

РАЗРАБОТКА DIY МОДУЛЬНОГО ДЖОЙСТИКА С ДАТЧИКАМИ ХОЛЛА ДЛЯ АВИАСИМУЛЯТОРОВ

Мұрат Бекежан Талғатұлы

Научный руководитель: Ж.А. Муканова, магистр, zh.mukanova@turan-edu.kz

Университет «Туран», г. Алматы, Казахстан

21220658@turan-edu.kz

Аннотация: В статье представлен проект модульного джойстика в стиле "сделай сам" (DIY), разработанного для расширения возможностей персонализации и улучшения погружения в авиасимуляторы. Проект объединяет технологии 3D-печати, CAD-моделирования, программирование на ESP-WROOM-32 и разработку печатных плат через KiCad, направлен на улучшение адаптивности и игрового взаимодействия. Модульность конструкции раскрывает перспективы для дальнейших модификаций и оптимизации, выделяя его как альтернативное дополнение к арсеналу инструментов для энтузиастов DIY-сообщества.

Ключевые слова: модульный джойстик, датчик Холла, 3D-печать, DIY, авиасимулятор, персонализация.

Рынок авиасимуляторов предлагает джойстики различных брендов, таких как Logitech, Thrustmaster и FR-Тес, ценовые категории которых варьируются от бюджетных до премиальных моделей [1]. Несмотря на широкий ассортимент, потребители сталкиваются с проблемами, связанными с балансом между ценой и качеством, реалистичностью управления, долговечностью и ограниченными возможностями кастомизации. Анализ рынка выявил различия в ценовых категориях от Logitech Extreme 3D Pro (\$34.99 [2]) до премиального Thrustmaster Hotas Warthog Flight Stick (\$349.99 [3]).

Целью исследования является создание модульного джойстика, адаптируемого под пользователя, для улучшения персонализации и погружения в авиасимуляторы, с возможностью развития от бюджетного варианта до премиум-сегмента.

Анализ рынка NOTAS джойстиков выявил основные недостатки: бюджетные модели часто не достигают желаемого уровня реалистичности и кастомизации, в то время как улучшенные модели требуют значительных финансовых вложений. Среди ключевых проблем: отсутствие двухступенчатых триггеров для более реалистичного взаимодействия в бюджетных моделях [4], ухудшение точности управления из-за износа потенциометров в дешевых джойстиках, и недостаток модульности, ограничивающий кастомизацию. В отличие от этого, использование датчиков Холла может значительно повысить долговечность и точность джойстиков [5, 6], делая их конкурентоспособными по качеству с премиальными моделями, сохраняя при этом доступность цен.

Разработка джойстика основывалась на итеративном подходе, начиная с прототипирования и тестирования для раннего выявления ошибок [7]. Использование KiCad для печатных плат было выбрано за его функциональность и поддержку сообщества [8], в то время как для 3D-моделирования компонентов применялся Fusion 360, с последующей печатью на FDM-принтере. Точность управления достигнута за счет датчиков Холла SS495A, обрабатываемых на ESP-WROOM-32 с 12-битным АЦП, что предоставляет преимущество перед стандартными решениями, вроде Arduino Pro Micro и Leonardo, с использованием скрипта для калибровки и сглаживания данных [9].

Разработка джойстика базировалась на итерациях, начиная с прототипирования до финальных тестов, что способствовало раннему выявлению и исправлению ошибок. Основой джойстика является специализированно разработанная печатная плата, оптимизированная для лучшей компактности и функциональности (рис. 1). Доработки включали однослойный GND и улучшенную схему считывания кнопок, а использование резисторов снизило необходимость

в множественных цифровых пинах на ESP-WROOM-32, упростив конструкцию и увеличив надежность.

