

아프리카 지역의 교육 여건에 따른 블록형 스마트 교실 구축방안 연구

최종천¹, 노인호², 유갑상^{3*}

¹청운대학교 건축공학과 교수, ²청운대학교 컴퓨터공학과 전임연구원, ³청운대학교 컴퓨터공학과 교수

A Study on the Development of Block Type Smart Classroom under the Educational Conditions in Africa

Jong Chon Choi¹, In-Ho No², Gab-Sang Yoo^{3*}

¹Department of Architectural Engineering, Professor, Chungwoon University

²Department of Computer Engineering, Associate Researcher, Chungwoon University

³Department of Computer Engineering, Professor, Chungwoon University

요 약 본 연구는 교육인프라가 취약한 아프리카 국가들의 교육 콘텐츠, 교실환경, 그리고 ICT기술에 대한 종합적인 보급을 위한 블록형 스마트교실 모델 제시를 목표로 한다. 수업관리시스템, 전력관리시스템 및 교실환경 관리시스템을 통합하는 상황별 솔루션을 제시하고, 아프리카 지역의 국가별 경제적, 비경제적 여건에 최적화가 가능한 융합 모델이 될 것이다. 이는 기존의 서비스, 콘텐츠, 솔루션에 대한 독립적 연구개발이나 단일 컨테이너로 보급된 기존교실과는 차별화되는 효율적인 모델이 될 수 있을 것이다. 이러한 통합 연구 과정을 통해 기존 컨테이너교실에서 나타나는 공간과 기능적 한계를 극복하고 이더닝 기술 고도화에 대비한 융통성 있는 공간을 구축한다. 향후 보다 다양한 지역의 교육 및 인프라 여건에 부합하는 성과 모델에 대한 탐구로 후속 연구의 깊이와 범위의 확장이 가능할 것이다.

주제어 : 컨테이너, 블록형, 비전력망, 스마트교실, 교실관리

Abstract The purpose of this study is to present a block type smart classroom model for comprehensive supply of educational contents, classroom environment and ICT technology in African countries where educational infrastructure is weak. It will provide a contextual solution that integrates learning management, power management, and classroom environment management systems, and will be a convergence model that can optimize economic and non-economic conditions for different African countries. It can be expected to enhance utilization as it is a differentiated model from existing classrooms with a single container, as well as independent research and development centered on services, content, and solutions. Through this integrated research process, we can overcome the spatial and functional limitations appearing in single container classrooms and build a flexible space for advanced e-learning technology. The depth and scope of the follow-up study can be carried by investigating the performance and models that are in line with the educational and infrastructure conditions of the various regions.

Key Words : Container, Block type, Off-Grid, Smart classroom, Classroom management

*This research was supported by an Academic Research Grant at the Chungwoon University 2016.

*Corresponding Author : Gab-Sang Yoo(gsyoo21@empas.com)

Received February 15, 2019

Revised March 8, 2019

Accepted March 20, 2019

Published March 28, 2019

1. 서론

21세기 들어 전 세계는 과학기술의 혁신적 발전과 더불어 이를 매개로 하는 교육전반의 환경도 큰 변화를 맞이하고 있다. 선진국 주도의 과학기술과 경제의 발전은 선진국과 개발도상국 사이의 교육과 ICT인프라 격차를 더욱 심화시키게 된다. 이에 2015년 인천 송도에서 유네스코 등 7개 국제기구의 참여하에 세계교육포럼에서 이른바 인천선언(Incheon declaration)이 채택된다. 교육 2030 인천선언에서는 2015년부터 15년간 세계교육의 공통 비전을 제시한다. 초중등교육을 보장하고, 청년 및 성인들의 전 생애에 걸친 평생학습기회 제공, 직업기술교육훈련, 고등교육과 연구지원 등 개발도상국가의 교육수요와 필요성 및 지속가능한 발전교육 등의 비전이 포함된다[1]. 개발도상국가 밀집 지역인 아프리카의 경우 ICT교육 등에 대한 지원도 유네스코를 비롯한 국제기구, ODA 등을 통해 다양하게 이루어지고 있다. 특히 사하라 사막 이남의 국가들의 비도시지역의 경우 기초 교육을 위한 인적, 물적 인프라 부족으로 선진국과의 격차는 더욱 심화되는 경향을 보인다. 국가 전체의 교육수준과 숙련된 노동인력은 지속 가능한 발전 및 성장을 위한 가장 중요한 자산이 된다. 그러나 아프리카 지역이 직면한 교육문제는 교육공간의 절대적인 부족과 양질의 교사 확보 곤란, 수업과 교육 자료를 확보하기 어려운 점, 현실적으로 부모의 교육 참여가 어려운 점 등 사회적 문제까지 겹쳐있다고 볼 수 있다. 실질적인 교육 격차를 줄이고 교육 2030 인천선언에서 제시하는 미래비전을 달성하기 위해서는 해당 지역의 사회, 경제적 교육여건과 전력 공급, 인터넷 보급 등 열악한 인프라에 최적화된 보급형 교육시설 모델 발굴과 보급 확대가 중요한 관건이 된다.

