

## 색채 환경 기반의 인체 반응 정보 측정 시스템<sup>☆</sup>

### A Measurement System for Color Environment-based Human Body Reaction

김 지 연<sup>1</sup>                      정 창 원<sup>2</sup>                      주 수 중<sup>1</sup>  
Ji-Eon Kim                      Chang-Won Jeong                      Su-Chong Joo

#### 요 약

색채 환경에 따라 인지반응의 상관관계를 분석한 결과가 다양한 산업분야에 적용되고 있다. 특히, 의학 분야에서 색채 환경기반 생체신호를 수집하여 환자 상태의 파악과 치료 그리고 뇌활동의 규명에 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 기존 연구들은 색채조명 또는 LED를 이용한 색채 환경을 구축하여 다양한 실험을 진행하고 있으나 다른 광원에 노출 되어 심리적인 영향을 주는 문제점을 갖고 있다.

따라서, 본 논문에서 제안하는 시스템은 HMD(Head-Mounted-Display)를 이용하여 피험자에게 완벽한 색채 환경조건을 제공하고자 한다. 그리고 인체반응정도 측정을 위해 기억력-주의력 테스트하는 동안 BMS(Bio-Medical-System)으로 생체정보를 수집하여 색채별 인체반응정도 측정뿐만 아니라 심리적인 변화에 대한 상관관계를 확인할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안한 시스템을 통하여 수집하는 생체정보는 심전도(ECG), 호흡(Respiration), 산소포화도(SpO2), 임피던스(Bio-Impedance), 혈압(Blood-Pressure) 이며 데이터베이스에 저장한다. 이와함께, 인체의 인지반응을 측정하기위해 기억력-주의력 테스트는 앱으로 구현하여 색채 조건별 인지반응 정보를 측정하고 결과를 확인 할 수 있다.

제안한 시스템을 통하여 수집된 인체반응정보를 활용하여 생리학적 정보의 정량화하는 연구를 진행할 수 있으며, 색채 환경과 생리학적 정보의 상관관계를 분석하여 의학적 진단 및 치료에 응용이 될 것으로 기대한다. 향후 연구로 구축한 시스템을 통해 수집된 데이터를 분석 및 시각화 기능을 추가하고, 치매 질환의 예측 및 치료를 위한 시스템으로 확장하여 재활프로그램으로서의 유효성을 평가하고자 한다.

☞ 주제어 : 의료시스템, 생체정보, 헬스케어, 색채 환경, 웨어러블 디바이스, 스마트디바이스

#### ABSTRACT

The result of analyzing the cognitive reaction due to the color environment has been applied to various filed especially in medical field. Moreover, the study about the identification of patient's condition and examination the brain activity by collecting the bio-signal based on the color environment is being actively conducted. Even though, there were a variety of experiments by convention the color environment using a light or LED color, it still has a problem that affects the psychological information.

Therefore, our proposed system using a HMD (Head Mounting display) to provide a completed color environment condition. This system uses the BMS(Biomedical System) to collect the biometric information which responds to the specific color condition and the human body response information can be measured by the development the Memory and Attention test on Mobile phone. The collection of Biometric information includes electro cardiogram(ECG), respiration, oxygen saturation (SpO2), Bio-impedance, blood pressure will store in the database. In addition, we can verify the result of the human body reaction in the color environment by Memory and Attention application.

By utilizing the reaction of the human body information that is collected thought the proposed system, we can analyze the correlation between the physiological information and the color environment. And we also expect that this system can apply to the medical diagnosis and treatment. For future work, we will expand the system for prediction and treatment of Alzheimer disease by analyzing the visualization data through the proposed system. We will also do evaluation on the effectiveness of the system for using in the rehabilitation program.

☞ keyword : Medical System, Bio-Signal, Health-Care, Color Environment, Wearable Device, Smart Device

## 1. 서 론

색채 조건에 따라 인지적 반응의 결과가 다양한 산업 분야에서 응용되고 있으며, 특히, 의학 분야에서 색채에 의한 무침습 치료에 적용하고 있다[1]. 최근 연구로는 색

<sup>1</sup> Department of Computer Engineering, Wonkwang University, Jeolabuk-do, 579-749, Korea

<sup>2</sup> Wonkwang University (Imageing Science Based Lung and Bone Desase Research Center), Jeollabuk-do, 579-749, Korea

[Received 18 February 2016, Reviewed 24 February 2016, Accepted 24 March 2016]

☆ 이 논문은 2015년도 정보(교육과학기술부)의 재원으로 한국

연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(NRF-2013R 1A1A2063698)

☆ 본 논문은 2015년도 인터넷정보학회 춘계학술발표대회 최우수 논문 추천에 따라 확장 및 수정된 논문임.

