

GIẢI PHÁP XÂY DỰNG PHÒNG MÁY ẢO TRÊN NỀN TẢNG ĐIỆN TOÁN Đám Mây HƯỚNG TỚI CHUYỂN ĐỔI SỐ VÀ XANH

SOLUTIONS FOR BUILDING VIRTUAL MACHINE ROOMS ON CLOUD COMPUTING PLATFORMS TOWARDS DIGITAL AND GREEN TRANSFORMATION

PHAN ANH CANG¹, CAO HÙNG PHI¹, NGUYỄN MINH SANG¹, TRẦN THÁI BẢO¹, TRẦN PHAN AN TRƯỜNG^{1,a}

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

^aTác giả liên hệ: truongtpa@vlute.edu.vn

Nhận bài(Received): 25/1/2025; Phản biện (Reviewed):02/3/2025; Chấp nhận (Accepted):13/3/2025

TÓM TẮT

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ, việc ứng dụng công nghệ thông tin trong mọi lĩnh vực trở thành xu hướng tất yếu. Tuy nhiên, mô hình máy tính truyền thống vẫn phổ biến tại nhiều cơ sở giáo dục nghề nghiệp, gây ra khó khăn trong quản lý và giảng dạy, đòi hỏi chi phí lớn và dễ lỗi thời. Nghiên cứu này đề xuất giải pháp xây dựng phòng máy ảo trên nền tảng điện toán đám mây, hướng tới mục tiêu chuyển đổi số và phát triển xanh trong lĩnh vực giáo dục. Mô hình kết hợp hạ tầng đám mây riêng OpenStack và dịch vụ Desktop-as-a-Service (DaaS) trên đám mây công cộng, sử dụng máy tính nhúng Jetson Nano làm thiết bị đầu cuối. Giải pháp này mang lại nhiều lợi ích như tiết kiệm chi phí, tính linh hoạt, khả năng mở rộng và đóng góp vào việc bảo vệ môi trường. Kết quả thực nghiệm cho thấy phòng máy ảo sử dụng Jetson Nano tiết kiệm 70-80% điện năng tiêu thụ, tạo môi trường làm việc thoải mái hơn và góp phần giảm thiểu lượng khí thải carbon so với phòng máy truyền thống. Nghiên cứu này chứng minh tính hiệu quả và khả năng ứng dụng của mô hình đề xuất trong việc thúc đẩy chuyển đổi số và phát triển bền vững trong giáo dục.

Từ khóa: Điện toán đám mây, OpenStack, VDI, máy tính nhúng, Jetson Nano, Phòng máy ảo, Chuyển đổi số, Phát triển xanh.

ABSTRACT

In the context of the rapidly advancing Fourth Industrial Revolution, the application of information technology across all sectors has become an inevitable trend. However, traditional computer models remain prevalent in many vocational education institutions, leading to difficulties in management and teaching, incurring high costs, and becoming quickly outdated. This study proposes a solution for building virtual machine rooms on a cloud computing platform, aimed at achieving digital transformation and green development in the field of education. The model combines a private cloud infrastructure using OpenStack and Desktop-as-a-Service (DaaS) on a public cloud, utilizing Jetson Nano embedded computers as endpoints. This solution offers numerous benefits, including cost savings, flexibility, scalability, and contributions to environmental protection.

Experimental results indicate that virtual machine rooms using Jetson Nano reduce power consumption by 70-80%, create a more comfortable working environment, and contribute to a reduction in carbon emissions compared to traditional computer rooms. This research demonstrates the effectiveness and applicability of the proposed model in promoting digital transformation and sustainable development in education.

Keywords: *Cloud computing, OpenStack, VDI, Embedded computers, Jetson Nano, Virtual computer lab, Digital transformation, Green development.*

1. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ, việc ứng dụng công nghệ thông tin trong mọi lĩnh vực đang là xu hướng tất yếu. Đặc biệt, trong lĩnh vực giáo dục và đào tạo, các phương pháp giảng dạy truyền thống đang dần nhường chỗ cho các giải pháp công nghệ hiện đại nhằm nâng cao chất lượng và hiệu quả đào tạo. Tuy nhiên, mô hình máy tính truyền thống vẫn đang được sử dụng phổ biến tại nhiều cơ sở giáo dục nghề nghiệp, gây ra không ít khó khăn trong công tác quản lý và giảng dạy. Cụ thể, việc đầu tư, vận hành và bảo trì hệ thống máy tính truyền thống đòi hỏi chi phí lớn, trong khi tốc độ lỗi thời của các thiết bị phần cứng diễn ra nhanh chóng, dẫn đến sự lãng phí đáng kể. Bên cạnh đó, công tác quản lý, bảo trì và cài đặt phần mềm trên từng máy tính riêng lẻ cũng tiêu tốn nhiều thời gian và nhân lực. Trước thực trạng trên, công nghệ điện toán đám mây ra đời như một giải pháp đột phá, mang lại hiệu quả kinh tế cao và tạo điều kiện để các tổ chức, cá nhân có thể truy cập, sử dụng các dịch vụ công nghệ thông tin một cách thuận tiện. Nhận thấy tiềm năng to lớn của điện toán đám mây, Chính phủ đã ban hành văn bản số 1145/BTTTT-CATTT ngày 3/4/2020 hướng dẫn các tiêu chí và chỉ tiêu kỹ thuật để đánh giá, lựa chọn giải pháp nền tảng điện toán đám mây phục vụ Chính phủ điện tử/chính quyền điện tử [1]. Điều này cho thấy sự quan tâm và định hướng của Nhà nước trong việc thúc đẩy ứng dụng điện toán đám mây nhằm đẩy mạnh tiến trình

chuyển đổi số quốc gia. Trong lĩnh vực giáo dục, việc xây dựng phòng máy ảo trên nền tảng điện toán đám mây được xem là một giải pháp tiên tiến, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo, tiết kiệm chi phí đầu tư và vận hành, đồng thời đáp ứng yêu cầu về bảo vệ môi trường trong xu thế phát triển xanh và bền vững.

