

ODESSA NATIONAL ACADEMY OF FOOD TECHNOLOGIES



XIII ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE

**INFORMATION TECHNOLOGY AND
AUTOMATION – 2020**

Conference proceeding

Odessa,
October 22-23, 2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ
«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА**



**ХІІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2020**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION – 2020**

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

Одеса,
22-23 жовтня 2020

Організаційний комітет конференції

Голова

Єгоров Б.В., проф. (Одеса)

Заступники голови

Поварова Н.М., доц. (Одеса, Україна)

Хобін В.А., проф. (Одеса, Україна)

Котлик С.В., доц. (Одеса, Україна)

Члени комітету

Panagiotis Tzionas prof. (Thessaloniki, Greece)

Qiang Huang, prof. (Los Angeles C.A., USA)

Yangmin Li, prof (Macao, China)

Артеменко С.В., проф., (Одеса, Україна)

Романюк О.Н., проф. (Вінниця, Україна)

Грабко В.В., проф. (Вінниця, Україна)

Єгоров В.Б., к.т.н. (Одеса, Україна)

Жученко А.І., проф. (Київ, Україна)

Купріянов А.Б., доц. (Мінськ, Білорусія)

Ладанюк А.П., проф. (Київ, Україна)

Лисенко В.Ф., проф. (Київ, Україна)

Любчик Л.М., проф. (Харків, Україна)

Монтік П.М., проф. (Одеса, Україна)

Палов І., проф. (Русе, Болгарія)

Плотніков В.М., проф. (Одеса, Україна)

Стовкова В.Д., доц. (Тракия, Болгарія)

Суслов В., доц. (Кошалін, Польща)

Трішин Ф.А., доц. (Одеса, Україна)

Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2020», (Одеса, 22 - 23 жовтня 2020 р.) / Одеська нац. акад. харч. технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 308 с.

Збірник матеріалів конференції містить тези доповідей наукових досліджень за актуальними проблемами у галузях, віднесених до загальноприйнятого терміна «Індустрія 4.0».

Розглянуті питання математичного і комп'ютерного моделювання; управління, обробки та захисту інформації; проектування інформаційних систем і програмних комплексів; штучного інтелекту; автоматизації робототехнічних систем; комп'ютерних телекомунікаційних мереж та технологій; автоматизації та управління технологічними процесами; нових інформаційних технологій в освіті.

Результати досліджень представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ у перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам вишів скласти загальну картину розвитку інформаційних технологій та пов'язаних з ними питань.

В збірнику представлені результати досліджень в зазначених галузях знань в ІТ передових університетах з Києва, Харкова, Львова, Одеси, Вінниці, Дніпра, Миколаєва (повний список учасників-організацій дивися на стр.11). Наявність у поданих матеріалах інформації англійською мовою дозволяє використовувати збірник тез як засіб комунікації між вченими різних країн.

Збірник розраховано на наукових працівників, викладачів, аспірантів, студентів вищих навчальних закладів, які намагаються дізнатися про сучасний стан науки в ІТ-галузі та тенденції розвитку галузей автоматизації технологічних процесів та робототехніки. Ця інформація може бути використана для вирішення широкого кола проблем в зазначених розділах, що виникають як в навчальному процесі, так і в дослідницькому і науковому планах.

Рекомендовано до публікації Вченою Радою Інституту комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П.Н. Платонова Одеської національної академії харчових технологій від 02.10.2020 р., протокол № 2.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами. За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Секція 1.

Математичне і комп'ютерне моделювання складних процесів

UDC 004.925.5

ANALYSIS OF MICRO-FACETED AND WAVELENGTH APPROACHE TO THE REALISTIC IMAGES FORMATION OF ANISOTROPIC SURFACES

CHAN A. L. V. (kovychwriter@gmail.com),

ROMANYUK O. N. (rom8591@gmail.com)

Vinnitsia National Technical University (Ukraine)

Peculiarities of micro-faceted and wave approaches to rendering visually realistic images of physical objects on the example of Ashikhmin-Shirley reflectivity function and determination of anisotropic surface roughness coefficient using light wavelength are considered.

One of the important tasks of computer graphics is to render images from existing digital models of physical objects. During creating images, in most cases, the leading role is played by compliance with a certain level of photorealism, which allows achieving a smaller difference between the images and the real object. [1].

One of such situations is the process of visual-realistic formation of anisotropic surfaces, which is in various areas of information technology computer graphics application – medicine (e.g., to create the human skin), social security, games industry, cinema, design, visualization in various scientific studies etc. Today, there are many methods for modelling rough inhomogeneous surfaces with different approaches according to the field of application. However, many of them remain imperfect for various reasons: the problem of real-time implementation; the complexity of calculations, which causes the high consumption of resources, and, accordingly, increases its cost. Similarly, the subsequent solution of this kind of shortcomings is a relevant exploring and comparison of existing methods of visually realistic reproduction of anisotropic surfaces using computer graphics.

