

професійними програмами. Він дозволяє створювати не тільки власні графічні тривимірні об'єкти, але і без спеціальних знань в області проектування записувати невеликі анімаційні фільми [2]. Також є багато інших програм, таких як: Sweet Home 3D, AutoCAD, SketchUP, Maya, 3DS Max, zBrush. У кожній з цих програм можна створити будь-яку 3D модель, чи навіть певне середовище, але й є програми загострені під певний вид моделі [3].

Список використаних джерел

1. 3D моделювання та візуалізація. URL: <https://koloro.ua/ua/3d-modelirovanie-i-vizualizaciya.html> (дата звернення 21.09.2022)
2. Краці програми для 3D-моделювання. URL: <http://hi-news.pp.ua/tehnika-tehnologyi/8831-krasch-programi-dlya-3dmodelyuvannya.html> (дата звернення 11.03.2020)
3. Top 25: найпопулярніші програми для 3D-моделювання. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/top-25-most-popular-program-for-3d-modeling/> (дата звернення 03.11.2021)

УДК 536.5:681.586]:685.648.683

Сіряк Ю.В., магістр
Чернов Д.В., к.т.н., старший викладач
кафедри інформаційних технологій
Крижановський В. Г., д.т.н., професор,
професор кафедри інформаційних
технологій

КОМПЕНСАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ У ДАТЧИКУ ПОЛОЖЕННЯ ДЛЯ ТРЕНАЖЕРА «БОКСЕРСЬКА ГРУША»

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

ВСТУП

Існує безліч різновидів бездротового зв'язку, але найважливішою особливістю бездротових мереж є те, що зв'язок здійснюється між комп'ютерними пристроями. Це забезпечує свободу пересування та можливість використання додатків, що знаходяться в інших частинах будинку, міста або у віддаленому куточку світу [1].

Боксерська груша — це тренажер для боксу та інших видів єдиноборств якій належить до спорту і стосується конструкції навчально-тренувальних снарядів для контролю і відпрацювання ударів в боксі та інших видах силових єдиноборств [1].

При вимірюванні різноманітних показників стану об'єкта, завжди присутня температурна залежність, яку мають типові датчики. Цю залежність необхідно компенсувати, так як температура ніколи не буває постійною тому потрібно

врахувати цю залежність при вимірюванні даних. Тому це обґрунтовує **актуальність** безпроводної передачі даних.

Метою роботи є компенсація температурної залежності в датчику положення MPU6050.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ДАТЧИКА MPU6050

Обрана технологія Wi-Fi, в якості бездротової технології передачі даних в складі системи [2].

MPU6050 — це пристрій IMU, що означає інерційний вимірювальний пристрій. Це пристрій відстеження руху по шести осях, який обчислює дані тривісного акселерометра та тривісного гіроскопа [3].

Дані вимірів датчика "в сирому вигляді" є досить не точними. В нашому випадку датчик прискорення використовуються для визначення прискорення боксерської груші. Щоб якомога точніше визначити прискорення груші необхідно оперувати максимально точними значеннями. Тому для отримання більш точних даних необхідно проводити калібрування перед кожним використанням пристрою.

Також навіть після калібрування модулів датчика, існує проблема температурного зміщення осей акселерометра та гіроскопа. Це можна спостерігати, якщо закріпити модуль нерухомо і нагрівати або охолоджувати. Оскільки боксерська груша може експлуатуватися за різних температур необхідно виконати компенсацію цієї температурної залежності [4].

Щоб зробити температурну компенсацію ми закріпили датчик MPU6050, щоб він був в стані спокою. Далі приклавши лід до датчика, ми збили температуру до 0 °C, а за тим нагрівали до 50 °C. Всі показники від 0°C до 50 °C відображалися в порту Arduino UNO.

Коли було відомо всі показники, ми побудували графік залежності показників гіроскопа від температури. Виберемо лінійну область для апроксимації: координат температури від 3,02 °C до 45,47°C; координат X гіроскопа від -0,42°C до -1,12°C; координат Y гіроскопа від 0,17 до 0,34°C. У гіроскопа Y коефіцієнт температурної залежності на порядок більше, ніж у будь-якого іншого. Таким чином, це означає, що гіроскоп Y сильно впливає на температуру [5].

Після обрання лінійної області для апроксимації на графіку добре показано пряму (див. рис. 1).

