

## 립 모션(leap motion) 센서를 이용한 노령 환자 치매 케어 시스템 개발

신지우·김지수·홍광수·김병규\*  
숙명여자대학교 IT공학과

### Development of Health Care System for Elderly People with Dementia Based on Leap Motion Sensor

Ji-Woo Shin · Ji-Soo Kim · Gwang-Soo · Byung-Gyu Kim\*  
Dept. of IT Engineering, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

#### [요 약]

최근 급속한 고령화로 인해 치매가 사회적 문제로 대두되면서 치매에 대한 일반 대중의 관심이 증가하였다. 늘어나는 치매환자 수에 따라 치매 재활센터, 노인 복지관에서는 여러 치매 예방 및 재활 프로그램이 진행되고 있다. 본 논문에서는 3차원 손가락 및 동작 스캔이 가능한 립 모션(leap motion)을 활용하여 다양한 시설에서 진행되고 있는 치매 예방 및 인지 재활 프로그램과 접목시킨다. 개발하고자 하는 기술은 재활 치료사들의 치료 및 재활 내용을 재미와 효과를 함께 제공할 수 있는 기술을 제안하고자 한다. 손가락 추적을 이용하여 다양한 인지 증강 콘텐츠를 설계하고, 재활 교육의 기록이 데이터베이스에 기록되도록 구성하여 재활 프로그램의 관리의 효율성을 증대시키고자 하였다.

#### [Abstract]

The general public's interest in dementia has increased recently as dementia has become a social issue due to its rapid aging. Several dementia prevention and rehabilitation programs are being carried out at the dementia rehabilitation center and at the old welfare center depending on the number of dementia patients. In this paper, a 3 dimensional finger and motion search of the leap motion is utilized and combined with dementia preventive and cognitive rehabilitation programs at various facilities. We suggest technologies that can provide both fun and effective treatment and rehabilitation content for rehabilitation therapists. A variety of cognitive enhancement content is designed using finger tracking and configured to be recorded in the database for rehabilitation programmes to increase the effectiveness of management.

**색인어 :** 립 모션, 노령자, 인지 향상, 재활, 치매

**Key word :** Leap motion, Elderly people, Cognitive enhancement, Rehabilitation, Dementia

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.2.319>



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.

Received 14 February 2018; Revised 20 February 2018  
Accepted 26 February 2018

\*Corresponding Author; Byung-Gyu Kim

Tel: +82-2-2077-7293  
E-mail: bg.kim@sm.ac.kr

## I. 서론

최근 고령화 사회로 접어들면서 다양한 사회 문제들이 대두되고 있는 실정이다. 특히 고령에 따른 혈관성 치매나 알츠하이머 등 노인성 질환의 발병이 증가됨에 따라 이에 따른 간병 및 재활 등을 위한 사회적 비용이나 부담감이 매우 증가되고 있다 [1],[6]. 보건복지부에서 발표한 자료에 따르면 2013년 약 57만 명으로 집계되었던 노인 치매환자 수가, 2025년 약 100만 명, 2043년에는 약 200만 명으로 빠르게 증가할 것으로 예측된다 [2]. 치매인구는 급증하고 있지만 치매의 명확한 치료법이 없어 미리 예방하는 것과 꾸준한 재활활동으로 증상을 완화하는 것이 매우 중요하다.

치매 인구는 급증하고 있지만 현존하는 치매 재활 시설은 시설 방문의 어려움, 비용문제, 데이터 관리 문제 등 다양한 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 이유로 효율적인 치매 관리 시스템의 필요성이 제기되고 있다. 현재 대부분의 시설이나 요양전문 병원에서는 물리치료사 또는 재활 치료사들이 환자 한 사람과 같이 놀이 치료나 손가락 인지 재활을 위한 치료법으로 활동을 하도록 권장하고 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위하여 가정에서는 치매 환자에게 전문적이고 체계화 된 학습과 데이터 관리를 제공하고, 치매 재활 시설에서는 다수의 환자들을 효율적으로 인지 기능을 훈련시킴으로써 인지 기능 저하 속도를 늦출 수 있는 시스템 기술이 필요한 실정이다.