기존 이러닝 관련 연구 개발의 경우 주로 서비스, 콘텐츠, 솔루션 등에 대한 독립적 주제 위주로 진행되고 융합형 모델에 대한 연구는 부족하다고 볼 수 있다. 건축 에너지관련 기존 연구는 수동적(passive) 방법 중심으로 능동적 방법(active)에 대한 연구는 상대적으로 부족한 것으로 분석된다[2]. 본 연구는 통합 이러닝과 능동적 에너지시스템에 대한 융합연구를 통해 교실관리(Classroom Management), 학습관리(Learning Management), 에너지관리(Energy Management)의 통합을 바탕으로 공간과 기능 확장성이 가능한 블록형 스마트교실 모델을 제시한다.

2. 아프리카 교육 인프라 분석

2.1 아프리카 교육현황

지구촌의 대표적인 개발대상국가 밀집 지역인 아프리카의 경우 공교육 대상인 6세에서 17세 사이의 학생 중 상당수가 학교를 벗어나는 심각한 교육문제에 직면하고 있다. 특히 사하라 사막 이남에 위치한 아프리카국가들은 아래 Table 1에서 볼 수 있듯이 초중고 모든 연령대에서 선진국은 물론 다른 개발도상국가 밀집지역에 비해 압도적으로 높은 비율의 학생이 학교를 벗어나 있음을 알 수 있다.

Table 1. Out-of-school rate by region, 2016 [3]

region	age group (years)	%
Northern Africa and Western Asia	primary (6~11)	10.9
	lower secondary (12~14)	13.7
	upper secondary (15~17)	33.0
Sub-Saharan Africa	primary (6~11)	20.8
	lower secondary (12~14)	36.6
	upper secondary (15~17)	57.8
Southern Asia	primary (6~11)	5.6
	lower secondary (12~14)	17.2
	upper secondary (15~17)	48.4
Europe and Northern America	primary (6~11)	3.8
	lower secondary (12~14)	2.1
	upper secondary (15~17)	7.6
World	primary (6~11)	8.9
	lower secondary (12~14)	15.9
	upper secondary (15~17)	36.3

구체적으로 분석해보면 우선 세계 평균과 비교시 초등학교에 해당하는 6~11세 사이는 11.9%, 중학교대상인 12~14세는 20.7%, 고등학교에 해당하는 연령대인 15~17세의 경우 가장 높은 21.5%로 나타난다. 연령대가 올라갈수록 학교를 떠나는 비율이 누적되고 높아지는 것으로 분석된다. 따라서 기존의 초등학교 연령대를 대상으로 하는 교육도 중요하지만 중, 고등학교 연령대 대상교육, 보다 넓혀 보면 청소년층의 취업을 위한 기술 및 직업 교육, 성인층을 대상으로 하는 사회교육과 평생교육의 필요성으로 확대되고 기존에 보급된 20' 또는 40' 컨테이너 1조로는 이러한 교육수요를 감당하기 어렵게 된다.

2.2 아프리카 ICT 및 전력 인프라 현황

선진국과의 교육격차 해소가 지속가능한 발전의 가장 중요한 토대로 본다면 ICT보급은 단기간에 교육의 범위를 확장하는 가장 효율적인 방법이 될 수 있다. 인터넷보급률과 ICT발전지수는 해당 국가의 ICT인프라를 판단하는 중요한 근거가 된다. 인터넷 보급률 개선은 심화되는 교육격차 해소를 위한 가장 중요한 선결조건의 하나로서 교육 여건을 판단하는 일차적인 척도로 볼 수 있다.

Table 2. Internet Users Statistics for Africa (2018) [4]

nation	Population (2018 est.)	Internet users (31-Dec-2017)	Penetration (%population)
Algeria	42,008,054	18,580,000	44.2
Ethiopia	107,534,882	16,437,811	15.3
Congo	5,399,895	650,000	12.0
Tanzania	59,091,392	23,000,000	38.9
South Africa	57,398,421	30,815,634	53.7
Total Africa	1,287,914,329	453,329,534	35.2
World total	7,634,758,428	4,156,932,140	54.4

Table 2에 나타나는 주요 국가별 인터넷 사용률에서 아프리카 평균은 전 세계 평균 54.4%에 비해 20%가까이 낮은 35.2%에 머물고 있다. 아프리카에서도 사하라사막 이남의 국가들과 알제리아 같은 북부지역 국가의 인터넷 보급률의 격차는 매우 크게 나타난다. 사하라사막 이남 지역에 속하는 탄자니아는 전체 아프리카 평균에 가까운 국가로 가장 평균적인 아프리카 지원방향을 정하는 기준이 될 수 있다.

