Relux를 이용한 조명 시뮬레이션

Lighting Simulation using Relux

홍 승 대 ▌ Hong, Sung-De

정회원, 안산공과대학 실내디자인과 교수

Abstracts

Lighting simulation is becoming increasingly more important as a method for design and evaluation. There is a wide range of packages that provide the accuracy and the usability in lighting simulation. Relux developed by Relux Informatik AG, Switzerland, Relux offers users innovative and high-performance light planning software with open interfaces and simultaneous access to the latest product data from luminaire and lamp manufacturers.

The goals of this report is to explore some of the lighting simulation issues relating to Relux. It is hoped that it will provide some background information that will enable a designer and engineer to make some informed judgements on the potential of the current state-of-the-art in computer prediction of lighting in buildings and how this may be used to assist in building design.

Keywords

Relux, Lighting, Simulation, RADIANCE

키워드

Relux, 조명, 시뮬레이션, RADIANCE

1. 서 론

1.1 조명과 시뮬레이션

건축조명의 설계에 있어서 시뮬레이션은 대상 공간에서 시각적인 기능을 수행하는데 소요되는 빛의 양이 정량적 기준에 부합하는지를 검토하고 이에 소요되는 제반 비용을 구하여 경제성 검토의 근거를 제공한다. 전통적으로 사용되어온 광속법(Lumen Method)은 평균조도와 같은 개략적인 빛의 양을 계산하는 일반적인 방법이다. 이는 사무공간이나 교육시설 등과 같이 비교적 조명 기구의 설치간격이 균등한 공간에 적합한 방법이다. 즉 공간의 형상이 광속법의 계산조건에 부합하지 않을 경우에는 많은 계산 오차가 만들어질 가능성이 있는 방법이라고 할 수 있다. 이는 건축물에 대한 요구 성능이 크지 않고 기능이 단순하던 시대에 쉽고 신속한 계산을 위하여 개발된 방법이기 때문이다. 그러나 지속가능성의 개념에 입각하여 고성능의 건축물이 요구되고 있는 현시점에서 기구의 수량과 평균조도 만을 계산하는 것은 점차 지능화 되어가는 건축물의 양상에 부합하기에는 무리가 있는 것이다.

1.2 조명시뮬레이션 도구

단위면적에 입사하는 광속의 양(Quantity)이라는 단순한 모델에서 출발한 빛의 물리량 계산법은 1800년대 후반부터 수학적 모델과 개념이 등장하면서 시작되었다. 특히 퍼스널컴퓨터의 공급이 이루어지기 시작한 1980년대와 1990년대를 거치면서 관련 연구는 컴퓨터를 기반으로 한 조명디자인으로 급격한 발전을 하게 된다.[1)]

현재의 조명 관련 시뮬레이션 도구는 과거 제한적으로 적용되었던 배광 데이터(photometric data)의 입출력이 자유롭게 가능함에 따라 더욱 실제 물리적 상황에 근접하는 계산 결과물을 만들고 있다. 이러한 결과물들은 과거 도구들이 만들었던 수치적인 결과뿐만 아니라 시각적인 결과물을 리포트 할 수 있어 디자인 프로젝트 진행 과정에서 설계자가 클라이언트나 시공자와 소통하는데 크게 기여하고 있다. 이는 3차원 모델링 패키지를 이용해서 만들어진 이미지를 가지고 프레젠테이션을 하던 것과는 본질적인 차이를 갖게 된다. 즉 3차원 그래픽 패키지에서 만들어진 이미지는 제작자의 경험과 기억에 의존해서 만들어진 fake lighting(rendering)인 경우가 많지만 현재 국내외에서 사용되고 있는 전문적인 조명시뮬레이션 도구들은 램프의 특성과 기구 배광, 표면의 특성을 중심으로 계산되는 real lighting(simulation) 이라는 차이점을 갖는다. 이러한 전문적인 시뮬레이터에는 Relux를 포함하여 DIAlux, AGi32, Lightscape, VISUAL, RADIANCE SIS 등이 있다.

그림 1 조명시뮬레이션 도구

특히 Relux는 세계적으로 빛의 거동(Light Propagation)과 관련된 연구에서 신뢰성을 인정받은 렌더링 엔진인 RADIANCE를 내장하고 있으며, 전 세계 조명기구업체의 조명기구관련데이터를 온라인으로 연결하여 정보를 공유하는 활용도가 높은 도구라고 할 수 있다. 본고에서는 스위스 Relux Informatik AG사에서 개발한 Relux를 중심으로 조명관련 시뮬레이션 도구의 특성과 활용 방안을 소개하고자 한다.