사물인터넷(Internet-of-Things) 기술은 사람과 사물, 사물들 간 지능형 소통으로 서비스를 제공하는 인프라이며, 최근 스마트 디바이스, 클라우드, 빅 데이터 기술 등과 융합하여 초연결 사회의 핵심이 될 전망이다[3],[4]. 다양한 센서 중 립모션 센서는 손가락 움직임을 이용하여 다양한 활동을 제공하도록 설계된 센서 종류이다[5].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 핵심 디바이스인 립 모션 소개와 관련 연구를 분석하고, 3장에서는 본 연구의 메뉴 별 기능 및 주요 구현 알고리즘을 제시한다. 끝으로 4장에서는 결론 및 향후 개발 방향에 대해 제시한다.

## II. 관련 연구

### 2-1 립 모션(leap motion) 센서



그림 1. 립 모션의 외형  
Fig. 1. Appearance of the leap motion

립 모션 센서는 모션 제어 시스템을 제작하는 립 모션(Leap Motion)사에서 개발한 사용자 상호작용을 위한 장치로 그림 1과 같이 구성된다. 이 시스템을 통해 그림 2와 같이 손동작을 트래킹하고 3차원으로 스캔하며 양손을 이용한 게임과 인터넷 등의 다양한 작업이 가능한 신체 동작인식 컨트롤러이다.



그림 2. 립 모션 센서의 응용 화면  
Fig. 2. An application of leap motion sensor

### 2-2 관련 기술 동향

본 장에서는 본 연구의 바탕이 된 립모션 기술 동향과 치매와 손의 상관관계에 대하여 설명한다.

황제승 외 2인은 손상 받은 수부의 기능을 향상시키고 회복시키기 위해 손의 움직임을 포착 추적하는데 특화된 디바이스인 립모션을 활용하여 환자 스스로 따라할 수 있는 6 가지 수부 재활 운동 패턴을 제공하는 기법도 제시되었다[7]. 문미숙은 치매노인을 대상으로 TEMPA(Upper Extremity Performance Test for Elderly)의 신뢰도를 검증하고, 인지수준에 따른 손 기능 분석을 통해 인지기능과 치매노인 손 기능의 유의한 상관관계를 확인하였다[8]. 연구 결과 인지저하가 심할수록 과제 지향적인 활동의 어려움을 알 수 있었고 특히 한손과제보다 양손 과제에서 더 많은 어려움이 있음을 알 수 있었다.

따라서 치매노인의 인지수준과 손 기능 유지 및 수행기능감소를 최소화하기 위하여 일상생활에서 최소의 도움을 제공하고, 다양한 손 기능 가제를 제공하여야 한다는 결론을 도출하였다.

또한 안정숙은 손뜨개질 프로그램이 치매노인의 인지기능과 일상생활 수행능력에 미치는 효과를 파악하였다[9]. 결과에 따르면 손뜨개질 프로그램이 인지기능과 일상생활 수행능력에 효과가 있는 것으로 나타났다. 손은 전신의 축소판이자 동시에 뇌의 축소판으로서 손의 신경이 뇌와 많이 연결되어 있어 손의 움직임이 많을수록 뇌의 작업량이 증가하여 뇌의 기능이 향상된다. 이러한 신경계의 작용기전에 근거하여 손가락의 반복적인 움직임과 집중력을 통해 뇌를 활성화시켜 인지기능에 변화를 주며, 일상생활 수행 능력도 향상시키는 것으로 보고하였다.



그림 3. 사이드 9사의 undersea advantage  
 Fig. 3. Undersea advantage content by Side 9 company

그림 3과 같이 사이드9가 개발 중인 ‘Undersea Adventure’는 뇌 손상에 의한 신체장애나 기억력 향상 치료를 목적으로 제작된 가상현실 콘텐츠로 하드웨어 오쿨러스 리프트와 립 모션으로 구성하였다[10]. 이 콘텐츠는 바다 속으로 잠수하여 주어진 숫자를 기억하고 그 숫자만큼 물고기 잡이 미션을 수행하는 훈련으로 이뤄진다. 이때 물고기 잡이 미션은 별도 조이스틱이나 게임패드 없이 자신의 손을 이용해 잡을 수 있는 립모션 기술을 이용해 매우 직관적이며 신체훈련에 도움이 되도록 설계된다. 이는 재활의학을 근거로 한 시나리오를 바탕으로 훈련자의 기억력, 인지능력, 신체훈련을 한 번에 수행할 수 있다는 기대 효과를 안고 있다.

