



Received: 2023/11/30  
Revised: 2023/12/12  
Accepted: 2023/12/26  
Published: 2023/12/31

**\*Corresponding Author:**

**Yongchol Lee**

Dept. of Natural Science, Republic of Korea Naval Academy

1 Jungwon-ro, Jinhae-gu, Changwon-si, Gyeongsangnam-do, 51704, Republic of Korea

Tel: +82-55-907-5200

E-mail: wake8846@navy.ac.kr

# 품질기능전개를 활용한 스마트 강의실 기능분석

## Smart Classroom Functional Analysis Using Quality Function Deployment

황인혁<sup>1</sup>, 민승식<sup>2</sup>, 김소연<sup>3</sup>, 이용철<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>해군사관학교 조선공학과 부교수

<sup>2</sup>해군 소령/해군사관학교 기초과학과 부교수

<sup>3</sup>해군 중령/해군사관학교 전기전자공학과 부교수

<sup>4</sup>해군 대령/해군사관학교 기초과학과 부교수

Inhyuck Hwang<sup>1</sup>, Seungsik Min<sup>2</sup>, So Yeon Kim<sup>3</sup>, Yongchol Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Associate professor, Dept. of Naval Architecture, ROK Naval Academy

<sup>2</sup>LCDR, ROK Navy/Associate professor, Dept. of Natural Science, ROK Naval Academy

<sup>3</sup>CDR, ROK Navy/Associate professor, Dept. of Electrical Engineering, ROK Naval Academy

<sup>4</sup>CAPT, ROK Navy/Associate professor, Dept. of Natural Science, ROK Naval Academy

**Abstract**

본 논문에서는 스마트 강의실 구축을 위해 관련 사례 및 요구사항을 수집하고 AHP를 활용하여 상대적 가중치 계산을 수행하였다. 또한 품질기능전개를 활용하여 요구사항을 기능으로 확장하고 각각의 기능에 대한 상대적 가중치를 계산하였다. 이를 통해 스마트 강의실 구축을 위한 주요 기능요소들을 확인하고 기능 개발의 우선순위를 결정하였다.

In this paper, related case studies and requirements for building a smart classroom were collected and performed relative weight calculations using AHP. In addition, quality function deployment was used to expand requirements into functions and calculate the relative weight for each function. Through this, key functional elements for building a smart classroom were identified and priorities for development were determined.

**Keywords**

스마트 강의실(Smart Classroom),  
품질 기능 전개(Quality Function Deployment),  
요구사항 분석(Requirement Analysis),  
계층적 분석(Analytic Hierarchy Process)

**Acknowledgement**

이 논문은 해군사관학교 해양연구소의 연구비 지원을 받아 수행한 연구 결과임(과제명:시스템 엔지니어링 기반의 스마트강의실 기능분석).

## 1. 서론

최근 IT기술의 급격한 발전으로 기존의 강의형 대학 교육이 양방향 소통이 가능한 스마트 강의실로 변화하고 있다. 또한 지난 코로나 팬데믹 과정으로 인한 비대면 강의의 증가는 스마트 강의실로의 빠른 변화를 강제하였다. 실제 국내외 여러 대학에서 스마트 강의실을 구축하고 운용하거나 구축할 계획을 수립하고 있다.

해군사관학교의 경우 교내 5G 망 구축을 포함한 스마트 캠퍼스 구축 사업을 진행하고 있고 그 세부 항목으로 스마트 강의실이 포함되어 있다. 기존에 여러 대학에서 구축한 스마트 강의실의 경우 스마트 칠판과 스마트 출결 시스템 등과 같은 강의 편의를 위한 기능과 화상 강의실과 같은 온라인 강의 시스템으로 구성되어 있다. 하지만 위의 사례들은 스마트 강의실의 명확한 목적 및 요구사항에 기반하여 구축하기보다 단순히 상용화된 일부 제품들을 구매하여 설치하는 형태의 결과로 시스템 도입의 목적과 사용자의 요구사항을 명확하게 반영하였다고 보기 어렵다.

본 연구에서는 시스템 엔지니어링 분야에서 사용하는 체계적인 시스템 분석 방법의 계층적 분석 방법과 품질기능전개를 활용하여

해군사관학교에 적합한 스마트 강의실의 요구사항과 기능을 분석하였다.

