

APPLICATION OF THE RADIANCE SOFTWARE IN TRAINING LIGHTING ENGINEERING STUDENTS⁶

Mag. Eng. Metin Ibryamov, PhD Student

Department of Electrical Power Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
Tel.: +359 887 250 820
e-mail: mibryamov@uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Orlin Petrov, PhD

Department of Electrical Power Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria
Tel.: +359 882 390 043
Phone: +359 82 888 455
e-mail: opetrov@uni-ruse.bg

Abstract: *The training of highly qualified professionals in lighting technology requires continuous improvement, refinement and addition of already existing training materials. The traditional way of teaching in itself is no longer sufficient in the conditions of rapidly developing digital educational technologies. The need for a visual presentation of electrical parameters of the lighting systems depending on the environment is a prerequisite for the application of the RADIANCE software in training students in lighting technology. The report provides an analytical overview of a free sophisticated lighting visualization system that generates virtual images that are indistinguishable from real photos. The advantages and disadvantages of the finished system are presented, and the relevant conclusions are drawn.*

Keywords: *RADIANCE, Lighting Technology, Digital Educational Technologies, Electrical Parameters Of The Lighting Systems, Sophisticated Lighting Visualisation System.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Енергията е една от най-важните величини както във физиката, така и в природата (Newton, I., 1952). Във физическите процеси енергията не се унищожава и/или създава, а просто се трансформира от една форма в друга. Примери за различни форми на енергия: светлинна, кинетична, топлинна, енергия пренасяна от електромагнитното излъчване, електрическа, гравитационна, механична, ядрена и др. Светлината е форма на енергия, която живите същества могат да видят. Светлинните източници в заобикалящият ни свят най-общо могат да бъдат разделени на 2 вида: естествени и изкуствени. Естествен източник на светлина, както подсказва и самото му наименование, се отнася до светлина, която се произвежда без намесата на човека. Естествени източници на светлина могат да бъдат както предмети, така и живи същества: Слънце, звезди, гръмотевици, медузи, светулки и др. Светлината може да бъде произведена и изкуствено чрез намесата на човека: огън, крушка, свещ, лампа и др. (Ibryamov, M., Petrov, O., 2022).

Светлината определя как всеки елемент в дизайна се възприема и оценява, като цвят, текстура, пространство и форма. Естествената и изкуствената светлина също влияят на чувствата на човека, от което се възползват фотографи, режисьори и дори интериорни дизайнери. Най-добрите дизайни за осветление съчетават изкуство, наука и технологии. Въпреки това, за да се постигне желания ефект, е необходимо да се проучи управлението на свойствата и характеристиките на светлината. От друга страна, инженерният студент трябва да има експертни познания по електроника и едновременно с това да изпълнява функциите на дизайнер (Budak, V., Makarov, D., 2020).

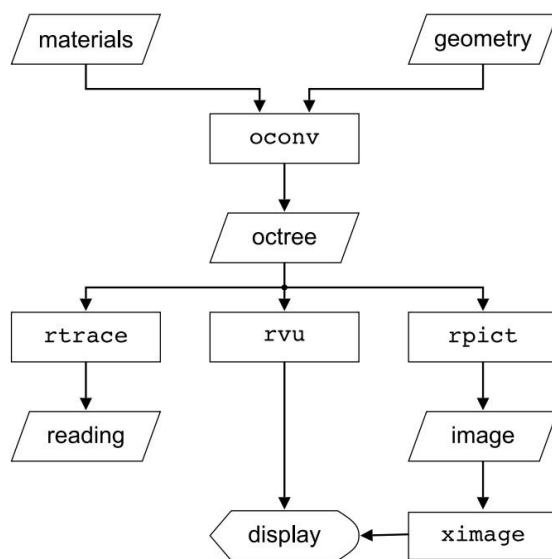
⁶ Докладът е представен на сесията на 28 октомври 2022 с оригинално заглавие на български език: ПРИЛОЖЕНИЕ НА СОФТУЕРА RADIANCE ЗА ОБУЧЕНИЕ НА СТУДЕНТИ ПО ОСВЕТИТЕЛНА ТЕХНИКА

В днешно време е много модерно обучението да се провежда дистанционно. Използването на съвременни технологии и подходи е изключително важно за справянето и отстраняването на конкретно съмнение или проблем (Ibryamov, M., Petrov, O., 2021). Най-популярното нещо напоследък е електронното обучение. Непрестанното развитие на цифровата икономика и дигиталното общество поражда нуждата от създаването на университети и/или училища на бъдещето (Beloev, H., Smrikarov, A., Ivanova, A., Vassilev, T., Georgiev, T., Smrikarova, S., Ivanova, G., Stoykova, V., Ibryamova, E., Aliev, Y., Zlatarov, P., 2020).