International Telecommunication Union(국제전기통신연합, 이하 ITU)은 각종 ICT관련 지표를 활용해서 국가별 역량을 비교하고 분석하는 ICT발전지수(ICT Development Index, 이하 IDI)를 공개한다.

Table 3. IDI of major African countries in 2017 [5]

nation	IDI(2017)		access		use		skill	
	rank	index	rank	index	rank	index	rank	index
Tanzania	165	1.81	162	2.52	164	0.75	164	0.75
Kenya	138	2.91	135	3.63	139	1.76	139	1.76
Senegal	142	2.66	138	3.57	138	1.76	138	1.76
Ethiopia	170	1.65	168	2.35	166	0.72	166	0.72
Korea	2	8.85	7	8.85	4	8.71	2	9.15

ITU에서 발표한 2017년 IDI자료를 분석해보면 아프리카 국가들의 IDI는 인터넷보급률과 마찬가지로 전반적으로 상당히 낮게 나타난다. Table 3에서 인용된 아프리카 국가들을 보면 접근성(access), 이용성(use), 스킬(skill) 등 IDI를 판단하는 모든 항목에서 낮은 수치를 보이고, 순위에서도 대부분 130위권 밖에 포진하는 것을 볼 수 있다. 특히 탄자니아와 에티오피아 등 사하라사막 이남 지역의 경우는 상대적으로 더 낮게 나타난다.

아프리카 등 ICT빈국 지원을 위해 유네스코는 물론 우리나라도 ODA를 통한 ICT교육지원 등의 노력을 기울이고 있지만 효율성과 성과라는 구조적 문제는 아직 남아있다. 따라서 이들 지역의 교육 및 ICT기반 역량강화를 위한 종합적인 해결방안이 필요한 시점으로 볼 수 있다. 아프리카의 경우 경제발전은 물론 국민생활, 교육, ICT보급 등을 가로막는 거정 큰 걸림돌의 하나는 바로 열악한 전력 공급망이다. 아프리카 인구는 전 세계의 13%선이지만 전력망의 혜택을 받지 못하는 전 세계 인구의 48%가 이 지역에 모여 있다고 한다. 특히 사하라사막 이남 46개국의 경우 약 6억여명이 전력 혜택을 받지 못하는 상황이다[6]. 남아프리카공화국을 비롯해서 세네갈, 가봉, 가나, 카메룬, 코르디부아르, 나미비아 등 7개국만 50%를 넘어서고, 나머지 39개국의 평균은 20%선에 불과하다. 도시 이외의 지역은 더욱 심각하다고 볼 수 있다. 그러나 아프리카의 지리적, 자연적 조건에서 최근 태양광을 이용한 재생에너지의 보급 가능성이 크게 주목받고 있다.

2.3 컨테이너를 활용한 아프리카지원 사업

2010년 영국에 본부를 둔 ICT분야의 비영리 단체인 Computer Aid International은 ZubaBox로 명명한 태양광을 활용하는 인터넷 카페를 아프리카나 라틴 아메리카의 접근성이 떨어지는 외곽지역에 보급을 시작한바 있다. 나이지리아 등 개발도상국에 8개국에 15개가 넘는 보급 실적을 보인 ZubaBox는 내부에 11대의 모니터를 설치하고 풍부한 학습 자료를 갖춘 학습 공간 제공, 지역 교육 기관의 훌륭한 교육 파트너로서 도움 제공, 새로운 디지털 기술을 제공 할 수 있는 역량 제공 등을 목표로 제시한다[7]. 그러나 이러한 목적을 수행하기에는 20피트(ISO표준 안목치수: 길이 5,867mm, 폭 2,352mm, 높이 2,385mm)라는 공간적 한계와 전문적인 교육 콘텐츠와 관리시스템 등의 한계로 아프리카나 라틴 아메리카의 비

도시지역에서 본격적인 역할을 수행하기에는 구조적 문제점이 크다고 볼 수 있다. 이와 유사한 개념으로 진행된 프로젝트로는 2013년 삼성그룹에서 아프리카지원을 위한 솔라스쿨(Samsung Solar Powered Internet School, 이하 SPIS)로 볼 수 있다[8]. 솔라스쿨 형태로 지원사업이 추진 중이나 해상용 40피트 하이큐브 컨테이너(ISO표준 안목치수: 길이 12,000mm, 폭 2,311mm, 높이 2,650mm) 역시 너무 좁은 폭과 지나치게 높은 세장비로 인해 목표로 하는 21~24명의 학생을 컨테이너 내부에 수용하기에는 용도와 대상, 그리고 공간적 한계가 크고, 급격히 활용도 저하로 연결될 가능성도 크다.

