리즘을 만들 수 있다. AdaBoost 학습 알고리즘을 통해 뽑은 특징 값들은 <그림 4>와 같이 단계별로 그룹화 된다.

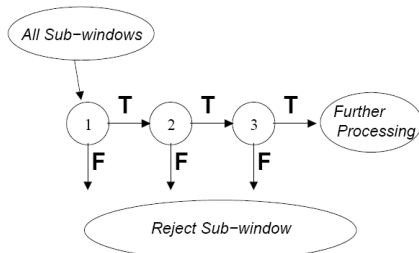


그림 4. 단계별 특징 값 추출  
Fig. 4 Feature Extraction by Phase

첫 단계에서는 적은 수의 특징 값들을 가지고 일정한 수준의 얼굴판별 능력을 가진 특징 값들을 그룹화하고 다음 단계에서는 첫 단계에서 보다 더 많은 수의 특징 값들을 가지고 전 단계와 비슷한 판별력을 가지는 그룹을 만든다. 단계별 그룹화를 통해 특징 값을 추출함으로써 강력한 인식 값을 얻을 수 있다.

#### IV. 영상 프레임 검출 및 비교 기술

##### 4.1 화소단위 법과 히스토리 비교방법

화소단위 비교 방법은 동일한 샷 내에서는 화소 값의 변화가 적다는 성질을 이용하는 것으로 식 4.1에서  $F_i(x, y)$ 는  $i$ 번째 프레임에서  $(x, y)$ 의 화소 값이고, 이때 인접하는 프레임의 대응하는 화소 값의 차가 임계값  $t$ 를 초과하는 경우 1로 된다[8].

$$DP_i(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } |F_i(x, y) - F_{i+1}(x, y)| > t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \dots\dots\dots (식 4.1)$$

식 4.2에서 전체 화소에 대한 1로 된 화소의 비율이 특정 임계값  $T_p$ 를 넘으면, 컷으로 간주한다.  $X, Y$ 는 이미지의 최대 높이와 넓이를 표시한다.

$$\frac{\sum_{x,y=1}^{X,Y} DP_i(x, y)}{X * Y} * 100 > T_p \dots\dots\dots (식 4.2)$$

이러한 화소단위 비교 방법은 카메라의 움직임과 물체의 움직임에 따라 잘못된 장면전환을 검출한다. Fade와 Zoom in/out과 같은 카메라 이동, 그리고 물체의 이동은 많은 화소

의 변화를 가지고 오고, 결국 잘못된 장면전환을 검출하는 결과를 보이게 된다.

히스토그램 비교 방법은 동일한 샷 내의 프레임들은 서로 유사한 색상분포를 가진다는 특성을 이용한 가장 보편적인 검출방법으로 동영상에서 인접한 프레임들의 히스토그램 차이를 계산하여 주어진 임계값  $T_h$ 와 비교함으로써 장면전환을 검출하게 된다.

이러한 히스토그램 비교 방법은 빠르게 물체가 움직여도 전체의 히스토그램의 변화는 크게 변하지 않기 때문에 화소단위 비교방법보다 움직임에는 정확한 장면전환을 검출할 수 있다.

##### 4.2 엔트로피를 이용한 비교방법

영상 정보의 복잡도를 확률에 기반을 둔 엔트로피로 나타내면 식 4.3과 같다. 이 엔트로피를 이용하면 영상의 복잡도를 측정할 수 있다[8].

$$E = - \sum_{j=0}^K P(a_j) \log P(a_j) \dots\dots\dots (식 4.3)$$

$a_j$ 는  $j$ 번째 화소 값의 개수이며,  $P(a_j)$ 는  $a_j$ 의 확률이다. 급격한 조명변화가 생겼을 때, 컬러 히스토그램의 분포는 크게 차이가 난다. 그러나 물체나 배경, 혹은 영상 전체의 밝기 변화가 생기더라도 그 영상의 복잡도는 크게 변하지 않기 때문에 엔트로피 값이 크게 변하지 않는다. 따라서 연속되는 두 프레임간의 엔트로피 차이를 사용하면 조명 변화로 인한 잘못된 장면검출을 막을 수 있다. 그래서 컬러 히스토그램과 엔트로피 비교 방법을 함께 사용하여 두 프레임간의 컬러 히스토그램과 엔트로피의 차이를 계산하여,  $D_{total}$ 이 임계값을 넘을 때에 장면전환으로 간주한다.

엔트로피 방법은 갑작스런 조명변화에 잘못된 장면전환을 검출하지 않지만 fade처럼 서서히 밝기가 변하면 장면전환으로 판별하게 된다.

