

증강현실 기반의 소부대 야외 전술훈련체계 알고리즘*

박 상 준*, 김 지 원**, 김 경 민**, 김 회 동***

요 약

군사훈련은 다양한 전장환경에서 발생하는 교전상황에서 신속하고 정확한 대응을 통해서 승리하기 위해 실시하는 것이다. 그러나 현실에서 실전적인 훈련을 하는 것은 상당히 어려운 일이다. 우리 육군은 과학화전투 훈련장 및 마일즈 장비를 이용하여 실전적인 훈련을 하기 위해 노력하고 있으나 소대 이하 제대의 구성원인 전투원 개개인이 군복무중 이러한 장비를 이용한 과학화전투훈련을 할 수 있는 기간은 10일을 넘기기 어려운 것이 현실이다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 대안으로 증강현실 및 가상현실 기술을 군사훈련에 적용하기 위한 연구개발이 진행되고 있으나 아직까지 야외에서 활용할 수 있는 증강현실 기반 훈련체계는 개발이 미비한 현실이다. 따라서 본 논문에서는 증강현실 기술을 소대급 이하 부대에서 활용할 수 있는 야외 전술훈련체계에 적용하기 위한 알고리즘을 제안하고자 한다.

AR based Field Training System Algorithm for Small Units

Sangjun Park*, Jee Won Kim**, Kyoung Min Kim**, Hoedong Kim***

ABSTRACT

Military training is being carried out to win the combats through the quick and accurate response exercise for changeable engagement situations on battle fields. However, practically, it is really difficult to do actual fight training. Even though ROK Army is doing effort for practical training in KCTC(Korea army advanced Combat Training Center) supplying such as MILES equipments but a single platoon is able to use KCTC facilities or MILES equipments only 10 days a year. In order to find solution on this problem many researches suggesting AR or VR technology are still on the way. Nevertheless these are not fully covered the training done in the real field. In this regard, this paper proposes how the AR technology algorithm to apply on small units during field training exercise.

Key words : small units, augmented reality, field training, algorithms

접수일(2018년 9월 18일), 게재확정일(2018년 10월 25일)

* 육군사관학교 전자공학과

** 육군사관학교 컴퓨터과학과

*** 육군사관학교 경제법학과

★ 본 논문은 2018년 화랑대연구소 지원에 의하여 연구되었음.

1. 서 론

군사훈련은 다양한 전장환경에서 발생하는 교전상황에서 신속하고 정확한 대응을 통해서 승리하기 위해 실시하는 것이다. 그러나 현실에서 실질적인 훈련을 하는 것은 상당히 어려운 일이다. 이를 극복하기 위해서 각국은 LVC(Live-Virtual-Constructive) 훈련체계를 개발하여 적용하고 있다. 육군은 2005년 강원도에 과학화전투훈련장을 설치하여 대대급 규모의 훈련을 시작하였으며, 2018년부터 연대급 규모의 과학화 전투훈련을 실시할 수 있게 되었다[1][2][3]. 이런 육군의 과학화전투훈련체계는 LVC 훈련체계 중 Live 훈련에 해당하는 것으로 레이저를 이용한 마일즈장비 훈련이며, 연간 약 17개 대대를 대상으로 훈련을 실시해 오고 있어 1개 대대를 기준으로 하면 약 9년에 1회의 과학화전투훈련을 실시하게 된다[3]. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 전방 사단 중대급에 마일즈훈련장비를 보급하여 과학화훈련을 실시하고 있음에도 불구하고 각개 병사는 입대부터 전역할 때까지 약 10일 이내 정도만 과학화훈련을 할 수 있다[4]. 뿐만 아니라 KCTC 훈련체계나 중대급 마일즈훈련장비를 사용하기 위해서는 별도의 공간과 장비, 기반체계를 갖추어야 하기 때문에 이를 소부대 훈련에 적극적으로 활용하기에는 제한사항이 많은 것이 현실이다.

LVC 훈련체계에서의 Virtual 훈련은 주로 컴퓨터를 이용한 위게임 또는 전차, 항공기 등의 시뮬레이터를 이용한 훈련을 Live 훈련과 연동하는 형태로 이루어지고 있으나 이러한 Virtual 훈련은 전방향 이동 인터페이스나 상당히 큰 규모의 전용 실내 훈련장을 준비해야 하는 등 소부대의 행동위주 전술숙달을 위한 훈련보다 장비를 운용하는 부대의 전술숙달 또는 대규모 부대의 훈련에 적용하는 것이 더 효율적일 것이다 [5][6][7].

