

항로표지 시설의 LED 감성조명을 위한 RGB 원격 콘트롤러의 구현

정영철* · 최조천**† · 조대환***

*, ** 목포해양대학교 해양전자통신공학부, *** 목포해양대학교 기관시스템공학부

An Implementation of the RGB Remote Controller for LED Emotion Lighting of AtoN Facilities

Yeong-Cheol Jeong* · Jo-Cheon Choi**† · Dae-Hwan Cho***

*, ** Division of Marine Electronic & Communication Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

*** Division of Marine Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 해안 및 항만에 설치되는 항로표지 시설에 3색 LED를 적용하여 야간에 식별을 용이하게 하는 감성적 시각의 조명과 항만 진입등의 점멸제어 방식에 대하여 연구하였다. 항만 양측에 홍등, 백등의 항로표지를 주변의 조명과 차별화하여 식별을 쉽게 하였고, GPS에 의한 시각동기와 타이머를 통하여 항만 진입등을 좌우 및 일렬순차 점등으로 동기시키는 통합형 콘트롤러를 설계하였다. LED에 의한 AtoN(Aids to Navigation) 시설을 높이에 따른 층별 색상으로 조화시키고 감성조명으로 표현하여 항해사의 표지식별에 대한 혼란을 방지하며 야간항만의 경관을 미화시키는 효과를 얻었다. 또한 선박의 항만진입을 인도하는 메시지를 전달하는 모르스 부호 발광의 기능을 부가적으로 구현하였다. 등명기는 반영구적인 고휘도 LED로 대체되므로써 수명과 소비전력에 대한 효율성을 증대하였다.

핵심용어 : 항로표지, 감성조명, PWM, 듀티비, RGB전송프레임

Abstract : This study on the methode is eased to distinguish with emotional visual lighting on AtoN facility using 3colors LED, and which is controlled to on-off switching of approach light in shore or harbor. The identification have eased to provide a differentiation between the AtoN facility of red and white light and surrounding light in harbor both sides. And the integrated controller have designed to left-right and serial sequential lighting system for harbor guidance using the GPS synchronous or timer. There is expectation effect that is prevent a confusion about distinguish of facility by ship's operator and to beautify a night scene of harbor, which is expressed to emotional identification lighting and variable color lighting on AtoN body by vertical layer color lighting using LED. In addition, the performance of AtoN is implemented to display with guidance light the harbor safety message by morse code lighting. Effectiveness of system is enhanced that age and power consumption reduce by candle alternated high light LED.

Key Words : AtoN, Emotion lighting, PWM, Duty rate, RGB transmission frame

1. 서 론

1962년 GaAsP형의 적색발광 LED가 최초로 출시된 것을 시작으로 내진동성, 고신뢰성, 저전력소모 등의 장점으로 각광받고 있다. 1971년 녹색, 주황색, 황색 등의 색상을 나타내는 LED가 출시되어 효율성이 증대되었고, 1993년 청색 및 녹색 스펙트럼을 방출하는 고효율 InGaN LED의 출현으로 백색 LED 탄생의 기반이 마련되었다. LED는 이미 선박

에서 조명, 집어등 및 신호등(현등)으로 널리 사용 되고 있으며, LED 조명에 부가하여 가시광통신도 가능하므로 자동차간 통신, 자동차와 신호등간의 교통안전정보 수신, 등대와 선박간 통신, 초고속 센싱 등의 기술을 기대하고 있다. 해양에서 사용되는 대표적인 LED조명은 집어등과 양식장 등이 있으며, 야간 조업에서 집어등을 LED조명으로 사용하는 경우 전기절감은 물론 전구의 열에 의하여 불편함을 겪었던 어부들의 작업환경도 한층 개선된다. 또한, 직진성이 좋은 LED의 특성상 항로표지용으로 적합하므로 해상용 등명기는 LED 방식으로 개발되어 계속 대체되고 있다(Jeong et al., 2006). 특히, 항만입구를 알리는 좌우 2개의 등대는

* 대표저자 : 학생회원, seoultel1@naver.com, 011-243-7711

† 교신저자 : 정희원, choijjo@mmu.ac.kr, 010-2609-2157

각각 적색과 백색으로 되어 있으나, 항만 주위의 불빛과 구별이 어려울 경우, 입항선박의 충돌사고 가능성도 배제할 수 없으므로 LED를 활용하여 등대를 시각적으로 표현하면 항해자의 식별 혼란을 방지하는 효과가 크다.

