

컴퓨터 시뮬레이션을 통한 경관조명 데이터베이스 구축에 대한 연구

(The study on the Exterior Lighting Database by Computer Simulation)

김희서* · 이성주

(Hway-Suh Kim · Seong-Ju Lee)

요 약

본 논문은 건축물의 조명 디자인을 위한 경관조명 데이터베이스를 구축하기 위한 것으로서, 경관조명디자인에 전문적인 지식이 없는 건축가나 건축전공 학생들에게 인터넷 웹을 통해 디자인 도구로서 제공될 수 있도록 구성되었다. 본 연구에서는 각각의 건물 형태 및 조명기구 배치 구분에 따른 시뮬레이션 결과인 이미지를 축적하여 경관조명 데이터베이스를 구축하였다.

Abstract

The purpose of this study was to develop an exterior lighting design database system for building lighting design. This database system has been designed to work internet web service as a design tool for architect and architecture student who are not profession of lighting design. In this study, exterior lighting database system has been accumulated with rendering image of each building form and lighting projector placement.

Key Words : Exterior lighting, Lightscape Program, Database Program, Lighting design

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

경관조명 설계프로세스 중에서 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션은 가상의 상황분석을 통해 디자이너에게 시행착오를 줄이게 하여 시간과 비용을 절감할 수

있고, 디자인의 요소별 분석과 생산성을 향상시키는 데 큰 도움을 얻을 수 있어서 여러 방향으로 시뮬레이션 프로그램을 이용하는 경우가 많다[1]. 그러나 시뮬레이션을 위한 시스템은 장비의 사양이 고가이며 사용법 또한 복잡하여 숙달되지 아니한 경우에는 시간과 비용의 투자가 비교적 높아져 많은 비용의 투자 없이는 효과적인 경관조명을 기대하기가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 경관조명에 대한 전문적인 지식이 부족한 일반인과 건축관련분야 종사자에 대하여 외부 경관조명 시스템 도입 및 경관조명 예측을 위한 기초적 지식과 데이터를 제공할 수 있는 인

* 주저자 : 단국대학교 건축대학 교수
Tel : 02-709-2329, Fax : 02-709-2329
E-mail : hskim@dku.edu
접수일자 : 2002년 4월 9일
1차심사 : 2002년 4월 10일
심사완료 : 2002년 5월 22일

터넷 웹에 기반을 둔 데이터베이스를 구축하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 문헌 및 현장조사를 통하여 경관조명에 대한 이론 및 시뮬레이션 프로그램의 특징을 분석하였으며, 데이터베이스 구축을 위한 카테고리 분류 및 항목 설정 과정을 거쳐, 선정된 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 항목별 렌더링 및 이미지 출력을 통해 데이터를 축적하였다. 축적된 데이터는 웹서버를 구축하여 인터넷 웹서비스가 가능한 데이터베이스를 구축하였다.

시뮬레이션 프로그램은 Lightscape를 사용하였으며, 데이터베이스를 구축하는데는 비전문가라도 쉽게 이용 가능한 인터넷 웹을 기반으로 하여 독립적인 플랫폼을 가지고 있으면서 웹서버에서 많은 사용자들이 동시에 이용 가능한 JSP를 이용하였다.

2. 경관조명 시뮬레이션의 이론고찰

2.1 경관조명의 정의

경관조명이라 함은 야간에 도시 속의 건물, 교량, 광장, 공원 등의 일 부분을 조명함으로써 조명대상에 대한 아름다움과 함께 각각의 기능, 역사적 의미, 건축적 특징, 상징성, 형태 및 색채 등에 대한 환경적 요소를 충분히 전달함과 동시에 시각적으로 아름다움을 연출하는 것으로 그 의미를 가질 수 있다[2,3].

2.2 조명계산 기법

시뮬레이션 프로그램의 이용을 위해서는 각종 조명계산 알고리즘의 원리와 장단점, 그리고 그 한계를 명확히 이해하여야 하며, 조명기구와 피사체 즉, 건축 마감재의 특성을 정확히 숙지해야만 시뮬레이션 프로그램의 활용을 높일 수가 있다.

