

GIẢI PHÁP QUẢN LÝ CÂY XANH BẰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS): ỨNG DỤNG TRONG KHUÔN VIÊN TRƯỜNG ĐẠI HỌC

Hoàng Văn Hùng¹, Trịnh Thị Phú¹, Lê Đức Thọ¹, Nguyễn Thu Hương²

TÓM TẮT

Bài báo trình bày giải pháp ứng dụng Hệ thống Thông tin Địa lý (Geographic Information System - GIS) trong quản lý cây xanh tại khuôn viên các trường đại học, minh họa qua trường hợp nghiên cứu tại Trường Đại học Hồng Đức. GIS cho phép định vị, lưu trữ và phân tích dữ liệu cây xanh một cách trực quan, giúp nâng cao hiệu quả công tác quản lý, bảo dưỡng và quy hoạch cảnh quan. Hệ thống GIS góp phần chuyển đổi từ phương pháp quản lý thủ công sang mô hình số hóa, hướng tới mục tiêu phát triển khuôn viên xanh - thông minh - bền vững.

Từ khóa: GIS, quản lý cây xanh, bản đồ số, khuôn viên đại học, Trường Đại học Hồng Đức.

DOI: <https://doi.org/10.70117/hdujs.84.2.2026.1097>

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh chuyển đổi số giáo dục đại học, việc quản lý cơ sở vật chất, đặc biệt là không gian xanh trong khuôn viên trường, ngày càng được chú trọng. Cây xanh không chỉ tạo cảnh quan mà còn góp phần điều hòa vi khí hậu, giảm ô nhiễm và nâng cao chất lượng học tập, đời sống tinh thần của sinh viên. Theo báo cáo của UNESCO (2022), tỷ lệ không gian xanh trong các cơ sở giáo dục có mối liên hệ chặt chẽ với mức độ hài lòng và hiệu quả học tập của người học.

Tại Việt Nam, nhiều trường đại học có khuôn viên rộng với số lượng cây xanh lớn. Tuy nhiên, công tác quản lý cây xanh vẫn chủ yếu thực hiện thủ công thông qua hồ sơ giấy hoặc bảng tính rời rạc, dẫn đến dữ liệu thiếu đồng bộ, khó xác định vị trí từng cây và khó lập kế hoạch bảo dưỡng hoặc trồng mới.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) cho phép thu thập, lưu trữ, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian dưới dạng bản đồ số [1]. Bằng cách kết nối thông tin vị trí với dữ liệu thuộc tính như loài cây, tình trạng sinh trưởng và lịch sử chăm sóc, GIS hỗ trợ hiệu quả việc giám sát, quy hoạch và quản lý cây xanh.

Tại Trường Đại học Hồng Đức, với khuôn viên rộng 47,8 ha và số lượng cây xanh lớn, nhà trường đã triển khai hệ thống GIS từ năm 2024 nhằm số hóa dữ liệu và xây dựng bản đồ cây xanh trực tuyến phục vụ quản lý và quy hoạch. Bài báo trình bày giải pháp triển khai hệ thống này và đánh giá hiệu quả ứng dụng trong thực tế.

¹ Khoa Kỹ thuật, Công nghệ và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức; Email: hoangvanhung@hdu.edu.vn

² Bộ môn Khoa học cơ bản, Trường Cao đẳng Y tế Thanh Hóa

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

2.1. Khái niệm về GIS

GIS là hệ thống tích hợp giữa phần cứng, phần mềm, dữ liệu không gian, quy trình và con người nhằm thu thập, quản lý, phân tích và hiển thị thông tin địa lý phục vụ việc ra quyết định. Theo định nghĩa của ESRI (Environmental Systems Research Institute), GIS là “một hệ thống được thiết kế để thu thập, lưu trữ, kiểm tra và hiển thị dữ liệu có liên quan đến vị trí trên bề mặt Trái Đất”.