채 환경을 기반으로 인체반응에 대한 정보와 생체신호의 상관관계를 분석하는 연구가 활발히 진행되고 있다[2,3]. 이러한 연구의 결과로 노인의 치매 진단 및 재활 훈련 등에 효과적임을 규명하는 연구가 증가하고 있다[4,5].

기존 연구에서는 다양한 색채 환경과 생체신호 수집을 위한 연구들을 통해 분석하여 상관관계를 정의하여 실생활에 적용하고자 하고 있다. 그러나 색채 환경의 대부분이 조명을 이용하고 있으며, 색채 조건을 달리하여 생체신호를 수집하는 연구가 대부분이다.

본 연구는 색채 환경에서 인간의 인지적 반응을 측정하기 위한 기존의 기억력과 주의력 테스트에 대한 피험자의 심리적인 변화에 따라 달라지는 문제점을 최소화하고 완벽한 색채 환경 하에서 실험하기 위한 환경을 구축하는데 중점을 두었다.

이를 위해 HMD(Head Mounted Display)기반의 웨어러블 디바이스를 이용하여 앞서 언급한 문제점을 해결하고, Bio-Medical-System(BMS)을 이용하여 생체신호를 측정할 수 있는 시스템 환경을 구축하였다. 그리고 이러한 환경에서 인지능력평가에 따르는 생체정보로 심전도(ECG), 호흡(Respiration), 임피던스(Bio-Impedance) 그리고 산소 포화도(Puls-Oxymeter), 혈압(Blood-Pressure)을 수집하여 색채별 생체신호의 상관관계를 분석할 수 있는 모니터링 시스템을 개발하였다.

특히, HMD형태의 웨어러블 디바이스를 이용하여 기존 색채조명 환경의 시각적인 문제점을 해결하여 피시험자에게 완벽한 몰입환경을 제공하는 환경에서 생체신호를 측정하는 시스템을 제안하였다. 인지능력평가는 색채 환경을 기반으로 한 기억력-주의력 테스트를 앱으로 구현하여 정확도(accuracy) 위주의 결과를 저장하였다. 색채별 인지능력평가에 따른 결과 그리고 평가 중의 생체신호는 데이터베이스에 저장하여 치매 또는 재활 치료 등에 적용하기 위한 기초데이터로 제공하고자 한다.

끝으로 제안한 시스템을 기반으로 실제 피험자(n=10)를 대상으로 실험하였으며, 색채별 환경에 따른 인체반응 결과를 모니터링 응용 결과를 통해 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련된 구로 색채기반의 생체신호와의 상관관계를 규명하는 대표적인 연구들에 대해서 기술한다. 제 3장에서는 제안한 시스템 환경의 물리적/논리적 구성에 대해서 설명한다. 제 4장에서는 피험자의 측정된 데이터의 저장과 검색 그리고 결과를 확인할 수 있는 모니터링 응용 서비스 결과를 보인다. 제 5장에서는 결론 및 향후 연구 내용으로 끝맺는다.

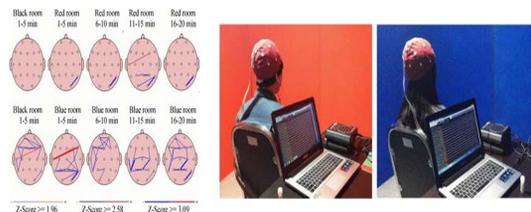
## 2. 관련연구

최근 색채 조건에 따른 물리적 자극을 이용한 색채 환경과 생체신호에 대한 상관관계를 분석하는 연구가 활발하게 진행 되었다[6,7]. 기존 색채 환경을 이용하는 대표적인 연구 환경은 그림 1과 같이 6가지의 색채 조명을 이용하여 피험자의 SpO2(산소포화도), ECG(심전도), EEG(뇌파)를 측정하여 생리적-심리적 변화의 결과를 얻었다[8].