최근 들어 컴퓨터의 사양과 3D 소프트웨어 성능의 발달로 정밀한 형태의 해석방법이 제시되고 있으며, 특히 실내 및 실외의 조도관계의 해석을 위해서는 열복사해석법 및 광선추적법 방식의 활용이 매우 필수적으로 응용되고 있다.

2.2.1 글로벌 일루미네이션 알고리즘

보다 정밀한 이미지를 계산하기 위해서는 광원 그 자체만을 계산해서는 안 되고, 그 빛과 상호 연관된

환경에서의 물체들의 모든 표면과 물체를 계산해야 된다. 글로벌 일루미네이션 알고리즘(Global Illumination algorithm)은 물체에 있는 양 면 사이로 전송되는 광자들을 정확한 방법으로 렌더링 하는 알고리즘이라 할 수 있다.

2.2.2 광선 추적 방식(Ray Tracing Method)

광선추적 방식은 다양한 범위의 조명효과를 묘사할 수 있는 다목적인 알고리즘이다. 직사광이나 음영, 거울과 같은 경면반사, 투명재료를 통한 굴절 등에 대해 전체조도 특성을 정확하게 계산할 수 있다. 그러나 방대한 계산량이 요구되기 때문에 일반적인 수준의 기하학적 형상에도 계산비용이 많이 소비되며 확산광의 반사효과를 고려할 수 없다. 이 때문에 광선추적 기법을 통해 생성된 이미지는 종종 입체적이지 못하고 평면적으로 보이는 경향을 나타낸다.

2.2.3 복사해석 방식(Radiosity Method)

복사해석방식에서는 공간 내 각점의 강도(Intensity)를 계산하며 이를 위해 공간 내 각 표면을 보다 작은 그물형태의 미소표면(element)으로 분할하고, 각 미소표면에서 다른 모든 미소표면으로의 광량을 계산하여 최종적으로 각 미세표면의 Radiosity값을 저장하는 방식이다.

이 방식은 면과 면사이의 확산상호반사에 대한 계산이 가능하며, 상황에 따른 재계산이 필요로 하지 않고 임의의 시점에 빠른 대응이 가능하고 시간의 지남에 따른 정확성과 높은 질의 시각적 결과를 보여줄 수 있다는 장점이 있으나 많은 수의 면을 분할하게 되므로 계산 과정에서 더 많은 메모리를 요구하게 되며 메모리사용에 있어 비효율적이라 할 수 있다. 또한 표면의 느낌이 인공적이며 특별한 부위의 반사와 투명도 효과는 나타내기 어렵다는 단점을 가지고 있다.

3. 시뮬레이션 방법

3.1 시뮬레이션 프로그램의 특징

현재까지 개발된 각각의 조도계산방법으로는 조도효과를 완벽하게 묘사할 수 없으며 근래에 개발되는 프로그램은 Radiosity 및 Ray Tracing 기법을 혼합 병용하여 사용함으로써 효율적이고 정확한 값을 찾을 수 있도록 해주고 있다. 즉, Radiosity 방식으로 임의시점에서 각 점의 조도를 계산하고, Ray

Tracing 방식으로 특정시점에서의 경면반사 및 투명 효과를 추가로 계산하여 앞단계 결과에 합치는 방식을 택하고 있다.

시뮬레이션 프로그램으로 선정한 Lightscape v3.2은 이러한 방식을 이용함으로써 현실세계 표현의 사실감을 높여주며, 사용자에게 현실세계의 모든 조명(자연조명, 인공조명)을 정확하게 표현할 수 있는 기능을 제공하는 등 많은 특징을 가지고 있다[4].

3.2 경관조명 시뮬레이션을 위한 고려사항

경관조명의 시뮬레이션을 위해서는 건물의 마감재와 같은 물리적 고려사항 뿐만 아니라 광원에 대한 데이터, 시각에 대한 이론 등이 필요하다.

3.2.1 광원의 선정

시뮬레이션 입력요소로서 광원은 조명효과를 나타내는데 중요한 요소이다. 많은 광원 중 경관조명용 광원으로 사용되는 것은 주로 고휘도 방전 램프(High Intensity Discharge Lamp)로 할로겐램프, 메탈 할라이드램프, 고압 나트륨램프 등이 있다.

