

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**XÂY DỰNG HỆ THỐNG
MÔ PHỎNG THỰC HÀNH
MÔN KIẾN TRÚC MÁY TÍNH**

ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP CƠ SỞ

Mã số: C24.67

Chủ nhiệm đề tài: ThS.GVC. Đoàn Hòa Minh

Thành viên:

- 1. TS. Ngô Viết Thịnh**
- 2. ThS. GVC. Nguyễn Văn Linh**
- 3. ThS. Võ Văn Phúc**
- 4. ThS. Trương Hùng Chen**

Cần Thơ, tháng 12 năm 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



**XÂY DỰNG HỆ THỐNG
MÔ PHỎNG THỰC HÀNH
MÔN KIẾN TRÚC MÁY TÍNH**

ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP CƠ SỞ
Mã số: C24.67

Chủ nhiệm đề tài: ThS.GVC. Đoàn Hòa Minh

Thành viên:

- 1. TS. Ngô Viết Thịnh**
- 2. ThS. GVC. Nguyễn Văn Linh**
- 3. ThS. Võ Văn Phúc**
- 4. ThS. Trương Hùng Chen**

Cần Thơ, tháng 12 năm 2025

LỜI NÓI ĐẦU

Môn học Kiến trúc máy tính là một trong những môn học cơ sở cốt lõi của ngành Công nghệ thông tin, Kỹ thuật máy tính, Kỹ thuật điện, điện tử, Kỹ thuật Điện tử viễn thông, Kỹ thuật tự động hóa. Môn học cung cấp cho sinh viên những kiến thức nền tảng về nguyên lý tổ chức, hoạt động và tương tác giữa các thành phần bên trong một hệ thống máy tính, từ mức cổng logic đến mức kiến trúc tập lệnh, CPU và hệ thống bộ nhớ. Tuy nhiên, do đặc thù trừu tượng cao của các khái niệm như tín hiệu điện, luồng dữ liệu, chu trình lệnh, sự vận hành của CPU và hệ thống bộ nhớ phân cấp, việc giảng dạy và học tập môn học này theo phương pháp truyền thống thường gặp khó khăn do không được phân bố giờ thực hành và thiếu phương tiện mô phỏng trực quan. Sinh viên thường cảm thấy khó khăn trong việc hình dung các quá trình hoạt động diễn ra bên trong CPU, dẫn đến việc học tập mang tính chất cảm tính, ghi nhớ lý thuyết mà thiếu đi sự hiểu biết sâu sắc về bản chất.

Để khắc phục những hạn chế trên, việc áp dụng các công cụ mô phỏng vào giảng dạy và thực hành Kiến trúc máy tính đã trở thành một xu hướng tất yếu trên thế giới. Các công cụ mô phỏng cho phép sinh viên quan sát trực quan các quá trình hoạt động bên trong máy tính, tương tác trực tiếp với các thành phần phần cứng ảo, từ đó kiểm chứng lý thuyết và phát triển tư duy hệ thống. Tuy nhiên, thực trạng hiện nay tại nhiều cơ sở đào tạo là việc sử dụng các công cụ mô phỏng còn rời rạc, thiếu tính hệ thống. Sinh viên thường phải tự tìm kiếm, cài đặt và sử dụng nhiều phần mềm khác nhau cho từng phần nội dung của môn học, gây mất thời gian và phân tán sự tập trung.

Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn đó, đề tài "Xây dựng hệ thống mô phỏng thực hành môn Kiến trúc máy tính" được thực hiện với mục tiêu xây dựng một môi trường thực hành tích hợp, thống nhất trên nền tảng web. Hệ thống này sẽ tập hợp các công cụ mô phỏng mã nguồn mở tốt nhất hiện nay, kết hợp với hệ thống bài thực hành được biên soạn bài bản, giúp sinh viên tiếp cận kiến thức một cách trực quan, chủ động và hiệu quả hơn. Báo cáo này trình bày chi tiết quá trình nghiên cứu, thiết kế, xây dựng và đánh giá hệ thống mô phỏng tích hợp nói trên.

