

# 뇌파 정보를 활용한 스마트 셸터 운용에 관한 연구

지승열·고경호  
한양대학교·홍익대학교

- I. 들어가며
- II. 뇌파 운용의 사례
- III. 뇌파 변수의 정제작업
- IV. 뇌파 정보를 파라메트릭 시스템에 적용
- V. 나가며

기업의 네트워크가 별들을 뒤덮고  
전자들과 빛이 우주를 누비지만  
국가와 민족은 아직 정보화의 진보에 의해  
완전히 소멸되지 않는 가까운 미래.

시로 마사무네, 『공각 기동대 攻殻機動隊  
(Ghost in the Shell)』(1969)

## I. 들어가며

1969년 9월 2일 UCLA캘리포니아 대학의 레너드 클라인록 교수와 스탠포드대 학교의 앵겔바트 교수 사이에서 세계최초의 원거리 간의 데이터 통신이 이루어지며 'Login'이라는 다섯 글자를 전송하게 된 계기가 인터넷의 발단이 되었고 그 후 인터넷 보급이 빠르게 확산되면서 현재 전 세계 인구의 절반 가량이 인터넷으로 상호 연결되어 있다.<sup>1</sup> 인터넷을 통해 사람들은 자기가 원하는 정보

\* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015S1A5B6037105).

\* 이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-

를 쉽게 찾을 수 있게 되었다. 더 나아가 인터넷에 연결된 사람 수보다 더 많은 사람 주변의 사물들이 스스로 인터넷을 통해 정보를 주고받고 최근 10년간 스마트 폰과 같은 센서를 집약적으로 내장된 센서 장치들을 한 손에 들고 다니며 인터넷은 사람만이 이용하는 도구가 아닌 모든 사물들이 연결되어 사용하는 시대가 되었으며 이를 스마트 환경이라고 부르기 시작했다.

스마트 환경에서 활용되는 스마트 장비는 주변 환경의 변화에 인식하고 판단하여 상호 연결된 스마트 기기 간의 정보를 통합 운용하는 것을 뜻한다. 스마트 홈과 같이 모든 공간에서 스마트 장비가 생활화되며, 각종 위치의 센서 정보를 취합하여 각종 업무 프로세스에 적합한 알고리즘 구현이 요구된다. 이러한 추세에 대응하기 위해 기존의 건축 업무 절차에 각종 스마트 기기와 컴퓨터 간의 소통의 수단인 하나의 언어(Language)를 코딩(Coding)이라 한다. 혹자들은 코딩을 21세기 라틴어라고 말하는 데 그 이유가 있다.

코딩은 일반적으로 사람의 행동패턴을 분석하고 스마트한 환경을 구성하기 위한 컴퓨터나 각종 센서에 대화를 시도하는 하나의 언어, 도구, 수단이다. 즉, 컴퓨터가 알아들을 수 있는 형태의 문법으로 언어를 작성하는 과정이 코딩이다. 그리고 코딩을 위해 주요 스토리텔링(Storytelling) 작업은 알고리즘이 담당하는데 어떤 일을 수행 시에 우선순위를 둔다든지 혹은 어떠한 일을 동시에 진행했을 때 무엇을 먼저 할 것인지에 대한 조건을 통해 스토리(Story)를 작성하는 것이다.

건축 환경의 업무 환경을 고려한 스마트 환경 친화적인 디바이스들이 보급되고, 건축 관련 전문가들이 다양한 스마트 장비를 이용하게 되면 어떤 변화가 있을까? 기본적으로 전문 건축 분야의 업무 환경에서는 건축 공정 상황에 대해서 건축 설계자들이 도면 정보와 공정 진행 정보 등을 포함한 기초적인 건축 정보를 측정하기 위해 사용하는 시간이 많이 단축될 것이다. 실제로 실제 사무 환경의 건축설계에서 현장 건축시공 환경의 업무 간 정보 간극이 정보 간극이 존재하며, 시공하기 위해 사용되는 시간과 정보의 신뢰도를 판단하는 작업이

---

2016R1D1A1B03931810).

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard\\_Kleinrock](https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard_Kleinrock) (2017년 5월 1일 접속).

많이 소요된다.<sup>2</sup> 스마트 장비 중심의 건축 산업 전반에 걸쳐 각 전문 영역을 혁신시키는 데 매우 중요한 역할을 할 가능성이 높다. 일례로 가장 주요하게 생각되는 것은 스마트 환경은 기존의 건축 산업 환경에서 업무 간의 협업 관계에 대한 인터페이스를 변화시킬 가능성이 있다는 점이다. 과거에는 설계자들이 기획하고 클라이언트나 기타 건축 전문가들이 수동적으로 따르는 것이 일반적인 프로세스이지만, 설계자 자신 및 건축 현장 상태를 모니터링할 수 있는 스마트 기반 업무환경을 고려한 기기들이 보급된다면 과거보다 자신이 직접 효율적으로 의사결정을 내리는 일이 많아질 것이다. 자연스럽게 협업사의 관계도 일방적이기보다는 보다 쌍방향적이고 논의를 통해 합의를 이끌어 내는 형태로 진화하게 될 것이다.<sup>3</sup>

건축 현장의 모습은 어떻게 달라질까? 일단 건축 설계 행위를 쉽고 효율적으로 실수를 덜하게 만들어 주는 스마트 장비들은 주목할 만하다. 현재까지는 구글 글래스와 같이 건설 현장의 상황을 사무환경에서 리뷰하거나, 외부에서 컨설팅을 하는 등의 소통을 위한 장비들이 주로 개발되고 상용화되기 위해 연구되고 있지만, 향후에는 직접적인 각 정보의 직관성을 높여주는 기기들도 많이 개발될 것이다. 아직 제품화가 된 것은 아니지만, 마이크로 소프트 리서치에서 공개한 홀로렌즈(HoloLens)라는 HMD(Head Mounted Display) 기반의 인터페이스 도구가 눈에 띈다. 홀로그램은 실시간으로 3차원 영상을 씨스루(See-through) 통해 실제영상에 실시간으로 3차원 영상을 스캔을 하고 중요한 부재나 공간 정보 등을 시공하는 중간에 즉시 설계자와 시공자 간에 즉시 피드백을 통해 확인할 수 있도록 하는 도구로 이런 장비가 상용화될 경우 시공 과정에서 실수가 크게 줄어들 수 있을 것이다. 개인 집에서는 어떨까? 아무래도 가정용 스마트 홈 기기가 단기적으로는 가장 이슈가 될 것이다. 최근 인기를 끌면서 확산되는 웨어러블 장비로 손목 밴드 형태의 스마트 시계는 통계청 추산 오늘날 한국의 전체 인구수 대비 80퍼센트가 사용할 정도로 보급된 스마트폰

---

2. Charles M. Eastman, et al, *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (Atlanta: Wiley, 2011), p. 56.

3. Emily Gertz and Patrick Di Justo, *Environmental monitoring with Arduino: building simple devices to collect data about the world around us* (New York: O'Reilly, 2012), p. 121.

