

인터넷 웹기반 RADIANCE 가시화 시스템의 개발 : I. 조명기구의 데이터베이스 구축

(Development of Internet Web-based RADIANCE Rendering System
: I. Establishment of the Luminaire Database)

이정은 · 오은숙 · 최안섭* · 송규동

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

요 약

현재 빛환경의 평가도구로서 사용하고 있는 여러 조명 시뮬레이션 프로그램들은 대부분 국외에서 생산되고 있는 조명기구의 데이터를 바탕으로 하고 있다. 그렇게 때문에 국내 환경에 맞는 빛환경의 정확한 평가에는 한계를 가지고 있다. 본 연구의 진행은 사용자들의 편의성을 도모하기 위하여 실무에서 많이 활용되고 있는 조명기구를 선별하여 종류별로 분류하였다. 그리고 국내에서 생산되고 있는 조명기구의 데이터 수집을 바탕으로 RADIANCE 엔진을 이용하여 인터넷 웹기반 가시화 시스템 개발을 위한 조명기구의 데이터베이스를 구축하였다.

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 modeling, materials, and IES candlepower distribution data of each luminaire.

Key Words : RADIANCE Program, Simulation, Luminaire, Database

1. 서 론

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

* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 교수
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-3331
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr
접수일자 : 2004년 2월 19일
1차심사 : 2004년 2월 25일 2차심사 : 2004년 6월 16일
심사완료 : 2004년 7월 15일

볼 수 있는 시각적 요소와 건축공간을 구성하는 미적 요소로서 큰 역할을 하고 있다. 그렇기 때문에 빛 환경에 대한 정성적·정량적인 평가가 필요하다. 빛 환경에 대한 평가의 도구로서 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 프로그램은 빛의 거동을 물리적으로 모델링 하지 않고 대부분 인위적인 빛을 통해 이미지 표현을 하고 있다. 이것은 조명의 특성을 무시한 채 적합하지 않는 요소들을 추가하여 단순히 보여주기 위한 이미지 도구로 사용되고 있는 것이다.

조명기구로부터 어느 정도의 빛이 어떻게 나오는지 어느 위치에 설치 할 것인지를 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 배광데이터와 연결한다. 최종적으로 조명기구의 광학적 데이터를 이용하여 조명기구의 데이터베이스를 구축하는 것이다. 본 연구에 의해 구축하고자 하는 조명기구의 데이터베이스는 조명 디자인의 가시화 목적으로 개발되어 이미지 생성위주의 다른 시뮬레이션 도구와 다르게 빛환경의 정확한 평가를 얻을 수 있는 RADIANCE Engine을 이용하였다[2]. 구축된 조명

기구의 데이터베이스는 조명에 관한 전문지식 없이도 편리하게 사용할 수 있도록 개발하고 있는 인터넷 웹기반 RADIANCE 가시화 시스템에 적용하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 조명기구와 배광

조명기구로부터 어느 정도의 빛이 나오는지 조명기구를 선정하는데 매우 중요한 요소이다. 배광곡선은 조명기구로부터 나오는 빛의 양과 방향을 알 수 있도록 표와 그래프로써 표현한 것이다. 빛광원(조명기구)의 각 방향에 대한 광도분포를 배광(Candlepower Distribution)이라 하며, 이러한 배광을 광원의 중심을 통과하는 평면위와 수직면위에 광도분포를 표시하는 것을 배광곡선(Candlepower Distribution Curve)이라 한다[1]. 배광곡선은 일반적으로 이차원적 극좌표에 삼차원 값을 표시한 수직 배광곡선이 사용된다.

