

УДК 004.9

К.т.н., доцент Плахотний М.В., студент Пелих О.М.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ СИСТЕМ
ЗАХОПЛЕННЯ РУХУ**

Abstract

*Mykola Plakhotniy, assoc. prof., PhD; Oleksii Pelykh, student
Analysis of methods of motion capture systems building*

This paper concerns the task of building motion capture system based on inertial sensors that includes solution for adding unavailable positional information to the system. The comparative analysis of efficiency of various methods of improving inertial motion capture systems is fulfilled. The ways for further research are proposed as well.

Вступ

Існує два основних види систем захоплення руху: перший базується на використанні звичайних цифрових відеокамер чи веб-камер [1], а другий базується на використанні спеціального обладнання [3]. Системи без використання спеціального обладнання використовуються у сфері домашніх розваг. У статті розглядаються системи другого виду.

Системи захоплення руху з використанням спеціального обладнання розрізняють за типом обладнання що використовується.

Пасивні оптичні системи базуються на використанні рефлекторних маркерів, що закріплені на тілі актора, та камер з встановленими на них високочастотними інфрачервоними стробоскопами, які випромінюють світло, котре відбивається від маркера і потрапляє в об'єктив камери, тим самим визначаючи позицію маркера та відстань до нього. Недолік таких систем полягає в тому, що програмне забезпечення не може однозначно ідентифікувати де який маркер, у наслідок чого деякі типи рухів неможливо записати з допомогою таких систем. Також недоліком є відносно висока вартість.

Активні оптичні системи базуються на тому ж принципі роботи що і пасивні, але використовують світлодіоди з інтегрованими процесорами та радіо-синхронізацією, де кожен світлодіод має власний унікальний ідентифікатор, замість рефлекторних маркерів та стробоскопів. Недоліки такої системи полягають у крихкості та відносно високій вартості (вища

ніж у пасивних оптичних систем).

Магнітні системи використовують магніти замість оптичних маркерів та магнітометри замість камер. Система розраховує позиції магнітних маркерів по змінам магнітного поля. Недоліками таких систем є чутливість до перешкод магнітного та електричного характерів, змінна чутливість сенсорів в залежності від їх розташування, менше робоче середовище у порівнянні до оптичних систем, висока вартість магнітних маркерів.

Механічні системи безпосередньо стежать за згинами суглобів. Для цього на актора одягається спеціальний зовнішній скелет, на якому закріплені пристрої для вимірювання кутів згинів. Недоліками таких систем є обмеження рухів актора, відсутність можливості запису анімації складних контактних рухів двох та більше акторів, таких як танці чи боротьба та складних рухів тіла, таких як падіння та перекиди.

Інерціальні системи для збору інформації використовують мініатюрні сенсори, що розміщені на тілі актора, котрі дають інформацію про свою орієнтацію у просторі. Дані з сенсорів передаються на комп'ютер, де відбувається їх обробка та запис. Недоліками таких систем є відсутність даних про положення сенсора у просторі, що робить неможливим запис анімації, де актор змінює свої координати відносно середовища.

Постановка задачі

Задача полягає в аналізі методів побудови системи захоплення руху, яка усуває недолік інерціальних систем. Окремо розглянуті випадок ходіння актора та знаходження його переміщення відносно середовища.

Термінологія

Захоплення руху – технологія цифрового запису рухів, що використовується у розважальному, медичному, спортивному, анімаційному та кінематографічному програмному забезпеченні.

Координати актора – координати точки, що відповідає уявному центру актора, яка розміщена в області тазу.

Опис рішень

Слід розрізняти загальну задачу відстежування переміщення актора у просторі (що має місце при запису рухів при стрибках та інших видах руху, коли тіло актора вільно переміщується у просторі, не контактуючи з поверхнями та іншими об'єктами) та окремий випадок контактів з поверхнями чи іншими об'єктами (ходьба, присідання). Отримати

інформацію про зміну координат актора у просторі при використанні інерціальної системи захоплення руху можливо або використовуючи зовнішню систему позиціонування, або використовуючи алгоритми накопичення переміщення на основі непрямих ознак руху.

Алгоритми накопичення переміщення (так звані “крокоміри”) базуються на тому, що при переміщенні у більшості випадків та чи інша частина тіла актора контактує з середовищем та є нерухомою в даний момент часу, що дає змогу розрахувати відстань на яку перемістився актор за час незмінної нерухомої точки [2]. Реалізація алгоритму залежить від обраного методу для визначення нерухомої точки.

Метод визначення нерухомої точки актора може базуватися на фізичних властивостях актора (використовуючи розрахований центр мас та його проекцію на площину підлоги), але точність цього методу цілком залежить від точності вимірювання фізичних характеристик актора, а отже складний в постійному використанні з великою кількістю акторів.

Метод, що базується на використанні додаткових пристроїв (наприклад, сенсорних елементів, що розташовані на місцях контакту тіла актора з середовищем, таких як підошва взуття), серед своїх недоліків має пряму залежність надійності даних від комбінації матеріалу та рельєфу підлоги, характеру руху та рельєфу контактної поверхні, а також обмежену кількість можливих точок контакту для визначення, які з них нерухомі. Незаперечним достоїнством є простота реалізації, невисока вартість, можливість запису рухів переміщення по об'єктах, що не мають віртуального представлення в сцені (наприклад, підйом по сходинкам буде відображений достовірно) та найкраща точність за ідеальних умов.

Серед методів без використання зовнішніх систем позиціонування слід виділити метод визначення нерухомої точки як точки з мінімальною координатою по одній з осей координат. Недоліком цього методу є обмеженість ситуацій де він може застосовуватись до ситуацій, де актор переміщується по рівній горизонтальній поверхні. У такій ситуації можливо виконати запис будь яких рухів, які не включають в себе одномоментні випадки, коли жодна частина тіла актора не контактує з горизонтально поверхнею. Незаперечним достоїнством є можливість запису переكاتів на підлозі, чи виконання “берізки”, що неможливо при попередньому методі.

Метод використання зовнішньої системи для отримання позиційної інформації полягає в використанні спрощеної системи для локального визначення позиції, наприклад пасивна оптична система з одним маркером та мінімальною кількістю камер. Існує багато різновидів локальних систем визначення позиції, але на даний момент пасивна оптична система має найкращу точність, що дуже важливо при комплексуванні систем. Зараз

проводиться дослідження у цьому напрямку створення гібридних систем запису анімації.

Висновки

Описані методи побудови системи, вільної від недоліку інерціальних систем, частково вирішують проблему відсутності даних про координати актора у просторі, але через недостатню точність вимірювань не вони є остаточним рішенням. Подальший розвиток таких методів потребує використання більш точних вимірювань положення актора у просторі відносно точки відліку.

Література

1. *Thomas B. Moeslund, Erik Granum* A Survey of Computer Vision-Based Human Motion Capture – Aalborg: Aalborg University, 2000.
2. *Lucas Kovar, John Schreiner, Michael Gleicher* Footskate cleanup for motion capture editing – New York, 2002.
3. *L. Herda, P. Fua, R. Plankers, R. Boulic, D. Thalmann* Skeleton-Based Motion Capture for Robust Reconstruction of Human Motion – EPFL, 2005.