

Рух восьми коліс на незалежній підвісці оснований на методі інверсної кінематики. Метод полягає в створенні ієрархії об'єктів з визначеними правилами їх взаємодії між собою (дозволені площини руху, граничні кути поворотів, величини прискорень). Для реалізації методу інверсної кінематики засоби комп'ютерної анімації пропонують так звані скелетні моделі. Тобто, створюється каркас, рухливий в точках, характерних для модельованого об'єкта. Потім на каркас накладається оболонка, що складається із змодельованих поверхонь, для яких каркас є набором контрольних точок.

Завдяки спільній дії обмежень *Geometry* і *Normal* рух апарату повторює всі вигини поверхні. В результаті застосування обмеження *Geometry* (Геометрія) на поверхні об'єкта-мішені виявляється опорна точка об'єкта, що обмежується. При цьому його атрибути не блокуються, що дозволяє цьому об'єкту ковзати уздовж поверхні мішені. Для того, щоб орієнтація конуса повторювала всі вигини поверхні, застосоване обмеження *Normal* (Нормаль). В цьому випадку орієнтація тіла повторює орієнтацію нормалей поверхні.

Використання технології м'яких тіл (*SoftBody*) дозволяє імітувати поведінку об'єктів, які при зовнішніх впливах видозмінюють свою форму. Якщо поверхню Місяцю розглядати як м'яке тіло, а рух апарату – як зовнішній вплив, можна досягти ефекту сліду на ґрунті.

Проведений аналіз проблем моделювання руху місяцехода дає можливість розробити методіку відтворення руху місяцеходу з урахуванням рельєфу засобами комп'ютерної анімації.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИСТИЧНО ОПТИМАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПОЛОЖЕННЯ ЕКСТРУДЕРА БІОПРИНТЕРА

Селєзньов І.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки

За останнє десятиліття технології тривимірного друку набули широкого використання в різних галузях людської діяльності. Серед таких областей слід виокремити медицину, яка наразі все частіше вдається до технології адитивного принтингу для задач лікування, планування, навчання та т.п. [1]. Одним з подальших напрямків розвитку цієї технології, для завдань медицини, є біопринтинг, який дозволяє формувати тривимірні структури використовуючи біологічний матеріал. Але цей напрям наразі не отримав такого широкого застосування через значну кількість складнощів.

Однією з проблем в галузі розробки засобів біодруку є реалізація високоточного позиціонування. Такий технічний результат може бути досягнуто шляхом застосування зворотнього візуального зв'язку [2]. Визначення

положення об'єктів з використанням оптичного каналу використовується в значній кількості застосунків, серед яких і медичні засоби діагностування [3, 4], так і безпосередньо проведення хірургічних втручань [5]. При цьому за рахунок використання комп'ютерних алгоритмів детектування, сегментації та трекінгу цільових об'єктів здійснюється автоматичне визначення положення в режимі реального часу.

Такий же принцип можна використовувати при контролі позиції робочого інструменту біопринтеру. Слід зауважити, що наявні спостереження не є 100% правильними і можуть містити шум, окрім того керування тривимірною позицією екструдера теж не є безпосереднім, і команди контролю можуть призводити до певної невизначеності, щодо положення екструдера. За сукупністю наведених ознак вирішено, що доцільним є використання лінійно-квадратичного оцінювання для визначення статистично-оптимальної оцінки положення екструдера, або, інакше – фільтр Калана.



Рис. 1 – Етапи роботи фільтра Калмана при оцінці положення екструдера

Стан екструдера можна описати у вигляді вектора (X), що містить як компоненти положення ($x, y, z,$) так і швидкості (v_x, v_y, v_z) (1).

$$X = [x, y, z, v_x, v_y, v_z]^T. \quad (1)$$

При цьому прогнозування положення розраховується виходячи з поточного положення (X_k) та сигналів керування (u_k) та матриць перетворення (2).

$$X_{k+1} = FX_k + Bu_k. \quad (2)$$

А оцінка значення вже з урахуванням спостережень (z) розраховується з використанням передавального коефіцієнту Калмана (K_{k+1}):

$$X_{k+1} = X_{k+1} + K_{k+1}(z_{k+1} - HX_k). \quad (3)$$

Таким чином, модель враховуватиме як фізичні особливості механізму, так і спостереження, при чому помилки трекінгу можуть бути нівельовані, що особливо важливо для отримання повторюваності результатів.

В ході проведеного дослідження показана необхідність використання фільтра Калмана для уточнення даних положення робочого інструменту

біопринтера з урахуванням як керуючих сигналів так і даних спостережень. У якості додаткового джерела спостережень можна використовувати візуальний канал, а саме оптичну камеру. Подальшим напрямом досліджень є проведення експериментальних досліджень з оцінки положення екструдера шляхом використання лінійно-квадратичного оцінювання.

Список літератури

1. Фильзов М. Использование технологии быстрого прототипирования для задач натурального предоперационного планирования и обучения / М. Фильзов, М. Ю. Тымкович // Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування : матеріали 3-ї Всеукр. наук.-техн. конф., 8-9 грудня 2016 р. / ред. кол. П. О. Качанов [та ін.]. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – С. 78-79.
2. Селезнев И. С. Разработка структурной схемы 3D-биопринтера с обратной связью / И. С. Селезнев, М. Ю. Тымкович, Д. А. Костин // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 227-228.
3. Селиванова К. Г. Разработка программного модуля видеорегистрации движений рук для определения типа тремора / К. Г. Селиванова, Н. А. Казимиров // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019 - Харків. - 2019. - С. 49.
4. Казимиров Н. А. Разработка виртуальной системы записи движений рук для определения тремора / Н. А. Казимиров, К. Г. Селиванова // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 167 - 168.
5. Тымкович М. Ю. Оптический метод регистрации пространственного положения хирургического инструмента в компьютерной навигационной системе / М. Ю. Тымкович // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2013. – № 18 (991). – С. 124-130.

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕНОСУ НАСТІЛЬНИХ КАРТКОВИХ КОЛЕКЦІЙНИХ ІГОР У КОМП'ЮТЕРНИЙ ФОРМАТ

Скрипка С.О., студентка 541 гр.,
Керівник: Шестопапов Сергій Вікторович, к.т.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій

Останні роки у світі поширюється популярність комп'ютерних колекційних карткових ігор (КККІ). Найбільшу популярність серед гравців здобули *Hearthstone* компанії *Blizzard*[1], *Gwent* від *CD Project Red* [2] та *The*