When creating a visually realistic image of an object with a rough surface, you need to build a geometric model based on the reflectivity of the surface, which plays a leading role in photorealism. The directional distribution of the reflectivity of the surface is characterized by physical models built on the basis of algorithms for calculating the total illumination and reflection of the incident light. Accordingly, the reflective properties of any surface can be described by calculating the Bidirectional reflectance distribution function (BRDF) [2].

Most of the existing models of BRDF are not universal in relation to the surfaces for which they are used for modelling. A specific model of BRDF may be better for determining the reflective properties of one surface and worse for others. This is due, in particular, to different approaches to the formation of surface illumination depending on the type of surface material. For the formation of rough surfaces, we can distinguish two approaches to the construction of the model BRDF – micro-faceted and wave. The first considers a rough surface as a set of microscopic flat planes at different angles relative to each other. The light wavelength is ignored and transferred to the RGB colour model. The second is based on the wave nature of light and determines the roughness coefficient of the anisotropic surface taking into account the light wavelength.

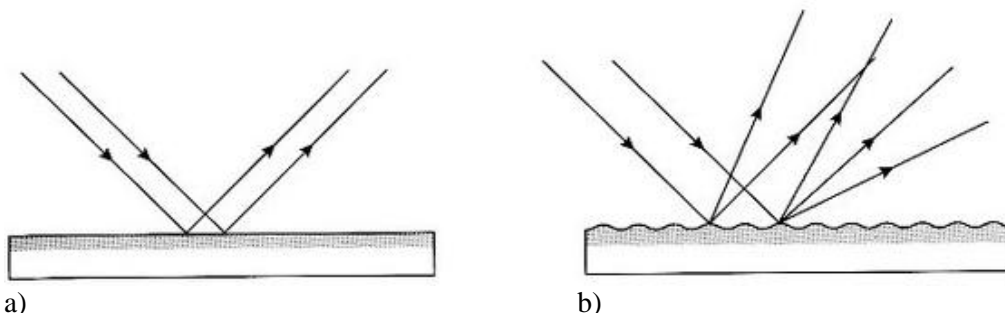


Fig. 1. – Reflection of light on a homogeneous (a) and rough (b) surface

Consider in more detail the micro-faceted approach. In the early stages of the development of computer graphics technology, Phong, Schlick, and Blinn models were used to form a model for illuminating various objects, each of which initially did not take into account the surface roughness factor. Such calculations are better suited for isotropic smooth surfaces on which incident light is spreading without interference. However, under such conditions, the possibilities of realistic reproduction of lighting of many materials are limited. Today, many modifications have been made to the existing BRDF, including the Phong lighting model. One of them was the Ashikhmin-Shirley model, known as the anisotropic Phong reflection model, designed in 2000 to process the agreement between surface and body reflection from the observer's point of view. In this model, there are no attempts to model shadows and masking, but there is a compromise between diffuse and mirror coefficients [3]. The model consists of finding the sum of these reflection coefficients and has the form:

$$I_d = \frac{28R_d}{23\pi} (1 - R_s) \left(1 - \left(1 - \frac{(n, l)}{2} \right)^5 \right) \left(1 - \left(1 - \frac{(n, v)}{2} \right) \right)^5$$

$$I_s = \frac{(n_x + 1)(n_y + 1)}{8\pi(h, l) \max((n, l), (n, v))} (n, h)^{n_u \cos^2 \phi + n_v \sin^2 \phi} F((h, l))$$

$$I_r = I_d + I_s$$

where n_u and n_v – coefficients that control the shape of the mirror particle. Different ratios of these coefficients give different results of illumination of the object.

Figure 2 shows the illumination of two bodies by the Phong and Ashikhmin-Shirley models with the same degree of roughness. As can be seen from the figure, the anisotropic model is more suitable for illuminating rough surfaces, because according to Phong, objects still remain smoother and polished.

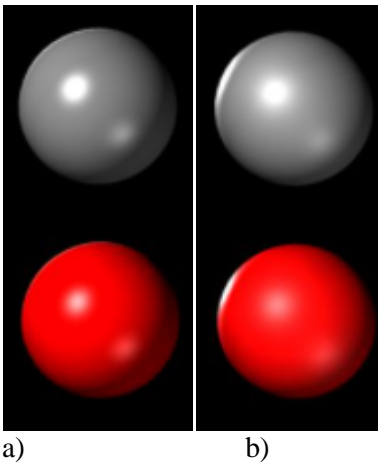


Fig. 2. – The lighting of objects according to the model of Phong (a) and Ashikhmin-Shirley (b)

The Ashikhmin-Shirley model has a number of specific features, which is due to the realistic reproduction of rough surfaces. This model meets the principles of reciprocity and energy saving; allows to model reflections from anisotropic surfaces; the shape of the reflection function is determined by intuitive parameters; contains the Fresnel coefficient due to which the surface specular reflectivity increases with increasing angle of incidence; has a variable coefficient of diffuse reflection, which reduces the diffuse reflectivity with increasing angle of incidence [4].