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng báo cáo nghiên cứu này là kết quả của quá trình làm việc nghiêm túc, độc lập và trung thực của chủ nhiệm đề tài và các thành viên thực hiện. Các nội dung, số liệu, hình ảnh và kết quả trình bày trong báo cáo đều do chúng tôi thực hiện, không sao chép từ bất kỳ nguồn nào mà không trích dẫn rõ ràng.

Trong quá trình phát triển Ứng dụng mô phỏng Kiến trúc máy tính và Tài liệu hướng dẫn thực hành kèm, chúng tôi có sử dụng các công cụ mã nguồn mở như CircuitVerse, MIPS Visualizer, JsSpim, ParaCache và , Compiler Explorer để xây dựng trang web **Cổng thông tin tích hợp mô phỏng kiến trúc máy**, sử dụng GitHub làm nơi lưu trữ kho mã nguồn trung tâm và sử dụng tính năng của GitHub Pages để tự động triển khai website từ kho chứa (repository). Chúng tôi cũng đã nhờ sự hỗ trợ ChatGPT, Gemini và DeepSeek trong quá trình biên soạn nội dung báo cáo, nội dung cốt lõi và sự hoàn thiện là do chúng tôi thực hiện. Việc sử dụng các công cụ này tuân thủ đúng giấy phép và quy định liên quan, đồng thời các nguồn tham khảo đều được ghi rõ trong báo cáo.

Chúng tôi đã tuân thủ đầy đủ các quy định về đạo đức nghiên cứu và học thuật. Những tài liệu tham khảo, công trình nghiên cứu của người khác được sử dụng trong báo cáo đều đã được ghi rõ nguồn gốc.

Tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính trung thực và nội dung của báo cáo này.

Ngày 23 tháng 11 năm 2025

Chủ nhiệm đề tài

Đoàn Hòa Minh

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	i
LỜI CAM ĐOAN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC BẢNG	vi
DANH MỤC HÌNH	vii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	viii
TÓM LƯỢC.....	x
PHẦN 1 MỞ ĐẦU	1
1.1 LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI.....	1
1.1.1 Đặc điểm của môn học Kiến trúc máy tính	1
1.1.2 Vai trò của mô phỏng trong giáo dục công nghệ, kỹ thuật	2
1.2 TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC....	2
1.2.1 Tình hình nghiên cứu trên thế giới.....	2
1.2.2 Tình hình nghiên cứu trong nước	6
1.3 TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI	7
1.4 MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI.....	8
1.4.1 Mục tiêu tổng quát	8
1.4.2 Mục tiêu cụ thể.....	8
1.5 NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.....	9
1.6. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	10
1.6.1 Đối tượng nghiên cứu.....	10
1.6.2 Phạm vi nghiên cứu.....	10
PHẦN 2 PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU.....	11
2.1 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	11
2.1.1 Khảo sát thực trạng và phân tích yêu cầu.....	11
2.1.2 Xây dựng mô hình và chọn môi trường phát triển ứng dụng.....	11
2.1.3 Chọn các ứng dụng mã nguồn mở tích hợp.....	13
2.1.4 Vấn đề quản lý và lưu trữ dữ liệu	14

2.1.5 Xây dựng trang web và kiến trúc tích hợp	17
2.1.6 Kiểm thử và điều chỉnh	19
2.2. PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU	20
2.2.1 Thiết bị phần cứng	20
2.2.2 Môi trường và công cụ phát triển phần mềm	21
PHẦN 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	23
3.1 XÂY DỰNG MÔ HÌNH ỨNG DỤNG	23
3.1.1 Kiến trúc hệ thống	23
3.1.2 Mô hình tích hợp quy trình thực hành	24
3.2 PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG	25
3.2.1 Các chức năng chính của hệ thống	25
3.2.2 Cấu trúc dự án mã nguồn	25
3.2.3 Giao diện chính của hệ thống	27
3.3 KẾT QUẢ TÍCH HỢP CÁC CÔNG CỤ THÀNH PHẦN	29
3.3.1 Tích hợp CircuitVerse (Thiết kế Mạch số)	29
3.3.2 Tích hợp MIPS Visualizer (Mô phỏng Datapath & Control)	30
3.3.3 Tích hợp JsSPIM	33
3.3.4 Tích hợp ParaCache	35
3.3.5 Tích hợp Compiler Explorer (Biên dịch và Phân tích mã)	37
3.4 KẾT QUẢ KIỂM THỬ	39
3.4.1 Kiểm thử kỹ thuật và chức năng	39
3.3.2 Kiểm thử người dùng và đánh giá hiệu quả	40
3.4 SẢN PHẨM NGHIÊN CỨU	41
3.4.1 Hệ thống Cổng thông tin tích hợp mô phỏng kiến trúc máy tính (Integrated Computer Architecture Simulation Portal)	41
3.4.2 Tài liệu hướng dẫn thực hành mô phỏng kiến trúc máy tính	41
3.5 TÍNH MỚI VÀ SÁNG TẠO CỦA ĐỀ TÀI	43
3.5.1 Sáng tạo về cách tiếp cận kỹ thuật	43
3.5.2 Sáng tạo về phương pháp sư phạm	44

