

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2016.16.3.109>

IIBC 2016-3-15

효율적인 LED 제어를 위한 다윗 스타 마방진 알고리즘

A David Star Magic Square Algorithm for Efficient LED Control

이경민*, 인치호**

Kyung-Min Lee*, Chi-Ho Lin**

요약 본 논문에서는 LED 조명 모듈의 소비전력 절감, 램프의 수명 및 열효율 과 점등 제어 효율성을 높인 다윗 스타 마방진 이용한 효율적인 LED 제어 알고리즘을 제안한다. 기존의 마방진 알고리즘 이용한 점등 방식은 LED의 점등 시간이 줄어들고 교차 점등되기 때문에 그만큼의 발열이 줄어들어 LED의 효율을 높일 수 있었으나 점등 제어를 하는데 한계를 가지고 있다. 제안하는 알고리즘을 적용할 경우에는 LED 조명 모듈의 소비전력 절감과 수명 및 열효율 높이는 동시에 LED의 점등 제어의 효율성을 높일 수 있다. 본 논문이 제안하는 알고리즘은 LED Matrix에 변형 마방진을 이용하여 12개의 구역으로 나누어 완전대칭 되는 패턴을 일정시간 간격으로 이동, 회전 및 반전 기법을 교차 수행하여 패턴을 점등을 하게 된다. 본 논문이 제안하는 알고리즘을 수행하여 기존의 마방진을 이용한 점등 방식과 비교한 결과, 조명의 광속과 소비전력 그리고 발열량의 효율성은 기존 마방진을 이용한 LED 점등방식과 동일하고 제어의 효율성을 높일 수 있었다.

Abstract In this paper, we propose efficient LED lighting control algorithm using a David star magic square. Such algorithms increases the power reduction, the heat efficiency and LED life cycle and the efficiency of the LED lighting control consumption. Lighting system using existing Magic square algorithm could be reduced to increase the heat efficiency of the LED because the LED lighting time of the reduced cross-lighting. but it has a limit to the lighting control. If should apply the this proposed algorithm, can reduces power consumption and increases LED life-cycle, heat efficiency of LED lighting module and efficiency of the lighting control of the LED. This paper proposed that algorithm is by using a David star magic square on the LED Matrix. Divided into twelve areas to move the pattern in constant time interval, to perform the cross rotation and inversion techniques to thereby light up. In this paper proposed algorithm of this paper was compared with existing Magic square approach. As a result, power consumption and heat-value and luminous flux was reduced as the conventional lighting system. And, the LED lighting control increase the efficiency.

Key Words : LED, lighting, algorithm, magic square, Illuminance distribution

1. 서론

세계적으로 LED 발전 동향은 에너지 소비의 급격한 증가로 온실가스 감축 등의 친환경정책과 전기전자제품

에 유독성 물질의 사용을 규제하는 환경 규제 제도를 시행하여 에너지 효율 향상이 큰 비중을 차지한다고 알려져 있다.^[1-2] 이에 따른 조명에 대한 에너지 절감 기술 분야로는 크게 고효율 광원, 저전력 조명 점등(dimming)

*준회원, 세명대학교 컴퓨터학과

**정회원, 세명대학교 컴퓨터학과 (교신저자)

접수일자 : 2016년 5월 18일, 수정완료 : 2016년 6월 6일

게재확정일자 : 2016년 6월 10일

Received: 18 May, 2016 / Revised: 6 June, 2016 /

Accepted: 10 June, 2016

**Corresponding Author: ich410@semyung.ac.kr

School of Computer, Semyung University, Korea

제어 등에 관한 연구 개발 필요성이 강조되고 있다. 저전력 조명 점등 제어 기술은 조도, 재실, 온도, 감지센서 등의 정보를 기반으로 일정 지역 조명의 밝기를 제어하는 기술을 말한다. 조명의 효과적인 운용이 에너지 절감 및 효율 개선을 위해 중요한 기술로 인식되어 있으며 최근 관련 연구가 큰 관심 속에 진행되고 있다³⁻⁶⁾.