경관조명은 건축물 외부의 색과 재료의 특성에 맞게 광원을 선택하여야 한다. 광원의 종류에 따라 적용하는 사례가 다르므로 대상물의 광원의 적합성을 고려하여야 한다.

표 1. 마감재에 따른 광원의 선정 예
Table 1. An example of a source of light

건축물 표면 재료의 색채	광 원	
백, 적, 오렌지 계통	백열전구, 할로겐램프, 고압나트륨램프	크세논램프, 메탈할라이드 램프
백, 청, 녹색 계통	수은램프, 형광수은램프	

3.2.2 투광기의 설치

투광기의 광학 시스템은 Specular Reflection, Spread Reflection, Diffuse Reflection 의 3가지 타입으로 나뉘어 진다. 이중 Specular Reflection 시스템을 적용한 투광기가 경관조명에 주로 쓰이게 된다. 반사경은 빛의 분배가 정밀도를 요구할 때 사용되며 시뮬레이션 과정에서 초점을 변화시켜 결과를 얻을 수 있다.

투광기는 눈에 띄지 않고, 건물을 바라보는 사람

에게 글래어가 발생하지 않도록 설치하며, 보통 건물의 높이에 대한 조명기구의 취부거리 D는 건물높이 H의 1/10 이상이 바람직하다.

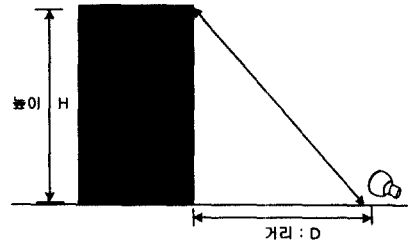


그림 1. 건축물의 높이와 광원위치와의 관계
Fig. 1. Relation with building's height & position of light

3.2.3 시거리와 시각대상의 크기

시거리란 시점으로부터 대상까지의 거리를 나타내며, 시각대상의 크기는 대상의 크기와 시 거리에 의해 나타낼 수 있다.

$$\text{시각대상의 크기} \propto \tan \frac{\text{대상의 규모}}{\text{시거리}}$$

시각대상의 크기는 대상의 규모에 비례하며, 대상이 멀수록 작게 보임을 알 수 있다. (Maertens 이론)

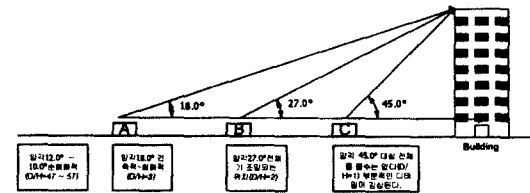


그림 2. Maertens 의 법칙
Fig. 2. Maertens' law

4. 데이터베이스 구축

4.1 데이터베이스 구축을 위한 프로그램

JSP(Java Server Pages)는 자바를 기반으로 한 동적인 웹사이트 개발 언어로서, 서버측(Server Side) 스크립트 언어이다. 웹사이트를 개발할 때 많이 사용하는 HTML, 자바스크립트(Javascript)가 클라이언트(사용자의 웹 브라우저) 상에서 실행이 되는 반면에 JSP는 서버에서 실행되고, 실행된 결과를 클라이언

트에 전달해 주게 된다[5].

클라이언트에서 웹 서버에 JSP 파일을 요청하면 웹 서버는 JSP를 서블릿(Servlet)으로 만든 다음에 해당 서블릿을 실행하여 그 결과를 클라이언트에 보내주게 되어있다. 즉, JSP는 자바 언어로 변환이 된다는 것을 의미하며 자바 기반의 플랫폼의 많은 장점을 모두 취할 수 있다.

스크립트 언어(Scripting Language)는 소스를 컴파일 하지 않은 상태에서 바로 실행할 수 있는 언어를 말하며 컴파일이 필요한 언어에 비하여 쉽고, 컴파일 과정이 없이 그 결과를 바로 확인할 수 있다는 장점이 있으나 비스크립트 언어에 비해 다소 느리다는 단점이 있다. JSP는 플랫폼의 독립성 측면, 효율성 측면 및 메모리 관리면과 자바의 모든 API를 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

4.2. 데이터베이스를 위한 카테고리 결정

경관조명 시뮬레이션 데이터베이스의 데이터는 시뮬레이션의 결과 이미지가 축적되어 구축된다.