이러한 문제점들을 해결할 수 있는 대안으로 증강현실 및 가상현실 기술을 군사훈련에 활용하기 위해서 다양한 연구와 기술개발이 추진되고 있

다[4][6]-[11]. 특히, 증강현실(AR, Augmented Reality) 기술은 컴퓨터를 통해서 만들어지는 영상을 현실의 물리적인 환경에 겹쳐보이도록 함으로써 훈련의 몰입감을 높일 수 있고 별도의 훈련공간을 확보할 필요가 있는 가상현실(VR, Virtual Reality) 기술을 보다 이점을 가지고 있다. 군사훈련을 위해 개발되어진 증강현실 체계는 포병 관측장교의 화력요청 훈련을 하기 위해 만들어진 AITT(Augmented Immersive Team Trainer) 시스템[8] 정도가 있으며 보병 등 각개 병사들이 야외에서 전술숙달 훈련에 사용할 수 있는 증강현실 훈련체계는 발표되지 않은 상태이다.

따라서 본 논문에서는 [4]에서 제안한 증강현실 기술을 야외 전술훈련 활용 방안을 구현하기 위해 필요한 기술에 대해 살펴보고 이를 바탕으로 하는 증강현실 훈련체계의 기본 알고리즘을 제안하고자 한다.

2. 관련 기술

야외에서 증강현실 기술을 활용하여 훈련을 하기 위해서는 훈련자의 움직임과 위치 그리고 총구의 방향 등을 인식할 수 있는 모션 트래킹, 훈련자에게 가상의 적을 보여주기 위한 디스플레이 기술, 훈련자와 가상의 적 상호간 효과를 적용하기 위한 상호작용 기술 등이 필요하다.

2.1 모션 트래킹 기술

모션 트래킹 기술은 사용자가 머리, 손, 발 등 신체에 특정 장치를 착용한 상태에서 움직일 때 이 움직임의 각도나 위치 등을 측정하여 훈련자의 자세를 인식하기 위한 기술이다[7][12]. 모션 트래킹 기술은 주로 모션을 인식할 수 있는 센서를 신체 또는 장비에 장착하여 그 위치를 추정하는 기술로 본 논문에서 제안하는 훈련 체계에서는 훈련자의 위치와 시선, 총구의 방향 및 고각을 측정하는데 필요한 기술이며 육군사관학교 산학협력단 콘소시엄은 과학기술정보통신부에서 지원하는 2017년 디지털플래그십 프로젝트

에서 모션 트래킹 기술을 활용하여 실내에서 훈련할 수 있는 가상 및 증강현실 기반의 통합전투훈련체계를 개발 중에 있다.

2.2 디스플레이 기술

훈련자가 착용하게 될 디스플레이는 가상의 적을 현실세계에 정확하게 정합하여 보여줄 수 있어야 한다. 현재 증강현실에서 사용되는 디스플레이 기술은 스마트폰 등을 이용한 핸드-헬드 디스플레이 기술과 머리에 별도의 장치를 착용하는 헤드 마운트 디스플레이 기술로 분류할 수 있으며[13], 본 논문에서 제안하는 훈련체계는 핸드-헬드 방식을 사용하기 제한되므로 헤드 마운트 디스플레이 방식을 채택한다.

2.3 상호작용 기술

군사훈련을 함에 있어 현실에서 갖는 어려움은 실제 적이 없기 때문에 현실성이 떨어지고 이로 인해 훈련에 몰입할 수 없다는 것이다. 따라서 증강현실 기술을 적용함에 있어서 몰입감을 향상시키기 위한 기술이 필요하며 이러한 기술을 상호작용 기술이라 할 수 있다. 게임이나 교육, 문화 콘텐츠 등을 위한 증강현실 기술에서 사용되는 상호작용 기술은 주로 키보드, 마우스 등을 조작하는 방법과 터치스크린 등을 이용하는 방법, 손의 자세를 인식하는 방법 등이 사용되고 있다[14]. 그러나 군사훈련에서의 상호작용은 훈련자와 증강현실 내에서 나타나는 가상의 적이 서로를 향해서 사격을 하고 사격에 의해 사상을 입거나 피하는 등의 효과를 통해서 훈련의 현실감을 높이고 몰입할 수 있는 상호작용 기술이 필요하다. 이를 뒷받침하기 위해서는 모션 트래킹 정확하게 하고 훈련자에게 언제 적을 보여줄 것인지 등을 판단할 수 있는 별도의 장치가 필요하므로 본 논문에서는 이를 수행하기 위해서 거리를 측정할 수 있는 센서, 사격 소음을 나타낼 수 있는 음향 센서, 증강현실의 적으로부터 사격 피해를 입은 부위에 통증과 같은 효과를 나타낼 수 있는 진동 센서 등을 활용하