2. Relux의 개요

IESNA Computer Committee는 조명과 관련된 소프트웨어를 크게 3가지 유형으로 구분한다.[2)] 첫 번째 유형은 공간을 대상으로 한 조명의 설계와 분석에 사용되는 소프트웨어로서 LumenMicro나 AGi32등이 대표적인 것이라고 할 수 있다. 두 번째 유형은 조명기구의 반사판(Reflector)과 렌즈 등과 같은 광학적인 시스템의 설계와 분석에 사용되는 것으로서 Photopia나 TracePro와 같은 제품이 있다. 세 번째 유형은 이상

1) Emlyn Altman, Computers and Lighting, LD+A, 2005, p.57

2) IESNA Computer Committee, Lighting Software Directory, LD+A, 2005, p.69

의 분류에 속하지 않는 소프트웨어로서 주로 조명의 경제성분석과 유지비용의 계산, 프로젝트 문서의 제작과 관리에 활용되는 것들이라고 할 수 있다. Relux는 이상의 유형 중에서 첫 번째에 해당하는 것으로서, 1998년 Relux Informatik AG에서 전문적인 조명계산 도구로서 개발되었으며 계산을 위한 수학적 모델은 전역조명모델(Global Illumination)중의 하나인 역광선 추적법(Backward Raytracing)을 기반으로 하고 있다.

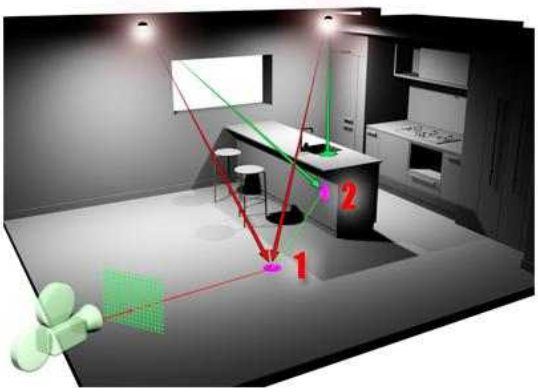

그림 2 역광선추적법(backward raytracing)

전술한바와 같이 1980년대 이후로 조명시뮬레이션 관련 분야는 추상적인 데이터 세트를 기초로 하여 시각적인 재현을 하기 위한 다양한 방법론과 알고리즘이 시험되고 있다. 여기에는 Radiosity, Raytracing, Raster Graphics라는 3가지 기본적인 원칙이 포함되는데 이는 현재 대부분의 렌더링 소프트웨어에서 사용하고 있는 것이다. Relux에는 이상의 3가지 패러다임을 모두 포함하고 있다. Radiosity는 완전확산면(completely diffusely-reflecting surfaces)에 대한 에너지의 교환을 계산하기 위하여 사용되고 있고, Raster Graphics는 인터랙티브 OpenGL View의 기본이 되며, Raytracing은 Radiosity에서 처리하지 못하는 경면반사(Reflecting materials)와 투명한 재질(transparent materials)의 빛의 굴절에 관한 계산을 담당한다. 특히 Raytracing 알고리즘은 세계적으로 신뢰성을 인정받은 렌더링 엔진인 RADIANCE가 담당하고 있다.

Relux는 개방된 인터페이스와 최신의 조명 제품에 관한 동시 데이터 접근 방식을 사용한다. 즉 Relux는 생산자(Relux membership)와 설계자의 중간에 위치하면서 정보(Electronic catalogue)를 중계하는 독특한 비즈니스 구조를 갖고 있다. 이러한 구조는 Relux를 포함하여 DIAlux, AGi32와 같은 제품에서도 동일하게 나타나는데, 이들은 모두 Photometric Instabase System이라는 웹서버를 통하여 조명기구 제조업체들이 생산하고 있는 각 제품의 배광데이터와 각종 기구 관련 정보를 지원받고 있다.

