

인터넷 웹기반 RADIANCE 렌더링 시스템 사용을 위한 조명기구의 데이터베이스 구축

(Establishment of the Luminaire Database for Using on Internet Web-based RADIANCE Rendering System)

이정은* · 오은숙* · 최안섭** · 송규동***

(*세종대학교 건축공학과 석사과정 · **세종대학교 건축공학과 교수 · ***한양대학교 건축학부 교수)

(Jung-Eun Lee · Eun-Suk Oh · An-Seop Choi · Kyoo-Dong Song)

Abstract

In the present, most lighting simulation programs are based on luminaires data produced at overseas. Currently, it is difficult to use proper domestic luminaire database in most lighting simulation programs, because there are only oversea luminaire database available. Therefore, in this study, domestic luminaire database were developed and categorized, and applied to Internet Web-based RADIANCE rendering system. Luminaire database are constructed with 3D modelings, materials and IES data of each luminaire.

1. 서론

1.1 연구의 배경

빛은 인간의 삶을 영위하기 위해서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 특히 현대인들은 많은 시간을 인공적으로 꾸며진 실내 환경 속에서 인공적인 빛을 밝히고 생활하는데 익숙해 있다. 과거에는 어둠을 피하기 위해 빛을 이용하였지만, 현대에는 정보를 볼 수 있는 시각적 요소와 건축공간을 구성하는 미적 요소로써 큰 역할을 하고 있다. 그렇기 때문에 빛환경에 대한 정확한 평가가 필요하다. 빛환경에 대한 평가의 도구로써 사용되는 여러 조명시뮬레이션 프로그램이 있긴 하지만 이들 대부분은 외국에서 생산되는 조명기구를 바탕으로 구성되어 있기 때문에 다양한 종류와 다양한 형태의 조명기구로 구성되어 있어도 국내의 환경에 적합한 조명기구를 선택하는데는 많은 어려움을 갖게 된다. 또한 조명기구의 분류가 일반적인 기능과 형태를 중심으로 쉽게 구분하고 있어도 조명기구들이 가지고 있는 특징을 정확하게 이해하지 못한다면 정확한 평가를 할 수 없게 된다. 그리고 일반적으로 사용되고 있는 시뮬레이션 프로그램이 대부분 빛의 거동을 물리적으로 모델링 하지 않고 인위적인 빛을 통해 이미지 표현을 위주로 하기 때문에 조명의 특성을 적용하지 않은채 적합하지 않는 요소들을 추가하여 단순히 보여지기 위한 도구로 이미지를 생성하는데 사용되고 있다. 조명기구로부터 어느 정도의 빛이 어떻게 나오는지 어느 위치에 설치 할 것

인지를 같이 고려하지 않으면 원하는 목적에 맞는 조명을 할 수 없다. 같은 공간에 적용하더라도 전혀 다른 이미지와 결과가 나올 수 있다. 조명기구로부터의 빛은 광원 및 조명기구의 종류, 형태, 구조, 방향, 반사판, 루버 등의 재질에 의해 좌우되기 때문에[1], 국내의 환경에 맞는 조명기구의 데이터베이스 구축이 필요하다.

1.2 연구의 목적

본 연구에서는 국내에서 생산되는 조명기구를 대상으로 데이터를 수집하고 일반적인 기능과 형태를 중심으로 분류하여 조명기구를 모델링하고, 조명기구의 부품에 대한 재질을 포함시켜 IES 데이터와 연결한다. 최종적으로 조명기구의 광학적 데이터를 이용하여 조명기구의 데이터베이스를 구축하는 것이다. 본 연구에 의해 구축된 조명기구의 데이터베이스는 조명 디자인의 렌더링 목적으로 개발되어 다른 시뮬레이션 도구와 다르게 빛환경의 정확한 평가를 얻을 수 있는 RADIANCE Engine을 이용하였다[2]. 그리고 조명에 관한 전문지식 없이도 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 개발한 인터넷 웹기반 RADIANCE 렌더링 시스템에 조명기구의 데이터베이스를 적용시킬 수 있도록 하였다.