Để giải quyết những thách thức trong việc quản lý và vận hành phòng máy truyền thống, đồng thời đáp ứng nhu cầu chuyển đổi số và phát triển bền vững, nghiên cứu này đề xuất xây dựng phòng máy ảo dựa trên nền tảng điện toán đám mây mã nguồn mở OpenStack kết hợp với giải pháp ảo hóa máy tính cá nhân VDI (Virtual Desktop Infrastructure). Giải pháp đề xuất có những đóng góp chính như sau: (1) Ứng dụng OpenStack xây dựng một hạ tầng đám mây riêng (Private cloud) để cung cấp các dịch vụ máy ảo, dịch vụ lưu trữ, dịch vụ mạng một cách linh hoạt và có khả năng mở rộng cao; (2) Ứng dụng dịch vụ VDI trên hạ tầng đám mây để cung cấp máy tính ảo cho người dùng, cho phép truy cập từ xa thông qua mạng internet mà không cần đến phòng máy vật lý; (3) Giảm chi phí đầu tư phần cứng, nâng cao tính bảo mật và khả năng quản lý tập trung; (4) Góp phần hiện thực hóa mục tiêu phát triển xanh thông qua việc giảm thiểu năng lượng tiêu thụ và lượng khí thải carbon.

2. NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

Các nghiên cứu gần đây cho thấy xu hướng ứng dụng ngày càng phổ biến của công nghệ điện toán đám mây và nền tảng

mã nguồn mở OpenStack trong giáo dục. Blakley và cộng sự [2] đã nghiên cứu triển khai hạ tầng VDI (Virtual Desktop Infrastructure) dựa trên kiến trúc điện toán biên (Edge computing) nhóm tác giả đề xuất một mô hình kết hợp giữa điện toán đám mây và điện toán biên, kết quả thí nghiệm cho thấy mô hình này cải thiện đáng kể hiệu năng, độ trễ và khả năng mở rộng của hệ thống VDI. Gupta và các cộng sự [3] đề xuất một cách tiếp cận ảo hóa desktop và chỉ ra các thách thức khi sử dụng công cụ mô phỏng đám mây CloudSim, nghiên cứu này cho thấy việc ảo hóa desktop mang lại nhiều lợi ích như tính linh hoạt, khả năng bảo mật cao và tiết kiệm chi phí, tuy nhiên vẫn còn một số thách thức cần giải quyết như tối ưu hóa việc phân bổ tài nguyên và cải thiện trải nghiệm người dùng. Holovnia và Oleksiuk [4] nghiên cứu về việc lựa chọn phần mềm điện toán đám mây phù hợp cho phòng thí nghiệm trực tuyến ảo hỗ trợ giảng dạy môn Hệ điều hành, nhóm tác giả đánh giá và so sánh các giải pháp phần mềm điện toán đám mây phổ biến như AWS, Azure và OpenStack dựa trên các tiêu chí như tính năng, hiệu năng, khả năng tùy biến và chi phí. Xu và Song [5] tập trung nghiên cứu tối ưu hóa hệ thống giáo dục và đào tạo về đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp trong các trường đại học dựa trên nền tảng điện toán đám mây OpenStack, nhóm tác giả đề xuất một kiến trúc hệ thống tích hợp các công cụ và dịch vụ hỗ trợ đào tạo về đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp, bao gồm hệ thống quản lý học tập (LMS), hệ thống quản lý nội dung (CMS), công cụ hợp tác trực tuyến và các ứng dụng mô phỏng kinh doanh. Toàn bộ hệ thống được triển khai trên nền tảng OpenStack, cho phép đảm bảo tính sẵn sàng cao, khả năng mở rộng linh hoạt và tiết kiệm chi phí. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống đề xuất giúp cải thiện đáng kể chất lượng và hiệu quả của các chương trình đào tạo

về đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp. Các nghiên cứu gần đây [2], [3], [4], [5], [6] đã chỉ ra những lợi ích và tiềm năng to lớn của việc ứng dụng điện toán đám mây và nền tảng OpenStack trong xây dựng hệ thống DaaS và phòng máy ảo phục vụ đào tạo. Các kết quả nghiên cứu cung cấp nhiều gợi ý quý báu về kiến trúc, mô hình triển khai, cách tiếp cận và giải pháp kỹ thuật để triển khai thành công hệ thống này trong thực tế.

3. NỘI DUNG CHUYÊN CỨU

3.1 Chuyển đổi số đi đôi với Chuyển đổi xanh

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và sự cạn kiệt của các nguồn tài nguyên thiên nhiên, việc chuyển đổi số cần đi đôi với chuyển đổi xanh để đảm bảo sự phát triển bền vững. Chuyển đổi xanh là quá trình chuyển đổi từ các hoạt động sản xuất và tiêu dùng gây tác động tiêu cực đến môi trường sang các hoạt động thân thiện với môi trường, sử dụng hiệu quả tài nguyên và giảm thiểu chất thải, khí thải carbon. Trong lĩnh vực CNTT, chuyển đổi xanh đòi hỏi việc áp dụng các giải pháp công nghệ và mô hình kinh doanh mới nhằm giảm thiểu tác động môi trường của hoạt động công nghệ thông tin, đồng thời tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và năng lượng.

Theo báo cáo của Greenpeace, lĩnh vực CNTT toàn cầu đang chiếm khoảng 7% tổng lượng tiêu thụ điện và dự kiến sẽ tăng lên 12% vào năm 2030 [7]. Việc sản xuất và vận hành các thiết bị, hệ thống CNTT cũng gây ra một lượng lớn chất thải điện tử, gây ô nhiễm môi trường. Do đó, để đảm bảo sự phát triển bền vững, việc chuyển đổi số cần đi đôi với các giải pháp công nghệ xanh, thân thiện với môi trường. Các giải pháp điện toán xanh như điện toán đám mây, ảo hóa và sử dụng các thiết bị tiết kiệm năng lượng là những hướng đi quan trọng để giảm thiểu tác động môi trường của hoạt động chuyển đổi số.

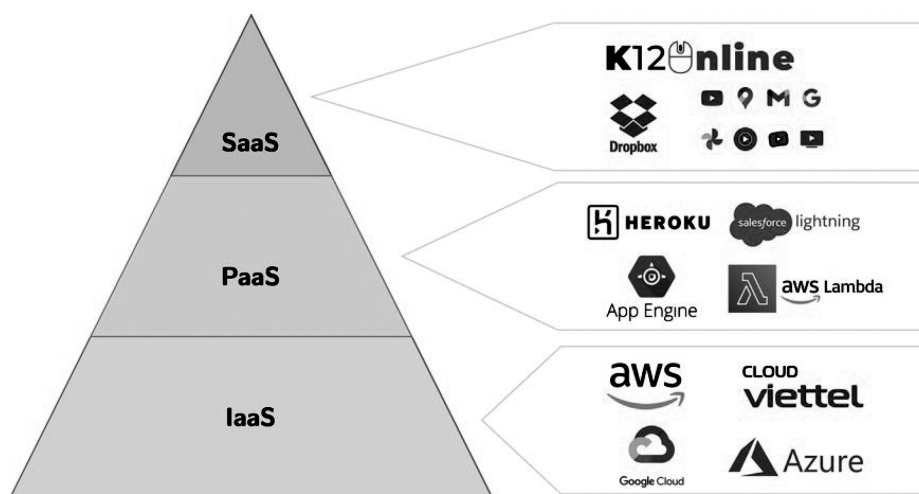
Nghiên cứu này đề xuất một giải pháp xây dựng phòng máy ảo trên nền tảng điện toán đám mây kết hợp với việc sử dụng thiết bị đầu cuối tiết kiệm năng lượng. Đây là một hướng tiếp cận tiềm năng để thúc đẩy quá trình chuyển đổi số đi đôi với chuyển đổi xanh trong lĩnh vực giáo dục, hướng tới sự phát triển bền vững và thân thiện với môi trường.