3.6. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ SỞ HỮU TRÍ TUỆ VÀ BỀN VỮNG	45
3.6.1. Vấn đề sở hữu trí tuệ	45
3.6.2. Tính bền vững và khả năng duy trì	46
PHẦN 4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	47
4.1 KẾT LUẬN	47
4.1.1 Những kết quả đạt được	47
4.1.2 Ý nghĩa thực tiễn của đề tài	50
4.1.3 Những hạn chế và khó khăn	50
4.2 KIẾN NGHỊ	51
4.2.1 Kiến nghị với Nhà trường và Khoa	51
4.2.2 Kiến nghị cho hướng nghiên cứu và phát triển tiếp theo	52
LỜI KẾT	53
TÀI LIỆU THAM KHẢO	54
PHỤ LỤC	55
PL1 Hợp đồng triển khai đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở	55
PL2 Đề cương đăng ký đề tài	58

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1 So sánh các công cụ mô phỏng Kiến trúc máy tính phổ biến.....	3
Bảng 1.2 Bảng tiêu chí đánh giá và lựa chọn phần mềm mô phỏng.....	6
Bảng 2.1 So sánh phần mềm web với phần mềm cài đặt trên thiết bị	12
Bảng 2.2 Lưu dữ liệu trong trình duyệt	15
Bảng 2.3 Dữ liệu được lưu trên máy chủ gốc của phần mềm	16
Bảng 2.4 So sánh cách lưu dữ liệu và cơ sở dữ liệu của các phần mềm mô phỏng .	17

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1 Sơ đồ kiến trúc tích hợp.	19
Hình 2.1 Sơ đồ kiến trúc tổng quan hệ thống (Mô hình Static Web Portal)	23
Hình 2.2 Sơ đồ quy trình học tập tích hợp	24
Hình 2.3 Cấu trúc thư mục dự án phần mềm.....	26
Hình 2.4 Giao diện chính của hệ thống Cổng thông tin thực hành.....	28
Hình 2.5 Giao diện công cụ CircuitVerse	29
Hình 2.6 Giao diện thao tác thanh ghi và nhập lệnh của MIPS Visualizer.....	31
Hình 2.7 Giao diện vận hành Datapath của MIPS Visualizer	31
Hình 2.8 Giao diện quan sát và kiểm soát việc thực thi chương trình MIPS	34
Hình 2.9 Kết quả sau khi chọn Submit để xác định cấu hình bộ nhớ.....	36
Hình 2.10 Giao diện công cụ Compiler Explorer	38
Hình 2.11 Cấu trúc hệ thống tài liệu hướng dẫn thực hành.....	43
Hình 2.12 Khóa luận tốt nghiệp đại học của sinh viên Trần Ngọc Nguyên.....	49