2 이론적 배경

2.1 조명기구와 배광

광원(조명기구)의 각 방향에 대한 광도분포를 배광(Candlepower Distribution)이라 하며, 이러한 배광이 광원의 중심을 통과하는 평면위와 수직면위에 광도분포를 표시하는 것을 배광곡선이라 한다[1].

2.2 IES 데이터

IES 데이터 파일은 특정 조명이 어떠한 방향으로 얼마만큼 강하게 빛이 나가는 지를 갖고 있는 데이터로[1], 그림 1에서 보는 것과 같이 데이터를 기반으로 Photometric viewer와 같은 프로그램을 통해 배광분포를 확인할 수 있다. RADIANCE 프로그램에서 인공조명을 시뮬레이션 하기 위해서는 조명광원의 정확한 IES 데이터가 필요하고 이것을 통해 RADIANCE Engine을 통해 *.dat과 *.rad 파일로 변환하는 작업이 필요하다.

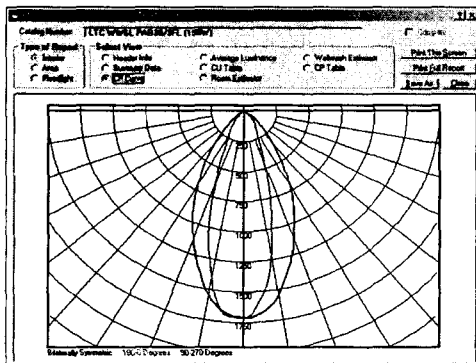


그림 1. Photometric viewer 프로그램에서 본 배광분포
Fig. 1. Candlepower Distribution in Photometric viewer

2.3 RADIANCE 프로그램

RADIANCE 프로그램은 미국 국립 Lawrence Berkeley Laboratory(LBL)의 조명연구팀에서 개발된 프로그램이다[2]. 광선이 자연적으로 진행되는 방향의 반대 방향으로 추적하여, 실제 광선이 발생한 광원의 활동을 예측하는 역광선추적기법 (Backward Ray-tracing Technique)을 기초로 광원으로부터 나온 광선들의 거동을 확인하여 빛환경을 가시화 할 수 있게 한다. 초기의 이 프로그램은 UNIX환경의 워크스테이션급 컴퓨터에서만 적합하게 실행되었으나, 현재에는 PC의 Windows 환경에서도 사용할 수 있는 Desktop RADIANCE 프로그램도 개발되어 있는 상태이고, 기존보다 더욱 다양하

고 정교한 조명 시각 시스템으로 발전하여 조도 계산, 이미지 프로세스, 시각화 등이 가능한 조명 렌더링 시뮬레이션 프로그램이다[3]. 이 프로그램은 현재 미국과 유럽에서 건축물의 3차원 투시도 작성은 물론 빛환경의 조도 및 휘도의 정량적 분석 연구에 많이 이용되고 있다.

3. 조명기구의 데이터베이스 구축

3.1 조명기구의 데이터베이스 구축과정

국내 조명기구회사(D.M, T.Y, J.I, T.W, T.K 등)를 통해 일반적인 조명기구 종류와 많이 사용되고 있는 조명기구를 기준으로 조명기구와 관련된 사양을 입수하였다. 그리고 국내 ②외에서 수집한 IES 데이터와 다양한 조명프로그램(Desktop RADIANCE, Lightscape 등)에 있는 Library의 활용을 중심으로 Photometric viewer와 같은 프로그램에서 조명기구의 램프 정보 및 배광을 확인한 후 데이터베이스를 구축하였다.