저전력 LED 점등 제어 방식으로 소비전력 절감과 램프의 수명 및 열효율을 높이기 위해 마방진을 이용한 방식이 있다. 일반적인 LED 점등제어 방식으로는 발열량과 그로인한 광속의 변화, LED 수명 저하 등 문제점 해결하고자 마방진을 이용하였다.⁷⁾ 이런 방식의 LED 점등에서는 정사각형 형태의 마방진을 이용했는데, LED 조명 형태에는 정사각형만 있는 것이 아니라 원형도 있고 직사각형, 삼각형 등 여러 형태가 존재하기에 마방진을 이용한 점등 방식을 적용하기에는 부적합하다. 이러한 문제점을 해결하는 방법에는 정사각형이 아닌 마방진을 이용하면 된다.

에너지 효율을 위해 마방진을 이용한 LED 제어의 기존 방법과 다르게 다윗 스타 마방진, 유다의 별 형태의 마방진을 이용하여 LED 점등 제어하는 방식을 선택하였다. 제안하는 알고리즘 방법은 16x16 고효율 LED 모듈에 제안하는 알고리즘의 형태를 이용하여 12구역의 작은 모듈로 나누어 제어하는 방법으로 다윗 스타 마방진이 가지는 성질을 활용하여 점등할 경우 램프의 수명, 발열량의 감소, 균형적인 조도 분포를 통해 안정적인 LED 점등 제어의 특성을 가질 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 기존에 쓰였던 마방진을 이용한 LED 제어 알고리즘의 조명 형태에 따른 적합성이나 제어 과정 속의 불안정한 조도 분포의 단점을 보완하기 위하여 다윗 스타 마방진이 가지는 성질과 형태를 통해 다양한 조명 기기에 맞춰 활용할 수 있으며, 점등 제어 과정에서 균형적인 조도 분포를 가지는 LED 점등 제어 알고리즘을 제안한다.

II. 효율적인 LED 제어를 위한 다윗 스타 마방진 알고리즘

방진 또는 마방진(magic square, 魔方阵)은 정사각형 모양으로 수를 배열하여 가로, 세로, 대각선의 합이 같아 지도록 만든 수 배열을 말한다. 즉 마방진의 ‘방’에는 정

사각형이라는 의미가 포함되어 있는데, 여기서 ‘방’의 의미 정사각형이라는 조건을 제거한다면 어떤 수 배열이 가능할 것인가? 이에 대한 방법은 중국의 『양휘산법』과 『산법통중』에는 취오도, 취육도와 취팔도 등 정사각형 형태가 아닌 마방진에 대한 수 배열이 제시되어 있다.⁸⁾ 이러한 정사각형 형태가 갖는 몇 가지 성질과 이에 대한 활용 방법으로 효율적인 LED 점등 제어를 할 수 있다.

1. 다윗 스타 마방진의 개념 및 특징

본 논문에서는 정사각형 구조의 마방진을 이용한 LED 점등 제어와 다르게 다윗 스타 마방진, 유다의 별 형태의 마방진을 이용하였다. 다윗 스타 마방진은 정삼각형 두 개를 서로 엇갈리게 포개놓은 별로서 꼭짓점이 6개인 별 형태로 12개의 수 배열을 통해 각 변에 있는 4개의 합이 모두 같게 되도록 하는 것을 말한다.

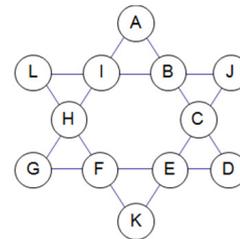


그림 1. 다윗 스타 마방진
Fig. 1. David Star Magic Square

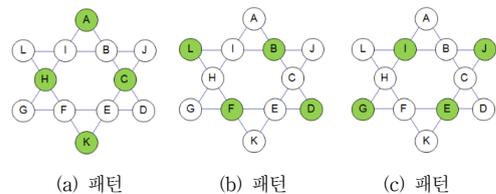


그림 2. 다윗 스타 마방진의 특징 1
Fig. 2. Features of a/the David star Square 1

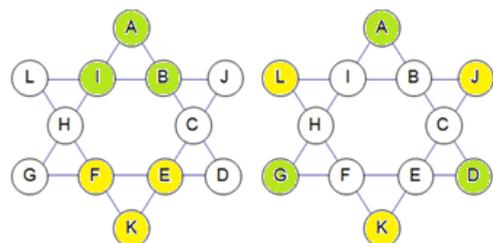


그림 3. 다윗 스타 마방진의 특징 2
Fig. 3. Features of a/the David star Square 2

다윗 스타 마방진이 가지는 여러 성질로 마방진이 형성 되는데 그림 2 은 마름모 꼴 꼭짓점 4개의 합이 26이 되는 다윗 스타 마방진의 성질로 (a) 패턴과 나머지 (b),(c) 패턴은 같은 값을 가지고 있기 때문에 LED 점등 제어에서 세 가지 패턴의 가질 수 있다. 그림 3은 3개의 꼭짓점으로 이루어진 큰 삼각형과 작은 삼각형이 반대편 각 삼각형 합이 같은 특징을 가지고 있어 각 삼각형을 이루는 3개의 꼭짓점 위치를 반대편 대칭 구조의 삼각형과 바꾸는 LED 점등 패턴을 생성할 수 있다.

2. 다윗 스타 마방진 구조의 점등 제어 알고리즘

제안하는 알고리즘을 이용한 점등 방식은 16x16 고출력 LED에 4x4 LED 형태의 서브 모듈을 1개의 구역으로 12개의 구역으로 나누어 알고리즘의 구조 형태로 배치하여 점등하는 방식이다. 그림 4는 LED 모듈에 알고리즘 구조의 서브 모듈 배치 구역을 나타낸 모습이다. 12개의 구역으로 배치된 것 외에 나머지 구역은 독립적으로 제어하는 방법으로 점등하게 된다.

제안하는 다윗 스타 마방진 알고리즘의 성질을 이용하여 가로, 세로, 대각선의 격자무늬, 육각형, 삼각형, 역삼각형 등 여러 형태의 패턴을 12개의 서브 모듈과 나머지 구역의 단순한 점등 방법을 정하는 것으로 생성할 수 있다. 제안하는 알고리즘 점등 방법은 LED 사용 개수의 절감으로 사용 빈도수를 줄이며, 이로 인해 LED의 발열량이 감소하며, LED의 수명의 증가와 균형적인 구조를 통한 안정적인 점등 제어를 가질 수 있다. 또한 정사각형 형태의 마방진이 가지는 조명 기기의 형태 따른 한계성을 극복 할 수 있다.

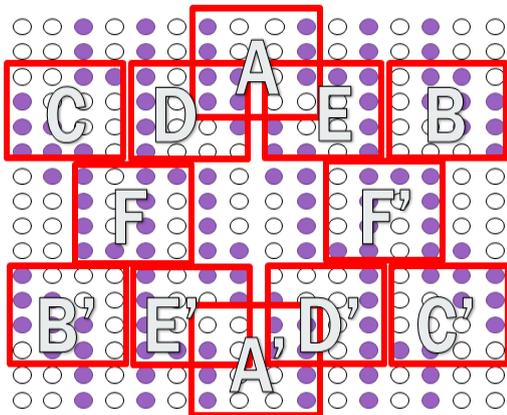


그림 4. 12개의 서브 모듈 구역의 배치
 Fig. 4. Disposition of twelve sub-module

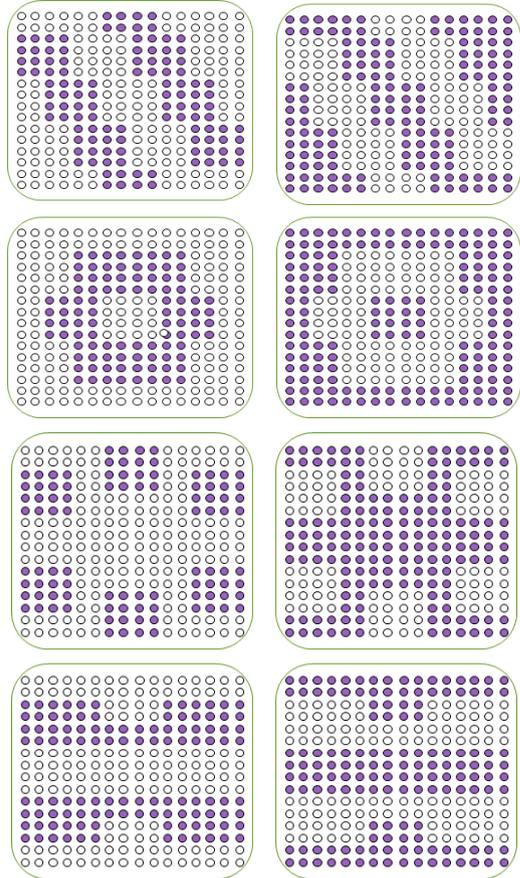


그림 5. 다윗 스타 마방진을 적용한 LED 모듈 패턴
 Fig. 5. Application LED Matrix of a David Star magic square

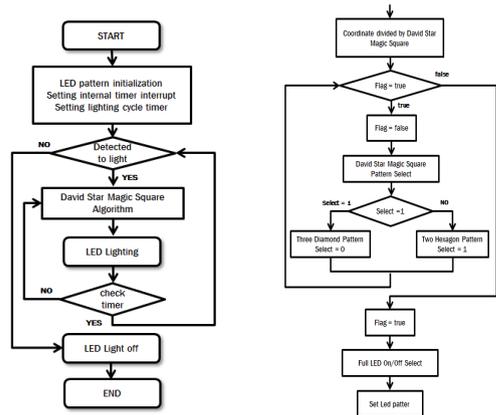


그림 6. 다윗 스타 마방진 알고리즘 순서도
 Fig. 6. A David Magic Square Algorithm Flowchart

다윗 스타 마방진을 이용한 점등 제어 시스템은 LED의 초기화와 타이머의 설정으로 시작하게 된다. 그리고 조도 센서로부터 값을 받아 낮과 밤을 확인하여 외부 환경과의 상호작용으로 제안하는 알고리즘 점등 패턴 생성 과정을 거쳐 일정한 시간 간격으로 패턴 생성과 점등 가지게 되며, 조도 센서로부터 낮을 확인하면 점등이 종료가 된다. 그림 6의 순서도 중 왼쪽의 순서도는 전체적인 점등 제어 시스템 순서도이며, 오른쪽 순서도는 제안하는 알고리즘의 패턴 생성하는 순서도이다.

IV. 실험

LED 전구에 사용되는 LED는 1W의 소비 전력에 높은 광속 30(lm)과 낮은 열 저항의 고효율 백색 LED를 선택하였으며, 표 1은 이러한 고효율 백색 LED의 특성을 나타내고 있다.

표 1. 고효율 백색 1W LED 특성
Table 1. Characteristics of high power 1W white LED

I _F [mA]	V _F [V]		Color Temperature [K]	View Angle [°]	Luminous Flux [lm]	
	typ.	max.			min.	typ.
350	3.4	4.2	5,000	100	20	30

또한 16x16 LED 병렬 형태의 모듈의 환경에서 실험하였으며, 일반적인 점등 제어 방식(1)과 정사각형 형태의 마방진을 이용한 점등 방식(2) 마지막으로 다윗 스타 마방진을 이용한 점등 방식(3)으로 실험하였다.

표 2은 (1),(2),(3)의 세 가지 점등 방식을 비교한 것을 나타낸 것이다.