3.2. Điện toán đám mây

Điện toán đám mây là một mô hình cung cấp tài nguyên máy tính, bao gồm cơ sở hạ tầng, nền tảng và phần mềm thông qua internet. Thay vì phải đầu tư và duy trì hạ tầng CNTT riêng, các tổ chức và cá nhân có thể sử dụng các dịch vụ điện toán đám mây để truy cập vào tài nguyên máy tính một cách linh hoạt, theo yêu cầu và chi trả theo mức sử dụng. Mô hình này mang lại nhiều lợi ích như khả năng mở rộng, tính sẵn sàng cao, tiết kiệm chi phí và khả năng truy cập từ mọi nơi. Các mô hình triển khai phổ biến bao gồm đám mây công cộng, đám mây riêng và đám mây lai. Với sự phát

triển của công nghệ và nhu cầu ngày càng tăng về tính linh hoạt và hiệu quả, điện toán đám mây đã trở thành xu hướng không thể thiếu trong việc chuyển đổi số và đổi mới công nghệ của các doanh nghiệp và tổ chức trên toàn thế giới.

Điện toán đám mây cung cấp ba mô hình dịch vụ chính: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), và Software as a Service (SaaS) [8], [9]. IaaS cung cấp các tài nguyên cơ sở hạ tầng ảo hóa như máy chủ, lưu trữ và mạng, cho phép người dùng kiểm soát tối đa hệ thống. PaaS cung cấp một nền tảng phát triển và triển khai ứng dụng, giúp các nhà phát triển tập trung vào việc lập trình mà không cần quan tâm đến cơ sở hạ tầng bên dưới. SaaS cung cấp các ứng dụng phần mềm hoàn chỉnh thông qua internet, cho phép người dùng truy cập và sử dụng mà không cần cài đặt hay bảo trì. Mỗi mô hình này đáp ứng các nhu cầu khác nhau của người dùng, từ việc quản lý toàn bộ hạ tầng đến việc chỉ sử dụng ứng dụng cuối, tạo nên sự linh hoạt và đa dạng trong việc áp dụng công nghệ đám mây.



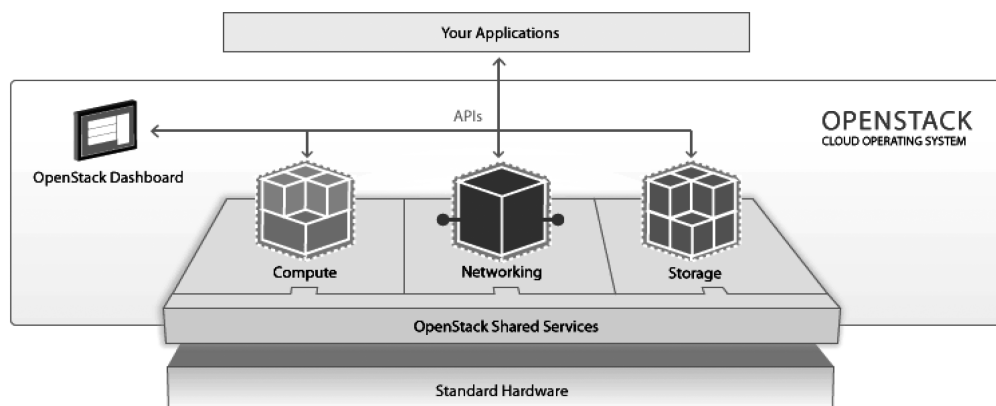
Hình 1. So sánh giữa ba mô hình dịch vụ SaaS, PaaS và IaaS [10]

Trong các giải pháp xây dựng dịch vụ đám mây thì OpenStack là một nền tảng mã nguồn mở được sử dụng rộng rãi để xây dựng và quản lý hạ tầng điện toán đám mây

riêng và đám mây lai [11]. OpenStack được phát triển bởi cộng đồng và các tổ chức lớn trên toàn thế giới, cung cấp một bộ công cụ và dịch vụ để triển khai và quản lý các tài

nguyên đám mây, bao gồm điện toán, lưu trữ và mạng. Các thành phần chính của OpenStack bao gồm Nova (tính toán), Cinder (lưu trữ khối), Swift (lưu trữ đối tượng), Neutron (mạng), Keystone (xác thực và ủy quyền) và Horizon (giao diện người dùng). Với tính linh hoạt, khả năng mở rộng và chi phí thấp,

OpenStack đã trở thành lựa chọn hàng đầu cho nhiều doanh nghiệp và nhà cung cấp dịch vụ đám mây trong việc xây dựng và vận hành hạ tầng đám mây riêng và đám mây lai. Nghiên cứu này đề xuất lựa chọn OpenStack để xây dựng đám mây riêng để cung cấp hạ tầng dịch vụ phòng máy ảo.

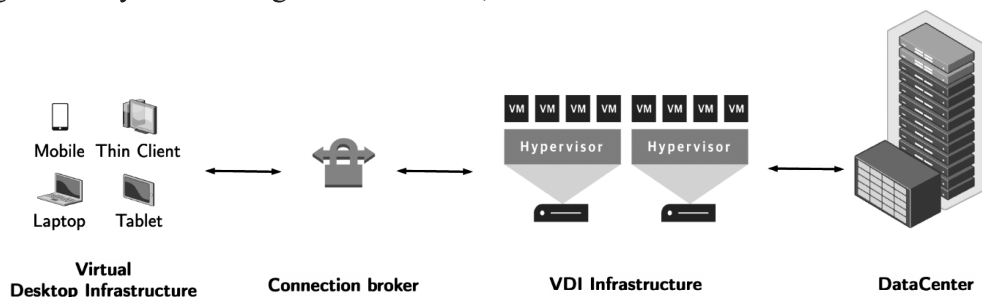


Hình 2. Kiến trúc tổng thể của OpenStack phiên bản 2023.05.01 [12]

3.3 Hạ tầng máy tính ảo - Virtual Desktop Infrastructure (VDI)

Virtual Desktop Infrastructure (VDI) [13] là một công nghệ cho phép triển khai và cung cấp môi trường làm việc ảo cho người dùng cuối. Nguyên lý hoạt động của VDI dựa trên việc tách riêng môi trường làm việc người dùng khỏi phần cứng vật lý và chuyển nó vào một môi trường ảo được quản lý tập trung trên máy chủ. Trong kiến trúc VDI,

mỗi người dùng được cung cấp một máy tính ảo riêng, bao gồm hệ điều hành, ứng dụng và dữ liệu, người dùng sẽ truy cập vào máy ảo của mình thông qua một giao thức hiển thị như RDP (Remote Desktop Protocol) hoặc ICA (Independent Computing Architecture). Mọi tính toán và xử lý đều diễn ra trên máy chủ, trong khi thiết bị người dùng chỉ đóng vai trò hiển thị giao diện và truyền tải thao tác của người dùng.