3. 블록형 스마트교실 개념

3.1 스마트교육 개념과 이러닝 시장의 동향

스마트교육 개념을 좁은 의미로 보면 교육효과를 높이기 위해 디지털 환경에서 스마트 기기를 다양하게 활용하는 것으로 스마트학습 환경구축이 중요한 전제조건이 된다. 산업통상자원부의 2016년 이러닝 산업실태조사에 의하면 2016년도 이러닝 공급자의 시장규모는 3조 4,876억원으로, 전년도인 2015년 3조 4,851억원에 비해 0.1% 증가한 수치로 정체상태에 있다고 볼 수 있다. 따라서 새로운 기술 개발과 함께 해외시장 진출의 필요성도 매우 중요하게 대두되는 시점이다. 이러닝 관련 산업의 구조를 분석해 보면 Fig. 1에 나타나는 바와 같이 기술과 제품, 판매로 구성되고 크게는 서비스와 콘텐츠 공급자로 분리된다. 국내 산업의 경우 정보통신산업진흥원의 이러닝산업 실태조사에 따르면 2016년 국내 기업의 이러닝 해외진출 사업 분야는 콘텐츠제공(40.2%), 서비스제공(38.4%), 솔루션 제공/시스템 구축(18%) 순으로 개별사업 중심으로 단순히 기술, 제품, 판매 등 개별적 접근과 진출로 인한 성장과 확장성의 한계를 보인다. 해외진출에 성공한 업체도 2015년 기준 전체 이러닝 사업자의 2.3%인 41개에 불과하다[9]. 이는 현지 정보, 네트워크 부족과 상대국의 교육 수요에 맞는 차별화된 상품 공급 및 현지화 역량이 미흡한 것에 기인한 것으로 분석된다.

글로벌 이러닝 시장연구 분석에 따르면 글로벌 이러닝 관련 산업 시장은 2020년 기준으로 미화31억 달러로 예측된다. 이는 2016년에서 2020년 기간 동안 연평균성장률 11.41%의 견고한 성장세 예측을 기반으로 한다. 이러한 성장세의 가장 큰 원인은 기반은 SMAC(social,

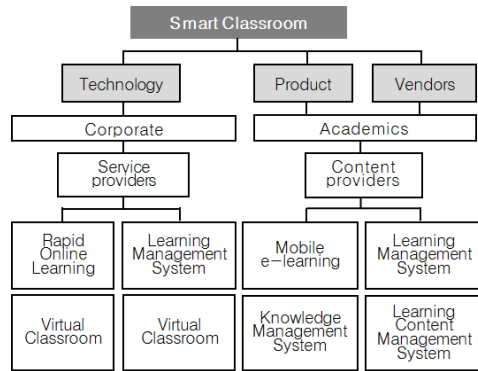


Fig. 1. E-learning Industry overview [10]

mobile, analytics, cloud) 기술의 이러닝 융합으로 볼 수 있다[10].

글로벌 이러닝 시장의 흐름으로 볼 수 있는 융합을 통한 새로운 기술개발과 정책지원을 통한 시장 확대에 대응하기 위해서는 Fig. 1의 기술, 제품, 판매를 기본으로 인프라와 정책적 방향까지 하나의 플랫폼으로 구축하는 보다 통합적인 접근과 솔루션에 대한 필요성이 제기된다.

3.2 스마트 학습환경

앞서 정의한 스마트교육에 필요한 스마트학습공간은 아래 10개의 주요 기능 충족을 통해 구축된다고 볼 수 있다[11].

- 1) 위치 인식: 학습자 위치를 실시간 감지
- 2) 컨텍스트인식: 다양한 시나리오와 활동 정보탐색
- 3) 사회적 인식: 사회적 관계 감지
- 4) 상호 운용성: 서로 다른 서비스, 플랫폼간 표준
- 5) 심리스 연결: 장치연결시 끊김 없는 서비스제공
- 6) 적용성: 선호도, 요구, 접근성에 따른 학습자료
- 7) 유비쿼터스: 명확히 표현될 때까지 학습자의 요구 예측, 학습자료 접근과 학습서비스가 가능한 시각적, 투명한 방법 제공
- 8) 전체 기록: 학습 경로 데이터 기록과 분석후 합리적 평가, 제안, 주문형 서비스 제공
- 9) 자연스러운 상호 작용: 위치와 얼굴표정 인식을 포함한 다중 양상 상호 작용의 감각 전달
- 10) 높은 참여도: 기술기반 환경에서 여러 방향 학습 경험의 상호 작용 제고

스마트겨실은 환경적 조건과 SMAC기술의 단계별 융합이 가능한 공간 구축이 중요한 조건이 된다.

4. 블록형 스마트교실 표준모델 구축

4.1 블록형 스마트교실의 공간구성

4.1.1 컨테이너의 특징 및 활용방향

해상용 컨테이너(shipping container)의 가장 큰 장점은 상대적으로 저렴한 공사비로 인한 경제성, 재사용을 통한 친환경성, 공장제작에 따른 균질한 품질 관리, 2조 이상의 컨테이너 조합이 가능한 모듈화, 내구성 강한 철골조를 통한 구조적 안정성, 필요 시점에 목표 공간으로의 이동성, 그리고 도전과 실험을 나타내는 상징성 등을 들 수 있다. 반면 단점으로는 구조상 열교가 크며 2.3미터 정도의 좁은 내부 폭으로 인한 공간과 용도상 한계, 운송비 발생, 기능 확장의 한계 등을 들 수 있다. 앞서 SPIS 사례는 항구 근처에서 쉽게 구할 수 있는 중고 해상 컨테이너 40피트 1조를 활용해서 최대 24명의 취학전 또는 초등학교생을 수용하는 교실을 만든 것이다. 태양광 PV시스템을 통해 기존 전력망에 의존하지 않는 에너지 자립형 교실로 비도시 지역 학생이 학습 및 인터넷을 할 수 있는 이동 설치가 가능한 건축물이지만 공간과 이에 따른 기능의 한계도 크게 나타나는 교실이다. 블록형 교실은 이러한 단일 컨테이너의 용도와 공간상 단점을 극복하기 위해 2조 이상 조합을 통해 다양한 형태로 확장 가능한 융통성을 주고 용도에 따라 공간 확장이 가능한 아프리카 지역에 보급된 기존 컨테이너 교실의 구조적인 문제를 해결하는 방안에서 출발한다.

4.1.2 블록형 스마트교실 표준모델

블록형 스마트 교실은 Fig. 2.에서 제시하는 교실관리, 학습관리, 에너지관리 등 3가지 관리체계 융합을 통한 공간의 스마트화를 반영한다.

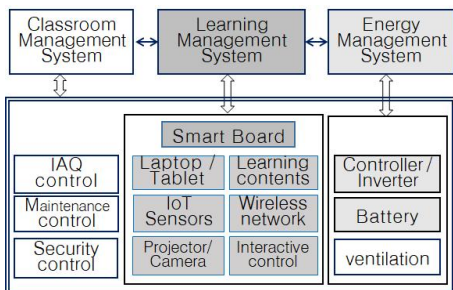


Fig. 2. Integrated management system

1) 블록형 스마트 교실은 NAS(Network Attached Storage)를 활용한 학습관리와 교육서비스를 지원한다. 스마트폰과 연계한 미러링 서비스를 통해 학습콘텐츠를 공유하며 판서 기능을 부가한다. 아프리카 현지의 교육 여건에 부합하는 학습관리 시스템을 구축하되 NAS 서버를 통해 학습 대상별 교육 콘텐츠를 구축하고 관리한다. 현지에서 활용 가능한 미디어를 파악하고 이를 활용할 수 있도록 상호 호환성을 고려하여 입체적인 교육이 가능하도록 한다. Fig. 3.에서 예시하는 것 같이 40피트 컨테이너 2조를 연결한 블록형 교실내에서 스마트보드, 디지털 프로젝터, 교사용 컴퓨터, 스마트폰 등을 통해 n 스크린 미러링을 유도하며, 교사, 학습도우미와 학습자가 상호 스크린 공유를 통해 학습 효율을 제고하도록 한다 [12].

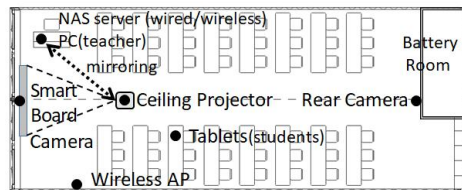


Fig. 3. Major equipments for B type classroom

교사 또는 교사도우미는 교사 컴퓨터를 활용해서 지역 학생들의 학습내용을 지원하고 관리하며, 수업에서 진행된 내용은 블록형 교실 내에 있는 NAS 서버에 저장하고 관리를 통해 필요시 학습자에게 다시 제공하는 과정을 통해 학습의 효율을 올리게 된다.