Приложението RADIANCE предоставя 3D среда за визуализиране и симулиране на влиянието на светлината върху обекти в различни среди (Ibryamov, M., Petrov, O., 2021). Софтуерът позволява фокусиране върху три основни категории: обекти (мрежа), материали и осветление. Всеки модул включва подробно обяснение на неговите основни принципи за прилагането им в реалния живот. Могат да се генерират различни видове прости и сложни геометрични обекти. Модулите Материали и Текстури позволяват на потребителите да създават свои материали (Jacobs, A., 23 January 2012).

RADIANCE е усъвършенствана система за визуализация на осветлението. Създаден е като изследователски проект в лабораториите на Лорънс Бъркли. Превръща се в изключително мощен пакет, който е в състояние да произвежда физически правилни резултати и изображения, които са неразличими от реалните снимки.

Основните компоненти на приложението RADIANCE са визуализирани на следващата блок схема (Фиг. 1).



Фиг. 1. Основни компоненти на RADIANCE (WARD, Gregory J., 1994), (Jacobs, A., 23 January 2012).

RADIANCE използва декартова (праволинейна) координатна система. Цялата информация се съхранява в ASCII текстов формат, следователно може да се редактира с всеки текстов редактор.

Основната цел на настоящия доклад е представянето на приложението RADIANCE да се използва по време на лекции или упражнения от студенти и преподаватели за по-ясно представяне на източниците на обучение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

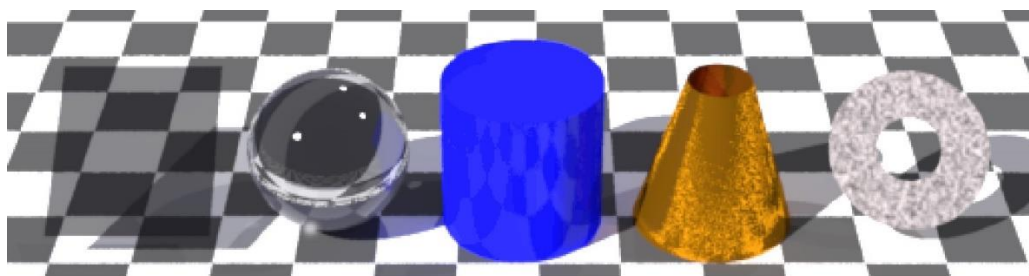
Обща информация и синтаксис

Софтуерът RADIANCE има 4 основни типа примитиви:

- **Geometry (Геометрия):** source, sphere (bubble), polygon, cone (cup), cylinder (tube), ring, mesh, instance
- **Materials (Материали):** light, illum, glow, spotlight, mirror, prism1, prism2, mist, plastic, metal, trans, plastic2, metal2, trans2, dielectric, interface, glass, plasfunc, metfunc, transfunc, BRTDfunc, plasdata, metadata, transdata, antimatter
- **Textures (Текстура):** texfunc, texdata
- **Patterns (Модели):** colorfunc, brightfunc, colordata, brightdata, colorpict, colortext, brighttext

Някои от примитивите могат да се видят на фигурата по-надолу (Фиг. 2). Последователността на представените обекти отляво надясно е както следва: многоъгълник от тип стъкло, сфера от тип диелектрик, цилиндър от тип пластмаса, конус от тип метал, пръстен от тип пластмаса с нанесена яркофункционална текстура.