과 연동되며 스마트 기기 보급의 마중물 역할을 하게 될 것이다. 현재는 주로 GPS정보를 활용한 위치정보와 개별 작업을 통한 모니터링과 관리를 진행하고 있는데, 앞으로 새로운 센서 기술들이 개발된다면 더 많은 데이터를 측정할 수 있을 것이다. 현재 상황의 현장을 측정하거나, 건축 부재의 측정을 통해 실시간 장면에 객체를 맵핑하는 제품들이 시장에 개발되어 개발자 버전이 출시가 되고 있으며, 좋은 앱이나 서비스와 결합을 통해 공정 관리 모니터링과 BIM데이터 관리 등 앞으로 큰 시장을 만들어낼 가능성이 있다. 그 밖에도 집에서 쉽게 구매하여 사용할 수 있는 건물 유지 관리 관련 기기들도 주목할 만하다. 가트너(Gartner)에 따르면 스마트 환경에 연결되는 접속기기 수가 2014년 37.5억대에서 2015년 30퍼센트 증가한 49억대에 이르고, 2020년에는 250억대를 넘어설 것으로 전망하며, 스마트 기술 적용 분야가 너무 방대하여 용도 및 시나리오별로 보안 분석을 수행하기도 어려운 지경이라고 진단하고 있다.<sup>4</sup> 건축물은 인간의 기본적인 생활공간이며, 우리는 건축물 속에서 태어나고 자라며 일을 한다. 즉, 인간 활동이 행해지는 모든 공간이 건축물이므로 인간의 삶과 상관관계는 깊다. 최근 국내에서 발생하는 각종 재난과 메르스와 같은 질병에 따라 능동적인 예방과 대응을 위한 효율적인 관리 등에 대한 필요성이 요구되며 국민의 안전과 건강한 삶을 지켜주기 위한 시스템 개발이 요구되고 있다. 사물 인터넷 기반의 각종 기술들은 신속한 화재 대피나 질병 경로 파악 등 설비에 따른 유지 관리를 위해 공간정보 기반의 스마트형 건축물 관리 시스템은 대한민국 건축물의 수준을 높여줄 뿐만 아니라 우리들의 안전과 편의에도 기여할 수 있다고 밝힌다. 건축물 관리시스템은 건축 설계시 필요조건이 요구되며, 이를 통해 제공되는 편의성과 안정성, 에너지 효율을 위한 공조 설비 및 각종 보안에 대한 수요와 활용의 폭은 매우 넓을 것으로 예상된다. 이에 따라 스마트형 건축물 관리 시스템 구축 과정의 이해와 활용 능력의 배양은 차세대 도시 및 시설관리에 있어 필수항목이 되고 있는 추세이다.

본 논문은 뇌파를 활용한 스마트 셸터 운용 방법을 주제로 하며, 뇌파를 활용해 기술 중심의 관점의 건축 기술 방법을 벗어나 인간 중심적인 파라미터 정

4. Gartner Research Center의 A Gartner Trend Insight Report에 대한 홈페이지 <https://www.gartner.com/doc/3628617/practical-blockchain-gartner-trend-insight> (2017년 5월 1일 접속).

보로 파라메트릭 시스템 운용을 살펴보고자 한다. 또한, 뇌파를 활용한 선행 사례들과 기타 센서들의 활용 방법에 대해 사례를 중심으로 살펴볼 것이다. 마지막으로, 뇌파의 원초적인 로그 데이터를 파라미터로 정제 하는 과정을 통해 파라메트릭 시스템에 구동하고 건축의 캐드 시스템에 운용하는 방법을 고찰하고자 한다.

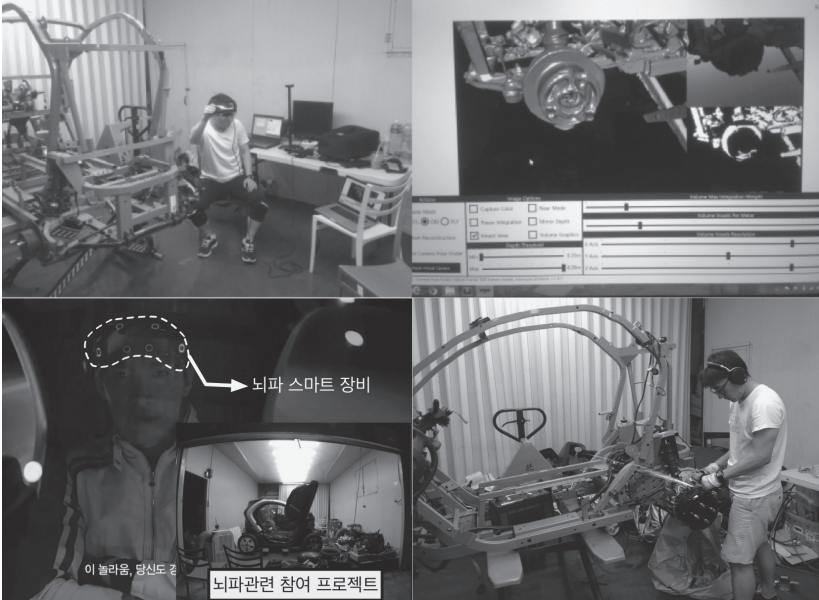
## II. 뇌파 운용의 사례

뇌파 기반 건축 파라메트릭 시스템은 활용 기술 간의 융합을 활용한다. 뇌파 측정기의 소형화와 의료목적에서 탈피한 활용방법은 뇌전도파(EEG) 분석 DB 구축과 이를 활용한 파라메트릭 시스템은 뇌파 측정기 개발로 EEG 기반의 뇌파 정보를 읽어 신호처리값을 정리한다. 본 연구에서 활용한 이모티브(Emotiv)사의 뇌파 헤드셋인 에폭(Epoc)은 습식 방식의 뇌파 모니터링 장비이고 14개의 센서로 구성되어 있다. 센서는 뇌의 전기 신호를 감지하고 증폭기를 통해 전기 신호를 확장한 후 뇌파가 만들어내는 전기적 신호를 읽음으로써 가이드에서 제시한 감정과 얼굴 표현을 구분할 수 있다. 오픈 소스를 활용한 EEG 기술을 활용하여 뇌파에 따른 파라메트릭 공간 적용이 가능하다. 하지만, 다음 장비를 활용한 타 산업 분야의 사례의 경우 머신러닝 기법을 활용하여 사용자의 생각과 키보드의 명령키를 동기화하는 키맵핑 방식의 사례가 다수이다. 다음과 같이 뇌파 키맵핑 프로세스의 경우 공상 과학 영화에서 주로 다루었으며, 대표적으로 에반게리온이라는 애니메이션이 있다. 다음 애니메이션에서는 사용자가 로봇의 엔트리 플러그에 탑승하여 로봇과 뇌파를 동기화하여 조작하는 프로세스를 거친다(도판 1).