2) EMS(Energy Management System)는 블록형 교실에 필요한 능동적 전력 생산 및 관리시스템의 효율적 구축을 목표로 한다. Zubabox나 SPIS의 경우 태양광 패널이 지붕에 수평방향으로 설치되어서 일사각은 물론 패널 설치각도에 대한 고려 부족과 이로 인한 효율의 저하, 그리고 유지관리 측면에서의 문제점을 제기할 수 있다. 블록형 교실에서는 설치될 위치에 대한 사전 환경 분석과 태양광 PV array가 설치될 상단부의 구조적, 공간적 조건을 확인하고 용량과 시스템, 사양을 선정한다. 발전 시스템의 총용량과 모듈 사양을 선정하고 적절한 용량의 인버터를 선정하고 시스템의 직병렬 배치를 한다[13]. Fig. 4와 같이 컨트롤러를 통해 배터리에 공급되는 전압을 안정적으로 유지하며, 충전 배터리는 전기 저장을 통

해 우기나 야간 시간에도 활용 할 수 있게 해주며, 인버터는 충전 배터리의 직류(DC)를 교류(AC)로 변환하는 역할을 한다. 그러나 일반적으로 AC변환 과정에서 상당한 전력 손실이 발생하는바 메인 PC 등에 저전력형 기구를 사용하고 필요에 따라 DC기구도 사용한다.

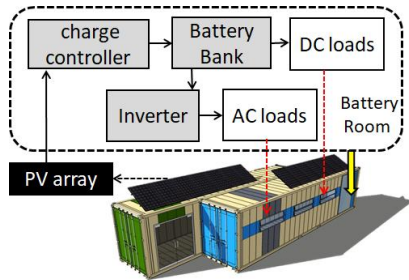


Fig. 4. Solar PV system with battery room

3) 통합 CMS(Integrated Classroom Management System)는 블록형 교실의 환경관리와 안전관리를 포함한다. 일차적으로 실내 공기의 질(Interior Air Quality, 이하 IAQ)은 건물의 구조, 환기 주기, 계절적인 요인 등 다양한 요인에 의해 그 수준이 결정된다. 자연환기는 IAQ 수준에 상당한 영향을 미치지만, 실제 교실에는 학생 및 교육용 기기 등에 상당한 오염균이 존재한다[14]. 교실실내 환경의 온도도 조절과 배터리룸의 경우 좁은 공간에 자연환기를 위주로 하지만 실내 환경에 대한 모니터링을 통해 위생과 안전관리를 한다. IoT센서 연결을 통해 쾌적하고 안전한 교실환경 지원을 가능하게 한다. 배터리룸의 경우 환기와 배터리 냉각을 위한 자연통풍이 필수적으로 적절한 환경 구축과 함께 수시로 원격 모니터링 할 수 있는 운영상 관리 체계를 구축한다.

4.1.2 친환경 / 태양광 활용방안

건축물의 형태와 공간, 재료, 설비 등은 주변 환경은 물론 사용자의 쾌적도에도 큰 영향을 미친다. 따라서 실내 쾌적성 확보와 목표한 에너지자립형 건물이 되기 위해서는 태양광, 통풍, 배기 등에 대한 사전 시뮬레이션을 통한 대안 비교와 검토 후 최적 방안을 찾을 수 있다[15]. 이를 위해 블록형 교실은 설계단계에 태양광 패널 설치 위치에 대한 주변의 건축물이나 나무 등 일조에 영향을 미치는 대상과 자연조건에 따른 기상과 일조 데이터를 사전 시뮬레이션에 반영해서 음영의 영향에 대한 실질적인 전력생산 가능 시간을 판단하고 교실사용시간대 분석

을 통해 필요한 전력량과 야간 및 흐리거나 비오는 날에 대한 활용 방안 등을 반영한다. Table 4는 전력필요량과 현실적 태양광 발전 방법을 단계별로 분석한 내용이다.

Table 4. Levels of electricity access [16]



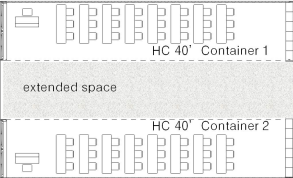
Tier	Electrical equipments	Power condition	Off-grid condition
0	-	No electricity or batteries only	-
1	Task lighting & phone charging, radio	Very low power Min 3W Min 4hours/day	Fully supported by off-grid solar
2	General lighting+ TV+fan	Low power Min 50W Min 4hours/day	Technically & economically feasible with off-grid solar. emerging business model
3	Air-con refrigerator water pump rice cooker	Med. power Min 200w Min 8hours/day	Unlikely to be economic with solar home systems in the foreseeable future
4	Washing machine, ironing, toaster microwave	High power Min 800W Min 16hours/day	
5	Air conditioning vacuum	Very high power Min 2kW Min 23hours/day	