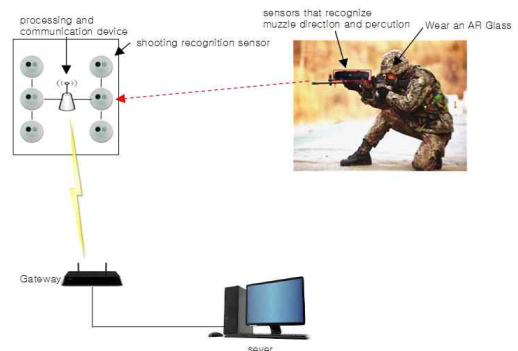
는 별도의 상호작용 체계를 제안한다.

3. 구성 요소 및 알고리즘

본 논문에서 제안하는 증강현실 및 센서 기반의 소부대 전술훈련 체계의 구성 요소는 기존 논문 [4]에서 제안한 바와 같이 센서노드 부분과 훈련자 부분으로 구성되며 본 장에서는 각 장치들이 동작하기 위한 알고리즘을 제안한다.

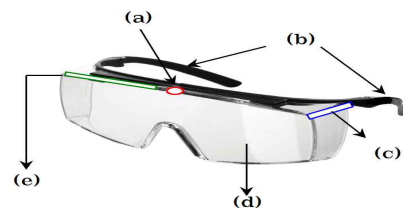
3.1 구성요소

AR 전술훈련체계의 구성요소는 그림 1에서 보는 것처럼 훈련자의 접근 탐지, 훈련자의 사격 여부 판단, 정보의 송·수신 등 처리를 하는 센서노드와 훈련자가 착용하거나 소총에 부착하는 훈련자 부분으로 구성한다.



(그림 1) AR 전술훈련체계의 구성요소(출처 : [4])

센서노드는 훈련자가 접근하는 것을 탐지하여 거리를 측정하고 일정거리 이내로 접근하면 훈련자가 착용하고 있는 AR 글래스에 정보를 전송하는 등의 역할과 감지센서를 통해 훈련자가 사격을 했는지 등을 판단할 수 있어야 한다.



(그림 2) AR 글래스 설계 예(출처 : <https://www.hilti.com/tr>)

AR 글래스의 형상은 (그림 2)와 같다. 그림 2에 대한 설명으로는 (a)는 중앙 전원 버튼이며 (b)는 스피커로 음향 효과를 지원한다. 이때 골전도를 우선 적용하여 얼굴에서 빠지거나 떨어지지 않도록 귀에 완전히 밀착되는 형태로 양쪽 다리에 설치한다. (c)는 센서노드와의 통신용 장치로 양쪽에 위치하여 정확도를 향상 시키는 기능을 한다. 이 통신장치로 센서 노드까지 거리 측정을 송수신 할 수 있다. (d)는 가상의 적을 훈련자에게 증강하여 보여주는 디스플레이 장치이며, (e)에는 처리장치를 삽입하여 적군 캐릭터의 행동패턴 입력 상태를 저장하고 있다가 센서노드로부터 별도의 호출을 받으면 랜덤하게 적군의 행동패턴을 선정하여 글래스에 디스플레이 해주는 기능을 담당한다. 마지막으로 전력을 공급하는 장치는 안경의 다리부분에 삽입하여 충전 또는 데이터 포트로 활용할 수 있도록 한다. 또한, 훈련자는 위에서 제시한 AR 글래스와 상호작용을 위해 (그림 3)과 같은 반응형 피탄조끼¹⁾를 착용하고, 훈련자가 사용하는 소총에는 총구의 방향을 탐지할 수 있는 센서를 부착한다. 이 센서를 통해 총구의 방향이 최초 훈련자를 인식한 센서노드를 향한 상태여야만 사격효과를 얻을 수 있다. 사격 효과를 보다 향상시키고 훈련에 몰입감을 느낄 수 있도록 제시한 AR 글래스에는 사격 시 발생하는 소음 등을 발생시킬 수 있는 장치의 추가 장치가 필요하다.