##### 4.3 압축 영역에서 에지 영상을 이용한 비교 방법

식 4.4와 같이 AC 계수들 중 저주파에 해당하는 5개의 계수를 이용해 저주파 에지 강도,  $P_L$ 를 계산하고 이를 임계값과 비교해 에지 블록을 구함으로써 에지 영상을 얻으며, 식 4.5와 같이 움직임이 보상된 참조 프레임의 수평, 수직 방향의 에지 히스토그램,  $P'_H, P'_V$ 와 현재 프레임의 수평, 수직 방향의 에지 히스토그램,  $P_H, P_V$ 를 비교하여 장면전환검출을 시행한다.

$$P_L = F_{01}^2 + F_{10}^2 + F_{02}^2 + F_{20}^2 + F_{11}^2 \quad \dots\dots\dots (\text{식 } 4.4)$$

where,  $F_{i,j} : (i,j)$  위치의 DCT 계수

$$d(k, k+1) = \sum_{x=0}^{M-1} |P_H(x+u) - P_H(x)| + \sum_{y=0}^{N-1} |P_V(y+v) - P_V(y)|$$

where,  $M, N$ : 에지 영상의 가로, 세로크기  
 $u, v$ : 수평, 수직 방향의 움직임 벡터

..... (식 4.5)

DCT 계수의 특성상 AC 계수를 이용하여 복원하는 경우 보다 더 정확한 에지 영상을 얻을 수 있고 따라서 장면전환검출 결과가 좋은 장점이 있다.

## V. 학습자 얼굴 인증 이러닝 시스템

### 5.1 시스템 구성 및 기능

#### (1) 학습자 인증

시스템 기능을 두 개의 영역으로 구분하면 학습자 인증 영역과 학습 관리 영역이다. 학습자 인증은 <그림 5>와 같다.

학습자 인증을 위해 "학습자 ID", "PassWD", 얼굴 인증 정보를 이용한다. 이렇게 인증된 학습자는 수강을 시작할 수 있다.

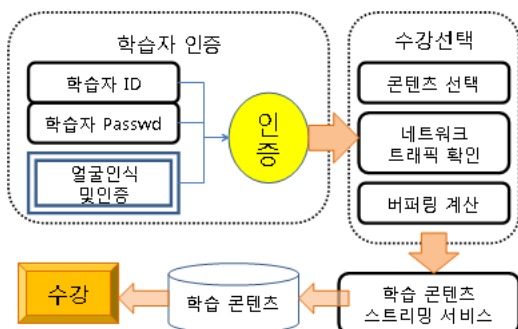


그림 5. 학습자 인증  
 Fig. 5 Learner Authentication

#### (2) 얼굴인증을 통한 이러닝

충분한 이러닝 콘텐츠의 버퍼링이 완료되면 학습이 시작된다.

다. <그림 6>과 같이 학습은 학습자의 얼굴인식이 이루어져야 진행되며 인증이 불가능한 상태가 되면 이러닝 콘텐츠를 정지된다.

웹캠은 학습자의 얼굴인식이 될 때까지 지속적인 감시를 실시한다. 감시(얼굴인식)가 되면 학습자의 얼굴을 검증하고 학습 콘텐츠가 디스플레이가 시작된다. 이러한 제어 시스템에 의해 학습 상황정보는 학습상황 데이터베이스에서 관리된다.

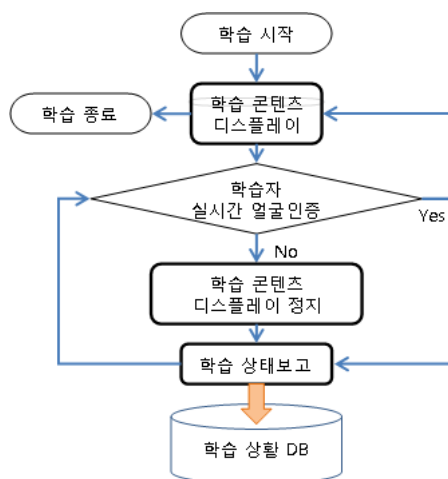


그림 6. 이러닝 관리  
 Fig. 6 E-learning Management

### 5.2 학습자 얼굴 유사 프레임 추출 알고리즘

학습자의 얼굴인식은 AdaBoost를 이용하여 Haar-like feature에서 추출한 영역으로 얼굴을 인식한다. 이렇게 인식된 얼굴영역은 학습자 인증을 위한 프레임으로 구성한다. 웹캠으로 추출된 프레임은 학습자 인증을 위해 다음 식에 의해 프레임 유사도를 추출한다.

