



Dotykowy wyświetlacz TFT do komputera PC

Kontrolowanie komputera za pomocą skrótów klawiszowych i makro to świetny sposób na przyspieszenie pracy np. w oprogramowaniu CAD. Autor opisanego urządzenia, nazwanego FreeTouchDeck, postanowił rozwiązać problem makro klawiatury samodzielnie. Skonstruował proste urządzenie, które umożliwia zaawansowane korzystanie z makro i jednocześnie jest niedrogie, w porównaniu do komercyjnych odpowiedników.

Urządzenie bazuje na mikrokontrolerze ESP32 i wyświetlaczu dotykowym o przekątnej ekranu 3,5 cala. Informacje o naciśnięciu klawisza i potrzebnych makrach przesyłane są poprzez Bluetooth do komputera. Moduł działa z dowolnym systemem operacyjnym – Windows, MacOS i Linuxem.

Autor zapewnia, że jego konstrukcja jest bardzo prosta. Urządzenie da się zmontować w czasie godziny. Zaprojektowane zostało tak, aby elementy były łatwo dostępne, tak na dużych portalach aukcyjnych, jak i w lokalnych sklepach. Do montażu potrzebne są w zasadzie dwa moduły:

- dowolna płytka deweloperska z modułem ESP32-WROOM-32 z 38 pinami wyjściowymi,

- wyświetlacz TFT ze sterownikiem ILI9488 z kontrolerem panelu dotykowego XPT2046,
- opcjonalnie można zastosować zaprojektowaną przez autora płytkę PCB, która ułatwia połączenie tych dwóch elementów.

Ponadto potrzebne będą podstawowe narzędzia, takie jak lutownica wraz z niezbędnym wyposażeniem, szczypce boczne i opcjonalnie drukarka 3D, jeśli chcemy wydrukować obudowę, którą zaprojektował autor.

Budowa urządzenia

Na początku ilość połączeń elektrycznych może wydawać się przytłaczająca, ale nie

należy się zniechęcać. Gdy już przeanalizuje się schemat połączeń, wszystko okazuje się całkiem proste. Do połączenia modułów mikrokontrolera i wyświetlacza można użyć zwykłych przewodów, płytki uniwersalnej bądź specjalnej płytki drukowanej, na której można łatwo zainstalować oba elementy.

Oba moduły działają przy zasilaniu 3,3 V, dzięki czemu nie ma konieczności translacji poziomów. Należy jednak pamiętać, że podłączenie któregoś z nich do 5 V może spowodować uszkodzenie! W **tabeli 1** zawarto listę połączeń, jakie trzeba wykonać pomiędzy modułem z ESP32 a wyświetlaczem ze sterownikiem ILI9488. Schemat połączeń zaprezentowano także na **rysunku 1**, jednakże przy wykorzystaniu innego modułu z mikrokontrolerem ESP32 niż zaprezentowany na schemacie połączenia mogą być inne. Wtedy warto zajrzeć do karty katalogowej zastosowanego modułu przed przystąpieniem do montażu systemu. Ekran nie używa linii SDO (MOSI), ponieważ generalnie nie wysyła żadnych danych. Pin ten jest na ogół

Tabela 1. Połączenia pomiędzy mikrokontrolerem a modułem ekranu

ESP32	Ekran	Opis
3,3 V	VCC	Zasilanie
GND	GND	Masa
GPIO15	CS	Chip Select interfejsu SPI ekranu
GPIO4	Reset	Sygnal do resetowania modułów
GPIO2	DC/RS	Sygnal kontrolny transmisji do ekranu – rozróżnia pomiędzy danymi a sygnałami sterującymi
GPIO23	SDI (MOSI) oraz T_DIN	Wejścia danych do ekranu i panelu dotykowego
GPIO18	SCK oraz T_CLK	Sygnal zegarowy dla ekranu i panelu dotykowego
GPIO32	LED	Dioda LED
GPIO21	T_CS	Chip Select interfejsu SPI panelu dotykowego
GPIO19	T_DO	Wyjście danych z panelu dotykowego
GPIO27	T_IRQ	Sygnal przerwania z kontrolera panelu dotykowego

wyprowadzony na płytce, ale nie musimy go podłączać.