## 2. 관련 연구 현황

대학을 포함한 많은 강의 기관에서 스마트 강의실 구축 사업을 진행하면서 관련 연구도 꾸준히 진행되어 왔다. 스마트 강의실 구축 및 효과에 관련한 연구로 Park은 교육대학교의 실과교육 과정에 스마트 강의실을 활용하기 위하여 스마트 강의실 구축 절차를 기획하고 구축 결과 효용성 분석을 수행하였다[1]. 스마트 강의실을 구성하는 세부 요소와 관련한 연구로는 자동 출결 시스템 관련 연구가 많이 있었다. 기존 호명 방식의 출석 확인은 대리 출석과 같은 문제가 종종 발생하여 공정성에 대한 이슈가 있었는데 대부분의 학생들이 지니고 있는 스마트폰을 활용한 다양한 방식의 출결 시스템 연구가 있었다. 스마트폰의 카메라 기능을 활용하여 QR 코드 방식으로 출결을 확인하거나 더 나아가 블루투스 기반의 비콘을 이용하여 자동으로 출석을 확인하는 시스템에 대한 연구가 진행되었다[2]-[4].

본 연구에서 스마트 강의실 요구사항 및 기능분석을 위해 활용한 AHP(analytic hierarchy process, 계층적 분석법)와 품질기능전개(QFD, quality function deployment)는 시스템 엔지니어링을 포함한 다양한 분야에서 개인의 주관적인 생각을 체계적으로 정리하고 정량화하는 방법들로 오랜 기간 다양한 연구가 진행되어 왔다. 최근에는 새로운 시스템을 개발하거나 적용하는 과정에서 관련 기술을 활용한 연구가 주를 이루고 있다. AHP를 활용한 주요 연구 사례로 지

식재산권과 관련한 교육 콘텐츠를 결정하는 과정에서 상세 콘텐츠의 상대적 중요성을 분석한 연구가 있다[5]. 품질기능전개를 적용한 연구로는 소셜커머스 서비스를 구축하는 과정에서 요구사항을 제품의 기능으로 확대하는 과정에 품질기능전개를 활용한 사례가 있다.[6]

본 연구에서는 스마트 강의실 구축과 관련하여 요구사항을 기능으로 확장하고 상대적 우선순위를 정하여 구축 순서를 결정하기 위해 AHP와 품질기능전개 방법을 동시에 활용하고자 한다.

## 3. 스마트 강의실 구축 사례

앞서 언급하였듯이 팬데믹 과정을 거치며 강제적으로 비대면 수업과 스마트 강의실의 활용도가 급격히 증가하였다. 이에 따라 이미 많은 대학에서 스마트 강의실을 구축하여 활용하고 있다. 본 연구는 특징적인 형태의 스마트 강의실을 구축하고 있는 세 곳의 대학에 대하여 벤치마크를 진행하였다.

A 대학은 2020년 이전부터 스마트 강의실 구축 사업을 시작하여 많은 스마트 강의실을 보유 및 활용하고 있었다. 사업의 진행에 따라 조금씩 발전한 형태의 스마트 강의실이 만들어진 것을 확인할 수 있었다. Fig. 1은 사업 초기 단계에 구축한 스마트 강의실로 천장형 콘텐서 마이크를 설치하고 강의실 중간에 추가 디스플레이 장치를 설치하여 전체 강의실의 음향 및 영상 품질을 조절하고 온라인과 오프라인 수업을 동시에 진행할 수 있도록 구성하였다.