유사 프레임 검출 기법은 프레임간의 휘도 및 색상블록의 DC값을 이용하고 프레임 유사성 판단 알고리즘은 식 5.1과 같다.

$$DH_{i,j}(k) = \sum_{k=0}^{K-1} |H_i(k) - T_j(k)| > Th_{temp}$$

.....(식 5.1)

$K$ : 휘도 or 컬러 레벨의 총 개수

$H_i(k)$ :  $i$ 번째 프레임의  $k$ 휘도값을 갖는 히스토그램 함수

$|H_i(k) - T_j(k)|$ : 원본  $i$  프레임과 대상  $j$ 번째 프레임간의  $k$  휘도값을 갖는 히스토그램의 차의 절대값

$DH_{i,j}(k)$ : 원본  $i$  프레임과 대상  $j$  프레임간의 유사성을 나타내는 히스토그램의 차의 절대값의 합

$Th_{temp}$ : 유사성 임계값

$DH_{i,j}(k)$  값이 임계값( $Th_{temp}$ ) 값보다 작게 나타나면 유사성이 있는 장면(프레임)으로 판단하고,  $DH_{i,j}(k)$ 의 값이 크면 유사성이 없는 것으로 판단한다. 임계값  $Th_{temp}$  보다 작은  $DH_{i,j}(k)$ 의 프레임은 학습자가 맞음을 인증한다. 또한, 임계값 보다 큰  $DH_{i,j}(k)$ 의 프레임은 유사성이 없음을 판별하고 차기 프레임을 추출하여 유사 프레임 검출 기법을 반복하여 적용시킨다.

## VI. 제안 시스템 성능 테스트 및 분석

### 6.1 성능 테스트

이러닝 시스템 학습을 위한 학습자 등록은 추후 인증 및 콘텐츠 학습 진행에 제어 정보로 활용된다. <그림 7>에서는 이러닝 학습자 등록과 로그인 인증 화면이다.



그림 7. 사용자 등록과 로그인  
Fig. 7 User Registration and Login

사용자 등록 시에 사용자의 고유 식별자인 ID와 인증 데이터인 패스워드를 등록한다. 또한 사용자의 얼굴 이미지를 등록한다.

등록된 얼굴 이미지는 로그인시에 아이디/패스워드와 함께 사용자 인증 정보로 활용한다. 인증된 사용자는 학습을 진행한다. 학습 진행 화면은 <그림 8>과 같다.

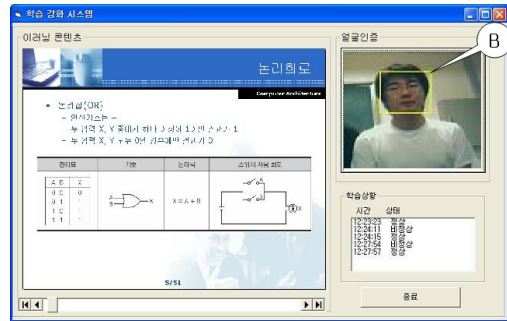


그림 8. 이러닝 화면  
Fig. 8 E-Learning Screen

웹캠은 실시간 운영되어 학습자를 감시한다. 학습자의 얼굴이 인증되지 못하면 콘텐츠를 멈추고 "비정상"이라고 학습 상황을 통보한다. 학습자의 얼굴인식이 되지 않을 경우에 반응하는 화면은 <그림 9>와 같다. 학습자의 얼굴이 인증되면 콘텐츠는 다시 플레이된다.

학습자가 이러닝 콘텐츠 수업을 하는 중에 발생한 이벤트 정보는 학습이 잘 진행되었는지? 또는 학습에 집중을 얼마나 했는지를 유추할 수 있는 교사자의 참고 자료로 제공한다.



그림 9. 얼굴인증 실패 제어 화면  
Fig. 9 Failure Control Screen of Face Authentication

### 6.2 유사 프레임 검출 실험 분석

#### 6.2.1 프레임 검출 실험

학습자 인증은 학습자의 얼굴 프레임과 웹캠 영상의 키 프레임들을 비교한다. 학습자의 얼굴 인증 기술영역만을 추출하여

실험한 결과는 <그림 7>의 A영역과 학습중인 학습자의 실시간 얼굴인식 영역인 <그림 8>의 B영역 이미지를 비교하여 A/B/C 경우로 시나리오를 만들어 테스트하였다.