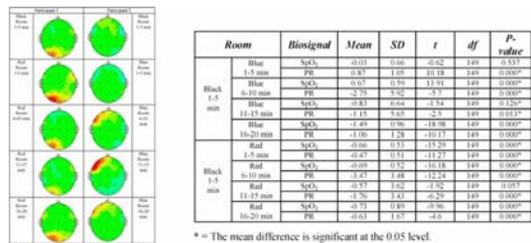


(그림 1) 색채 환경 실험  
(Figure 1) Color environment experiment

또한, 색채 환경에서 뇌 활동의 변화에 대한 연구는 그림 2와 같은 환경에서 피험자를 Red와 Blue에 노출시켜 시간에 따른 뇌 활동의 변화를 측정하였다. 시간에 따른 결과를 그림 3과 같이 나타내었다. 이결과 피험자가 색채 환경에 노출된 시간에 따라 뇌 활동의 변화를 알 수 있으며, 피험자는 색채 조건에 따라 뇌파의 변화를 확인할 수 있었다[9].



(그림 2) 색채 환경 뇌파측정  
(Figure 2) EEG measurements Color environment



(그림 3) 뇌파 측정 결과  
(Figure 3) EEG Results

이러한 대표적인 연구들은 LED를 기반으로 색채 조명을 이용하여 다양한 컬러에 따라 환자의 생리학정 정보를 측정하는 시스템으로 구성하였다[10].

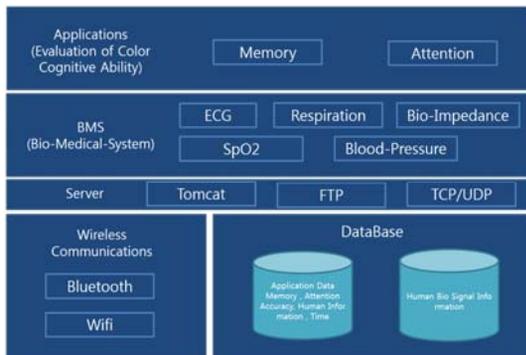
그러나 이러한 연구의 시스템 구성에서는 환자들의 시각에 다른 광원의 색채도 함께 노출되기 때문에 완벽한 색채 조명 환경을 구성하기에는 부족하다.

따라서, 본 논문은 HMD형태의 웨어러블 디바이스를 이용하여 기존 연구의 색채 조명환경의 시각적인 문제점을 해결하는 시스템을 제안하였다. 또한, 기존 연구들은 색채 조명환경에서 다양한 생체정보를 측정하는데 중점을 두었지만, 우리의 연구는 색채환경에서 기억력-주의력 인지능력평가에 따르는 생체정보를 측정하는 시스템을 구축하고자 한다.

### 3. 시스템 구성

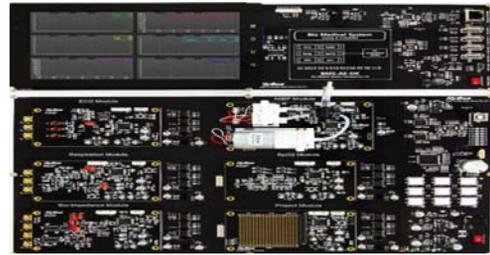
#### 3.1 인체반응 정보 측정 시스템

생체신호를 측정하기 위한 시스템은 그림 4와 같이 BMS를 중심으로 상위애플리케이션 계층은 인체반응 측정 프로그램인 기억력-주의력 인지능력 평가를 위한 애플리케이션으로 구성되어 있으며 BMS를 통해 생체정보를 수집한다. 무선 통신 모듈은 블루투스 또는 와이파이를 이용하여 데이터를 전송 할 수 있으며, 수집된 정보는 데이터베이스에 저장된다.



(그림 4) 시스템 구성도  
(Figure 4) System Configuration

생체정보 수집을 위한 BMS 측정 장비는 그림 5와 같이 5가지의 생체정보를 실시간으로 측정한다.



(그림 5) BMS(Bio-Medical-System)  
(Figure 5) Bio-Medical-System

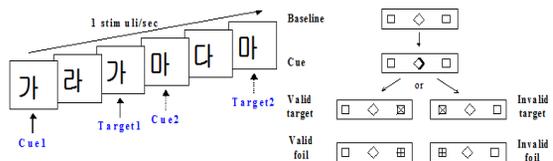
BMS를 통해 측정된 생체신호는 그림 6과 같이 실시간으로 GUI(Graphic-User-Interface)화면으로 출력한다. 수집한 생체신호는 텍스트 및 그래프로 표현하며, 측정된 데이터는 CVS(Comma-Separated-Value)파일로 데이터베이스에 저장한다.