도판 1. 뇌파를 이용해 로봇을 컨트롤한 애니메이션 스타일 이미지(《에반게리온》, 1997).

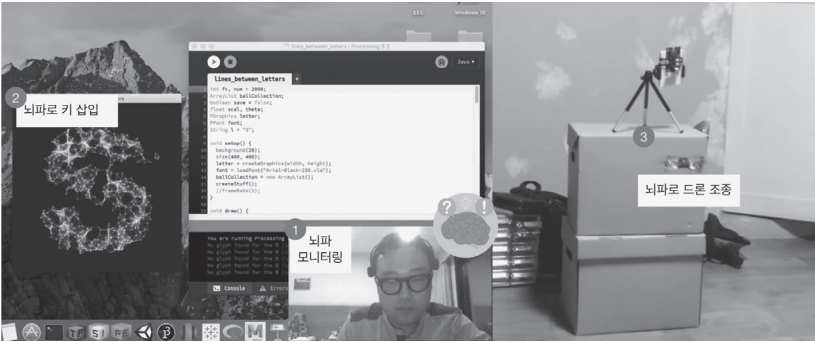
현재 다수의 뇌파 관련사례들은 효과적인 운용이 가능한 키맵핑 방식이 대부분이다. 2014년 참여한 프로젝트인 운전자가 핸들 대신 이모티브 사의 뇌파 센서를 통한 측정정보를 패턴화하여 자동차 운전을 진행하는 프로젝트는 IoT의 새로운 활로가 될 수 있을 것이라는 강한 인상을 주며 사물인터넷의 공학적인 접근과 더불어 감성적인 접근까지 시도할 수 있지 않을까 하는 기대를 갖게 했다. 해당 프로젝트의 참여 부분은 자동차를 분해 및 조립하는 역공학 작업으로 핵심 프로그래머와 설계자의 역할을 간접적으로 프로세스를 파악하는 작업을 진행하였다. 뇌파만으로 자동차를 움직인다는 영화와 같은 이야기는 현실로 다가오고 있는 중이며, 불과 1년 새에 각종 센서로와 스마트폰과 연동되는 퍼스널 모빌리티(Personal Mobility)가 등장하고 있다. 다음 프로젝트 당시 뇌파로 움직이는 자동차는 차량 내부의 컴퓨터가 운전자의 뇌파를 감지해 이를 토대로 운전자의 생각대로 자동차를 조종하는 방식이었으며 스마트 환경을 위한 다양한 센서 정보들이 인간의 생활 패턴과 어떻게 융합할 수 있는지에 대한 방향성을 제시한다. 뇌파와 컴퓨터 인터페이스 간을 동기화해 제어하는 '뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI: Brain Computer Interface)'가 뇌파 자동차를 구동시키는 핵심 이론이다. 1970년대 초부터 BCI 이론은 2000년대까지만 해도 시험 적용이나 시나리오 작업 단계에 국한되었지만 최근에 웨어러블 장비가 보급화되면서 치료 목적의 100개 채널 이상되는 뇌파 장비에서 채널을 10개 미만으로 낮추어 휴대성이 강화된 장비가 출시되면서 다양한 분야에서 상업적인 목적으로 활용하려는 연구가 활발해지고 있다. 다음 뇌파 자동차의 경우는 마이크로 컨트롤러 기반 모터 드라이버를 활용해 뇌파의 미세한 전자기를 증폭기로 확대해 마이크로 컨트롤러를 조이스틱처럼 제어하며 모터에 에너지를 전달하여 작동이 이루어진다. 본 프로젝트에서 뇌파 감지 센서로 활용된 이모티브의 에폭이라는 헤드셋을 착용하고 차를 운전하는 것으로 헤드셋에는 뇌의 각 부위의 활동을 측정하는 센서가 장착돼 있다. 다음 헤드셋은 뇌파를 기반으로 감정의 패턴을 활용해 차량을 조작할 수도 있으나 보다 명확한 조작을 위해서 표면적으로 드러나는 표현을 통해 뇌파를 조작할 수도 있다. 예를 들어 눈을 깜빡이거나 눈을 움직이고 미간을 움직이는 등 보다 명확한 행위는 차량에 가속을 가



도판 2. 뇌파로 움직이는 전기자동차 프로젝트.

하거나 정지를 하는 것과 같이 명확한 작업이 요구되는 부분에 활용되었다. 뇌파에서 전달되는 신호와 패턴은 48V 규격 '인휠모터'로 전달되었다. 다음 작업을 진행하면서 건축의 시공상의 오차를 검출하듯 설계 기획 시 기존 차체와 모터 엔진 간의 결합을 위한 3차원 스캐닝 작업으로 통해 결합을 위한 공정상의 오차를 최소화하기 위한 작업을 진행하였다. 뇌파차는 아직은 실험 단계이며, 현재 본 프로젝트와 같이 공학적인 접근을 통한 전기 모터 컨트롤을 통한 작업의 프로세스가 진행되는 사례도 있고 건축 프로세스로 작업을 진행 시에는 공간에 대한 클라이언트의 감성적인 접근 방법이나 장애인들에 대한 행동 패턴의 예측을 통한 설계 방식이 아닌 정량적인 감정의 수치를 고려한 설계 방식을 개발하는 등 의료 연구 분야에서 이 기술을 활용하면 더 많은 기회를 얻을 수 있을 것이라고 생각한다. 또한, 스마트 환경의 다양한 센서정보를 취합하여 공학과 감성의 효과적인 융합 시대가 올 것이라고 예측된다(도판 2).