이러한 연구를 바탕으로 본 논문에서는 능동적인 손가락 운동 기반의 인지 향상 및 치매 재활에 도움이 되는 립 모션 기반의 콘텐츠를 개발 및 소개하고자 한다.

### III. 제안하는 치매 재활 및 인지 향상 시스템

#### 3-1 시스템 구성도

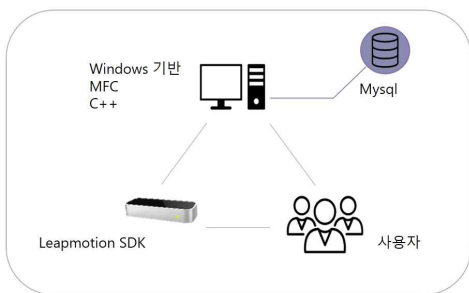


그림 4. 전체 시스템 흐름도  
 Fig. 4. Overall System Flowchart

그림 4는 본 논문에서 소개되는 립 모션 치매 예방/재활 프로그램의 전체 시스템 흐름도를 보여주고 있다. Windows 기반 컴퓨터와 립 모션 센서를 필요로 하며, 립 모션 표준 개발 키트(Standard Development Kit)를 이용해 센서가 추적한 데이터를 확인 할 수 있다. 또한 립 모션 센서를 통해 손 트래킹 데이터들

을 받아 Windows기반 Microsoft Foundation Class (MFC)로 프로그램을 구현하였다. 또한 데이터베이스를 구축하여 사용자 정보와 학습 정보를 관리하도록 하였다.

그림 5은 프로그램 개발에 사용된 손가락 모양 추출 과정을 보여주고 있다. Leapmotion SDK가 제공하는 모션 트래킹 데이터 중 Hands, Fingers, Vector, Bone 네 가지를 이용했다.

Hands는 탐지된 손의 정보, 위치 및 팔과 손가락 목록에 대한 정보를 제공한다. Fingers는 손가락 정보를 제공한다. Finger의 목적은 해부학적인 손가락 뼈의 위치 및 방향을 나타내는데 이때 Bone의 Metacarpal, Proximal Phalanx, Intermediate Phalanx, Distal Phalanx 네 가지 뼈의 정보를 알려준다. Vector는 3차원 공간에서의 방향 또는 위치로서 수학적 벡터를 나타낸다.

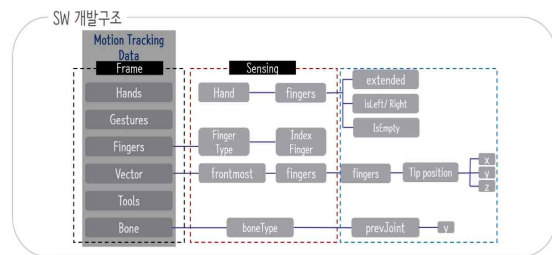


그림 5. 손가락 모양 추출 과정  
 Fig. 5. Procedure for extracting fingers and pattern

#### 3-2 치매 재활 및 인지 향상 콘텐츠 개발

본 연구는 시각, 청각 등 다양한 감각을 사용한 문제를 풀게 함으로써 치매환자의 인지력, 집중력, 사고력을 동반한 두뇌활동을 하게 할 뿐 아니라 손을 사용하는 신체훈련을 통해 재활 효과도 기대하고자 한다.

##### 1) 주 메뉴 구성



그림 6. 주 메뉴 구조도  
 Fig. 6. Main page for menu

그림 6은 개발된 재활 및 인지 향상 콘텐츠의 시작 화면이다. 대부분의 고령 환자들은 시각적으로 섬세하지 못하므로 기본적으로 크게 설계를 하였다. 첫 번째 메뉴는 간단히 따라할 수 있는 치매예방 협응 체조로 구성했다. 양손을 활발히 사용하는 이 체조는 치매 예방에 도움이 된다고 알려져 있어 실제 치매 재활 센터에서도 진행되는 활동이다.

두 번째 메뉴는 그림 또는 소리와 연관 있는 그림 찾기, 가위 바위보 등으로 구성하였다. 답을 찾는 과정에서의 두뇌 활동 뿐 아니라 정답에 해당되는 보기를 손가락 모양으로 맞히도록 하였다.

