

# 호텔 객실의 에너지 효율화를 위한 대기전력 분석 - 체크아웃 상태를 중심으로 -

이준수\* · 구충완\*\*

Analysis of standby power for enhancing the energy efficiency of a hotel guestroom  
- Focusing on check-out status -

Lee, Junsoo\* · Koo, Choongwan\*\*

**Abstract:** The issue of hotel energy use is growing more significant as the hotel industry expands. It is important to take into account the electrical installation and space-specific features in a room unit in order to comprehend the energy consumption of a hotel guestroom. In light of this, this study aimed to analyze standby power for enhancing the energy efficiency of a hotel guestroom during check-out status. This study was conducted in three steps: (i) data collection; (ii) analysis of energy consumption patterns; and (iii) analysis of energy efficiency improvement plan. The main findings of this study can be summarized as follows. First, 32.24% of energy was used in fan coil unit) during check-out status. Second, a hotel guestroom had a 4.30% energy saving potential, based on energy consumption patterns during check-out status. This study can contribute to support hotel management to operate guestrooms differently by helping them identify patterns in energy use and realize potential savings.

**키 워 드:** 호텔 객실, 에너지 효율, 에너지 절감, 체크 아웃, 대기 전력

**Key Words:** Hotel Guestroom, Energy Efficiency, Energy Saving Potential, Check-out, Standby power

## 1. 서 론

홍콩 EMSD (Electrical and Mechanical Services Department)에 따르면, 홍콩 전체 전력 에너지 소비량 중 64%가 상업용 건물에서 소비되고 있다 (EMSD, 2019). 다양한 유형의 상업용 건물 중에서 호텔은 시설 운영 관점에서 독특한 특성을 갖는다. 대표적으로 연중무휴, 다양한 부대시설과 그에 따른 개별적인 운영 일정, 재실자 수요에 따른 실내 환경 조성 등이 있다 (Deng and Burnett, 2000). 이러한 특성으로 인하여, 호텔의 단위 면적당 에너지 소비량은 다른 상업용 건물과 비교하여 높게 나타난다. 이러한 배경에서, 호텔의 에너지 소비 절감에 대한 관심이 높아지고 있으며, 호텔 경영자는 경제적 이슈와 함께 지속가능한 호텔 (또는 그린호텔)이라는 이미지 구축을 위해 에너지 이슈에 대응하고 있다 (Chan, 2013).

한편, 호텔 및 관광 분야는 홍콩의 대표적인 산업으로서, 2018년 기준 291개의 호텔이 있으며, 매년 지속적으로 증가하는 추세이다. 홍콩의 호텔에서 연간 소비하는 에너지 (전기, 가스, 디젤 등) 비용이 1억 홍콩 달러에 이르기 때문에, 호텔의 에너지 소비를 절감시킬 경우, 호텔의 총

운영 비용 절감에 크게 기여할 수 있다 (Deng and Burnett, 2002). 따라서, 경제적, 환경적 관점에서, 홍콩 호텔의 에너지 효율을 개선하기 위한 새로운 전략과 기술에 관한 연구가 수행될 필요가 있다.

건물의 에너지 효율을 개선하기 위해서는, 우선 에너지 소비 현황을 체계적이고 객관적으로 파악할 필요가 있다 (Michailidis et al., 2018). 즉, 건물 에너지 소비량의 실시간 모니터링을 위한 새로운 기술을 적용함으로써, 건물 에너지 소비 패턴을 파악하고, 에너지 효율 개선을 위한 전략을 수립함으로써, 운영 비용을 절감할 수 있다. 건물의 전력 에너지 소비량을 파악하기 위한 다양한 방법 중에서, 전기계량기가 가장 많이 적용되고 있다. 일반적으로, 전기계량기는 측정 시점까지의 누적 전력 소비량을 제시하며, 별도의 통신장비가 연계되어 있지 않다. 이에 따라, 전기계량기를 통한 데이터 수집은 수동적이고 임의적으로 이루어진다 (Luan and Leng, 2016). 다시 말해서, 건물 또는 가구 단위의 전력 에너지 소비 총량만을 확인할 수 있기 때문에, 상세한 수준 (공간별 · 시간별 · 기기별)에서의 에너지 소비량을 분석하는 것은 거의 불가능하다. 이러한 기존의 에너지 소비 모니터링 방식의 한계를 극복하기 위하여, 사물인터넷 (Internet of Things; IoT) 기반의 스마트 에너지 미터를 활용할 수 있다. 기존의 전기계량기와는 달리, 스마트 에너지