(그림 3) 반응형 피탄조끼

1) 옵티머스시스템(주)에서 개발한 반응형 피탄조끼임

3.2 알고리즘

본 논문에서 제안하는 소부대 전술훈련 체계는 다음에 제시하는 알고리즘에 의해 작동한다.

센서노드는 훈련 통제자가 여러 개의 센서노드를 임의의 장소에 설치하여 전원을 인가한다. 훈련자는 AR 글래스와 반응형 피탄조끼를 착용하고 센서가 부착된 총기를 휴대하여 훈련을 시작한다. 훈련자가 이동함에 따라 특정 센서노드와 거리가 가까워지게 되며, <표1>의 라인 05 ~ 09에서 보듯이 훈련자가 일정 거리에 들어올 경우 AR 글래스에서 나오는 신호를 센서노드에서 감지하게 되며, 센서노드는 센서노드에 있는 훈련자의 사격여부를 감지하는 감지센서의 전원을 인가한다. 훈련자의 사격에 대한 훈련을 방지하기 위해서 AR 글래스 각각의 ID를 확인하고 센서노드는 AR 글래스에 적의 행동을 표시하는 명령어를 전송한 후 경과시간을 측정한다.

<표 1> 센서노드 이벤트 핸들러 알고리즘

```

01: procedure Event_Handler
02: var -- 변수 생략
03: begin
04:   do while
05:     if ret = "Glass_Signal" then
06:       Sensor_On();
07:       Glass_ID = getGlassID();
08:       Display_Enemy_Act();
09:       timer_on();
10:     if ret = "Rifle_Signal" then
11:       time = getTime(timer_on());
12:       if time <= 3sec then
13:         Display_Enemy_Damage();
14:         send_evaluation();
15:       else
16:         trainee_Damage();
17:       end if
18:     else if ret = Null && "Glass_Signal" then
19:       time = getTime(timer_on());
20:       if time > 3sec then
21:         trainee_Death();
22:       end if
23:     end if
24:   end if
25: end do
26: end procedure

```

이후 라인 10 ~ 17에서처럼 소총의 사격 신호를 감지하고 Display_Enemy_Acts() 명령을

전송한 후 3초 이내이면 적이 훈련자의 사격에 의해 피해를 입었다는 것을 훈련자의 AR 글래스에 표현하고 통제시스템에 전송하는 함수를 호출한다. 만약 시간이 3초가 초과한 경우에는 훈련자가 피해를 입어 반응형 피탄조끼의 특정 부위가 진동하도록 trainee_Damage()를 호출한다.

3초가 경과할 때까지 센서노드에 어떤 신호도 없거나 AR 글래스 신호만 들어오는 경우에는 라인 18 ~ 23에서 보는 것처럼 훈련자를 사망 처리하여 반응형 피탄조끼의 모든 부위가 동시에 진동하도록 하는 함수를 호출한다.

<표 2> 피해 판정 알고리즘

```

01: procedure Evaluate_Damage
02: var -- 변수 생략
03: begin
04:   do while
05:     if recvMsg = "Sensor_On" then
06:       Sensor_On();
07:       Detect_Rifle_Signal();
08:       if ret = "Rifle_Signal" then
09:         time = getTime(timer_on());
10:         Glass_ID = getGlassID();
11:         if time <= 3sec &&
12:           Glass_ID = Rifle_ID then
13:           E_Damage=sel_Enemy_Damage();
14:           send_enemy_damage(E_Damage);
15:         else
16:           T_Damage=sel_trainee_Damage();
17:           send_trainee_Damage(T_Damage);
18:         end if
19:       else if ret = "Sensor_Off" then
20:         Sensor_sleep();
21:       end if
22:     end if
23:   end do
24: end procedure
    
```