Hình 3. Kiến trúc mô hình hạ tầng máy tính ảo (Virtual Desktop Infrastructure) [13]

Mặc dù VDI (Virtual Desktop Infrastructure) mang lại nhiều lợi ích như tăng cường bảo mật, quản lý tập trung và hỗ trợ làm việc từ xa, nhưng giải pháp này cũng có một số hạn chế đáng lưu ý. Một trong

những thách thức lớn nhất của VDI là chi phí đầu tư ban đầu cao do yêu cầu về hạ tầng phần cứng và phần mềm. Bên cạnh đó, việc triển khai và quản lý hệ thống VDI cũng đòi hỏi kỹ năng chuyên môn cao, có

thể gây khó khăn cho đội ngũ CNTT. Hiệu suất của VDI phụ thuộc nhiều vào chất lượng kết nối mạng, và trong một số trường hợp, người dùng có thể gặp phải các vấn đề như độ trễ cao hoặc gián đoạn dịch vụ.

3.4 Dịch vụ máy tính ảo trên đám mây - Desktop as a Service (DaaS)

Desktop as a Service (DaaS) [14] là một mô hình cung cấp môi trường máy tính để bàn ảo thông qua nền tảng điện toán đám mây. Trong mô hình này, nhà cung cấp dịch vụ đám mây sẽ chịu trách nhiệm về việc quản lý, bảo trì và cập nhật hạ tầng công nghệ thông tin, bao gồm các máy chủ, lưu trữ, mạng và các ứng dụng. Người dùng cuối có thể truy cập vào môi trường làm việc ảo của mình từ bất kỳ thiết bị nào có kết nối internet, sử dụng các giao thức truy cập từ xa như RDP, ICA hay PCoIP. DaaS mang lại nhiều lợi ích hơn khi so sánh với VDI (Virtual Desktop Infrastructure) và có thể được ứng dụng hiệu quả tại các cơ sở giáo dục như:

Tiết kiệm chi phí: Với DaaS, các cơ sở giáo dục không cần phải đầu tư lớn vào hạ tầng CNTT, bao gồm phần cứng, phần mềm và nhân sự để triển khai và quản lý hệ thống như mô hình VDI. Thay vào đó, họ chỉ cần trả phí dịch vụ theo mức sử dụng, giúp giảm đáng kể chi phí đầu tư ban đầu và chi phí vận hành hàng năm.

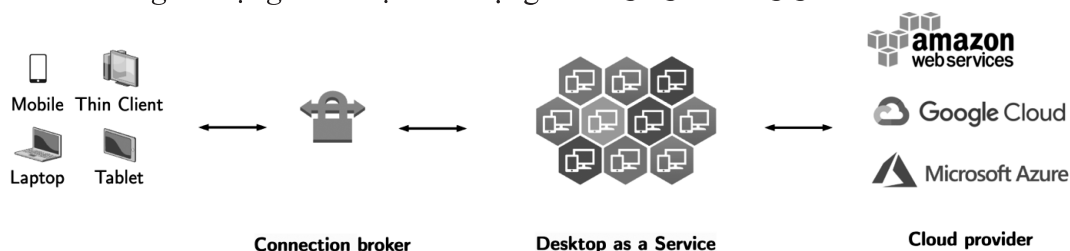
Khả năng mở rộng linh hoạt: Số lượng

sinh viên và nhu cầu sử dụng máy tính có thể thay đổi đáng kể giữa các kỳ học và năm học. DaaS cho phép các cơ sở giáo dục dễ dàng mở rộng hoặc thu hẹp số lượng máy tính để bàn ảo một cách nhanh chóng, đáp ứng nhu cầu thay đổi mà không cần phải đầu tư thêm vào hạ tầng.

Quản lý và bảo trì đơn giản: Với DaaS, việc quản lý, bảo trì và cập nhật hệ thống được thực hiện đồng loạt với khả năng tự động hoá cao giúp giảm tải công việc cho đội ngũ CNTT của cơ sở giáo dục, đồng thời đảm bảo hệ thống luôn được cập nhật và vận hành ổn định, hỗ trợ tốt cho hoạt động giảng dạy và học tập.

Tích hợp với các ứng dụng giáo dục: DaaS có thể dễ dàng tích hợp với các ứng dụng và dịch vụ giáo dục trên nền tảng đám mây, như hệ thống quản lý học tập (LMS), phần mềm chống đạo văn, và các công cụ hợp tác trực tuyến. Điều này giúp tạo ra một môi trường học tập liền mạch và hiệu quả.

Hỗ trợ đa dạng nền tảng và thiết bị: DaaS có thể cung cấp môi trường làm việc ảo trên nhiều nền tảng và thiết bị khác nhau, bao gồm máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy tính bảng và điện thoại thông minh. Điều này giúp đáp ứng nhu cầu đa dạng của giáo viên và sinh viên, đồng thời tăng cường khả năng tiếp cận và sử dụng công nghệ trong giáo dục.