2.2 IES 배광데이터

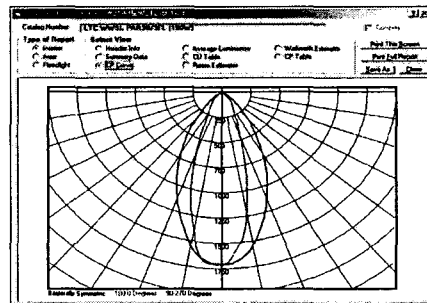


그림 1. Photometric viewer 프로그램에서 본 배광분포
Fig. 1. Candlepower Distribution in Photometric viewer

IES 배광데이터 파일은 특정 조명이 어떠한 방향으로 어느정도 강하게 빛이 나가는지를 알 수 있는 데이터로[1], 그림 1에서 보는 것과 같이 데이터를 기반으로 Photometric viewer[2]와 같은 프로그램을 통해 배광분포를 확인할 수 있다. RADIANCE 프로그램에서 인공조명을 시뮬레이션 하기 위해서는 조명광원의 정확한 IES 배광데이터가 필요하고, 이것을 이용하여 RADIANCE Engine을 통해 조명파일

인 데이터 파일(*.dat)과 Scene 파일(*.rad)로 변환하는 작업이 필요하다.

2.3 RADIANCE 프로그램

RADIANCE 프로그램은 미국 국립 Lawrence Berkeley Laboratory(LBL)의 조명연구팀에서 개발된 프로그램이다[3]. 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 상태이다. 기존보다 더욱 다양하고 정교한 조명 시각 시스템으로 발전하여 조도 계산, 이미지 프로세스, 시각화 등이 가능한 조명 가시화 시뮬레이션 프로그램이다[4]. 이 프로그램은 현재 미국과 유럽에서 건축물의 3차원 투시도 작성은 물론 빛환경의 조도 및 휘도의 정량적 분석 연구에 많이 이용되고 있다. 다음의 표 1은 본 연구 수행시 사용되었던 RADIANCE 프로그램의 주요 실행 명령을 나타낸 것이다.

표 1. RADIANCE 프로그램의 주요 실행 명령
Table 1. RADIANCE Variables

실행명령	내용
OCNV	SCENE 파일로부터 이미지 생성 전 단계인 octree, 파일 생성
XFORM	SCENE 파일의 회전, 이동, 크기 등의 변환
IES2RAD	IES 배광분포데이터를 RADIANCE 프로그램에 맞는 파일로 변환
RVIEW	이미지 생성 확인
PFILT	RADIANCE 이미지 필터링
RA_GIF RA_TIFF RA_T16	RADIANCE 이미지를 *.gif, *.tif, *.tga 이미지(그림)로 변환
XIMAGE	윈도우 시스템에서 RADIANCE 이미지의 화면 출력, 결정된 위치에서 조도값 계산

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·외에서 수집한 IES 배광데이터와 다양한 조명프로그램(Desktop RADIANCE, Lightscape 등)에 있는 Library의 활용을 중심으로 Photometric viewer와 같은 프로그램에서 조명기구의 램프 정보 및 배광을 확인한 후 데이터베이스를 구축하였다.

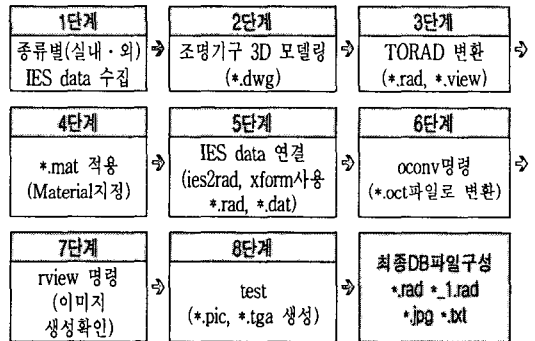


그림 2. 조명기구 데이터베이스 구축의 기본 흐름
Fig. 2. Fundamental flow chart of established luminaire DB

그림 2는 인공조명기구의 데이터베이스 구축의 흐름을 보여준 것으로써 조명기구의 데이터베이스 구축 과정은 다음과 같이 진행되었다[5]. 인공조명의 데이터베이스 구축을 위해 CAD프로그램 상에서 조명기구 3D모델링을 한 후 보조변환 프로그램인 Torad Lisp를 이용하여 3D로 작업한 CAD파일(*.dwg)로부터 레이 어벌 *.rad파일과 *.view파일을 생성시켰다. 그리고 텍스트 편집기를 이용하여 대상물에 따른 재료특성 데이터를 추가하고, 수집된 IES 배광데이터를 이용하여 RADIANCE Engine에서 *.rad파일과 *.dat파일을 생성시킨 후 조명기구의 아래에 위치시킨다. 조명기구의 기하학적·광학적 모델링이 완료되면 ocnv명령을 실행하여 *.oct파일로 변환하고, *.oct파일로 생성된 이미지 파일은 rview 명령을 통해 확인한다. 그리고 RADIANCE 프로그램에서의 최종이미지 파일인

*.pic파일을 생성한 후 TGA, JPG 또는 TIF파일로 변환하여 배광을 확인하는 작업을 진행하였다.