세 번째 메뉴는 풍선 터트리기 퀴즈이다. 치매 재활 센터에서 진행하고 있는 투호나 다트던지기에서 착안하였으며 문제에 해당되는 풍선을 손을 이용해 터트리는 활동이다.

마지막 메뉴는 소리를 듣고 문제와 일치하는 건반을 누르는 활동이다. 음악치료 활동을 구성하여 다양한 감각기관 사용을 통한 치매 재활 활동 극대화를 기대한다.

2) 개별 콘텐츠 사용을 위한 동작 인식

센서로 인식한 값을 받아 진행되는 프로그램 특성상 시간 간격을 지정해두고 값을 받아오는 것은 효율적이지 않다. 스크래를 이용하여 값을 인식함으로써 프로그램이 유연하게 동작하도록 하고 사용자와 실시간 상호작용 할 수 있도록 한다.

- 손가락 추적 알고리즘

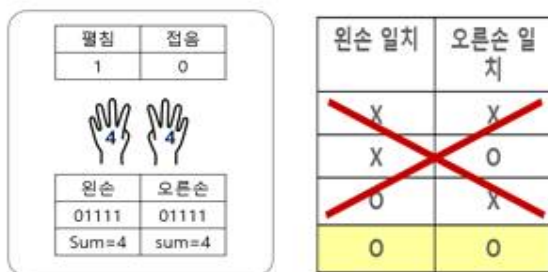


그림 7. 손가락 기반 추적 및 인식  
Fig. 7. Tracking and recognition of fingers

립 모션은 실시간으로 손가락 및 손의 모션을 추적하는데 이때 손가락 관절의 좌표도 감지된다. 손가락 관절의 좌표들을 연결하여 손가락 모양을 판단하고 손가락의 펼침 여부(Extended), 좌우(isLeft/Right), 손가락 타입(FingerType)을 찾는다. 그림 7은 5개의 손가락을 개개의 비트로 표시하여 패턴이나 그 패턴의 합을 이용하여 인식하였다. 본 연구에서는 위와 같이 립모션이 스캔한 손가락 데이터를 통해 여러 가지 손

모양 및 손가락을 쥐었다 펴는 동작, 손가락 순서대로 집거나 펴는 행동을 구분 동작으로 구별하는 알고리즘을 구현하였다.

첫 번째 메뉴의 체조는 여러 동작으로 구성되기 때문에 동작을 단계별로 나누어 구분 지었다. 본 연구에서는 그림 8과 같이 좌우 각각 펼쳐진 손가락에 '1' 값을, 접혀진 손가락에는 '0' 값을 부여하여 양손의 손 모양을 구별하여 일치여부를 판단하였다.

두 번째 메뉴는 문제의 정답을 손 모양과 연결 지었기 때문에 펼쳐진 손가락을 구분해야한다. 어떤 손가락을 펼쳤는지 확인하기 위해 엄지손가락부터 새끼손가락까지 각각 0,1,2,3,4의 id값을 부여하고 펼친 손가락의 id값을 저장한다. 받아 온 데이터에 부여된 id값을 통해 어떤 손가락을 펼쳤는지 알 수 있고, 이를 바탕으로 손 모양을 추측해 정답 일치여부를 판단하였다.

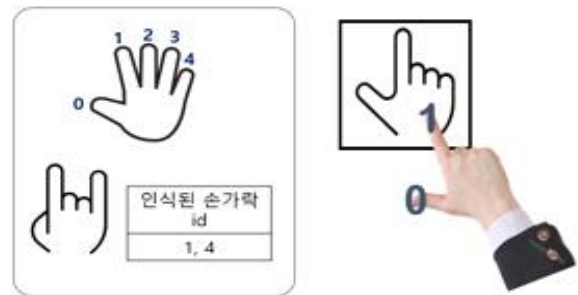


그림 8. 손가락 모양 및 인식  
Fig. 8. Recognition of finger pattern

- 마우스 포인팅 기능 구현

손가락으로 마우스 기능을 수행하기 위한 알고리즘이다. 그림 9와 같이 우선 립 모션이 인식한 관절의 z좌표 중 가장 작은 값을 가지는 좌표(사용자 기준 모니터와 가장 가까운 관절)를 tip position으로 지정한다.