둘째, 국내의 드론 산업은 여러 가지의 규제로 인해 외국에 비해 몇 걸음 뒤쳐져 있지만 최근 외국의 상황도 밝은 전망을 갖고 있지는 않다. 드론 선진국



도판 3. 뇌파로 움직이는 드론 사례 구현.

이라고 분류되는 미국 역시 드론이 마약의 운반책이나 테러 등의 범행에 악용되거나 개인 정보를 침해하는 ‘스파이 드론’의 사건이 발생하며 부정적인 여론이 생겨나고 있다. 이러한 여론에 의해 미연방항공청(FAA: The Federal Aviation Administration’s)은 상업용 드론 규제 기준을 한층 강화하며 아마존과 같은 유통업에서 추진했던 택배 드론 산업은 불가능하게 되었다. 하지만, 이대로 드론 산업이 레드오션이 될 것이라고 예견하지는 않는다. 새로운 진화의 국면을 맞고 있고 이 중 하나의 사례가 뇌파 컨트롤로 운용하는 드론이다. 사실 다음 방법은 뇌파로 컨트롤하는 자동차와 동일한 기술을 활용하나 육상으로 이동하는가 공중으로 이동하는가의 차이만 존재한다. 미국 애리조나주립대학 산하 로봇연구소인 ‘HORC랩(Human Oriented Robotics and Control Lab)’은 뇌파를 이용해 군집 드론을 제어하는 기술 연구를 하고 있다. 사람의 뇌파 컨트롤을 사용해 3대 이상의 쿼드콥터 드론을 일정한 형태와 간격으로 비행상태를 유지하는 군집비행을 유도하는 작업을 하였다. 또한 플로리다 대학은 뇌파 드론 경진대회를 개최하고 이모티브 뇌파 장비를 활용해 드론을 제어하는 기술을 시연하였다. 이 대회에서는 이모티브 사의 드론을 운용하기 위한 공개 라이브러리를 활용해 PC로 뇌파 패턴을 전송한다. 전송되는 뇌파 패턴은 사용자와의 머신러닝 방법을 통해 키보드의 단축키와 동기화 작업을 거친 후 드론을 상하 혹은 전후좌우로 이동할 수 있게 세팅을 진행한다. 드론을 처음 주행 시 비행체를 일정한 고도에 띄우는 호버링(hovering) 작업조차 쉽지 않다. 그래서 직관적

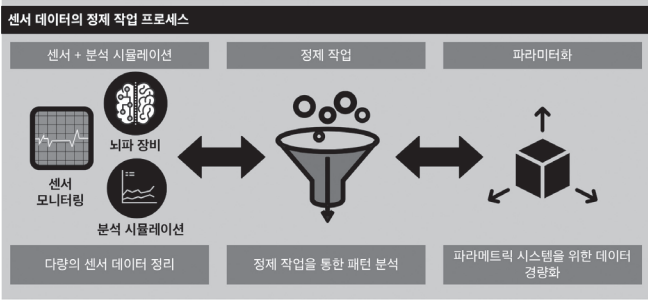


인 조이스틱으로 조작하는 것도 많은 연습이 요구된다. 하지만 DJI나 3DR사의 스마트 드론의 경우 사용자에게 최소한의 정보를 받고 안정적인 비행을 구현하기 위해 비전기술을 활용한 인공지능 처리와 센서를 활용한 장애물 충돌 방지 기능 등을 활용해 최소의 파라미터 값만을 가지고 드론을 움직이는 시스템이 요구된다. 다음 사례를 기반으로 실제 시연을 하였으나 조종이 생각만큼 쉽지 않아 본 사례기반 연구에서는 드론을 착륙 시키는 작업만을 우선 진행하였다. 이모티브의 머신러닝 제어판을 통해서 키보드와 맵핑을 진행하는 도판 3에서 보는 것과 같이 프로세싱(Processing)을 통해 키를 연동하였다. 그 후 크레이지 플라이(Crazyflie)라고 불리는 오픈 소스 기반 드론에 로봇 운영 체제를 통해 뇌파와 드론을 연동하여 자율 비행하던 비행체에 착륙 명령을 내리는 작업을 진행해 보았다. 대부분의 비행 작업을 알고리즘을 통해 자동화하고 뇌파의 특정 패턴만 인식할 시에 키보드의 특정키가 작동하면 드론이 착륙하는 작업을 진행해 보았다.

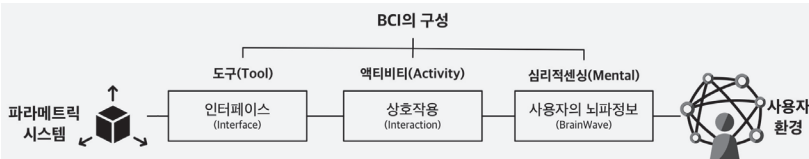
### III. 뇌파 변수의 정제작업

파라미터는 디자인 문제를 해결하기 위한 주변 상황을 분석하는 도구나 센서 측정을 통해 환경 모니터링 데이터를 정제한 데이터를 의미한다. 스마트 환경을 위한 파라미터는 센서를 통한 온도, 습도, 조도 등의 분석과 인체 모듈러(human modular), 영상을 통한 인체 뼈대 검출 센서를 통한 인간의 행태(human behavior)의 누적 데이터를 패턴화하는 과정<sup>5</sup>이 있으며 다음 과정은 제3자의 관찰자적 입장에서 검출된 센서 정보라면 뇌파의 경우는 사용자의 반응 정보를 직관적으로 검출하여 누적 시킨 원초적인 데이터이다. 주변 환경의 변화에 따른 개인이 느끼는 전자기적 뇌파에서 도출된 데이터의 재배열 과정을 통해 디자인 및 자동화 설계를 위한 파라미터로 지수화하여 적용한다. 도판 4는 지수화 과정에 대해 도식화하였으며 디자인의 정량적인 검증을 위한 환경 분석 프로그램과 뇌파 데이터가 정제된 지수화된 파라미터 간의 피드백 과정을 표현

5. Jamie Shotton, et al. "Real-time human pose recognition in parts from single depth images," *Communications of the ACM*, vol. 56, no. 1 (January 2013), p. 118.



도판 4. 센서 데이터의 정제 작업 프로세스.  
도판 5(아래). BCI의 구성체계.



