

무대조명 프레지널 스포트조명과 플라노 컨벡스 스포트조명의 조도 및 배광비교에 관한연구

(A Study on the comparison of illuminance simulations and measured values of compare a stage and broadcasting Fresnel and Plano Convex lighting fixture In studio)

이장원* · 권기태* · 노재업* · 이진우*

(Jang-Weon, Lee · Gi-Tae, Gwon · Jae-Yup, Roh · Jin-Woo Lee)

((주)스타L.V.S · 한국조명기술연구소 · 한국조명기술연구소 · 호서대학교 전기공학과)

Abstract

In a planning of the Stage lighting Fresnel and Plano Convex lighting fixture, we carry out illumination simulation. After lighting install studio construction, in indoor we measured illuminance in order to compare the simulation results. And we study the errors between them.

요 약

실내 무대조명 프레지널 스포트조명과 플라노 컨벡스 스포트조명의 조도 시뮬레이션을 수행하여 얻은 결과치와 실제로 스튜디오 상에서 설치 후 조도값을 실측한 결과를 비교하여 발생하는 오차에 대하여 비교 연구 하였다.

1. 서 론

1.1 연구의 목적 및 배경

조명설계시 여러 가지 시뮬레이션 프로그램의 사용이 늘어나고 있는 실정에 있으나 시뮬레이션의 타당성에 대한 검증이 제대로 이루어지고 있지 못하다.

따라서 본 논문에서 무대 조명 등기구를 제작하여 Goniometer를 이용하여 등기구의 배광측정 후 생성된 IES파일을 이용하여 시뮬레이션을 수행한 후 계산결과와 실측치를 비교 검토 하여 시뮬레이션의 타당성에 대하여 연구하고자 한다.

STEP 1	선정된 조명 소프트웨어에 대한 이론고찰 광속전달법을 이용한 조도계산 알고리즘에 대한 이론 고찰
STEP 2	조명 실측
STEP 3	시뮬레이션 조도 값과 실측조도 값을 비교하여 분석 및 원인 파악

표 1. 연구 진행 단계
Table 1. study progress a step

1.2 스튜디오 조건 및 조도 실측 방법

환경 오차를 최대한 줄이기 위하여 연구대상으로 대전보건대학 방송제작과 스튜디오에서 가로 5.46M이고 세로 4.56M 높이 3.5M로 정확하게 측정하고 바톤 시스템을 이용하여 이를 결정 하였다.



그림 1. 조도측정 지면 바닥지점 등분
Fig. 1. illumination measured surface a flat equal

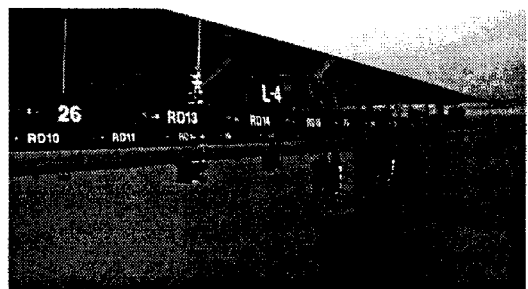


그림 2. 스튜디오에 스포츠라이트를 설치
Fig. 2. spotlight installation in studio

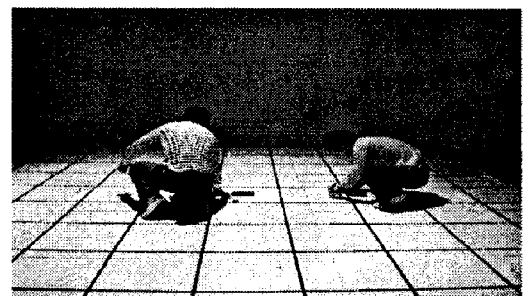


그림 3. 지면에서의 조도측정 사진
Fig. 3. surface illumination measurement picture

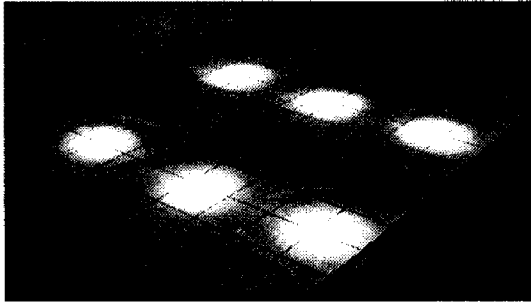


그림 4. 스포트라이트 6대를 바닥으로 비춘 사진
Fig. 4. spot light six a flat shed light picture

그림 1은 조도 측정을 위해 바닥지점에 등분을 표시 하였으며, 그림 2는 스포트라이트의 설치된 사진이다.