Một hệ thống GIS điển hình gồm bốn thành phần chính:

- Phần cứng (Hardware): máy tính, máy chủ, thiết bị GPS, UAV và các thiết bị thu thập dữ liệu không gian.
- Phần mềm (Software): các công cụ xử lý và phân tích dữ liệu không gian như ArcGIS, QGIS, MapInfo hoặc GeoServer.
- Dữ liệu (Data): bao gồm dữ liệu không gian (bản đồ, tọa độ, lớp nền địa lý) và dữ liệu thuộc tính (tên cây, loài, tuổi, tình trạng sinh trưởng, năm trồng...).
- Con người và quy trình (People & Methods): đội ngũ thu thập, cập nhật và khai thác dữ liệu cùng các quy trình đảm bảo tính chính xác và nhất quán của hệ thống.



Hình 1. Sơ đồ kiến trúc tổng thể của hệ thống GIS

GIS cho phép liên kết dữ liệu không gian với thông tin thuộc tính, giúp mỗi đối tượng trên bản đồ đi kèm các thông tin mô tả chi tiết. Trong quản lý cây xanh, GIS hỗ trợ định vị cây bằng tọa độ GPS, lưu trữ các thông tin như loài, kích thước, tình trạng sinh trưởng và lịch sử chăm sóc, đồng thời trực quan hóa dữ liệu trên bản đồ số hoặc bản đồ 3D. Nhờ đó, người quản lý có thể dễ dàng quan sát mật độ cây, phân tích dữ liệu và đưa ra quyết định về quy hoạch trồng mới, tính toán tỷ lệ che phủ hoặc lập kế hoạch bảo trì.

Bên cạnh đó, GIS có khả năng tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn như ảnh vệ tinh, drone, cảm biến IoT và bản đồ quy hoạch. Hệ thống thường được kết hợp với các công nghệ như GPS, viễn thám (RS) và trí tuệ nhân tạo (AI) nhằm nâng cao hiệu quả giám sát, phân tích và dự báo sinh trưởng của cây xanh.

2.2. Các nghiên cứu liên quan

Trong hai thập niên gần đây, GIS được ứng dụng rộng rãi trong quản lý tài nguyên môi trường và quy hoạch đô thị. Nhiều nghiên cứu cho thấy GIS là công cụ hiệu quả trong việc lập bản đồ, phân tích và theo dõi các yếu tố môi trường, bao gồm hệ thống cây xanh đô thị.

Một số công trình đã sử dụng dữ liệu thực địa từ nhiều thành phố tại Hoa Kỳ kết hợp với viễn thám và GIS để ước tính lượng carbon mà cây xanh đô thị lưu trữ và hấp thụ hàng năm [2]. Kết quả cho thấy rừng đô thị có giá trị kinh tế lớn và đóng vai trò quan trọng trong giảm phát thải CO₂. Tại Singapore, GIS còn được tích hợp với hệ thống cảm biến để theo dõi nhiệt độ và độ ẩm tại các công viên, hỗ trợ cải thiện vi khí hậu.

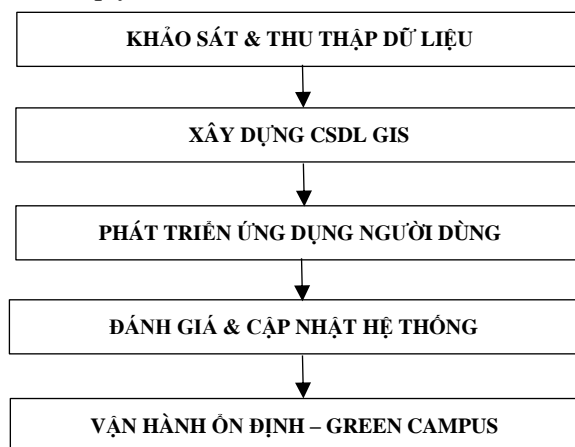
Ở châu Á, nhiều nghiên cứu tại Malaysia và Hàn Quốc đã kết hợp GIS với ảnh vệ tinh để phân tích sự biến đổi thảm thực vật theo thời gian, cho thấy tiềm năng chuyển đổi quản lý cây xanh sang hướng dựa trên dữ liệu số và trực quan hóa [3], [4].