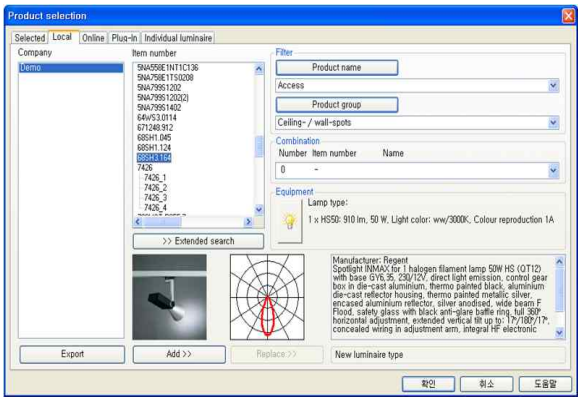

그림 3 전자 카탈로그를 통한 기구사양의 표시

3. Relux의 주요기능

대부분의 조명시뮬레이션 도구는 실제 조명기구의 데이터와 기하학적인 공간 데이터를 이용하여 빛의 거동을 예측하고 그 결과를 시각적으로 출력하는 기능을 제공한다. 최근에 자연채광과 조명설계의 주된 방향은 빛에 의한 시각적인 결과물과 이에 대한 평가뿐만 아니라 에너지의 효율적인 이용에 관한 것과 재실자의 쾌적감(Comfort)의 증대에 관한 것 등이 요구되는 추세라고 할 수 있다.

Relux는 자연채광과 인공조명설계에 반드시 고려되어야하는 이상의 내용을 검증할 수 있도록 다양한 기능을 제공한다. 즉 설계의 결과에 따른 인공광과 자연광 에너지의 양적인 부분에 대한 계산결과와 시각적인 쾌적감과 관련된 글레어의 평가, 빛에 의한 시각적인 시뮬레이션 결과를 통한 디자인의 검토가 가능하도록 한다.

3.1. 3차원뷰의 렌더링이미지 생성

Relux에 포함되어있는 Raytracing 모듈(RADIANCE)은 대상공간에 설치된 광원의 에너지와 표면의 특성(반사율 등)을 고려하여 3차원 시각화 결과물을 생성한다. 이때 만들어진 결과물은 계산의 결과에 따른 휘도값(Luminance Values)을 포함하고 있어 장면의 밝기분포(Luminance Distribution)를 판단하는데 중요한 기능을 할 수 있다.

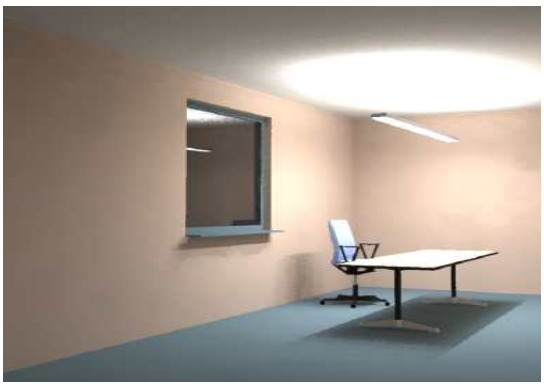

그림 4 Raytracing 모듈을 통한 렌더링 결과물

3.2. EasyLux

일반적으로 조명 시뮬레이션은 측정대상의 기하학적인 모델 데이터를 입력하고, 기구와 관련된 데이터를 적용하여 계산을 진행하게 된다. 계산과정에서 기하학적인 모델의 비중을 줄이게 되면 계산의 결과는 정교하지 못하지만 개략적인 결과를 빠르게 확인할 수 있는 장점은 있다.

Relux 내부에 포함되어 있는 EasyLux 모듈은 공간과 관련된 변수의 비중을 줄임으로써 시각적인 시뮬레이션 과정을 생략하고, 광속법에 의한 단순한 계산과정을 수행하여 최적화된 기구의 배치(layout)와 그에 따른 조도 계산 결과를 실시간으로 보여준다. 설계대상 공간에서 요구되는 조도를 입력하고, 공간의 용도에 따른 보수율을 결정하고, 개략적인 기구의 설치높이 등을 입력하면 해당 조도를 만족하는 기구의 수량과 레이아웃, 균제도 등을 바로 계산할 수 있다.

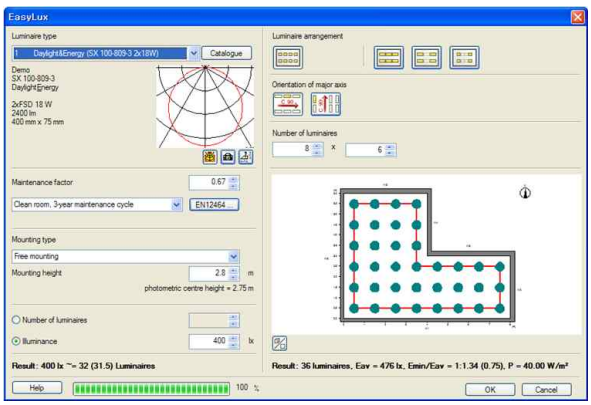

그림 5 EasyLux를 이용한 기구의 배치

본 연구에서는 도시공간의 형태분석을 목적으로 하고 있기 때문에 분석대상 공간의 오픈스페이스 체계를 바탕으로 작성된 축선도(axial maps)2)를 이용한다. 도시공간의 경우 그 쓰임새에 있어서 가로의 점유보다는 이동에 의한 활용이 압도적이기 때문이다. 특히 이렇게 작성된 축선도의 과정으로 Space Syntax 모델을 통해 계산되는 지표를 아래 전체통합도, 부분통합도, 공간구조 명료도 등 세 가지로 분류할 수 있다.3)