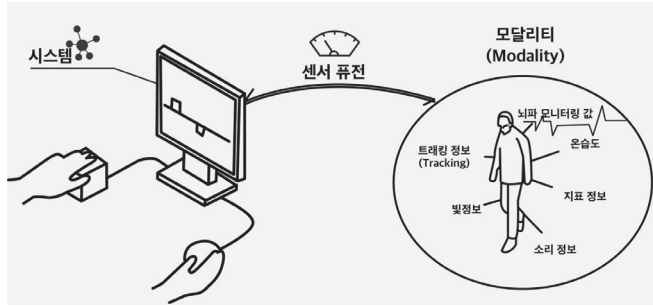
한 다이어그램이다.

다음과 같은 피드백 과정을 전체적인 범주로 BCI(Brain Computing Interface)라고 불리며, 사용자의 뇌파 신호를 측정하여 컴퓨터 시스템을 활용하는 원리 및 방법을 연구하는 학문이다. 최근 BCI 분야는 의료 목적을 위해 활용되는 것을 벗어나 다양한 분야와 사용자간의 상호작용 관계를 BCI의 연구 범위로 확산하고 있다.<sup>6</sup> BCI는 크게 사용자 인터페이스와 상호작용(interaction), 사용자의 경험으로 구성된다. 본 연구에서는 다음 세 가지 구성요소 중 사용자 경험을 의미하는 뇌파의 파라미터와 파라메트릭 시스템 간의 피드백에 관한 상호작용에 초점을 맞추어 진행한다(도판 5).

다음 프로세스에서 상호작용이란 사용자의 뇌파 정보와 파라메트릭 시스템의 상호 간에 발생하는 일종의 의사소통 과정이다. 상호 작용의 과정을 통해 데이터를 디자인 및 운용 과정에 반영하면서 사용자가 느끼는 감정과 환경조건에 따른 파라미터 정보와 이에 반응하는 시스템의 절차를 설계하는 과정이 스마트한 환경을 구성한다는 것을 의미한다. 도구적 측면에서 인터페이스란 사람과 컴퓨터 간의 의사소통을 위한 입출력 장치라면 상호작용은 사람의 주

6. Nicholas A. Badcock, et al. "Validation of the Emotiv EPOC EEG system for research quality auditory event-related potentials in children," *PeerJ*, no. 3 (April 2015), p. 907.

도판 6. 모달리티의 역할과 센서 퓨전 알고리즘.



변 환경에 따른 상황과 컴퓨터 간의 의사소통을 하는 행위라는 측면이다.<sup>7</sup>

마이크로칩 기술발전과 센서 기술의 보편화에 따라 사용자의 상황과 컴퓨터 사이의 동적인 모니터링 개념이 발달하며 본 연구의 뇌파 처리 기법에도 중요한 주제가 되고 있다. 모니터링 상의 상호 작용 과정은 사용자가 의식하지 못하는 사이에도 끊임없이 데이터가 흘러가는 과정 속에 패턴을 만들고 정량화한다. 다음과 같은 정량화 방법은 일반적인 센서 기술에서 경험한 상호작용의 파생형 기술 형태인 모달리티(modality)에서 다양하게 나타나면서 상호작용의 패러다임이 바뀌고 있다. 예를 들어 기존 기술을 통해 경험했던 상호작용이 인터넷, 웹, 모바일, 스마트 기기를 통해 설계 행위가 이루어지는 것이다.<sup>8</sup>

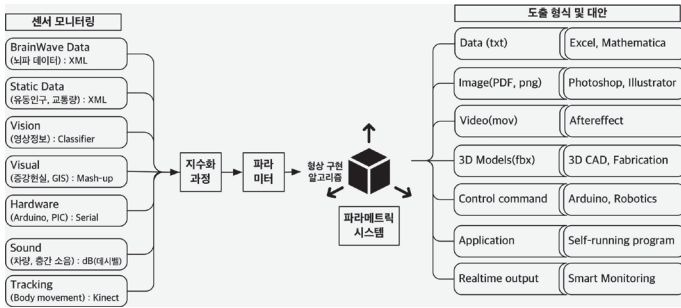
모달리티는 사용자와 컴퓨터 사이의 커뮤니케이션 통로이며, 사용자 환경을 구성하고 있는 다수의 센서값을 통합 파라미터로 변환하기 위해 센서 퓨전 알고리즘을 활용해 센서 데이터를 파라메트릭 시스템이 이해할 수 있는 삽입값으로 변환하여 정보화한다(도판 6).

파라미터 작성을 위해 중요한 요소는 운용 목적에 적합한 센서의 모니터링 기법이다. 뇌파의 파라미터값의 파라메트릭 시스템 적용을 위해서 데이터의 정량적인 도출이 요구된다. 파라메트릭 시스템의 형상 구현 자동화 알고리즘의 파라미터에 수치적인 정보를 적합하게 적용하기 위해서는 지수화 과정이 요구된다. 모니터링된 데이터를 효과적으로 반영하기 위해서는 도출된 데이터

7. Stefano Valenzi, et al, "Individual classification of emotions using EEG," *Journal of Biomedical Science and Engineering* 7, no. 8 (June 2014), p. 604.

8. 신동희, 『휴머니티스 테크놀로지』, 서울: 커뮤니케이션북스, 2012, p. 31.

9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_fusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor_fusion) (2017년 5월 1일 접속).



도판 7. 센서 모니터링 데이터 분류체계.

가 분류체계로 나누어 목적에 적합한 활용 계획을 세워야 한다(도판 7).

스마트 공간을 구성하는 가장 중요한 요소는 주변에서 발생하는 환경 정보 및 뇌파와 같은 심리적인 정보를 파라미터화 하는 것에 있으며, 이러한 지수화 과정은 마치 '매트릭스' 영화의 한 장면처럼 주변의 모든 요소를 정량적으로 수치화하는 것이다.<sup>10</sup> 스마트 공간 구성의 계획은 적합한 데이터를 상황 조건에 따라 적절한 분석의 프로세스에 따른 변화에 적응하는 역동적인 운용의 프로세스가 필요하다. 다음 표는 에디트 셰리(Edith Cherry)<sup>11</sup>에 의해 대지 및 공간 분석 요소를 정리한 항목을 참조하여 스마트 공간 구성을 위한 정량적 분석 요소를 나누고 추가적인 가공이 없는 1차원적인 수치 데이터를 수집할 수 있는 항목을 정리하였다. 분석 항목과 감지할 수 있는 센서명의 상호관계를 통해 정량적 파라미터의 측량을 위해 사용한다. 뇌파 정보를 파라미터로 처리하는 지수화 과정은 표에서 보이는 과정 1과 같이 파형 a의 특정 위치에 점을 산출하고 산출된 점 a1-a3의 거리가 산출되며 해당 값의 지수화를 위해 0-1과 같이 지정된 변수의 범위로 패턴화값을 산출한다. 과정 2와 같이 각 파형의 값을 절대 평균 범위 안으로 리맵핑 과정을 통해 원활한 파라메트릭 시스템을 위해 제한 조건을 설정하고 서로 다른 선분 a와 b, 두 가지 파형의 절점을 산출하여 지수화된 데이터를 하나의 지수화 축으로 센서를 퓨전하여 두 가지 서로 다른 센서의 값을 하나의 패턴으로 재배열한다. 다음과 같이 제한된 설정과 범위를

10. Tero Karvinen, Kimmo Karvinen, and Ville Valtokari, *Make: Sensors: A hands-on primer for monitoring the real world with arduino and raspberry pi* (New York: Maker Media, Inc., 2014), p. 68.

