

논문 2011-2-9

가상 마우스 인터페이스 시스템에 관한 연구

A Syudy on the Virtual Mouse Interface System

이기영*, 임명재**, 김규호*, 이민기***, 김정래****

Ki-Young Lee, Myung-Jae Lim, Kyu-Ho Kim, Min-Ki Lee, Jeong-Lae Kim

요 약 최근 휴대용 디바이스들의 급격한 발전과 사용량으로 사용자들의 높은 관심에 따라 다양한 인터랙션이 요구되고 있다. 태블릿과 스마트폰에서 사용하는 터치 인터페이스의 동작은 많은 요구조건과 선행학습이 필요하다. 본 논문에서는 사용자의 다양성과 편리한 인터랙션을 위하여 휴대용 디바이스에서의 가상 마우스를 구현하는 것에 목적이 있다. 기존에 마우스의 유사한 인터랙션을 반영하여 조도의 영향을 거의 받지않는 적외선 영상을 이용하였고 검지 손가락과 중지 손가락의 손끝 정보를 분석하여 마우스 없이 선행학습과 공간의 제약이 요구되지 않는 인터페이스를 설계하고 구현하였다.

Abstract Recently, various interaction was demanded from rapid development and use of portable device. So, operation of touch interface in tablet and smart phone needs many requirements and proactivity. In this paper, for variety of users and convenient interaction, It is aimed to realize virtual reality mouse of portable device. It reflected similar interaction of an existing mouse and it used infrared image without intensity of illumination. Also, It analyzed finger point information of middle and index finger of users and it designed virtual mouse without proactivity and constraint of space.

Key Words : 인터페이스, 적외선영상, 가상마우스, 인터랙션

I. 서 론

최근 세계적으로 많은 관심을 보이고 있는 휴대용 디바이스인 스마트폰과 태블릿은 사용자들의 높은 관심에 따라 구매량이 급격하게 증가하고 있다. 또한, 컴퓨터의 소형화로 휴대성과 공간의 제약이 없는 컴퓨터 인터페이스(Interface) 방법의 필요성이 증가하고 있으며, 다양한 인터랙션(Interaction)이 요구되고 있다.

스마트폰과 태블릿은 휴대용 디바이스에 용이한 터치 인터페이스를 사용하고 있지만, 사용자에게 더욱 친근하

며 편리하고 세밀한 움직임이 요구될 때 마우스 인터페이스의 사용이 필요하다. 마우스는 인간이 만든 최적의 인터페이스이며, 사용자가 접근하기 쉽고 편리한 최고의 인터랙션이다.^{[1][2]}

다양한 디바이스의 사용에서 가장 움직임이 자연스러운 인터페이스이지만, 스마트폰과 태블릿 같은 소형 디바이스에는 마우스의 휴대성이 부족 하다고 생각되기 때문에 사용자의 편리한 인터랙션을 위한 조건을 충족시키기 위하여 휴대용 디바이스에서의 손 동작만으로 컨트롤 할 수 있도록 하는 것이 목적이다.

손동작을 영상을 통해 인식하기 위해서는 마커를 부착하거나 센서를 이용한 장갑을 사용하는 방법이 있는데, 이 2가지의 방법은 사용자의 편의성과 휴대성을 고려하지 못하는 단점을 가지고 있다. 하지만, 적외선 영상은 조도의 간섭을 거의 받지 않기 때문에 언제 어디서나 사용

*중신회원, 을지대학교 의료IT마케팅학과

**중신회원, 을지대학교 의료IT마케팅학과(교신저자)

***중신회원, 을지대학교 의료IT마케팅학과

****중신회원, 을지대학교 의료공학과

접수일자: 2011.3.2, 수정일자: 2011.4.6

게재확정일자: 2011.4.15

하기에 매우 적합하며 인식률이 높다.