그림 3과 그림 4는 각각의 조건에서 조도 측정을 하였다. 측정 오차를 줄이기 위해 20번을 반복하여 평균의 값을 사용하였다.

2. 이론적 고찰

2.1. 사용 소프트웨어

본 연구에서는 조도 측정 결과와 시뮬레이션 결과의 비교 검토하기 위해 다양한 소프트웨어를 선정하여 결과의 신뢰도를 높이기 위하여 다음과 같은 소프트웨어를 사용하여 시뮬레이션을 진행하였다.

2.1.1 Lumen - Micro 2000

Lumen - Micro 2000은 조명 디자인 분석 및 설계를 위한 소프트웨어로 실내외의 조명설계와 시뮬레이션을 할 수 있는 tool로 구성되어 있다.

Lumen - Micro 2000내의 cad tool을 사용하여 공간을 간편하게 설계 할 수 있고, 비교적 짧은 시간 내에 정확한 수치와 간단한 그래픽을 결과로 얻을 수 있는 장점을 가진다. 뛰어난 사용치 환경을 제공하고 그레이 스케일 렌더링과 먼칼라 렌더링 모두 가능한 장점이 있다.

2.1.2 Relux Pre

1998년 3개의 스위스 조명산업 협동조합에 소속된 조명회사들의 합작으로 개발된 프로그램이다. 다른 프로그램과 달리 광속전달법을 기반으로 독자적인 계산 알고리즘을 사용한다. 실내 공간, 실외 공간, 도로설계를 위한 인공 조명, 자연광시스템 등을 제공하고 있으며, 2009년도에는 터널 조명에 관한 부분도 개발 중이다. 장점으로는 시뮬레이션 계산 과정이 빠르고 CAD와 호환성이 좋다.

2.1.3 DIALux

독일에 근거하는 DIAL GmbH사가 개발한 프로그램으로 실내, 실외, 경관조명, 도로조명을 제공하고 있으며, 3차원 설계프로그램과 호환성이 뛰어나며, 예상 설계가 가능한 장점이 있다.

2.2. 무대조명 등기구

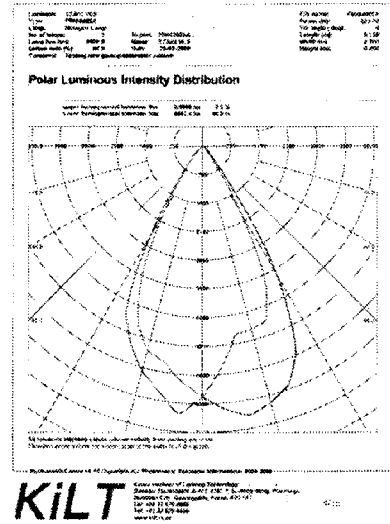


그림 5. 한국조명기술연구소에서 온 Spot light 조도 측정연구 결과

Fig. 5. korea institute of lighting technology spot light illumination survey study result

2.2.1 퍼넬 스포트 조명기 (Fresnel Spotlight)

퍼넬 스포트 조명기는 기구 램프관에 있는 필라멘트의 모양이 조명 속에 상으로 맺히는 것을 방지하고, 색수차와 과열을 방지한다. 퍼넬 스포트 조명기는 650W가 보편적으로 많이 쓰이고, 렌즈의 직경은 6'가 많이 쓰인다.

램프/미러 어셈블러와 프레넬 렌즈의 거리를 조정함으로써 스포트 포지션에서 플러드 포지션까지 빔의 확산각도를 조절할 수 있다.

퍼넬 스포트 조명기의 광선의 성격을 보면 빔 중앙이 매우 밝고, 테두리는 매우 부드러운 빛을 내는 조명기이다. 유리 앞면의 절단면이 테두리로 파여 있어서 광선이 통일성을 가지도록 만들고 빔의 가장자리를 부드럽게 만들기도 한다.