본 연구의 데이터베이스에서는 검색항목으로서 건물형태, View의 방향, 조명기구의 배치형태, 광원의 종류, 마감재의 종류, 투사면의 조도분포를 선정하였으며 이상의 구분에 따른 시뮬레이션 이미지를 축적하였다.

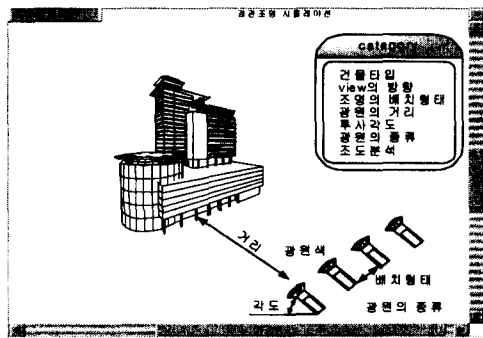


그림 3. 시뮬레이션의 카테고리 개념도
Fig. 3. Category's conceptual drawing of simulation

4.2.1 건물형태 및 View 방향결정

본 시뮬레이션 건물형태의 항목에서는 기본 모델의 형태로서 기하학적인 형태를 가진 것과, 건물의

디테일을 표현한 시뮬레이션 작업으로 분류하였으며 우선, 후자의 기본적인 모델 형태를 2가지로 정하여 시뮬레이션을 하였다.

아울러 시뮬레이션 이미지의 View 방향 항목에는 카메라의 위치, 각도 등을 표현하였다.

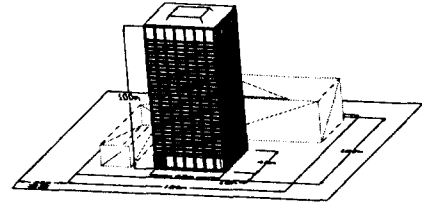


그림 4. A 타입 모델의 투시도
Fig. 4. A perspective drawing of A type

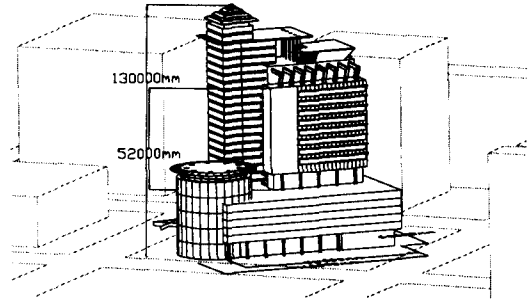
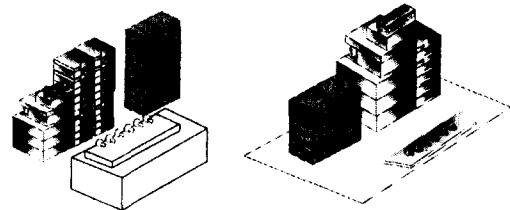


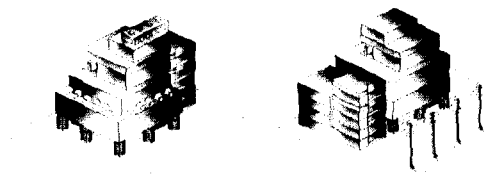
그림 5. B 타입 모델의 투시도
Fig. 5. A perspective drawing of B type

4.2.2 조명기구(투광기)의 배치 형태

조명기구의 배치는 다음 그림과 같은 형태로 구분하였다.



(a). 인접건물 옥상 (a). Adjacent roof top
(b). 가까운 지면 (b). A closed ground



(c). 건물 자체에 설치 (d). 가로용 폴 이용
 (c). Building's body (d). Street poll

그림 6. 조명기구 배치 종류
 Fig. 6. Types of lighting projector placement

4.2.4 광원의 종류

경관조명용 광원의 종류는 매우 다양하고 각 상황에 따른 광원의 연출효과는 다양하게 나타난다. 본 연구의 시뮬레이션에서 필요한 다양한 광원의 배광 분포는 ERCO사에서 제공하고 있는 자료를 이용하였다.