Tại Việt Nam, GIS chủ yếu được ứng dụng trong quản lý tài nguyên thiên nhiên, quy hoạch đô thị và hạ tầng kỹ thuật như đất đai, rừng, nguồn nước và giao thông [5]. Tuy nhiên, việc ứng dụng GIS trong quản lý cây xanh tại các trường đại học vẫn còn hạn chế, chủ yếu mới dừng ở lập bản đồ hiện trạng. Do đó, việc triển khai GIS tại Trường Đại học Hồng Đức có ý nghĩa trong nâng cao hiệu quả quản lý và thúc đẩy chuyển đổi số trong giáo dục.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Quy trình triển khai hệ thống GIS quản lý cây xanh

Để xây dựng hệ thống GIS phục vụ quản lý cây xanh trong khuôn viên Trường Đại học Hồng Đức, nhóm nghiên cứu triển khai quy trình gồm bốn giai đoạn chính: khảo sát thực địa, thiết kế cơ sở dữ liệu, phát triển ứng dụng và đánh giá vận hành trước khi đưa hệ thống vào sử dụng. Sơ đồ quy trình được minh họa ở hình sau:



Hình 2. Sơ đồ quy trình xây dựng và vận hành hệ thống

Bước 1. Khảo sát và thu thập dữ liệu thực địa

Nhóm nghiên cứu khảo sát cây xanh trong khuôn viên trường, ghi nhận tọa độ bằng thiết bị GPS hoặc ứng dụng di động. Các thông tin như loài cây, kích thước, tình trạng sinh trưởng, năm trồng và ghi chú đặc biệt được thu thập và lưu trữ tạm thời dưới dạng bảng dữ liệu.

Bước 2. Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS

Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm ArcGIS Pro và QGIS để xây dựng cơ sở dữ liệu không gian. Mỗi cây được biểu diễn dưới dạng điểm trên bản đồ, kèm bảng thuộc tính và các lớp dữ liệu nền như ranh giới khuôn viên, đường nội bộ và khu chức năng.

Bước 3. Phát triển giao diện và ứng dụng người dùng

Hệ thống được tích hợp vào bản đồ số tương tác cho phép tìm kiếm, hiển thị thông tin và thống kê cây xanh theo khu vực hoặc tình trạng. Người dùng cũng có thể cập nhật dữ liệu trực tiếp trên bản đồ.

Bước 4. Đánh giá và cập nhật hệ thống

Hệ thống được đánh giá qua độ chính xác dữ liệu, tính ổn định và mức độ hài lòng của người dùng. Dữ liệu được kiểm tra và cập nhật định kỳ để đảm bảo phản ánh đúng hiện trạng cây xanh.

Quy trình này giúp xây dựng hệ thống quản lý cây xanh hiệu quả, góp phần hướng tới mô hình “Trường đại học xanh” (Green Campus).

3.2. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là hệ thống cây xanh trong khuôn viên Trường Đại học Hồng Đức, tọa lạc tại thành phố Thanh Hóa, với diện tích 47,8 ha, trong đó cơ sở chính 38,4 ha. Hệ thống cây xanh bao gồm hơn 2.000 cây thuộc nhiều loài khác nhau xà cừ, vối, đa, cau vua, bằng lăng, sao đen, lộc vừng, giáng hương, ngọc lan, phượng, xoài, vải,... Các cây được phân bố chủ yếu dọc theo các tuyến đường nội bộ, khu vực sân trường, công viên nhỏ, và không gian quanh các tòa nhà chức năng.



Hình 3: Sơ đồ phân khu số hóa cây xanh – trường Đại học Hồng Đức

Phạm vi nghiên cứu tập trung xây dựng và thử nghiệm hệ thống GIS phục vụ quản lý, giám sát và bảo trì cây xanh, chưa tích hợp cảm biến IoT hay tự động hóa. Tuy nhiên, hệ thống được thiết kế mở, có thể mở rộng kết nối với các nguồn dữ liệu khác trong tương lai.