3.3. 조도 및 휘도 계산 결과의 출력

조명 시뮬레이션 도구의 주요기능은 시각적인 렌더링 결과물의 생성과 더불어, 계산의 결과물을 다양한 형식으로 출력하여 설계자나 엔지니어가 합리적인 판단을 할 수 있도록 지원하는 것이라고 할 수 있다. Relux는 작업면상의 조도나 UGR값 등을 계산하기위하여 가상의 측정면(virtual measuring surfaces)을 설정한다. 이러한 가상의 측정면을 이용하여 계산된 결과는 tables, Iso contour lines, falsecolor images ,3D mountain display, 3D Luminance와 같은 다양한 형식으로 출력된다.

(1)Table 형식의 출력

사전에 설정된 측정간격(calculation grid)과 측정점(point)에서의 조도값(Illuminance values)을 표의 형태로 표시한다.

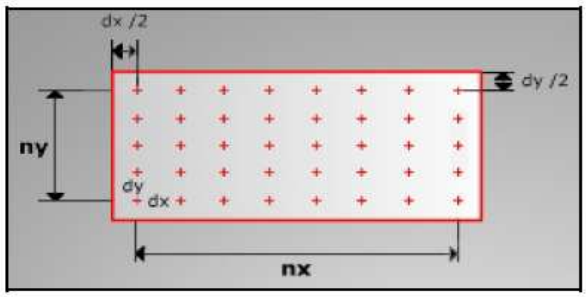

그림 6 조도의 측정을 위한 그리드 간격의 설정

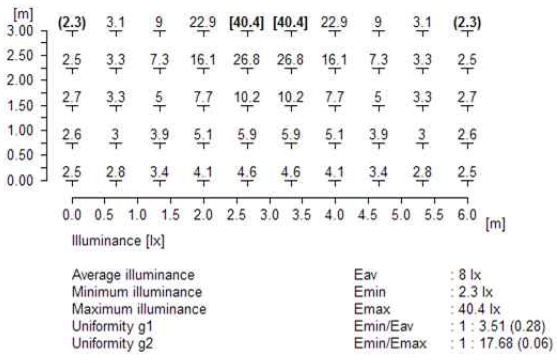

그림 7 Table 형식으로 조도값의 출력

(2) iso contour lines 및 falsecolor images출력

동일한 조도값을 갖는 지점을 연결하거나(iso contour lines) 의사색상(falsecolor images)을 이용하여 조도나 휘도의 분포를 표시한다.