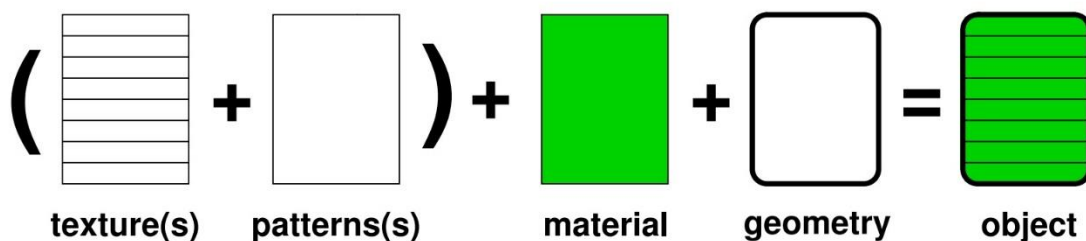
В 3D компютърната графика нормално-векторно засенчена интерполация, наричано още засенчване на Phong, е техника на интерполация за повърхностно засенчване. Този вид засенчването интерполира нормалите на повърхността в растерни полигони. Цветовете на пикселите се изчисляват на базата на интерполирани нормали и модел на отразяване (Watt, Alan H., Watt, Mark, 1992).



Фиг. 2. Примерна сцена в RADIANCE

Описание на обект

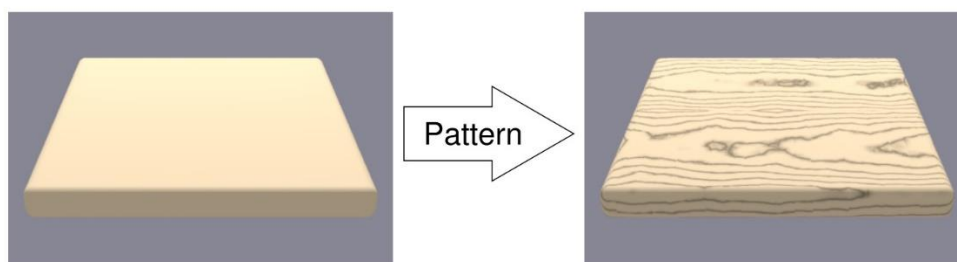
Преди да може да се използва повърхностен примитив, трябва да съществува материален примитив, чийто идентификаторът е същият като модификатора на повърхностния примитив. С последователност от няколко описания на материал и текстура/образец заедно, могат да се дефинират много подробни и реалистични материали. Това е показано на фиг. 3 (Jacobs, A., 23 January 2012). Докато примитивите на материала и геометрията винаги са задължителни, текстурите и образците не са задължителни.



Фиг. 3. Описание на обект в RADIANCE

Примерен модел на дърво

Възможно е върху един обект да има повече от един материал (Ahmed, D., Ibryamova, E., 2021). В този случай примитивите са свързани като верига, свързани с двойка идентификатор-модификатор.



Фиг. 4. Примерен модел: дърво

Примерен сорс код за модел “дърво”:

```
void brightfunc dusty
    dusty texfunc woody
        woody plastic chairmat
            chairmat cylinder leg1
```

Описание на геометрията в RADIANCE

Всички файлове със сцени на RADIANCE се съхраняват като обикновен текст. Редактирането може да се осъществи с всеки текстов редактор. По този начин е възможно да се изгради модел, като просто се реши кои геометрични примитиви да се използват и се предоставят необходимите координати, размери и т.н (WARD, Gregory J., 1994).