Kết quả nghiên cứu hướng tới xây dựng nền tảng dữ liệu giúp bộ phận quản lý dễ dàng theo dõi, cập nhật và đưa ra quyết định về bảo dưỡng, trồng mới hoặc thay thế cây xanh, đồng thời góp phần nâng cao nhận thức về bảo vệ môi trường và phát triển bền vững trong nhà trường.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Cơ sở dữ liệu GIS cho hệ thống cây xanh khuôn viên

Sau quá trình khảo sát thực địa và xử lý dữ liệu, nhóm nghiên cứu đã xây dựng thành công cơ sở dữ liệu GIS hoàn chỉnh cho hệ thống cây xanh trong khuôn viên Trường Đại học Hồng Đức. Cơ sở dữ liệu bao gồm toàn bộ hơn 2.000 cây được gán mã định danh (ID) riêng, có tọa độ GPS chính xác, ảnh chụp hiện trạng và thông tin mô tả chi tiết với các trường dữ liệu cụ thể như bảng dữ liệu cây xanh như sau:

STT	Tên thuộc tính	Tên trường (MongoDB)	Kiểu dữ liệu	Mô tả
1	Mã cây xanh	_id	ObjectId	Khóa chính, định danh duy nhất cho mỗi cây
2	Tên cây xanh	ten_cay	String	Tên gọi hoặc tên khoa học của cây
3	Loại cây xanh	loai_cay_id	ObjectId	Tham chiếu đến bảng loại cây xanh
4	Khu vực trồng	khu_vuc_id	ObjectId	Tham chiếu đến khu vực quản lý
5	Vĩ độ	vi_do	Number	Tọa độ vĩ độ của cây
6	Kinh độ	kinh_do	Number	Tọa độ kinh độ của cây
7	Hình ảnh cây	hinh_anh	Array<String>	Danh sách ảnh minh họa cây
8	Mô tả cây	mo_ta	String	Thông tin mô tả đặc điểm cây
9	Tình trạng hiện tại	ting_trang	String	Trạng thái sinh trưởng hiện tại của cây
10	Chiều cao cây	chieu_cao	Number	Chiều cao cây (mét)
11	Đường kính thân	duong_kinh_than	Number	Đường kính thân cây (cm)
12	Mức độ sâu bệnh	sau_benh	String	Đánh giá mức độ sâu bệnh
13	Mức độ khẩn cấp	muc_do_khan_cap	String	Mức độ ưu tiên xử lý
14	Ngày trồng	ngay_trong	Date	Thời điểm trồng cây
15	Thời gian cập nhật	ngay_cap_nhat	Date	Lần cập nhật thông tin gần nhất
16	Người cập nhật	nguoai_cap_nhat_id	ObjectId	Người thực hiện cập nhật
17	Trạng thái tồn tại	trang_thai	String	Còn tồn tại / di dời / chặt bỏ
18	Ghi chú	ghi_chu	String	Thông tin bổ sung

Hình 4. Bảng dữ liệu cây xanh

Mỗi cây trong hệ thống được biểu diễn dưới dạng đối tượng điểm trên bản đồ, liên kết với bảng thuộc tính gồm các thông tin như mã cây, loài, khu vực trồng, tình trạng sức khỏe, ngày trồng và kích thước. Hình ảnh cây được lưu thông qua liên kết URL để thuận tiện tra cứu.

Trên nền tảng ArcGIS Online và QGIS Web Client, bản đồ cây xanh được hiển thị trực quan, cho phép phóng to, lọc theo khu vực hoặc loại cây và truy cập qua trình duyệt web hoặc thiết bị di động. Hệ thống cũng hỗ trợ định vị GPS để phục vụ kiểm tra thực địa.

Ngoài lưu trữ dữ liệu, hệ thống cho phép cập nhật trực tiếp trên bản đồ khi cây được trồng mới hoặc loại bỏ, đồng thời ghi lại lịch sử thay đổi để đảm bảo khả năng theo dõi và quản lý dữ liệu.

4.2. Tính năng và lợi ích chính của hệ thống

Hệ thống GIS quản lý cây xanh hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý, giám sát và ra quyết định với các chức năng chính:

(1) *Cập nhật thời gian thực*: Người dùng có thể cập nhật tình trạng cây trực tiếp tại hiện trường thông qua ứng dụng web hoặc di động; dữ liệu được đồng bộ ngay lên hệ thống, đảm bảo thông tin chính xác.

(2) *Lên lịch bảo dưỡng*: Hệ thống hỗ trợ nhắc lịch chăm sóc định kỳ như cắt tỉa hoặc bón phân, giúp quản lý cây xanh khoa học và tránh bỏ sót công việc.