- 경우 A는 정당한 사용자가 학습하면서 학습자의 얼굴을 다른 곳으로 돌렸을 상황을 만들었다. 그 시점이 키 프레임 5 영역부터 DH(0.21)의 값이 상승하였다. 또한 다시 학습 콘텐츠에 집중하여 키 프레임 12부터 DH(0.08)의 값을 추출하였다.
- 경우 B는 처음의 학습은 정당한 사용자가 콘텐츠를 학습하고 중간(키 프레임 5)시점에서 타인으로 자리바꿈을 시도하였다. 그때 역시 자리바꿈의 과정 중에 DH(0.9)의 값이 상승하였고 키 프레임 11부터는 0.35~0.67의 DH 값을 추출하였다.
- 경우 C는 정당한 사용자가 아닌 학습자가 학습하였을 경우이고 추출된 키 프레임의 DH는 0.36~0.68의 수치값을 추출하였다. 유사 프레임 검출 실험 결과는 <그림 10>과 같다.

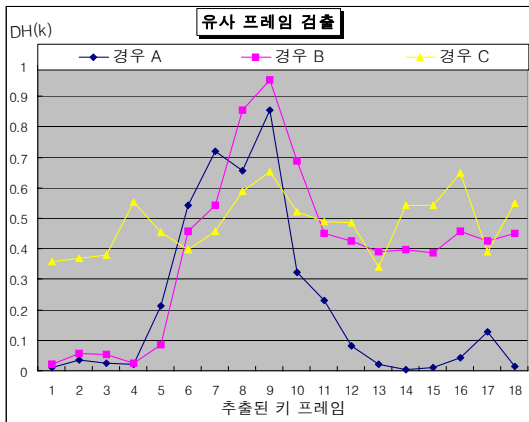


그림 10. 유사 프레임 검출 실험결과  
Fig. 10 Experimental Results of Similar Frame Detection

6.2.2 실험 평가 분석

경우 A/B/C에 의한 시나리오 실험은 <그림 10>과 같은 결과를 얻었다. 위의 실험은 임계값( $Th_{temp}$ )을 추출하기 위한 실험 모델이다. 실험 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 정당한 학습자가 학습할 경우: DH 값이 약 0에서 0.2 범위의 값을 추출
- 학습자의 자리 비움이나 정당한 사용자가 아닌 경우:

DH 값은 약 0.3 이상의 값을 추출

그러므로 학습자 인증을 위한 유사도 판정은 DH의 값이 0.2 이하의 값으로 추출되었을 때, 정당한 사용자로 인식하여야 하므로  $Th_{temp}$ 에 0.2의 값을 적용하면 될 것이다.

6.3 성능 분석

학습자의 시스템 등록과 인증은 실험 결과, 정확한 식별 결과를 제공하였다. 그러나 학습 진행 도중에 학습자의 얼굴 인식이 되지 못한 경우에는 잦은 이러닝 시스템의 콘텐츠 일시정지 현상이 발생하여 재시작하는데 지연시간이 발생하였다.

학습자의 자리 비움과 같은 현상에서 얼굴 인증 불가능 현상이 발생하는 경우에는 문제가 되지 않으나, 학습에 필요한 행위(학습 교재를 보기 위한 행위 등)에 대해서도 일시정지 기능이 발생하였다. 후자의 경우 발생하는 문제를 고려하여 일시정지 기능을 특정 시간을 설정하여 그 동안 얼굴인증이 되지 못하는 경우에 한해 학습 콘텐츠를 일시정지 하도록 조정할 결과 원활한 이러닝 서비스가 제공되는 결과를 얻었다.

또한, 학습자의 이미지를 이용한 대리인의 학습의 경우, DH의 값이 일정시간 같은 값이 추출이 되는 특징이 있으므로 이러닝을 제어하도록 한다.

학습자의 학습상황 정보는 교사자가 학습자의 성향을 분석하는 부수적인 정보로 활용하여 추후 학습 지도에 참고자료로 활용할 수 있을 것이다.

표 1은 제안 시스템과 기존 시스템간의 성능 비교 분석 결과이다. 학습자의 로그인 인증은 기존 시스템에서 필수 사항 기능으로 제공한다. 그러나 본 제안 시스템은 사용자의 얼굴 인증을 통해 학습자를 인증하므로 기존 시스템에서 대리인을 통한 시스템 로그인이 발생할 수 있는 문제점을 보완한 결과를 갖는다.