국토해양부는 방파제 등대에 LED를 사용한 시각적인 조명으로 시범 운영중이며, 등대의 LED 직접조명 표준규격을 마련하고 전국의 등대에 확대 적용할 예정이다. 이러한 등대의 조명은 항만을 미화시키고 친숙감을 유발하므로 일반인들의 해양에 대한 이미지를 새롭게 제고할 수 있다.

2. LED 조명의 감성효과

LED 조명기기는 크게 기존의 백열전구, 할로겐, 전구, 형광등 등의 백색 조명기기를 대체할 수 있는 백색 LED 조명기와 RGB LED를 이용하여 충전연색의 표현이 가능한 RGB LED 조명기로 나누어진다. 특히, RGB LED는 다양한 색상(Hue)과 상관색온도(Correlated color temperature)의 재현에 의해 인간의 생리, 심리, 감성에 적합한 색의 표현이 가능하여 경관조명, 건축조명, 병원조명 등에서 인간의 섬세한 감성에 미의식, 감정순화, 편안함, 감동 등을 유도하는 고기능성을 주는 조명으로 활용된다. RGB LED를 이용하여 다양한 색상과 상관색온도를 표현하기 위해서는 기본적으로 RGB LED를 제어할 수 있는 3개 이상의 채널이 필요하며, 여기에 상관색온도와 연색성(Color rendering)을 제어하기 위해서 Cool white, Warm white, Amber 등의 색상을 구현하여 표현한다. RGB LED 조명은 Fig. 1의 구성으로 Fig. 2에서 보는 바와 같이 PWM 방식을 이용하여 색상 및 밝기(Brightness)를 제어하고 있다. PWM 방식은 개발자에 따라 조금씩 다르게 구현되며, EMI와 플리커링(Flickering)을 줄이기 위한 기술이 추가되고 있다(Kang et al., 2009).

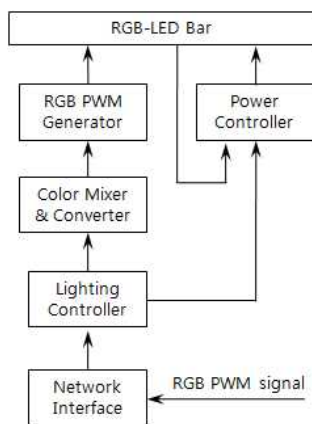


Fig. 1. Diagram of RGB controller.

Fig. 2에서 RGB의 LED에 각각의 PWM color data를 제공하여 모든 색조를 표현할 수 있으며, 연속되는 Frame에서 PWM color data를 단계적으로 가변하여 색조를 카멜레온 형태로 변화시킨다. 즉, RGB의 PWM에 의한 각각의 듀티비를 가변하여 색조의 은은한 변화를 표현할 수 있다. Fig. 2에서 Delay는 임의로 설정하는 휴지시간, 0.5 S(초)는 시스템의 Color data 인식시간이며, 이후에 점등시간으로 이어진다.

여기에서 색상의 표현에서 LED 조명의 상관(相關) 색온도에 따른 감성평가의 연구에 의하면 색온도가 높을수록 활동성 요인과 역량성 요인은 높게 평가되었고, 색온도가 낮을수록 안정감 요인이 높게 그리고 감성이미지 요인에서는 색온도와 관계없이 청색계통을 선호하는 것으로 보고되었다(Jee et al., 2006).

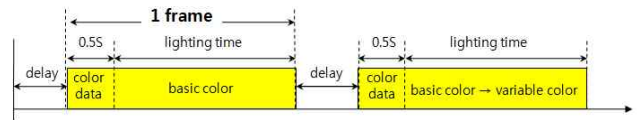


Fig. 2. PWM control of RGB.

광원의 제어에 의하여 색온도 6,700K(Kelvin)의 푸른색에서는 상쾌한 분위기, 색온도 5,000K의 연한 백색계통에서는 자연스러운 분위기, 색온도 3,000K의 따뜻한 색에서는 안정된 분위기의 감성을 느끼게 된다. 그러므로 색온도를 조정할 수 있는 LED를 사용하여 조사되는 조명의 색온도를 바꿈으로써 색다른 감성적인 분위기를 연출할 수 있다. Fig. 3은 빛의 3원색에 대하여 색온도를 표시하는 다이어그램이다(WIKIPEDIA, 2012).