본 논문은 기존에 마우스의 동작원리를 반영하여 적외선 영상으로 사용자의 검지 손가락과 중지손가락의 손 끝 정보를 분석하여, 마우스 없이 손 동작으로만 컨트롤 할 수 있는 가상 마우스를 선행학습과 공간의 제약이 요구되지 않는 간편한 인터페이스를 설계하고 구현하였다.^[3]

본 논문은 2장에서 관련연구를 기술하며 3장에서는 시스템의 설계 및 구현을 기술하고, 4장에서 실험 및 결과를 기술한다. 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 적외선 카메라를 이용한 영상처리

적외선이란 우리 눈에는 보이지 않는 전자기파 영역이며 모든 물체는 적외선을 발산한다. 적외선 카메라로 촬영한 영상은 파장 에너지를 디지털 신호로 전환하여 조도에 전혀 간섭을 받지 않고 야간에도 발열 물체의 상태를 확인할 수 있기 때문에 거리에 관계없이 동일한 영상을 획득할 수 있다.

적외선 영상 처리는 적외선을 흡수하여 디지털 신호로 전환하여 영상 신호로 송신하는 적외선 카메라와 적외선을 처리 할 수 있는 소프트웨어로 구성된다.^{[4][5]}

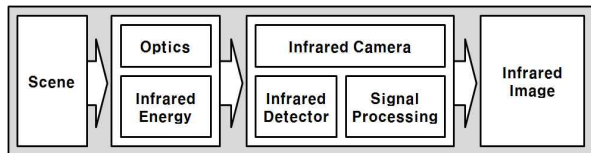


그림 1. 적외선 카메라의 구조
Fig. 1. Structure of IR Camera

적외선 카메라는 그림 1과 같이 영상을 촬영하게 되면 적외선 감지 필터에서 적외선을 반사하는 광선만 인지하고 디지털 신호로 변환하여 적외선 영상을 추출한다.

2. 적외선 영상 밝기에 따른 영역추출

적외선 카메라에서 출력되는 영상은 RGB색상을 잃은 상태가 되며 특정영역을 적외선 카메라로 가깝게 촬영하면 그 영역은 적외선의 영향으로 강조된 영상을 얻을 수 있다.^[6]

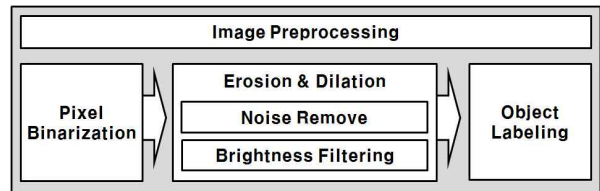


그림 2. 영상추출을 위한 전처리 과정
Fig. 2. Preprocessing for the Image Extraction

그림 2와 같이 입력된 영상은 이진화를 거치고 자연광이나 형광등 불빛으로 인한 영상의 잡음을 최소화하기 위해 침식과 팽창연산을 거쳐 배경은 확장시키고 객체의 크기를 축소시키는 방식으로 영상의 잡음 및 밝기에 따른 영역을 추출할 수 있도록 전처리 과정을 거친다. 다음으로 레이블링 연산 과정을 통해 서로 다른 영역을 구분하여 객체의 나머지 영역인 배경을 제거하여 잡음을 감소시킨다.^[7]

3. 영역의 중심점 추출

전처리 과정을 거친 영상에서 손의 움직임 추출을 하기 위해서는 손 영상의 중심점을 추출하여야 하며, 중심점의 움직임을 트래킹(Tracking) 하여야 한다.

```

// 거리변환 알고리즘
img = Binary Image
// 모든 픽셀을 거리변환 배열로 생성
Pixel[x,y] = all Pixel
Distance Transform Matrix Create
// 거리변환 연산
Image DistTransform
// 가장 큰 값을 탐색하고 중심점 좌표 추출
Loop
if img Pixel=0
    mask[0] = Distance of approach Pixel
    Max = mask[0~Pixel[x-1,y-1]
End;
    
```

그림 3. 거리변환 알고리즘을 이용한 중심점 추출
Fig. 3. Center Extraction using the Distance Transform Algorithm

그림 3과 같이 특정 영역의 중심 좌표는 거리변환을 이용하여 구할 수 있다. 거리변환은 이진화된 영상에서 값이 0인 픽셀을 기준으로 가장 가까운 픽셀 중 0 이상의 값을 갖는 픽셀들과의 거리를 계산한다. 결과값 중 가장 큰 값의 좌표를 찾으면 특정 영역의 중심점을 찾을 수 있다.^[8]

III. 시스템 설계 및 구현

1. 손가락 추출의 설계

적외선 카메라에서 출력되는 영상은 RGB색상을 잃은 상태가 되며 특정영역을 적외선 카메라로 가깝게 촬영하면 그 영역이 적외선의 영향으로 강조된 영상을 얻을 수 있다.

