

## 눈깜빡임 패턴에 기반한 십진 패스워드 입력 방법

이승호\*

### An Input Method for Decimal Password Based on Eyeblink Patterns

Seung Ho Lee\*

\*Assistant Professor, Department of Future Technology, Korea University of Technology and Education, Cheonan, 31079 Korea

#### 요 약

네자리 디지털 숫자를 입력하는 패스워드 방식이 신용카드 승인용 비밀번호, 디지털 도어락 개폐 비밀번호 등으로 널리 활용되고 있다. 하지만 이 패스워드 방식에서는 네자리의 숫자가 손가락 지문이나 버튼의 마모 등으로 쉽게 추측될 수 있어서 보안 상 안전하지 않다. 또한 장기화되는 코로나19 팬데믹으로 인해 인증에서 접촉 방식보다는 비접촉 방식이 점점 더 선호되고 있다. 본 논문에서는 카메라로 촬영된 얼굴의 눈깜빡임 패턴 분석에 기반한 패스워드 생성 방법을 제안한다. 제안 방법은 0부터 9까지(또는 9부터 0까지) 카운팅 되는 신호에 맞춰 행해진 일련의 눈깜빡임 동작을 분석하고 코드화하여 십진수 네자리를 생성한다. 제안 방법은 패스워드 노출 위험이 유발되는 키패드 입력이나 과장된 행동을 필요로 하지 않는다는 장점이 있다.

#### ABSTRACT

Password with a combination of 4-digit numbers has been widely adopted for various authentication systems (such as credit card authentication, digital door lock systems and so on). However, this system could not be safe because the 4-digit password can easily be stolen by predicting it from the fingermarks on the keypad or display screen. Furthermore, due to the prolonged COVID-19 pandemic, contactless method has been preferred over contact method in authentication. This paper suggests a new password input method based on eyeblink pattern analysis in video sequence. In the proposed method, when someone stands in front of a camera, the sequence of eyeblink motions is captured (according to counting signal from 0 to 9 or 9 to 0), analyzed and encoded, producing the desired 4-digit decimal numbers. One does not need to touch something like keypad or perform an exaggerated action, which can become a very important clue for intruders to predict the password.

**키워드** : 눈깜빡임 패턴, 패스워드, 스마트 보안, 시큐리티

**Keywords** : Eyeblink patterns, Password, Smart security, Security

Received 6 March 2022, Revised 17 March 2022, Accepted 29 March 2022

\* Corresponding Author Seung Ho Lee(E-mail:leesh903@koreatech.ac.kr, Tel:+82-41-560-1116)

Assistant Professor, Department of Future Technology, Korea University of Technology and Education, Cheonan, 31079 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.5.656>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

네자리 디지털 숫자를 입력하는 패스워드 방식은 숫자를 기억하기 어렵지 않고 사용법이 친숙하여 신용카드 승인용, 디지털 도어락 개폐용 등으로 널리 활용되고 있다[1]. 하지만 특정 숫자를 오랜 기간 반복적으로 누르면 특정 버튼이 마모되거나 터치형 키패드의 경우 지문 등 이물질이 묻어 패스워드가 타인에 쉽게 노출될 우려가 있다. 최근 장기화 되는 코로나19 팬데믹으로 비접촉 방식에 대한 요구가 확대되면서 얼굴인식 기반의 인증 방식이 점점 확대되고 있다[2, 3]. 하지만 사용자의 얼굴 사진이나 동영상의 위변조가 비교적 쉬워 보안이 취약해질 수 있다[2].

꾸준히 연구되어 오고 있는 눈깜빡임 분석은 비접촉 방식으로 얼굴인식의 대안이 될 수 있다[4-7]. [4]에서는 눈깜빡임 검출 정확도를 높이기 위해 LBP(Local Binary Pattern)라고 불리는 미세(micro) 텍스처 특징 추출 기법을 사용하였다. [5]에서는 얼굴인식 기반 인증에 눈 깜빡임에 기반한 인증 방법을 추가하여 인증의 정확성과 효용성을 높이고자 하였으며, 영상처리를 통해 안경 빛 반사의 영향을 줄여 눈 영역 검출 정확도를 높이고자 하였다. [6]에서는 사각형 패드에 다섯 개의 동그란 점을 배치하고 시선과 눈깜빡임을 이용하여 패스워드를 입력하는 시스템을 제안하였다. 하지만 [6]에서 구축된 시스템은 패드와 적외선(IR) 카메라를 필요로 하고 눈동자의 시선도 분석해야 하므로 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 요구사항이 높은 편이다. 또한 정확한 시선 분석을 위해 사람과 패드 사이의 거리가 일정 범위 내로 설정되어야 한다는 단점이 있다. [7]에서 왼쪽 눈만 깜빡이면 0, 오른쪽 눈만 깜빡이면 1, 양쪽 눈을 동시에 깜빡이면 2가 입력되고 미리 저장된 패스워드와 일치 여부를 판단할 수 있다. [7] 연구의 한계점은 숫자를 세 가지 종류(0, 1, 2)밖에 사용할 수 없으므로 보안의 강도가 높지 않다는 것이다.

