

АНАЛІЗ МОДЕЛІ ЛЕБЕДЕВА ДЛЯ АНАЛІТИЧНО-СІТКОВОЇ АПРОКСИМАЦІЇ BRDF

У сучасних засобах комп'ютерної графіки для досягнення реалізму при рендерингу зображень та об'єктів поширено використовується реконструкція моделей матеріалів. Для цього існує чимало підходів, які відрізняються один від одного способами отримання вхідних даних, моделями освітлення, схемою візуалізації матеріалу тощо. Кожен з них має свої особливості і є ефективним у використанні для розв'язку тієї чи іншої задачі. Метою дослідження є аналіз одного з таких підходів [1].

У 2009 році Андрій Лебедев спільно із колегами-дослідниками запропонували підхід, який ґрунтується на отриманні даних про матеріал із набору зображень, поверхня матеріалу при цьому вважається плоскою і зводить потребу в обчисленні вихідної геометрії до нуля. Для встановлення моделі матеріалу достатньо 5-6 зображень, процес реконструкції повністю автоматизований. Отримання даних складається з трьох етапів: фотографування плоскої поверхні матеріалу з різною витримкою; отримання зображень широкого динамічного діапазону; відновлення положення джерел світла та камери [1]. Варто зазначити, що необхідною умовою при моделюванні поверхні матеріалів є розробка моделі двонапрямленої функції відбивної здатності [1-5] (ДФВЗ) поверхні. Така модель враховує напрями падаючих променів світла, їх відбивання та розсіювання з точки зору спостерігача та особливості самої поверхні.

Запропонований Лебедевим підхід відноситься до тих ДФВЗ, які представляються таблично. Доступ до таблиці здійснюється за чотирма аргументами: два кути, що задають напрям на джерело світла, та два кути, які задають напрям на спостерігача [2].

Для більшості матеріалів необхідно створювати детальну таблицю, що вимагає великих об'ємів пам'яті у сховищі. Особливо актуальна ця задача при роботі графічних засобів у реальному часі. Для вирішення цього питання модель Лебедева використовує гібридний спосіб задання таблиці, що включає як збереження табличних даних, так і параметричне представлення матеріалів. При цьому зберігається фізична коректність та оптимізується об'єм даних для збереження.

Нехай l – вектор джерела світла, v – вектор спостерігача, n – нормаль до поверхні. Тоді ДФВЗ обчислюється за такою формулою:

$$\text{ДФВЗ} = \frac{L_0}{L_i \cdot \cos \varphi_{in} \cdot dw'}$$

де L_0 кількість енергії, яка відбивається від поверхні матеріалу в напрямку v , L_i – кількість енергії, яка проходить від джерела в напрямку l , $\cos \varphi_{in} = -(l \cdot n)$ – косинус кута між нормаллю та вектором джерела світла, dw' – диференціальний тілесний кут, створений напрямом l [1].

ДФВЗ визначається двома векторами l , v і довжиною хвилі падаючого світла (тому модель Лебедева можна віднести до ДФВЗ, які базуються на хвильовій природі світла [3]). Залежність від довжини хвилі обчислюється для трьох значень: для червоної, зеленої та синьої хвиль. Далі світло розкладається по трьох складових R , G і B , результуюча ДФВЗ буде лінійною комбінацією для цих трьох значень з відповідними коефіцієнтами. Обчисливши ДФВЗ для всіх можливих пар напрямків і довжин хвиль, можна порахувати освітленість матеріалу і, відповідно, згенерувати поверхню матеріалу.

Отже, модель Лебедева є ефективною у процесі відтворення поверхні матеріалів завдяки узгодженню між фізичною коректністю ДФВЗ, параметрами моделі освітлення й об'ємами даних в табличному представленні. Обмеженнями даної моделі є її застосування на плоских ізотропних поверхнях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ильин, А., Лебедев, А., Синявский, В., & Игнатенко, А. (2009). Моделирование отражательных свойств материалов плоских объектов по фотоизображениям. In Proc. of Graphicon (Vol. 2009, pp. 198-202).
2. A. Pyin, A. Lebedev, V. Sinyavsky, A. Ignatenko, "The System for the Acquisition, Processing and Material Rendering from Images" Proc. of Graphicon'2008, pp. 134-141, Moscow, Russia, June 2008.
3. Chan A., Romanyuk O. N., Analysis of microfacet and wave approaches to the formation of realistic images of anisotropic surfaces /На шляху до індустрії 4.0: інформаційні технології, моделювання, штучний інтелект, автоматизація. Монографія. Одеса, 2021. -С.82-93.
4. Романюк О. Н. Класифікація дистрибутивних функцій відбивної здатності поверхні // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Інформатика, кібернетика і обчислювальна техніка». – 2008. Випуск 8(120). – С. 219–228.
5. Романюк О. Н. Альтернативна реалізація дистрибутивної двопроменевої функції для моделей освітлення Бліна та Фонга // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». – 2006. Випуск 106. – С. 219-228.