

다목적 조명 서비스를 위한 통합제어시스템 구현

변운조*, 김영원**, 공헌택*, 임재현*

*공주대학교 컴퓨터공학과

**공주대학교 스마트자연공간연구센터

e-mail:{qus6814, forever, htkong, defacto}@kongju.ac.kr

Implementation of Integrated Control System for Multi-Purpose Lighting Service

Woon-Jo Byun*, Young-Won Kim**, Heon-Taek Kong*, Jae-Hyun Lim*

*Dept of Computer Science & Engineering, Kongju National University

**Smart Natural Space Research Center, Kongju National University

요 약

인간은 오랜 시간 자연광에 순응하며 진화해왔고 자연광과 유사한 환경에서 보다 능률적인 작업과 편안한 휴식을 갖는다. 자연광의 광 특성은 색온도, 단파장, 조도 및 휘도 등으로 분류되며 광 특성에 따라 인간에게 미치는 영향과 효과가 달라진다. 이에 본 논문에서는 자연광의 광 특성을 고려하여 사용자의 건강과 감성, 조명의 에너지 효율 등 다양한 목적에 따라 최적의 조명서비스를 제공할 수 있는 통합제어시스템을 구현하였다.

Keyword : 통합제어시스템, 상황조명, 실내조명, 조명서비스

1. 서론

인간은 오랜 시간 자연광에 순응하며 진화해왔고 자연광과 유사한 환경에서 보다 능률적인 작업과 편안한 휴식을 갖는다[1,2]. 자연광은 공간과 형태를 인식하고 색상을 구분하는 시각적인 효과 뿐만 아니라 색온도, 단파장, 조도 및 휘도 등의 광 특성에 따라 인간의 감성과 건강 및 조명의 에너지효율에 영향을 미친다[3].

자연광의 색온도는 인간의 심리, 감성에 영향을 주며 공간의 목적에 맞게 다양한 조명을 연출할 수 있다[4]. 자연광의 색온도 변화를 실내 조명 환경을 통해 재현할 경우 인간은 가장 자연스럽게 인지하고, 풍부한 색채로 감성적인 만족감을 높일 수 있다. 자연광의 단파장은 인간의 생체리듬 중 수면-각성에 관여하는 체내 멜라토닌을 분비 또는 억제하여 일정한 패턴을 유지한다[5]. 또한, 자연광의 조도 및 휘도는 실내 조도 기준에 맞게 인공광을 서비스하는데 필요한 요소로 조명 에너지 절감 효과를 얻을 수 있다[6]. 이러한 자연광의 광 특성을 실내 조명 서비스에 반영할 경우, 자연광이 인간에게 주는 감성과 건강적인 측면과 실내 조명의 에너지 효율에서 긍정적인 효과를 얻을 수 있다.

이에 본 논문에서는 자연광의 색온도, 단파장, 조도 및 휘도 등의 광 특성을 사용자의 조명 사용 목적인 건강, 감성, 에너지 등에 부합되도록 분석하여 최적의 조명서비스를 제공하는 통합제어시스템을 구현하였다.

2. 통합제어시스템 구현

2.1 시스템구성도

그림 1은 통합제어시스템 구성도이다.



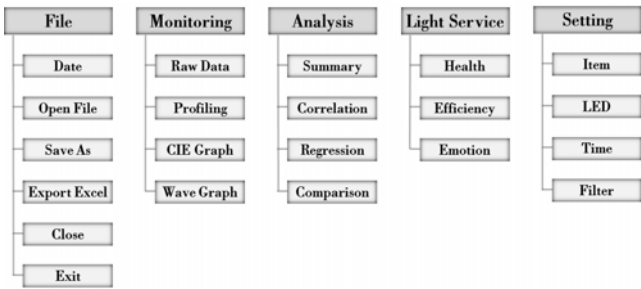
(그림 1) 통합제어시스템 구성도

자연광 관측 데이터는 분광계, 광량계, 기상관측기, 색차계, 휘도계 등 5종 장비를 활용하여 70종의 데이터를 취득하였고, 자연광 Raw DB에 저장하였다. 저장된 자연광 데이터분포를 확인한 후, box-and-whisker plot을 이용하여 whisker 바깥쪽에 위치하는 데이터를 이상치로 분류하여 제거하는 필터링을 수행하고 날짜 및 운량에 따라 데이터를 통합한 다음 상관관계 분석을 통해 가중치가 낮은 속성들을 제외하여 축소된 차원의 새로운 데이터 셋을 구