(3) *Phân tích và thống kê dữ liệu*: GIS cho phép thống kê số lượng cây theo khu vực, đánh giá mật độ phủ xanh và tổng hợp tình trạng cây, hỗ trợ quy hoạch và giám sát môi trường.

(4) *Hỗ trợ ra quyết định*: Thông tin bản đồ trực quan giúp nhà quản lý dễ dàng lập kế hoạch trồng mới, di dời hoặc thay thế cây khi cần thiết.

(5) *Hỗ trợ đào tạo và nghiên cứu*: Hệ thống cũng được sử dụng làm nguồn dữ liệu thực tế cho sinh viên trong các hoạt động học tập và nghiên cứu về GIS và môi trường.

Nhìn chung, hệ thống góp phần nâng cao hiệu quả quản lý cây xanh và thúc đẩy ứng dụng công nghệ số trong xây dựng mô hình trường đại học xanh.

4.3. Kết quả thực nghiệm và đánh giá định lượng tại Trường Đại học Hồng Đức

Hệ thống GIS quản lý cây xanh được thử nghiệm trong 6 tháng (3–9/2025) tại Trường Đại học Hồng Đức. Hiệu quả được đánh giá bằng cách so sánh giữa phương pháp quản lý truyền thống (kiểm kê thủ công kết hợp Excel) và phương pháp sử dụng GIS, dựa trên các tiêu chí như thời gian kiểm kê, độ chính xác vị trí và hiệu quả báo cáo. Dữ liệu được thu thập từ 20 cán bộ và sinh viên tham gia quản lý và khai thác hệ thống.

Kết quả cho thấy thời gian kiểm kê giảm khoảng 60%, từ 21–28 ngày xuống còn 7–10 ngày mỗi kỳ. Nhờ sử dụng GPS, độ chính xác vị trí cây đạt khoảng 95%, cao hơn đáng kể so với phương pháp thủ công. Ngoài ra, hệ thống cho phép tự động tổng hợp và xuất báo cáo, giúp giảm thời gian xử lý và tăng tính nhất quán dữ liệu. Các thay đổi như trồng mới, chặt bỏ hoặc thay thế cây cũng được cập nhật theo thời gian thực, nâng cao tính minh bạch trong quản lý.

Khảo sát người dùng cho thấy 90% đánh giá hệ thống dễ sử dụng, 85% nhận thấy việc tra cứu và cập nhật thuận tiện hơn, và 80% đề xuất mở rộng triển khai trong toàn bộ khuôn viên nhà trường.

Các kết quả được thể hiện cụ thể theo bảng tổng hợp kết quả đánh giá định lượng như sau:

Tiêu chí đánh giá	Phương pháp truyền thống	Hệ thống GIS đề xuất	Chỉ số so sánh / Mức cải thiện	Phương pháp thu thập số liệu
Thời gian kiểm kê cây xanh (ngày/kỳ)	21 – 28 ngày (TB \approx 24,5 ngày)	7 – 10 ngày (TB \approx 8,5 ngày)	Giảm \sim 60% thời gian kiểm kê	So sánh 3 kỳ kiểm kê trước và sau triển khai
Độ chính xác vị trí cây xanh	Ước lượng thủ công, sai lệch lớn	Định vị GPS, sai số nhỏ	Độ chính xác đạt \sim 95%	Đối chiếu tọa độ GPS và thực địa
Thời gian tổng hợp báo cáo	Thực hiện thủ công, tốn nhiều công sức	Tự động xuất Excel/PDF	Giảm đáng kể thời gian và công sức	Ghi nhận thời gian thực hiện báo cáo
Mức độ đồng bộ dữ liệu	Phân tán, dễ trùng lặp	Tập trung, cập nhật thời gian thực	Tăng tính đồng bộ và nhất quán	Kiểm tra nhật ký cập nhật hệ thống
Khả năng theo dõi lịch sử cây	Ghi chép rời rạc	Lưu trữ đầy đủ theo thời gian	Nâng cao khả năng phân tích	Phân tích dữ liệu trong MongoDB
Mức độ hài lòng người dùng	Chưa đánh giá	Cao	90% dễ sử dụng; 85% thuận tiện	Khảo sát 20 cán bộ & sinh viên
Khả năng mở rộng và ứng dụng	Hạn chế	Cao	80% đề xuất mở rộng phạm vi triển khai	Phiếu khảo sát người dùng

