

МОДЕЛЮВАННЯ ОБЕРТАННЯ В ПРОСТОРИ ЗА ДОПОМОГОЮ КВАТЕРНІОНІВ

Міховська Т., Мороз В.В.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса

Існує кілька підходів до реалізації операції обертання у тривимірному просторі: кути Ейлера, матриці, кватерніони. Але кути Ейлера мають так звану проблему «блокування осі». Ця проблема робить деякі повороти неможливими. Матриці потребують великих областей пам'яті для зберігання даних і вони менш продуктивні через обчислювальну складність операції множення матриць. Найефективнішим підходом для обертання тіла є застосування кватерніонів. Якщо вони застосовуються до вектора, то вектор обертається по осі кватерніона на деякий кут. Одиничний кватерніон не здійснює такого обертання. При роботі з ієрархією об'єктів і інверсної кінематикою стає можливим композитне представлення обертання. У цьому випадку застосування кватерніонів ефективніше, ніж застосування матриць через те, що обчислення добутку кватерніонів потребує менших обчислювальних витрат. До того ж, алгоритм обчислення добутку кватерніонів можна оптимізувати.

Ефективним застосуванням кватерніонів є інтерполяція орієнтації об'єкта. Інтерполяція обертання дуже важлива при анімації по ключових кадрах. Проміжна орієнтація об'єкта між двома положеннями може бути описана добутком кватерніона на деякий скаляр. При застосуванні кватерніонів зберігаються не кути, а їх проекції (синус і косинус половини кута обертання), а лінійна інтерполяція синуса (косинуса) кута не призводить до лінійної інтерполяції самого кута.

Така інтерполяція називається сферичною лінійною інтерполяцією. Вона використовується для анімації поворотів з постійною кутовою швидкістю в комп'ютерній графіці. В результаті її застосування отримаємо кватерніон одиничної довжини. Але інші форми представлення поворотів неприйнятні для інтерполяції навіть у такому вигляді. Для реалізації інтерполяції треба сферичну інтерполяцію розділити на два етапи: ініціалізацію пари кватерніонів та безпосередньої інтерполяції параметру. Це дозволяє помітно прискорити процес обчислення.

Коли сферична інтерполяція застосовується для одиничних кватерніонів, то кватерніон проходить шлях 3D обертань. Результатом є обертання з постійною кутовою швидкістю навколо нерухомої осі.