11. Edith Cherry, *Programming for Design: From Theory to Practice* (New York: Wiley, 1998), p. 102.

가진 조건하에 서로 다른 타입의 센서 정보를 백분위로 지수화하여 서로 다른 센서값을 파라미터로 전환하는 과정을 거친다.

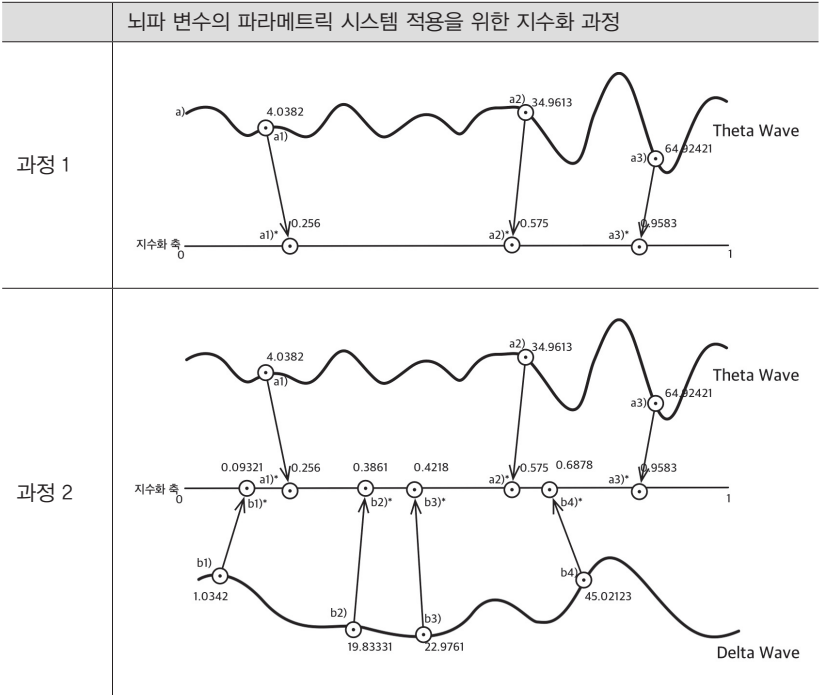


표 1. 뇌파 파형의 변수를 지수화 과정값 전환.

#### IV. 뇌파 정보를 파라메트릭 시스템에 적용

뇌파 기반 파라메트릭 시스템은 스마트 공간 웰터 운용을 위해 뇌파 검출과 파라메트릭 적용하는 3단계의 과정을 통해 대안을 도출한다.

1단계는 뇌파 신호 측정을 위한 검출 단계로, 사용자 중심의 스마트 환경을 위한 뇌파 정보와 파라메트릭 시스템과 연결되어 줄 1차원적 센서 정보를 중심으로 파라미터를 도출한다. 기본적인 뇌파 장비의 제어판에서는 6가지의 감정 패턴의 뇌파 정보의 14개 채널 중 강하게 반응하는 하나의 채널을 선정하여 센서값으로 반영한다. 단, 현재 진행되는 연구의 경우 채널별 감정에 대한 상관 관계 분석이 진행되지 않았으므로 가장 강한 베타값이 도출되는 채널을 임

으로 설정하였다. 실험 당시 임의 지정값은 채널 T7의 센서 값을 사용하였다.

2단계는 지수화 단계로, 파라메트릭 시스템의 형상정보와 연동하기 위해 1 채널의 뇌파 정보를 연동하여 파라메트릭 시스템에서 유효하게 작동할 수 있게 지정된 범위 안으로 재배열해 지수 데이터를 산출하여 파라미터로 정리한다.

3단계는 도출 단계로, 형태에 관한 수식 알고리즘이 반영된 파라메트릭 시스템에 파라미터를 반영 후 시스템과 캐드 시스템 간의 연계를 통해 대안을 도출하여 뇌파 정보를 활용해 스마트 환경 기반 시스템과의 연계 과정을 검증한다.

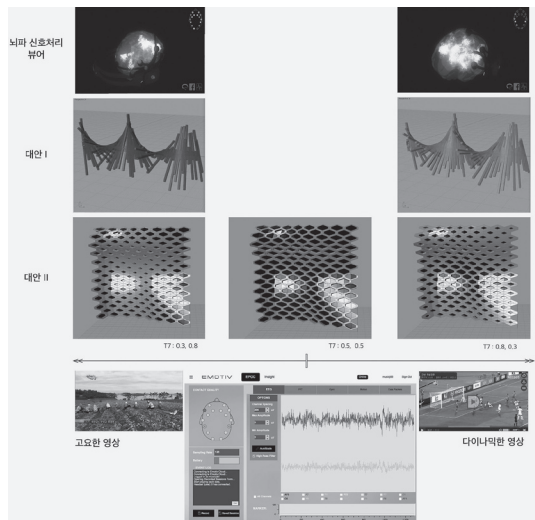
1단계의 검출 단계에서는 뇌파의 채널별 센서 정보를 도출하기 위해 14개의 전자극 채널로 구성되어 있으며, 뇌파의 표면적으로 반응하는 사용자의 외부적 행위는 얼굴의 표면 근육 이완에 따른 정보, 눈동자의 움직임 정보, 눈 깜빡임 및 미간의 움직임 등이 있다. 이때 사용자의 내면적인 상태는 어떠한 일에 집중할 때, 피부에 돌기가 일도록 안 좋은 추억의 일을 회상할 때, 음식에 의한 행복감을 느낄 때, 영상으로 행복감을 느낄 때, 슬픈 감정을 느낄 때의 감정으로 분류된다. 이와 같은 뇌파 센서 정보를 활용해서 컴퓨터 시스템의 단축키를 설정, 마우스 커서 컨트롤 등의 컴퓨터 내의 행위를 수행할 수 있다. 14개의 채널