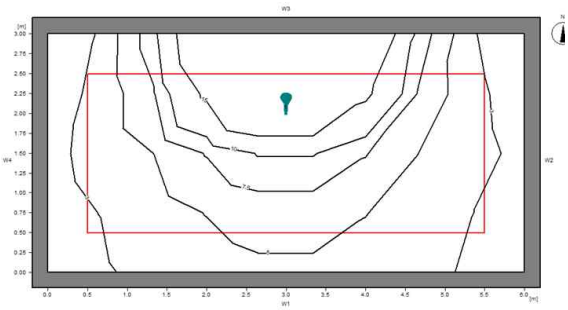

그림 8 isocontour lines 으로 표시한 결과

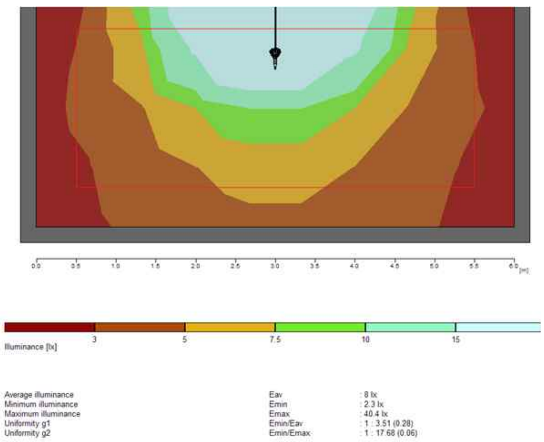

그림 9 의사색상을 이용한 2차원조도 분포도의 작성

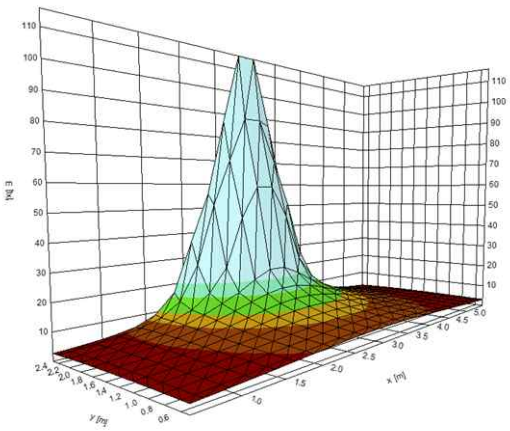

그림 10 3D mountain plot

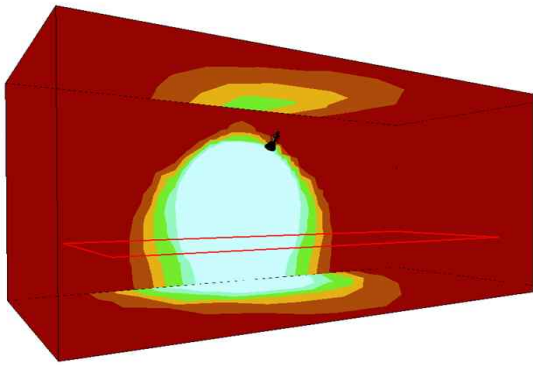

그림 11 의사 색상을 이용한 3차원 조도분포의 표시

3.4. 눈부심등급(glare rating)의 표시

글레어등급을 평가하는 방법은 그 대상이 실내인 경우와 옥외인 경우에 따라 다르게 적용되는데, 실내의 경우는 UGR(Unified Glare Rating)법을 사용하며 옥외의 경우는 GR법을 사용한다. 또한 TI(Threshold Increment)는 도로조명에서 눈부심(disability glare)의 정도를 나타낸다. Relux에서는 UGR, GR, TI, Söllner Diagram등과 같은 방법을 통하여 눈부심의 등급을 표시한다.

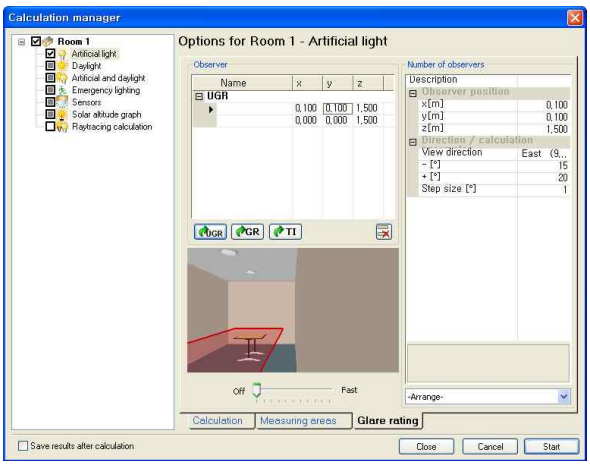

그림 12 눈부심 등급을 표시하기위한 설정

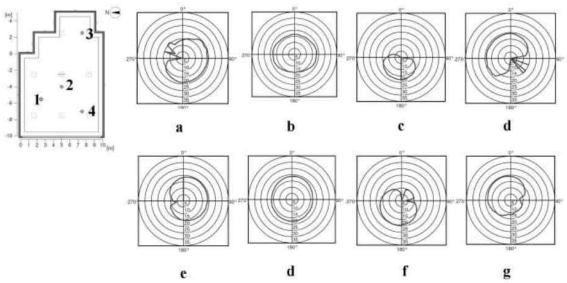

그림 13 UGR의 계산 결과

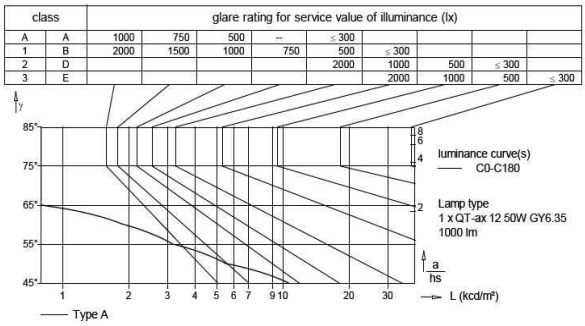

그림 14 Söllner Diagram을 이용한 연직각(45° ~ 85°)의 휘도값 표시

3.5. 주광의 계산(DAYLIGHT CALCULATIONS)

Relux는 인공광에 의한 정량적인 계산을 수행할 뿐만 아니라 자연광을 고려할 경우의 상황을 계산하여 경제적 효과를 리포트 하는 기능을 갖는다.

