

# 증강현실 사용자 인터페이스의 사용자중심 사용성 요소 연구

김 윤\* · 이철승\*\*

## A Study on User - centered Usability Elements of User Interface Designs in an Augmented Reality Environment

Un Kim\* · Cheol-Seung Lee\*\*

### 요 약

지금까지의 UI( User interface)는 GUI를 바탕으로 연구되어 있기 때문에 증강현실 환경에서 사용되는 UI를 정의하기에는 그 내용이 충분하지 않았다. 본 연구는 가상환경에서의 UI에 대한 연구로 증강현실환경에서 UI의 사용성 요소를 연구하였다. 이 연구에 사용된 평가 방법은 가장 대표적인 넬슨의 휴리스틱을 중심으로 연구되었다. 그러나 기존에 정리된 사용성 원칙들은 다소 보편적이고 일반적인 개념들이기 때문에 증강현실 UI 적용하기 위해서는 증강현실 환경에 맞는 항목을 세부화 시키는 노력이 필요했다. 사용성 평가의 기준을 정하기 위해 넬슨의 휴리스틱 평가방법을 중심으로 국내외 관련 연구를 조사하였으며, 조사된 사용성 요소 중 중복된 내용과 증강현실 환경에 적용하기 어려운 요소는 제거하여 증강현실에서 사용 가능한 25 사용성요소를 선별하였다. 선별된 사용성 요소는 본래 가지고 있는 요소개념에 증강현실 환경에 적합하도록 요소의 개념을 구체화 시켰다.

### ABSTRACT

In order to complete the AR UI design simply and quickly, the usable factors were studied in this thesis. The primary aim of interface design is to increase the usability. The various factors should be considered together when we evaluate the usability. The idealized usable working model is based on user-centered with the aim of perceiving the interests of users, operating easily and completing targets. In order to ensure the types of usable factors, literature survey method had been used and a total of 85 usable factors had been collected by this survey. To make the usable factors can adapt the augmented reality, the concept of factors should be redefined. We extract the items which is adaptable and user-centered, combine or delete the items that have the same meanings and finally select 25 usable evaluative factors. Then we take HCI professional as the object and collect the data by Heuristic Evaluation. We systematize the usable factors by Principal Component Analysis, and . observe the correlation between the usable factors and classify those which have high correlation.

### 키워드

UI, AR, Usability, Heuristic Evaluation  
모바일, 드래그 앤 드롭, 상호 작용

\* 중국 우한공정대학교 산업디자인학과(trino01@naver.com)

\*\* 교신저자 : 광주여자대학교 교양교직과장부

• 접수일 : 2018. 09. 19

• 수정완료일 : 2018. 11. 01

• 게재확정일 : 2018. 12. 15

• Received : Sep. 19, 2018, Revised : Nov. 01, 2018, Accepted : Dec. 15, 2018

• Corresponding Author : Cheol-Seung Lee

Dept. of Liberal Arts & Teacher Training, Kwangju University.

Email : cyberec@kwu.ac.kr

## 1. 서론

최근 증강현실 기술이 발전함에 따라 다양한 산업 분야에 활용되고 있으며, 기반 기술들은 다양한 형식으로 구현되고 있다[1-2]. 증강현실 환경에서 사용자 인터페이스는 다양한 용도의 디자인이 프로토타입으로 구현되고 있다. 인터페이스 디자인의 가장 큰 목표는 사용자에게 만족감을 줄 수 있는 사용성의 향상이라 할 수 있다[3-4]. 사용성은 여러 속성을 복합적으로 고려해서 평가해야 한다. 그러나 빠르게 변화하는 개발환경 및 기술의 발전 속도를 감안했을 때, 아직 증강현실 인터페이스 디자인의 사용성에 대한 충분한 이해가 이루어지지 못하고 있는 실정이다[5]. 이상적인 사용성 적용 모델은 사용자가 이용할 때 흥미를 느끼고 편리하고 쉽게 원하는 목적을 이루도록 사용자 중심으로 제작하는 것이다. 또, 디자인하는 사람의 목적도 함께 실현되어야 사용성을 성공적으로 구현한 것이라 할 수 있다.