(그림 6) BMS(Bio-Medical-System) GUI 화면  
(Figure 6) BMS GUI(Graphic User Interface Screen)

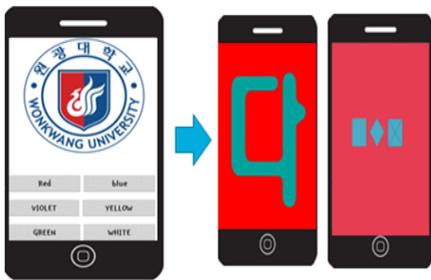
#### 3.1 색채 기반 인체 반응 측정 방법

본 연구에서는 스마트 디바이스 기반의 색채별 인지능력 평가는 주의력 테스트(endogenous visuospatial attention task, EVAT)와 모양과 글자에 대한 기억력 검사(one back working memory task, OWMT)를 개발하였다. 그림 7은 기억력-주의력 평가에 대한 예를 보이고 있다.



(그림 7) 기억력-주의력 인지능력 평가  
(Figure 7) Memory-Attention Cognitive Assessment

인체반응 측정 방법은 그림 7과 같이 구현하였으며 기억력 평가는 처음 단어가 나온 후 랜덤 형식으로 단어가 나오게 된다. 이에 피험자는 3가지의 단어를 기억하여 처음과 세 번째 나온 단어를 기억하여 클릭을 하는 인지능력 평가 방법이다. 주의력 평가는 중앙에 마름모꼴의 도형이 위치하며 중앙의 마름모를 중심으로 좌측 및 양 우측 간 방향을 표시하는 화살표가 나타나며 큐가 주어질 후 200~400msec 후 양 측에서 타겟이 나타나며 이때 터치하는 인지능력 평가 방법이다. 이러한 색채 기반 인지능력 평가 앱과 생체신호를 매핑 하여 10명의 피험자를 대상으로 인체반응 정보를 측정하였다.



(그림 8) 기억력-주의력 인지능력 평가 앱  
(Figure 8) Memory-Attention Cognitive Assessment Application

그림 8은 인지능력평가 애플리케이션으로 6가지 색채 환경 중 Red의 예를 보이고 있다. 디바이스 화면에 나타난 글자 또는 모형의 경우 색채 환경과 보색으로 하였다. 인지능력 평가방법을 실험한 피험자는 피험자의 정보와 인지능력 평가 결과는 데이터베이스에 저장하였다. 저장되는 데이터는 피험자 정보 및 실험시간, 정확도, 실험환경이다. 데이터베이스는 그림 9와 같이 피험자의 정보와 인지능력 평가 결과를 저장하였다.

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
name	varchar(128)	NO		NULL	
Phone	varchar(128)	NO		NULL	
Sex	char(128)	NO		NULL	
Test	varchar(128)	NO		NULL	
Time	int(128)	NO		NULL	
Accuracy	int(128)	NO		NULL	

Memory Test	
실험자 :	김지연
실험시간 :	9:48
정확도 :	48%
컬러환경 :	RED
확인	

(그림 9) 기억력-주의력 인지능력 평가 정보  
(Figure 9) Memory-Attention Cognitive Assessment Information

### 3.3.시스템구성

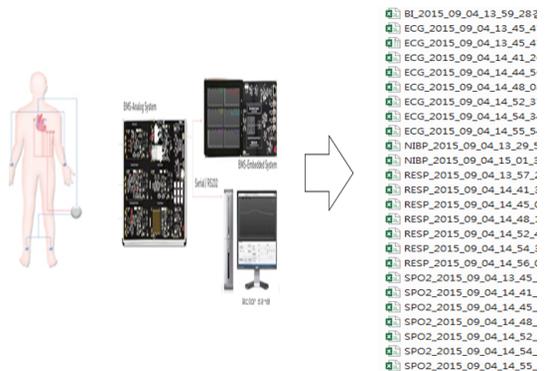
기존 연구의 문제점을 해결하며 피험자에게 완벽한 색채 환경의 몰입감을 주기 위한 HMD 웨어러블 디바이스와 BMS로부터 얻어진 생체정보를 매핑하여 색채 환경의 인지 능력 평가와 인체 반응 정보 수집은 그림 10과 같은 환경에서 얻는다.