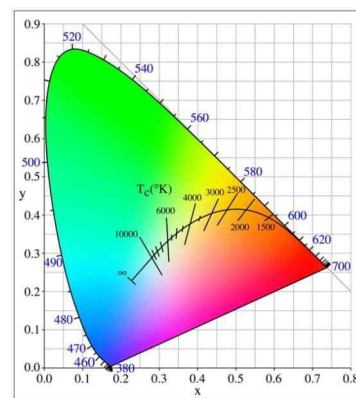


Fig. 3. Diagram of color temperature by 3-primary colors.

표지시설의 시각적인 감성효과를 더하기 위해서는 녹색과 적색의 색온도를 3,000K에서 6,000K 정도의 범위에서 부

드럽게 변화시켜 주는 제어기술을 부가하면 표지의 식별을 극대화하는 효과적인 조명으로 될 것이다(Kim and Baik).

3. 시스템 구현

방과제용 등대에서 GPS에 의한 시각동기와 타이머를 통하여 등대에 설치되는 컨트롤러가 서로 동기되어 LED 조명기를 동시에 점등하며, 등대의 등명기도 동기제어하며, 컨트롤러 각각의 식별기호와 듀티비 제어를 통하여 등대의 조명이 변화됨과 아울러 수평면에서 서로 다른 색으로 변화되도록 하여 조사면 전체에 대한 조명 농도가 균일하게 유지되어야 한다. 컨트롤러는 듀티비 제어를 통하여 사용자가 색상의 설정이 가능해야 하며, 해상의 항로표지 부표의 등명기가 조명기와 동기되어 좌우 동시 및 순차점멸을 컨트롤러간에 연동하는 통신기능을 연구해야 한다. 메인시스템의 설계요소는 Table 1과 같이 설정하여 설계하였다.

Table 1. Design Factor of Main system

Function	Design Factor
Fade In/Out, Morse Code, Color set-up	RGB Duty Ratio control
Color variable	RGB Duty Ratio change
Vertical Bright, Vertical Color	RGB Duty Ratio control of each ID
Synchronous On/Off control, Sequential On/Off control	GPS and Timer

Fig. 4는 LED PWM 제어기의 구성도이고, Fig. 5는 메인 제어기의 구성도이다. CPU는 모두 AT91SAM7X256을 사용하였고, 입력키와 액정모니터, 원격용 조명제어 신호를 출력하는 직렬통신포트 그리고 GPS 및 클럭동기 부분으로 구성된다. CPU는 PWM의 듀티비에 의한 연속점등, on/off 및 RGB 혼합에 의한 색조를 제어하게 된다.

Fig. 6은 PWM에 대한 전송프레임을 설계하는 방법을 도시한 것이다. 예를 들어 R100이면 R색상이 100%임을 의미하고 이때 G색상과 B색상은 0으로 되며, 백색을 출력하려면 R33, G33, B33로 각각 33%씩의 PWM 신호를 보내어 점등 시간 동안 LED에 각각의 전류를 공급한다. PWM의 듀티비에 의해 순간적으로 단속되는 LED 조명은 잔상에 의하여 평균치로 되며 밝기를 결정하게 된다(Hoon, 2009). Fig. 7은 한가지 색조를 설정하고 연속 점등하는 전송프레임을 나타내었다(Kim et al., 2009).

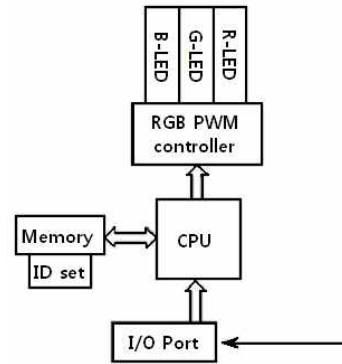


Fig. 4. Block diagram of LED PWM controller.

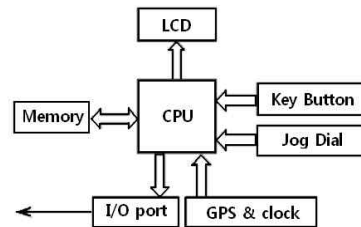


Fig. 5. Block diagram of main controller.



Fig. 6. Design of PWM frame.