본 연구의 목적은 증강현실 환경의 인터페이스 디자인에서 쉽고 빠르게 사용성을 평가하기 위해 휴리스틱 평가방법을 활용하여 사용성 요소를 조사하고 변수들의 정규화된 선형결합식으로 분석하고자한다. 또한 분석된 결과는 변화하는 환경에 맞게 재정의함에 있다.

## II 휴리스틱 평가

### 2.1 휴리스틱스

휴리스틱스는 휴리스틱 가이드라인의 줄임말로 휴리스틱 평가에서 평가자들이 사용성 평가에 활용하기 위한 원칙을 지칭한다. 휴리스틱스는 평가의 대상에 맞춰 변화가 가능하며 Nielsen과 Molich에 의해서 1990년에 정리되었다[6].

### 2.2 휴리스틱 평가방법

휴리스틱 평가는 사용자 인터페이스에서 사용성에 대한 문제점들을 찾아내기 위한 사용성 평가의 장점을 빠른 시간내에 쉽게 사용성 문제점을 광범위하게 발견할 수 있다.

휴리스틱 평가방법은 상대적으로 적은 비용으로

빠르고 손쉽게 적용할 수 있는 평가하는 방법으로 알려져 있다. 평가자가 다섯 명일경우 전체 사용성 문제의 75%~80%를 발견하지만 5명 이상일 경우 발견되는 사용성 문제의 증가폭이 급격히 낮아지기 때문 다섯명 내외의 평가자가 권장되며, 그림2, 그림3[7] 같이 비용대비 이득이 가장 높기도 하다.

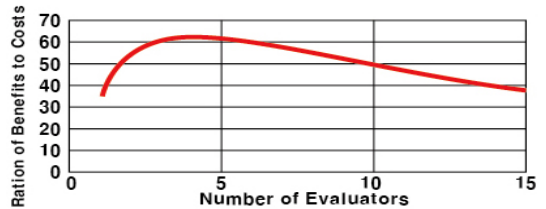


그림 1. 사용성에 대한 문제점 발견비율  
Fig. 1 Proportion of usability problems found

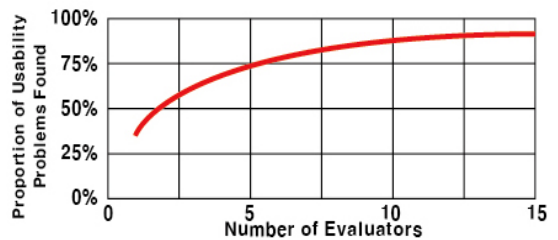


그림 2. 사용성 비용대비 이익비율  
Fig. 2 Ratio of benefits to costs

평가방법은 과제의 시나리오가 주어지거나 혹은 시스템의 자유로운 탐색이 이루어지면서 전문적인 평가자들이 사용성 평가 원칙을 기준으로 프로토타입 디자인의 정확도를 판단하게 된다. 그러나 기술 환경이 아직 성숙되지 않은 증강현실 환경의 경우 인터페이스의 사용성 형식이 정해져 있지 않다. 기존의 휴리스틱 사용성편의성 평가 방법들은 전통적인 GUI 환경에서 사용되는 소프트웨어 어플리케이션의 개발과정에 많이 적용되었으며 정확한 타겟이 없을 수 있는 증강현실 환경에 적용할 경우 증강현실의 특성에 대한 이해를 바탕으로 한 재해석이 요구된다고 할 수 있다.

### III. 기술 및 연구현황

#### 3.1 증강현실 기술현황

증강현실은 실세계와 가상세계를 이음새 없이 실시간으로 혼합하여 사용자에게 제공함으로써, 사용자에게 보다 향상된 몰입감과 현실감을 제공하는 기술이다[8]. 증강현실 기술은 넓은 의미를 가지고 있지만 특히 시각기반 증강 현실의 주요 기술로는 디스플레이 장치 기술, 추적 기술, 영상 정합 기술, 캘리브레이션 기술, 사용자 인터페이스와 상호작용기술, 시각화 기술등이 있다.

