

РОЗРОБКА МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ КЛАВІАТУРИ НА БАЗІ ДАТЧИКА PAJ7620

Пропонується безконтактний засіб керування комп'ютером за допомогою HID-пристрою на базі датчика PAJ7620. Цей датчик дозволяє розпізнавати жести які потім передаються в комп'ютер як скан-коди клавиш. Завдяки універсальності HID протоколу пристрій може працювати під будь-якими операційними системами, в тому числі і мобільними.

Ключові слова: *клавіатура, датчики, PAJ7620, USB, HID, Arduino, безконтактні пристрої.*

У сучасну епоху цифрової трансформації питання зручності, швидкості та інтуїтивності взаємодії людини з комп'ютером стає одним із ключових у розробці нових інтерфейсів. Особливої актуальності набувають безконтактні способи керування, які дозволяють мінімізувати фізичний контакт з пристроями та звільнити користувача від залежності від традиційних методів введення. У цій роботі розглядається проєкт створення мультимедійної клавіатури, яка використовує датчик жестів PAJ7620 і мікроконтролер Arduino Leonardo, пропонуючи новий підхід до управління медіаконтентом через природні рухи рук.

Мультимедійні пристрої стали невід'ємною частиною як побутового, так і професійного середовища. Водночас потреба в швидкому доступі до функцій управління – таких як регулювання гучності, перемикання треків, пауза, відтворення, заглушення звуку – зростає пропорційно до кількості використовуваних платформ, сервісів і застосунків. Звичні клавіатури та миші не завжди відповідають цим вимогам, особливо в умовах обмеженого простору або при необхідності частих перемикань між задачами. Це відкриває шлях для альтернативних рішень, зокрема жестових інтерфейсів.

У світі вбудованих систем, де кожен міліметр простору та мікроват енергії має значення, датчик жестів PAJ7620 (рис. 1) представляє собою унікальне поєднання компактності, енергоефективності та функціональності. Цей мініатюрний оптичний сенсор, розроблений компанією PixArt Imaging Inc., став справжнім проривом у демократизації технологій жестового керування, дозволивши навіть простим мікроконтролерним системам розпізнавати жести людини без необхідності у складних обчислювальних алгоритмах та потужних процесорах.

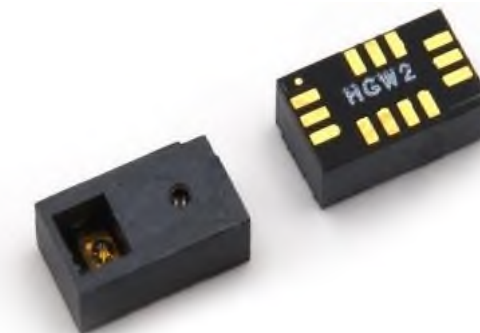


Рис. 1. Датчик жестів PAJ7620

PAJ7620 базується на технології інфрачервоного (ІЧ) оптичного розпізнавання. Це система, що інтегрує ІЧ-випромінювачі, масив фотодіодів та спеціалізовану систему обробки сигналів. Саме ця інтеграція дозволяє датчику виконувати розпізнавання жестів автономно, передаючи на мікроконтролер вже готові результати, а не первинні дані, які потребують подальшої обробки.

Ключовою особливістю PAJ7620 (рис. 2) є його здатність аналізувати послідовні кадри таких зображень для виявлення руху. Вбудований процесор датчика обчислює вектори руху між послідовними кадрами, визначаючи напрямок, швидкість та характер переміщення об'єкта. Ця інформація обробляється за допомогою вбудованих алгоритмів розпізнавання образів, які порівнюють отримані дані із заздалегідь запрограмованими шаблонами жестів.

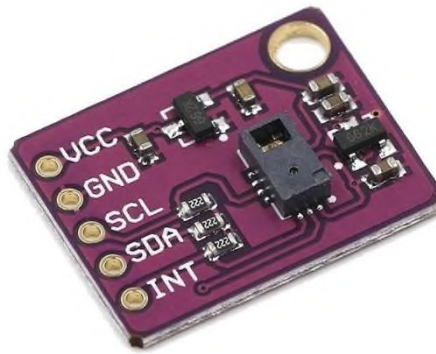


Рис. 2. Модуль з датчиком PAJ7620U2

Стандартна конфігурація PAJ7620 дозволяє розпізнавати дев'ять базових жестів: рух вгору, вниз, вліво, вправо, вперед (наближення до сенсора), назад (віддалення від сенсора), за годинниковою стрілкою, проти годинникової стрілки та коливальний рух. Цього набору жестів достатньо для реалізації базового управління мультимедійними функціями, такими як регулювання гучності, перемикання треків чи каналів, паузи та відновлення відтворення.

Для обробки інформації з датчика використовується плата Arduino Pro Micro (рис. 3). Вона відрізняється від інших плат Arduino насамперед своєю архітектурою. Мікроконтролер ATmega32u4, який лежить в основі плати, інтегрує USB-контролер безпосередньо в чіп, що усуває необхідність у додатковому перетворювачі USB-UART. Ця особливість має кардинальне значення для проєктів, що потребують безпосередньої взаємодії з комп'ютером, оскільки дозволяє платі емулювати різноманітні периферійні пристрої введення, такі як клавіатура або миша.



Рис. 3. Плата Arduino Pro Micro

Найбільш значущою перевагою Arduino Pro Micro для реалізації мультимедійної клавіатури на основі жестів є здатність емулювати HID-пристрої. Завдяки вбудованому USB-контролеру, Pro Micro може функціонувати як стандартна комп'ютерна клавіатура, миша або джойстик без необхідності в додатковому апаратному забезпеченні. Ця можливість відкриває широкі перспективи для створення альтернативних інтерфейсів введення.

Бібліотека Keyboard.h, що входить до стандартного набору Arduino IDE, дозволяє легко реалізувати функції емуляції клавіатури. Це особливо корисно для системи керування жестами, оскільки дозволяє асоціювати певні жести з відповідними командами клавіатури, що виконуються в різних програмах.

Наприклад, жест «змахування вправо» може бути інтерпретований як команда «наступний трек» у медіаплеєрі, що технічно реалізується як натискання клавіші «Next Track» або комбінації «Ctrl+Right». Аналогічно, жести можуть відповідати командам регулювання гучності, паузи/відтворення, перемотування та інших мультимедійних функцій.

Плати між собою з'єднуються за допомогою протоколу I²C (рис. 4).

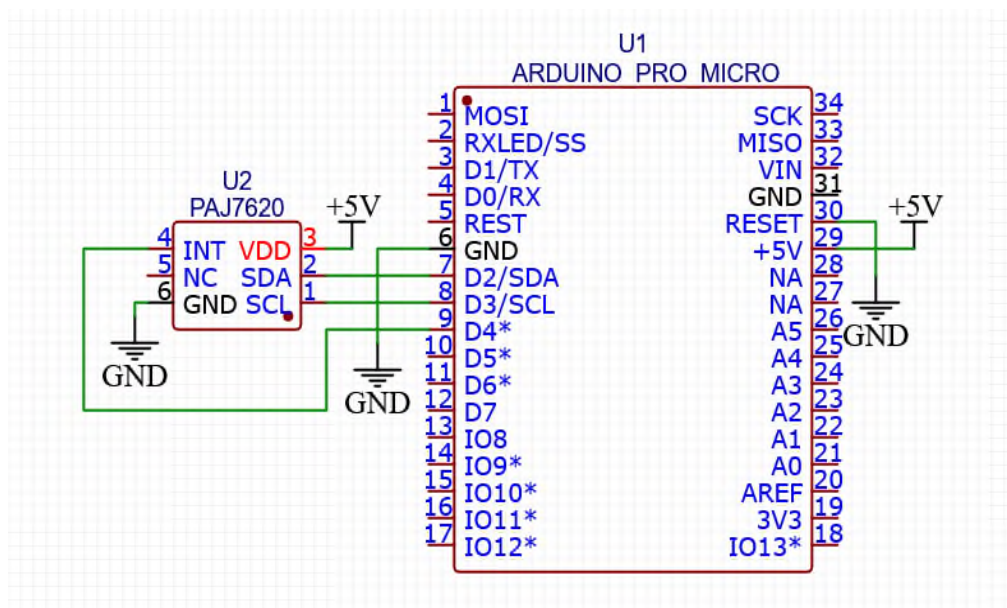


Рис. 4. Принципова схема пристрою

На макетній платі пристрій має наступний вигляд (рис. 5).

