

РЕНДЕРІНГ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ТІЛ

Владислав Вікторович Жушман

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7292-5879>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Складною але актуальною є проблема візуалізації задач механіки контактної взаємодії, а також розробка практичних методик, які дозволяють інтерпретувати візуалізовані дані. Низка нерозв'язаних теоретичних, методичних й обчислювальних проблем тривимірної візуалізації звужує сферу її застосування. Тому безперечно актуальним є створення ефективних методів та алгоритмів чисельного моделювання та візуалізації задач механіки контактної взаємодії, а також розробка відповідного програмного забезпечення для вирішення важливих практичних проблем. Якщо відбувається, наприклад, деформація деякого об'єкту, то у цьому випадку, дослідник має змогу побачити і проаналізувати навіть сам процес деформації.

Все більш популярним стає процес 3D-моделювання. У комп'ютерній графіці, це процес розробки математичного представлення будь-якої тривимірної поверхні об'єкта за допомогою програмного забезпечення. Продуктом моделювання є 3D-модель. За допомогою 3D моделювання, візуалізації і прототипування, можна детально вивчити модель об'єкта, внести необхідні зміни, оцінити ергономічність і функціональність, змінити дизайн виробу, створити фотореалістичні зображення та інше. Рендерінг – етап у комп'ютерній графіці, який забезпечує обробку 3D-моделі виробу за допомогою спеціалізованих програмних середовищ. Модуль, який виконує рендерінг, називають рендером. Дуже важливо ретельно відпрацьовувати аналіз етапів перетворення звичайної 3D-моделі до максимально реалістичної, використовуючи при цьому різні методи систем автоматизованого проектування. Це допомагає покращити якість зображення та отримати значно більше уявлення про модель, оцінити її зовнішній вигляд та процес моделювання, а також, деталізувати параметри розробки.

Існуює ряд пакетів тривимірного моделювання, що мають власні рендерери. Наприклад: Blender [1]; Realsoft 3D; SketchUp; Terragen; Autodesk 3ds MAX (Scanline); Autodesk Maya (Maya Software, Maya Hardware, Maya Vector) [2]; Luxology Modo[3]; SideFX Houdini [4] та ін.

Рендерінг передбачає створення 3D-моделі та її переведення у 2D-зображення з 3D-фотореалістичними ефектами або без фотореалістичної візуалізації на комп'ютері. Процес починається з налаштування моделі з освітленням і властивостями матеріалу, які потім

застосовуються у віртуальній сцені. Після створення сцени модель «відтворюється» за допомогою рендером, що часто вимагає значної обчислювальної потужності. Програми візуалізації обчислюють затінення, змішування та колір кожного пікселя на зображенні.

У механіці контактної взаємодії 3D моделювання використовується дуже широко, в різних сферах, включаючи автомобільну, авіаційну та медичну техніку. За допомогою 3D геометрії інженери можуть створювати конструкції з точними специфікаціями, включаючи розмір, форму, кути тощо. Це дозволяє досягати більш високої точності та ефективності при проектуванні.

ANSYS [7] – це сучасне та широко використовуване програмне забезпечення, яке застосовується інженерами та науковцями для створення, аналізу та оптимізації 3D-геометрій та компонентів [5]. Воно надає потужні засоби для створення та симуляції поведінки структур, машин та систем. Також цей програмний комплекс надає широкий набір актуальних можливостей, таких як аналіз скінченних елементів (FEA) та мульти-фізичне моделювання та інші. Використання ANSYS для статичного структурного аналізу стає все більш популярним серед механіків та інженерів, які потребують оцінювати та оптимізувати продуктивність складних конструкцій. ANSYS це потужний пакет програмного забезпечення, який дозволяє користувачам створювати детальну комп'ютерну модель структури і проводити різні аналізи на ній. Даний програмний комплекс здатен обробляти широкий діапазон вимог до проектування, що дозволяє інженерам досліджувати складні форми та матеріали. Точність результатів також дуже висока – симуляції можуть бути використані для передбачення поведінки структур на різних навантаженнях та умовах навколишнього середовища. Це включає в себе статичний структурний аналіз, який використовується для оцінки статичних властивостей конструкцій з урахуванням зовнішніх навантажень, таких як гравітація, вітер або інші види навантажень.

Комп'ютерне моделювання процесів контактної взаємодії є потужним інструментом для аналізу впливу навантажень на контактуючі об'єкти. Воно надає числові дані про напруження та деформації, що дозволяє приймати інформовані рішення при складанні ревізій проекту. Моделювання є корисним в ситуаціях, коли є недостатні або неповні дані та допомагає визначати потенційні точки поломки. Нарешті, наведений метод може використовуватися для перевірки точності даних проекту. За рахунок порівняння результатів аналізу скінченних елементів з даними проекту, можуть бути виявлені і вирішені недоліки без витрат на створення реального протопиту. Цей вид аналізу допомагає бути впевненим, що проект відповідає всім потрібним

специфікаціям по проходженню і зменшує ризик діагностування дизайну. В результаті, тривимірне комп'ютерне моделювання контактних задач дає інженерам і науковцям корисний інструмент, щоб аналізувати вплив навантажень на досліджувану конструкцію. Воно може бути використано для різних цілей, включаючи машинобудівництво, громадське будівництво, аерокосмічну техніку, робототехніку та автомобільну техніку.

Авторами за допомогою метода скінчених елементів було розв'язано ряд задач взаємодії штампів складної форми з пружним напівпростором. Розглядалися штампи як канонічної так і неканонічної форми. До системи прикладалися різні типи навантажень [5,6]. Особливе значення процес рендерінгу відігравав на етапі визначення невідомих зон локалізації міжповерхневих просвітів та проковзування. Авторами було проаналізовано еволюцію ділянок проковзування під час різного силового навантаження.

Візуальне представлення рендерів моделей взаємодій контактуючих тіл надало додаткові можливості зрозуміти їх, сам процес взаємодії і його особливості для тіл складної форми, що за відсутності експериментальної бази уможливило уточнення отриманих чисельних результатів.

ПОСИЛАННЯ

1. Blender. URL: <https://www.blender.org> (дата звернення: 25.05.2023).
2. Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com> (дата звернення: 25.05.2023).
3. Luxology Modo. URL: <https://www.foundry.com/products/modo> (дата звернення: 25.05.2023).
4. SideFX Houdini. URL: <https://www.sidefx.com> (дата звернення: 25.05.2023).
5. Roitman A., Shishkanova S. The solution of the annular punch problem with the aid of recursion relations. *Soviet Applied Mechanics*. 1973. Vol. 7, no. 9. P. 725–729.
6. Мартиняк Р. М., Приходько О. Задача про вдавлювання близького до плоского штампу в пружний шорсткий півпростір. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. 2020. № 31. С. 66–77.
7. Ansys Free Student Software Downloads. URL: <https://www.ansys.com/academic/students> (дата звернення: 25.05.2023).