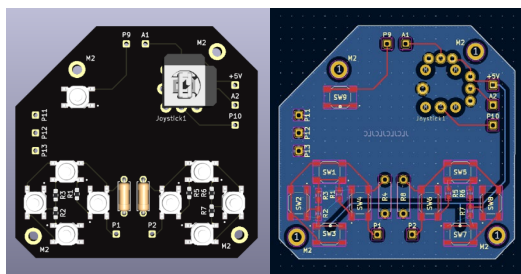


Рисунок 1. Печатная плата

Модульные компоненты, спроектированные в Fusion 360 и распечатанные с помощью FDM-принтера, дополнили конструкцию, обеспечивая гибкость и адаптацию к пользовательским нуждам. Особое внимание было уделено дизайну двухступенчатого триггера (рис. 2) и эргономике рукоятки (рис. 3).

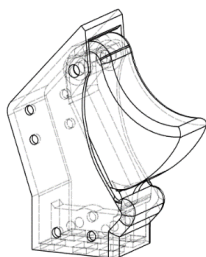


Рисунок 2. Двухступенчатый триггер

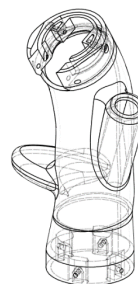


Рисунок 3. Дизайн рукоятки

Помимо этого, в механизмах по оси рыскания (рис. 4) и гимбала (рис. 5), использование датчиков Холла повысило точность и удобство управления. Для обработки сигналов, калибровки и сглаживания данных был применен специализированный скрипт на ESP-WROOM-32, что улучшило точность реакции джойстика и его совместимость с Unity.



Рисунок 4. Реализация механизма по оси рыскания

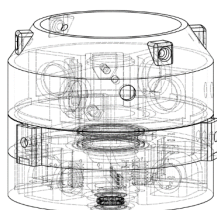


Рисунок 5. Реализация гимбал механизма



Исследование представляет проект модульного джойстика для авиасимуляторов, разработанного с использованием 3D-печати, CAD-моделирования и программирования на ESP-WROOM-32. Целью было повысить уровень персонализации и погружения в игровой процесс. Анализ рынка выявил ограничения существующих джойстиков, включая недостаток реалистичности в бюджетных моделях и высокую стоимость продвинутых устройств. Проект демонстрирует, как итеративный подход и интеграция современных технологий могут преодолеть эти барьеры, предлагая адаптивное и функциональное решение. Модульная конструкция позволяет пользователям кастомизировать джойстик под индивидуальные нужды, открывая новые возможности для DIY-сообщества и способствуя обмену знаниями и инновациям. Разработка подчеркивает потенциал доступных технологий в создании

улучшенных игровых устройств, внося свой вклад в развитие персонализированных игровых решений.

Список литературы:

1. Best PC joysticks in 2024. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.pcgamer.com/the-best-pc-joysticks/> (Дата обращения: 08.01.2024). (In English)
2. EXTREME 3D PRO JOYSTICK. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.logitechg.com/en-us/products/space/extreme-3d-pro-joystick.963290-0403.html> (Дата обращения: 08.01.2024). (In English)
3. HOTAS Warhog™ Flight Stick. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.thrustmaster.com/products/hotas-warhog-flight-stick/> (Дата обращения: 08.01.2024). (In English)
4. Thrustmaster – HOTAS Warhog Review. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.simflight.com/2018/12/28/thrustmaster-hotas-warhog-review/> (Дата обращения: 08.01.2024). (In English)
5. How Hall-effect sensors can make better joysticks. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.electronicproducts.com/how-hall-effect-sensors-can-make-better-joysticks/#:~:text=While%20potentiometer%20joysticks%20are%20a,it%20comes%20to%20voltage%20availability> (Дата обращения: 08.01.2024). (In English)
6. Lu H. et al. Novel hall-sensor joystick based on nonlinear compensation //2006 IEEE International Conference on Information Acquisition. – IEEE, 2006. – С. 1132-1137. DOI: 10.1109/ICIA.2006.305904.
7. Heck S. T. Evaluation of Adoptability: The Iterative Development of an Energy Production Device for the Middle School Classroom. – 2015.
8. About KiCad. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.kicad.org/about/kicad/> (Дата обращения: 08.01.2024). (In English)
9. Mukanova Z., Atanov S., Jamshidi M. Features of Hardware and Software Smoothing of Experimental Data of Gas Sensors //2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). – IEEE, 2021. – С. 1-6.thanks for the game :)