Dokumentacja płytki drukowanej, która realizuje opisane w tabeli 1 połączenia, dostępna jest na repozytorium autora na GitHubie, pod linkiem: <http://bit.ly/3uIBS8T>. Można użyć jej do wyprodukowania płytek samodzielnie bądź zamówić je z wyznaczonego zakładu, zgodnie z informacjami, jakie zawarto w repozytorium. Wygląd płytki został pokazany na **fotografii 1**.

Obudowa w technologii druku 3D

Po połączeniu wszystkich elementów elektronicznych można zdecydować się na wykonanie dla urządzenia obudowy w technice druku 3D. Jest to w pełni opcjonalny krok, a urządzenie można umieścić w dowolnej innej obudowie. Obudowa mieści zarówno ekran TFT, jak i moduł z ESP32. Została wykonana z myślą o PCB dla ESP32 i ekranu, opisywanej wcześniej, ale będzie odpowiednia także wtedy, gdy układ FreeTouchDeck znajdzie się na płytce prototypowej.

Obudowę z druku 3D pokazano na **rysunku 2**. Składa się metodą na wcisk, ale jeśli drukarka nie jest dostatecznie precyzyjna i nie planujemy rozbierać urządzenia, do połączenia elementów można użyć odrobiny kleju cyjanoakrylowego.

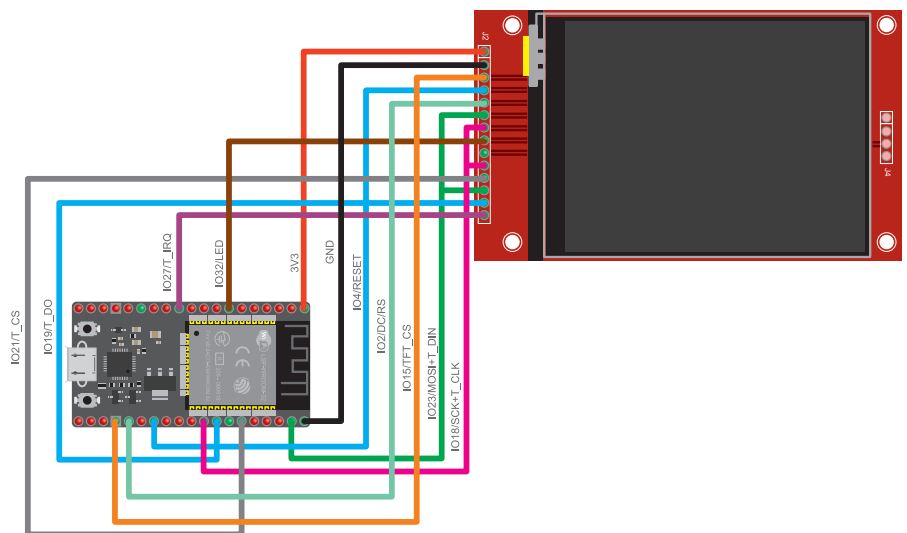
Projekt obudowy w postaci plików STL, można znaleźć w repozytorium na GitHubie: <http://bit.ly/3dQqbqC>. W zasobach znajdują

się dwie wersje górnej części – jedna jest odrobinę wyższa, aby zmieścić ekran wyposażony w żeńskie złącza do podłączenia do PCB. W takim przypadku należy wybrać model *Top_for_TFT_with-Headers.stl*.