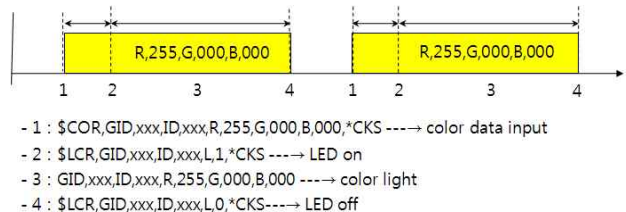


Fig. 7. Transmission frame for sequential lighting.

여기에서 부드러운 감성조명을 표현하려면 카멜레온 형태로 색상을 변화시키는 기법이 필요하다. Fig. 8은 적색에서 녹색으로 변화되는 감성조명의 프레임의 간략하게 설명한 것으로 이후의 G값은 010, 015, 020, 025, 030, ……의 단계로 계속해서 가변시키게 된다.

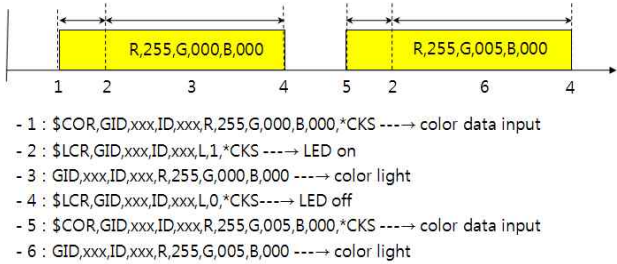


Fig. 8. Transmission frame for emotion red lighting.

적색의 경우, 고유의 적색이 유지되는 범위에서 서서히 약간의 황녹색과 보라색 계통으로 색상을 변화시킨다. 이 방법은 어선의 집어등에서 적용되고 있으며, 백색을 중심으로 은은하게 녹색 및 청색으로 바뀌는 변화단계를 PWM 신호를 약 5% 정도의 가감으로 설정하면 자연스럽게 감성적으로 색상이 변하게 된다. Fig. 9는 LED bar의 적색 발광을 백색의 벽면에 투사하는 실험을 수행한 것이며, Table 2는 적색의 감성조명에서 RGB PWM의 듀티비를 제어하는 과정을 간략하게 설명한 것이다.



Fig. 9. Lighting test on red LED bar.

Table 2. PWM control on emotion lighting of red

Red duty ratio(%)	Green duty ratio(%)	Blue duty ratio(%)	Light time	Color
100	000	000	1 sec	RED
080	020	000	"	
060	040	000	"	Red-Green
080	020	000	"	
100	000	000	"	RED
080	000	020	"	
060	000	040	"	Red-Blue
080	000	020	"	
100	000	000	"	RED

Fig. 10은 등주 조명을 수직면에 조사하는 형태이며, 상단에 설치하는 4열의 LED bar의 조명을 등주에 수직 층별로 분할하여 조사하면 빔의 각도와 거리가 각기 다르기 때문에 균일한 밝기로 나타나게 하려면 LED bar에 각각의 다른 듀티비를 적용해야 한다. 즉, 상부를 조사하는 RGB LED의 듀티비는 작고 하부를 조사하는 듀티비는 크게 된다. 동시에 등주의 수직 층별로 색상이 다른 조명을 구현하기 위해서는 각각의 LED bar에 각기 다른 색상의 RGB 명령을 설정해야 한다. Fig. 11은 5개의 LED bar를 평행으로 배열하고, 각각 여러 가지 색상을 입력하여 분별 색상의 표현을 실험한 사진이다.

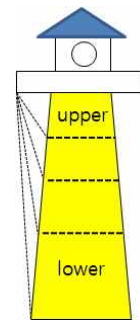


Fig. 10. Shape irradiation on vertical level of light house.



Fig. 11. Test of color by 5-LED bar.

Fig. 12는 동기점멸 프레임으로 제어기에 GPS 수신기와 24시간 클럭을 내장하고 있으며, 운용자의 작동개시 및 작동중지의 시간설정에 따라 on/off 하는 타이머 기능과 트리거 펄스에 의하여 등대간의 점멸을 일치시키는 동기 연동점멸을 구현하였다. 이 방법을 응용하면 선박의 입출항 항로를 유도하는 부표용 등명기와 시각동기를 성립하여 순차동기로 연동하여 점멸하는 기능을 구현할 수 있다.