4.2.5 마감재료의 타입

시뮬레이션 상에서 정확한 마감 재료의 특성을 정확히 표현하는 작업은 매우 어려운 작업이다. 본 연구에서 이용한 시뮬레이션 프로그램인 Lightscape에서는 마감재료의 특성으로서 반사율과 굴절률에 대한 기본 자료를 제공하므로, 데이터를 얻기 위한 시뮬레이션에서는 제공된 자료의 범위에서 마감 재료의 성질을 부여하였다.

4.2.6 투사면의 조도 분석 시뮬레이션

조도 분포상태를 분석한 시뮬레이션 이미지를 데이터화 하였으며, 사용자는 조도 분석이미지를 통해 광원의 밝기 및 취부 각도에 대하여 이해를 할 수 있다.

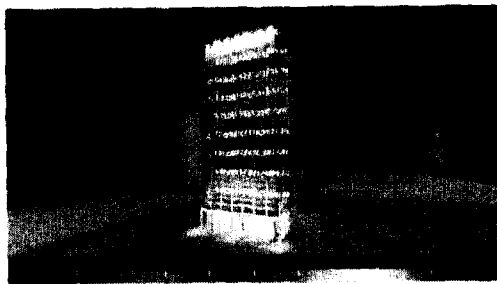


그림 7. A Model의 조도 분석
 Fig. 7. An analysis of A model's illumination

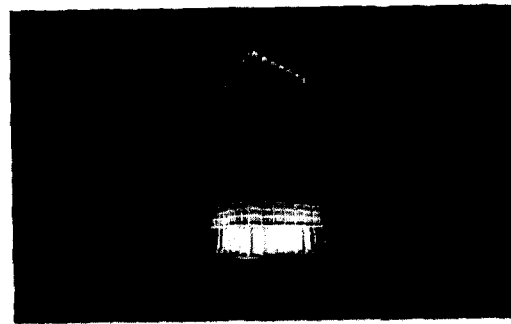


그림 8. 기본모델 A타입의 시뮬레이션 결과 예
 Fig. 8. An example by simulation's result of basis model A type

4.3 데이터베이스의 구성 및 형태

4.3.1 데이터베이스의 구성

시뮬레이션을 통해 생성된 이미지를 분류하고 데이터베이스화하는 작업은 JSP을 이용하며, JDK 2.0, Resin 2.0을 이용하여 JSP를 지원하는 웹서버를 구축하였다. 기본 JSP 코딩은 두 가지 파일형태로 구성되었고 start.jsp, search.jsp 로 코딩을 하여 웹서버의 루트디렉토리에 저장되어 있다. 사용자는 웹페이지를 통해 경관조명 데이터베이스를 검색할 수 있다.

4.3.2 데이터베이스의 형태

다음 그림 9, 10, 11은 웹상에서 구현된 데이터베이스의 실행되는 모습의 사례이다.