#### 3.2 사용성 평가요소 연구사례

사용성에대한 휴리스틱 평가 원칙을 정리했던 벨슨을 중심으로 사용성 연구사례를 수집하였다.

표 1. 사용성 평가요소 연구사례  
Table 1. Usability assessment elements

	Element
J. Nielsen And R. Mack [10]	1.Visibility of system status, 2.Match between system and real world, 3.User control and freedom, 4.Consistency and standards, 5.error prevention, 6.Recognition rather than recall, 7.Flexibility and efficiency of use, 8.Aesthetic and minimalist design, 9.Help users recognize, diagnose, and recover from error, 10.Help and documentation, 11.Skills, 12.Pleasurable and Respectful Interaction with the User, 13.Privacy, 14.subjective satisfaction, 15.Memorability, 16.Learnability, 17.Efficiency
J. ROBIN [11]	1. Core functionality should be understandable within an hour, 2.system should be speak the user's langage, 3.System should understand the user's langage, 4.Feedback should be provided for all actions, 5.Feedback should be timely and accurate, 6.UNIX concept should be minimized (ingeneral, minimize underlying system concept), 7.user sensibilities should be considered, 8.Functions should be logically grouped, 9.Interface should be logically ordered, 10.core functionality should be clear, 11.physical interaction either the system should be natural 12. system should be efficient to use, 13. reasonable defaults should be provided, 14.accelator should be provided, 15.users should not have to enter system - accessible information, 16.Everything the user needs should be accessible through the GUI (or, in general, through whatever interface style is chosen fir the interface), 17.the user interface should be customized, 18.system should follow real-world conventions, 19.system should follow platform interface conventions, 20.system should be effectively intergrated with the rest of the desktop, 21.Keyboard core function should be supported, 22.system should be designed

	to prevent error, 23.undo and redo should be supported, 24.Good visual design, there is no substitute for a good graphic artis
ISO 9241 -11[12]	1.Effectiveness 2.Efficiency 3.Satisfaction 4.Context of use
ISO/IEC 9126[13]	1.Learnability 2.Operability, 3.Understandability
S. Lee [14]	1.Durability 2.Safety 3.Size 4.Familiarity 5.Arrangement 6.Attractiveness 7.Complexity 8.Simplicity
J. Kim [15]	1.Effectiveness 2.Efficiency 3.Degree of satisfaction 4.Comprehensibility 5.Learning ability 6.Operating ability 7.Preference 8.Surmissibility 9.Ease of learning 10.Empirient performance 11.System potential 12.Reuse options 13.Is it easy to use? 14.Is it easy to learn and teach? 15.Is it easy to learn again? 16.Is it easy to learn or get rid of wrong habits? 17.Is it easy to avoid inconveniences? 18.Is it easy to support? 19.Is it easy to appreciate? 20.Is it easy to share in a group? 21.Is it easy to integrate with traditional methods?
J. Kim [16]	1.Reactivity, 2.Short-cutting, 3.Developmental sensibility, 4.Preventedness, 5.Error repair, 6.Predictability, 7.Familiarity, 8.Generalizability, 9.User liquidity, 10.Controllability, 11.Public property, 12.Multiple-handedness, 13.Personalization, 14.Re-time of change, 15.Comprehensibility

인터페이스와 관련된 사용성 연구는 기본적으로 기존 휴리스틱 방법론을 활용한 GUI를 기반으로 많이 이루어져 있었다.

### IV. 증강현실 사용성 평가요소 연구

#### 4.1 사용성의 요소 선별 및 통합

문헌조사로 추출된 사용성 속성들 중 증강현실 환경에서 적합한 항목을 선별과정을 진행하였다.

선별을 위해 HCI관련 전문가(석사, 박사) 11명이 참여하였으며, 설문문을 통하여 평가요소와 관련성이 있으면 2점, 관련성이 정확하지 않으면 1점, 관련성이 없으면 0점으로 평정하도록 하였다.