\* 인천대학교 도시과학대학 건축학과 박사과정

\*\* 인천대학교 도시과학대학 도시건축학부 부교수, 교신저자 (cwkoo@inu.ac.kr)

미터는 상세한 수준 (공간별 · 시간별 · 기기별)에서의 건물 에너지 소비량을 실시간으로 수집할 수 있다는 특징이 있다 (Molina-Markham et al., 2010).

호텔 객실을 구성하는 대부분의 기기 (냉장고 제외)들은 체크인아웃인 경우 사용되지 않는다. 그런데, 체크인 여부와 상관없이, 호텔 객실의 기기들은 대기전력이 유지된 상태로 가동되며, 이에 따라 전기 요금이 지속적으로 부과되고 있다. 일반적으로, 대기전력은 리모컨의 신호를 수신하거나 시간을 표시하는 데 소비되며, 일부 기기는 단순 대기상태로 유지되기도 한다 (Quinn and Schrier, 2011). 호텔 객실이 체크인 상태인 경우, 객실자 니즈에 따라 기기를 사용할 수 있도록 대기전력을 유지할 필요가 있으나, 체크아웃 상태일 때는 대기전력을 차단할 필요가 있다.

이러한 배경에서, 본 연구에서는, 실시간 데이터를 활용하여 호텔 관리자 맞춤형 분석을 다각적인 관점에서 수행하고자 한다. 체크인아웃인 경우, 호텔 객실의 에너지 소비 패턴을 분석함으로써, 기기별 대기전력을 분석할 수 있다. 이를 기반으로, 체크아웃인 경우, 대기전력 차단을 통한 호텔 객실의 에너지 효율화 방안을 수립할 수 있다. 또한, 체크인-부재인 경우, 에너지 절감 전략 수립을 위한 기준 지표로 활용할 수 있다. 이를 통해, 에너지 효율적이고 친환경적인 호텔 (그린 호텔)을 구현하기 위한 기반을 마련하고자 한다.

## 2. 연구 방법

본 연구에서는 홍콩에 위치한 호텔 객실을 대상으로, IoT 기반의 스마트 에너지 미터를 통해 수집된 빅데이터를 활용하여, 체크인아웃일 때의 에너지 소비 패턴과 에너지 절감 잠재량에 대한 분석을 수행하였다. 호텔 객실의 기기 구성을 고려한 시간별 분석은 (i) IoT 센서를 활용한 실시간 데이터 수집; (ii) 에너지 소비 패턴에 대한 시간적 분석; (iii) 에너지 절감 방안 수립, 순서로 수행되었다.

### 2.1 IoT 센서를 활용한 실시간 데이터 수집

본 연구에서는, 공간별 실시간 빅데이터 수집을 위하여 홍콩에 위치한 호텔을 대상으로 스마트 에너지 미터를 설치하였다. 이 호텔은 약 200개의 객실 및 다목적실로 구성되어 있는데, 연구의 공간적 범위는 36m<sup>2</sup> 크기의 객실로 설정하였다. 연구의 시간적 범위는, IoT 센서를 통한 데이터 수집 기간인 2018년 8월 1일 ~ 2019년 7월 31일까지의 1년으로 설정하였다.

본 연구에서 활용한 스마트 에너지 미터는 1

분 단위로 실시간 전력 에너지 소비량을 수집한다. 다만, 서버의 데이터 저장 용량을 고려하여, 15분 단위 누적 수치를 클라우드 서버에 저장하고, 분석을 위한 기준 단위로서 1시간을 수립하였다 (Wh 단위 사용).

본 연구의 대상 시설인 호텔의 분전반 계통 상황을 고려함으로써, 6가지 대표적인 전력 소비 기기 (TV, Room Light, Bath Light, FCU-Fan Coil Unit, Fridge, ESS Light)로 구분하여, 개별 기기의 전력 에너지 소비량을 수집하였다. 이러한 6가지 기기 중, Fridge와 ESS Light는 체크인/체크아웃 상태 또는 객실자의 수요와 상관없이, 24시간 항상 전력을 소비해야 하는 특성이 있으므로, 본 연구의 데이터 분석 (에너지 소비량 및 절감 잠재량 분석) 범위에서는 제외하였다 (Figure 1 참조).