표 1. 성능 비교 분석  
Table 1. Performance Comparison and Analysis

이러닝 시스템 비교 항목	기존 이러닝 시스템	제안 이러닝 시스템
로그인 학습자 인증	○	○
이러닝 학습자의 실시간 인증	×	○
학습자 학습 상황파악	×	△
타인에 의한 실시간 학습진행탐지	×	○
학습 도중 자리비움에 의한 제어	△	○

○: 제공, △: 부분적 제공, ×: 제공하지 않음

또한 학습자를 실시간으로 감시하여 얼굴인증이 불가능한 상태를 판단하여 학습 콘텐츠의 진행을 정지 또는 동작하도록 학습 진행 제어 기능을 제공하였다. 또한 부수적으로 학습 콘텐츠의 정지 또는 작동 상태의 상황정보를 활용하여 학습자의 학습태도 및 학습 성향을 파악하여 교수자의 오프라인 수업시 학습자 지도 정보로 활용할 수 있다.

## VII. 결론

본 논문은 이러닝 시스템 환경에서 학습강화를 위해 학습자 얼굴인증 기술을 적용한 이러닝 시스템을 제안하였다. 학습자의 얼굴인식을 통해 시스템 로그인 식별과 인증정보로 활용하여 이러닝 학습에 실시간 학습자 인증 기능을 제공한다.

제안 시스템은 로그인시에 학습자 고유 식별 정보(ID)와 패스워드, 얼굴 인증에 의해 사용자를 인증한다. 인증이 완료되면 이러닝 시스템에서 제공하는 콘텐츠 학습이 가능하다. 이러닝 콘텐츠가 진행되면 학습자의 얼굴을 실시간으로 감시하여 학습 중에 학습자의 얼굴인증 여부에 따라 작동 또는 정지 기능을 제공한다. 이러한 상태 정보는 학습자 학습 태도 및 학습 성향 파악의 정보를 활용할 수 있다.

제안 시스템은 학습자를 실시간으로 감시하여 대리인에 의한 학습이 불가하고 학습자의 자리 비움 및 집중력 저해에 의한 학습의 미진한 부분을 보강하였다. 그러나 제안 시스템에 적용한 Haar-like feature와 AdaBoost 알고리즘은 특정변수에 의한 검출오류가 발생하는 것이 문제가 있다. 이러한 얼굴인식 기술을 보강한 알고리즘을 적용한다면 효율적인 이러닝 학습 강화 시스템을 제공할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

[1] 박정현, 김인옥, 정상목, 송기상, 김종백, "감성 인식 컴퓨팅 기술을 적용한 이러닝 상호작용 기술 연구," 한국컴퓨터교육학회, 제11권, 제2호, 2008년 3월.  
 [2] 정인성, "구성주의에 기초한 온라인 가상대학 모델 개발," 교육공학연구, 제13권, 제2호, 315~338쪽, 1997년.  
 [3] 송복섭 · 권수갑, "교육혁신 e-Learning 개념 및 동향," 주간기술동향 통권 1305호, 2007.  
 [4] 이상윤, "얼굴인식 최신 기술 및 표준화 동향," IT Standard weekly 2005권, 36호, 2005.  
 [5] P. Viola and M.J. Jones, "Robust real-time object detection", Technical Report Series, Compaq

Cambridge research Laboratory, CRL 2001.

[6] Alexander Kuranov, Rainer Lienhart, and Vadim Pisarevsky, "An Empirical Analysis of Boosting Algorithms for Rapid Objects With an Extended Set of Haar-like Features," Intel Technical Report MRL-TR-July 02-01, 2002.  
 [7] Y. Freund and R. E. Schapire, "A Decision-Theoretic Generalization of On-Line Learning and an Application to Boosting," Proc. Second European Conference on Computational Learning Theory, LNCS, 1995.  
 [8] 장은겸, "UCC 환경에서 디지털콘텐츠 지적재산권 보호를 위한 인증 메커니즘," 박사학위논문, 대전대학교, 2007.

## 저 자 소 개



장은겸

2007년 : 대전대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
 2008년 ~ 현재 : (주)엠투엠코리아 부설기술연구소장  
 2009년 ~ 현재 : 대전대학교 컴퓨터공학과 겸임교수  
 관심분야 : DRM, 컴퓨터 포렌식, 시스템 접근제어, 스마트그리드



김경배

1992년 : 인하대학교 전자계산공학과 (학사)  
 1994년 : 인하대학교대학원 전자계산공학과(석사)  
 2000년 : 인하대학교대학원 전자계산공학과(박사)  
 2000년~2004년 : 한국전자통신연구원 선임연구원  
 2004년~ 현재 : 서원대학교 컴퓨터교육과 조교수  
 관심분야 : 공간데이터베이스, 모바일 컴퓨팅, 메인메모리 시스템, 스마트그리드, DSMS