3.2 데이터 수집 및 문제점

국내에서 사용되고 있는 조명기구의 사양들을 조사하여 자료를 수집하였다. RADIANCE 프로그램에서 인공조명을 시뮬레이션 하기 위해서는 조명광원의 배광분포곡선에 따라 각도별 광도값을 *.rad파일로 작성하여야한다. 이것은 조명기구를 생산하는 회사에서 배포하는 IES 배광데이터 형식을 활용하여, RADIANCE 프로그램에서 활용될 수 있는 값으로 변형될 수 있으며, 그 결과 인공조명의 성능을 정량적·정성적으로 분석할 뿐만 아니라 현실과 거의 동일한 이미지를 가시화 할 수 있게 되는 것이다. 그러나 국내의 조명기구를 생산하는 업체에서는 IES 배광데이터를 거의 만들지 않고 있는 실정으로, 배광데이터 수집에 한계가 있다. 본 연구에서는 배광분포 데이터의 자료수집을 위한 대안법으로 국외의 조명기구생산업체에서 배포되는 IES 배광데이터를 참고하여 배광분포를 검토하였다. 즉, 외국 조명기구의 데이터를 바탕으로 국내조명기구와 비교하여 조명기구의 재질이나 배광분포곡선이 같은 조명기구를 찾아 국내조명기구의 IES 배광데이터에 적용하여 데이터베이스를 구축하였다[5].

3.3 조명기구의 분류

본 연구의 진행은 사용자들의 편의성을 도모하기 위하여 실무에서 많이 활용되고 있는 조명기구별로 분류하였다. 표 2와 같이 크게 실내와 실외로 구분하였고, 국내조명기구의 자료가 미비한 경우는 국외조명기구와 비교하여 국내조명기구에 적용하고 국외조명기구도 함께 데이터베이스 구축에 포함하였다.

표 2. 조명기구의 분류
Table 2. Grouping of luminaires

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

3.4 인공조명 조명기구의 3D모델링

국내에서 사용되고 있는 조명기구를 기준으로 규격에 맞게 CAD 프로그램에서 SIZE별로 3D 모델링을 하였다. 다음의 그림 3은 회전축을 가진 조명기구를 레이어별로 구분하여 모델링하는 과정을 보여준다.

3.5 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 임의로 정한 두 개의 rad 파일(*.rad, *_1.rad)과 회전축과 관련된 위치를 txt파일로 작성하였다.

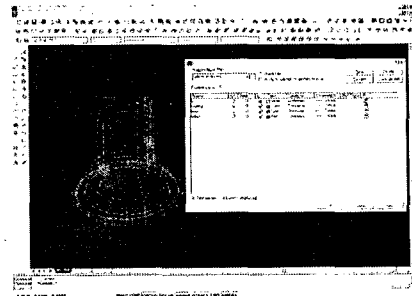


그림 3. 조명기구의 레이어별 3D 모델링
Fig. 3. 3D modeling of luminaires for each layer

3.5.1 Torad 변환 과정

CAD 프로그램에서 3D 모델링한 파일을 가지고 Torad Lisp 명령을 실행한 후 *.dwg 파일을 레이어별로 *.rad와 *.view 파일을 생성시킨다(그림 4).

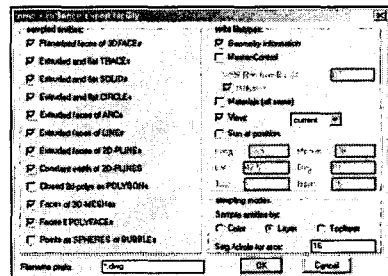


그림 4. CAD 프로그램내의 Torad 명령실행모습
Fig. 4. Torad command execution in CAD program

3.5.2 회전 조명기구의 데이터베이스 구축을 위한 Torad변환 과정

기존에 상용화 되어있는 렌더링 프로그램들은 조명기구에 대한 데이터베이스가 하나로 Library화 되어 있어서 투광기와 같은 조명기구의 경우 Aiming 방향에 따른 회전시 조명기구 전체가 회전되어 조명기구가 고정되는 부분이 공중에 떠있는 현상이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 그림 5와 같이 CAD 프로그램에서 아래의 단계를 거쳐 고정축과 회전축에 관련하여 Torad 변환을 통해 기존의 문제점을 보완하였다.

