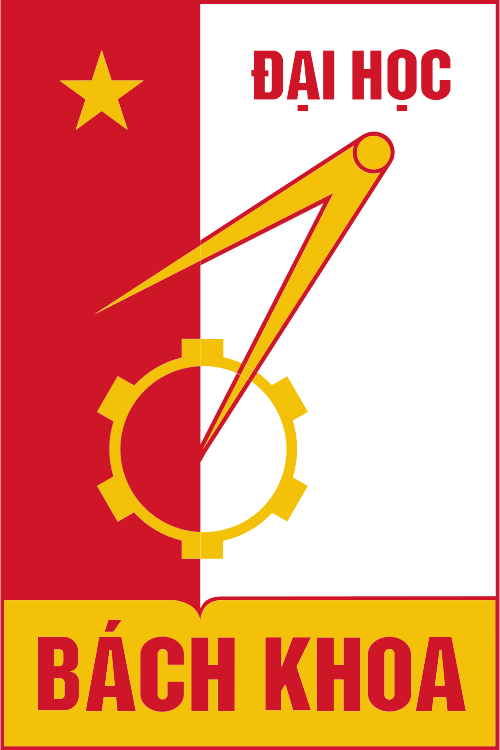
ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

TRƯỜNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

──────── \* ───────

****

**BÀI TẬP LỚN**

HỌC PHẦN: HỆ NHÚNG

ĐỀ TÀI: GAME 2048

Nhóm :

Mã lớp học : 157539

Giáo viên hướng dẫn : TS. Ngô Lam Trung

Danh sách sinh viên thực hiện:

|  | 20224994 |
| --- | --- |
|  | 20225005 |
| Trần Xuân Phúc | 20225379 |

***Hà Nội, tháng 6 năm 2025***

# **GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI**

## **M**ô tả sản phẩm

Game 2048 là một game giải đố logic dựa trên các con số, người chơi sẽ di chuyển các ô trên một lưới ô vuông 4x4, các khối vuông sẽ trượt theo một trong bốn hướng tương ứng (lên, xuống, trái, phải). Mục tiêu của trò chơi là hợp nhất các ô có cùng giá trị, các ô sau khi gộp sẽ có giá trị tăng lên, nếu giá trị của một ô chạm tới 2048 sẽ chiến thắng. Nếu không còn ô nào di chuyển được sẽ tính là thua. Project tập trung phát triển một phiên bản game 2048 trên nền tảng vi điều khiển STM32F429ZIT6 kết hợp sử dụng hai thiết bị ngoại vi là module Joystick và module Speaker (Loa) giúp tăng khả năng tương tác và trải nghiệm người dùng (UX).

## **Mục tiêu** của **project**

Project “Game 2048” của nhóm chúng em hướng tới đạt được các mục tiêu cụ thể sau:

* Phát triển một phiên bản game 2048 hoạt động ổn định và đầy đủ chức năng trên nền tảng vi điều khiển STM32F429ZIT6. Điều này bao gồm việc triển khai chính xác thuật toán game, quản lý các trạng thái trò chơi (khởi tạo, di chuyển, hợp nhất, kết thúc), và đảm bảo tính ngẫu nhiên của việc xuất hiện các ô mới trên ma trận 4x4.
* Tích hợp thành công module Joystick để điều khiển và module âm thanh để cung cấp phản hồi làm tăng tính tương tác của trò chơi. Đảm bảo game hoạt động mượt mà với độ trễ thấp trên phần cứng giới hạn của vi điều khiển (RAM/ Flash, tài nguyên CPU), bao gồm việc xử lý tín hiệu điều khiển từ Joystick và phát âm thanh đồng thời.
* Thiết kế và triển khai giao diện đồ họa (UI) trực quan trên màn hình LCD tích hợp trên vi điều khiển STM32F429ZIT6, hiển thị rõ ràng rõ ràng trạng thái màn chơi, điểm số và các thông báo cần thiết. Đồng thời, đảm bảo trải nghiệm người dùng thân thiện thông qua việc điều khiển dễ dàng bằng Joystick và cung cấp phản hồi âm thanh phù hợp, trực quan.
* Nâng cao kỹ năng lập trình nhúng và làm việc với các thiết bị phần cứng. Thông qua quá trình phát triển project, sinh viên sẽ được củng cố và mở rộng kiến thức về lập trình C/C++ cho hệ thống nhúng thông qua nền tảng STM32Cube IDE, làm việc với các thiết bị ngoại vi của STM32F429ZIT6 (LCD, Joystick, Speaker), gỡ lỗi phần cứng/ phần mềm, và quản lý dự án phát triển một sản phẩm.
* Chứng minh khả năng vận dụng các kiến thức đã học về học phần Hệ nhúng, kiến trúc máy tính, xử lý tín hiệu, và các kỹ thuật lập trình nâng cao để giải quyết một bài toán thực tế trong lĩnh vực hệ nhúng

## Phân tích yêu cầu

1.3.1. Yêu cầu chức năng

Các yêu cầu chứng năng xác định những gì hệ thống phải làm để đáp ứng mục tiêu của project. Đối với game 2048 trên STM32F429ZIT6, các yêu cầu chức năng chính bao gồm:

* Quản lý Logic Game:
* Khởi tạo Game: Hệ thống khởi tạo một bàn chơi là một lưới ô vuông có kích thước 4x4 trống khi bắt đầu game mới hoặc game được khởi động lại. Sau đó, hệ thống đặt ngẫu nhiên một ô số “2” trên bàn chơi khi khởi tạo
* Di chuyển Ô và Hợp nhất: Hệ thống cho phép người chơi di chuyển tất cả các ô theo một trong bốn hướng: Lên, Xuống, Trái, Phải khi nhận được lệnh điều khiển từ module Joystick. Khi di chuyển, các ô cùng giá trị nằm kề nhau theo hướng di chuyển phải được hợp nhất thành một ô có giá trị gấp đôi. Các ô phải trượt đến vị trí xa nhất có thể theo hướng di chuyển cho đến khi gặp ô khác hoặc biên bàn chơi. Hệ thống phải tính điểm cho người chơi mỗi khi các ô được hợp nhất (ví dụ: hợp nhất 2+2=4 cộng 4 điểm). Sau mỗi lần di chuyển hợp lệ, hệ thống ngẫu nhiên đặt thêm một ô “2” tại một vị trí còn trống trên bàn chơi.
* Điều kiện Thắng/ Thua: Hệ thống phát hiện khi người chơi đạt được ô “2048” và hiển thị thông báo “You Win”. Game có thể tiếp tục sau đó hoặc người chơi có thể chọn kết thúc. Hệ thống phải phát hiện khi không còn nước đi hợp lệ (không thể di chuyển hoặc hợp nhất bất kỳ ô nào) và hiển thị thông báo “Game Over”.
* Khởi động lại Game: Hệ thống cung cấp chức năng cho phép người chơi khởi động lại game từ đầu bất kỳ lúc nào.
* Giao diện Người dùng (UI) và Phản hồi:
* Hiển thị bàn chơi: Hệ thống phải hiển thị bàn chơi là một lưới ô vuông có kích thước 4x4 rõ ràng trên màn hình LCD của vi điều khiển STM32F429ZIT6. Mỗi ô trên bàn chơi phải hiển thị giá trị số của nó. Các ô có giá trị khác nhau phải được hiển thị với màu nền hoặc chữ khác nhau để dễ phân biệt.
* Hiển thị điểm số: Hệ thống phải hiển thị điểm số hiện tại của người chơi trên màn hình LCD. Điểm số được cập nhật ngay lập tức sau mỗi lần hợp nhất ô.
* Hiển thị thông báo Game: Hệ thống hiển thị các thông báo “You Win” hoặc “Game Over” rõ ràng trên màn hình khi đạt điều kiện tương ứng. Hệ thống hiển thị giao diện sản chờ hoặc hướng dẫn ban đầu khi game mới được bật lên.
* Điều khiển và Tương tác (Joystick & LCD):
* Nhận tín hiệu từ Joystick: Hệ thống đọc được tín hiệu từ module Joystick để xác định hướng di chuyển (Lên, Xuống, Trái, Phải). Mỗi hướng di chuyển của Joystick phải tương ứng với một lệnh di chuyển ô trong game.
* Nhận tín hiệu cảm ứng từ màn hình LCD: Hệ thống đọc tín hiệu cảm ứng (nhấn nút) từ người dùng tương tác với màn hình, được sử dụng để lựa chọn bắt đầu game, khởi động lại game, xác nhận, và thoát game.
* Phản hồi âm thanh (Loa):
* Phát âm thanh khi Game kết thúc: Hệ thống phát ra hiệu ứng âm thanh chúc mừng, vỗ tay khi đạt trạng thái “You win” và hiệu ứng âm thanh huýt sáo chê bai khi đạt trạng thái “Game Over”
* Quản lý trạng thái:
* Lưu/ Tải trạng thái Game: Hệ thống có khả năng lưu lại trạng thái bàn chơi và điểm số hiện tại (*lưu vào bộ nhớ non-volatile*). Hệ thống có khả năng tải lại tháng thái game đã lưu khi khởi động lại hoặc theo yêu cầu của người chơi.

1.3.2. Yêu cầu phi chức năng

Các yêu cầu phi chức năng xác định những thuộc tính chất lượng của hệ thống, bao gồm hiệu suất, độ tin cậy, khả năng sử dụng, bảo mật, khả năng bảo trì và khả năng mở rộng. Đối với dự án này, các yêu cầu phi chức năng chính bao gồm:

* Yêu cầu về hiệu suất:
* Thời gian phản hồi điều khiển: Hệ thống phản hồi thao tác từ Joystick trong vòng không qua 100ms kể từ khi nhận được tín hiệu di chuyển hợp lệ. Điều này đảm bảo trải nghiệm chơi game mượt mà và không có độ trễ đáng kể.
* Tốc độ hiển thị: Màn hình LCD cập nhật trạng thái bàn chơi và điểm số trong vòng không quá 200ms sau mỗi lần di chuyển và hợp nhất các ô.
* Tần suất phát âm thanh: Các hiệu ứng âm thanh được phát ngay lập tức và đồng bộ với sự kiện tương ứng (thắng/ thua), với độ trễ không đáng kể (<50ms)
* Tốc độ khởi tạo game: Hệ thống hoàn tất quá trình khởi tạo game (hiển thị sảnh chờ, bàn chơi) trong vòng <= 2 giây kể từ khi bật nguồn hoặc khởi động lại.
* Yêu cầu về độ tin cậy:
* Hoạt động ổn định: Hệ thống hoạt động liên tục mà không gặp lỗi treo hoặc reset đột ngột trong ít nhất 2 giờ chơi liên tục.
* Tính chính xác của Game Logic: Thuật toán game (di chuyển, hợp nhất, tạo ô mới, tính điểm, kiểm tra thắng/ thua) phải hoạt động chính xác 100% theo quy tắc game 2048.
* Yêu cầu về khả năng sử dụng
* Giao diện trực quan: Giao diện người dùng trên LCD rõ ràng, dễ hiểu, các ô số và thông bảo dễ đọc.
* Dễ dàng thao tác: Người dùng có thể điều khiển dễ dàng bằng Joystick, các thao tác di chuyển và khởi động lại game đơn giản và trực quan
* Phản hồi rõ ràng: Các phản hồi từ hệ thống (hình ảnh trên LCD, âm thanh) rõ ràng và gia
* Yêu cầu về khả năng bảo trì
* Mã nguồn dễ hiểu: Mã nguồn được viết rõ ràng, có cấu trúc tốt
* Khả năng cấu hình: Các thông số quan trọng của game (kích thước bàn chơi, tốc độ game) được định nghĩa rõ ràng, có thể dễ dàng cấu hình nếu cần
* Yêu cầu về khả năng mở rộng:
* Thiết kế module: Hệ thống phải được thiết kế theo module để cho phép dễ dàng thêm các tính năng mới (ví dụ: lưu điểm cao, bảng xếp hạng) mà không làm ảnh hưởng lớn đến các chức năng hiện có.
* Hỗ trợ thay đổi phần cứng: Kiến trúc phần mềm có sự tách biệt rõ ràng giữa logic game và lớp driver phần cứng để có thể dễ dàng port sang các vi điều khiển STM32 khác hoặc các module LCD/ Joystick tương tự
* Yêu cầu về tài nguyên:
* Sử dụng bộ nhớ Flash: Tổng kích thước firmware của game nằm trong giới hạn bộ nhớ Flash của STM32F429ZIT6 (~1MB). Tối ưu để không vượt quá 80% dung lượng khả dụng.
* Sử dụng bộ nhớ RAM: Lượng RAM sử dụng cho toàn bộ game (bao gồm biến, stack, heap) phải được kiểm soát để nằm trong giới hạn STM32F429ZIT6 (192KB), ý tưởng là không vượt quá 70% dung lượng khả dụng.
* Tối ưu CPU: Tải CPU sử dụng trong quá trình game hoạt động bình thường được giữ ở mức thấp để đảm bảo không bị giật lag và có thể dành tài nguyên cho các tác vụ nền khác.