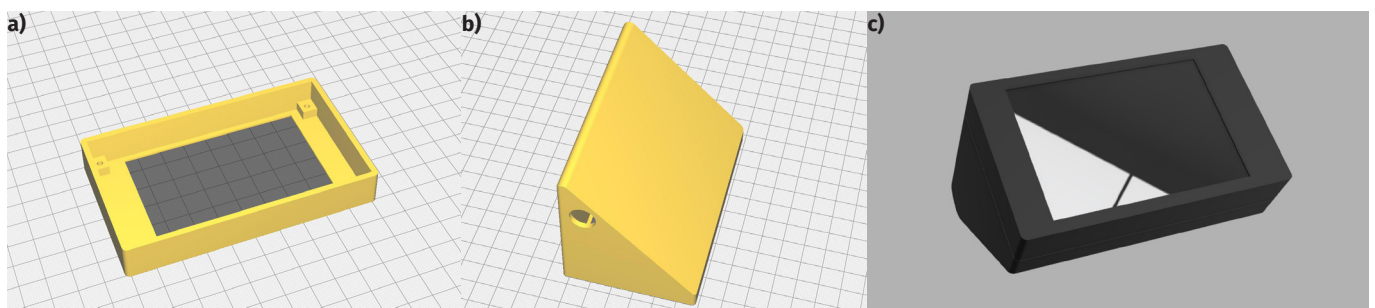
Autor projektu, oprócz samych projektów modeli, dostarcza także optymalne parametry druku 3D dla nich. Proponowane parametry są następujące:

Górna część (top), obie wersje:

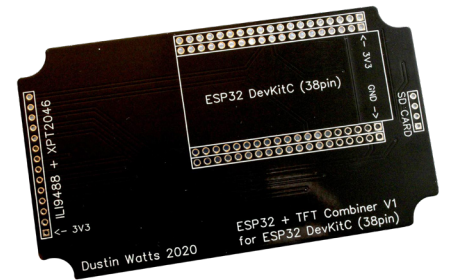
- orientacja: płaską częścią w dół,
- wysokość warstwy: 0,2 mm,
- infill: 100%,
- wsporniki: brak.



Rysunek 1. Schemat połączeń pomiędzy modułem mikrokontrolera i ekranem w urządzeniu



Rysunek 2. Model obudowy do druku 3D: a) górna część, b) dolna część, c) obudowa zmontowana w całość



Fotografia 1. Opcjonalna płytka do połączenia ekranu i mikrokontrolera

Dolna część (bottom):

- orientacja: element łączący się z górną częścią ustawiony do dołu,
- wysokość warstwy: 0,2 mm,
- infill: 20%,
- wsporniki: wszystkie możliwe,
- kąt dodawania wsporników: 70°.

Skonfigurowanie kąta dodawania wsporników na 70° zapewni, że otwory na złącza USB itp. otrzymają potrzebne wsporniki, ale nie zostaną one dodane w miejscach, które nie wymagają podparcia w czasie druku 3D.

Oprogramowanie

Autor udostępnia szkic Arduino na swoim repozytorium: <http://bit.ly/2ZQ6bfq>. Jednak zanim przystąpimy do kompilacji oprogramowania i programowania mikrokontrolera ESP32, wymagane jest przygotowanie środowiska i odrobina konfiguracji.

W pierwszej kolejności konieczne jest zainstalowanie Arduino IDE oraz dodanie do niego wsparcia dla rdzenia ESP32. Należy wejść w ustawienia Arduino IDE i otworzyć menedżer płytek, który pozwala dodać wsparcie dla innych mikrokontrolerów. Po uruchomieniu menedżera wpisujemy ścieżkę dla układów ESP32 Espressifa (**rysunek 3**): <https://bit.ly/2MA5KTC>.

Potwierdzamy, wciskając OK i ponownie OK, a następnie wybieramy najnowszą wersję bibliotek dla układu ESP32 i instalujemy ją. Teraz możemy zamknąć menedżer płytek w Arduino.