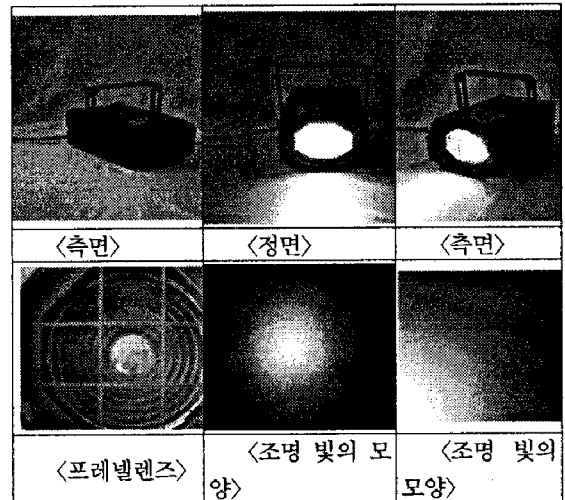


그림 6. 퍼넬 스포트 라이트
Fig. 6. Fresnel Spotlight

용도 및 효과 : 빔 중앙이 매우 밝으며 매우 부드러운 빛을 내어 무대 전체를 고르게 비추기에 무용수를 부드럽고 넓게 비춰주는 효과가 있다.

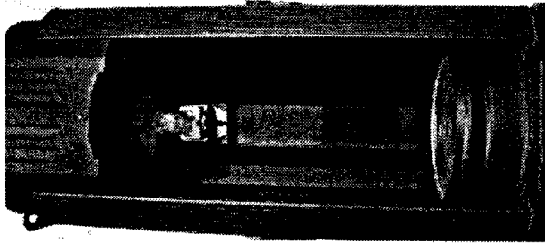


그림 7. 퍼넬 스포트 라이트 내부 모습
Fig. 7. Fresnel Spotlight interior

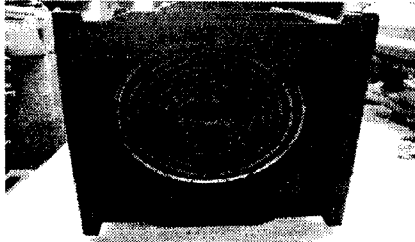


그림 8. 퍼넬 스포트 라이트 렌즈
Fig. 8. Fresnel Spotlight lens

2.2.2 플라노 컨벡스 스포트 조명기 (Plano-Convex Spotlight)

흔히 줄여서 플라노 컨벡스 스포트이라고 불리며 구조는 퍼넬 스포트와 같으나 다만 렌즈의 종류가 다르다. 즉 이 기구는 한 면이 볼록한 볼록렌즈를 사용하는데 무대에서는 어느 특정한 구역이나 인물을 강조하기 위한 방법으로 사용된다.

이 것의 윗부분은 2중으로 되어 있어 안쪽의 것은 렌즈에 흡수되지 못한 빛이 밖으로 새는 것을 방지하고, 내열성 특수 검은색 도료로 코팅되어 있다.

또한 칼라필터를 삽입시켜 렌즈 앞에 장착할 수 있는 색틀(Color Frame)이 부착되어 있고, 램프관 개폐장치가 있어 램프를 같거나 고장 수리를 위해서 열고 닫을 수 있다. 광선의 성격은 전체적으로 빛의 퍼짐이 고르고 빛의 테두리가 선명하다. 그러나 램프가 렌즈에서 떨어져 초점거리에 가까워지면 필라멘트 형태가 빛에 나타난다는 단점이 있다. 또한 렌즈의 무게가 퍼넬보다 무겁고 열이 잘 발산되지 않아 렌즈가 파손될 수 있다는 단점이 있다.

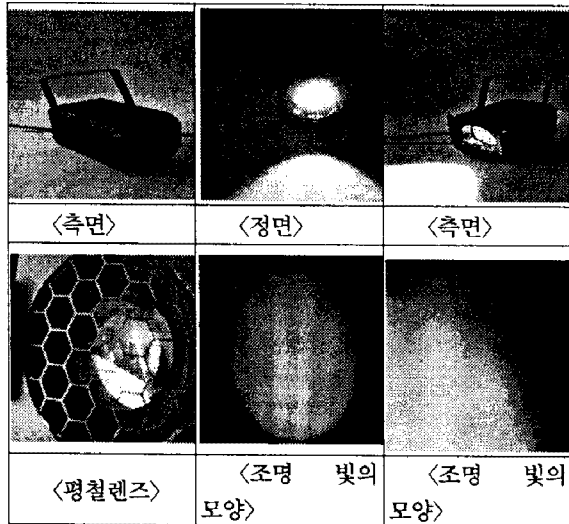


그림 9. 플라노 컨벡스 스포트 조명기
Fig. 9. Plano-Convex Spotlight

용도 및 효과 : 빛의 범위는 좁고 밝고 선명한 빛을 낸다. 빛의 테두리가 선명하여 인물을 강조하기 위한 용도로 쓰인다.