본 논문에서는 눈깜빡임 패턴에 기반한 새로운 방식의 패스워드 입력 방법을 제안한다. 제안 방법은 카메라에 촬영된 사람 얼굴의 눈깜빡임 패턴을 코드화 하여 십진수 네자리를 생성한다. 제한된 눈깜빡임 종류로 십진수를 표현하기 위해 활성화 신호를 사용한다. 이 활성화 신호는 일정 주기로 소리를 내어 0부터 9까지(또는 9부터 0까지)의 숫자를 차례로 나타내며, 사용자는 특정 숫

자에 해당하는 시간 구간에 눈깜빡임을 수행하여 숫자를 선택할 수 있다. 제안 방법은 패스워드 노출 위험이 있는 키패드 입력이나 과장된 행동을 필요로 하지 않는다. 또한 특정 방향으로 시선을 유도하는 패드나 디스플레이 스크린도 필요 없다는 장점이 있다.

본 논문의 나머지 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 눈깜빡임 분석 알고리즘 및 구현에 대해 다룬다. 3장에서는 제안 방법의 장점과 한계점에 대해 분석하고 4장에서 결론을 맺는다.

## II. 제안 방법

본 장에서는 제안하는 눈깜빡임 패턴 기반 패스워드 입력 방법에 대해 자세히 설명한다. 2.1에서는 제안 방법을 흐름도로 요약하고 2.2에서는 상세 알고리즘을 제시한다.

### 2.1. 흐름도

그림 1은 제안 방법의 흐름도를 보여준다. 제안 방법의 입력은 카메라에 촬영된 동영상 프레임이다. 사람이 인증을 위해 카메라 앞에 얼굴을 보이면 먼저 얼굴영역 검출(Detection of face region)이 수행된다. 사람(편의상 사용자라고 함) 얼굴이 있다는 것이 확인되면 입력 준비 단계로 진입한다. 입력 준비단계에서 사용자가 한쪽 눈을 깜빡(Wink)하면 0부터 9까지(왼쪽 눈만 깜빡인 경우) 또는 9부터 0까지(오른쪽 눈만 깜빡인 경우) 카운팅이 시작된다. 사용자는 카운팅에 맞춰 눈깜빡임을 통해 특정 숫자를 한 개씩 선택한다. 0부터 9까지의 숫자는 소리로 구분할 수 있다. 숫자 네 자리가 전부 선택되면 숫자의 위치를 재배치(Number rearrangement) 하고 패스워드 입력을 종료한다.

### 2.2. 십진수 네자리 생성 알고리즘

본 논문에서는 눈깜빡임에 기반한 십진수 네자리 생성 알고리즘을 파이썬(Python)으로 구현하였다. 카메라로 획득한 동영상 프레임에서 얼굴영역 및 양쪽 눈을 검출하기 위해 사람 얼굴 객체 검출에 효과적인 Haar cascade 분류기[8]를 사용하였다. 대표적인 영상처리 라이브러리인 OpenCV[9]에서 제공하는 사전 학습된 얼굴영역 및 눈 검출용 Haar cascade 분류기 모델을 사용

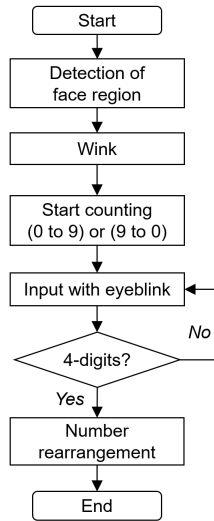


Fig. 1 Block diagram for proposed method.