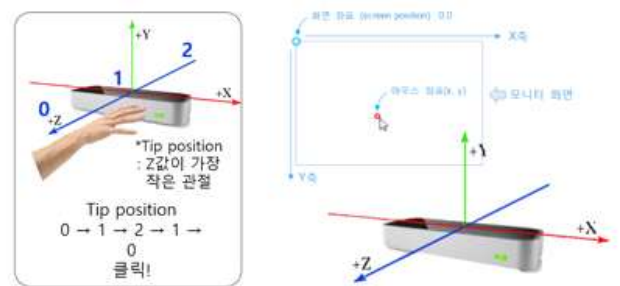


그림 9. 립 모션의 마우스 포인터 맵핑  
Fig. 9. Mouse pointer mapping of the leap motion



스레드는 tip position의 x, y좌표를 계속해서 추적한다. 립 모션의 좌표와 모니터의 좌표가 일치하지 않기 때문에 좌표를 매칭 시켜주는 작업을 진행한다. 이 작업을 통해 손가락을 이용해 마우스 커서를 이동시킬 수 있다.

마우스의 또 다른 기능인 클릭 기능을 구현하기 위해 립 모션을 기준으로 z축을 +,0,-인 부분으로 구분했다. tip position의 위치가 +, 0, -, 0, + 순서로 변화하였을 때, 즉 손가락을 모니터 방향으로 움직인 후 다시 사용자 쪽으로 돌아왔을 경우를 클릭으로 간주하여 마우스 커서가 위치한 좌표에 클릭이벤트가 발생하도록 하였다.

- 피아노 기능 구현

손가락의 다양한 활동을 위해 손가락을 이용하여 피아노 건반을 누를 수 있는 알고리즘을 구현하였다. 손가락 다섯 개를 이용할 수 있도록 엄지손가락부터 새끼손가락 까지 각각 도, 레, 미, 파, 솔의 계이름을 매칭 시켜준다.

그림 10과 같이 스레드를 이용하여 엄지부터 새끼손가락까지의 가장 끝 관절(Distal) y좌표(립모션 센서로 부터의 높이)값을 받아온다. 손가락 다섯 개의 데이터가 들어올 때 마다 다섯 손가락의 평균 높이를 구하고 가장 낮은 손가락과 해당 손가락의 높이를 저장해둔다. 평균 높이와 가장 낮은 손가락의 차이가 30이상 날 경우 해당 손가락에 매칭해둔 계이름을 소리로 출력한다. 이 때 시각적으로 눌린 건반을 확인 할 수 있도록 건반의 색을 변경하고, 일정 시간이 지나면 기존의 건반으로 돌아오도록 설정한다.



그림 10. 피아노 연주 기능을 위한 건반 매칭  
Fig. 10. Keyboard matching function for playing piano

3) 학습 및 재활 훈련 관리 기능

본 연구는 예방 및 재활 활동을 학습하듯이 사용할 수 있도록 사용자에게 피드백이 주어진다. 따라서 사용자의 답이 오답이거나 활동이 바르게 진행이 되지 않고 있을 때 화면에서 재시

도를 유도하도록 하였다. 이 과정은 스레드와 사용자 정의 이벤트로 구현하였다. 스레드에서 받아오는 데이터를 사용자 정의 이벤트로, 즉 원하는 의도의 함수를 구현하여 호출(SendMessageA)하고 함수(UserMethod)내에서 피드백을 처리하도록 하였다. 센서를 통해 연속적으로 받아오는 데이터를 직접적으로 사용하지 않음으로서 잦은 오작동을 줄이고 데이터를 제어할 수 있다.

학습기록 관리도 마찬가지로 프로그램 진행 중 학습기록 사용자 정의 이벤트로 학습 데이터를 전달해 데이터베이스에 기록하는 방식으로 구현되었다. 이러한 방법은 좀 더 유연하게 데이터를 관리할 수 있다는 장점이 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 3차원 손동작 스캔이 가능한 립 모션 센서와 현재 치매 예방 및 재활 시설에서 진행되고 있는 인지학습 활동을 접목한 치매 예방/재활 프로그램을 설계하고 알고리즘을 구현하여 개발하였다. 모션 디바이스의 사용을 통한 신체훈련과 여러 학습활동을 통한 인지능력 향상이 치매 예방 및 재활에 도움이 될 것을 기대한다. 더불어 치매 재활 센터에서 효율적으로 환자를 관리하고 거동이 불편한 치매환자에게는 체계적인 재활 시스템을 제공하여 치매 예방과 치료에 도움이 될 것으로 예상된다.