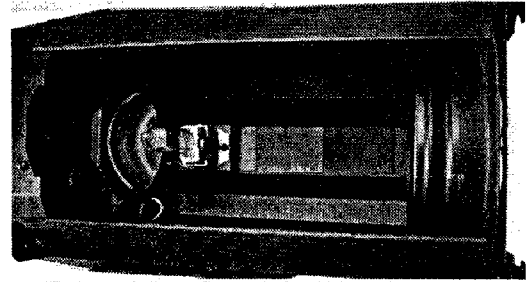


그림 10. 플라노 컨벡스 스포트 조명기 내부 모습
Fig. 10. Plano-Convex Spotlight interior



그림 11. 플라노 컨벡스 스포트 조명기 렌즈 모습
Fig. 11. Plano-Convex Spotlight lens

2.3 시뮬레이션 조건 및 방법

시뮬레이션 공간은 조도 측정하기 위한 스튜디오와 동일하며 표 2과 같다.

방 크기	5.46m*4.56m*3.5m	
반사율	천정	0.8
	벽면	0.5
	바닥	0.2
측정 높이	0.3m	

표 2. 시뮬레이션 조건
Table 2. simulation condition

3. 시뮬레이션 계산결과

스튜디오 공간에서 각각의 등기구를 1대, 4대, 6대 배치하여 동일한 조건에서 Lumen Micro 2000, Relux, DIALux 각각 시뮬레이션한 결과는 다음과 같다.

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	134.6	157	152
MAX	344.4	366	383
MIN	8.0	5	4.96
MIN/AVE	0.05	0.03	3.26

표 3.1. FRESNEL SPOT LIGHT 1대 (풀었을 때)
Table 3.1. fresnel spot light one fixture loosen

표 3.1.1. RESNEL SPOT LIGHT 1대 시뮬레이션 조도 데이터 값
Table 3.1.1. fresnel spot light one fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	463.2	397	407
MAX	881.3	682	652
MIN	165.3	283	2450.6
MIN/AVE	0.35	0.71	0.6

표 3.2. FRESNEL SPOT LIGHT 4대(풀었을 때)

Table 3.2. fresnel spot light four fixture loosen

표 3.1.2.FRESNEL SPOT LIGHT 4대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.2. fresnel spot light four fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	1063.3	581	593
MAX	1495.3	811	788
MIN	541.1	345	379
MIN/AVE	0.5	0.59	0.63

표 3.3. FRESNEL SPOT LIGHT 6대(풀었을 때)

Table 3.3. fresnel spot light six fixture loosen

표 3.1.3.FRESNEL SPOT LIGHT 6대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.3. fresnel spot light six fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	80.05	218	57
MAX	3066.44	544	5569
MIN	3.66	16	2.44
MIN/AVE	0.04	0.07	0.04

표 3.4. FRESNEL SPOT LIGHT 1대(조였을 때)

Table 3.4. fresnel spot light one fixture tighten

표 3.1.4.FRESNEL SPOT LIGHT 1대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.4. fresnel spot light one fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	318.1	397	57
MAX	3527.3	682	5569
MIN	15.6	283	2.44
MIN/AVE	0.04	0.95	0.04

표 3.5. FRESNEL SPOT LIGHT 4대(조였을 때)

Table 3.5. fresnel spot light four fixture tighten

표 3.1.5.FRESNEL SPOT LIGHT 4대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.5. fresnel spot light four fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	479.6	581	407
MAX	3547.0	811	652
MIN	24.7	345	245
MIN/AVE	0.05	0.59	0.6

표 3.6. FRESNEL SPOT LIGHT 6대(조였을 때)