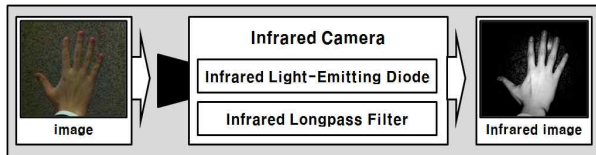


그림 4. 적외선 카메라의 구성
Fig. 4. The Configuration of an Infrared Camera

그림 4와 같이 적외선 카메라는 적외선을 발산하는 LED 발광 장치와 일정 파장 이상만 통과시키는 적외선 Longpass 필터로 구성되어 있다.

적외선 카메라에서 출력되는 영상은 흑백영상으로 사용자의 손바닥을 가깝게 촬영하면 다른 곳보다 밝게 반사된다. 이러한 특징을 이용하여 쉽게 검출할 수 있다.

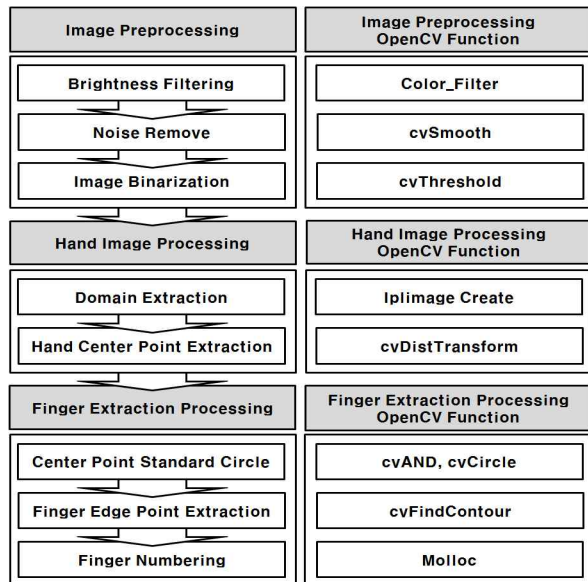


그림 5. 손가락 추출 흐름도 및 Opencv 함수
Fig. 5. Finger Extraction FlowChart & Opencv Function

위의 그림 5에서 보는바와 같이 기존 마우스의 동작원리를 반영한 가상마우스를 구현하기 위해서는 적외선 이

미지에서 검지 손가락과 중지 손가락의 영역을 추출하여야 한다. 먼저 손 전체 영역을 추출하기 위해 전처리 과정을 거치는데 영상의 불필요한 부분을 제거하기 위해 기준 밝기 값을 통해 밝기 필터링을 한다.

밝기는 0~255까지의 값을 가지게 되는데 효과적인 손 추출을 위해 적당한 밝기 값을 지정해야 하며, 노이즈를 제거하기 위해서 OpenCV에서 제공하는 cvSmooth 함수를 이용한다.

다음으로 0~255값을 이진화를 통해 손 부분을 0으로 배경은 1값으로 할당하여 손 영역을 추출한다.

추출된 손 영역은 Iplimage 구조체 형태로 생성하고, 영역의 중심점을 cvDistTransform 함수를 이용하여 연산한 값중 가장 큰 값의 좌표로 설정한다. 중심점을 찾는 이유는 손 영역에서의 손가락 끝점을 찾기 위함이다.

검지 손가락과 중지 손가락을 찾기 위해서는 손가락의 끝점을 찾아야 한다. 먼저 손 영역의 중심점에서 cvAND 연산으로 cvCircle 함수를 이용하여 중심점에서 가장 먼 점을 중심으로 원을 그린다. 추출된 원 영역 안에서 cvFindContour 함수를 이용하여 Contour 값을 찾아 끝점의 Pixel 좌표 값을 저장한다. 각각의 좌표값에 y 값이 낮은 순서대로 0부터 4까지 번호를 할당하여 1번 검지 손가락과 2번 중지 손가락의 끝점 Pixel을 각각 kfinger, jfinger 변수에 넣는다.