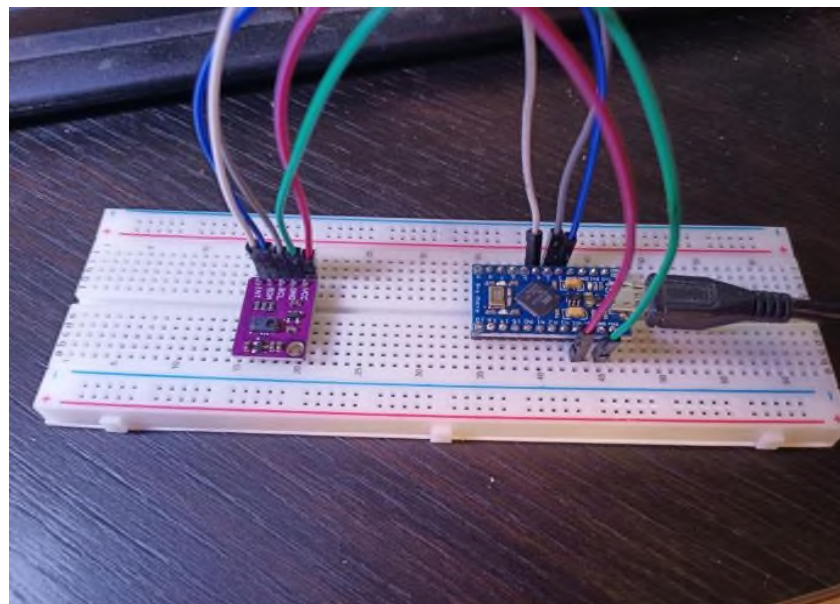


Рис. 5. Загальний вигляд прототипу пристрою

Таким чином, алгоритми розпізнавання комбінацій жестів та послідовностей відкривають ще ширші можливості для взаємодії з мультимедійними системами. Подібно до того, як комбінації клавіш розширюють функціональність клавіатури, послідовності та комбінації жестів дозволяють реалізувати більш складні команди без необхідності вводити додаткові базові жести. Наприклад, жест «змахування вправо» з подальшим утриманням руки в полі зору датчика може інтерпретуватися як команда перемотування вперед, де тривалість утримання визначає швидкість перемотування. Такі комплексні інтерпретації вимагають більш складних алгоритмів, які враховують не лише тип жесту, але й часові характеристики, послідовність та взаємозв'язок різних рухів.

References

1. Pro Micro & Fio V3 Hookup Guide. Retrieved from: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pro-micro--fio-v3-hookup-guide/all> (Last accessed: 18.05.2025).
2. Pro Micro. Retrieved from: https://github.com/sparkfun/Pro_Micro (Last accessed: 18.05.2025).
3. PAJ7620U2 Gesture Sensor. Retrieved from: https://www.waveshare.com/wiki/PAJ7620U2_Gesture_Sensor (Last accessed: 18.05.2025).
2. PAJ7620U2: Integrated Gesture Recognition Sensor. Retrieved from: https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove_Gesture_V_1.0/res/PAJ7620U2_DS_v1.5_05012022_Confidential.pdf (Last accessed: 18.05.2025).

DEVELOPMENT OF A MULTIMEDIA KEYBOARD BASED ON THE PAJ7620 SENSOR

A contactless computer control device based on the PAJ7620 sensor is proposed. This sensor enables gesture recognition, which is then transmitted to the computer as key scan codes. Thanks to the versatility of the HID protocol, the device can operate on any operating system, including mobile platforms.

Key words: keyboard, sensors, PAJ7620, USB, HID, Arduino, contactless devices.

Відомості про авторів / Information about the Authors

Станіслав Ганулич, бакалаврант кафедри комп'ютерної інженерії Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: stanis26060@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6948-7862>.

Stanislav Hanulich, Bachelor's student of the Computer Engineering Department at Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. Email: stanis26060@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6948-7862>.

Борис Салтовський, старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: borys.saltovskyi@chmmu.edu.ua, orcid: <https://orcid.org/0009-0006-8296-201X>.

Borys Saltovskyi, Senior Lecturer at the Department of Computer Engineering, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. E-mail: borys.saltovskyi@chmmu.edu.ua, orcid: <https://orcid.org/0009-0006-8296-201X>.