성하여 자연광 전처리 DB에 저장하였다. 인공광 DB 구축은 Warm, Cool로 구성된 A사 LED와 분광계, 광량계, 색차계, 휘도계를 사용하였다. 조명의 제어비율은 W:55, C:55부터 각 단계마다 W/C 값을 4씩 증가하여 총 2500 단계를 측정하였다. 다목적 조명 서비스를 위한 자연광 특성의 제어 비율을 추출하기 위해서는 다중회귀분석을 이용하여 데이터를 분석하였다. 또한 유클리디안 거리 알고리즘을 기반으로 한 색좌표 매칭 알고리즘을 적용하여 최적의 인공광 후보군을 추출하였다. 저장된 DB는 MySQL- connector를 통해 어플리케이션과 연동하였다. 통합 제어시스템의 UI 및 기능은 Java, Swing 및 Image I/O를 사용하였고, 데이터 분석을 위해 R을 연동하였다.

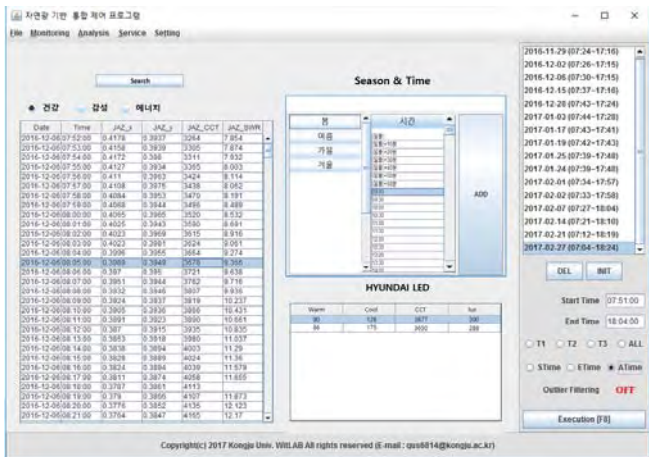
2.2 통합제어시스템 주요 기능

통합제어시스템은 자연광 Raw Data 취득, 전처리, 분석 및 서비스를 통합적으로 제공한다. 그림 2는 통합제어시스템의 주요 기능이다.



(그림 2) 주요 기능

통합제어시스템의 주요 기능은 File, Monitoring, Analysis, Light Service, Setting으로 5개의 그룹 21개의 서브기능으로 구성하였다. 'Monitoring'과 'Analysis' 메뉴는 자연광 전처리 DB와 연동되어 자연광 데이터의 시각화, 비교분석, 회귀분석 등의 기능을 서비스하였다. 'Light Service' 메뉴는 자연광 전처리 DB와 인공광 DB가 연동되어 사용자의 건강, 감성, 에너지에 맞는 조명을 서비스하였다. 그림 3은 다목적 조명 서비스를 위한 UI이다.