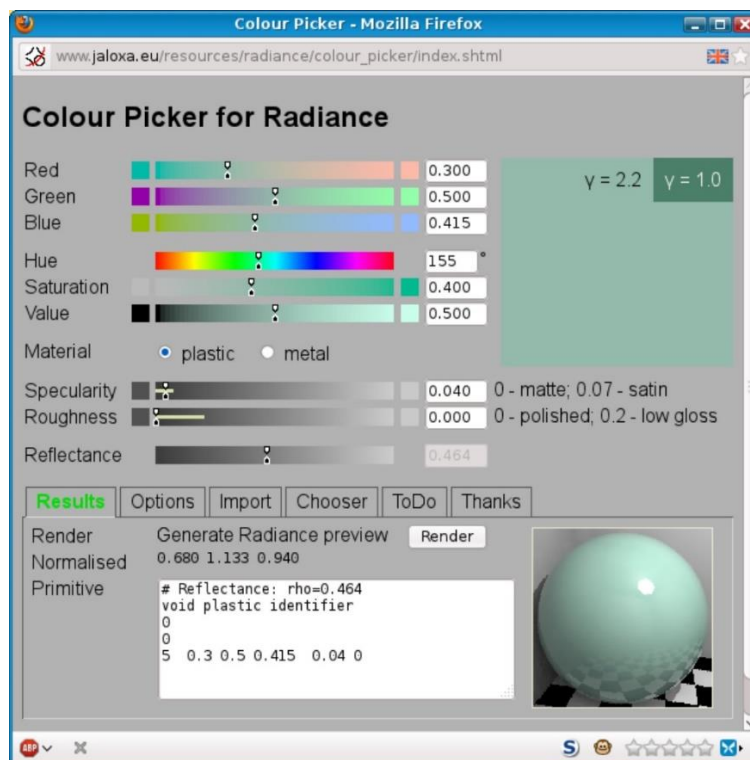
За създаването на модели за ръчно изграждане, приложението идва с редица помощни програми, които обикновено са наричани генератори.

Описание на материалите в RADIANCE

Съществуват 25 различни материала за описание на характеристиките на повърхностите. Най-общо могат да бъдат разделени на два вида: прости и по-сложни. Към простите материали спадат пластмасата, металът и др. По-сложните биват: диелектрик и BRTDfunc, които позволяват най-точната (и трудна) употреба, но имат настройки за всички насочени аспекти на отразяване и пропускливост. Най-често използваният материал е пластмасата. Пластмасата не променя цвета на отблясъците, т.е. отблясъците се появяват в цвета на източника на светлината, а не в цвета на материала. Това важи за повечето материали около нас, било то дърво, хартия, бетон, пластмаса или плат.

Инструментът JALOXА

JALOXА е удобен инструмент за избор на цвят и за определяне на материали. Доста полезен избор на цвят за RADIANCE на уеб сайта на JALOXА. С възможност за избор на пластмасов или метален материал чрез преместване на интерактивните плъзгачи напречно. По-лесен избор на материали, изчисляващ отражението и нормализирания цвят вместо Вас (важно за небето и земята).



Фиг. 5. JALOXА

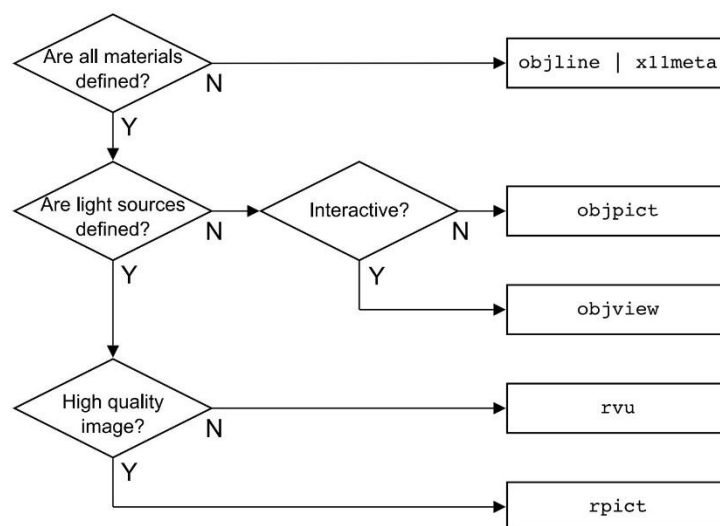
Светлинни източници в RADIANCE

Наличните материали за източници на светлина в RADIANCE са: light, illum, glow and spotlight.

- **light** (светлина): основният материал за самосвещещи повърхности. Използва се за повечето светлоизлъчващи обекти. Използва се за моделиране на слънцето в ясно небе;
- **illum** (illumination: осветяване): използва се за вторични източници на светлина с широко разпределение, т.е. прозорци. illum източниците се третират като обикновени източници на светлина, освен когато се гледат директно. Тогава те действат така, сякаш са направени от различен материал;
- **glow** (сияние): за самосвещещи повърхности, които имат ограничен ефект. Използва се за: дневна светлина, за небесното полукълбо, както и за земята.
- **spotlight** (прожектор): използва се за източници на светлина с насочен изход. Има малко значение, тъй като дава доста нереалистични резултати. За „истински“ прожектори е за предпочитане използването на светлинния материал в комбинация с файл с данни, описващ разпределението на яркостта на фитинга.