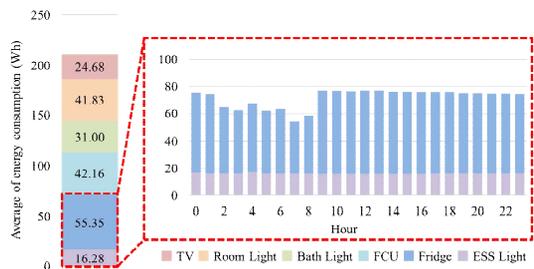


Figure 1. Hourly average energy consumption of fridge and ESS light

### 2.2 에너지 소비 패턴 분석

효율적인 건물 에너지 관리를 위해서는, 공간별 시간대, 기기 구성 등 다양한 특성을 복합적으로 고려할 필요가 있다. 이러한 복잡한 분석을 수행하기 위하여, 가장 작은 분석 단위인 호텔 객실을 대상으로 선정하였다. 그중에서도 체크인아웃일 때의 데이터를 분석함으로써, 공간을 구성하고 있는 기기들의 에너지 소비 특성을 파악할 수 있다. 이를 위해 호텔로부터 받은 체크인 시간과 체크아웃 시간 정보를 활용하여, 시간대별 체크인과 체크아웃을 구분하였다.

분석은 시간의 흐름에 따라, 연간 단위의 총괄 분석에서 시작하여, 월별, 요일별, 시간대별 상세 분석을 수행하였다. Figure 2는 시간적 분석을 위한 대시보드를 나타낸 것이다. 대시보드는 왼쪽 위부터 연간, 월별, 요일별, 시간대별 분석 결과를 제시한다.

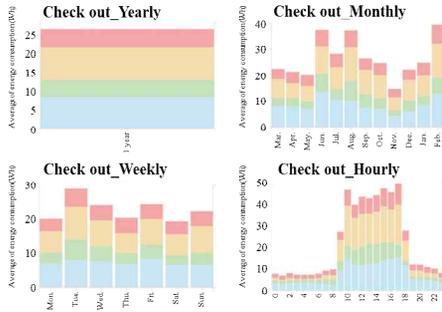


Figure 2. Dashboard for temporal analysis

### 2.3 대기전력 분석 및 에너지 절감 방안 수립

시간적 흐름에 따른 에너지 소비 패턴 분석 결과를 토대로, 체크인과 체크아웃으로 구분하여 에너지 절감 방안을 수립하였다. 체크아웃의 경우, 청소 및 관리를 제외한 비운영 시간(19:00 ~ 09:00) 동안 전력 차단 시 에너지 절감 잠재량을 분석하였다. 또한, 비운영 시간 중 심야시간을 기준으로, 기기별 대기전력을 산출하였고, 이를 통해 체크인 시 에너지 절감량을 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 시간적 에너지 소비 패턴 분석

호텔 객실의 체크아웃 에너지 소비 패턴을 분석함에 있어서, 시간의 흐름에 따라, 연간, 월별, 요일별, 시간대별 상세 분석을 수행하였다.

#### 3.1.1 연간 에너지 소비 패턴

Figure 3과 같이, 체크아웃일 때, 연간 에너지 소비 평균은 105.90Wh로 나타났다. 이때, 기기별 에너지 소비량의 구성 비율은 TV, Room Light, Bath Light, FCU 순서로 18.77% (19.88Wh), 31.91% (33.80Wh), 17.07% (18.08Wh), 32.24% (34.14Wh)로 나타났다. 체크아웃 중에는 Room Light와 FCU에서 소비되는 에너지가 전체의 약 64.12%로 분석되었다. 이러한 결과의 원인을 파악하기 위하여, 체크아웃일 때의 에너지 소비에 대한 다양한 시간적 분석이 필요하다.

