

Куценко М. В., Ющенко Ю. О.

## ВІРТУАЛЬНА КЛАВІАТУРА РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ

*Зроблено порівняння переваг і недоліків різних типів клавіатур і запропоновано принципово новий вид клавіатури: віртуальну клавіатуру розпізнавання жестів, що здатна налаштовуватись на вподобання користувачів, які за власним бажанням можуть навчити клавіатуру розпізнавати свої жести як натискання на ту чи іншу кнопку клавіатури.*

*У роботі описано розроблений прототип цієї віртуальної клавіатури й наведено висновки щодо зручності використання таких клавіатур.*

*Запропоновану технологію розпізнавання жестів і налаштування клавіатури може бути застосовано для створення інших пристроїв введення інформації жестами, наприклад, комп'ютерної миші, джойстика, джойстика чи будь-якого іншого ігрового контролера.*

**Ключові слова:** інтерфейс, клавіатура, миша, інтернет речей, IoT, розпізнавання, жести.

На початку експлуатації першого в континентальній Європі комп'ютера МЕСМ (1950 р.) введення програм і даних у нього можна було здійснювати лише у двійковій формі шляхом тумблерів: положення тумблера вгору – «1», а «0» – положення тумблера вниз. У 1951 р. до комп'ютера приєднали магнітний барабан, а трохи пізніше пристрої зчитування з перфострічок і перфокарт. Наступні вітчизняні комп'ютери «Київ», «Дніпро», «Урал», окрім зазначених вище пристроїв введення даних, уже мали консоль, яку згодом замінила клавіатура. Завдяки досягненням у галузі електроніки пристрої введення інформації вдосконалювалися, з'явилися миші, планшети, мікрофони, камери тощо. У процесі використання засобів штучного інтелекту набула широкої популярності можливість голосового введення текстової інформації до комп'ютерних пристроїв. Однак ця можливість не може повністю замінити клавіатуру. Фото та відеокамери дають змогу вводити графічну та відеоінформацію.

Нині у світі використовують низку віртуальних проєкційних клавіатур із застосуванням відеокамер, ІЧ датчиків. Доторкання до певних ділянок поверхні розпізнається як введення відповідної інформації так, як за допомогою реальної клавіатури. Однак усі відомі на сьогодні віртуальні проєкційні клавіатури мають певні недоліки. Передусім для таких клавіатур потрібна спеціальна поверхня, що не дає змоги використовувати їх поза обладнаним робочим місцем. Не можна такі клавіатури використовувати під час мандрювань на пасажирських місцях літаків, потягів, автобусах тощо. До другого недоліку

проєкційних клавіатур належить дуже висока ціна, яку зумовлює складність їх виробництва.

Віртуальні екранні клавіатури у мобільних пристроях вважають дуже зручними, однак вони займають значну за розміром ділянку екрану, що може спричинити певний дискомфорт для користувачів.

### Віртуальна клавіатура розпізнавання жестів

На рис. 1. наведено фото прототипу віртуальної клавіатури розпізнавання жестів (ВКРЖ). Наразі у світі немає клавіатур, які працюють за такими принципами та мають можливість налаштовуватись (навчатися) користувачем для розпізнавання жестів як тих чи тих натискань кнопок за власними вподобаннями.