Визуализация и преобразуване на изображение в RADIANCE

Обектите и сцените на Radiance могат да бъдат визуализирани с редица различни програми. Изключение прави единствено objline: базирани са на rvc или rpict и добавят функционалност или удобство чрез скриптове (Jacobs, A., 23 January 2012). Диаграмата на фиг. 6 представлява общ преглед на визуализациите в Radiance и кога те могат да бъдат използвани. Програмите от дясната страна на фигурата са сортирани в нарастваща сложност и качество на изображението отгоре надолу.



Фиг. 6. Различни команди за визуализации на сцени (Jacobs, A., 23 January 2012).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приложението е реализирано като интерактивно електронно ръководство. Позволява на потребителите да тестват и експериментират с различни инструменти в контролирана среда, придружени от теоретичен материал за предметната област. Подробни обяснения на всяка програмна опция и функция. Позволява на потребителите да прилагат различни материали и текстури към 3D-генерирани обекти.

Внедрено приложение за обучение на студенти, базирано на 3D-генерирани обекти в компютърна графика за моделиране на осветление и неговото тестване. Показва различни подходи в мисленето на студентите при внедряване на източници на светлина.

Приложението от своя страна дава възможност за експериментиране с различни видове материали и източници на светлина. Експериментирането с различни видове материали и източници на светлина, както и промяната на много от техните характеристики в реална среда, е доста времеемък и скъп процес, изискващ специализирано оборудване при определени условия.

Възможно е да се визуализират правилните подходи към осветлението и преосмислянето на възможностите за дизайн на осветлението, необходими за правилния източник на светлина.

REFERENCES

- Ahmed, D., Ibryamova, E. (2021), *Development and investigation of training software in support of the discipline "Computer Graphics Systems"* (**Оригинално заглавие:** Създаване и изследване на обучителен софтуер в помощ на дисциплината „Компютърни графични системи“), In: 60th Science Conference of Ruse University – SSS, Bulgaria, 2021, Ruse, Bulgaria, University of Ruse "Angel Kanchev", 2021, 148-152.
- Beloev, H., Smrikarov, A., Ivanova, A., Vassilev, T., Georgiev, T., Smrikarova, S., Ivanova, G., Stoykova, V., Ibryamova, E., Aliev, Y., Zlatarov. P. (2020), *A Vision of the University of the Future*, In: ACM International Conference Proceeding Series, 21st International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech 2020, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, 2020, 307–312, ISBN 9781450377683.
- Budak, V., Makarov, D. (2020), *Computer Graphics: New Horizons in the Education of Lighting Designers and Engineers*, In: CEUR Workshop Proceedings.
- Ibryamov, M., Petrov, O. (2022), *Implementation of a Virtual Light Laboratory*, In: Proceedings of the 15th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Seville (Spain), 7th-9th November 2022.

Ibryamov, M., Petrov, O. (2021), *Review of existing lighting laboratories for education in virtual environment. Could a lighting virtual laboratory develop?*, In: Proceedings of the 15th International forum for young lighting technicians (Original: Internationales Forum für den lichttechnischen Nachwuchs) (Germany) (online), 4th-6th June 2021.

Jacobs, A. (23 January 2012), *Radiance Tutorial*,
http://www.jaloxa.eu/resources/radiance/documentation/docs/radiance_tutorial.pdf

Newton, I. (1952), *Opticks (4th ed.)*, Dover/NY: Dover Publications, Book II; Part III; Propositions XII–XX, 25–29, [1730]

WARD, Gregory J. (1994), *The RADIANCE lighting simulation and rendering system*, In: Proceedings of the 21st annual conference on Computer graphics and interactive techniques, 459-472.

Watt, Alan H., Watt, Mark (1992), *Advanced Animation and Rendering Techniques: Theory and Practice*, Addison-Wesley Professional, 21–26.