Hình 5. Kiến trúc mô hình máy tính ảo đám mây (Desktop-as-a-Service) [14]

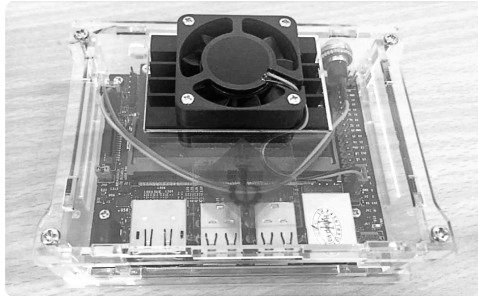
3.5. Máy tính nhúng

Máy tính nhúng (hay còn gọi với tên khác là Thin client) là một loại thiết bị đầu cuối trong hệ thống VDI [15], có vai

trò chính là hiển thị giao diện và truyền tải thao tác của người dùng đến máy chủ trung tâm. Khác với máy tính truyền thống, Thin client có cấu hình phần cứng

tối giản, thường không có ổ cứng và chỉ được trang bị đủ bộ xử lý, bộ nhớ và kết nối mạng để kết nối và giao tiếp với máy chủ đảm nhận vai trò hiển thị giao diện và truyền tải thao tác người dùng thông

qua giao thức hiển thị như RDP hoặc ICA. Điều này giúp đơn giản hóa việc quản lý và bảo trì thiết bị người dùng, đồng thời giảm thiểu chi phí đầu tư phần cứng cho mỗi người dùng trong hệ thống VDI.



a. Thiết bị Thin Client



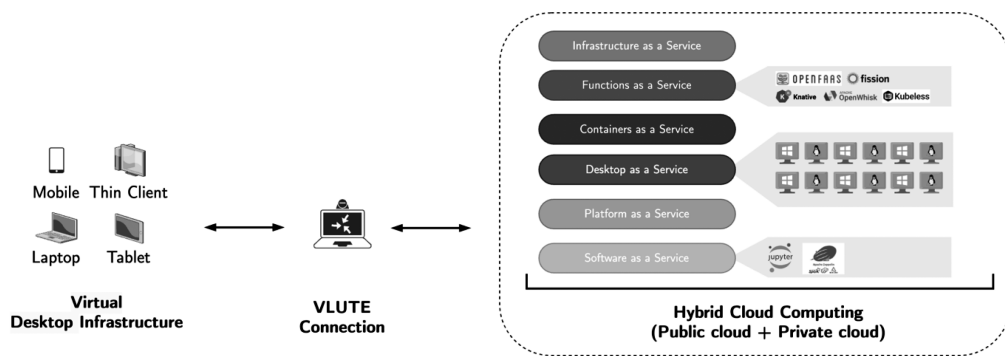
b. Phòng máy tính đám mây tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

Hình 5. Phòng máy tính ảo ứng dụng Điện toán đám mây

Trong nghiên cứu này dùng bo mạch Jetson Nano [16] giữ vai trò Thin client do có khả năng tiết kiệm năng lượng đáng kể với mức công suất trong khoảng 5-10W, Jetson Nano sử dụng ít năng lượng hơn từ 70 - 85% so với máy tính truyền thống (300 - 700W), góp phần giảm chi phí vận hành và bảo vệ môi trường. Ngoài ra, nhiệt độ tỏa ra từ Jetson Nano cũng thấp hơn đáng kể, giúp giảm nhu cầu làm mát và kéo dài tuổi thọ của thiết bị. Bên cạnh đó, việc không có tiếng ồn phát ra từ Jetson Nano cũng là một lợi thế, tạo ra một môi trường làm việc yên tĩnh và thoải mái cho người sử dụng đặc biệt trong phòng thực hành.

Giải pháp đề xuất xây dựng phòng máy tính ảo ứng dụng công nghệ điện toán đám mây hướng đến chuyên đổi số và xanh là giải pháp ứng dụng kết hợp công nghệ Virtual Desktop Infrastructure trên hạ tầng đám mây riêng OpenStack và dịch vụ Desktop-as-a-Services trên các dịch vụ đám mây công cộng. Với sự kết hợp này mang đến lợi ích kép do có thể khai thác hiệu quả tối đa tài nguyên phần cứng tại chỗ và khả năng mở rộng linh hoạt với chi phí thấp trên các dịch vụ đám mây công cộng giúp cung cấp đa dạng các dịch vụ máy tính ảo tại các cơ sở giáo dục. Mô hình đề xuất được thể hiện ở hình 5 và thông tin phần cứng được thể hiện ở Bảng số 1.

4. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT



Hình 6. Mô hình đề xuất phòng máy tính ảo ứng dụng hạ tầng đám mây Openstack

Bảng 1. Cấu hình đề xuất cho hệ thống đám mây

STT	Phần cứng	Cấu hình	Số lượng	Ghi chú
1	Dell EMC R440	1xCPU Xeon Silver 4110 16 Core; RAM: 96GB; Disk: 2TB SSD	01	Controller node; Network node
2	Dell EMC R740	2xCPU Xeon Gold 6242 32 Core; RAM: 512GB; Disk: 2TB SSD	04	Compute node
3	Dell EMC ME4024	8 Port FC 16GB; ME4 2U, 5x1.2TB	01	Hệ thống lưu trữ
4	Firewall Cisco ASA5516		01	Tường lửa mạng

Để xây dựng hạ tầng đám mây riêng, nhóm nghiên cứu sử dụng nền tảng OpenStack và triển khai trên phần cứng tại chỗ, nhằm đảm bảo hiệu năng cao và tính sẵn sàng của hệ thống. Trong đó, cấu hình phần cứng đề xuất bao gồm: Sử dụng 01 máy chủ Dell R440 đóng vai trò làm máy chủ điều khiển (controller node) và máy chủ mạng (network node). Máy chủ điều khiển có nhiệm vụ quản lý và điều phối toàn bộ hoạt động của hệ thống đám mây, bao gồm xác thực, cấp phát tài nguyên và giao tiếp giữa các thành phần. Máy chủ mạng đảm nhận việc kết nối và định tuyến truyền thông giữa các máy ảo và mạng bên ngoài; Sử dụng 04 máy chủ Dell R740 đảm nhiệm vai trò máy chủ tính toán (compute node). Các máy chủ này chịu trách nhiệm cung cấp tài nguyên tính toán, bao gồm CPU, RAM và tài nguyên mạng cho các máy ảo chạy trên nền tảng đám mây; Sử dụng 01 hệ thống lưu trữ SAN (Storage Area Network) Dell ME4024 để cung cấp không gian lưu trữ tin cậy, có tính sẵn sàng cao và khả năng mở rộng cho hệ thống đám mây. Hệ thống lưu trữ này cho phép quản lý và chia sẻ tài nguyên lưu trữ một cách linh hoạt giữa các máy ảo; Sử dụng 01 tường lửa Cisco ASA5516 để bảo vệ và kiểm soát truy cập vào hệ thống đám mây, ngăn chặn các mối đe dọa bảo mật và đảm bảo an toàn cho dữ liệu và tài nguyên của người dùng.

Đối với dịch vụ Desktop-as-a-Service (DaaS) trên nền tảng đám mây công cộng, nhóm nghiên cứu sử dụng dịch vụ điện toán đám mây Amazon Web Services (AWS) với các dịch vụ và công cụ mạnh mẽ, nhằm đảm bảo tính linh hoạt, khả năng mở rộng và tối ưu chi phí. Cụ thể, giải pháp đề xuất tận dụng các dịch vụ chính sau: Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud): Dịch vụ này cung cấp khả năng tính toán đám mây có thể mở rộng, cho phép triển khai và quản lý các máy ảo một cách linh hoạt. Nhóm nghiên cứu sử dụng Amazon EC2 để cung cấp tài nguyên tính toán cho các máy tính để bàn ảo, đảm bảo hiệu suất và tính sẵn sàng cao; Amazon S3 (Simple Storage Service): Đây là dịch vụ lưu trữ đối tượng có khả năng mở rộng và độ bền cao, được sử dụng để lưu trữ dữ liệu và tài nguyên của người dùng trong môi trường DaaS. Amazon S3 cung cấp khả năng truy xuất nhanh chóng, an toàn và có thể truy cập từ mọi nơi; Amazon VPC (Virtual Private Cloud): Dịch vụ này cho phép tạo ra một mạng riêng ảo trên đám mây AWS, cung cấp khả năng kiểm soát và bảo mật cao, dịch vụ Amazon VPC để đảm bảo an toàn và cô lập môi trường DaaS, cho phép kết nối an toàn với mạng nội bộ của tổ chức.

Để tối ưu hóa chi phí và nâng cao trải nghiệm người dùng, nhóm nghiên cứu đề xuất giải pháp sử dụng thiết bị Thin client

tại các phòng máy tính thực hành thay vì đầu tư vào các máy tính có cấu hình và giá thành cao. Thin client là những thiết bị có cấu hình và giá thành thấp, đồng thời tiết kiệm năng lượng, giảm thiểu độ ồn và tỏa nhiệt. Quy trình sử dụng hệ thống được thực hiện như sau: Người dùng sẽ tương tác với giao diện đồ họa trên thiết bị Thin client để gửi yêu cầu cấp phát tài nguyên đến dịch vụ điều phối và phân bổ tài nguyên đám mây. Tại đây, dựa vào khả năng đáp ứng và tối ưu hóa, hạ tầng sẽ quyết định cấp phát tài nguyên từ mô hình đám mây riêng hoặc từ đám mây công cộng. Khi người dùng kết thúc phiên làm việc, hạ tầng sẽ tự động thu hồi tài nguyên đã cấp phát và đồng thời sao lưu, đóng băng dữ liệu người dùng. Điều này đảm bảo rằng môi trường làm việc của người dùng luôn được khôi phục về trạng thái ban đầu, sẵn sàng cho những lần sử dụng tiếp theo mà không làm ảnh hưởng đến trải nghiệm của người dùng khác.

Với giải pháp này, các cơ sở giáo dục có thể tiết kiệm chi phí đầu tư ban đầu, giảm thiểu chi phí vận hành và bảo trì, đồng thời mang lại trải nghiệm người dùng tốt hơn. Hệ thống linh hoạt và có khả năng mở rộng cao, cho phép đáp ứng nhu cầu tài nguyên một cách nhanh chóng và hiệu quả, đồng thời tận dụng tối đa lợi thế của mô hình đám mây riêng và đám mây công cộng. Đồng thời, mô hình cũng hướng tới mục tiêu phát triển xanh và bền vững nhờ giảm thiểu năng lượng tiêu thụ và lượng khí thải carbon trong quá trình vận hành.

5. THỰC NGHIỆM

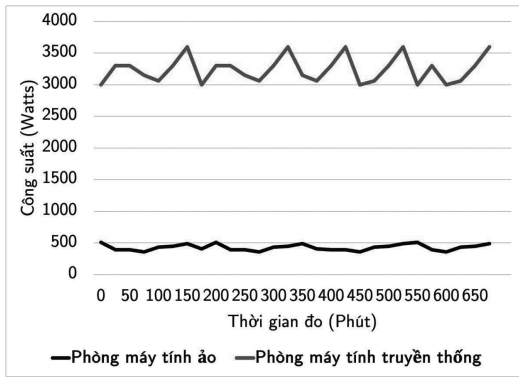
Để đánh giá mức độ hiệu quả của giải pháp ứng dụng OpenStack trong xây dựng phòng máy tính ảo, nhóm nghiên cứu tiến hành thực nghiệm so sánh hiệu năng, mức tiêu thụ năng lượng giữa phòng máy tính ảo và phòng máy tính truyền thống. Cụ thể các nội dung trên được trình bày ở nội dung bên dưới.

5.1. Môi trường thực nghiệm

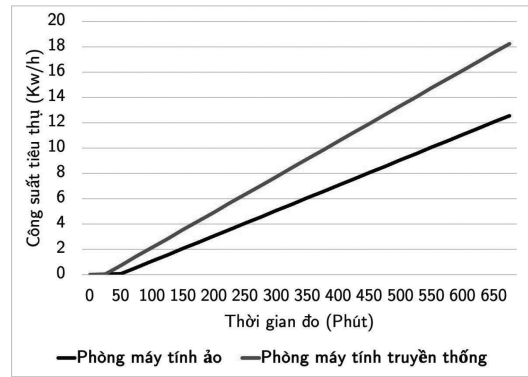
Phòng máy ảo sử dụng 30 máy tính nhúng được kết nối với hệ thống máy chủ đám mây thông qua mạng LAN tốc độ cao. Trong khi đó, phòng máy truyền thống được trang bị 30 máy tính để bàn thương hiệu Dell Vostro 347 với cấu hình phần cứng tương tự nhau. Cả hai phòng máy đều được đặt trong điều kiện môi trường như nhau, với hệ thống điều hòa không khí và các yếu tố khác được kiểm soát để không ảnh hưởng đến kết quả đo đạc. Các thông số quan trọng như công suất tiêu thụ điện năng, nhiệt độ, độ ồn được theo dõi liên tục trong 10 giờ bằng các thiết bị đo chuyên dụng.

