DOI: https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-55-07
УДК 004.353.254.5
Горгун Руслан Олександрович, студент
https://orcid.org/0009-0008-5550-0009
Салтовський Борис Григорович, старший викладач
https://orcid.org/0009-0006-8296-201X
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ІНТЕРАКТИВНА КАРТА ТРИВОГ УКРАЇНИ

Горгун Р.О., Салтовський Б.Г. Інтерактивна карта тривог України. Представлений варіант інформування населення про небезпеки, пов'язані з бойовими діями, у вигляді інтерактивної карти України. Основною задачею є створення недорогої, вандалостійкої та наочної автономної інформаційної системи. Інформер призначений для розміщення в укриттях, ситуаційних кімнатах, інших приміщеннях та на транспорті. Сама карта України надрукована на 3D-принтері і поділена на окремі комірки у формі областей. Система складається з системи керування, побудованій на мікроконтролері ESP32, адресних світлодіодів, які відсвітлюють окремі області на карті України, та звукової підсистеми, що звуковими сигналами повідомляє про початок, тип тривоги (повітряна тривога, загроза артилерії, хімічна тривога, радіаційна небезпека, вуличні бої) та її закінчення. Кожна область на карті має заднє підсвітлення своїм окремим адресним світлодіодом, колір світлодіодів та звукові сигнали різняться в залежності від видів небезпеки. Після закінчення тривоги відповідний світлодіод одну хвилину світить зеленим світлом, а потім вимикається для економії енергії. Данні для обробки беруться через бездротову мережу Wi-Fi за допомогою API сайта ALERTS.IN.UA. Система живеться від зовнішнього блока живлення напругою 5 вольт з током 2,5 ампера, але передбачена можливість використання аварійного джерела напруги (пауербанка, приладу безперебійного живлення, сонячних панелей та ін.). Одним з напрямів вдосконалення системи може бути отримання інформації про небезпеки через системи стільникового зв'язку GSM.
Ключові слова: тривоги, інформер, інтерактивна карта, ESP32, WS2812, I2S.

Horhun R., Saltovskyi B. Interactive Alarm Map of Ukraine. The presented variant of informing the population about dangers related to combat actions, in the form of an interactive map of Ukraine, is aimed at creating an inexpensive, vandal-resistant and visually clear autonomous information system. The informer is intended for placement in shelters, situational rooms, other premises and transportation. The map is 3D-printed and divided into separate cells in the form of regions. The system consists of a ESP32 microcontroller board, addressable LEDs illuminating areas on the map, and an audiosubsystem that notifies about the beginning, type of alarm (air, artillery, chemical, radiation, streetfighting), and its end. Each area on the map has backlighting with its own addressable LED, the color of LEDs, and sound signals varying depending on the types of danger. After the alarm ends, the corresponding LED lights up green for minute and then turns off. Data for processing are obtained via Wi-Fi using the API of the ALERTS.IN.UA website. The system is powered by a power supply 5V/2.5A, but the possibility of using emergency power sources (power banks, solar panels, etc.) is provided. One of the directions for improving the system could be obtaining information through GSM.
Keywords: alerts, informer, interactive map, ESP32, WS2812, I2S.

Постановка наукової проблеми. В зв'язку з російською агресією постає питання інформування населення про різні тривоги, що загрожують регіонам нашої країни. Нажаль, інформування сиренами не є ефективним, тому що воно не повідомляє про вид загрози та час її закінчення. Це особливо важливо при інформуванні людей, що находяться в укриттях, на транспорті або в інших приміщеннях (органах влади, ситуаційних центрах та ін.).

Аналіз досліджень. На даний момент існує застосунок для смартфонів [1] та веб-сайт [2], зображення з якого можна вивести на великий екран. Недоліком першого варіанту є невеликий розмір екрана смартфона або планшета, для другого варіанта необхідний обчислювальний пристрій (наприклад, персональний комп'ютер), до якого під'єднується великий екран. Крім того, обидва варіанта є дуже коштовними та вандально нестійкими, що обмежує їх широке застосування.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Для інформування населення в укриттях та інших приміщеннях суспільного користування пропонується створення автономного апаратного інформера у вигляді інтерактивної карти України. Такий пристрій має наступні переваги:

- дешевизна – його вартість значно менше ніж інших варіантів інформерів;
- інформативність – пристрій наочно показує небезпечну територію та вид загроз, звуком повідомляє про початок та закінчення загрози;
- вандалостійкість – так як пристрій не вимагає технічного обслуговування, то його можна розмістити у недоступному місті: наприклад, на стені під стелею.

Інформер зроблений у вигляді карти України, надрукованої на 3D-принтері (рис.1). Кожна

© Горгун Р.О., Салтовський Б.Г.

окрема комірка карти представляє собою окрему область країни.

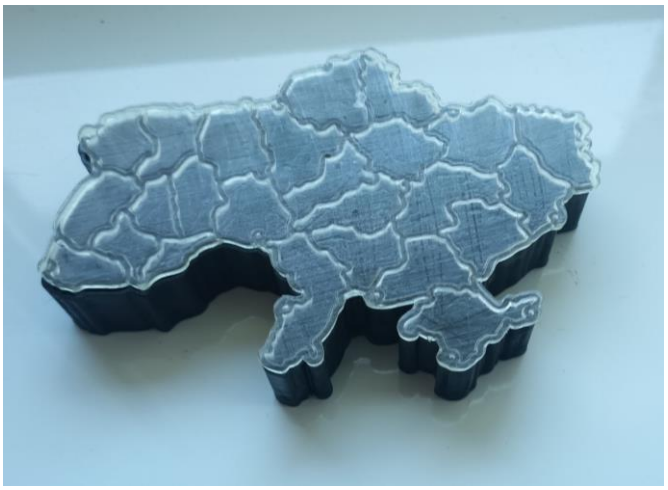

Рис. 1 – Карта України

В кожній комірці знаходиться адресний світлодіод WS2812 (рис. 2). Одна з найпоширеніших технологій управління адресними світлодіодами - це технологія WS2812, також відома як "NeoPixel" [3]. Кожен світлодіод має власну унікальну адресу, що дозволяє індивідуально керувати кожним світлодіодом у матриці. Це дозволяє створювати різноманітні ефекти світла, анімації та зображення. Керування відбувається через один дріт, що дозволяє економити апаратні ресурси мікроконтролера. Крім сигнального дроту, використовується дріт живлення +5 вольт та нульовий дріт. Всі світлодіоди з'єднуються послідовно, що дозволяє окремо керувати світінням кожного світлодіоду.

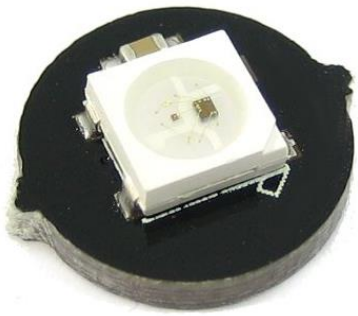

Рис. 2 – Адресний світлодіод WS2812

Перевагами таких світлодіодів є:

- дешевизна;
- можливість відображати всю палітру кольорів RGB;
- керування всіма світлодіодами лише через один дріт.

Різними кольорами можна відображати різні тривоги.

Візуальний сигнал дублюється звуком через звукову плату MAX98357 (рис. 3), яка керується через протокол I2S [4].

© Горгун Р.О., Салтовський Б.Г.

Рис. 3 – Звукова плата MAX98357

Протокол I2S (Inter-IC Sound) - це стандарт передачі аудіосигналів між електронними пристроями. Його основне призначення - передача цифрових аудіоданих від мікрофонів, аудіо-кодеків, DSP (цифрових сигнальних процесорів) до аудіо-зберігаючих пристроїв, таких як аудіо-процесори, звукові карти або цифрові підсилювачі.

Протокол I2S передає дані у форматі PCM (Pulse Code Modulation), де аналоговий сигнал конвертується у цифровий шляхом квантування й кодування амплітуди аналогового сигналу. Кожен кадр даних містить одне або декілька аудіосемплів, залежно від бітової глибини і кількості каналів.

Основні переваги протоколу I2S включають високу якість передачі аудіосигналів і простоту взаємодії між пристроями, що підтримують цей стандарт. Він часто використовується в аудіоапаратурі, вбудованих системах, мобільних пристроях і комп'ютерах для передачі аудіоданих від одного пристрою до іншого без втрати якості. До недоліків такого рішення можна віднести необхідність зберігання звукових файлів у внутрішній пам'яті мікроконтролеру, що обмежує ці файли як по якості так і по розміру.

Як альтернативу, для відтворення звуку можливо використовувати плату DFPlayer Mini MP3 player (рис. 4).

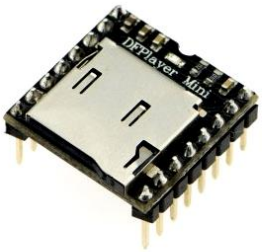

Рис. 4 – Плата DFPlayer Mini MP3 player

На цій платі всі звукові сигнали записуються на MicroSD картку у форматі MP3. Вибір необхідного файлу здійснюється по протоколу UART [5]. Ця плата підтримує частоти дискретизації 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48 кГц, має 24bit-розрядний ЦАП, підтримка динамічного діапазону: 90 дБ, співвідношення SNR: 85dB. Повністю підтримує FAT16, FAT32 файлову систему, підтримка MicroSD карти до 32 Гб. Перевагою такої реалізації є низька ціна та простота програмування вибору звукових сигналів. До недоліків можна віднести підвищену складність загального проєкту та необхідність купівлі MicroSD картки.

Звук виводиться через динамік потужністю 0,5 Вт з опором 8 Ом (рис. 5).

© Горгун Р.О., Салтовський Б.Г.

Рис. 5 – Динамік

Обидва варіанта реалізації виведення звуку не вимагають додаткового підсилювача.

Для керування пристроєм використовується плата ESP32 development board (рис. 6). Дана плата базується на мікроконтролері ESP32, який має вбудований Wi-Fi та Bluetooth, що робить його ідеальним для створення систем з підключенням до мережі Інтернет [6]. Цей мікроконтролер має наступні особливості:

- два 32-розрядних ядра Xtensa LX7 @ до 240 МГц
- співпроцесор RISC-V Ultra Low Power
- 2,4 ГГц Wi-Fi - 802.11b/g/n
- Bluetooth 5, BLE + Mesh
- 16 МБ QSPI Flash

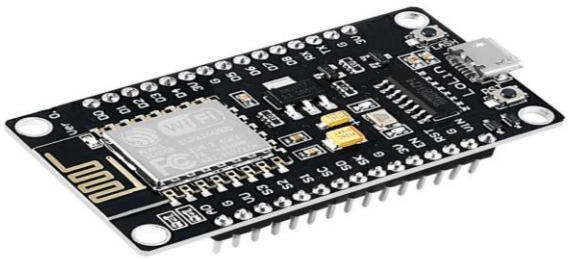

Рис. 6 – Плата ESP32 development board

Наявність на цій платі можливості під'єднуватись до мережі через Wi-Fi дозволяє отримувати поточну інформацію через Інтернет, велика кількість програмованих вводів-виводів загального призначення – керувати адресними світлодіодами та виводити звук.

Крім того, потрібно джерело живлення з напругою 5 вольт та силою току 2,5 А.

Алгоритм функціонування цього пристрою є наступним: спочатку, він отримує інформацію про атаки через API з Інтернету. Потім, світлодіоди в областях, де відбуваються ці атаки, активуються відповідними кольорами. Окремими кольорами позначаються наступні тривоги [7]:

- повітряна тривога;
- загроза артилерії;
- хімічна тривога;
- радіаційна небезпека;
- вуличні бої;
- відміна тривоги.

У випадку тривоги у територіальній громаді, де встановлений пристрій, відтворюється попереджувальний сигнал відповідно до тривоги. Якщо тривогу скасовано відповідно до областей, світлодіоди на одну хвилину миготять зеленим світлом, а в територіальній громаді додається сигнал відбою. Оскільки передбачено, що пристрій буде фіксованим, інформація про територіальну громаду вбудовується в пристрій на етапі його прошивки.

Але, крім переваг, даний інформер також має недоліки:

- Необхідність зовнішнього джерела доступу до мережі Інтернет; але більшість укриттів на

© Горгун Р.О., Салтовський Б.Г.

поточний момент, як правило, обладнані таким доступом. Також є можливість дообладнати схему 4G-модулем доступу до мобільного інтернету.

- Необхідність зовнішнього живлення. Це вирішується за допомогою пауєрбанків або систем безперебійного живлення.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Нажаль, існує необхідність розповсюдження пристроїв такого призначення і наведений інформер – один з варіантів їх реалізації. Напрямами подальшого дослідження можуть бути можливості безпосереднього отримання необхідної інформації через мобільну мережу. Може бути використаний як готовій модем, що приєднується за протоколом USB, так і окрема плата, що передає данні за допомогою UART або I2C. По характеристикам підходить, наприклад, плата SIMcom SIM7600E-H (рис. 7), яка крім мобільного зв'язку дозволяє через супутникову систему місцезнаходження GPS автоматично визначати територіальну громаду, для якої актуальна інформація про тривоги [8].

Рис 7 – Плата SIMcom SIM7600E-H

Також є актуальним пошук рішення енергетичної незалежності інформера від електромережі. У простішому випадку – використання пауербанків, але можливе застосування пристроїв безперервного живлення, що може суттєво підвищити вартість пристрою.

Список бібліографічного опису

1. Застосунок «Мапа тривог України». URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.ukrzen.alertsinua (дата звернення: 25.04.2024).
2. Карта повітряних тривог України. URL: https://alerts.in.ua/ (дата звернення: 25.04.2024).
3. WS2812. Intelligent control LED integrated light source. URL: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812.pdf (дата звернення: 25.04.2024).
4. Lady Ada. Adafruit MAX98357 I2S Class-D Mono Amp. Adafruit Learning System. URL: https://learn.adafruit.com/adafruit-max98357-i2s-class-d-mono-amp/overview (дата звернення: 25.04.2024).
5. DFPlayer Mini MP3 player. URL: https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299 (дата звернення: 25.04.2024).
6. Espressif ESP32 Development Board - Developer Edition. Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits. URL: https://www.adafruit.com/product/3269 (дата звернення: 25.04.2024).
7. Ukraine Alert API. URL: https://api.ukrainealarm.com/swagger/index.html (дата звернення: 25.04.2024).
8. Simcom SIM7600E-H Datasheet URL: https://octopart.com/datasheet/sim7600e-h-simcom-89998097 (дата звернення: 25.04.2024).

References

1. Application "Map of alarms of Ukraine". URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.ukrzen.alertsinua (last accessed: 25.04.2024).
2. Map of alarms of Ukraine. URL: https://alerts.in.ua/ (last accessed: 25.04.2024).
3. WS2812. Intelligent control LED integrated light source. URL: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812.pdf (Last accessed: 25.04.2024).
4. Lady Ada. Adafruit MAX98357 I2S Class-D Mono Amp. Adafruit Learning System. URL: https://learn.adafruit.com/adafruit-max98357-i2s-class-d-mono-amp/overview (last accessed: 25.04.2024).
5. DFPlayer Mini MP3 player. URL: https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299 (last accessed: 25.04.2024).
6. Espressif ESP32 Development Board - Developer Edition. Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits. URL: https://www.adafruit.com/product/3269 (last accessed: 25.04.2024).
7. Ukraine Alert API. URL: https://api.ukrainealarm.com/swagger/index.html (last accessed: 25.04.2024).
8. Simcom SIM7600E-H Datasheet URL: https://octopart.com/datasheet/sim7600e-h-simcom-89998097 (last accessed: 25.04.2024).

© Горгун Р.О., Салтовський Б.Г.