

XÂY DỰNG

TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ CỦA BỘ XÂY DỰNG
JOURNAL OF CONSTRUCTION

TẠP CHÍ XÂY DỰNG - eISSN 3030-4482

Nghiên cứu ứng dụng AI Agent trong thiết kế với mô hình thông tin công trình

Research on the application of AI Agents in design with building information modeling

➤ **TS Bùi Công Độ**

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: buicongdo@utc.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Chuyên mục: Khoa học công nghệ

Ngày nhận bài: 08/4/2026

Ngày sửa bài: 20/4/2026

Ngày chấp nhận đăng: 26/4/2026

Ngày xuất bản Online: 05/5/2026

Tác giả liên hệ:

Email: buicongdo@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Áp dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong các dự án xây dựng có tiềm năng rất lớn nhằm tăng năng suất, hiệu quả lao động trong bối cảnh việc triển khai BIM ngày càng mạnh mẽ song hành với sự phát triển bùng nổ của AI thời gian gần đây. Bài báo này tập trung vào việc ứng dụng AI Agent (tác tử AI) như một trợ lý hỗ trợ tự động hóa quá trình thiết kế trên mô hình BIM. Cụ thể, nội dung nghiên cứu trình bày cách thức đơn giản và khả thi để người dùng có thể sử dụng trợ lý AI trong các thao tác nhằm xây dựng hoặc tương tác với mô hình BIM thông qua việc kết nối với phần mềm/công cụ BIM bằng giao thức ngữ cảnh mô hình (MCP).

Các ý tưởng, định hướng và yêu cầu của kỹ sư thiết kế có thể đóng gói thành các kỹ năng để hướng dẫn và tích hợp vào trợ lý AI để thực hiện các chuỗi nghiệp vụ một cách hiệu quả. Kết quả của các thử nghiệm ví dụ cho thấy việc áp dụng AI Agent trong BIM ở giai đoạn thiết kế là hoàn toàn khả thi, có tính linh hoạt, khả năng tái sử dụng và giúp tiết kiệm nhiều thời gian và công sức cho các kỹ sư nội nghiệp.

Từ khoá: Mô hình thông tin công trình (BIM), trí tuệ nhân tạo (AI), công cụ BIM, tác tử AI, giao thức ngữ cảnh mô hình (MCP).

ABSTRACT

The application of Artificial Intelligence (AI) in construction projects can potentially enhance productivity and labor efficiency, particularly with the growing adoption of BIM and the recent surge in AI development. This paper focuses on the application of AI agents as assistants to automate design workflows on BIM models. Specifically, the research presents a straightforward and feasible approach for users to employ AI assistants to create or interact with BIM models by connecting to BIM software/tools via the Model Context Protocol (MCP).

The ideas, directives, and requirements of designers can be encapsulated as 'skills' to guide and integrate with AI assistants for the effective execution of professional sequences. The results of attempting examples demonstrate that deploying AI agents within BIM during the design phase is feasible, flexible, and reusable, significantly reducing the time and effort required of in-office engineers.

Keywords: Building information modeling (BIM), artificial intelligence (AI), BIM tools, AI Agent, model context protocol (MCP).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang diễn ra mạnh mẽ hiện nay trên thế giới. Các đột phá trong nghiên cứu và kỹ thuật về trí tuệ nhân tạo (AI) như mạng đối nghịch tạo sinh (GANs [1]), kiến trúc transformer và self-Attention [2,3], retrieval-Augmented generation (RAG [4]), cơ sở dữ liệu vector [5,6], giao thức MCP [7], đã làm nền tảng cho việc đưa các thành tựu về AI đến với thế giới thực - nơi mà AI không những có khả năng dự báo và tạo sinh kết quả mà còn có khả năng phân tích, lập luận, lập kế hoạch và thực hiện các bước công việc để giải quyết vấn đề mà người dùng đặt ra. Kết quả là, AI không còn mang tính lãnh địa trong các phòng nghiên cứu hay các thuật toán mang tính chuyên gia mà đã cho phép những người dùng bình thường nhất có thể sử dụng để phục vụ những công việc hằng ngày.

Trong ngành Xây dựng tại Việt Nam hiện nay, việc triển khai BIM trong các dự án đã và đang diễn ra mạnh mẽ và trở thành một xu hướng bắt buộc [8,9] kèm theo những yêu cầu ngày càng cao về tính hiệu quả, bền vững. Tuy nhiên quá trình thực hiện dự án với mô hình BIM có nhiều sự khác biệt rõ ràng so với quy trình truyền thống và đòi hỏi những nghiệp vụ tương đối chuyên biệt. Một trong những khó khăn cơ bản có thể nhận thấy là các thao tác xây dựng, tương tác với mô hình BIM không chỉ yêu cầu khả năng chuyên môn mà còn liên quan đến kỹ năng sử dụng với các công cụ BIM của người dùng. Thực tế cho thấy, trong giai đoạn thiết kế, việc xây dựng mô hình BIM thường chiếm rất nhiều thời gian và công sức của các kỹ sư nội nghiệp.

