УДК 004.318

Я.Л.Дідусенко
І.С. Колесник
В.В. Циркун

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДИСПЛЕЯМИ НА ОСНОВІ ARM-МІКРОКОНТРОЛЕРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація.
У представленій роботі розглянуто принципи побудови комп'ютерної системи розпізнавання У дослідженні розглядається побудова системи керування дисплеями на основі ARM-мікроконтролера, її структура та основні компоненти. Описано принципи взаємодії мікроконтролера з дисплейними модулями, особливості використання інтерфейсів передачі даних та методи оптимізації роботи системи [1–3]. Розглянуто підходи до підвищення ефективності відображення інформації та зменшення навантаження на обчислювальні ресурси [4].
Ключові слова: *ARM-мікроконтролер, дисплей, TFT, SPI, I2C, вбудовані системи.*

Abstract
The study examines the design of a display control system based on an ARM microcontroller, its structure and main components. The principles of interaction between the microcontroller and display modules, features of data transmission interfaces, and methods of system optimization are described [1–3]. Approaches to improving display efficiency and reducing computational load are considered [4].
Keywords: *ARM microcontroller, display, TFT, SPI, I2C, embedded systems.*

Вступ

Сучасні електронні пристрої широко використовують дисплеї для відображення інформації та взаємодії з користувачем. З розвитком вбудованих систем зростають вимоги до швидкодії, енергоефективності та якості графічного інтерфейсу [2]. ARM-мікроконтролери набули широкого поширення завдяки своїй продуктивності, низькому енергоспоживанню та наявності розвиненої периферії [1]. Використання таких мікроконтролерів дозволяє реалізовувати як прості текстові інтерфейси, так і складні графічні системи відображення даних [3].

Основна частина

Схематична структура системи керування дисплеями включає в себе мікроконтролер, дисплейний модуль, інтерфейси зв’язку та допоміжні елементи. Основним елементом системи є ARM-мікроконтролер, наприклад STM32 на базі ядра Cortex-M, який забезпечує обробку даних та керування відображенням [1]. Дисплейний модуль може бути виконаний у вигляді LCD, TFT або OLED панелі залежно від вимог до якості зображення [6].

У системі також використовуються інтерфейси передачі даних, такі як SPI, I2C або паралельний інтерфейс, які забезпечують обмін інформацією між мікроконтролером і дисплеєм [3]. Для збереження графічних даних може використовуватися внутрішня або зовнішня пам’ять. Важливу роль відіграють також периферійні модулі, зокрема контролер прямого доступу до пам’яті (DMA), який дозволяє зменшити навантаження на центральний процесор [4].

Принцип роботи системи керування дисплеями полягає у формуванні графічних або текстових даних мікроконтролером та передачі їх на дисплейний модуль через відповідний інтерфейс [3]. Програмне забезпечення системи складається з драйверів дисплея, які забезпечують базову взаємодію, графічних бібліотек для відображення елементів інтерфейсу та прикладного рівня, що реалізує логіку роботи пристрою [7].

Передача даних може здійснюватися як у послідовному режимі (SPI, I2C), так і у паралельному, що забезпечує вищу швидкість [3]. Для підвищення ефективності використовуються буфери кадру та механізми DMA, що дозволяє виконувати оновлення дисплея без значного залучення процесора [4].

Особливості та оптимізація роботи полягають у тому, що основними викликами при розробці таких систем є обмежені ресурси мікроконтролера та необхідність забезпечення високої швидкодії. Для їх подолання застосовуються методи оптимізації, зокрема зменшення обсягу передаваних даних, використання часткового оновлення екрану та оптимізація алгоритмів відображення [6].

Також важливим аспектом є енергоспоживання системи, особливо у портативних пристроях. Для його зниження використовуються режими енергозбереження мікроконтролера та оптимізація частоти оновлення дисплея [2].

Висновки

Система керування дисплеями на основі ARM-мікроконтролера є ефективним рішенням для сучасних вбудованих систем. Завдяки використанню сучасних інтерфейсів та оптимізованого програмного забезпечення забезпечується висока продуктивність та якість відображення інформації [3; 7]. Такі системи знаходять широке застосування у різних галузях, включаючи промисловість, медицину та побутову електроніку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. STMicroelectronics. STM32F10xxx reference manual. RM0008. Geneva, 2021. 1136 p.
2. Yiu J. The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors. 3rd ed. Oxford : Newnes, 2014. 784 p.
3. Barrett S., Pack D. Microcontroller Programming and Interfacing with ARM Cortex-M. San Rafael : Morgan & Claypool Publishers, 2012. 165 p.
4. Wilmshurst T. Designing Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers. Oxford : Newnes, 2010. 608 p.
5. Mazidi M. A., Naimi S., Naimi S. ARM Microcontroller and Embedded Systems. Upper Saddle River : Pearson, 2017. 608 p.
6. Stone J. Interfacing TFT LCD Displays with Microcontrollers. Embedded Systems Journal. 2019. Vol. 12, No. 3. P. 45–52.
7. Segger Microcontroller. emWin Graphics Library User Guide. 2022. URL: https://www.segger.com (дата звернення: 21.03.2026).
8. STMicroelectronics. STM32 Graphics (X-CUBE-GFX) software expansion. 2023. URL: https://www.st.com (дата звернення: 21.03.2026).

Дідусенко Ярослав Леонідович - студент групи 2СП-22б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: swimminger2@gmail.com

Науковий керівник: Колесник Ірина Сергіївна - кандидат технічних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету, Вінниця. iskolesnyk@gmail.com

Циркун Владислав Вікторович, аспірант кафедри обчислювальної техніки, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. svdeny@ukr.net

Didystnko Yaroslav Leonidovuch - student of group 2 SP-22b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: swimminger2@gmail.com

Scientific supervisor Kolesnyk Iryna Serhiivna - Candidateof Technical Sciences, Associate Professor of the Departmentof Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.iskolesnyk@gmail.com

Tsyrkun Vladyslav Viktorovich., graduate student of computer technique department, Vinnytsia National Technical University Vinnytsia, Ukraine. svdeny@ukr.net