뇌파 다이어그램	뇌파 센서의 이름	뇌파의 기본 반응 역할
	AF3	주의 및 집중력
	AF4	의사결정 및 판단
	F3	행동에 따른 자극
	F4	난제 인지 및 해결
	F7	구두의 언어적 표현
	F8	화남과 행복함의 표현
	FC5	우뇌 및 우측 몸 조작
	FC6	좌뇌 및 좌측 몸 조작
	T7	구두에 의한 기억
	T8	감정적인 기억
	P7	구두의 이해
	P8	감정의 이해 및 동기
	O1	비주얼프로세싱(시각적 이해)
	O2	비주얼프로세싱(시각적 이해)

표 2. (14가지 채널)의 뇌파의 역할 정리.

널들의 뇌파들은 각 위치당 하나의 감정을 표출하는 것이 아니라 감정의 영역 당 3-4개의 전자극 위치들이 해당 감정이나 특정 범주의 값에 종합적으로 반응한다.<sup>12</sup>

본 연구에서 사용자가 정의한 뇌파 센서의 위치인 T7의 값을 활용하여 파라메트릭 시스템에 활용하고자 한다. T7값의 경우 사용자의 심리상태 중 불안과 안정 등의 값들이 가장 활발히 일어나는 값으로, 뇌파의 TTF 변환값 중 베타값이 가장 빈번히 발생하는 현상을 보고 파라메트릭 시스템과 역동적인 데이터 관계가 활발히 일어나는 결과를 도출하기 위해 데이터를 가공하였으며 RawEEG인 뇌파 측정 표본 정보를 기준으로 활용하였다.<sup>13</sup> 일정 시간 동안 사용자로부터 모니터링된 T7의 센서값은 스프레드 시트 타입으로 저장 후 파라미터값으로 지수화 과정을 거쳐 시스템에 유효한 값으로 변환하였다. 지수화된 수치값은 전체 수의 범위가 0.1-1.0 사이값으로 재배열하여 정리하였다. 각각의 변수값들은 고요한 영상과 다이내믹한 영상을 보면서 심리적인 변화의



도판 8. 파라메트릭 시스템에 뇌파 정보 적용.

12. Yisi Liu, Olga Sourina, and Minh Khoa Nguyen, "Real-time EEG-based human emotion recognition and visualization," *Cyberworlds (CW), 2010 International Conference on*, IEEE, (October 2010), p. 264.

13. Fredrik Tron Hvaring, and Andreas H. Ulltveit-Moe, "A comparison of visual evoked potential (VEP)-based methods for the low-cost emotiv EPOC neuroheadset," master thesis, Norwegian University of Science and Technology (June 2014), p. 30.

상태에 따라 뇌파의 변화 상태를 형태의 변형에 반영하였다. 지수화된 T7의 값의 초기 파라미터값을 0.5로 지정하고 고요한 영상을 보았을 때는 0.5 미만의 수가,ダイナミック한 영상을 보았을 때는 0.5 이상의 수가 도출되어 상반된 값이 나왔으며 해당 값을 시스템에 적용하여 형태 변화가 이루어지는 프로세스를 검증하였다. 하지만 정확하게 뇌파의 심리적인 효과의 패턴에 대해 파악을 하고 진행한 것이 아니기에 감정에 따른 뇌파의 채널별 분포에 대한 DB구축과 선행 연구에서 도출된 자료의 정리가 요구된다.

도판 8은 뇌파를 파라메트릭 시스템에 적용한 대안 1과 대안 2에 대한 사례로 14개 채널의 뇌파 정보 중 T7에 대한 뇌파 정보만을 활용한 사례이다. 대안의 극명한 차이를 주고자 고요한 영상과 다이내믹한 영상을 통해 추출된 뇌파 정보를 활용하여 대안을 산출해 보았다. 정재된 뇌파 정보는 형태의 다양성을 줄이는 현상이 발생하였으나 뇌파를 통해 형태의 변형을 주었다는 새로운 접근 방법을 찾았다는 것에 의의가 있다. 하지만 사용자에게 주어진 주변 환경의 자극에 따른 뇌파 값의 역학관계를 파악하여 뇌파 변수의 운용에 대한 사전에 정리된 연구를 기반으로 신뢰성 있는 값의 운용에 대한 파악이 요구된다.

## V. 나가며

본 연구는 스마트 환경 구축을 위한 방법론으로 인간 중심의 뇌파 센서를 활용한 사례를 살펴보고 본 연구팀이 구축 계획 중인 ‘스마트 웰터’의 기술적 접근 시도와 부분적 프로토타입 운용을 통한 적용 가능성 검증에서 출발하였다. 본 논문은 특히 의료 목적으로 활용되던 뇌파의 활용 분야에서 타 산업 분야에 적용하는 사례를 찾아보고 직접 구현해 보면서 기존 선행 사례 연구의 한계와 기술 중심이 아닌 사용자 중심의 감성 정보를 방법론을 모색하고 부분적으로 적용해 보았다. 본 연구에서 스마트 웰터 중 스마트 환경을 위해 기존의 관찰자적 센서와 뇌파와 같은 직관적인 센서가 ‘센서 퓨전’<sup>14</sup>이라는 과정을 통해 함께 사용되어야 데이터 간의 상호보완적인 스마트 환경 구축이 된다. 뇌파 센서

14. Choi Byoung-Suk, et al. "A hierarchical algorithm for indoor mobile robot localization using RFID sensor fusion," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 58, no. 6 (January 2011), p. 2234.



의 1차원적인 정보를 가공하여 활용하는 방법으로 지수화 과정을 거쳤고, 이를 기반으로 파라메트릭 시스템에 적용하여 프로세스를 검증하였다. 향후 연구는 현재 연구가 뇌파의 심리적인 효과의 패턴에 대해 파악을 하고 진행한 것이 아니므로 이를 위한 감정에 따른 뇌파의 채널별 분포 DB 구축이 요구된다. 또한 뇌파를 활용한 파라메트릭 시스템의 추정 환경에 모집단의 표본 추출 과정으로, 실질적인 스마트 셸터 적용을 위한 프로세스를 구축하고자 한다. 이는 상황별 정보 추정 단계에 대한 표본 회귀선의 유의성 검증을 위한 회귀식 도출로, 무분별한 센서 정보의 신호 처리를 95퍼센트 이상 신뢰구간으로 산정하여 효과적인 유효 파라미터 도출구간 제시가 가능하다. 파라미터의 효율적인 관리를 통해 스마트 셸터에 기술 요소로 장착되는 스마트 장비가 사용자의 상황에 능동적인 대처가 가능하도록 보완하고자 한다.