적군 행동은 센서노드에 있는 감지센서에 훈련자의 소총으로부터 사격이 있었는지를 감지함으로써 결정된다. <표 2>의 라인 05 ~ 07에서처럼 센서노드에서 Sensor_On() 함수를 호출하면 모든 감지센서를 작동시키고 사격 신호를 탐지하고 센서가 켜진 이후 경과 시간과 Glass_ID를 식별한다. 사격 신호를 받은 시점까지 3초 이내이고 Glass_Id와 소총 ID인 Rifle_ID가 동일할 경우 라인 11 ~ 14에서처럼 적군의 피해를 판

정하여 통제시스템과 훈련자의 AR 글래스에 전송한다. 만약 경과 시간이 3초를 초과하였거나 ID가 동일하지 않은 경우에는 센서노드에 접속된 글래스 ID를 갖는 훈련자가 적의 사격에 의해 피해를 입은 것으로 판정하여 통제시스템과 AR 글래스에 전송한다. 이후 일정시간 동안 감지되는 신호가 없을 경우 센서노드로부터 Sensor_Off() 함수를 전달받아 센서는 대기모드로 전환한다.

<표 3> 훈련자 AR 글래스 알고리즘

```

01: procedure trainee_AR_Glass
02: var -- 변수 생략
03: begin
04:   do while
05:     if ret = Display_Enemy_Act() then
06:       E_Act = random_select_enemy_act();
07:       show_enemy_on_glass(E_Act);
08:     else if recvMsg = "E_Damage" then
09:       overlap(show_enemy_on_glass(E_Act)
10:         &&Display_Enemy_Damage(E_Damage));
11:     else if recvMsg = "T_Damage" then
12:       random_trigger_shock();
13:     else if ret = trainee_Death() then
14:       all_trigger_shock();
15:       Glass_shut_down();
16:     end if
17:   end do
18: end procedure
    
```

<표 3>은 훈련자가 착용하는 AR 글래스의 작동 알고리즘이다. 라인 05 ~ 07에서처럼 센서노드로부터 전송되는 Display_Enemy_Act()를 받으면 저장되어 있는 여러 가지의 적군 행동 중에서 한 가지를 임의로 선택하여 AR 글래스에 표시해준다. 그러나 라인 06 ~ 11처럼 함수 호출이 아닌 적군의 피해 또는 훈련자 피해 판정 메시지를 받을 경우에는 적이 피해를 입은 모습을 오버랩하여 AR 글래스에 보여주거나 훈련자가 착용한 반응형 피탄조끼에 있는 여러 센서 중 하나를 랜덤하게 선택하여 진동을 줌으로써 특정 부위에 부상을 입었음을 표현한다. 마지막으로 라인 12 ~ 15에서처럼 trainee_Death()를 받은 경우 반응형 피탄조끼의 모든 센서에 진동을 주고 Glass_shut_down() 함수를 호출하여 AR 글래스의 작동을 멈추도록 함으로써 훈련이 종료되도록 한다.

훈련자와 적의 사격이 진행되는 경우 AR 클래스에 설치되는 추가 장치에서 사격 소음을 발생시킴으로서 몰입감을 향상시킬 수 있어야 한다. 뿐만 아니라 이러한 훈련 과정은 통제시스템으로 전송되어 기록되도록 함으로써 훈련 종료 후에 훈련의 결과를 분석하고 다음 훈련에 활용할 수 있도록 함으로써 훈련효과를 향상시키고 피드백이 가능한 시스템의 구축이 필요하다.

4. 결 론

본 논문에서는 소부대의 구성원인 개인 전투원들이 실질적인 훈련을 하기 어려운 현실을 인식하고 이를 해결하기 위해서 야외에서 증강현실 기술을 적용하기 위해 모션트래킹, 디스플레이, 그리고 상호작용 기술에 대해 알아보고 이를 활용하여 실질적인 야외 전술훈련을 하기 위한 증강현실 기술 및 센서 기반의 소부대 야외 전술훈련 체계의 구성요소 그리고 알고리즘에 대해 제안하였다.

