

УДК 621.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.3.2/10>**Овдієнко П.К.**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Губар В.Г.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ІНКЛЮЗИВНОСТІ ДЛЯ МАНІПУЛЯТОРІВ ТИПУ «МИША»

У даній роботі розглянута проблематика сучасних периферійних пристроїв керування курсором на комп'ютері, зокрема миші, з акцентом на її головний недолік – відсутність інклюзивності. Проводиться детальне дослідження та аналіз існуючих рішень, виявляючи їхні переваги та недоліки, з метою формування цілей та задач для вирішення виявлених проблем. У процесі дослідження розглядаються різні методи керування мишею, технології відстеження рухів та маніпулятори, що належать до двох різних класів інклюзивності – прямої та непрямой.

Основною метою роботи є розширення можливості керування персональним комп'ютером шляхом вдосконалення традиційних периферійних систем, таких як миша, та підвищення її прямої інклюзивності через впровадження сучасних методів. Пряма інклюзивність передбачає збільшення участі всіх громадян у соціумі завдяки можливостям та методам, де головне завдання пристрою полягає в підтримці користувача. У роботі представлено новаторську систему, що передбачає кріплення пристрою керування на передпліччі користувача, спрямовану на підвищення функціональності, інклюзивності та швидкості адаптації для споживача.

Запропонована система має перспективу стати новим стандартом у розробці периферійних пристроїв з точки зору інклюзивності. У майбутньому її модифікації можуть значно покращити досвід користувачів з різними фізичними можливостями, надаючи їм більшу свободу та ефективність у роботі з комп'ютерами. Впровадження таких інноваційних рішень може стати важливим кроком у розвитку інклюзивних технологій, що забезпечують рівні можливості для всіх користувачів незалежно від їх фізичних обмежень.

Робота є важливим внеском у сферу комп'ютерних технологій, демонструючи потенціал для значних покращень у дизайні та функціональності периферійних пристроїв. Вона закладає підґрунтя для подальших досліджень та розробок, спрямованих на створення більш інклюзивних та адаптивних технологій, що відповідають потребам сучасного суспільства.

Ключові слова: інклюзивність, контролер, миша, передпліччя, функціонал, пристрій.

Постановка проблеми. Сучасні технології управління комп'ютерами розвиваються досить повільно. Клавіатура та миша стали невід'ємними інструментами для більшості користувачів. Проте, з точки зору інклюзивності, ці пристрої можуть бути непридатними для багатьох людей, зокрема для осіб з інвалідністю. Клавіатура є необхідним інструментом, аналог якого важко розробити, тоді як мишу можна легко удосконалювати і модифікувати. Проблема полягає в тому, що стандартна миша [5] може не підходити для багатьох користувачів через фізичні особливості людини. Її використання може викликати дискомфорт або навіть біль через навантаження та форму. Особливо це стосується людей з обмеженими можливостями, які не можуть використовувати такі пристрої – наприклад, тих, хто втратив зап'ястя. У даній роботі розглядаються можливі вирішення

цих проблем через створення інклюзивного маніпулятора типу «миша», що дозволить забезпечити комфортне та ефективне користування для всіх груп населення, включаючи людей з інвалідністю. Розробка таких пристроїв сприятиме покращенню доступності та інклюзивності комп'ютерних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день існують різноманітні рішення маніпуляторів комп'ютерної миші, кожне з яких має власні вражаючі концепції. Загалом їх можна розділити на два основних класи – пристрої прямої та непрямой інклюзивності.

Пристрої непрямой інклюзивності. Пристрої, що відносяться до цього класу, виконують процес залучення різних груп осіб до всіх сфер суспільного життя [4] шляхом неявних методів. Наприклад, такі системи не вимагають фізичної участі

постраждалої кінцівки людини з інвалідністю та, відповідно, замінюють її. Серед найбільш відомих проєктів цього класу варто відзначити “head mouse” та “eye tracker”.

“Head mouse”. Пристрій на рис. 1 використовує рухи голови людини для управління мишею, що має свої власні переваги.

Висока точність. Завдяки використанню даних датчиків пристрою, керування курсором здійснюється шляхом нахилів голови користувача. Датчики гіроскопа та акселерометра здатні з висо-



Рис. 1. Приклад розробки “head mouse”



Рис. 2. Приклад роботи “Head mouse”



Рис. 3. Tobii Eye Tracker

кою точністю фіксувати кутові зміни та прискорення. Ці дані використовуються для визначення положення голови користувача в просторі, що дозволяє точно керувати курсором.

Легкість використання. Даний метод керування мишею вирізняється легкістю та інтуїтивністю, не потребуючи попереднього навчання для споживача.

Однак, подібні типи контролерів мають низку суттєвих недоліків, що робить їх використання дещо проблематичним.

Фізичний вплив на здоров'я людини. Неперервні нахили протягом декількох годин поспіль, можуть призвести до неприємних відчуттів та болю у ший. Це, у свою чергу, може спровокувати розвиток серйозних проблем, які в подальшому можуть негативно вплинути на здоров'я користувача.