5.2. Kết quả thực nghiệm

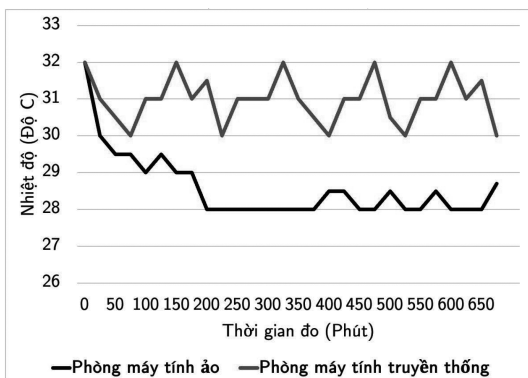
Kết quả thực nghiệm cho thấy phòng máy ảo sử dụng máy tính nhúng có nhiều ưu điểm vượt trội so với phòng máy truyền thống. Thứ nhất, về mức tiêu thụ năng lượng (Xem hình 6 và Hình 7) công suất tiêu thụ trung bình của phòng máy tính ảo thấp hơn 13% so với máy tính truyền thống (428W so với 3.241W). Tổng năng lượng tiêu thụ của phòng máy ảo bằng khoảng 31% so với phòng máy truyền thống (12.55 Kw/h so với 18.32 Kw/h). Thứ hai, về nhiệt độ và tiếng ồn, nhiệt độ trung bình trong phòng máy ảo chỉ khoảng 24-26 độ C, thấp hơn đáng kể so với mức 30 - 32 độ C trong phòng máy truyền thống, nhờ Jetson Nano tỏa nhiệt ít hơn nhiều. Bên cạnh đó, độ ồn trong phòng máy ảo trong khoảng từ 30 - 50 dB do Jetson Nano hoạt động hoàn toàn không gây tiếng ồn, trong khi phòng máy truyền thống có mức ồn khoảng 60 - 70 dB. Những kết quả này chứng minh tính hiệu quả của giải pháp phòng máy ảo được đề xuất, với các lợi ích như tiết kiệm điện năng tiêu thụ, tạo môi trường làm việc thoải mái hơn và góp phần bảo vệ môi trường nhờ giảm lượng khí thải carbon. Đây là những đóng góp đáng ghi nhận của mô hình trong việc hướng tới mục tiêu chuyển đổi số và phát triển xanh, bền vững.



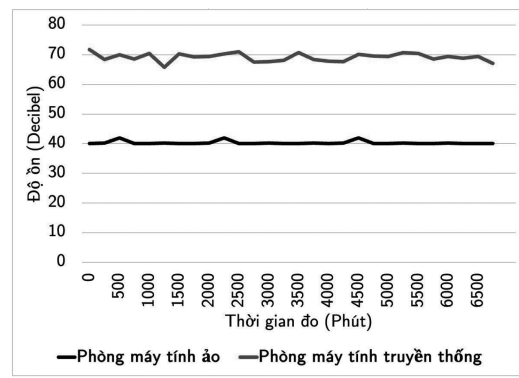
Hình 7. So sánh mức công suất năng lượng tiêu thụ (Đơn vị: watts)



Hình 8. So sánh tổng công suất năng lượng tiêu thụ (Đơn vị: Kw/h)



Hình 9. So sánh mức nhiệt độ phòng giữa 2 phòng máy tính



Hình 10. So sánh độ ồn khi hoạt động (Đơn vị: dB)

Theo số liệu từ cục Biến đổi khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam năm 2022, để sản xuất 1 MWh (Megawatt giờ) điện năng trên lưới điện quốc gia sẽ thải ra môi trường lượng khí nhà kính tương đương 0.6766 tấn CO₂ [17]. Dựa trên các số liệu năng lượng tiêu thụ của mô hình phòng máy tính ảo và phòng máy tính

truyền thống kết hợp với công thức chuyển đổi tổng mức năng lượng tiêu thụ sang lượng khí thải CO₂ tại Việt Nam. Lượng khí nhà kính của phòng máy tính đám mây giảm khoảng 22.2% so với phòng máy tính truyền thống (Bảng 2).

$$CO_2 \text{ (Kg)} = KWh \times \text{Hệ số phát thải } CO_2 \text{ (1)}$$

Bảng 2. So sánh năng lượng và lượng khí nhà kính của 2 phòng máy tính (Đơn vị năm)

Phòng máy tính	Năng lượng tiêu thụ	Lượng khí nhà kính	Lượng cây xanh trung hoà carbon
Phòng máy truyền thống	6.686 kWh/năm	4.5 tấn CO ₂	206.422
Phòng máy tính đám mây	4.580 kWh/năm	2.92 tấn CO ₂	133.944

Hệ thống pin năng lượng mặt trời có thể được lắp đặt để cung cấp điện cho các phòng máy tính, hướng tới mục tiêu

chuyển đổi số xanh và không phát thải carbon. Theo khảo sát, tổng bức xạ năng lượng mặt trời ở Việt Nam trung bình vào

khoảng 5 kWh/m²/ngày ở miền Trung và miền Nam, và khoảng 4 kWh/m²/ngày ở miền Bắc [18]. Số giờ nắng hàng năm dao động từ 1.500 - 2.600 giờ tùy theo khu vực. Việc lắp đặt hệ thống pin mặt trời sẽ cung cấp nguồn điện ổn định, tiết kiệm chi phí vận hành và giảm thiểu khí thải CO₂. Hệ thống này đặc biệt hiệu quả ở miền Trung và miền Nam, nơi có cường độ bức xạ và số giờ nắng cao. Điều này không chỉ góp phần bảo vệ môi trường mà còn thúc đẩy quá trình chuyển đổi số xanh và phát triển bền vững trong lĩnh vực giáo dục.

6. KHÓ KHĂN VÀ THÁCH THỨC

6.1 Khó khăn

Việc triển khai giải pháp xây dựng phòng máy ảo trên nền tảng điện toán đám mây không tránh khỏi những khó khăn nhất định. Trước hết, chi phí đầu tư ban đầu cao là một rào cản lớn, đặc biệt đối với các cơ sở giáo dục có ngân sách hạn chế. Quá trình triển khai và vận hành hệ thống đòi hỏi đội ngũ kỹ thuật viên có trình độ chuyên môn cao và kinh nghiệm về quản lý hạ tầng đám mây, điều này có thể gây khó khăn cho những tổ chức không có sẵn nguồn nhân lực phù hợp. Ngoài ra, khả năng tương thích phần mềm cũng là một vấn đề đáng lo ngại khi một số phần mềm truyền thống có thể không tương thích tốt với môi trường máy ảo, yêu cầu phải tối ưu hóa trước khi chuyển đổi. Về mặt quản lý, mặc dù hệ thống đám mây giúp đơn giản hóa nhiều khía cạnh, nhưng việc duy trì và bảo mật hạ tầng vẫn là một thách thức lớn trong bối cảnh các mối đe dọa an ninh mạng ngày càng gia tăng.