그림 3. 사용성 평가요소 선별  
Fig. 3 Selected usability assessment elements

4.2 사용성 평가요소 재정의

선별된 사용성 요소들을 체계화작업을 위해서 주 성분 분석 PCA( Principle Component Analysis)의 통계 기법이 수행되었다.

$$Z = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n-1} & x_{1n} \\ x_{21} & \ddots & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ x_n & \dots & \dots & x_{nn} & \dots \end{pmatrix}_{n \times p} \quad | \quad F = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n-p} & f_{1n} \\ f_{21} & \ddots & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ f_n & \dots & \dots & f_{nn} & \dots \end{pmatrix}_{n \times c} \quad (1)$$

$$A_c = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1n-1} & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \ddots & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ \lambda_n & \dots & \dots & \lambda_{nn} & \dots \end{pmatrix}_{n \times p} \quad | \quad \Delta = \begin{pmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n-1} & e_{1n} \\ e_{21} & \ddots & & \vdots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ e_n & \dots & \dots & e_{nn} & \dots \end{pmatrix}_{n \times c}$$

분석을 위해 식(1)과 같이 Z(표준화된 관측치), F(요인 독립 행렬),  $\Lambda$ (요인 부하량),  $\Delta$ (구체적 요인)의 4개 변수에 다음과 같이 제약조건을 주었다.

$\frac{1}{n-1}(f_{11}^2 + f_{n1}^2 + \dots + f_{n1}^2) = 1$ , 요인은 표준화된 자료로서 평균이 0이고, 분산이 1이다. 그리고 이를 바탕으로 제곱의 합은 n-1이 된다.

$f_{11}f_{11} + \dots + f_{n1}f_{n1} = 0$ , 각 요인은 모두 독립이다.  $f_{11}e_{11} + \dots + f_{n1}e_{n1} = 0$ , 각 요인과 독자 요인은 서로 독립이다. 그리고 독자 요인은 서로 독립이다. 이런 제약 조건하 상관계수와 공통성은 식(2)와 같다.

$$Correlation_{i,j} = \sum_{k=1}^c \lambda_{i1} \lambda_{j1} = r_{i,j} \quad (2)$$

$$Commonity = \sum_{i=1}^c \lambda_1^2 = R^2$$

분석 실행 결과 적재량(factor loading)이 0.4보다 큰 항목들만 선택되었다. 그러나 Feedback과 Interacton 경우 상호작용 요인으로 보는 것이 적절하다고 판단되어 첫번째 요인에 포함 시켰다. 또한, Leamability, Satisfaction, Uniformity, Consistency 요소의 경우 Experience 요인으로 보는 것이 적절하다고 판단되어 두번째 요인에 포함 시켰다. 그리고 Graspability은 물리적 요인이기 때문에 3번째 요인으로 포함시켰다. 또 Attractiveness 마지막으로 분류 되었으나 가장 0.4이상의 가장 적재량이 큰 4번째 요인으로 포함 시켰다.

표 2. 주요 성분 분석  
Table 2. principal component analysis

Variable	Component					
	1	2	3	4	5	6
Controllability	.916	.242	.074	.066	-.148	-.168
Direct_Manipulation	.902	.270	.115	.047	-.157	.057
Input_method	.744	-.019	-.094	.003	-.032	.189
Interaction	.718	.231	-.187	.204	-.143	.406
User_Control	.692	.420	-.072	.246	.295	.359
Efficienc	.614	.384	-.043	.100	.506	.208
Feedback	.073	.861	.125	.006	.239	.223
Ease	.254	.860	-.039	.257	.145	-.036
Ease	.360	.857	.092	.048	.193	-.104
Simplicity	.181	.850	-.066	.121	.067	-.242
Predictability	.138	-.010	.897	-.039	.267	.146
Consistency	-.337	.190	.785	.056	-.225	.143
Familiarity	-.141	-.286	.778	-.110	.336	-.086
Visibility	.009	.036	-.148	.837	-.091	.157
Size	.335	.101	.353	.819	-.206	.019
Attractiveness	.197	.236	-.122	.778	-.247	-.193
Arrangement	-.100	.105	.321	.752	.352	-.250
Subjective_satisfaction	-.105	.264	.088	-.114	.906	-.153
Effectiveness	-.105	.264	.088	-.114	.906	-.153
Tolerance_Principle	.212	-.041	.426	-.008	-.065	.743
Durability	.266	-.035	-.362	-.085	-.205	.713
Accuracy	.001	.221	-.060	.414	.369	-.573
Prevention	.258	.020	-.343	-.103	.138	-.037
Error_Indication	.092	.052	-.294	.221	-.140	-.153
Congruity	.199	.179	.683	.297	-.116	-.117

분류된 요인은 표2와 같으며 추출된 4개의 요인을 대상으로 신뢰성 분석을 각각 실행하였다.