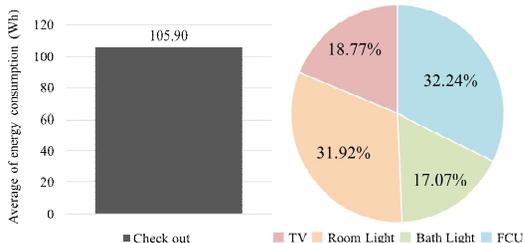


Figure 3. Yearly average energy consumption for check out

### 3.1.2 월별 에너지 소비 패턴

Figure 4와 같이, 체크아웃 동안 계절별 에너지 소비 패턴을 살펴본 결과, 봄 (3~5월), 여름 (6~8월), 가을 (9~11월), 그리고 겨울 (12~2월)의 순서로 85.87Wh, 137.92Wh, 88.41Wh, 116.18Wh로 분석되었다. 이러한 계절별 에너지 소비 패턴의 원인에 대한 상세 분석을 위하여, 기기별 에너지 소비량 분석을 실시하였으며, 구체적인 수치는 Table 1에서 제시하였다. 그 결과, 모든 기기의 에너지 소비량이 여름철에 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.

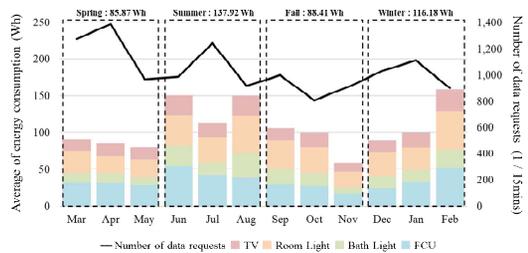


Figure 4. Monthly average energy consumption for check out

Table 1. Monthly average energy consumption by application for check out

구분		# 단위: Wh.									
월	계절	합계		TV		Room Light		Bath Light		FCU	
		월	계절	월	계절	월	계절	월	계절	월	계절
3	봄	90.65	85.87	16.38	17.36	28.64	25.36	14.13	12.93	31.50	30.22
4		86.41	85.87	18.51	17.36	22.85	25.36	13.97	12.93	31.08	30.22
5		80.55	85.87	17.18	17.36	24.59	25.36	10.69	12.93	28.09	30.22
6	여름	150.62	137.92	26.55	24.49	42.30	42.43	27.27	25.53	54.50	45.47
7		113.18	137.92	20.01	24.49	33.84	42.43	16.47	25.53	42.86	45.47
8		149.96	137.92	26.92	24.49	51.15	42.43	32.84	25.53	39.05	45.47
9	가을	106.28	88.41	16.73	16.38	38.37	31.53	21.80	15.92	29.38	24.58
10		99.63	88.41	19.43	16.38	35.55	31.53	17.35	15.92	27.30	24.58
11		59.32	88.41	12.99	16.38	20.68	31.53	8.60	15.92	17.05	24.58
12	겨울	89.70	116.18	16.71	22.06	32.36	38.64	16.98	19.33	23.65	36.16
1		100.11	116.18	20.27	22.06	31.00	38.64	15.91	19.33	32.93	36.16
2		158.74	116.18	29.19	22.06	52.55	38.64	25.09	19.33	51.91	36.16

### 3.1.3 요일별 에너지 소비 패턴

Figure 5와 같이, 체크아웃 중 요일별 에너지 소비 평균을 살펴보면, 주중에는 110.39Wh, 주말에는 97.04Wh로 분석되었다. 또한, 데이터 개체수를 비교해 보았을 때, 주중의 평균은 1,807개, 주말의 평균은 1,750개였으며, 화요일에 1,505개로 유독 체크아웃일 때가 많다는 것을 알 수 있었다. 요일별 에너지 소비 패턴의 상세 분석을 위하여, 기기별 에너지 소비량 분석을 수행하였으며, 구체적인 수치는 Table 2에서 제시하였다.