6.2 Thách thức

Bên cạnh những khó khăn, hệ thống phòng máy ảo cũng phải đối mặt với nhiều thách thức đáng kể. Việc mở rộng quy mô khi số lượng người dùng và nhu cầu

tài nguyên tăng lên đòi hỏi hệ thống phải có khả năng linh hoạt và đáp ứng kịp thời. Đảm bảo hiệu suất cao cho hệ thống, đặc biệt khi có nhiều người dùng truy cập cùng lúc, cũng là một yêu cầu khó khăn. Thêm vào đó, việc duy trì tính bền vững của hệ thống, cân bằng giữa hiệu quả sử dụng tài nguyên và mục tiêu phát triển xanh trong bối cảnh biến đổi khí hậu, là một nhiệm vụ quan trọng. Cuối cùng, hệ thống cần phải đảm bảo khả năng đáp ứng các nhu cầu học tập và giảng dạy đa dạng của người dùng, từ các môn học khác nhau đến các ứng dụng phần mềm đặc thù, điều này đòi hỏi sự linh hoạt và khả năng tùy biến cao.

7. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã trình bày một giải pháp xây dựng phòng máy ảo trên nền tảng điện toán đám mây, kết hợp công nghệ Virtual Desktop Infrastructure (VDI), Desktop-as-a-Service (DaaS), và sử dụng máy tính nhúng Jetson Nano làm thiết bị đầu cuối. Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình đề xuất mang lại nhiều lợi ích vượt trội so với phòng máy truyền thống, bao gồm tiết kiệm đáng kể điện năng tiêu thụ, tạo môi trường làm việc thoải mái hơn và góp phần bảo vệ môi trường. Giải pháp này không chỉ đáp ứng nhu cầu chuyển đổi số trong lĩnh vực giáo dục mà còn hướng tới mục tiêu phát triển xanh và bền vững. Trong tương lai, cần tiếp tục nghiên cứu và phát triển các giải pháp tối ưu hóa hơn nữa, nhằm nâng cao hiệu quả và mở rộng phạm vi ứng dụng của mô hình phòng máy ảo trên nền tảng điện toán đám mây. Đồng thời, việc nâng cao nhận thức và thúc đẩy sự hợp tác giữa các cơ sở giáo dục, doanh nghiệp và cơ quan quản lý là rất cần thiết để đẩy mạnh quá trình chuyển đổi số và phát triển bền vững trong lĩnh vực giáo dục nói riêng và xã hội nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “Công văn 1145/BTTTT-CATTT 2020 tiêu chí chỉ tiêu kỹ thuật đánh giá Chính phủ điện tử.” Accessed: Aug. 20, 2024. [Online]. Available: <https://thuvienphapluat.vn/cong-van/Cong-nghe-thong-tin/Cong-van-1145-BTTTT-CATTT-2020-tieu-chi-chi-tieu-ky-thuat-danh-gia-Chinh-phu-dien-tu-439232.aspx>
- [2] J. Blakley *et al.*, “Deploying Edge-based Virtual Desktop Infrastructure,” 2023.
- [3] “Cloud Computing: A Survey on Cloud Simulation Tools.” Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/321348087_Cloud_Computing_A_Survey_on_Cloud_Simulation_Tools
- [4] O. S. Holovnia and V. P. Oleksiuk, “Selecting cloud computing software for a virtual online laboratory supporting the Operating Systems course,” 2022, Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org>
- [5] C. Xu and C. Song, “Optimization of Innovation and Entrepreneurship Education and Training System in Colleges and Universities Based on OpenStack Cloud Computing,” *Sci Program*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/2868499.
- [6] C. Xu and C. Song, “Optimization of Innovation and Entrepreneurship Education and Training System in Colleges and Universities Based on OpenStack Cloud Computing,” *Sci Program*, vol. 2022, no. 1, p. 2868499, Jan. 2022, doi: 10.1155/2022/2868499.
- [7] “Greenpeace Report: Guide to Greener Electronics 2017 - Greenpeace USA.” Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.greenpeace.org/usa/reports/greener-electronics-2017/>
- [8] “Cloud computing service models: A comparative study | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.” Accessed: Aug. 15, 2024. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7724392>
- [9] J. Surbiryala and C. Rong, “Cloud computing: History and overview,” *Proceedings - 2019 3rd IEEE International Conference on Cloud and Fog Computing Technologies and Applications, Cloud Summit 2019*, pp. 1–7, Aug. 2019, doi: 10.1109/CLOUDSUMMIT47114.2019.00007.
- [10] H. Shukur, S. Zeebaree, R. Zebari, D. Zeebaree, O. Ahmed, and A. Salih, “Cloud Computing Virtualization of Resources Allocation for Distributed Systems,” *Journal of Applied Science and Technology Trends*, vol. 1, no. 2, pp. 98–105, Jun. 2020, doi: 10.38094/JASTT1331.
- [11] “Open Source Solution for Cloud Computing Platform Using OpenStack.” Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/263581733_Open_Source_Solution_for_Cloud_Computing_Platform_Using_OpenStack
- [12] “Open Source Cloud Computing Infrastructure - OpenStack,” 2023. [Online]. Available: <https://www.openstack.org/>

- [13] A. Rahman Alzoubaidi, M. Alzoubaidi, I. Abu Mahfouz, T. Alkhamis, F. Fuad Salim AL-Asali, and M. Alzoubaidi, "VIRTUAL DESKTOP INFRASTRUCTURE IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION: AN APPLICATION OF HOME AND MOBILE COMPUTING ENVIRONMENT," *Azerbaijan Journal of High Performance Computing*, vol. 4, no. 1, pp. 29–38, Jun. 2021, doi: 10.32010/26166127.2021.4.1.29.38.
- [14] F. Li, T. Guo, X. Li, J. Wang, Y. Xia, and Y. Ma, "Transportation of Service Enhancement Based on Virtualization Cloud Desktop," *Electronics (Switzerland)*, vol. 12, no. 7, Apr. 2023, doi: 10.3390/ELECTRONICS12071572.
- [15] S. Kanetkar and H. Shahnasser, "Virtual screen for cloud thin clients," *2012 2nd International Conference on Digital Information Processing and Communications, ICDIPC 2012*, pp. 102–107, 2012, doi: 10.1109/ICDIPC.2012.6257275.
- [16] A. authours, "FoG and Cloud Computing with Jetson Nano," pp. 123–166, 2023, doi: 10.1007/978-981-19-9466-1_5.
- [17] "Hệ số phát thải lưới điện Việt Nam 2022 | Văn bản pháp luật | Cục Biến đổi khí hậu." Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: <http://www.dcc.gov.vn/van-ban-phap-luat/1110/He-so-phat-thai-luoi-dien-Viet-Nam-2022.html>
- [18] "Giải pháp để phát triển điện mặt trời áp mái tại Việt Nam." Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: <https://nsti.vista.gov.vn/publication/view/giai-phap-de-phat-trien-dien-mat-troi-ap-mai-tai-viet-nam-352252.html>