Обмежений функціонал. Наразі метод управління курсором миші за допомогою нахилів голови не пропонує такого ж рівня функціональності, як традиційні методи керування мишею. Він обмежується лише базовими функціями, такими як переміщення курсора. Це робить його непрактичним для виконання складних завдань, які потребують точного позиціонування та використання кількох кнопок.

Значна частина пристроїв “head mouse” була розроблена ентузіастами [1], які використовували в якості зразків VR-контролери (наприклад, Oculus Quest 2, Sony PlayStation VR) або джойстики (DualShock 4, DualSense).

“Eye tracker”. Системи, спроможні відстежувати та аналізувати рухи очей, отримали значний рівень популярності. Серед них виділяється “Tobii Eye Tracker” (рис. 3) [2] як один із найбільш відомих пристроїв цього типу. Цей пристрій вирішує недоліки попередніх проєктів, які фокусувалися на відстеженні рухів голови. Однак, не зважаючи на це, існує значна обмеженість у цьому рішенні. Вона полягає в тому, що пристрій орієнтований переважно на ігрову аудиторію і не відповідає вимогам робочих програм, оскільки не забезпечує достатню точність для їхніх інтерфейсів.

Пряма інклюзивність. До цього класу відносяться пристрої такі як сенсорні екрани та трекпади.

Сенсорні екрани. Дисплеї (рис. 4) здобули широку популярність завдяки своїй простоті у використанні та високій чутливості. Їх можна використовувати для введення тексту, керування курсором та виконання інших завдань.

Незважаючи на свої переваги, сенсорні екрани мають певні обмеження. Одним з них є проблеми

з точністю введення тексту. Це може бути особливо проблематично для людей з тремором рук або іншими руховими порушеннями. Недостатня точність сенсорних екранів може негативно впливати на зручність використання деяких інтерфейсів. Наприклад, в операційній системі Windows деякі елементи інтерфейсу можуть бути занадто маленькими, що ускладнює їх точне натискання пальцем.

Треклади. Дані маніпулятори (рис. 5) характеризуються високою точністю та плавністю введення. Їх компактні розміри та інтеграція з клавіатурою роблять їх зручними для використання в портативних пристроях. Проте, треклади потребують певного часу для адаптації, що може бути проблемою для деяких споживачів.

Адаптивні маніпулятори. Серія Microsoft Adaptive Controllers [3], розроблені для людей, котрі відмовляються від традиційних засобів керування (рис. 6).

Адаптивна кнопка Microsoft – це приклад адаптивного маніпулятора, який пропонує високу точність та інтуїтивне керування, яке базується на принципах роботи контролерів Xbox One. Її перевагами є простота налаштування та можливість використання з різними допоміжними технологіями. Однак, адаптивна кнопка має певні недоліки. Її використання може потребувати певного навантаження на користувача для відтворення натискань, а також вона потребує часу для адаптації до нового способу введення.

Постановка завдання. На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що більшість наявних рішень відносяться до класу непрямой інклюзивності з обмеженими функціональними можливостями, недостатньою підтримкою складних інтерфейсів робочих програм і вимогою певного часу на адаптацію. З метою об'єднання переваг існуючих рішень та усунення їх основних недоліків для досягнення бажаного результату пропонується наступне:

- Вирішення задач непрямой інклюзивності;
- Перехід до бездротових методів передачі даних;
- Розширення функціональних можливостей;
- Використання датчиків, які забезпечують швидке та точне повторення рухів людини.

Метою даної статті є вирішення проблеми інклюзивності сучасної комп'ютерної миші шляхом розробки нової концепції, яка також усуває недоліки існуючих рішень та публікацій, такі як непряма інклюзивність, низька точність та функ-



Рис. 4. Сенсорний дисплей



Рис. 5. Трекпад



Рис. 6. Адаптивна кнопка Microsoft

ціональність, тривалий час адаптації, а також складність використання.

Виклад основного матеріалу. Запропонована концепція представлена на рис. 7. Основна мета даної пропозиції полягає у створенні пристрою, що доповнює можливості користувача, а не замінює ті функції, які він не може виконувати самостійно. Наприклад, для осіб, які втратили зап'ястя, запропонований пристрій повинен інтегрувати їх пошкоджену кінцівку для керування комп'ютерною мишею.

Запропоноване рішення передбачає новаторське розміщення пристрою на внутрішній стороні передпліччя, що є унікальним підходом, який раніше не використовувався у подібних пристроях. Такий підхід дозволяє вирішити проблему непрямой інклюзивності, відповідаючи потребам як звичайних користувачів, які бажають відмовитися від традиційних пристроїв керування, так і користувачів з обмеженими фізичними можливостями.

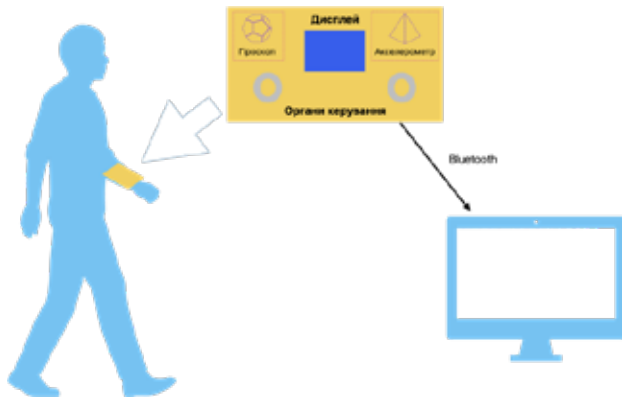


Рис. 7. Запропонована концепція

Точність та легкість використання. Для забезпечення високої точності та зручності використання пристрою, пропонується впровадити гіроскопічний датчик. Даний гіроскопічний датчик надає користувачам можливість ефективно взаємодіяти зі складними інтерфейсами програмного забезпечення, оскільки здатен легко та точно відтворювати різноманітні рухи людини, забезпечуючи при цьому високу точність та швидкість адаптації. Використання таких технологій сприятиме покращенню інклюзивності та зручності користування, що є важливим аспектом сучасних інтерфейсних рішень.

Перехід до бездротових методів передачі даних. Оптимальним варіантом забезпечення користувача відчуттям вільності, уникненням обмежень у виконанні різних рухів та жестів, є створення пристрою компактного розміру з вбудованим джерелом живлення (яке можна заряджати) та підтримкою бездротового з'єднання для периферії через поширену технологію Bluetooth. Це значно підвищить мобіль-

ність пристрою та забезпечить зручну роботу користувача.

Розширення функціональних можливостей. З метою уникнення проблем, пов'язаних з базовим функціоналом, пропонується додати додаткову периферію до пристрою. Наприклад, інтеграція акселерометра до гіроскопа підвищить точність відслідковування рухів передпліччя за допомогою фільтрації, що дозволить користувачу використовувати жести для простих операцій. Для виконання складних операцій можна використовувати додаткові датчики, такі як сенсори, що реєструють натискання. Наявність вбудованого дисплею дозволить виводити користувачеві поточний стан датчиків, рівень заряду акумулятора, час та іншу важливу інформацію.

Висновки. Запропоноване дослідження представляє новий підхід до вдосконалення інклюзивних систем, розвиток яких наразі призупинився. Розроблені рішення спрямовані на підвищення інклюзивності та зручності користування. Подальші покращення можуть бути пов'язані з впровадженням альтернативних методів, що забезпечать користувачам більш повний і легкий доступ до всього необхідного функціоналу.

Запропоноване рішення вирішує основну проблему, описану в статті, та пропонує відповідні рішення.

Це компактний пристрій з вбудованим акумулятором, який можна заряджати, і який кріпиться на передпліччі. Він оснащений сенсорами натискань, акселерометром та гіроскопом для забезпечення функціональності комп'ютерної миші. Технологія Bluetooth дозволяє використовувати цей пристрій у бездротовому режимі, що надає користувачам більшу свободу та зручність у користуванні.

Список літератури:

1. Hat mouse. URL: <https://blog.jfedor.org/2020/09/hat-mouse.html>
2. Tobii Eye Tracker. URL: <https://gaming.tobii.com/product/eye-tracker-5/>
3. Microsoft Adaptive Accessories. URL: <https://www.fastcompany.com/90752585/microsoft-reinvents-the-mouse-for-people-with-disabilities>
4. Social inclusion. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Social_exclusion#Social_inclusion
5. Computer mouse. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Social_exclusion#Social_inclusion

Ovdiienko P.K., Gubar V.G. RESEARCH AND SOLUTIONS FOR INCLUSIVITY ISSUES OF MOUSE-TYPE MANIPULATORS

This paper examines the issues surrounding modern peripheral devices for controlling the cursor on a computer; particularly the mouse, with a focus on its primary drawback—inclusivity. Detailed research and analysis of existing solutions are conducted, identifying their advantages and disadvantages, to form goals and objectives to address the identified problems. The research explores various methods of mouse control, movement tracking technologies, and manipulators, belonging to two different classes of inclusivity—direct and indirect.

The main goal of the work is to develop technologies to enhance the control of personal computers by improving traditional peripheral systems such as the mouse and increasing its direct inclusivity through the

implementation of modern methods. Direct inclusivity involves increasing the participation of all citizens in society through appropriate opportunities and methods, where the main task of the device is to support the user. The paper presents an innovative system that involves attaching the control device to the user's forearm to enhance functionality, inclusivity, and the speed of adaptation for the consumer.

The proposed system can potentially become a new standard in developing peripheral devices from the perspective of inclusivity. In the future, its modifications could significantly improve the experience of users with various physical abilities, providing them with greater freedom and efficiency in working with computers. Implementing such innovative solutions can be an important step in developing inclusive technologies that ensure equal opportunities for all users, regardless of their physical limitations.

This work is a significant contribution to computer technology, demonstrating the potential for substantial improvements in the design and functionality of peripheral devices. It lays the groundwork for further research and development aimed at creating more inclusive and adaptive technologies that meet the needs of modern society.

Key words: *inclusivity, controller, mouse, forearm, functionality, device.*