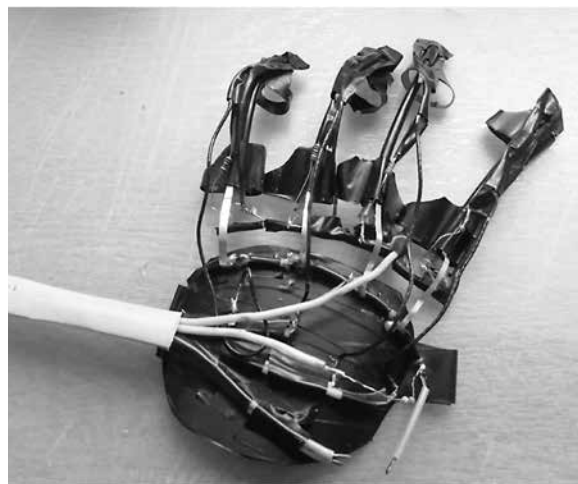


Рис. 1. Фото прототипу розумної клавіатури розпізнавання жестів

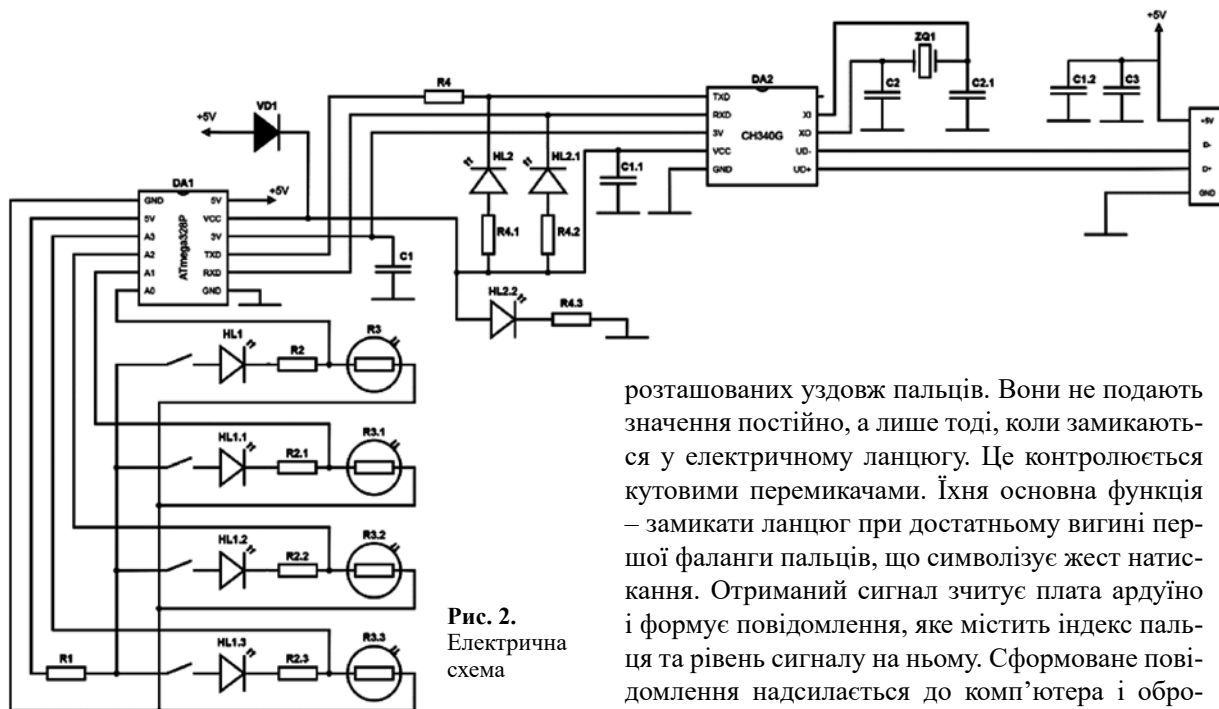


Рис. 2. Електрична схема

До переваг цієї клавіатури належить простота виробництва, невисока ціна та, насамперед, можливість використання у довільних умовах незалежно від місцезнаходження користувача. Пристрій надягається на руку, через що не займає додаткового місця та не потребує поверхні для своєї роботи. Тож друк на будь-якому пристрої, на стаціонарному місці чи під час руху, відбуватиметься одним і тим самим способом, і користувач не зазнає труднощів при зміні робочих умов. Крім цього, рукавичка підлаштовується до свого користувача, що досягається застосуванням у ній елементів машинного навчання. Кожний користувач має можливість визначити, які жести «натискають» яку саме кнопку клавіатури за власним бажанням.

Віртуальна клавіатура розпізнавання жестів не потребує поверхні й тому може використовуватися будь-де. Зміна місця не вплине на досвід користувача, йому не доведеться пристосовуватися до нових умов роботи з нею.

Така клавіатура може бути налаштована до особливостей способу введення конкретного користувача, що зменшить кількість помилок і забезпечить зручність введення.

Завдяки аналоговій природі пристрою, на його основі можна розробити безліч інших пристроїв введення, таких як миша, джойстик, дигітайзер, та інші подібні пристрої.

Клавіатура, одягнута на руку, фіксує міру вигину пальців під час «натискання» уявної кнопки. Це досягається за допомогою датчиків вигину,

розташованих уздовж пальців. Вони не подають значення постійно, а лише тоді, коли замикаються у електричному ланцюгу. Це контролюється кутовими перемикачами. Їхня основна функція – замикати ланцюг при достатньому вигині першої фаланги пальців, що символізує жест натискання. Отриманий сигнал зчитує плата ардуїно і формує повідомлення, яке містить індекс пальця та рівень сигналу на ньому. Сформоване повідомлення надсилається до комп'ютера і обробляється програмою-драйвером.

На основі рівня сигналу визначається, який символ найімовірніше ввів користувач, і здійснюється симуляція його натиснення.

На рис. 2 наведено електричну схему прототипу віртуальної клавіатури розпізнавання жестів.

На рис. 3 наведено перелік технічних засобів прототипу віртуальної клавіатури розпізнавання жестів.