Table 4에서의 1, 2, 3단계는 하루 중 저녁에 2시간 정도 전기를 사용하고, 4, 5단계는 저녁에 4시간 정도 전기 기구를 사용하는 것을 전제한다. 이 가운데 아프리카 현지 실정과 교육방향에 가장 부합하고 블록형 교실 기능에 가장 적합한 형태는 2단계로 볼 수 있다. 배터리에만 의존하는 0단계나 태양광시설에만 의존하는 1단계에 비해 2단계는 하이브리드 형태로 가장 현실적 대안이 될 수 있다. 게다가 3, 4, 5단계는 현재의 기술적 수준으로 볼 때 경제성 측면에서 투자비 대비 효율이 낮은 단계로 분류된다. 2단계를 통해 일반적인 등기구와 TV, 팬 정도를 구동할 수 있는 전력을 배터리를 통해 저장하고 최대 50와트, 하루 최소 4시간 이상의 구동시간을 확보한다. 이는 아프리카의 기술적, 경제적 여건으로 볼 때 가장 합목적적 블록형 교실의 방향이 된다고 볼 수 있다.

4.2 블록형 스마트교실 구축과 활용

Table 5는 최대 2개의 해상용 중고 컨테이너를 재활용한 스마트교실 구축 방안에 대한 예시이다.

Table 5. Container classroom by block type

type	container block type
A type (27.73m ²)	 HC 40' Container 1
B type (55.46m ²)	 HC 40' Container 1 HC 40' Container 2
C type (83.19m ²)	 HC 40' Container 1 extended space HC 40' Container 2

A type은 40피트 하이큐브 컨테이너 1조(내부면적 27.73m²)로 기존 SPIS와 같은 크기이다. 단순한 구조로 손쉬운 보급이 가능하지만 내부 폭이 2,311mm로 단열재를 설치시 폭은 더욱 좁아지고 기존 24명 수용시 과밀 교실이 된다(1인당 1.155m²). 블록형인 B type은 40피트 하이큐브 해상용 컨테이너 2조(내부면적 55.46m²)를 붙여서 활용하는 방법으로 내부 공간이 2배로 확장되고 32명을 수용해도 1인당 면적은 1.733m²로 개선된다. 같은 블록형의 확장형 대안인 C type은 B type과 같이 40피트 컨테이너 2조를 활용하지만 2조 사이의 빈 공간에 바닥과 벽, 지붕을 설치하는 방안으로 A type 내부면적의 3배(내부면적 83.19m²)에 이르는 가장 적극적으로 공간을 확장하는 모델이 된다.

Table 6. Spatial utilization by unit type

criteria	single unit A type	block type unit B and C type
① number of containers	1	2
② number of students	24	32 to 48
③ flexibility in use	X	O
④ expandability	X	2 times(B type) 3 times(C type)
⑤ class type	traditional class	multi type class (U-shape, O-shape)
⑥ local manufacturing	O	O
⑦ mobility	O	O
⑧ sustainability	X	O
⑨ advanced technology	X	O

Table 6은 단일 컨테이너 모델과 블록형 모델의 2개 대안에 대한 비교분석을 정리한 내용으로 블록형 모델인 B와 C type이 공간의 융통성, 지속가능성, 새로운 스마트 기술 적용 가능성 등에서 상대적으로 유리한 모델로 평가된다. 이는 스마트교실의 물리적 수명 뿐 아니라 기능 수명의 차원에서도 평가되어야 함을 보여준다.

5. 결론

세계는 지난 30여년간 교육과 인터넷, 전력망 보급 등은 엄청난 속도로 발전해왔지만 아프리카와 같은 일부 개발도상국은 현실적으로 동등한 교육 기회를 갖지 못하고 열악한 교육여건 속에 선진국과의 정보화 격차는 더욱 심화되는 양상을 보여 왔다. 유네스코 같은 국제기구는 물론 우리나라를 포함한 개발국들이 ODA 등의 지원을 하는 것도 결국 이러한 격차를 줄이고자 하는 노력의 일환이다.