향후 연구과제로는 본 논문에서 제시한 훈련 체계를 실제 사용하기 위한 콘텐츠, 센서노드, AR 클래스 등을 개발한다면 실질적인 소부대 야외 전술훈련을 수행할 수 있을 것이고 이를 통해 군사력의 증진과 산업발전에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 김원태, 박승민, SIA-LVC: 데이터 중심 미들웨어 기반 확장성 있는 국방 L-V-C 훈련체계 연동 아키텍처, 정보처리학회논문지, 제5권, 제11호, pp. 393-402, 2016. 05.
- [2] 국방과 기술, “육군과학화전투훈련장(KCTC) 과학화 훈련기법을 통한 실전적·구체적인 훈련실시”, 2005. 12.
- [3] 조홍용, 과학화전투훈련의 제도화에 관한 연구, 한국방위산업학회지, 제24권, 제4호, pp.32-45, 2017. 12.
- [4] 김정민, 박상준 외 2명, 증강현실 기술의 소부대 야외 전술훈련 활용 방안 및 법제도에 관한 고찰, 한국정보통신학회논문지, 제22권, 제7호, pp.963-969, 2018. 07.
- [5] 강석일, 이태억, 이창조, LVC 연동을 위한 VR 탱크 시뮬레이터 구현, 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 제11권, 1호, pp.265-273, 2017. 01.
- [6] 김규석, 합성전장훈련체계 기술동향 및 발전방향 (공군의 항공작전을 중심으로), 한국통신학회지(정보와통신), 제34권, 제11호, pp.27-35, 2017. 10.
- [7] 전성우, 박상준, 차무현, VR 기반 모의 전투 훈련 시스템의 새로운 패러다임; 전 방향 이동 인터페이스 기술, 한국통신학회지(정보와통신), 제34권, 제11호, pp.60-68, 2017. 10.
- [8] Roberto Champney, Stephanie J. Lackey, and Kay Stanney, Augmented Reality Training of Military Tasks: Reactions from Subject Matter Experts, in Proceedings of 7th International Conference VAMR 2015, pp. 251-262, 2015.
- [9] 정희완, 국방부 VR·AR 활용한 가상 훈련체계 개발추진, http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?art_id=201804031137001, 2018. 04.
- [10] Tim Mahon, Mobile Augmented Reality for Force on Force Training, Military Technology, 41(12): 40-41, 2017.
- [11] Rick Adams, Virtual Reality Ramp Up 3D Immersive Environments, Military Technology, 41(12): 42-44, 2017.
- [12] 김수권, 배정빈 외 4명, 유니티3D와 구글 탱고를 이용한 증강현실 게임 디자인, 한국컴퓨터학회 동계학술대의 논문집, 제26권, 제1호, pp.19-20, 2018. 01.
- [13] 오지수, 박진호, 공간증강현실 구현을 위한 적외선 센서 기반 동적 물체 정밀 추적 시스템, 한국컴퓨터그래픽스학회논문지, 제23권 제3호, pp.115-122, 2017. 07.
- [14] 김병정, 탁민호 외 2명, 증강현실 광고에서 손 동작 및 팔 움직임 인식을 이용한 AR 객체와 상호작용 방법, 예술인문사회융합멀티미디어논문지, 제 7권, 제 6호, pp. 817-826, 2017. 06.

[저 자 소 개]



박 상 준 (Sangjun Park)
 2000년 2월 육군사관학교 학사
 2010년 2월
 한국과학기술원 정보통신공학 석사
 2016년 7월 ~ 현재
 육군사관학교 전자공학과 조교수
 email : sigpsj13438@kma.ac.kr



김 지 원 (Jee-won Kim)
 2016년 8월 연세대학교 정보보호 석사
 2016년 7월 ~ 현재
 육군사관학교 컴퓨터과학과 조교수
 2017년 2월 ~ 현재
 아주대학교 NCW학과 박사과정
 email : jeewonkim@ajou.ac.kr



김 경 민 (Kyoung Min Kim)
 2003년 2월 육군사관학교 학사
 2008년 8월 Auburn대 컴퓨터공학 석사
 2016년 12월 ~ 현재
 육군사관학교 컴퓨터과학과 조교수
 2018년 06월 ~ 현재
 육사 사이버전연구센터 연구원
 email : kimkyou@kma.ac.kr



김 회 동 (Hoedong Kim)
 1999년 2월 육군사관학교 학사
 2009년 2월 서울대 법학 석사
 2015년 5월 Emory대 법학 박사
 2006년 2월 ~ 현재
 육군사관학교 법학과 교수
 email : kmakhd@kma.ac.kr