An alternative to the micro-faceted approach is the use of wave optics models, which are also obtained by physical modelling, but including the dependence of wavelength and surface properties. They are the result of a scalar solution of Maxwell's equations, assuming a relatively high frequency. The results are more widely available than micro-faceted models.

However, the obtained expressions are much more complex both in the calculation and in implementation, which becomes a certain disadvantage of this approach. The two surface parameters commonly used in these models are the surface height σ_s and the correlation length l_c . If it is considered that the surface is anisotropic

and changes the height and distance in its various sections, these parameters statistically describe the layout of such irregularities. The height of the surface describes how high these irregularities are on average. The correlation length is a measure of how far on average these inequalities are [5].

The final result of the lighting model, which takes into account the length of light and the roughness coefficient, is the Krywonos Modified Beckmann-Kirchhoff model (KMBK), which looks like this:

$$f_{KMBK} = \frac{KQ\pi l_c^2}{2\lambda^2} \exp(-g) \sum_{m=1}^{\infty} \frac{g^m}{m! m} \exp\left(-\frac{v_{xy}^2 l_c^2}{4m}\right)$$

Figure 3 shows the result of image formation by micro-faceted (geometric) method of building a lighting model and wave.

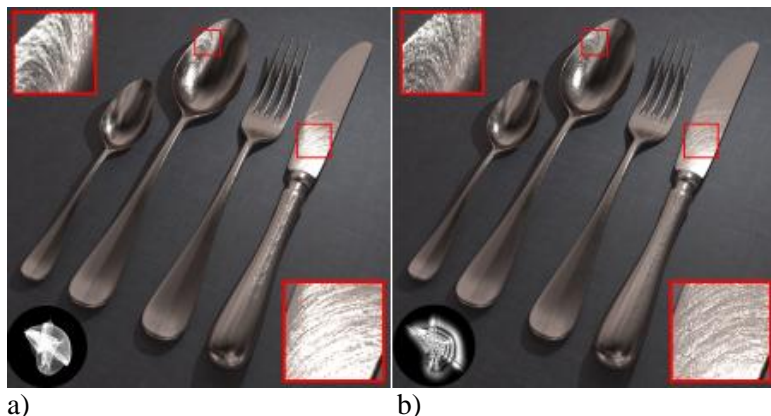


Fig. 3. – Micro-faceted (a) and wave (b) image formation

It can be concluded that the approach of wave optics gives no less qualitative results, and in some cases may have an advantage over geometric due to its accuracy and detailed consideration of the features of anisotropic surfaces.

Thus, the main features of two approaches to the formation of the model of illumination of anisotropic surfaces are determined. The Ashikhmin-Shirley model as a micro-faceted approach and the KMBK function as a wave approach to the formation of visually realistic images of objects with rough surfaces are analyzed. Each of the approaches is appropriate to use with strict requirements for realism because their calculation requires a lot of time.

REFERENCES

1. Романюк О. Н. Класифікація дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхні / О. Н. Романюк // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. - 2008. - Вип. 9. - С. 145-151.
2. Чан А. Л. В. Аналіз відтворення поверхні шкіри людини використанням дистрибутивних функцій відбивної здатності / Чан А. Л. В., Романюк О. Н. // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодь у світі сучасних технологій», Херсон, 4-5 червня 2020 р. – 2020. – С. 230-233.
3. Schramm, Morgan, Jay Gondek, and Gary Meyer. "Light scattering simulations using complex subsurface models." *Graphics Interface*. Vol. 97. 1997.
4. Falski, Maciej. "Przegląd modeli oświetlenia w grafice komputerowej." *Uniwersytet Wrocławski* 2004.
5. Freda, Samuel E. *Microfacet wavelength-scaling of the BRDF*. No. AFIT-ENP-16-J-015. AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY WRIGHT-PATTERSON AFB OH WRIGHT-PATTERSON AFB United States, 2016.

Наукове видання

XIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2020

INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION – 2020

ОДЕСА

22– 23 ЖОВТНЯ, 2020

Збірник включає доповіді учасників XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2020»

Редакційна колегія: Котлик С.В., Хобін В.А.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.