표 2. 세 가지 점등 방식의 차이점
Table 2. Differences of Three Lighting System

실험조건	(1)	(2)	(3)
총 LED(ea)	256	256	256
동작 LED(ea)	256	128	64 ~ 160
소비전력(W)	12.5	6.2	3.1 ~ 7.8
Heat(°C)	76	61	42 ~ 55
광속(lm)	79	62	32 ~ 67
조명 형태	-	정사각형	-
조도분포	Very High	Low	High

V. 결론

본 논문에서는 효율적인 LED 제어를 위한 다윗 스타 마방진 알고리즘을 제안하였다. 일반적인 점등 제어 방식의 소비전력, 발열량, 램프의 수명 등 문제점을 해결하고자 마방진을 이용하였지만, 정사각형태의 마방진은 LED 조명 기기의 형태에 대한 다양성을 충족시키지 못하기에 다윗 스타 마방진의 별 구조를 이용하였다. 제안하는 알고리즘은 고효율 백색 1W LED를 이용한 병렬 구조의 16x16 LED 모듈을 4x4 LED 서브 모듈을 하나의 구역으로서 12개를 구역을 별 구조로 배치하여 알고리즘 구조의 구역과 아닌 구역의 점등 제어를 통해 점등 패턴을 생성하고 이를 통해 제어의 효율성과 균형적인 구조를 통해 조도 분포 안전성을 가질 수 있었다. 본 논문의 알고리즘은 일반적인 점등 방식과 정사각형 형태의 마방진을 이용한 점등 방식 보다 LED의 점등 개수가 37.5 ~ 75%로 제한되어 조명의 광속은 약 13.7 ~ 50% 정도 줄어들게 되었지만 소비전력은 약 35.7 ~ 76% 절감되었으며, 발열량은 약 26% 줄일 수 있었다.

따라서, 본 논문에서 제안하는 다윗 스타 마방진을 이용한 점등 제어 알고리즘은 효율적인 점등 방식과 조명 관련 산업체에 따른 적용성 향상에 기여하리라 예상된다.

References

- [1] Jung-Mo Kang, "Trends in the United States of LED lighting-related policies", Green Technology Information Portal, 2010
- [2] Wan-Bum Lee, "Development of Wireless Control System for High Power LED Luminaire Using Bluetooth Wireless Communication and Current Control System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 17, No.3, pp. 66-72, 2016
- [3] V. Singhvi, A. Krause, C. Guestrin, James H. Garrett, Jr., and H. S. Matthews, "Intelligent lightcontrol using sensor networks", in Proceedings of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems San Diego, California, pp. 1-7, 2005

- [4] Han-Myoung Lee, Hway-Suh Kim, "An Experimental Study on the Lighting Control System for Applying for Home Network", J. Korean Soc. Living. Environ. Sys, Vol. 16, No. 5, pp. 534-540, 2009
- [5] Tahidul Islam, Insoo Koo "Autonomous Indoor Lighting Device Control System Based on Wireless Sensor Network", Journal of the Internet Television and Telecommunication(IWIT), Vol. 11, No. 4, pp. 31-38, 2011
- [6] Zorigt Chuluunbaatar, Nam-Young Kim, "Optimization of Thermal Performance in Nano-Pore Silicon-Based LED Module for High Power Applications", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC), Vol. 7, No. 2, pp. 161-167, 2015
- [7] Chi-Goog In, Sung-IL Hong, Dal-Hwan Youn, Chi-Ho Lin "An Efficient LED Lighting Control Algorithm to Reduce Power Consumption", Journal of Korea Intellectual Patent Society, vol.13, no.1, pp.37-43 2011
- [8] Kyung-Un Lee, "A study on various non-regular magic squares" J. Korean Soc. Math. Communications of Mathematical Education vol.24, no.1, pp.195-220, 2010

저자 소개

이 경 민(준회원)



- 2016년 : 세명대학교 컴퓨터학과 이 학사
- 2016년~현재 : 세명대학교 일반대학 원석사과정(컴퓨터학과 전공)
<주관심분야 : Soc CAD, Embedded System, Real-time System, Mobile System>

인 치 호(정회원)



- 2014년 : 제4권제호참조