Table 3.6. fresnel spot light six fixture tighten

표 3.1.6.FRESNEL SPOT LIGHT 6대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.6. fresnel spot light six fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	198.4	218	214
MAX	713.1	544	562
MIN	19.3	16	11
MIN/AVE	0.09	0.070	0.05

표 3.7. Plano Convex Spot light 1대(풀었을 때)

Table 3.7. Plano Convex Spot light one fixture loosen

표 3.1.7.Plano Convex Spot light 1대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.7. fresnel spot light one fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	713.8	580	597
MAX	1090.2	698	721
MIN	237.6	373	377
MIN/AVE	0.33	0.64	0.63

표 3.8. Plano Convex Spot light 4대(풀었을 때)

Table 3.8. Plano Convex Spot light four fixture loosen

표 3.1.8.Plano Convex Spot light 4대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.8. fresnel spot light four fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	1023.6	843	866
MAX	1425.5	1020	1039
MIN	490.2	462	505
MIN/AVE	0.47	0.54	0.58

표 3.9. Plano Convex Spot light 6대(풀었을 때)

Table 3.9. Plano Convex Spot light six fixture loosen

표 3.1.9.Plano Convex Spot light 6대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.9. fresnel spot light six fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	44.70	50	51
MAX	554.74	661	697
MIN	4.05	3	1.98
MIN/AVE	0.09	0.06	0.03

표 3.10. Plano Convex Spot light 1대(조였을 때)

Table 3.10. Plano Convex Spot light one fixture tighten

표 3.1.10. Plano Convex Spot light 1대 시뮬레이션 조도 데이터 값

Table 3.1.10. Plano Convex Spot light one fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	173.9	175	177
MAX	576.5	683	704
MIN	27.8	36	30
MIN/AVE	0.15	0.20	0.16

표 3.11. Plano Convex Spot light 4대(조였을 때)
Table 3.11. Plano Convex Spot light four fixture tighten
표 3.1.11. Plano Convex Spot light 4대 시뮬레이션 조도 데이터 값
Table 3.1.11. Plano Convex Spot light four fixture simulation illumination date

	Lumen Micro 2000	Relux	DIALux
AVE	258.5	246	246
MAX	605.4	699	720
MIN	58.9	73	64
MIN/AVE	0.22	0.29	0.26

표 3.12. Plano Convex Spot light 6대(조였을 때)
Table 3.12. Plano Convex Spot light six fixture tighten
표 3.1.12. Plano Convex Spot light 6대 시뮬레이션 조도 데이터 값
Table 3.1.12. Plano Convex Spot light six fixture simulation illumination date

시뮬레이션의 조도계산값과 스튜디오에서 실제 측정한 조도 값을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

SPOT LIGHT	Lumen Micro 2000 값	실측값	오차
Fresnel Spot Light 1대 (풀었을 때)	134.6	216.64	82.04
Fresnel Spot Light 1대 (조였을 때)	80.05	59.29	20.76
Plano Convex Spot light 1대(풀었을 때)	198.4	59.29	139.11
Plano Convex Spot light 1대(조였을 때)	44.70	205.57	160.87
Fresnel Spot Light 4대 (풀었을 때)	463.2	668.53	205.3
Fresnel Spot Light 4대 (조였을 때)	318.1	187.0	131.1
Plano Convex Spot light 4대(풀었을 때)	713.8	567.94	145.86
Plano Convex Spot light 4대(조였을 때)	173.9	210.2	36.3
Fresnel Spot Light 6대 (풀었을 때)	1063.3	849.72	213.58
Fresnel Spot Light 6대 (조였을 때)	479.6	269.1	210.5
Plano Convex Spot light 6대(풀었을 때)	1023.6	756.88	266.72
Plano Convex Spot light 6대(조였을 때)	258.5	117.3	141.2

표 3.13. Lumen Micro 2000조도 값 실측값 비교에 따른 오차
Table 3.13. Lumen Micro 2000 illumination server value contrast error