2. 가상마우스의 설계

손가락의 끝점을 추출한 후 MFC의 마우스 컨트롤러 함수를 이용한 각 동작의 이벤트 수행전 과정의 흐름을 표현하였으며, 기존 마우스 움직임에 동작과 최대한 유사하게 동작할 수 있도록 구성하였다.

먼저 끝점의 좌표의 움직임을 탐색하게 되면, 마우스의 움직임에 따라 포인터를 컨트롤 할 수 있도록 끝점의 좌표 추적을 수행한다.

다음으로 끝점의 좌표가 겹쳐 있는지 확인을 하고 두 끝점의 좌표가 동시에 움직이는지 확인한다. 만약 한 끝점의 좌표만 움직인다면 클릭을 하는 동작으로 인식하게 되며, 두 끝점의 좌표가 동시에 움직인다면 커서의 컨트롤 동작으로 인식한다. 두 끝점의 좌표가 같다면 스크롤의 동작으로 인식한다.

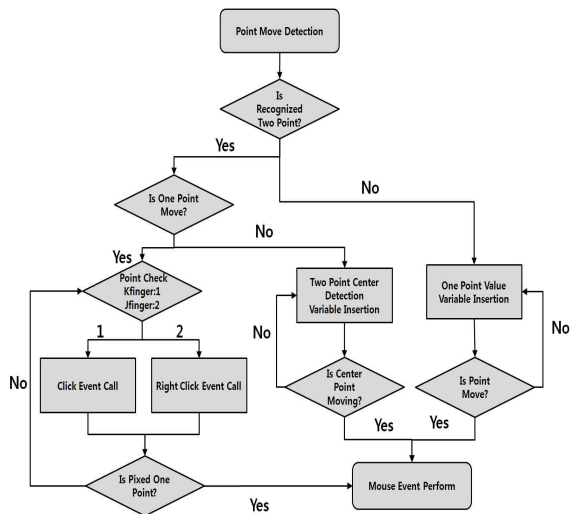


그림 6. 손 끝점 정보를 이용한 가상마우스 동작 흐름도
 Fig. 6. Flowchart of Virtual Mouse Movements using the Finger Edge Information

추출된 두 손가락의 끝점의 좌표를 초기 값으로 설정하고 초기 값으로부터 동작하는 손가락의 움직임을 추적하여 그림 6과 같은 동작 흐름도를 거쳐 끝점의 움직임을 마우스 컨트롤에 적용하였다.

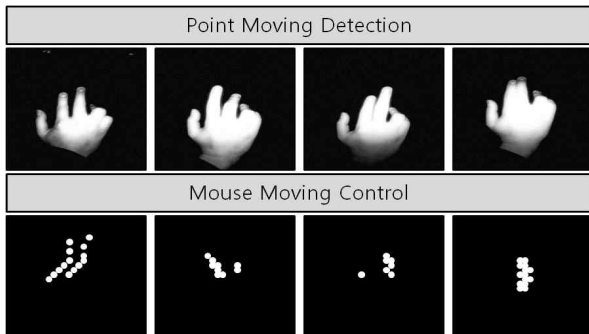


그림 7. 손가락 끝점의 움직임에 따른 좌표 추적
 Fig. 7. Coordinates Tracking according to Movement of the Finger Edge

기존 마우스의 사용은 검지 손가락과 중지 손가락으로 모든 동작에 대한 컨트롤을 모두 할 수 있다.

일반 마우스의 인터페이스 방식을 최대한 반영하여 간단한 동작으로 마우스의 모든 기능을 사용할 수 있으며, 그림 7.과 같이 포인터는 이동, 좌클릭, 우클릭, 스크롤의 4가지 동작 로 이루어져 있다.

3. 구현

최근 스마트폰과 태블릿 시장에서 가장 각광을 보이

고 있는 애플사의 아이폰과 아이패드에서 구현을 하기 위해 가상 시뮬레이터(Simulator)를 구현하였다. 시스템의 전반적인 영상처리는 컴퓨터 비전 라이브러리를 제공하는 OpenCV를 사용하여 구현하였으며, 아이폰과 아이패드의 애플리케이션 개발환경 iPhoneSDK에서 사용되는 객체 지향 언어인 Objective C에서의 연동이 가능하다.