Kolejnym krokiem jest zainstalowanie bibliotek wymaganych przez skrypt urządzenia. Układ korzysta z sześciu zewnętrznych bibliotek. Trzy z nich mogą być wbudowane w Arduino IDE:

- Adafruit-GFX-Library,
- TFT_eSPI,
- ArduinoJson.

Kolejne trzy trzeba zainstalować manualnie, ściągając je z sieci. Pobieramy pliki z bibliotekami (w formacie zip) z następujących lokalizacji:

- <http://bit.ly/3sw1d3G>,
- <http://bit.ly/33L1DHS>,
- <http://bit.ly/3ksP2lj>.

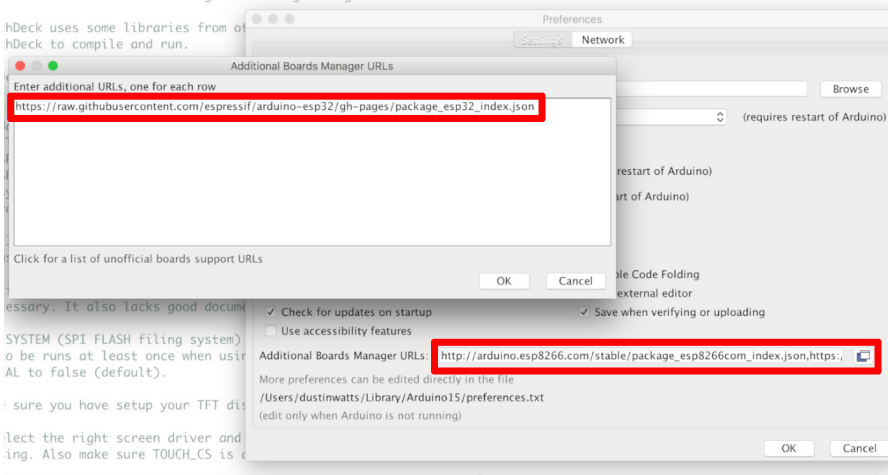
Po pobraniu biblioteki wchodzimy w menu Szkic, gdzie z menu dodawania bibliotek wybieramy opcję pozwalającą na dodanie biblioteki w formacie pliku zip.

Ostatnim krokiem przed skompilowaniem szkicu *FreeTouchDeck.ino* jest konfiguracja systemu poprzez edycję pliku nagłówkowego *User_Setup.h*, który znajduje się w bibliotece TFT_eSPI. Najprościej jest podmienić ten plik na taki, jaki znajduje się w repozytorium autora pod nazwą *ESP32_Dev_Kit_V1_ILI9488_Resistive.h*. Wystarczy zmienić nazwę na *User_Setup.h* i zapisać w folderze wspomnianej biblioteki. Uwaga, wielkość liter ma znaczenie.

Teraz można przejść do zasadniczego szkicu urządzenia. FreeTouchDeck używa SPIFFS (pamięci Flash w ESP32) do przechowywania konfiguracji i obrazków, jakie są wyświetlane na ekranie. Trzeba załadować je do ESP, zanim załaduje się skrypt kontrolujący jego pracę. W tym celu stosuje się specjalny program, który jest dostępny na GitHubie Arduino dla ESP32: <http://bit.ly/3r1M5uw>. Wystarczy, krok po kroku, wykonywać instrukcje instalacji i użytkowania tego programu.

Kod szkicu *FreeTouchDeck.ino* należy pobrać z repozytorium autora. Po pobraniu można otworzyć skrypt w Arduino IDE i dokonać kilku ostatnich zmian, jakie są wymagane do poprawnej konfiguracji programu. Przede wszystkim konieczne jest ustawienie

hDeck is based on the FreeDeck idea by Koriwi. It uses the TFT_eSPI library for the display and touch functionality and it uses an ESP32-BLE-Keyboard fork with some modifications. For saving and loading configuration it uses ArduinoJson V6.