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 배광데이터를 포함하여 *_1.rad로 작성한다.

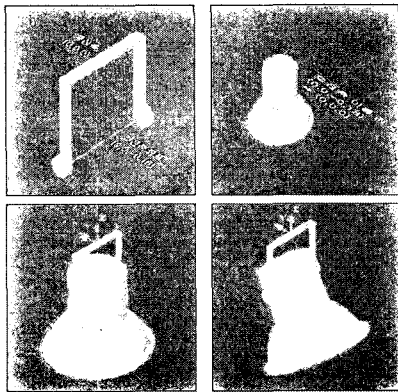


그림 5. 회전축을 가진 조명기구
Fig. 5. Rotation-axis of luminaires

3.5.3 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.

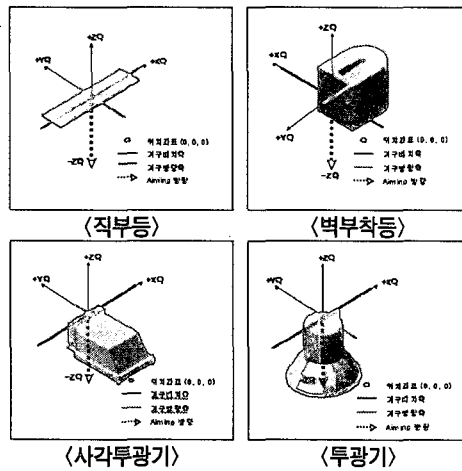


그림 6. 조명기구의 좌표축 설정
Fig. 6. Fixed rotation-axis of luminaires

3.6 조명기구 데이터 작성

3.6.1 Material 지정(*.mat)

조명기구는 Housing, Reflector, 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
    
```



인터넷 웹기반 RADIANCE 가시화 시스템의 개발 : I. 조명기구의 데이터베이스 구축

```
3) # glow material for lamp (bulb) surfaces
void glow lamp
0
0
4 10 10 10 0
```

3.6.2 IES 배광데이터 적용

인공조명을 시뮬레이션 하기 위해 조명기구 회사에서 수집한 IES 배광데이터를 표 3과 같이 ies2rad와 xform명령을 통하여 조명기구에 맞는 조명파일을 작성한다(ies_*.dat, ies_*.rad파일 생성)[4]. 이렇게 생성된 ies.rad(light)파일은 xform을 이용하여 3D 모델링한 조명기구의 좌표확인 후에 IES 배광데이터를 조명기구에서의 램프 위치에 위치시킨다.

표 3. IES 배광데이터 변환
Table 3. Transformation of Candlepower Distribution data

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

3.6.3 최종 조명기구 데이터베이스 파일

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



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

4. 조명기구의 데이터베이스 적용

4.1 구축 데이터

국내에서 사용되고 있는 조명기구를 기준으로 다음의 표 4와 같은 형식으로 조명기구의 데이터베이스(천장등, 형광등, 다운라이트, 벽부착등, 스포트라

이트, 팬던트, 투광기, 벽부착등, 볼라드, 가로등)를 구축하였다. 단, 국내의 조명기구만으로 미비한 것은 국외의 조명기구로 보완하여 최종 데이터베이스를 구축, 정리하였다.

표 4. 조명기구의 데이터베이스 정리
Table 4. Database arrangement of luminaires (ex:Flood light, Down light)

이름	이미지	내용	좌표축
TYP-210		제조사(Manufacturer) : TAI 제품명(Product code) : TYP-210 규격(Size): 405X405mm / H 5000mm 램프(Lamp) : Mercury Vapour Lamp 125W 램프광속(Lamp Lumens) : 6300lm 색온도(Color Temperature) : 4000K	