(그림 10) 실험환경  
(Figure 10) Experiment environment

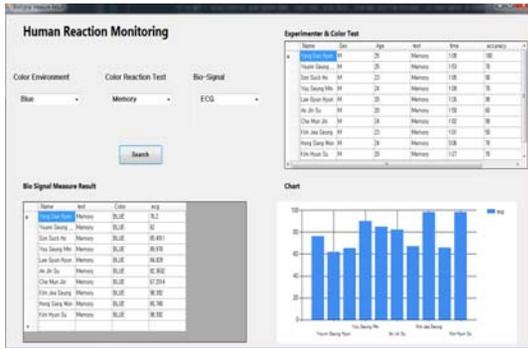
### 4.1 인체반응 정보 저장

BMS를 통하여 생체정보를 수집하면 그림 11과 같이 CVS파일로 데이터가 저장 된다.



(그림 11) 생체정보 데이터  
(Figure 11) Biometric data

데이터베이스에 저장한 생체정보는 검색 또는 그래프 로 색채별 비교가 가능한 프로그램의 수행 결과는 그림 12와 같다. Window Form을 이용한 프로그램으로 구성되어 있으며 데이터베이스에 접근하면 수집한 5개의 생체 정보 데이터를 조회하거나 색채 별 생체정보를 그래프를 통해 비교평가하기가 가능하다.



(그림 12) 생체정보 데이터베이스 검색 결과  
(Figure 12) Search result of biological information database

## 5. 결론 및 향후 연구과제

색채 환경은 시각적인 자극으로 생리적 또는 심리적인 영향을 가장 많이 끼친다. 과거부터 색채 환경에 대한 인간의 감성 및 생리적 변화의 상관관계를 분석하는 연구가 진행되어 왔다. 또한 이러한 연구결과 생활조명과 피부치료에 관련된 제품들이 출시되고 있다. 특히 의료 분야에서 색채를 기반으로 피부질환에 따른 유효 파장본 포에 관련된 광치료 의료기기가 출시되고 있다.

기존 연구에서 활용되고 있는 색채 환경을 구축하는데 대부분이 LED 색채조명을 이용하여 구성하고 있다. 색채조건에 따라 환자의 생리학적 정보를 측정하는 다양한 시스템을 개발하고 이를 기반으로 연구를 진행하고 있다. 하지만 이러한 색채 환경을 이용한 시스템은 시각적으로 완벽한 색채 환경을 구성하기에는 어려움이 있으며, 다른 색채 광원에 노출에 취약함으로 인하여 생리적·심리적 변화를 연구하는 환경으로는 부족하다.

따라서, 본 연구에서 제안하는 인체 반응 시스템은 HMD형태의 웨어러블 디바이스를 활용하여 시각적인 문제점을 해결하여 완벽한 색채 환경을 제공한다. 또한 기존연구와는 달리 인체반응 측정에 활용되는 기억력·주의

력 테스트를 진행하는 동안 BMS로부터 생체신호를 수집하는 시스템을 구축하였다. 본 논문에서 제시한 시스템으로부터 수집된 생체정보를 활용하여 새로운 생리학적 마커 개발 연구에 기반이 될 것이며, 생리학적 정보를 정량화 하는 연구를 진행하고자 한다. 이를 기반으로 의학적 진단 및 치료 그리고 재활환자에게 도움이 관한될 것으로 기대한다.

향후 연구로 색채별 수집된 생체신호 빅데이터의 상세 규명을 위한 분석 기능을 추가할 예정이다. 또한 특정 고령환자의 질환에 중점을 둔 재활 프로그램 개발과 함께 시스템의 유효성을 평가하고자 한다.