하였으며 논문에서 사용한 분류기 모델의 파일명은 각각 haarcascade\_frontalface\_default.xml과 haarcascade\_eye\_tree\_eyeglasses.xml이다. 그림 2는 얼굴영역 검출 결과 및 (얼굴영역 내에서 검출된) 눈 검출 결과를 보여주며, 눈 검출 결과에 따라 눈깜빡임 패턴을 구분할 수 있다(‘양쪽 눈 뜸’, ‘한쪽 눈만 감음’, ‘양쪽 눈 감음’). ‘한쪽 눈 감음’의 경우 ‘왼쪽 눈만 감음’과 ‘오른쪽 눈만 감음’으로 다시 구분된다. 어느 쪽 눈을 감는지는 패스워드 입력 시 특정 숫자의 자리를 결정하는 중요한 정보

를 제공한다.

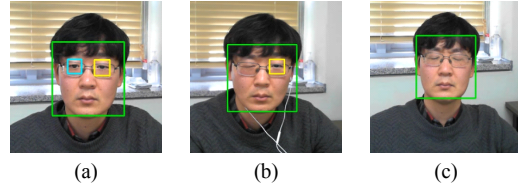


Fig. 2 Three different types of eyeblink. The captured video frame was flipped horizontally. (a) Both eyes open. (b) Left eye closed. (c) Both eyes closed.

제한된 눈깜빡임 패턴 종류로 십진수를 생성하기 위해 제안 방법은 0부터 9까지의 숫자에 해당하는 활성화 신호(activation signal)를 사용한다. 그림 3은 왼쪽 눈, 오른쪽 눈의 깜빡임과 활성화 신호(activation signal) 간 관계를 나타낸다. Left\_eye\_closed 그래프 또는 Right\_eye\_closed 그래프에서 1.0 값은 해당 눈을 감은 상태, 0.0 값은 눈을 뜬 상태를 의미한다. 그래프 하단의 숫자는 프레임 숫자를 나타낸다. 참고로 그림 3에서는 200프레임까지의 시간 구간에 왼쪽 눈만 계속 감고 오른쪽 눈은 계속 뜨고 있다. Activation\_signal 그래프는 주기적으로 0과 1 값을 출력하는 활성화 신호를 시각화 한 것이다. 활성화 신호가 1 값을 가질 때에만 눈 감기가 유효한 입력 값(valid input)을 가진다. 입력 준비단계에서 왼쪽 눈을 감으면 그림 3의 그래프가 표시되면서 mode 1이 시작된다. mode 1은 0부터 9까지 차례로 신호를 활성화

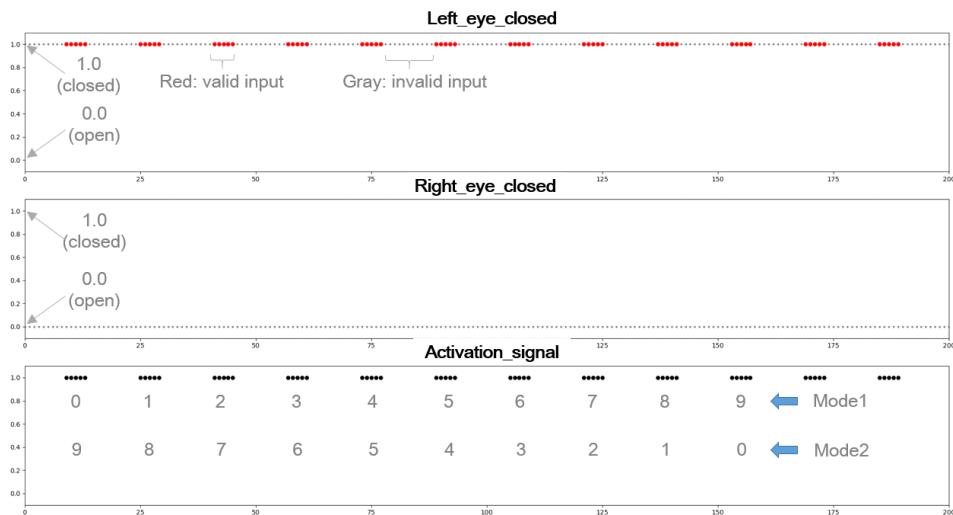


Fig. 3 An illustration for the relationships among left eye signal, right eye signal and activation signal. During this time period, the human subject kept only left eye closed as in Fig. 2(b).