JIO-458		제조사(Manufacturer) : JAI 제품명(Product code) : JIO-458-2 규격(Size): 267 X 750mm 램프(Lamp) : 100W MH 램프광속(Lamp Lumens) : 8500lm	
JIO-440		제조사(Manufacturer) : JAI 제품명(Product code) : JIO-440-2 규격(Size): 430 X 900mm 램프(Lamp) : 20W CFL 램프광속(Lamp Lumens) : 1250lm	
TO-030A		제조사(Manufacturer) : TAI 제품명(Product code) : TO-030A 규격(Size): 500X350mm 램프(Lamp) : 100W Metal Halide 램프광속(Luminous Flux) : 10780lm	
TO-010S		제조사(Manufacturer) : TAI 제품명(Product code) : TO-010S 규격(Size): 420X645mm 램프(Lamp) : 400W MH 램프광속(Lamp Lumens) : 30000lm	
5634		제조사(Manufacturer) : IAI 제품명(Product code) : 5634 규격(Size): 205X150mm H 165mm 램프(Lamp) : Halogen Lamp 150W 램프광속(Lamp Lumens) : 2500lm	
tw1706		제조사(Manufacturer) : TAI 제품명(Product code) : TWFL-706 규격(Size): 1315x135mm 램프(Lamp) : fluorescent 40W x2 램프광속(Lamp Lumens) : 3200lm	
dd-1514		제조사(Manufacturer) : DAI 제품명(Product code) : DD-1514 규격(Size): 1163mm 램프(Lamp) : EL 23W 램프광속(Lamp Lumens) : 1500lm	
dd-1515		제조사(Manufacturer) : DAI 제품명(Product code) : DD-1515 규격(Size) : 6200mm 램프(Lamp) : Dulux 13W X2 램프광속(Lamp Lumens) : 900lm	
3600_800		제조사(Manufacturer) : IAI 제품명(Product code) : 3600-800 규격(Size): 298x298mm 램프(Lamp) : Compact fluorescent 26W x2 램프광속(Lamp Lumens) : 1800lm 색온도(Color Temperature) : 4000K	

4.2 이미지 테스트

다음의 그림 8은 앞에서 설명한 단계별로 진행하

여 조명기구의 기하학적, 광학적 모델링을 한 후 최종적으로 구축된 조명기구의 데이터베이스를 가지고 RADIANCE 프로그램에 적용한 것이다. 이미지 파일인 *.pic 파일을 생성하여 Window 시스템에서 확인 가능한 이미지로 변환하여 몇 가지 조명기구 (형광등, 벽부착등, 가로등, 블라드, 투광기 등)를 테스트하였다.

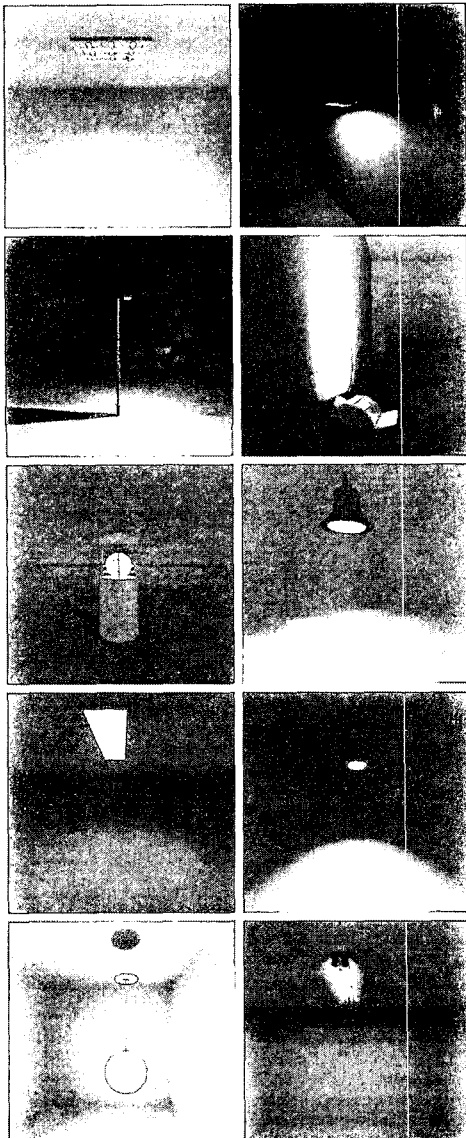


그림 8. 조명기구의 테스트 이미지
Fig. 8. Test image of luminaires

4.3 인터넷 웹기반 가시화 시스템