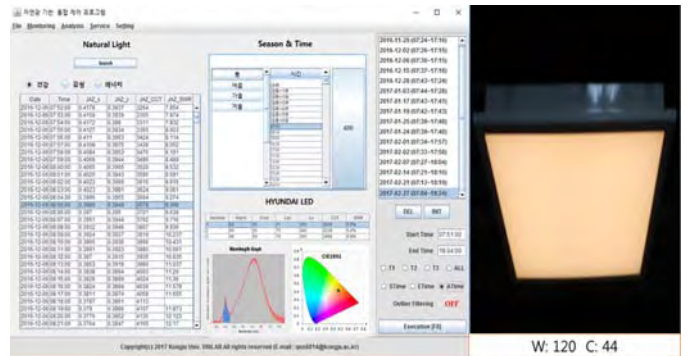


(그림 3) Light Service UI

UI구성은 조명 서비스 선택하는 패널, 인공광과 매칭할 자연광의 계절과 날짜, 시간을 선택하는 패널, 선택된 자연광 데이터의 시간별 광 특성을 나타내는 패널, 선택된 자연광 데이터와 매칭된 인공광의 정보를 나타내는 패널로 구성되어 있다. 조명 서비스 선택 패널에서 사용자의 조명 사용 목적에 따라 건강, 감성, 에너지를 선택한 후, 자연광의 계절과 시간을 선택하면, 조명 사용 목적(건강, 감성, 에너지)에 부합되는 factor를 기준으로 자연광의 데이터 목록을 나타낸다. 선택된 자연광 데이터 목록의 factor와 매칭되는 인공조명의 Warm/Cool 비율, 분광분포 및 색좌표를 나타내고, 선택된 조명 factor로 서비스 된다.

2.3 건강 조명 서비스 실행 예

그림 4는 통합제어시스템 'Light Service'에서 건강을 선택한 후, 자연광의 데이터 중 봄, 일몰시간(6시20분)의 실행한 예이다.



(그림 4) 서비스 실행 예

선택한 자연광데이터의 단파장 비율은 4.1%로 분석되었고, 인공광 DB에서 4.1%와 근사한 값을 가지는 후보군을 10가지를 선정 한 후, 사용자의 수면 유도를 위해 100lux 이하의 조도 값을 가지는 최적의 조명 후보를 선정하여 UI상에 표시하였다. 그림 3의 조명은 시스템에 의해 제어된 조명으로 W:120/C:44의 제어비율, 3.92%의 단파장, 97Lux의 조도를 가진 조명이다.

3. 결론

본 논문에서는 다목적 조명 서비스를 위한 통합제어시스템을 구현하였다.

먼저, 자연광 Raw DB는 분광계, 광량계, 기상관측기, 색차계, 휘도계 등 5종 장비를 활용하여 70종의 데이터를 취득하였고, 인공광 DB는 Warm, Cool로 구성된 A사 LED를 W:55, C:55부터 각 단계마다 W/C 값을 4씩 증가하여 총 2500단계의 취득 데이터로 구축하였다. 통합제어시스템의 UI 및 기능은 Java, Swing 및 Image I/O를 사용하였고, 데이터 분석을 위해 R을 연동하였다.

향후에는 색온도, 단파장, 조도 및 휘도 이외에도 자연광의 다양한 factor를 고려하고, 최적의 인공광 후보를 선

택할 수 있도록 조명 매칭 및 품질 평가 알고리즘을 개선할 예정이다.

※ 이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2014R1A2A1A11054509)
※ 본 논문은 2016년도 미래창조과학부의 재원으로 과학벨트기능지구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (2016K000298)

참고문헌

- [1] Y. J. Park, J. H. Choi, M. K Jang, "Optimization of Light Source Combination through the Illuminance and Color Temperature Simulation of Circadian Lighting Apparatus", 『JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION』 9(8), 2009.8, 248-254.
- [2] J. S. Yang, "A Study on the Autumn LED Emotional Lighting Color through the comparative analysis of the Daylighting and LED Lighting Color", 『The Korean Institute of Illuminating and electrical Installation Engineers』, vol.25, no.11, pp.1-13, 2011.
- [3] Ruzena Kralikova, Miriama Piňosová, Beata Hricová, "LIGHTING QUALITY AND ITS EFFECTS ON PRODUCTIVITY AND HUMAN HEALTH", 『INTERNATIONAL JOURNAL OF INTERDISCIPLINARITY IN THEORY AND PRACTICE』 ITPB - NR.: 10, YEAR: 2016 - (ISSN 2344 - 2409).
- [4] J. S. Yang, "A Study on the Autumn LED Emotional Lighting Color through the comparative analysis of the Daylighting and LED Lighting Color" 『 The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers』 Vol.25 No.11, 2011.11, 1-13.
- [5] M. G. Kim, S. K. Park, S. C. Ahn, "Rhythmic Control and Physiological Functional Significance of Melatonin Production in Circadian Rhythm." Journal of Life Science 2013, Vol. 23, No. 8, pp. 1064-1072.
- [6] S. G. Kim, C. W. Yi, C. K. Chee, "A Study on the Establishment of Standard Illumination Levels for Energy Savings" 『Proceedings of KIIEE Annual Conference』 1993.11, 11-16.