Fig. 2는 최근에 구축된 스마트 강의실의 컨트롤 패널의 모습이다. 상용제품의 형태로 기능의 수정이 어



Fig. 1. Smart classroom for online and offline lecturing

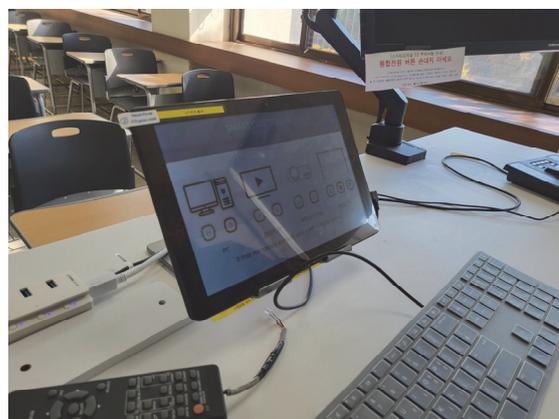


Fig. 2. Classroom control panel

려운 전자교탁을 제거하고 강의실의 장비를 제어하는 태블릿과 강의를 위한 디스플레이 장치로 교탁을 구성하여 단순하면서도 커스터마이징(customizing)이 가능한 강의 환경을 구축하였다. A 대학은 이러한 소형 강의실 형태의 스마트 강의실 40개소 외에도 원격 수업이 가능한 강당 형태의 대형 스마트 강의실을 구축하여 약 50개소의 스마트 강의실을 운영하고 있었다.

B 대학은 PBL(problem-based learning)이나 플립러닝을 위한 토론식 수업이 가능한 형태의 스마트 강의실을 구성하여 운영하고 있었다. Fig. 3와 같이 팀단위 토론이 가능한 형태로 책상 및 스마트 칠판을 배치하였다. 또한 중앙 교탁에서 각각의 스마트 칠판을 제어할 수 있도록 하여 팀별 화면을 공유하면서 전체 토론을 수행할 수 있는 기능을 구축하였다.

C 대학은 일반적인 스마트 강의실과 다른 VR(virtual reality) 및 AR(augmented reality) 수업이 가능한 스마트 강의실을 운영하고 있었다. 강당 형태의 강의실에 조도 조절 등과 같은 AR 강의가 가능한 환경을 조성하고 MS 홀로렌즈를 활용하여 다양한 AR 강의를 진행하고 있었다. VR 기기를 활용한 메타버스 강의 및 상담을 위한 환경도 구축되어 있었다.

스마트 강의실을 구축한 대학들의 사례는 기존의 스마트 강의실과 관련한 기술 수준의 확인과 함께 해군사관학교 스마트 강의실의 요구사항 수집을 위한 기초 자료로 활용되었다.

#### 4. 요구사항 분석

요구사항 분석에 앞서 해군사관학교에서 근무하는



Fig. 3. Smart classroom for problem based learning

교수들을 대상으로 설문조사를 실시하고 기존 스마트 강의실 벤치마크 자료를 기반으로 요구사항 수집을 진행하였다. 수집한 요구사항은 정제 과정을 거쳐 3개의 큰 카테고리 및 18개의 세부 요구사항으로 구조화하였다. 구조화된 요구사항은 Table 1과 같다.

각각의 요구사항에 대한 상대적인 중요도를 평가하기 위해 AHP에서 사용하는 쌍대비교를 수행하였다. 그 결과 1단계 기준에서 강의 편의성, 온라인 시스템 연계, 다양한 강의 지원의 순으로 높은 가중치를 확인할 수 있었다. 2단계 기준의 가중치 및 1단계 기준의 가중치와 2단계 기준의 가중치를 곱해서 구한 최종 가중치는 Table 1을 통해 확인할 수 있다. 최종적으로 강의 소리의 전달이나 강의 화면의 가시성과 같은 강의의 가장 기본적인 기능과 관련된 요구사항이 높은 가중치 값을 가지는 것을 알 수 있었다. 스마트 강의실 구축과 관련한 다양한 요구사항이 존재하지만 강의실 본연의 기능을 잘 수행하는 것이 가장 중요하다는 의미로 볼 수 있다.

#### 5. 품질기능전개를 활용한 기능분석

품질기능전개는 품질관리 분야에서 많이 사용하는 기법으로 고객의 요구사항을 적절한 기술적 요소로 전환하여 나타내는 기법이다. 반복적인 전개를 통해 요구사항과 제품 구성요소의 관계뿐만 아니라 제품을 생산하는 공정 또는 공장까지의 연결 관계를 확인할 수 있다. 시스템 엔지니어링 분야에서도 기능분석 과정에서 많이 사용하고 있는 대표적인 기법이다.