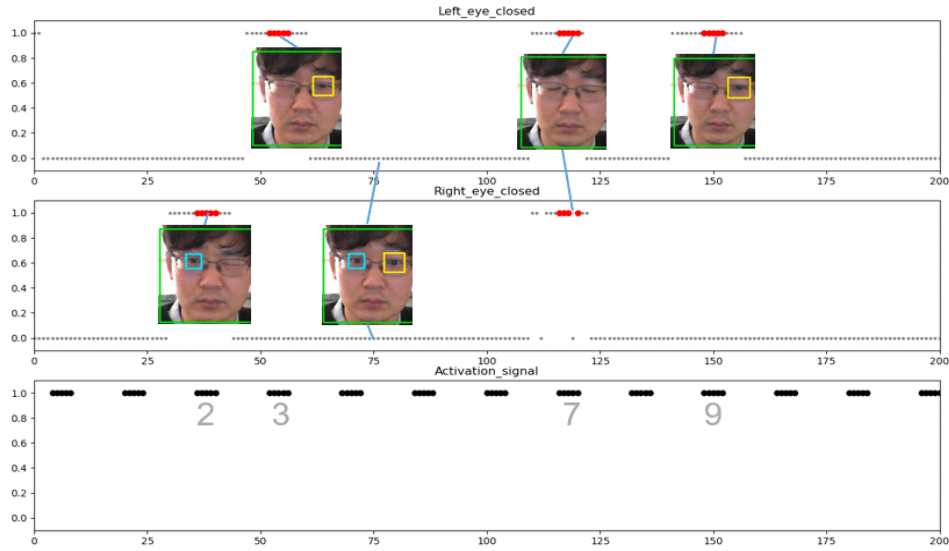


Fig. 4 Selecting four different digit numbers '2', '3', '7', and '9' using eyeblink patterns according to the activation signal.

시킨다. 입력 준비단계에서 오른쪽 눈을 감으면 그림 3의 그래프가 표시되면서 mode 2가 시작된다. mode 2는 9부터 0까지 거꾸로 신호를 활성화시킨다. 제안 방법에서는 별도의 가이드용 디스플레이 스크린 없이도 특정 종류의 숫자를 선택할 수 있도록 하기 위해 1값 출력 구간(즉, valid input에 해당하는 구간)에만 ‘삐’ 신호음을 함께 출력한다. 본 논문에서는 윈도우용 소리 재생 라이브러리인 winsound의 winsound.Beep 함수를 사용하여 신호음을 출력을 구현하였다.

이제 구체적인 예시를 통해 눈깜빡임 패턴에 기반한 십진수 네자리 생성 알고리즘에 대해 자세히 설명한다. 그림 4는 mode 1에서 '2', '3', '7', '9'를 차례로 선택하는 과정을 보여준다. 그림 4에서 활성화 신호가 1값을 갖는 각 구간은 5프레임의 길이를 가진다. 5프레임 중 3프레임 이상 유효 입력(valid input)이 발생하면 해당 숫자가 선택된 것으로 처리된다. 이 방법은 눈깜빡임 패턴을 구분할 때 가끔 발생할 수 있는 오류에 강인함을 줄 수 있다. 그림 4에서 '2', '3', '7', '9'에 해당하는 활성화 신호 구간에서 각각 오른쪽 눈, 왼쪽 눈, 양쪽 눈, 왼쪽 눈을 감았다. 선택된 '2', '3', '7', '9'는 눈 깜빡임 종류에 따라 쉬프트(shift)가 적용되어 '9372'와 같이 원하는 십진수 네자리를 생성할 수 있다. 그림 5는 선택된 '2', '3', '7', '9'로부터 '9372'를 생성하는 규칙 및 과정을 보여준다.

- 1) 그림 5에서 2(R)은 2에 해당하는 활성화 신호 구간에 오른쪽 눈만 감은 것을 의미한다. 이 경우 숫자 2는 R에 의해 네 칸 중 가장 오른쪽 칸에 위치한다.
- 2) 3(L)은 3에 해당하는 활성화 신호 구간에 왼쪽 눈만 감은 것을 의미한다. 이 경우 숫자 3은 L에 의해 맨 왼쪽 칸에 위치한다.
- 3) 7(B)는 7에 해당하는 활성화 신호 구간에 양쪽 눈을 동시에 감은 것을 의미한다. 이 경우 숫자 7은 B에 의해 '빈 칸 중 가장 왼쪽 칸'에 채워진다.
- 4) 9(L)은 9에 해당하는 활성화 신호 구간에 왼쪽 눈만 감은 것을 의미한다. 이 경우 숫자 9는 L에 의해 맨 왼쪽 칸으로 이동한다. 이 때 가장 왼쪽에 있었던 숫자 3은 한 칸 오른쪽으로 밀린다.