향후 프로그램 상용화를 위해, 인지 능력에 따른 메뉴별 난이도 조절과 단계설정을 세분화하고, 기록관리 측면에서는 다양한 데이터 분석을 제공하기 위해 원격으로 데이터베이스를 관리할 수 있도록 하여 모바일 기록도 가능하다면 사용자에게는 개인 맞춤형 활동을 제공할 수 있을 것이고, 관리자는 더욱 효율적으로 데이터를 관리하고 데이터를 바탕으로 한 효과적 치료 계획을 구성 할 수 있을 것이라 기대된다. 또한 개발된 시스템으로 재활 및 인지 향상 정도를 통계적으로 검증하는 과정 또한 필요할 것이다.

참고문헌

[1] Kyung-Hee Ryu, Yeon-Wook Kang, Deok-Ryeol Na, Kwang-Ho Lee, Jin-Sang Jung, "The Characteristics of Depression in Dementia Patients," Korea Journal of Clinical Psychology, Vol. 19, No.1, pp.117-129, 2000.  
[2] NID- Statistical materials  
[https://www.nid.or.kr/info/dataroom\\_view.aspx?bid=160](https://www.nid.or.kr/info/dataroom_view.aspx?bid=160)  
[3] Jung-Hyun Park, "RFID Technology Trends and Its Application," IT Trend, Vol. 21, No. 3, pp.137-146, 2006.  
[4] Seung-Hoon Lee, Jun-Yeop Lee, Jung-Sook Kim,

- “Monitoring System for the Elderly Living Alone Using the RaspberryPi Sensor,” *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 8, pp. 1161-1169, December 2017.
- [5] Leap Motion, <https://www.leapmotion.com/>, leap motion inc., 2017.
- [6] Eun-Hyung Gu, “Social Welfare Therapy of Dementia,” *Korea Academy of Mental Health Social Work, Prof. of Autumn Conference*, pp. 173-183, 2000.
- [7] Je-Seung Hwang, Min-Jin Kim, Mi-Kyung Moon, “Hand Rehabilitation System Using a Hand Motion Recognition Device,” *JKSCI*, Vol. 9, No.8, pp. 129-137, 2014.
- [8] Mi-Sook Moon, “TEMPA (Upper Extremity Performance Test for Elderly) Reliability of Older Adults with Dementia,” *Yonsei University Graduate School, Master Thesis*, 2016.
- [9] Jung-Sook An, “The Effects of the Handwriting Program on the Cognitive and Real-life Activities of Elderly with Dementia,” *CATHOLIC UNIVERSITY OF PUSAN, Master Thesis*, 2016.
- [10] ‘Undersea Adventure’ by Knowledge Adventure (<http://www.medicaltimes.com/News/1107098>), 1993.

**신지우(Ji-Woo Shin)**



2014년 ~ 현재 : 숙명여자대학교 IT공학과 재학

※ 관심분야 : 영상처리(Image processing), 스마트콘텐츠(smart contents)

**김지수(Ji-Soo Kim)**



2014년 ~ 현재 : 숙명여자대학교 IT공학과 재학

※ 관심분야 : 영상처리(Image processing), 스마트콘텐츠(smart contents)

**홍광수(Gwang-Soo Hong)**



2011년 : 선문대학교 컴퓨터공학과 학사  
2013년 : 선문대학교 컴퓨터공학과 석사  
2013년~ 현재 : 선문대학교 컴퓨터공학과 박사재학  
2016년~현재: 숙명여자대학교 빅데이터센터 연구원

※ 관심분야 : 스테레오 비전 (Stereo Vision), 딥 러닝 (Deep learning), 영상처리(Image processing) 등

**김병규(Byung-Gyu Kim)**



1998년 : 한국과학기술원 전기및전자공학 석사  
2004년 : 한국과학기술원 전기및전자공학 박사

2004년~2009년: 한국전자통신연구원 선임연구원  
2009년~2015년: 선문대학교 컴퓨터공학과 부교수  
2016년~현재: 숙명여자대학교 IT공학과 부교수

※ 관심분야 : 비디오 신호 처리(Video signal processing), 딥러닝 (Deep learning) 등