Fig. 5는 품질기능전개 수행을 위해 사용하는 ‘품질의 집’이다. 1번의 고객 요구사항과 3번의 제품 특성의

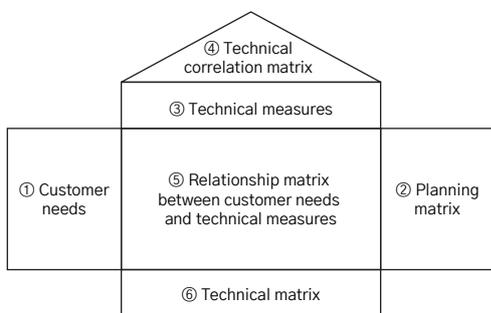


Fig. 4. Smart classroom for mixed reality lecturing

**Table 1.** Results of requirements analysis

Criteria level 1		Criteria level 2			Weight		
Name	Weight	No.	Name	Weight	Total weight	Rank	
Convenience of lectures	0.669	R001	Convenient communication between students and instructors must be possible.	0.165	0.1104	3	
		R002	The sound of the lecture must be clearly transmitted anywhere in the classroom.	0.264	0.1766	1	
		R003	The lecture scene must be clearly visible to any location in the classroom.	0.264	0.1766	1	
		R004	Lecturers must be able to easily check student attendance.	0.084	0.0562	8	
		R005	It must be possible to track the lecturer’s movements and save lecture videos.	0.036	0.0241	11	
		R006	It must be possible to check the student’s participation in the lecture.	0.094	0.0629	5	
		R007	It must be easy to review.	0.094	0.0629	5	
Subtotal				1	-	-	
Support for various lectures	0.088	R008	A diverse number of students must be supported.	0.256	0.0225	14	
		R009	Team discussion classes must be supported.	0.117	0.0103	15	
		R010	Presentation and discussion classes must be supported through student screen sharing.	0.051	0.0045	18	
		R011	I must be able to utilize the current classroom structure as much as possible.	0.576	0.0507	9	
Subtotal				1	-	-	
Connection with online system	0.243	R0012	It must be possible to conduct online lectures.	0.254	0.0617	7	
		R0013	It is possible to conduct both online and offline lectures.	0.152	0.0369	10	
		R0014	It must be possible to save the lecturer’s notes.	0.034	0.0083	16	
		R0015	It must be linked to the Learning Management System.	0.099	0.0241	12	
		R0016	It must be possible to use the Learning Management System in the classroom.	0.099	0.0241	12	
		R0017	Lecture recording results must be easily saved to the Learning Management System.	0.025	0.0061	17	
		R0018	A network environment and performance that allows online classes must be secured.	0.336	0.0816	4	
Subtotal				1	-	-	
Total	1				-	1	-

관계도를 5번에 작성하여 최종적으로 6번과 같이 제품 특성의 가중치 또는 우선순위를 결정한다.



**Fig. 5.** House of quality[6]

앞서 결정한 요구사항에 대응하는 스마트 강의실의 8가지 기능요소로 온라인 오프라인 통합 강의지원 시

스템, 출결 확인 시스템, 음향 및 영상 제어 시스템, 강의 촬영 및 저장 시스템, LMS 통합형 강의지원 시스템, 수강생 모니터링 시스템, 유연한 강의실 구조, 화면 제어 및 공유 시스템을 정의하였다. 그리고 요구사항과 기능요소의 관계는 ○, ×로 표시하였다. ○는 요구사항과 기능요소의 관계가 있음을 의미하고 ×는 관계가 없음을 의미한다. 요구사항의 가중치에 관계도를 곱하여 합산하면 각각의 기능요소의 중요도를 수치화할 수 있고 이를 1을 기준으로 환산하여 기능요소의 상대적인 가중치를 계산하였다. 상세 결과는 Table 2와 같다. 음향 및 영상 제어 시스템이 가장 높은 가중치를 가지고 이어서 강의 촬영 및 저장 시스템, 온라인 오프라인 통합 강의지원 시스템 순으로 나타나는 것을 확인할 수 있다. 요구사항 분석 결과와 일