Rysunek 3. Konfiguracja Arduino IDE – dodawanie bibliotek dla ESP32

danych sieci Wi-Fi, w jakiej będzie pracowało urządzenie. W folderze, w którym znajduje się plik *FreeTouchDeck.ino*, odnajdujemy w podfolderze plik */data/config/wificonfig.json*. W tym miejscu możemy wpisać dane sieci, do której ma się podłączyć urządzenie na czas konfiguracji. Są tutaj dwa istotne parametry, jakich wartość zmieniamy:

- *YOUR_WIFI_SSID* – identyfikator SSID sieci bezprzewodowej,
- *YOUR_WIFI_PASSWORD* – hasło logowania do sieci.

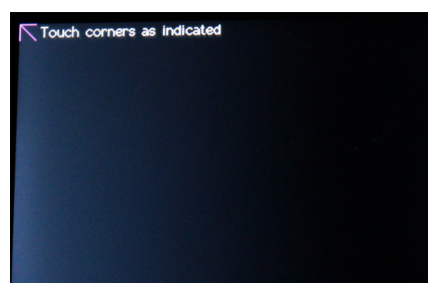
Możemy teraz przejść do ostatniego etapu programowania urządzenia – konfiguracji folderów i wgrania szkicu. W pierwszej kolejności ustawiamy schemat partycjonowania pamięci ESP32 jako: No OTA (2 MB APP/ 2 MB SPIFFS). Następnie możemy skompilować i wgrać program do pamięci modułu.

Uruchomienie i konfiguracja

Po załadowaniu szkicu i wszystkich plików do ESP, przy pierwszym uruchomieniu pojawia się dotykowy ekran kalibracji (**fotografia 2**). Dzieje się tak, aby program nauczył się parametrów ekranu dotykowego i aby mógł określić, czy dotknięcie mieści się w granicach przycisku. Plik kalibracyjny jest zapisywany w systemie plików ESP. Tak więc, jeśli ponownie załadowane zostaną pliki do ESP za pomocą programu, który był użyty do jego programowania, plik kalibracji zostanie usunięty i ponownie pojawi się ekran kalibracji.

Ekran główny ma 6 przycisków, które przenoszą do menu dodatkowego. Przyciski te mają inny kolor niż przyciski funkcyjne w menu. Na ekranie głównym znajduje się również menu Ustawienia, które umożliwia skonfigurowanie działania urządzenia.

Po załadowaniu ekranu głównego uruchamiany jest również moduł Bluetooth Low



Fotografia 2. Ekran kalibracyjny, dostępny przy pierwszym uruchomieniu urządzenia

Energy, umożliwiający połączenie z komputerem. Aby FreeTouchDeck znajdował się na liście dostępnych urządzeń, może być konieczne odświeżenie listy urządzeń Bluetooth na komputerze. Po utworzeniu połączenia, aby sprawdzić, czy Bluetooth działa poprawnie, można np. przejść do menu Muzyka i wybrać Wycisz.

Urządzenie udostępnia witrynę internetową na samym ESP32, na której można skonfigurować menu i przyciski, które zawiera każde menu. Można także dostosować kolory i przesłać własne logo. Aby uruchomić konfigurator, należy kliknąć prawy dolny przycisk, przejść do strony Ustawienia, a następnie kliknąć przycisk „Wi-Fi” w lewym górnym rogu. Po uruchomieniu konfiguratora można otworzyć przeglądarkę internetową i przejść do witryny *freetouchdeck.local* w sieci lokalnej.

Więcej informacji o tym, jak korzystać z konfiguratora, można znaleźć na Wiki projektu na GitHubie: <http://bit.ly/2Pho0C7>.

Nikodem Czechowski, EP

Źródła:

- <http://bit.ly/3aWUrhF>
- <https://bit.ly/2ZQ6bfq>
- <https://bit.ly/2Pho0C7>