표 3. 사용성 요인분류의 신뢰성 분석  
Table 3. reliability analysis of different factors

Cause	Element	Alpha of Cronbach
Interaction support	Controllability, Input method, Direct, Manipulation, User Control, Interaction, Efficienc	.882
Learning Support	Feedback, Ease, Learnability, Simplicity	.931
Experience Support	Predictability, Consistency, Congruity	.757
Cognitive support	Visibility, Size, Attractiveness, Arrangement, Accuracy	.827
Emotional support	Effectiveness, Subjective satisfaction, Familiarity,	.616

Interaction support는 사용자와 인터페이스간의 상호작용 과정에 제공되어야 하는 원칙들이고, Experience Support는 사용자가 상호작용 후 체감하

는 원칙이다. Learning Support는 사용자의 사용 과정에서 이해와 관련된 원칙이다. Emotional support는 사용자의 감정과 관련된 원칙이고, Cognitive support는 사용자가 증강현실 UI를 인식하고 인지하는 모형에서 제공되어야 할 원칙들을 나타낸다. 추출된 5개의 요인을 대상으로 신뢰성 분석을 각각 실시하였으며 그 결과 0.882, 0.931 0.757, 0.827, 0.616의 Alpha of Cronbach를 보여줬으며, 모두 0.6이상의 신뢰성 있는 변수들로 구성된 요인이라고 확인되었다.

## V. 결론

본 연구는 증강현실 실물형 인터페이스 디자인에서 쉽고 빠르게 사용성을 평가하기 위해 사용성 요소를 수집하였다. 기존 연구를 토대로 증강현실 환경에서 사용자 중심으로 적합한 항목을 추출하고 의미가 중복되는 항목은 통합시키거나 삭제하는 과정을 거쳐서, 최종적으로 25개의 사용성이 선별되었다. 최종적으로 선별된 사용성 요소를 증강현실의 실물형 인터페이스에서 사용하기 위해서는 요소에 대한 재정의가 필요했다. 본래의 가지고 있는 요소의 개념에 증강현실환경에 적합하도록 요소의 개념을 구체화 시켰다. 주성분 분석을 통한 사용성 요소를 체계화 하였으며 상호작용 지원, 학습지원, 경험지원, 인지지원, 정서적지원 요인으로 분류하여 신뢰도 분석을 한 결과 모두 0.6이상의 신뢰성 있는 변수들로 구성된 요인이라고 확인되었다.

증강현실에서 UI를 위해서 개발된 사용성의 세부 원칙들은 기존 GUI에 사용된 사용성 원칙들과 비교할 때 Interaction support, Learning Support, Experience Support, Cognitive support, Emotional support 그룹에서 많은 차이를 보인다. Interaction support의 요인들은 기존 GUI에 활용되던 요인이지만 증강현실의 Input method 특성이 반영되었다. Input method 특성의 경우 증강현실의 다양한 입력 환경에서의 UI역할에 대한 요인으로 기존에 GUI 환경에서는 깊이 다루어 지지 않았으나 본 연구를 통해 유효한 요인으로 확인되었다. 또 Learning Support 요인에서는 Simplicity 세부요소의 경우, 변

화된 입력에 따른 혼란을 방지하기 위한 양식의 활용으로 Learning Support 요인에 반영된다. Cognitive support 요인의 경우 세부 요인들은 증강현실 환경의 목표는 자연스러운 상호작용이 필요하다는 방향에 초점을 맞췄다. 기존의 휴리스틱은 빠르고 쉬운 시스템의 사용을 평가하였다고 본다면, 증강현실 환경에서는 감성적인 개념이 기존보다 강조된다.