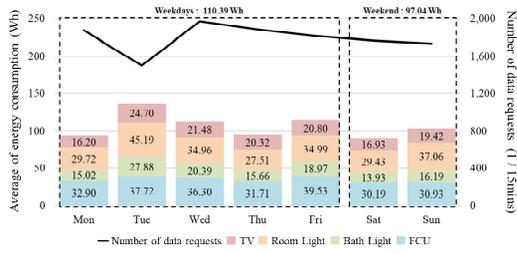


Figure 5. Weekly average energy consumption for check out

Table 2. Weekly average energy consumption by application for check out

구분		합계	TV	Room Light	Bath Light	FCU	# 단위: Wh
월		93.84	16.20	29.72	15.02	32.90	
화		135.49	24.70	45.19	27.88	37.72	
수	주중	113.13	110.39	20.70	34.96	34.47	35.63
목		95.20	20.32	27.51	15.66	31.71	
금		114.29	20.80	34.99	18.97	39.53	
토	주말	90.48	16.93	29.43	13.93	30.19	30.56
일		103.60	19.42	37.06	16.19	30.93	

3.1.4 시간대별 에너지 소비 패턴

Figure 6과 같이 체크인아웃 동안 시간대별 에너지 소비 평균을 살펴보면, 주간 (07:00 ~ 19:00)의 시간별 에너지 소비량의 평균은 144.59Wh, 야간 (19:00 ~ 07:00)의 평균은 34.62Wh였다. 특히, 오전 9시부터 오후 7시까지 에너지 소비량이 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있었는데, 이는 체크인아웃일 때, 객실 청소 및 관리의 영향을 받은 것으로 판단된다. Table 3과 같이, 체크인아웃 중에서도 청소 및 관리 시간을 제외한 순수한 비운영 시간 (19:00 ~ 09:00)동안 대기전력을 차단하여 에너지를 절감할 수 있을 것으로 판단되었다.

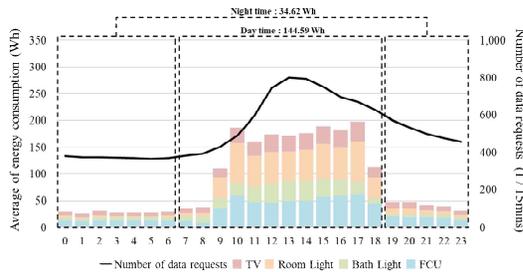


Figure 6. Hourly average energy consumption for check out

Table 3 .Hourly average energy consumption by application for check out

구분	합계	TV	Room Light	Bath Light	FCU	# 단위: Wh				
7	35.82	8.13	6.43	9.18	12.08					
8	38.33	10.52	6.92	11.49	9.40					
9	109.79	16.32	39.08	17.89	36.50					
10	186.93	29.14	75.15	24.94	57.70					
11	159.47	25.27	58.50	28.60	47.10					
12	174.27	33.17	60.45	34.80	45.85					
13	주간 171.59	144.59	29.72	25.57	55.21	50.18	36.99	24.77	49.67	44.07
14	177.09	32.12	58.80	36.03	50.14					
15	189.71	33.12	67.31	33.07	56.21					
16	182.39	31.67	61.81	30.30	58.61					
17	197.95	38.09	74.68	23.94	61.24					
18	111.75	19.56	37.83	10.03	44.33					
19	48.40	12.19	10.18	5.18	20.85					
20	48.05	12.03	11.27	5.20	19.55					
21	42.25	10.23	7.41	5.20	19.41					
22	39.57	8.84	6.63	6.13	17.97					
23	31.64	8.04	3.96	5.24	14.40					
0	야간 30.32	34.62	7.46	8.83	4.03	4.66	5.54	5.72	13.29	15.41
1	27.28	7.63	7.63	2.09	5.94	11.62				
2	31.57	9.29	3.18	6.22	12.88					
3	28.74	7.66	1.66	5.69	13.73					
4	28.45	7.50	0.98	5.66	14.31					
5	28.68	7.33	1.36	5.81	14.18					
6	30.47	7.76	3.14	6.79	12.78					