## 참 고 문 헌 (Reference)

- [1] N. Abbas, D. Kumar, N. Mclachlan, "The Psychological and Physiological Effects of Light and Color on Space Users", IEEE Engineering in Medicine and Biology, 27th Annual Conference Shanghai, China, 2005, pp.1228-1231, <http://dx.doi.org/10.1109/iembs.2005.161> 6646
- [2] Kevin Smet, Wouter R. Ryckaert, Michael R. Pointer, Geert Deconinck, Peter Hanselaer, "Correlation between color quality metric predictions and visual appreciation of light sources", Optics Express, Vol. 19 issue 9, Apr 2011, pp.8151-8166, <http://dx.doi.org/10.1364/oe.19.008151>
- [3] Young min Sung, "Characterics of Color Research form the Viewpoint of Environmental Psychology", Journal of Korea Society of Color Studies, Vol. 27 issue 1, Feb 2013, pp.89-98, <http://dx.doi.org/10.17289/jkscs.27.1.201302.89>
- [4] Lee Eu Gene, Jang Young Joo, "A Study on Medical Information Service Design Model Using Colors" Journal of Digital Design", Journal of Digital Design, Volume 15 issue 1, Jan 2015, pp.799-806, <http://dx.doi.org/10.17280/jdd.2015.15.1.076>
- [5] Su-Jeong Yun, Chi-Ho Lin, "Design and Implementation of Optimal LED Emotional-Lighting Control System", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 40 issue 8, 31, Aug 2015, pp.1637-1642, <http://dx.doi.org/10.7840/kics.2015.40.8.1637>

- [6] Daniela Litscher, Lu Wang, Ingrid Gaischek, and Gerhard Litscher, "The Influence of New Colored Light Stimulation Methods on Heart Rate Variability, Temperature, and Well-Being: Results of a Pilot Study in Humans", *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Vol. 2013, 2013, pp.1-7, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/674183>
- [7] Mones Bekdash, Vijanth S. Asirvadam, Nidal Kamel, "Evoked Potentials Response to Different Colors and Intensities, BioSignal Analysis, Processing and Systems", *International Conference on BioSignal Analysis, Processing and Systems (ICBAPS)*, 2015, <http://dx.doi.org/10.1109/icbaps.2015.7292227>
- [8] Watchara Sroykham, J. Wongsathikun, Y. Wongsawat, "The effects of perceiving color in living environment on QEEG, Oxygen saturation, pulse rate, and emotion regulation in humans", *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 37th Annual International Conference of the IEEE (EMBC)*, 2014, pp.6226-6229, <http://dx.doi.org/10.1109/embc.2014.6945051>
- [9] Watchara Sroykham, Tassanee Promraksa, Jatuporn Wongsathikun, Yodchanan Wongsawat, "The Red and Blue Rooms affect to Brain Activity, Cardiovascular Activity, Emotion and Saliva Hormone in Women", *Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, 2014 <http://dx.doi.org/10.1109/bmeicon.2014.7017432>
- [10] Watchara Sroykham, Tassanee Promraksa, Jatuporn Wongsathikun, Yodchanan Wongsawat, "The red and blue rooms affect to brain activity, cardiovascular activity, emotion and saliva hormone in women", *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Vol. 2013, 2013, pp.1-7, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/674183>

◎ 저 자 소개 ◎



**김 지 언 (Ji-Eon Kim)**

2015년 2월: 원광대학교 반도체 디스플레이 학과(학사)

2015 ~ 현재: 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)

관심분야 : Distributed Computing, Computer Network, Software Architecture, security service, u-healthcare, Medical Information System

E-mail : lsglllll@wku.ac.kr



**정 창 원 (Chang-Won Jeong)**

993년 2월: 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

1998년 8월: 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)

2003년 2월: 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업 (박사)

2004년~2006년 전북대학교 학술연구교수

2006년~2013년 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 Post.Doc

2013년~현재 원광대학교 리서치펠로우 연구교수

관심분야 : Distributed Computing, ubiquitous Computing, Multimedia Service, LBS, u-healthcare, Medical Information System

E-mail : mediblue@wku.ac.kr



**주 수 중 (Su-Chong Joo)**

1986년 원광대학교 전자계산공학과 공학사

1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과 대학원 공학석사

1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과 대학원 공학박사

1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst Post-Doc

2003년 미국 University of California at Irvine, 방문교수

2007년~2009년 원광대학교 정보전산원장

2009년 미국 University of California at Irvine, 방문교수

1990년 ~ 현재 원광대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수

2015년 ~ 현재 원광대학교 공과대학 학장

관심분야 : Distributed Middleware Computing, Distributed Object Modelling, Multimedia Database System, Ubiquitous Computing(u-Home and Healthcare services)

E-mail : scjoo@wku.ac.kr