연구에 진행된 사용성 평가방안은 앞으로 다가올 AR시대를 고려했을 때 기존 웹과 PC 환경에 초점을 맞추어진 GUI 대상으로 한 평가 지표를 증강현실 환경에 맞게 재분류 체계화 하였다는 점에서 의미가 있다고 생각된다. 완성된 사용성 분류체계는 체크리스트 평가항목으로 개발되어 증강현실 사용성 평가에 활용될 수 있으며 또한 증강현실 환경에서의 UI 디자인 프로세스 연구에 활용할 수 있다. 하지만 현재까지 증강현실 관련 연구는 대부분 기술과 관련된 연구며 심화된 연구는 매우 미약한 실정이다. 따라서 향후 증강현실 환경이 더 발전되면, 보다 실제 사용 상황을 고려한 구체적인 평가 방안이 개발이 요구되어지며, 전문가와 일반 사용자를 대상으로 한 다양한 평가가 필요할 것이라고 보여진다.

## References

- [1] Y. Lee, "Development of Outdoor Augmented Reality Based 3D Visualization Application for Realistic Experience of Structures," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 2, 2015, pp. 305-310.
- [2] S. Jang, "The Significance of Semiology for Visual Web Interface," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 4, 2018, pp. 795-802.
- [3] S. Bak, H. Lee, J. Kim, and J. Lee "Design and Implementation of Tangible Interface Using Smart Puck System," *J. of the Korean Society of Computer and Information*, vol. 20, no. 9, 2015, pp. 47-53.
- [4] S. Jang, "Responsive Web of Prototype based on Implementation Structure " *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 3, 2018, pp. 609-616.

- [5] W. H. Shi and X. Y. yang, "Usability of Public Terminal Interface," *PACKAGING ENGINEERING*, vol. 37, no. 6, June 2016, pp. 62.
- [6] Young, indi, Jeff and Veen, *Mental models : aligning design strategy with human behavior*, New York: Rosenfeld Media, 2008. p. 299.
- [7] K. Thomas, J. Nielsen and Landauer, "A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems," In *Proc. ACM/IFIP INTERCHI 93 Conf.*, Amsterdam, 1993, pp. 206-213.
- [8] R. Azuma, "Recent Advance in Augmented Reality," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 21, no. 6, 2001, pp. 34-47.
- [9] J. Nielsen and R. L. Mack, *Usability Inspection Methods*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- [10] J. Robin , "usability Engineering: Improving customer Satisfaction While Lowering Development Costs," *Sunsoft report.*, 1993.
- [11] ISO/IEC 9241-11, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part11 Guidance on usability*. ISO/IEC, Piscataway, N.J., 1998.
- [12] ISO/IEC 9126-1, *Software engineering - Product quality -Part 1 Quality model*. ISO/IEC, Piscataway, N.J., 2001.
- [13] S. Lee, "A Study on Satisfaction of User Interface Design for Social Network Game Usability Improvement-Focused on the Game between Kakao talk in korea and wechat in china," Master's Thesis, *Graduate School of Hanyang University*, 2017.
- [14] H. Jim, "(A) study on the free rail pass application GUI design through UI utility evaluation : focused on domestic youth pass Railro," Master's Thesis, *Communication design School of Sungkyunkwan University*, 2015.
- [15] J. KIM, *Introduction to HCI*. Seoul: Anti graphics. 2005.

저자 소개



**김운(Un Kim)**

2010년 광주대학교 경상대학  
디지털경영학과 졸업 (학사)  
2013년 광주대학교 대학원  
산업디자인학과 졸업 (석사)

2015년 중국 우한이공대학 대학원 디지털디자인  
(박사)

2015년 ~ 중국 우한공정대학교 산업디자인학과  
교수

※ 관심분야 : User Experience,  
Interaction Design Pattern



**이철승(Cheol-Seung Lee)**

2001년 광주대학교 공과대학  
컴퓨터학과 졸업 (공학사)  
2003년 조선대학교 대학원  
컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)

2008년 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업  
(공학박사)

2012년 ~ 광주여자대학교 교양교직과정부 교수  
※ 관심분야 : MANET Security, Android Security  
Wireless Network Security