3.2 에너지 절감 방안 수립

3.2.1 체크인아웃 중 비운영 시간 대기전력 차단

체크아웃일 때는, 청소 및 관리 시간을 제외한 비운영 시간 (19:00 ~ 09:00) 동안 객실을 사용하지 않기 때문에 TV, Room Light, Bath Light, FCU에서 발생하는 에너지를 절감할 수 있다. 이때, 전력 자체를 차단하여, 대기전력조차 발생하지 않을 경우의 에너지 절감 잠재량을 분석하였다. Figure 7과 같이, 체크인아웃 중 비운영 시간 (19:00 ~ 09:00) 동안, TV, Room Light, Bath Light, FCU의 에너지 소비 평균은 각각 8.90Wh, 4.95Wh, 6.38Wh, 14.75Wh로 총 34.98Wh다. 이를 월 단위로 환산할 경우, 8월 동안 약 3.15kWh [= 34.98Wh \* {360 (8월의 데이터 수) / 4 (1 시간 / 15 분 단위 데이터)}]를 절감할 수 있는 것으로 분석되었다. 이러한 분석 프로세스에 따라, 체크인아웃일 때, TV, Room Light, Bath Light, FCU의 연간 에너지 절감 잠재량은 약 51.9kWh인 것으로 분석되었다 (Table 4 참조). 이는 체크인아웃의 연간 에너지 소비 총량(331.91 kWh)의 약 15.64% 수준에 해당한다.

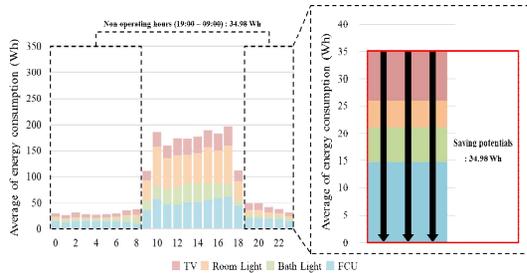


Figure 7. Energy saving potentials for check out

Table 4. Monthly number of data requests and saving potentials for check out

구분	데이터 수 (1 시간/15 분)	절감 잠재량 (kWh)
2018	8월	360
	9월	449
	10월	435
	11월	459
	12월	520
2019	1월	477
	2월	364
	3월	601
	4월	700
	5월	494
	6월	475
	7월	601
합계	5,935	51.9

이와 같이, 체크아웃 중 비운영 시간의 대기 전력을 차단함으로써, 연간 에너지 소비 총량인 1,207.26kWh의 약 4.30%를 절감할 수 있을 것으로 분석되었다 (Table 5 참조).

Table 5. The summary of monthly energy consumption and saving potential

구분	에너지 소비량 (kWh)	에너지 절감 잠재량 (kWh)	절감 후 에너지 소비량 (kWh)	비율 (%)	
	(a)	(b)	(c)=(a)-(b)	(d)=(b)/(a)	
2018	8	100.25	3.15	97.1	3.14%
	9	99.24	3.93	95.31	3.96%
	10	101.71	3.8	97.91	3.74%
	11	97.21	4.01	93.2	4.13%
	12	103.88	4.55	99.33	4.38%
2019	1	103.91	4.17	99.74	4.01%
	2	93.54	3.18	90.36	3.40%
	3	103.84	5.26	98.58	5.07%
	4	99.34	6.12	93.22	6.16%
	5	100.81	4.32	96.49	4.29%
	6	100.00	4.15	95.85	4.15%
	7	103.53	5.26	98.27	5.08%
합계	1,207.26	51.9	1155.36	4.30%	

### 3.2.2 체크인 중 대기전력 기반 에너지 절감

본 연구에서는, 체크아웃의 심야 시간 (01:00 ~ 07:00) 동안 일정 수준으로 발생하는 기기별 에너지 소비량을 대기전력으로 정의하였다. 기기별 대기전력은 TV, Room Light, Bath Light, FCU 순으로 7.86Wh, 2.07Wh, 6.02Wh, 13.25Wh로 분석되었다.

이를 토대로, 체크인 중 대기전력을 기준으로 한 절감 방안을 수립할 수 있다. 예를 들어, 체크인-재실 중일 때는 재실자가 수면하는 시간인 심야시간 동안 기기를 제어함으로써, 대기전력 수준의 에너지 소비만 발생하게 할 수 있다. 또한, 외출 등 체크인-부재 중에는 재실자가 없는 상태이므로 TV, Room Light, Bath Light, FCU의 불필요한 가동으로 인한 에너지 소비를 절감할 수 있다. 다만, 재실자가 돌아왔을 때, 기기를 바로 사용할 수 있도록, 전력 자체를 차단하는 것이 아닌 전원 제어를 통해, 대기전력 수준으로 유지하는 것이 적절하다. 이와 같이, 체크인 중에도 재실자의 공간 활용에 방해가 되지 않는 수준에서 기기별 전력 에너지 소비를 관리함으로써, 호텔 객실의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