Fig. 13은 모스 부호 B를 발광하는 프레임이며, 입출항 선박을 대상으로 간단한 항만안전정보 및 입출항정보를 전송할 때, LED 발광의 직응성 및 광범의 직진성을 이용하여 효과적으로 정보를 전달할 수 있다. 국제전기통신협약의 부

항로표지 시설의 LED 감성조명을 위한 RGB 원격 컨트롤러의 구현

속 전신규칙에 의한 모尔斯 부호의 장단점 길이(T)에 대한 규정에서 장점은 단점의 3배, 문자를 구성하는 점간의 간격은 단점과 동일, 문자와 문자 사이의 간격은 3단점, 그리고 단어와 단어 사이의 간격은 7단점과 같다(ITU, 2009).

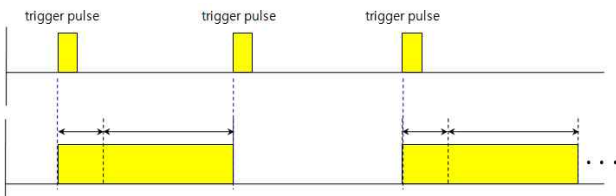


Fig. 12. Transmission frame for synchro on/off.

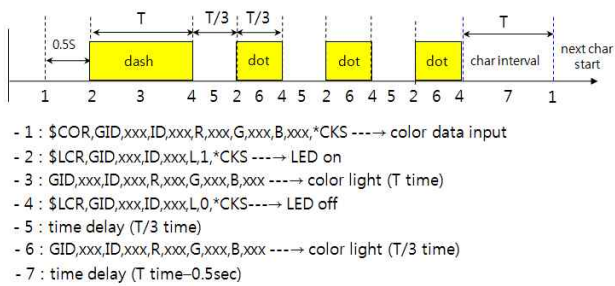


Fig. 13. Transmission frame for morse code lighting.

4. 시스템의 적용

Fig. 14는 제작한 LED 제어기의 실체이며, Fig. 15는 PC에서 제어기의 동작을 설정하고 모니터링할 수 있도록 개발한 운용화면이다. 화면을 통하여 색상, 가변색상, 가변주기, 모尔斯 부호, 타이머 등의 제어를 쉽게 설정할 수 있도록 설계하였다.

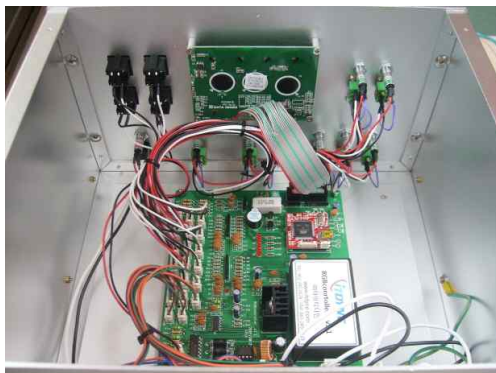


Fig. 14. Inside of LED controller.

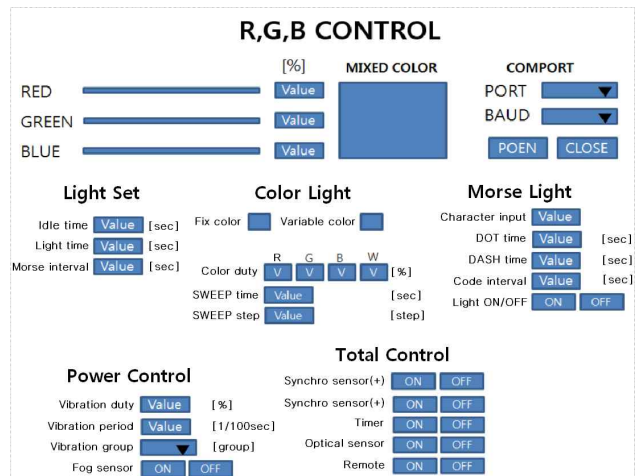


Fig. 15. Design of monitor for remote RGB control.

현재, 등대에 대한 기술규정은 등명기의 성능면에서 빛의 강도는 광달거리로 빛의 색은 색도기준으로만 되어 있다(Aids to Navigation Guide, 2001).

Fig. 16은 연구결과와 제품화로 설치된 포항 신항만 방파제의 항로표지 등대에서 운용중인 야간조명 사진이다. RGB 컨트롤러에 의한 다양한 감성조명으로 시설물을 표현함으로써 항로표지의 기능을 매우 효과적으로 제공하고 있다.