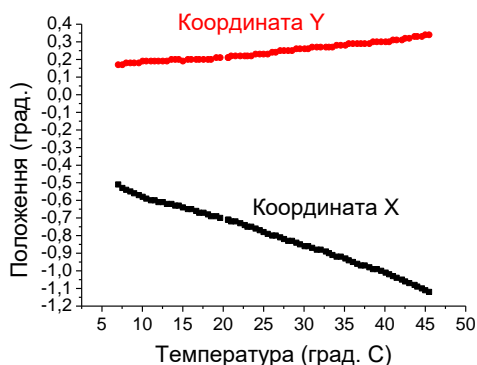


Рис. 1. Графік залежності показників гіроскопа від температури

Використовуючи метод найменших квадратів, можна апроксимувати отримані «сірі» дані лінійною залежністю [6].

$$X = a * t + b \quad (1)$$

Де: X – скомпенсовані «сірі» дані; a і b – невідомі коефіцієнти, які потрібно знайти використавши метод найменших квадратів; t – поточна температура.

Найбільш відомим і ефективним з методів розв'язання задачі апроксимації функцій є метод найменших квадратів (МНК). У роботі була обрана лінійна моделююча функція щодо шуканих коефіцієнтів [6].

Отримано показники осей MPU6050 в статичному положенні при зміні температури. Виконаємо лінійну апроксимацію методом найменших квадратів для отриманих даних (Див. рис. 2).

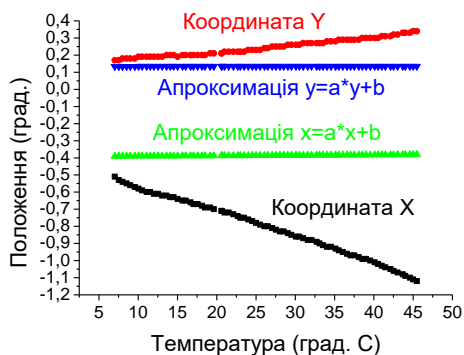


Рис. 2. Значення координат гіроскопа після апроксимації

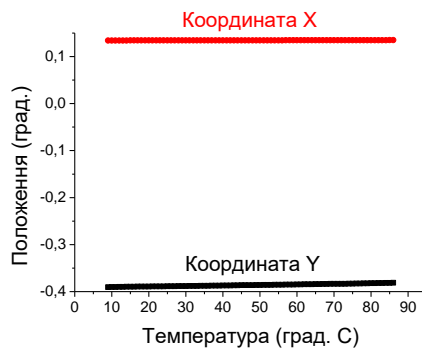


Рис. 3. Значення координат гіроскопа після компенсації

Віднявши від сирих значень апроксимовані отримуємо компенсовані (див. рис. 3).

Для отримання компенсованих даних, беремо вхідні «сірі» дані X та підставляємо їх в формулу:

$$X_{comp} = x(t) - dx(t) \quad (2)$$

де: X_{comp} – компенсована координата гіроскопа; $x(t)$ – некомпенсована координата гіроскопа; $dx(t)$ – похибка, яка викликана дрейфом температури

$$dx(t) = a(t - t_0) \quad (3)$$

де: a – лінійний коефіцієнт; t – температура; t_0 – початкова температура

Коефіцієнт a , який було знайдено раніше за МНК, береться із пам'яті контролера (див. рис. 4).

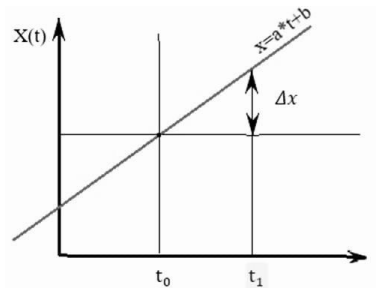


Рис. 4. Ілюстрація компенсації показників гіроскопа

ВИСНОВОК

В роботі запропоновано температурну компенсацію даних датчика MPU6050, які є залежними від температури. Побудовано експериментальний графік залежності показників гіроскопа від температури. За допомогою метода найменших квадратів отримано коефіцієнти лінійної апроксимації для лінійній області цієї залежності.

Список використаних джерел

1. Geier J. *Wireless Networks First-step*. 2004. 192 с.
2. УДК 004.73:685.648.683 Том 2 №13 (2021) *Безпроводна передача даних у тренажері «Боксерська груша»* Ю. В. Сіряк Д. В. Чернов 10.11.2021
3. Сіряк Ю. В. *Безпроводна передача даних у тренажері «Боксерська груша»*. 2021р.
4. *The Case of the Misguided Gyro*. 2017. URL: <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/raqs/raq-issue-139.html>.
5. *Temperature compensation. It does matter*. 2021. URL: https://slugsuav.soe.ucsc.edu/flog/files/temperature_compensation.html.
6. Використання апроксимації методом найменших квадратів при експериментальному дослідженні механічних характеристик електроприводів А. О. Тригуб М. В. Пушкар. 2016. URL: <http://jour.fea.kpi.ua/article/view/102254>.

УДК 004.01

Соловійова А.К., здобувач
Ніколюк П.К., к.т.н., професор,
кафедри інформаційних технологій

МОДЕЛЮВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ РОЗПОДІЛІВ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН