

Олексій Коваленко

доктор технічних наук, доцент, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки, Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9639-3544>
o.kovalenko@nubip.edu.ua

Лі Лі

аспірантка
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки, Київ, Україна
<https://orcid.org/0009-0007-1089-9223>
lily170702019@163.com

СИСТЕМА ЗБИРАННЯ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ STM32

Анотація. У цій статті спроектовано та реалізовано систему збирання та відображення зображень на основі мікроконтролера STM32. У системі використовується мікроконтролер STM32F427 як основний керуючий чип, інтегровано модуль камери OV7725 та рідкокристалічний дисплей TFT LCD розміром 1,8 дюйма, що дозволило створити повноцінну платформу для збирання, оброблення та відображення зображень. Спочатку подано загальну концепцію проектування системи та обґрунтовано вибір ключових компонентів; далі виконано розроблення апаратної схеми та побудову програмної архітектури, реалізовано функції реального часу для збирання даних зображень і керування відображенням. Нарешті, за допомогою функціональних випробувань перевірено стабільність роботи системи у двох режимах — локального відображення на TFT LCD та віддаленого відображення на персональному комп'ютері. Результати експериментів показали, що система має раціональну конструкцію, працює надійно й повністю задовольняє основні вимоги до збирання та відображення зображень.

Ключові слова: STM32 мікроконтролер; збирання зображень; відображення зображень; камера OV7725; дисплей TFT LCD.

1. ВСТУП

Швидкий розвиток соціально-економічних процесів обумовлює зростання вимог до громадської безпеки, що істотно стимулює інновації в електронних технологіях і сприяє дедалі ширшому застосуванню технологій оброблення зображень у сферах безпеки та відеоспостереження, телемедицини, інтелектуального транспорту та мультимедійних комунікацій [1,2]. Як ключова ланка у здобутті та відтворенні візуальної інформації, системи збирання та відображення зображень мають важливе наукове та практичне значення з погляду проектування апаратного забезпечення низького рівня та розроблення вбудованого програмного забезпечення. Однак традиційні рішення мають обмеження щодо розмірів, енергоспоживання та вартості, що ускладнює їхнє застосування в мобільних та інтегрованих системах. З огляду на це, у даній роботі розроблено та реалізовано нову вбудовану систему збирання та відображення зображень. Система базується на мікроконтролері STM32 з ядром Cortex-M4, використовує сенсор зображень OV7725 для збирання даних, TFT LCD дисплей для локального відображення, а також карту пам'яті SD як носій для збереження інформації. Запропонована конструкція орієнтована на мінімізацію розмірів, низьке енергоспоживання та зменшення вартості, забезпечуючи високий ступінь інтеграції функцій збирання, оброблення зображень, керування введенням/виведенням і комунікаційного інтерфейсу. Таким чином, система пропонує ефективне технічне рішення для портативних візуальних застосувань.

2. ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

Відповідно до аналізу функціональних вимог, у запропонованій системі мікроконтролер STM32 використовується як центральний керуючий елемент, який інтегрує сенсор зображень OV7725 і модуль відображення TFT LCD, формуючи єдину платформу для збирання та відображення зображень. На основі принципів роботи окремих модулів і їхніх інтерфейсних характеристик визначено загальну архітектуру системи (рис. 1), що включає чотири основні частини: головний керуючий модуль, модуль збирання зображень, модуль відображення та модуль збереження даних.

Апаратна частина системи реалізована за модульним принципом. Головний керуючий модуль побудовано на основі мікроконтролера STM32F427, який відповідає за керування процесом збирання зображень, перетворення форматів даних і планування їх передавання. Модуль збирання зображень, що базується на камері OV7725, забезпечує цифрове отримання оптичного зображення. Модуль відображення реалізовано за допомогою TFT LCD дисплея, який здійснює локальне відтворення зображень у реальному часі. Для зручності налагодження система також містить допоміжні інтерфейси — JTAG/SWD для емуляції та USART для послідовного обміну даними, що застосовуються під час тестування та передавання інформації на зовнішні пристрої. Взаємодія між усіма модулями здійснюється через стандартні протоколи зв'язку, формуючи повноцінне апаратне рішення системи.



Рис. 1. Загальна структура системи збирання та відображення зображень

3. ПРОЦЕС ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Процес збирання та відображення зображень предствалено на рис. 2. На початковому етапі система виконує ініціалізаційне налаштування, під час якого за допомогою шини I²C задаються параметри сенсора зображень. Далі система переходить до етапу збирання та збереження зображень: після отримання сигналу синхронізації піксельні дані записуються до буфера FIFO. Потім ці дані зчитуються через інтерфейс DCMІ, а технологія DMA використовується для вискоєфективного передавання інформації до внутрішньої пам'яті мікроконтролера. На завершальному етапі здійснюється оброблення зображення за допомогою алгоритму детекції, а результати в реальному часі відображаються на екрані LCD. Увесь процес утворює замкнений цикл, який поєднує апаратне прискорення, конвеєрну обробку та оперативну реакцію системи, що гарантує високу ефективність і стабільність роботи системи збирання та оброблення зображень.



Рис. 2. Процес збирання та відображення зображень

ВИСНОВКИ

В статті представлено загальну концепцію проектування системи та обґрунтовано вибір ключових компонентів; далі виконано розроблення апаратної схеми та побудову програмної архітектури, реалізовано функції реального часу для збирання даних зображень і керування відображенням. За допомогою функціональних випробувань перевірено стабільність роботи системи у двох режимах — локального відображення на TFT LCD та віддаленого відображення на персональному комп'ютері. Результати експериментів показали, що система має раціональну конструкцію, працює надійно й повністю задовольняє основні вимоги до збирання та відображення зображень. Під час тестування функціональних можливостей системи збирання та відображення зображень було встановлено, що запропонована конструкція повністю задовольняє вимоги проектного завдання. Мікроконтролер коректно керує модулем камери та модулем дисплея, досягаючи очікуваного результату розробки та демонструючи ефективну роботу системи.

ПОСИЛАННЯ

- [1] Чжу Дічень. Сучасні електронні технології в автомобілях та їхні перспективи розвитку. *Shidai Qiche*, 2020: 23–24.
- [2] Фен Цеху. Стан застосування та перспективи розвитку інтелектуальних електронних технологій. *Nanfang Nongji*, 2019, 50(21): 31.
- [3] Ма Цзінцюань, Ван Чжунган, Канг Гоці. Проектування системи збирання зображень на основі STM32F103 [J]. *Wireless Interconnection Technology*, 2017(11): 46–47.
- [4] Лі Хуеймін, Фань Цзімін, Ян Сяо. Проектування системи збирання та відображення зображень на основі STM32 та OV7670. *Sensors and Microsystems*, 2016, 35(9): 114–117.
- [5] Чжан Сінву, Чжао Цінчжи, Чжан Лінхуа та ін. Вбудована система збирання зображень на основі STM32F103. *Journal of Shandong University of Technology (Natural Science Edition)*, 2018, 32(5): 23–26.

MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL UNIVERSITY
OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE

FACULTY OF INFORMATION
TECHNOLOGY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

PROCEEDINGS

XIII International scientific
and practical conference

**GLOBAL AND
REGIONAL PROBLEMS OF
INFORMATIZATION IN
SOCIETY AND
NATURE USING
'2025**

13-14 November 2025

Kyiv, NULES of Ukraine

Kyiv 2025

МАТЕРІАЛИ

XIII Міжнародної науково-
практичної конференції

**ГЛОБАЛЬНІ ТА
РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В
СУСПІЛЬСТВІ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ
'2025**

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XIII Міжнародної науково-практичної конференції

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ В СУСПІЛЬСТВІ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ '2025

13-14 листопада 2025 року

Київ, НУБіП України

Київ 2025

УДК 004

Рекомендовано до друку вченою радою факультету інформаційних технологій Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 4 від 18.12.2025).

Укладач: д.т.н., доцент Шкарупило В.В.

Збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2025", 13–14 листопада 2025 року, НУБіП України, Київ. – К.: НУБіП України, 2025. – 206 с.

Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2025