Поз. позн.	Найменування	Кл.	Примітка
Конденсатори			
C1	Конденсатор, 0.1 мкФ	3	
C2	Конденсатор 22 пФ	2	
C3	Конденсатор 10 мкФ	1	
Мікроконтролери			
DA1	ATmega328P	1	
DA2	SN340G	1	
Резистори			
R1	Резистор 220 Ом	1	
R2	Резистор 10 кОм	4	
R3	Фоторезистор GL5528	4	
R4	SMD Резистор 102	4	
Світлодіоди			
HL1	Світлодіод 5 мм 30 мкД 20 мА	4	
HL2	3528 SMD LED	3	
Діоди			
VD1	BAT54C	1	
Кварцеві резонатори			
ZQ1	Кварцевий резонатор, 12 МГц	1	

Рис. 3. Перелік технічних засобів

Головним надавачем інформації у пристрої є датчик вигину. Він реалізований за допомогою затемненої силіконової трубки, на різних кінцях якої закріплені світлодіод і фоторезистор. Вигин трубки обмежить кількість світла, яке потрапляє на поверхню фоторезистора, тим самим збільшуючи його супротив. Рівень струму між підтягувальним резистором і фоторезистором (на схемі R2 та R3 відповідно) і використовується для визначення міри вигину.

Класифікація символів відбувається шляхом порівняння величини сигналу зі значеннями у масиві порогів, де кожен поріг визначає мінімальний рівень сигналу, який може приймати певний символ.

Процес навчання відбувається через перерахунок порогів. Вони визначаються за допомогою класифікації усіх можливих мір вигину за методом  $k$ -найближчих сусідів та визначення тих із них, після яких алгоритм починає класифікувати сигнал іншим символом.

Від початку драйвер звертатиметься до даних, визначених за замовченням, однак під час використання клавіатури дані будуть переписуватися. Через певну кількість введених символів (у прототипі – 1000 символів) почнеться перерахунок порогів.

На зміни розміру масиву та кількості символів до перерахування порогів впливатиме швид-

кість налаштування клавіатури. Найбільш уживані символи будуть перезаписані швидше, а тому вже через декілька ітерацій навчання користувач зможе досить комфортно використовувати віртуальну клавіатуру. Подальші ітерації призведуть до більшої точності, але поступово ставатимуть менш впливовими, порівняно з першими.

Запропоновану віртуальну клавіатуру розпізнавання жестів реалізовано у прототипі. Під час пробних випробувань прототипу віртуальної клавіатури зроблено висновок, що властивість навчання клавіатури за вподобаннями користувача є дуже зручною та не потребує багато зусиль від нього. Розроблений прилад демонструє неабияку зручність та адаптивність, досягнуту з використанням простої та недорогій технології.

Собівартість виробництва такої віртуальної клавіатури є незначною, що в перспективі дасть можливість успішно налагодити серійне виробництво та реалізацію таких клавіатур.

За запропонованим принципом можуть бути реалізовані інші пристрої взаємодії користувачів із комп'ютерними пристроями: комп'ютерна миша, джойстик чи ігровий контролер. Можливість індивідуально визначати дії, виконувані при певних жестах, заволодіє серцями користувачів комп'ютерних пристроїв.

#### Список літератури

1. Ідрісов Р. Резистор изгиба своими руками [Електронний ресурс] / Рустан Ідрісов // Хабр. – 2014. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/225111>.

#### References

- Idrisov, R. (2014). Rezistor yzghyba svoymy rukamy. Retrieved from <https://habr.com/ru/post/225111> [in Russian].

*M. Kutsenko, Yu. Yuschenko*

### VIRTUAL GESTURE RECOGNITION KEYBOARD

*In this study we've considered advantages and disadvantages of different keyboard types and propose a fundamentally new one: keyboard based on gesture recognition. Keyboard itself is glove-shaped, and is supposed to be worn on hand. It provides enhanced mobility, as this keyboard doesn't need any surface in order to type. Its compactness is a notable feature, since standard keyboards take up more space, which can cause an issue during a trip. Its technology is based on detecting flexion of the fingers and recognizing incoming readings as a press of a specific symbol. Powered with machine learning, it can adapt to users' hand's physiological features as well as to their way of using said keyboard. Its functionality can be extended by defining new symbols or making a set of commands to execute on triggering, and since metrics are range-based, they can be easily inserted in an existing set. Due to technology's analog nature, many other input devices can be emulated using the base glove, with only the need for writing supporting drivers.*

*A working prototype of such keyboard has been developed and its build and realization are described in this study. Prototype has been built on top of an Arduino UNO r3 board, using one of the most common types of LEDs and photoresistors, which are often shipped in starter kits. As well, a simple driver has been developed, which can correctly recognize input symbols and implement adaptation to specificities of user's typing, using optimized  $k$ -nearest neighbors machine learning algorithm. Simplicity of its build, and availability of its components suggest low production cost and greater opportunity of serial production. As well, conclusions have been made about the convenience of its usage, and whether it meets expected requirements.*

**Keywords:** interface, keyboard, mouse, Internet of things, IoT, artificial intelligence, machine learning, recognition, gestures.