다음의 그림 9는 지금까지 설명한 단계로 진행되어 구축된 조명기구의 데이터베이스가 적용된 RADIANCE Engine을 이용한 인터넷 웹기반 가시화 시스템의 모습이다[6]. 사용자는 MS Windows 기반의 일반 PC로서 웹 브라우저와 AutoCAD 프로그램을 기본적으로 탑재하여야 하고, 본 홈페이지에서 다운로드 받은 AutoCAD 파일 변환 프로그램과 조명기구 데이터 변환 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 할 수 있다.

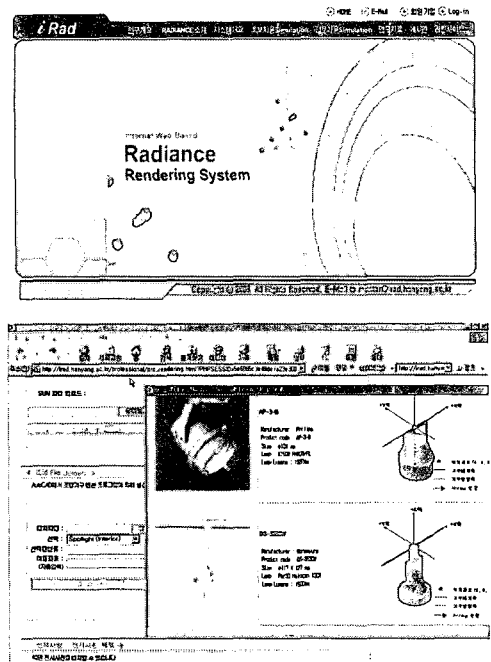


그림 9. 인터넷 웹기반 가시화 시스템 iRAD
Fig. 9. Internet Web-based visualization system iRAD

5. 결 론

본 연구에서는 국내에서 생산되는 조명기구의 데이터베이스 구축 연구를 시작으로 다양하고 광범위한 조명기구의 일부만을 가지고 데이터베이스화 하였다. 이것은 'RADIANCE Engine을 이용한 인터넷 웹기반 가시화 시스템의 개발'의 효율적 활용을 위해 적용되었다. 향후에는 더욱더 효과적이고 체계적

인 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.

본 연구는 건설교통부 2001년 건설기술연구사업 연구비에 의하여 연구되었음.

References

- (1) Qualification for lighting designers, 조명디자이너 자격인증교재, 한국조명·전기설비학회, 1999.
- (2) Lithonia Lighting, <http://www.lithonia.com>
- (3) Greg Ward Larson, Rob Shakespeare, RENDERING WITH RADIANCE, MORGAN KAUFMANN PUBLISHERS, 1998. <http://radsite.lbl.gov>.
- (4) 송규동 외, RADIANCE 프로그램과 인터넷 환경을 이용한 조명시뮬레이션 시스템 개발, 대한건축학회 논문집, 제19권 4호, 2003.
- (5) 오은숙 외, RADIANCE 프로그램을 이용한 인터넷 웹기반 가시화 시스템에서의 조명기구 DB 구축, 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, 2002.
- (6) <http://irad.hanyang.ac.kr>.

◇ 저자소개 ◇

이정은 (李晶銀)

1980년 4월 21일생. 2003년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

오은숙 (吳恩淑)

1974년 6월 16일생. 2002년 경기대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

최안섭 (崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대 건축공학과 졸업. 1993년 The Pennsylvania State University 건축공학과 졸업(석사). 1997 The Pennsylvania State University 건축공학과 졸업(박사). 현재 세종대 건축공학과 교수.

송규동 (宋圭棟)

1957년 1월 4일생. 1984년 한양대 건축학과 졸업. 1986년 한양대 건축공학과 졸업(석사). 1989년 University of Oklahoma 건축학과 졸업(석사). 1993년 Texas A&M University 건축학과 졸업(박사). 현재 한양대 건축학부 교수.