## 4. 결론

본 연구에서는, 홍콩 소재의 호텔을 대상으로, 호텔 객실의 체크아웃 시 에너지 소비 패턴 및 에너지 절감 방안을 수립하고자 하였다. 이를 위해, 2018년 8월부터 2019년 7월까지의 기간 동안, 기기 (TV, Room Light, Bath Light, FCU) 단위로 수집된 실시간 에너지 소비 데이터와 함께, 호텔로부터 받은 체크인/체크아웃 데이터를 활용하였다. 특히, 기기 구성을 고려하여 시간적 분석을 수행하였다. 본 연구는 다음과 같은 순서로 수행되었다: (i) IoT 센서를 활용한 실시간 데이터 수집; (ii) 에너지 소비 패턴에 대한 시간적 분석; (iii) 에너지 절감 방안 수립. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- (i) 에너지 소비 패턴: FCU가 차지하는 비율이 32.24%로 가장 높게 나타났다. 그리고, Room Light와 FCU의 영향으로 인하여, 여름철 (6~8월) 에너지 소비 평균이 137.92Wh로 가장 높게 나타났다. 주간과 비교하여, 야간의 에너지 소비량은 23.94% 수준으로 분석되었다. 특히, 오전 7시부터 오후 7시 사이에 에너지가 많이 소비되었는데, 이는 체크아웃 일 때, 객실 청소 및 관리에 사용된 에너지로 분석되었다.
- (ii) 에너지 절감 잠재량: 에너지 절감 잠재량 측면에서, 청소 및 관리 시간을 제외한 순수

한 비운영 시간 (19:00 ~ 09:00) 동안, TV, Room Light, Bath Light, FCU에 대하여, 체크아웃의 연간 에너지 소비 총량 중 약 15.64%, 객실의 연간 에너지 소비 총량 중 약 4.30%의 에너지 절감 잠재량이 있는 것으로 분석되었다.

본 연구의 분석 결과를 토대로, 호텔 객실의 에너지 절감 잠재량을 분석하기 위한 실시간 에너지 모니터링 및 제어 시스템을 개발할 수 있을 것이다. 본 연구에서 제안한 방법을 활용함으로써, 호텔 관리자는 객실 내 에너지 소비 패턴을 명확하게 인식할 수 있고, 이를 토대로 에너지 효율화 전략을 수립할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 제안된 방법은 객실 단위로 적용되었지만, 후속 연구를 통해 호텔 전체로 확대 적용될 수 있다. 또한, 호텔 이외의 다양한 건물유형 (예: 주거용, 상업용 등)에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

## ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 성과입니다 (No. NRF-2020R1C1C1004147).

## REFERENCES

- Chan, E. S. W. (2013), "Managing green marketing: Hong Kong hotel managers' perspective." *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 34, pp.442-461.
- Deng, S. and Burnett, J. (2000), "A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong" , *Energy and Buildings*, Vol. 31, No. 1, pp.7.
- Deng, S. and Burnett, J. (2002), "Energy use and management in hotels in Hong Kong" , *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 21, No. 4, pp.371.
- EMSD (Electricity and Mechanical Services Department) (2019), "Hong Kong energy end-use data 2019" , EMSD, Hong Kong.
- Luan, H. and Leng, J. (2016). "Design of energy monitoring system based on IOT" , 2016 Chinese Control and Decision Conference (CCDC), pp.6785-6788.

Michailidis, I. T., Michailidis, P., Alexandridou, K., Brewick, P. T., Masri, S. F., Kosmatopoulos, E. B. and Chassiakoa, A. (2018), "Seismic Active Control under Uncertain Ground Excitation: an Efficient Cognitive Adaptive Optimization Approach." , 2018 5th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), pp.847-852.

Molina-Markham, A., Shenoy, P., Fu, K., Cecchet, E. and Irwin, D. (2010), "Private memoirs of a smart meter." , *BuildSys '10: Proceedings of the 2nd ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Building*, pp.61-66.

Quinn, M. and Schrier, T. (2011), "Is there a vampire lurking in your hotel? An examination of standby power consumption in Virginia hotel rooms" 16th Graduate Students Research Conference in Hospitality and Tourism (Poster Session).