**Table 2.** Results of quality function deployment

Requirements		Functions							
Name	Weight	Online and offline integrated lecture support system	Attendance confirmation system	Sound and video control system	Lecture recording and storage system	LMS integrated lecture support system	Student monitoring system	Flexible classroom structure	Screen control and sharing system
R001	0.165	○	×	○	×	×	×	×	○
R002	0.264	×	×	○	×	×	×	×	×
R003	0.264	×	×	○	○	×	×	×	×
R004	0.084	○	○	×	×	×	○	×	×
R005	0.036	×	×	×	○	×	×	×	○
R006	0.094	×	○	×	×	×	○	×	×
R007	0.094	×	×	×	○	○	×	×	×
R008	0.256	×	×	×	×	×	×	○	×
R009	0.117	×	×	○	×	×	×	○	○
R010	0.051	×	×	○	×	×	×	×	○
R011	0.576	×	×	○	○	×	×	○	×
R0012	0.254	○	×	×	○	×	×	×	○
R0013	0.152	○	×	○	○	○	○	×	○
R0014	0.034	×	×	×	○	○	×	×	×
R0015	0.099	×	×	×	×	○	×	×	×
R0016	0.099	×	×	×	×	○	×	×	×
R0017	0.025	×	×	×	○	○	×	×	×
R0018	0.336	○	×	○	○	○	×	×	×
Weight		0.1277	0.0229	0.2481	0.2283	0.1081	0.0425	0.1223	0.0999

치하게 강의의 기본 기능을 구성하는 기능과 온라인 관련 기능에 대한 가중치가 높게 나타났다.

## 6. 결론

시대의 변화에 따라 강의 방식도 변화가 필요하다. 이에 따라 대학을 포함한 여러 교육기관들은 다양한 IT 기술을 접목한 스마트 강의실 구축을 진행하고 있다. 해군사관학교에서도 해군사관학교의 교육 환경에 적합한 스마트 강의실을 구축하고자 타 대학 구축 사례 분석 및 설문조사를 통해 요구사항 수집 및 분석을 진행하고 기능 도출 및 기능 간의 중요도를 결정하였다.

이 과정을 통해 두 가지 큰 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 스마트 강의실은 강의를 잘하기 위한 수단이지 목적이 될 수는 없다. 요구사항 분석 및 기능 분석 결

과를 보면 음향 및 영상 시스템에 대한 우선순위가 가장 높게 나타나 강의를 잘 수행하는 게 직접적으로 영향을 주거나 방해가 될 수 있는 요소에 대한 기능을 가장 중요시하는 것을 알 수 있었다. 둘째, 전원 기숙사 생활을 하며 군사훈련을 병행하여 학사 운영 일정에서 여유가 부족한 해군사관학교의 교육 환경의 특징이 반영되었다. 전원 기숙사 생활로 일부 학생이 전염성 질환 등으로 격리된 상황에서도 오프라인 강의가 가능하고 휴강 등으로 인한 보강 일정 수립이 어렵기 때문에 온라인과 오프라인 강의를 동시에 진행할 수 있는 기능에 대한 우선순위가 높게 나타났다.

## 참고문헌

- [1] Gwangryul Park, "A Study on Design and Implementation of Smart Classroom and the Application in Practical Arts

Instruction,” *The Journal of Practical Arts Education Research*, 2015, 21(4), pp. 299–317.

[2] Sunju Park, “Attendance Check System Based on Smartphone Using QR Code,” *Journal of the Korean Association of Information Education*, 2014, 18(2), pp. 325–334.

[3] Sungwoo Ahn, “Smart Attendance Checking System Based on BLE Using a Beacon,” *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 2016, 11(2), pp. 209–214.

[4] Junhyuk Lee, “Electronic Attendance–Absence Recording

System Using BLE Advertising Function of Smartphone,” *Journal of the Korea Convergence Society*, 2017, 8(1), pp. 7–12.

[5] Kyunyo Lee, “An Analysis of the Relative Priority of Intellectual Property e-learning Contents Using the Analytic Hierarchy Process(AHP),” *Intellectual Property Review*, 2016, 11(1), pp. 227–253.

[6] SangShik Lee, “A Study on the Application of Quality Function Deployment for the Success of Social Commerce,” *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 2013, 18(1), pp. 71–79.