(1) Solar Altitude Graph

Solar Altitude Graph는 일 년 동안 건축물의 특정지점에 도달하는 일광의 패턴을 계산하여 그 결과를 그래프로 표시한다.

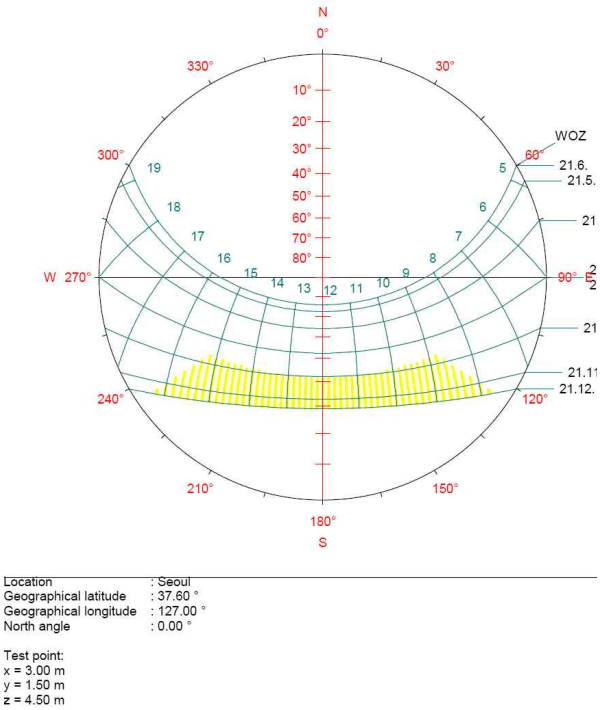

그림 15 Solar Altitude Graph

(2)Monthly Comparison

월별비교(Monthly Comparison)는 1개월 단위로 대상공간의 권장조도를 형성하는데 있어서 주광이 기여하는 비율을 나타낸다.

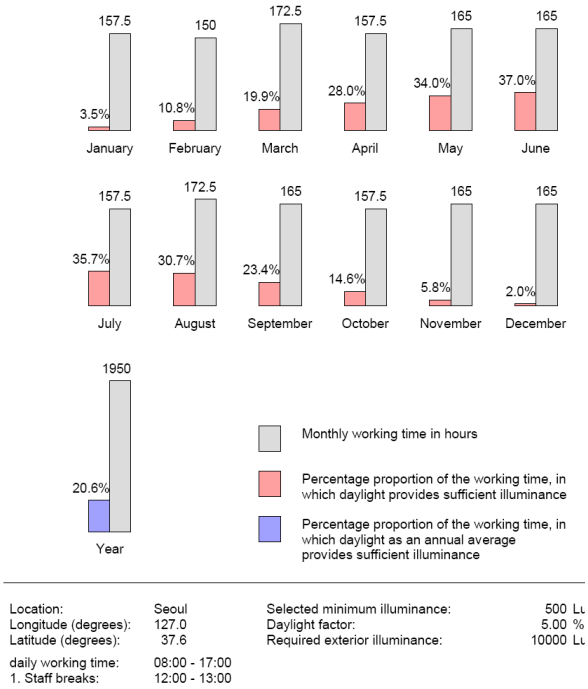

그림 16 주광의 월별기여도 분석

(3)Daylighting Economics

주광의 경제성(Daylighting Economics)에 관한 분석에서는 담천공(Clear Sky)과 청천공(Clear Sky)조건하에서 월별, 연간 인공광의 보상 조건을 비교하여 이해하기 쉽게 표시하여 준다.