#### ■ 주제어(Keywords)

셸터(Shelter), 뇌파(Brainwave), 융합기술(Convergence Technology), 파라메트릭(Parametric), 지수화(Evaluation Index)

투고일	2017년 5월 5일	심사일	2017년 5월 19일	게재확정일	2017년 5월 29일
-----	-------------	-----	--------------	-------	--------------

## 참고문헌

- 고경호, 김정은, 「현대미술에서의 셸터(Shelter) 공간 연구 — 안드레아 지텔(Andrea Zittel)의 작품을 중심으로」, 『조형디자인연구』 vol. 19, no. 3, pp. 170-187.
- 정연심, 『현대공간과 설치미술』, 서울: A&C, 2014.
- 신동희, 『휴머니티스 테크놀로지』, 서울: 커뮤니케이션북스, 2012.
- Badcock, Nicholas A., et al. “Validation of the Emotiv EPOC EEG system for research quality auditory event-related potentials in children,” *PeerJ*, no. 3 (April 2015), p. 907.
- Choi Byoung-Suk, et al. “A hierarchical algorithm for indoor mobile robot localization using RFID sensor fusion,” *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 58, no. 6 (January 2011), pp. 2226-2235.
- Cherry, Edith. *Programming for Design: From Theory to Practice*, New York: Wiley, 1998.
- Eastman, Charles M. et al. *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, Atlanta: Wiley, 2011.
- Gertz, Emily and Patrick Di Justo. *Environmental monitoring with Arduino: building simple devices to collect data about the world around us*, New York: O'Reilly, 2012.
- Hvaring, Fredrik Tron, and Andreas H. Ulltveit-Moe. “A comparison of visual evoked potential (VEP)-based methods for the low-cost emotiv EPOC neuroheadse,” Master thesis, Norwegian University of Science and Technology (June 2014).
- Liu, Yisi, Olga Sourina, and Minh Khoa Nguyen. “Real-time EEG-based human emotion recognition and visualization,” *Cyberworlds (CW), 2010 International Conference on, IEEE*, (October 2010), pp. 262-269.
- Karvinen, Tero, Kimmo Karvinen, and Ville Valtokari. *Make: Sensors: A hands-on primer for monitoring the real world with arduino and raspberry pi*, New York: Maker Media, Inc., 2014.
- Shotton, Jamie, et al. “Real-time human pose recognition in parts from single depth images,” *Communications of the ACM*, vol. 56, no. 1 (January 2013), pp. 116-124.
- Valenzi, Stefano, et al. “Individual classification of emotions using EEG,” *Journal of Biomedical Science and Engineering*, vol. 7, no. 8 (June 2014), p. 604.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard\\_Kleinrock](https://en.wikipedia.org/wiki/Leonard_Kleinrock) (2017년 5월 1일 접속).
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_fusion](https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor_fusion) (2017년 5월 1일 접속).
- <https://www.gartner.com/doc/3628617/practical-blockchain-gartner-trend-insight> (2017년 5월 1일 접속).

최근 산업 전반의 패러다임이 변화함에 따라 ICT기반의 기술 융합 과정을 통해 새로운 형태의 연구가 만들어지고 있다. 건축과 다른 학문을 별개의 영역으로 생각 하던 시대는 지나고 급변하는 IT기술의 발달을 통해서 상호 다른 분야의 전문지식 과 접목하는 과정은 논리적이고 독창적인 창작성을 이끌어 내며 건축 환경에서 부족했던 부분에 센서를 활용해 스마트한 환경으로 변화를 주고 있다. 스마트한 환경 속 각종 편의 장비에 의한 센서 장비의 대중화가 지속되면서 인간의 삶은 '센서 의 파놉티콘' 시대를 맞이하며 개인의 생활 패턴과 환경 정보들이 개인의 행위에 따른 패턴화된 정보는 건축 분야뿐 아니라 다양한 분야에서 적용하기 위한 시도가 이루어지고 있다. 본 연구는 기존의 건축 기술 기반 주요 화두인 연구의 원가 절감 과 생산성 향상과 같은 경제적 관점에서 벗어나 뇌파를 읽는 센서를 활용해 사용 자의 심리상태를 응용한 건축 기술 운용에 관한 연구이다. 특히, 사전 연구된 션터 의 운용 방법을 분석하고 션터의 상황별 목적을 고려한 뇌파 패턴의 항목별 특성 을 분석한 로그 데이터의 정리 과정을 정의한다. 로그 과정을 통해 누적된 데이터 의 표준적인 측정 가이드 지침의 부재에 따라 문제점을 개선하기 위해 건축 디자 인 과정을 지원하기 위한 보다 실용적이고 구체적인 방안이 요구된다. 건축 캐드 시스템의 실용적인 활용 가능성을 모색하기 위해 파라메트릭 시스템 방법론을 적 용하여 자동화 설계 환경을 구축하고 파라메트릭 시스템의 삽입 변수인 파라미터 에 사용자의 심리적 상태를 대변하는 뇌파의 정량적 변수를 활용하고자 한다.

## Abstract

# The operation of Smart Shelters based on EEG data

Seungyeul Ji · Kyoungho Ko

As the paradigm of all industries changes, a new kind of research is being made through a process of convergence of ICT-based technologies. The era where architecture was considered to be separate from other fields of study is long past. A logical and ingenious creativity is obtained by integrating architecture with open-source based expertise from other fields through rapid developments in IT. Shortcomings in architectural environments are being compensated by use of sensors to realize smart environments. Inside these smart environments, as sensors become increasingly utilized in all kinds of convenience devices, humanity is facing the era of “Sensor Panopticon”. In this era, there are attempts to apply patterned data obtained from the life patterns of individuals and environmental information not only to architecture, but also to various fields. The purpose of this research is to study the operation of architectural technologies that apply the user’s mental state using brainwave sensors, breaking away from economical perspective of cost reduction and productivity improvement, which was the main topic of existing research on architectural technologies. In this research, the previously studied operation method of shelters is analyzed, and log data organization process that analyzed the properties of brainwave patterns considering contextual purpose is defined.