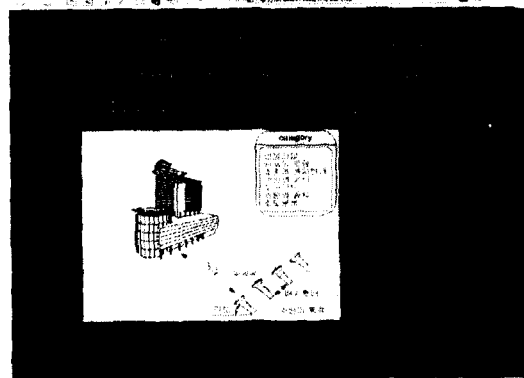


그림 9. start.jsp 실행 화면
 Fig. 9. start.jsp operation screen

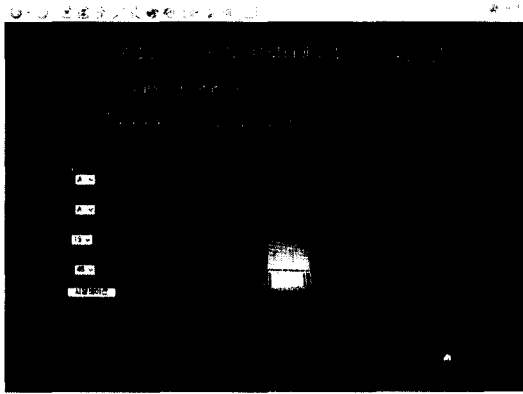


그림 10. 시뮬레이션 데이터 출력화면
Fig. 10. Output screen of simulation data

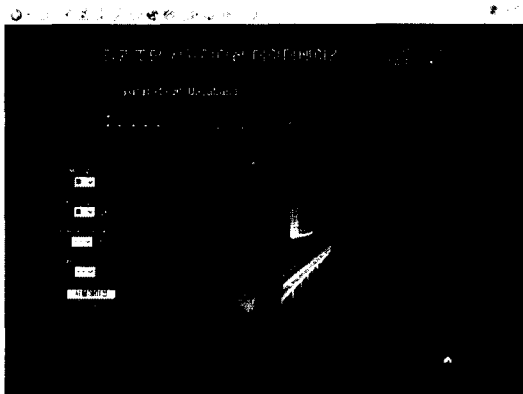


그림 11. 시뮬레이션 데이터 출력화면
Fig. 11. Output screen of simulation data

5. 결 론

본 연구는 경관조명에 관한 연구 중 구체적인 실행방안을 제시한 연구로서, 경관조명에 대한 기초적인 이론을 바탕으로 시뮬레이션 도구를 통해 이미지 생성 및 경관조명 데이터베이스를 구축함으로써 조명에 관한 깊은 이해와 지식을 갖지 않는 일반 사용자들에게 유용한 정보를 제공할 수 있도록 하였다.

서버구축을 통한 데이터베이스에는 수많은 양의 시뮬레이션 데이터가 축적되어 사용자에게 조명에 관한 지식을 전달시킬 수 있으며, 경관조명의 설치효과와 조명설계 프로세스에 대한 이해를 돕고 있다. 웹과 연동된 데이터베이스는 수많은 사용자들을 수

용함으로써 효율적인 정보전달이 가능하며 실시간으로 데이터의 전달이 가능하기 때문에 경관조명 뿐만 아니라 일반 조명 디자인에도 많은 유용한 정보를 제공할 수 있으며, 지식기반시스템으로서의 효용가치 또한 높일 수 있다.

경관조명 데이터베이스의 활용 및 이용도를 높이기 위해서는 이미지의 질적 향상뿐만 아니라 양적 팽창도 함께 해야 한다. 현재 본 연구실에서는 더 많은 상황을 고려한 시뮬레이션의 데이터를 생성 및 추가 중이다.

References

- (1) 照明學會, "경관조명의 안내", コロナ社, 1995.
- (2) 響庭 貢, "景觀照明の手引き", 照明學會 編, コロナ社, 1995.
- (3) 都市の夜間景觀研究會, "都市の夜間景觀の演出", 大成出版社, 1994. 8.
- (4) Lightscape Technologies, Inc. Lightscape 3.1 User's Guide & Tutorial, 1996. 11.
- (5) 정승찬, HTML & JAVA SCRIPT 사진, 글로버, 2001. 8
- (6) Edward Efron. "Lighting Planning & Design", 기문당, 1990.10.
- (7) M. David Egan. "Concepts In Architectural Lighting", 기문당, 1992. 9.

이 연구는 2001학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

◇ 저자소개 ◇

김 회 서 (金會瑞)

1953년 7월 27일생. 1979년 한양대 건축공학과 졸업. 1982년 일본 京都大學校 建築工學科 碩士課程 졸업(석사). 1986년 일본 京都大學校 建築工學科 博士課程 졸업(박사). 1987년 UC Berkeley Lawrence Berkeley 연구소 근무, 1987~1988년 미국 Shimizu America Corporation 근무, 2001~2002년 미국 University of Southern California 초빙교수, 1988~현재 단국대학교 건축대학 교수.

이 성 주 (李聖周)

1970년 8월 3일생. 1996년 단국대 건축공학과 졸업. 1998년 단국대 건축공학과 석사과정 졸업(석사). 현재 단국대 건축공학과 박사과정.