2(R)	N/A	N/A	N/A	2
↓				
3(L)	3	N/A	N/A	2
↓				
7(B)	3	7	N/A	2
↓				
9(L)	9	3	7	2

Fig. 5 An illustration for generation of '9372' by rearranging the selected numbers '2', '3', '7', and '9'. (N/A: Not Available).

앞에서 설명한 쉬프트 규칙을 적용하면 그림 6과 같이 네 가지 숫자 ‘2’, ‘3’, ‘7’, ‘9’의 조합으로 얻어질 수 있는 모든 네자리의 십진수를 생성할 수 있다. 그림 6(a)에서 ‘Not possible in mode 1’이라고 표시된 ‘2973’, ‘3792’, ‘3972’, ‘7932’는 그림 6(b)와 같이 9부터 0까지 거꾸로 카운팅 되는 mode 2에서 쉬프트 규칙을 적용하면 생성할 수 있다. ‘2’, ‘3’, ‘7’, ‘9’ 이외에도 네 가지 다른 숫자(예: ‘1’, ‘5’, ‘6’, ‘8’)가 주어지면 그림 6과 같이 모든 조합의 십진수 네자리를 생성할 수 있다.

### III. 장점과 한계점

본 장에서는 제안하는 눈깜빡임 기반 패스워드 입력 방법의 장점과 한계점에 대해 설명한다.

눈깜빡임은 기본적으로 눈을 뜨거나 감는 이진(binary)의 특징을 갖지만 제안 방법은 십진수 네자리를 왼쪽 눈 깜빡임, 오른쪽 눈 깜빡임, 양쪽 눈 깜빡임 만으로도 쉽게 생성할 수 있다. 십진수 네 자리는 짧은 시간 내에 생성할 수 있다. i7-8700K CPU, 48GB램 PC에서 그림 4의 패스워드를 생성하는데 소요된 시간은 약 13초이다. 0부터 9까지 (또는 9부터 0까지) 카운팅을 하는 동안 네자리 숫자가 전부 입력되므로 카운팅에 소요되는 총 시간을 조절하면 10초 내에 십진수 네자리 입력이 충분히 가능하다. 또한 제안 방법은 하나의 패스워드를 입력할 수 있는 눈깜빡임 패턴이 두 가지 이상인 경우가 많으므로 외부인에 패스워드가 노출되기 매우 어렵다는 장점도 가진다. 예를 들어, 패스워드 ‘3927’의 경우 그림 6(a)와 같이 2(R)→3(L)→7(R)→9(B)로 입력할 수도 있지만 2(R)→3(B)→7(R)→9(B)로 입력해도 동일한 결과를 얻을 수 있다. 활용성 측면에서 제안 방법의 중요한 장점은, 인증에 얼굴 전체 영역을 필요로 하지 않으므로 마스크를 착용하고도 눈 영역을 통해 인증이 가능하다는 것이다. 다만 [10]과 같이 마스크 착용 얼굴을 검출하는 방법이 적용되어야 할 것이다. 또한 제안 방법은 손을 사용하기 어려울 때(예: 출입 인증 시 양손에 짐을 들어 손을 사용할 수 없을 때)에도 적용 가능하다.

제안 방법은 0부터 9까지의 모든 종류의 숫자를 입력할 수 있지만 하나의 패스워드에 동일한 숫자가 2개 이상 포함될 수 없다는 한계점을 갖는다. 예를 들어, 3318이나 2642같은 패스워드를 입력할 수 없으며, 이는 개선

이 필요한 부분이다.

4-digit code:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2379	-	-	B	B	-	-	-	B	-	B
2397	-	-	B	B	-	-	-	R	-	B
2739	-	-	L	R	-	-	-	B	-	B
2793	-	-	B	R	-	-	-	B	-	B
2937	-	-	B	R	-	-	-	R	-	B
2973	Not possible in mode 1									
3279	-	-	B	L	-	-	-	B	-	B
3297	-	-	B	L	-	-	-	R	-	B
3729	-	-	R	L	-	-	-	B	-	R
3792	Not possible in mode 1									
3927	-	-	R	L	-	-	-	R	-	B
3972	Not possible in mode 1									
7239	-	-	B	B	-	-	-	L	-	B
7293	-	-	B	R	-	-	-	L	-	B
7329	-	-	B	L	-	-	-	L	-	B
7392	-	-	R	L	-	-	-	L	-	B
7923	-	-	R	R	-	-	-	L	-	B
7932	Not possible in mode 1									
9237	-	-	B	B	-	-	-	B	-	L
9273	-	-	B	R	-	-	-	B	-	L
9327	-	-	B	L	-	-	-	B	-	L
9372	-	-	R	L	-	-	-	B	-	L
9723	-	-	B	B	-	-	-	L	-	L
9732	-	-	B	L	-	-	-	L	-	L