글로벌 교육서비스 산업의 주요 흐름을 새로운 시장(New Market), 새로운 기기(New Device), 새로운 기술(New Technology), 새로운 수요자(New Consumer)로 보는 연구결과가 있다[17]. 지속가능성 차원에서 이러한 흐름을 본다면 개발도상국에 실질적인 교육지원이 가능하기 위해서는 일회성이 아닌 지속가능한 지원 모델, 즉 시장, 기기, 기술, 수요자를 현지 여건에 맞게 최적화한 모델의 필요성과 연결된다. 모든 세대(generation)를 아우르는 교육과 기능 수명 충족을 위해서도 공간의 확장과 변형은 중요한 전제조건이 된다. 따라서 다양한 교육 콘텐츠와 에너지 자립, 개선된 교육환경, 그리고 ICT인프라가 융합된 토털 솔루션으로 블록형 스마트교실 모델을 제시한다. 수업관리시스템, 전력 및 에너지관리시스템, 교실환경 관리시스템을 통합한 통합 유지관리시스템을 갖추고 아프리카 낙후지역의 교육과 ICT교육의 중심공간이 될 수 있도록 유도를 통해 기존 아프리카 지역에 지원되었던 단일 컨테이너 교실의 공간과 기능적 한계를 극복한 지속가능한 교실 모형으로 발전시킨다. 향후 아프리카 외 다른 지역의 교육여건에도 적용 가능한 모델 발굴과 SMAC기술을 융합한 발전된 스마트교실 모델로 후속 연구의 범위와 깊이가 확장될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] UNESCO. (2016). *Education 2030, Incheon Declaration and Framework for Action*. Seoul: Korean National Commission for UNESCO.
- [2] H. J. Lee, J. S. Han, Y. K. Jeong, I. W. Lee & S. H. Lee. (2012). A Technology of Context-aware based Building Management for Energy Efficiency. *Journal of Convergence for Information Technology*, 2(1), 69-75.
- [3] UNESCO Institute of Statistics. (2018). *Fact Sheet No.48. One in Five Children, Adolescents and Youth is Out of School*. Montreal: UNESCO Institute of Statistics.
- [4] Internet World Stats. (2018) *Internet Users Statistics for Africa: Usage & Population Statistics*.
https://www.internetworldstats.com/
- [5] International Telecommunication Union (2017). *Measuring the Information Society Report 2017, Volume I*. Geneva: ITU.
- [6] K. D. Park. (2015). *African Electricity Generation Market, Big Market*. POSRI Report. Seoul: POSCO Research Institute.
- [7] Computer Aid International. (2011). *Annual Report 2010/2011*. London: CAI.
- [8] KERIS. (2014). *Results Report on Educational Support Project using Solar School in 2013*. Taegu: Korea Education and Research Information Service.
- [9] NIPA. (2017). *2017 Survey of Korean e-Learning Industry*. Jincheon: National IT Industry Promotion Agency.
- [10] Docebo. (2016). *Elearning Market Trends and Forecast 2017-2021*. Docebo.
- [11] Z. Zhu, M. Yu & P. Riezebos. (2016). A Research Framework of Smart Education. *Smart Learning Environments*, 3(4), 11-17.
- [12] G. B. Yoo & J. C. Choi. (2016). A study on the development of a language education service platform for teaching assistance robots. *Journal of Digital Convergence*, 14(8), 224-232. DOI:10.14400/JDC.2016.14.8.223
- [13] H. W. Jeon, K. H. Choi, J. H. Ahn & S. J. Park (2017). A BIM-based design support model for BIPV installation elevation design. *KIEAE Journal*, 17(6), 177-186.
- [14] S. B. Kim & H. K. Kim. (2018). A Study on the Brand Service Design for Measuring and Managing Indoor Air Quality. *Journal of Digital Convergence*, 16(6), 325-333. DOI:10.14400/JDC.2018.16.6.325
- [15] K. U. Kwon. (2019). A Study on the Energy Performance Evaluation of Building Evaporative Cooling System for Building Construction in Response to Climate Change. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(1), 54-60.
- DOI:10.22156/CS4SMB.2019.9.1.054
- [16] Independent Evaluation Group. (2016). *Reliable and Affordable Off-Grid Electricity Services for the Poor: Lessons from the World Bank Group Experience*. Washington DC: IEG.
- [17] KOTRA. (2017). *Global Market Report, Global Education Market Trend and Advance Strategy in 2017*. Seoul: KOTRA.

최 종 천(Choi, Jong Chon)

[정회원]



- 1984년 2월 : 성균관대학교 학사 (건축공)
- 1990년 8월 : U. of Colorado (M.Arch)
- 2007년 2월 : 성균관대학교 박사과정 수료 (문화철학전공)

- 1999년 1월 ~ 2015년 3월 : (주)아키랩 건축사 사무소 소장
- 2015년 4월 ~ 현재 : 청운대학교 공과대학 건축공학과 교수
- 관심분야 : 건축, 문화, ICT융합
- E-Mail : metapolis@naver.com

노 인 호(No, In Ho)

[학생회원]



- 2017년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 대학원 대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2010년 12월 ~ 2016년 12월 : 한국정보통신기술사협회 차장
- 2017년 1월 현재 : 디지털문화융합 협회 사무국장

- 관심분야 : IOT, 이러닝, DBMS
- E-Mail : altum2k@naver.com

유 갑 상(Yoo, Gab Sang)

[정회원]



- 1992년 8월 : 연세대학교 전자계산학과 (공학석사)
- 2001년 4월 : Ural state University (이학박사)
- 2002년 3월 ~ 2013년 2월 : 동국대학교 정보통신학과 객원교수

- 2013년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야 : 소프트웨어 공학, DBMS
- E-Mail : gsyoo21@empas.com