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Thuật ngữ tiếng Anh	Thuật ngữ tiếng Việt/Giải thích
ALU	Arithmetic and Logic Unit	Đơn vị tính toán số học và logic
ASM	Assembler	Trình hợp dịch
BCD	Binary Coded Decimal	Số thập phân được mã nhị phân
CISC	Complex Instruction Set Computer	Máy tính tập lệnh phức tạp
CPI	Clock Cycles Per Instruction	Số chu kỳ xung cho 1 lệnh
CPU	Central Processing Unit	Đơn vị xử lý trung tâm
CU	Control Unit	Đơn vị điều khiển
DEMUX	Demultiplexer	Bộ giải ghép kênh
DMA	Direct Memory Access	Truy xuất bộ nhớ trực tiếp
HDD	Hard Disk Drive	Ổ đĩa từ
IIO	Interrupt-driver Input/Output	Điều khiển vào ra bằng ngắt
I/O	Inpput/Output	Vào/Ra
IR	Instruction Register	Thanh ghi lệnh
MAR	Memory Address Register	Thanh ghi địa chỉ bộ nhớ
MDR	Memory Data Register	Thanh ghi dữ liệu bộ nhớ
MUX	Multiplexer	Bộ ghép kênh
PC	Program Counter	Bộ đếm chương trình
PCB	Printed circuit board	Bộ mạch in

PCI	Peripheral Component Interconnect	Bus PCI
RAM	Random Access Memory	Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên
RISC	Reduced Instruction Set Computer	Máy tính tập lệnh rút gọn
ROM	Read Only Memory	Bộ nhớ chỉ đọc
SP	Stack Pointer	Con trỏ ngăn xếp
SR	Status Register	Thanh ghi trạng thái
SRAM	Static RAM	RAM tĩnh
SSD	Solid State Disk	Đĩa bán dẫn
VLIW	Very Long Instruction Word	Từ lệnh thật dài
VLSI	Very Large-Scale Integration	Mật độ tích hợp rất lớn
VXL	Microprocessor	Bộ Vi xử Lý

TÓM LƯỢC

Đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở "**Xây dựng hệ thống mô phỏng thực hành môn Kiến trúc máy tính**" được thực hiện nhằm giải quyết những khó khăn trong việc giảng dạy và học tập một môn **Kiến trúc máy tính**. Đây là môn học có tính trừu tượng cao như các khái niệm như tín hiệu điện, luồng dữ liệu, cấu trúc và sự vận hành của CPU, các quá trình hoạt động như chu trình lệnh, đường ống lệnh (Pipelining), hay cơ chế phân cấp bộ nhớ (Cache, bộ nhớ ảo) trở nên khó hình dung bằng lý thuyết hay sơ đồ tĩnh. Trong hầu hết các trường đại học, môn Kiến trúc máy tính là môn học lý thuyết, tình trạng thiếu trải nghiệm thực hành làm cho sinh viên khó hình dung các khái niệm và quy trình vận hành trừu tượng nếu chỉ tiếp cận theo phương pháp giảng dạy truyền thống với lý thuyết và sơ đồ tĩnh. Thực tế này dẫn đến việc sinh viên học tập thụ động, thiếu sự hiểu biết sâu sắc về bản chất hoạt động bên trong hệ thống máy tính.

Xuất phát từ nhu cầu đó, đề tài hướng đến mục tiêu xây dựng một môi trường thực hành tích hợp, thống nhất trên nền tảng web, tạo điều kiện cho sinh viên tiếp cận kiến thức một cách trực quan, chủ động và hiệu quả. Thay vì phát triển mới các công cụ mô phỏng phức tạp - một nhiệm vụ tốn kém và mất nhiều thời gian - nhóm nghiên cứu đã lựa chọn một cách tiếp cận sáng tạo và khả thi là "Đứng trên vai những người khổng lồ", theo đó, chúng tôi chọn giải pháp nghiên cứu chọn lọc các phần mềm mã nguồn mở, miễn phí, chất lượng tốt nhất hiện có trên thế giới để xây dựng một "**Cổng thông tin tích hợp mô phỏng kiến trúc máy tính**". Giải pháp này cũng được Hội đồng xét duyệt đề cương nghiên cứu Khoa Công nghệ thông tin và Hội đồng xét duyệt đề cương nghiên cứu Trường Đại học Nam Cần Thơ chấp thuận.

Sản phẩm chính của đề tài là "**Hệ thống Cổng thông tin tích hợp mô phỏng kiến trúc máy tính**" – một trang web tĩnh được triển khai trên nền tảng GitHub Pages. Hệ thống này đóng vai trò là giao diện trung tâm, kết nối người dùng một cách liền mạch đến năm công cụ mô phỏng then chốt, mỗi công cụ phụ trách một mảng nội dung quan trọng của môn học, năm công cụ được chọn là: **CircuitVerse** cho thiết kế và mô phỏng mạch logic số, từ đó xây dựng nên các thành phần cơ bản của CPU; **MIPS Visualizer** cho phép trực quan hóa sinh động luồng dữ liệu (datapath)

và tín hiệu điều khiển trong kiến trúc CPU MIPS; **Compiler Explorer** là cầu nối giữa lập trình cấp cao và phần cứng, giúp sinh viên quan sát cách mã nguồn C/C++ được dịch xuống mã Assembly MIPS; **JsSPIM** cung cấp môi trường giả lập để viết, chạy và debug chương trình hợp ngữ MIPS và **ParaCache** mô phỏng trực quan nguyên lý hoạt động của hệ thống bộ nhớ phân cấp, bao gồm cache và bộ nhớ ảo.

Bên cạnh hệ thống công nghệ, một sản phẩm quan trọng không kém là "**Tài liệu hướng dẫn thực hành mô phỏng kiến trúc máy tính**" được biên soạn với 24 bài thực hành có hướng dẫn chi tiết. Tài liệu này được xây dựng theo lộ trình bài bản, bám sát chương trình và nội dung môn học, giúp định hướng sinh viên khai thác hiệu quả từng công cụ mô phỏng, từ những bài cơ bản về cổng logic và thanh ghi đến các bài nâng cao về pipeline và quản lý bộ nhớ.

Về mặt kỹ thuật, đề tài đã thành công trong việc áp dụng mô hình kiến trúc "**Cổng thông tin Web tĩnh**" (**Static Web Portal**), một giải pháp tối ưu về chi phí và bền vững. Toàn bộ hệ thống được lưu trữ và triển khai miễn phí trên GitHub Pages, không yêu cầu máy chủ backend hay cơ sở dữ liệu phức tạp, giúp loại bỏ hoàn toàn gánh nặng chi phí vận hành và bảo trì hạ tầng cho nhà trường. Giải pháp này cũng thể hiện tính sáng tạo trong việc sử dụng linh hoạt các kỹ thuật web như nhúng (**iframe**), sử dụng bản sao phần mềm đã có (**clone**) và liên kết để tạo ra một trải nghiệm người dùng thống nhất từ các thành phần. độc lập.

Đề tài không chỉ tạo ra sản phẩm công nghệ mà còn góp phần đổi mới phương pháp sư phạm. Hệ thống mô phỏng trở thành công cụ đắc lực hỗ trợ giảng dạy trên lớp, biến các khái niệm trừu tượng thành hình ảnh động, dễ hiểu. Đối với sinh viên, đây là môi trường lý tưởng để học tập chủ động, khám phá và thử nghiệm "không giới hạn" mà không sợ hư hỏng thiết bị, từ đó phát triển tư duy hệ thống và kỹ năng giải quyết vấn đề. Kết quả bước đầu từ việc thử nghiệm và lấy ý kiến chuyên gia cho thấy hệ thống được đánh giá cao về tính thiết thực, khả năng nâng cao hứng thú và hiệu quả học tập cho sinh viên.

Tóm lại, đề tài đã hoàn thành tốt các mục tiêu đề ra, mang lại một giải pháp giáo dục số khả thi, hiệu quả và bền vững. Sản phẩm của đề tài là minh chứng cho hướng đi đúng đắn trong việc tận dụng nguồn lực tri thức cộng đồng (mã nguồn mở) để giải

quyết các bài toán thực tiễn trong giáo dục đại học, đặc biệt là trong bối cảnh chuyển đổi số và nhu cầu học tập linh hoạt. Hệ thống không chỉ là một công cụ hỗ trợ cho môn Kiến trúc máy tính tại Trường Đại học Nam Cần Thơ, mà còn có thể được nhân rộng như một mô hình tham khảo cho các môn học kỹ thuật có đặc thù tương tự ở nhiều cơ sở đào tạo khác.

Từ khóa: Mô phỏng kiến trúc máy tính (Computer Architecture Simulation); Hệ thống tích hợp (Integrated System); Cổng thông tin web tĩnh (Static Web Portal); Mã nguồn mở (Open Source); Nhúng trực tiếp (Embedding); Liên kết sâu (Deep Linking); GitHub Pages; CPU MIPS.