(a)

4-digit code:	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2973	B	-	B	-	-	-	B	L	-	-
3792	B	-	L	-	-	-	L	R	-	-
3972	B	-	B	-	-	-	L	B	-	-
7932	B	-	L	-	-	-	B	B	-	-

(b)

**Fig. 6** An example of 4-digits generation table for the decimal numbers ‘2’, ‘3’, ‘7’, and ‘9’. ‘B’ means ‘both eyes are closed’. ‘L’ means ‘only left eye is closed’. ‘R’ means ‘only right eye is closed’. ‘.’ means ‘both eyes are open’. (a) Possible 4-digits in the mode 1. (b) ‘2973’, ‘3792’, ‘3972’, and ‘7932’ can be generated only through the mode 2.

### IV. 결론

본 논문에서는 눈깜빡임 패턴에 기반한 새로운 패스워드 입력 방법을 제안하였다. 제안 방법에서는 주기적인 소리로 0부터 9까지(또는 9부터 0까지) 카운팅되는 활성화 신호에 맞춰 눈깜빡임을 행하여 네자리 십진수를 선택한다. 여기서 어떤 종류의 눈깜빡임인지에 따라 숫자들의 위치가 최종 결정된다. 카메라와 활성화된 숫자를 소리로 표현하기 위한 음향 출력 장치, 그리고 눈깜빡임 인식 소프트웨어만 필요로 하므로 출입 통제 시스템 등에서 높은 활용도가 기대된다.

향후에는 사고 등으로 한쪽 눈만 사용이 가능한 사람

의 경우에도 십진수 네자리 패스워드를 입력할 수 있도록 제안 방법의 알고리즘 개선에 관한 연구를 수행할 것이다.

### ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by Education and Research promotion program of KOREATECH in 2022.

### References

- [ 1 ] M. -K. Lee, "A User Interface for Safe Input of Personal Identification Number (PIN)," *Journal of Korea Institute of Information Security and Cryptology*, vol. 24, no. 3, pp. 27-35, Jun. 2014.
- [ 2 ] W. -J. Kim, "Detection Technologies for Face Forgery and Alteration," *Broadcasting and Media Magazine*, vol. 25, no. 2, pp. 52-60, Apr. 2020.
- [ 3 ] S. H. Lee, "Face Recognition Using Automatic Face Enrollment and Update for Access Control in Apartment Building Entrance," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 25, no. 9, pp. 1152-1157, Sep. 2021.
- [ 4 ] K. Malik and B. Smolka, "Eye Blink Detection Using Local Binary Patterns," in *2014 International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS)*, Marrakech, Morocco, pp. 385-390, 2014.
- [ 5 ] C. -H. Chu and Y. -K. Feng, "Study of Eye Blinking to Improve Face Recognition for Screen Unlock on Mobile Devices," *Journal of Electrical Engineering and Technology*, vol. 13, no. 2, pp. 953-960, Mar. 2018.
- [ 6 ] H. Salehifar, P. Bayat, and M. A. Majd, "Eye Gesture Blink Password: A New Authentication System with High Memorable and Maximum Password Length," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 78, no. 12, pp. 16861-16885, Jun. 2019.
- [ 7 ] H. Kim, User Authentication Method, Device for Executing Same, And Recording Medium for Storing Same, Korea Patent (10-1494874), Feb. 2015.
- [ 8 ] Haar-cascade classifier. (cited 2022, March 5) [Internet]. Available: [https://docs.opencv.org/3.4/db/d28/tutorial\\_cascade\\_classifier.html](https://docs.opencv.org/3.4/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html)
- [ 9 ] OpenCV-Python. (cited 2022, March 5) [Internet]. Available: <https://docs.opencv.org/4.3.0/>
- [ 10 ] S. H. Lee, "Deep Learning Based Face Mask Recognition for Access Control," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 21, no. 8, pp. 395-400, Aug. 2020.



이승호(Seung Ho Lee)

現 한국기술교육대학교 융합학과 교수  
 前 국방과학연구소 선임연구원  
 ※관심분야: 머신러닝, 컴퓨터비전, 패턴인식