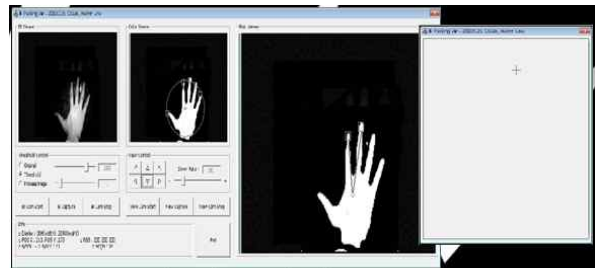


그림 8. 시스템 구현 화면
 Fig. 8. Implementation of System

그림 8에서 보는바와 같이 마우스의 동작을 구현하기 위해서 먼저 MFC에서 프로토타입으로 가상 마우스의 시뮬레이터를 개발하였다.

IV. 실험 및 결과

본 시스템은 적외선 영상에서 손 끝점 추출을 하고, 추출된 손 끝점 정보의 움직임에 따라 마우스를 컨트롤 한다. 일반 영상과 적외선 영상에서의 손 끝점 추출의 비교 평가와 추출된 손 끝점 정보의 움직임에 따른 마우스 컨트롤의 동작 결과를 분석 하였다.

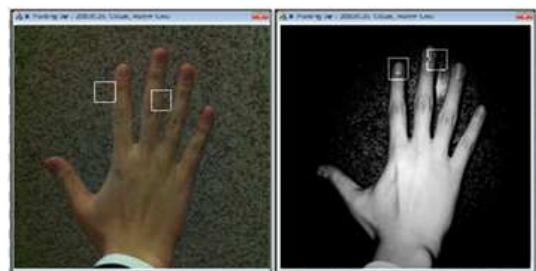


그림 9. 실내에서의 적외선 영상과 일반 영상 시스템 비교 실험 결과
 Fig. 9. Experimental Results for Comparing Infrared Image and General Image Systems on the Indoor

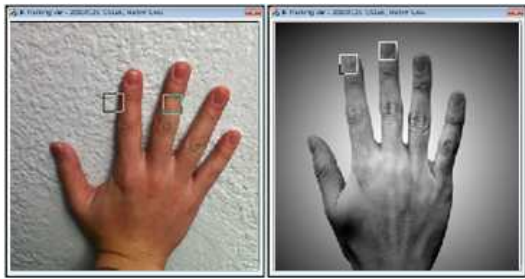


그림 10. 실외(주간)에서의 적외선 영상과 일반 영상 시스템 비교 실험 결과

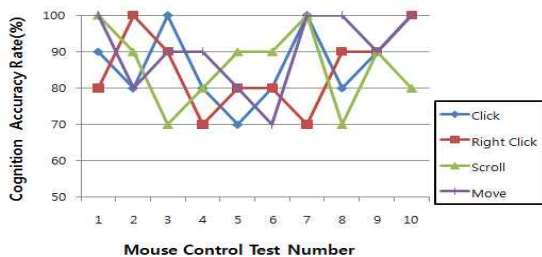
Fig. 10. Experimental Results for Comparing Infrared Image and General Image Systems on the Outdoor(day time)



그림 11. 실외(야간)에서의 적외선 영상과 일반 영상 시스템 비교 실험 결과

Fig. 11. Experimental Results for Comparing Infrared Image and General Image Systems on the Outdoor(night time)

그림 9, 그림 10, 그림 11과 같이 적외선 영상에 대한 손 끝점 추출은 외부환경의 영향이 거의 없기 때문에 기존 다른 영상에서의 손 끝점 추출보다 정확도가 매우 높으며, 색상이나 조도의 처리과정 없기 때문에 처리 속도도 빠르다.



	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9	Test 10
Click	9/10	8/10	10/10	8/10	7/10	8/10	10/10	8/10	9/10	10/10
Right Click	8/10	10/10	9/10	7/10	8/10	8/10	7/10	9/10	9/10	10/10
Scroll	10/10	9/10	7/10	8/10	9/10	9/10	10/10	7/10	9/10	8/10
Move	10/10	8/10	9/10	9/10	8/10	7/10	10/10	10/10	9/10	10/10

그림 12. 각 동작에 대한 실험 결과

Fig. 12. Experimental Results for each Movements

다음으로 마우스 컨트롤의 동작 결과의 성능을 분석하였다. 마이크로 소프트사의 OS인 윈도우7에서 마우스의 커서를 컨트롤 하여, 각 동작에 대하여 100회씩 테스트 하였다.