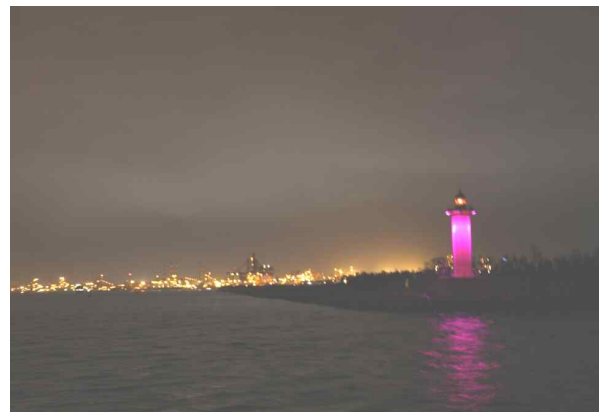


Fig. 16. Lighting of AtoN in Pohang new port.

5. 결론

항만의 항로표지에 LED 감성조명을 적용하여 야간에 입출항하는 선박들이 표지식별에 대한 혼란을 예방하고, 모尔斯 부호에 의하여 항만안전정보 등을 전송함으로써 항만에서의 안전을 최대화하고자 연구하였다. 항만등대의 주된 기능은 선박에게 항만출입 통로를 표지하는 역할이므로 등명기의 다양한 점멸방법 외에 등주의 컬러조명에 의하여 항로표

지의 식별을 선명하게 하는 효과를 제공하였다. 이것은 항해자에게는 안전항해정보이지만, 일반인에게는 항구의 경관 조명으로 인식되며 동시에 항만에 대한 친화감을 유발하게 된다.

즉, 등대와 부표의 등명기를 일체화한 체계적인 점멸에 의한 시각적인 효과와 등대의 조형물을 부각시키는 RGB의 조명체계는 항만의 야경에 절대적인 요소로 작용하게 된다.

그러므로 항만의 항로표지 조명은 선박에게 항로표지의 식별과 항만정보를 효과적으로 제공하며, 항구도시의 야간 경관을 고려하는 감성조명의 두가지 목적으로 설계되어야 한다.

감사의 말

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2012-H0301-12-2005).”

참 고 문 헌

- [1] Aids to Navigation Guide(Navguide)(2001), Edition 4, IALA, Dec. 2001., pp. 30-60.
- [2] ITU(2009), Rec. ITU-R M.1677-1, International Morse code, 2004-2009, p. 1.
- [3] Jee, Soon-Duk, Kyoung-Jae Choi, Ho-Kun Kim and Sang-Hyuk Lee(2006), Sensibility Evaluation of Color Temperature and Rendering Index to the LED - Based White Illumination, Korea Society for Emotion and Sensibility, Vol. 9, No. 4, pp. 364-366.
- [4] Jeong, Hak-Geun, Bong-Man Jung, Soo-Bin Han, Suk-In Park and Hoon Kim(2006), A Study on the Lighting Component of Marine Lattern using Light Emitting Diodes, Journal of the Korean Institute Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 20, No. 1, pp. 1-6.
- [5] Kang, T. G., S. H. Park, I. S. Jang, I. S. Kim and D. W. Han(2009), The Convergence Technology Analysis of Green Growth LED Illumination, ETRI ettrends, Vol. 24, No. 5, pp. 34-35.
- [6] Kim, Cherl-Jin, Nak-Jun Choi, Hwa-Jun Lee and Eung-Seok Kim(2009), A Digital LED Controller design with Constant Current, The Korean Institute of Electrical Engineers, Summer Scholarship, pp. 1015-1016.
- [7] Kim, Hoon, Jea-Kyoung Youm, Won-Sup Chung and Hee-Jun Kim(2009), A Color Temperature and

Illuminance Controllable LED Lighting System, Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 23, No. 12, pp. 11-13.

- [8] Kim, Soo-young and Yong-kyu Baik(2009), Influence of Color Temperature of Lighting Lamps on Visual Responses in a Small Office, The Society of Living Environment System, Vol. 16, No. 6, pp. 632-637.
- [9] WIKIPEDIA(2012), Color temperature, Oct. 2012, wikipedia.org/wiki/Color_temperature.

원고접수일 : 2012년 07월 30일

원고수정일 : 2012년 09월 14일

게재확정일 : 2012년 10월 26일