SPOT LIGHT	Relux 값	실측값	오차
Fresnel Spot Light 1대 (풀었을 때)	157	216.64	59.64
Fresnel Spot Light 1대 (조였을 때)	218	59.29	158.71
Plano Convex Spot light 1대(풀었을 때)	218	59.29	158.71
Plano Convex Spot light 1대(조였을 때)	50	205.57	155.57
Fresnel Spot Light 4대 (풀었을 때)	397	668.53	271.53
Fresnel Spot Light 4대 (조였을 때)	397	187.0	210
Plano Convex Spot light 4대(풀었을 때)	580	567.94	12.06
Plano Convex Spot light 4대(조였을 때)	175	210.2	35.2
Fresnel Spot Light 6대 (풀었을 때)	581	849.72	268.72
Fresnel Spot Light 6대 (조였을 때)	581	269.1	311.9
Plano Convex Spot light 6대(풀었을 때)	843	756.88	86.12
Plano Convex Spot light 6대(조였을 때)	246	117.3	128.7

표 3.14. Relux 조도 값 실측값 비교에 따른 오차
Table 3.14. Relux illumination server value contrast error

SPOT LIGHT	DIALux 값	실측값	오차
Fresnel Spot Light 1대 (풀었을 때)	152	216.64	64.64
Fresnel Spot Light 1대 (조였을 때)	57	59.29	2.29
Plano Convex Spot light 1대(풀었을 때)	214	59.29	154.711
Plano Convex Spot light 1대(조였을 때)	51	205.57	154.57
Fresnel Spot Light 4대 (풀었을 때)	407	668.53	261.53
Fresnel Spot Light 4대 (조였을 때)	57	187.0	130
Plano Convex Spot light 4대(풀었을 때)	597	567.94	29.06
Plano Convex Spot light 4대(조였을 때)	177	210.2	33.2
Fresnel Spot Light 6대 (풀었을 때)	593	849.72	256.72
Fresnel Spot Light 6대 (조였을 때)	407	269.1	137.9
Plano Convex Spot light 6대(풀었을 때)	866	756.88	109.12
Plano Convex Spot light 6대(조였을 때)	246	117.3	128.7

표 3.15. DIALux 조도 값 실측값 비교에 따른 오차
Table 3.15. DIALux illumination server value contrast error

3개의 시뮬레이션 값 모두 오차가 가장 큰 것은 프레지널 스포트조명과 플라노 킨백 스포트조명을 풀렸을 때 나타났으며, Lumen Micro 2000 Relux, DIALUX 시뮬레이션 소프트웨어는 오차를 줄이기 위해 개선되어야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구에서 다양한 조명 소프트웨어를 이용하여 시뮬레이션한 결과와 실제로 조명설계를 하였을 경우 실측값에 대한 비교 검토를 하였다. 소프트웨어 마다 오차가 발생하였으며 실험을 통한 조도 측정 값 역시 큰 차이가 나는 것으로 분석되었다.

결과 값의 큰 오차를 가지고 있는 원인은 스튜디오에서 실측을 할 경우 천장, 벽면, 바닥의 반사율이 정확하지 않았으며, 측정자에 의해 반사되는 영향이 있을 것으로 사료된다.

향후 연구에서는 시뮬레이션과 실측에 관한 오차를 줄여 보다 구체적이고 정량적인 분석이 가능하도록 해야 하며, 조명 설계시 정확한 예측이 가능케 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김유신, 박병철, 최안섭, "배광데이터의 컴퓨터 시뮬레이션 값
- [2] 측정값의 비교에 관한 연구", 한국조명 전기설비 학회 추계 학술대회 논문집, pp.127-129, 2006
- [3] LUMEN MICRO 2000 USER'S GUIDE, pp.4-17, 2000
- [4] 장우진, 여인선, 김훈, 이진우, 엄정덕, 김수길 공저, 최신 조명 환경원론, pp.258-285, 2008
- [5] 원슬기, 박병철, 최안섭, "조명 시뮬레이션 소프트웨어의 조도값 비교에 관한 연구", 한국조명, 전기설비학회 추계 학술대회 논문집, pp.143-147, 2006
- [6] 장우진, 김원중, "조명프로그램의 혼용과 비교", 한국조명, 전기설비학회 추계 학술대회 논문집, pp.155-158, 2004
- [7] 이장원, "알기 쉬운 무대조명핸드북, 서울: 아르케라이팅아트 1999.
- [8] 이장원, 무대조명 및 기계장치 종합 기술 자료집, 아르케라이팅, 2001
- [9] 이장원, 무대와 영상, 아르케라이팅아트, 2000
- [10] 이장원, 알기쉬운 영상조명 기술, 아르케라이팅아트, 2002