Từ các kết quả đánh giá định lượng và khảo sát người dùng, có thể khẳng định rằng hệ thống quản lý cây xanh ứng dụng công nghệ GIS đã mang lại hiệu quả rõ rệt trong công tác quản lý và bảo trì cây xanh tại Trường Đại học Hồng Đức. Kết quả thực nghiệm không chỉ chứng minh ưu thế của hệ thống so với phương pháp quản lý truyền thống, mà còn khẳng định tính khả thi và bền vững của mô hình “Quản lý không gian xanh bằng công nghệ số” trong môi trường cơ sở giáo dục.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng hệ thống GIS phục vụ quản lý cây xanh trong khuôn viên Trường Đại học Hồng Đức. Việc ứng dụng GIS giúp số hóa dữ liệu và hiển thị trực quan các vị trí cây trên bản đồ số, thay thế phương thức quản lý thủ công trước đây. Hệ thống cho phép định vị từng cá thể cây và lưu trữ các thông tin quan trọng như loài cây, tình trạng sinh trưởng, lịch sử chăm sóc và hình ảnh thực tế. Giao diện bản đồ tương tác giúp người quản lý dễ dàng tra cứu, cập nhật và theo dõi dữ liệu cây xanh một cách thuận tiện.

Các chức năng như cập nhật dữ liệu, nhắc lịch bảo dưỡng và phân tích dữ liệu không gian đã hỗ trợ hiệu quả cho việc lập kế hoạch chăm sóc và quy hoạch cảnh quan. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống giúp giảm đáng kể thời gian kiểm kê và cập nhật dữ liệu, đồng thời nâng cao tính chính xác và đồng bộ trong quản lý. Bên cạnh đó, cơ sở dữ liệu GIS còn có thể được khai thác phục vụ cho hoạt động giảng dạy và nghiên cứu trong nhà trường.

Trong tương lai, hệ thống có thể tiếp tục được mở rộng bằng việc phát triển ứng dụng di động, tích hợp cảm biến IoT để theo dõi môi trường cây xanh và kết nối với các hệ thống quản lý khác trong mô hình khuôn viên thông minh. Nhìn chung, hệ thống quản lý cây xanh dựa trên GIS là một giải pháp hiệu quả, góp phần hiện đại hóa công tác quản lý cảnh quan và hướng tới xây dựng khuôn viên đại học xanh, thông minh và bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W. (2015), *Geographic Information Systems and Science*, Wiley.
- [2] Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., Lapoint, E. (2013), *Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States*, *Environmental Pollution*, 178, pp.229-236
- [3] Nguyễn Văn Lâm (2021), *Ứng dụng GIS trong quản lý cây xanh đô thị*, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng*, 15(3) 45-52.
- [4] Esri. (2024), *Introduction to Tree Management*, ArcGIS Solutions. doc.arcgis.com
- [5] Trần Thị Lan (2023), *Quản lý không gian xanh hướng tới đô thị bền vững*, *Tạp chí Quy hoạch Đô thị Việt Nam*, 27(2) 30-38.

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) TECHNOLOGY IN MANAGING GREEN SPACES WITHIN UNIVERSITY CAMPUSES

Hoang Van Hung, Trinh Thi Phu, Le Duc Tho, Nguyen Thu Huong

ABSTRACT

This paper presents the application of Geographic Information System (GIS) technology in managing green spaces within university campuses, illustrated by a case study at Hong Duc University. GIS enables spatial mapping, data storage, and visual analysis of trees, thereby improving efficiency in monitoring, maintenance, and landscape planning. The proposed solution contributes to the digital transformation of environmental management toward a sustainable and smart campus model.

Keywords: GIS, green space management, digital mapping, Hong Duc University.

* Ngày nộp bài: 06/01/2026; Ngày gửi phản biện: 10/01/2026; Ngày duyệt đăng: 28/02/2026

* Bài báo là kết quả nghiên cứu từ đề tài NCKH cấp sơ sở (mã số ĐT-2024-20) của Trường Đại học Hồng Đức.