그림 12에서 보는바와 같이 손 끝점의 동작정보를 이용하여 마우스 동작의 컨트롤 인식 테스트 결과는 클릭 87%, 우클릭 83%, 스크롤 86%, 이동 92%로 실시간적인 처리로 적외선 영상을 사용함으로써 높은 정확도를 보였다.

V. 결론

본 시스템은 기존의 영상에서의 손 영역 추출이 아닌 적외선 영상을 통하여 보다 간편하게 손 영역을 추출할 수 있었다. 또한, 일반 영상에서의 처리 과정보다 단축되어 실시간적으로 처리가 요구되는 휴대용 디바이스에서 사용 가능성이 높아질 수 있다. 기존의 마우스 인터페이스의 동작을 그대로 사용하여 사용자에게 친근하고 공간의 제약이 없어 여러 분야에서 사용할 수 있다. 향후 여러 동작의 추가와 더욱 편리한 인터페이스를 제공 하는데 연구가 필요하며, 사용 가능성에 대한 유저테스트를 통해 지속적으로 상호보완적인 인터페이스가 되도록 해야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김동민, 이철우, "스마트폰 사용자 인터페이스 기술 동향", 한국정보과학회, 제28권, 제5호, 15-26쪽, 2010년.
- [2] 양필승, 한국현, "이미지 센서를 이용한 정보입력 인터랙션", HCI2009, 1180-1183쪽, 2009년.
- [3] Ignacio Bosch, Soledad Gomez, Raquel Molina and Ramón Miralles, "Object Discrimination by Infrared Image Processing Bioinspired Applications in Artificial and Natural Computation", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5602, pp.30-40, 2009.
- [4] 박영민,우운택, "적외선 카메라를 이용한 실시간 사용자 분리시스템", 한국HCI학회(KHCI), 제1권, 281-285쪽, 2005년.

[5] Naoto Miura, Akio Nagasaka, "Extraction of Finger-Vein Patterns Using Maximum Curvature Points in Image Profiles", Conference on Machine Vision Applications Tsukuba Science City, Japan, Vol. 8, No. 30, pp.347-350, 2005.

[6] Naoto Miura, Akio Nagasaka, Takafumi Miyatake, "Feature Extraction of Finger-vein Patterns based on Repeated Line Tracking and its Application to Personal Identification", Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd, pp.194-203, 2004.

[7] Li Layuan, Zhou Lianzuo, "Real Time Infrared Image Processing", International Journal of Infrared and Millimeter Waves, Vol. 6, No.9, pp.919-928, 1985.

[8] 최학남, 박은수, 최효훈, 김학일, "거리변환을 이용한 fiducial 마크 정렬 알고리즘", 한국정보과학회, 제37권 제1호, 442-446쪽, 2010년.

※ 본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업중 바이오-메디테크 산업화 지원을 받아 수행된 연구임.
(2010-02-10)

저자 소개

이 기 영(중신회원)



- 제 10 권 1호 참조
- 2009년~현재 한국인터넷방송통신학회 이사
- 1991년~현재 을지대학교 의료IT마케팅학과 교수

<주관심분야 : u-Healthcare, 공간 데이터베이스, GIS, LBS, USN, 텔레메틱스 등>

임 명 재(중신회원) : 교신저자



- 제 9 권 3호 참조
- 1992년~현재 을지대학교 의료IT마케팅학과 교수

<주관심분야 : S/W공학, CBD방법론, HCI 등>

김 규 호(정회원)



- 제 9 권 3호 참조
- 1992년~현재 : 을지대학교 의료IT마케팅학과 교수
- 2007년~현재 을지대학교 RIC(지역혁신센터) 부소장

<주관심분야 : u-Healthcare, 유비쿼터스, USN 등>

김 정 래(중신회원)



- 제 10 권 5호 참조
- 현 재 : 을지대학교 보건과학대학 의료공학과 교수

<주관심분야 : 생체정보통신, 생체신호처리 등>

이 민 기(준회원)



- 2008년~현재 을지대학교 의료IT마케팅학과 학생

<주관심분야 : u-Healthcare, 유비쿼터스, 패턴인식 등>