그림 2는 인공조명기구의 데이터베이스 구축의 흐름을 보여준 것으로서 조명기구의 데이터베이스 구축과정은 다음과 같이 진행되었다[4]. 인공조명의 데이터베이스 구축을 위해 CAD프로그램 상에서 조명기구 3D모델링을 한 후 보조변환 프로그램인 Torad Lisp를 이용하여 3D로 작업한 CAD파일(*.dwg)로부터 레이얼별 *.rad 파일과 *.view 파일을 생성시켰다. 그리고 텍스트 편집기를 이용하여 대상물의 재료특성의 데이터를 추가하고, 수집된 IES 데이터를 이용하여 RADIANCE Engine에서 *.rad와 *.dat파일을 생성시킨 후 조명기구의 아래에서 위치시킨다. 조명기구의 기하학적, 광학적 모델링이 완료되면 oconv명령을 실행하여 *.oct 파일로 변환하고 *.oct로 생성된 이미지파일을 rview를 통해 확인한다. 그리고 RADIANCE 프로그램에서의 최종이미지 파일인 *.pic파일을 생성한 후 TGA, JPG 또는 TIF파일로 변환하여 배광을 확인하는 작업을 진행하였다.

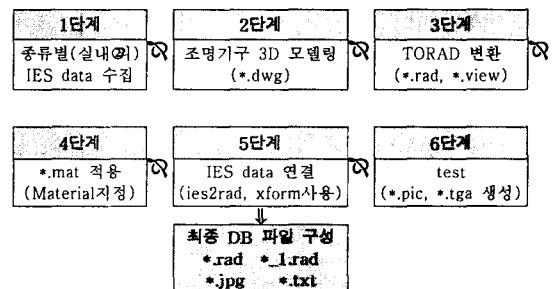


그림 2. 조명기구 데이터베이스 구축의 기본 흐름
Fig. 2. Fundamental flow chart of established luminaire DB

3.2 조명기구의 분류

본 연구의 진행은 사용자들의 편의성을 도모하기 위하여 실무에서 많이 활용되고 있는 조명기구별로 분류하였다. 표 1과 같이 크게 실내와 실외로 구분하였고, 국내조명기구의 자료가 미비한 경우는 국외조명기구와 비교하여 국내조명기구에 적용하고 국외조명기구도 함께 데이터베이스 구축에 포함하였다.

표 1. 조명기구의 분류

Table 1. Grouping of luminaire

실 내(Interior)	실 외(Exterior)
천장등(Ceiling light)	
형광등(Flourescent light)	투광기(Flood light)
다운라이트(Down light)	벽부착등(Bracket)
벽부착등(Bracket)	볼라드(Bollard)
스포트라이트(Spot light)	가로등(Street light)
펜던트(Pendant)	

3.3 인공조명 조명기구의 3D모델링

다음 그림 3은 회전축을 가진 조명기구를 레이어별로 구분하여 모델링하는 과정을 보여준다.

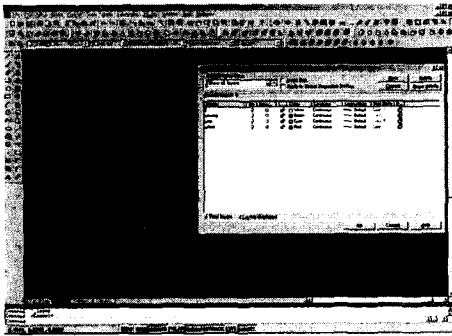


그림 3. 조명기구의 레이어별 3D 모델링
Fig. 3. 3D modeling of luminaires for each layer

3.4 데이터 변환을 위한 Macro Program

조명기구의 데이터베이스 작업을 하기 이전에 조명기구에는 천정이나 벽에 고정되는 조명기구가 있는가 하면 회전축을 가지고 있는 여러 종류의 조명기구가 있다. 이것들의 혼란을 막기 위해서 데이터베이스 구축시 두개의 rad 파일(*.rad, *_1.rad) 과 회전축과 관련된 위치를 txt파일로 작성하였다.

3.4.1 Torad 변환 과정

CAD 프로그램에서 3D 모델링한 파일을 가지고

Torad Lisp 명령을 실행한 후 *.dwg 파일을 레이어별로 *.rad와 *.view 파일을 생성시킨다(그림 4).

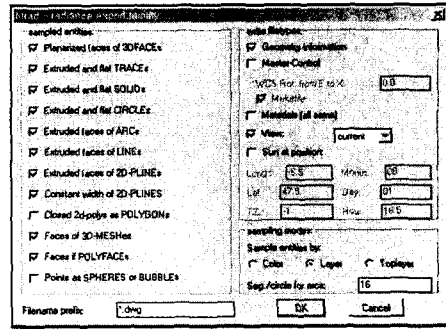


그림 4. CAD 프로그램내의 Torad 명령실행모습
Fig. 4. Torad command execution in CAD program

3.4.2 회전 조명기구의 데이터베이스 구축을 위한 Torad변환 과정

다음 그림 5는 CAD 프로그램에서 아래의 단계를 거쳐 고정축과 회전축에 관련하여 Torad 변환 과정을 보여준 것이다.

- 1) 고정축은 고정되는 부분이 (0, 0, 0)인 상태에서 고정축의 레이어만 활성화 시킨 후 rad 파일로 변환하여 작성한다.
- 2) 회전을 하게 되는 기구의 레이어만을 활성화 시킨 후 회전축이 위치하는 중심좌표를 txt 파일로 작성한다.
- 3) 회전을 하는 기구의 중심좌표를 (0, 0, 0)으로 이동시킨후 rad 파일로 변환하고, IES 데이터를 포함하여 *_1.rad로 작성한다.

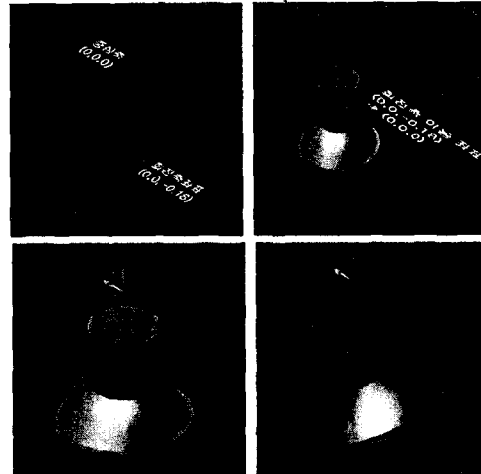


그림 5. 회전축을 가진 조명기구
Fig. 5. Rotation-axis of luminaires

3.4.3 좌표축 설정

그림 6은 다양한 형태의 조명기구를 세 개의 축에 의해 모든 조명기구가 설명될 수 있도록 기준을 설정하였다.

- 1) 장변과 단변이 있는 형광등과 같은 조명기구일 경우 X축의 방향으로 기구의 장변이 놓이게 되며, -Z축은 광원의 Aiming 방향이 된다.
- 2) 벽부착형의 조명기구일 경우, +Y축 방향으로 기구가 벽에 부착되고, -Y축이 기구의 돌출되는 부분이 된다. -Z축은 마찬가지로 광원의 Aiming 방향이 된다.
- 3) 투광기와 같이 회전축을 가진 조명기구는 +Z축을 기준으로 고정되는 부분이 향하고, -Z축이 광원의 Aiming 방향이 된다.

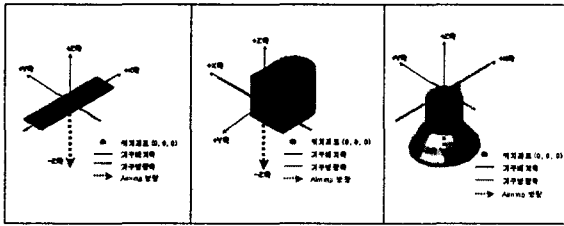


그림 6. 조명기구의 좌표축 설정
Fig. 6. Fixed rotation-axis of luminaires

3.5 조명기구 데이터 작성

3.5.1 Material 지정 (*.mat)

조명기구는 Housing, Reflect, Lamp, Lens 등 여러 가지 재질을 가지고 있다. 각각의 특성에 맞는 재질은 Torad Lisp의 명령을 통해 레이어별로 생성된 각각의 *.rad 파일에 선행되어야 한다.

- 1) # white enamel housing material
void plastic housing
0
0
5.8.8.8.03.02
- 2) # reflector material
void metal reflect
0
0
5.95.95.95.95.02
- 3) # glow material for lamp (bulb) surfaces
void glow lamp
0
0
4 10 10 10 0
- 4) # near-lambertian diffusing lens material
void trans lens
0
0
7.8.8.8.02.01.8 0

- 5) # material for luminaire mounting geometry
void plastic support
0
0
5.8.8.8.0 0
- 6) # material for luminaire trim, such as for downlights
void metal trim
0
0
5.95.95.95.95.01

3.5.2 IES 데이터 적용

인공조명을 시뮬레이션 하기 위해 조명기구 회사에서 수집한 IES데이터를 ies2rad와 xform명령을 통하여 조명기구에 맞는 조명파일을 작성한다(ies_*.dat, ies_*.rad 파일 생성)[4].

```
형식 1) ies2rad -dm -t lamp_type -m input filename  
=> ies2rad -dm -t default -m .85 ies_*.ies
```

```
형식 2) xform -rx degrees -ry degrees -rz degrees \  
-t x y z file_name  
=> xform -t (축좌표 XYZ) ies_*.rad > *.rad
```

이렇게 생성된 ies.rad(light)파일은 xform을 이용하여 3D 모델링한 조명기구의 좌표확인 후에 IES데이터를 조명기구에서의 램프 위치에 위치시킨다.

3.5.3 조명기구 최종 데이터베이스 파일

RADIANCE의 인터넷 웹기반에 업로드하기 위한 조명기구의 최종 데이터베이스 파일은 다음의 그림 7과 같다. 조명기구의 파일명은 IES 데이터 번호를 기준으로 구축하였다.



그림 7. 조명기구의 데이터베이스 파일
Fig. 7. Database files of luminaires

4. 조명기구의 데이터베이스 적용

4.1 구축 데이터

국내에서 상용되고 있는 조명기구를 기준으로 다음의 표 2와 같은 형식으로 조명기구의 데이터베이스 구축하였다. 단, 국내의 조명기구만으로 미비한 것은 국외의 조명기구로 보완하여 최종 데이터베이스를 구축, 정리하였다.

표 2. 조명기구의 데이터베이스 정리 (예: 투광기)
Table 2. Database arrangement of luminaires (ex: Flood light)

모델	이미지	내용	제품코드	RAD1 파일명	RAD2 파일명	광원값	DATA값
7820W		제조사(Manufacturer): 제코 제품명(Product code): 7820W 기종(Shape): 220x280mm 출력(Lumen): 30000lm 색온도(Color Temperature): 3500K	7820W	7820W.rad	7820W.rad	7820W.dat	7820W.dat
70-25W		제조사(Manufacturer): 제코 제품명(Product code): 70-25W 기종(Shape): 200x200mm 출력(Lumen): 2500lm 색온도(Color Temperature): 3000K	70-25W	70-25W.rad	70-25W.rad	70-25W.dat	70-25W.dat
70-45W		제조사(Manufacturer): 제코 제품명(Product code): 70-45W 기종(Shape): 200x200mm 출력(Lumen): 4500lm 색온도(Color Temperature): 3000K	70-45W	70-45W.rad	70-45W.rad	70-45W.dat	70-45W.dat
70-65W		제조사(Manufacturer): 제코 제품명(Product code): 70-65W 기종(Shape): 200x200mm 출력(Lumen): 6500lm 색온도(Color Temperature): 3000K	70-65W	70-65W.rad	70-65W.rad	70-65W.dat	70-65W.dat

4.2 이미지 테스트

다음의 그림 8은 단계별로 진행하여 구축한 조명기구의 데이터베이스를 가지고 RADIANCE 프로그램에 적용하여 몇 가지 조명기구(형광등, 팬던트, 벽부착등, 가로등, 블라드, 투광기 등)를 테스트한 결과이다.

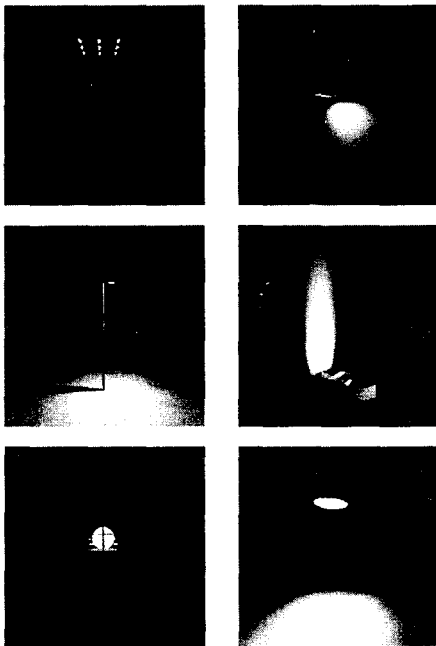


그림 8. 조명기구의 테스트 이미지
Fig. 8. Test image of luminaires

4.3 인터넷 웹기반 가상화 시스템

다음 그림 9는 지금까지 설명한 단계로 진행되어 구축된 조명기구의 데이터베이스가 적용된 RADIANCE Engine을 이용한 인터넷 웹기반 가상화 시스템의 모습

이다[5].

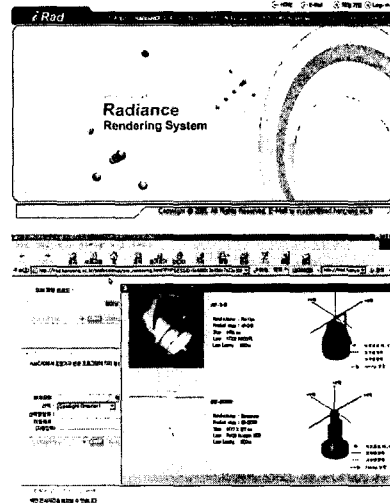


그림 9. 인터넷 웹기반 가상화 시스템 iRAD
Fig. 9. Internet Web-based visualization system iRAD

5. 결론

본 연구에서는 국내에서 생산되는 조명기구의 데이터베이스 구축 연구를 시작으로 다양하고 광범위한 조명기구의 일부만을 가지고 데이터베이스화 하여 RADIANCE 프로그램에 적용시켰다.

향후에는 더욱더 효과적이고 체계적인 방법으로 국내 조명기구에 대한 데이터베이스를 지속적으로 구축하여 RADIANCE 프로그램 이외의 여러 가지 시뮬레이션 프로그램에서도 국내의 환경에 적용하여 검증과 평가의 도구로서 정확성을 향상시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 2001년 건설기술연구사업 연구비에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] Qualification for lighting designers
- [2] Greg Ward Larson, Rob Shakespeare, RENDERING WITH RADIANCE, MORGAN KAUFMANN PUBLISHERS, 1998 <http://radsite.lbl.gov>
- [3] 송규동 외, RADIANCE 프로그램과 인터넷 환경을 이용한 조명시뮬레이션 시스템 개발, 대한건축학회 논문집, 제19권 4호, 2003
- [4] 오은숙 외, RADIANCE 프로그램을 이용한 인터넷 웹기반 가상화 시스템에서의 조명기구 DB 구축, 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, 2002
- [5] <http://irad.hayang.ac.kr>