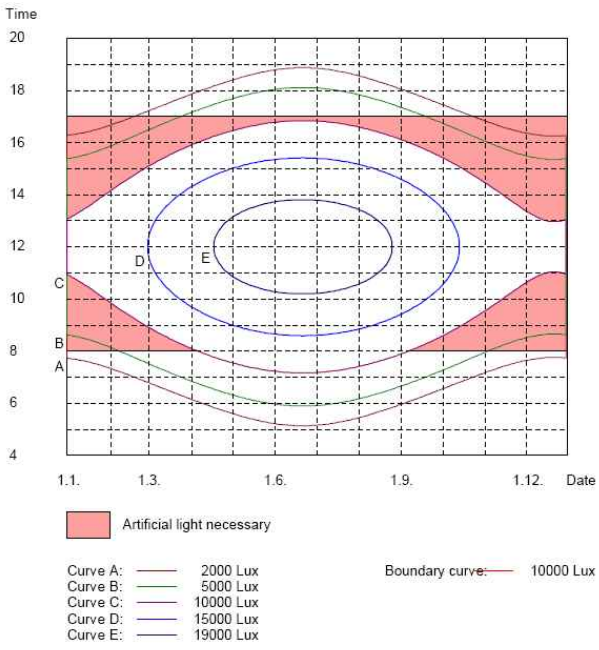

그림 17 주광의 경제성에 관한 분석

(4)Profitability

Profitability에서는 해당 건축물에 주광 제어장치를 설치함으로써 획득할 수 있는 경제적인 효과를 분석하여 표시하는 기능을 갖고 있다.

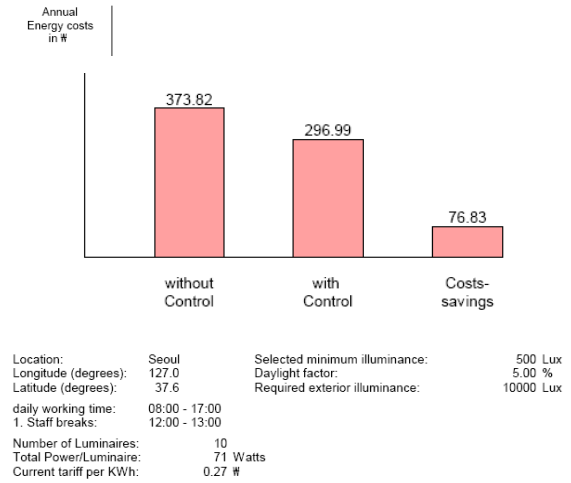

그림 18 Profitability분석

3.6. 프레젠테이션 애니메이션의 제작

3차원 뷰에 카메라를 설치하여 공간내의 이동시 빛의 효과를 확인할 수 있도록 하는 기능을 제공한다.

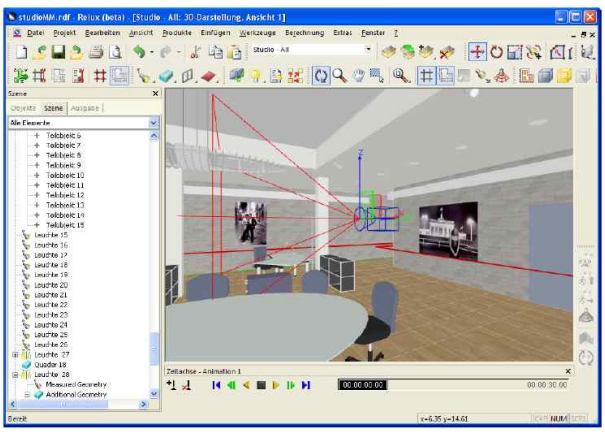

그림 19 애니메이션 제작을 위한 카메라의 설치

3.7. 주문서의 작성

조명 시뮬레이션 프로젝트에 사용되었던 조명기구의 메타데이터를 이용하여 주문서(Offer sheet)를 작성할 수 있다. 즉 시뮬레이션에 사용되었던 기구와 관련된 데이터가 시각적이고 계량화된 계산결과를 만드는데 활용될 뿐만 아니라 물량의 산출과 관계되는 결과물을 만들 수 있다.

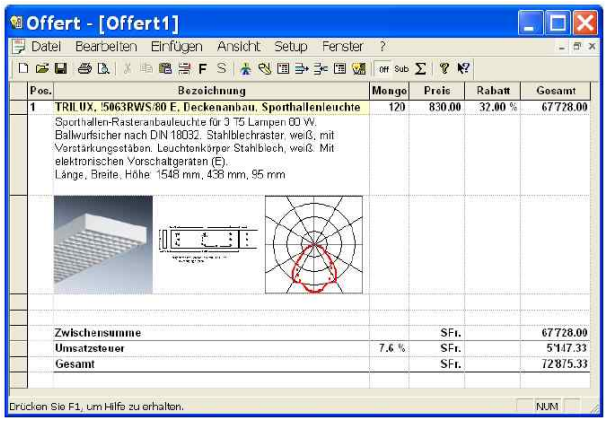

그림 20 주문서(Offer sheet)의 작성

3.8. 조명제어 소프트웨어와의 호환

HDR(High Dynamic Ranging)규격은 실제 세계의 장면이 갖고 있는 휘도값(Luminance values)을 가장 충실하게 기록할 수 있다. HDR이미지의 활용 방안은 매우 다양할 수 있지만 그중 하나는 시간대를 달리하는 조명 연출 시나리오에서 인터랙티브 시뮬레이션과 조명제어 효과를 사전에 확인하는 부분에서 사용되는 것이다. 이는 조명이 선형적으로 추가되기 때문에 가능하게 되는데, 복잡한 조명시나리오는 기구가 점등된 복수의 렌더링 파일을 이용해서 시뮬레이션 하고, 각각의 이미지에 서로 다른 스케일 요소를 갖는 1개의 이미지로 합쳐지게 된다. 음악에서 사용되는 사운드 믹싱의 원리와 유사한 이 방법을 이용해서 Relux에서 생성된 HDR이미지는 조명제어 소프트웨어인 VIVALDI등과 호환된다.

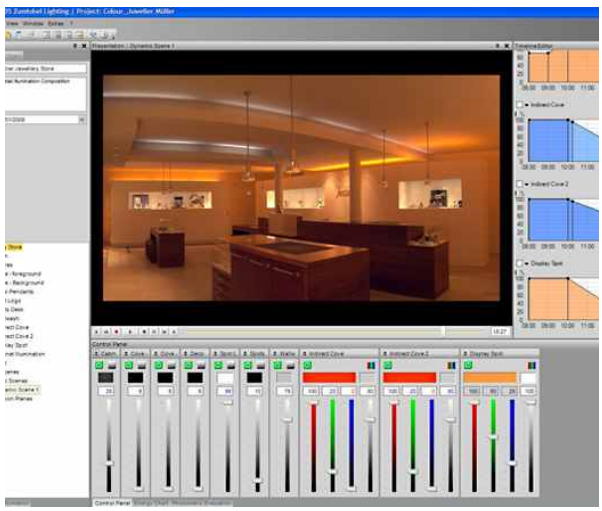

그림 21 VIVALDI를 이용한 인터랙티브 시뮬레이션

4. 결 론

시뮬레이션 도구의 가장 중요한 평가 기준은 계산 결과의 정확성이라고 할 수 있다. 결과의 정확성을 확보하기위하여 중요한 것은 계산을 수행하는 엔진의 신뢰도가 높아야한다는 것이다. 이런 점에서 Relux는 RADIANCE와 같이 신뢰도가 높은 엔진을 장착하고 있다는 점에서 강점을 갖을 수 있을 것이다. 또한 DIAlux와 같이 생산자의 기구관련 정보를 설계자에게 중계하는 온라인 시스템을 구축함으로써 실시간적인 정보제공과 공유, 평가 및 조명계산이 가능하며, 그 결과물을 문서형식으로 출력한다는 점에서도 계산과 설계도구로서의 유리한 점을 갖추고 있다.

그러나 이러한 도구들이 최근에 건축 설계분야에서 가장 이슈가 되고 있는 BIM에 호환되기 위해서는 보다 폭넓고 유연한 정보체계를 구성할 필요가 있다. 현재 Relux나 DIAlux 등에서 제공되는 기구 정보에는 배광과 관련된 데이터만으로 구성되어있어 기구의 형상이 제거된 시뮬레이션이 이루어지고 있다. 이는 빛과 관련된 정보를 전달한다는 측면에서 보완이 필요한 부분이라고 할 수 있다. 즉 일부 조명 생산업체에서 시도되고 있는 배광데이터와 형상데이터의 결합이 이루어져야 하며, 배광 위주로 코딩되고 있는 ies 규격에도 변화가 필요하다고 할 수 있다.

참고문헌

1. Chritakou ed, A comparison of software for Architectural simulation of natural light, Advances in Computer and Information Sciences and Engineering, 2008

2. ROY, Geoffrey G. A Comparative Study of Lighting Simulation Packages Suitable for Use in Architectural Design, Murdoch University, 2000.

3. Christakou DE, Daylighting Simulation: Comparison of Softwares for Architect's Utilization, The 22nd Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2005

4. Emlyn Altman, Computers and Lighting, LD+A,2005

5. IESNA Computer Committee, Lighting Software Directory, LD+A, 2005

6. Relux 홈페이지 (www.relux.biz)

접수일 (2011. 2. 11)

게재확정일 (2011. 2. 28)