Trước đây, để tăng cường khả năng tự động hóa xây dựng mô hình BIM, các đơn vị phải sử dụng các công cụ mở rộng (AddIns) cho các phần mềm BIM. Những công cụ này chỉ đáp ứng được một số nhu cầu nhất định và cần được phát triển với các đòi hỏi nhất định về kỹ năng công nghệ thông tin [10]. Việc ứng dụng AI trong quá trình thiết kế có thể là một giải pháp hữu hiệu cho vấn đề này [11].

Cụ thể hơn, sự phát triển của mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) kết hợp AI Agent (tạm dịch: Tác tử AI) sẽ tạo tiền đề đẩy mạnh tự động hóa các công việc nội nghiệp với mô hình BIM thông qua các trợ lý AI. Các ý tưởng và yêu cầu của kỹ sư có thể được chuyển cho các công cụ BIM một cách linh hoạt, có tính mở rộng thông qua các logic được diễn tả bằng ngôn ngữ tự nhiên thay vì mã lập trình kết nối bằng API (giao diện lập trình ứng dụng). Điều này cho phép tăng cường hiệu quả của công tác thiết kế, qua đó, các kỹ sư có nhiều thời gian hơn tập trung vào vấn đề sáng tạo chuyên môn, tối ưu phương án thiết kế. Đây là giải pháp cực kỳ có ý nghĩa trước thực trạng chậm tăng năng suất của ngành Xây dựng hơn hai thập kỷ qua cũng như tình trạng thiếu hụt lao động trong ngành đã trở thành vấn đề ngày càng gay gắt [12,13].

Trên cơ sở đó, bài báo này tập trung nghiên cứu và trình bày giải pháp áp dụng Agentic AI trong việc hỗ trợ thiết kế với mô hình BIM. Thông qua triển khai một số thử nghiệm với các hạ tầng giao thông, bài báo cũng hướng tới việc kiểm chứng tính khả thi và hiệu quả của giải pháp này, góp phần khẳng định tiềm năng ứng dụng một cách phong phú và rộng rãi trong ngành.

2. CÁC GIẢI PHÁP TĂNG TÍNH TỰ ĐỘNG HÓA TRONG XÂY DỰNG MÔ HÌNH BIM

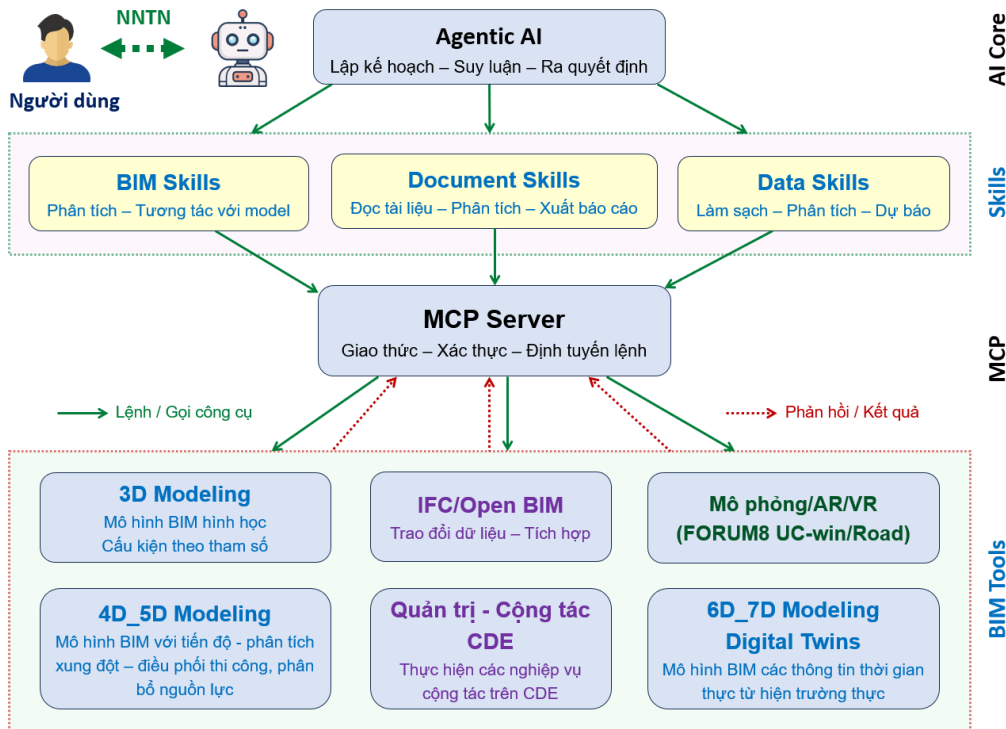
2.1. Xây dựng các tính năng mở rộng (AddIns) cho các công cụ BIM

Các phần mềm BIM như Revit, Tekla hoặc các công cụ mô phỏng công trình khác như UC-win/Road đều cho phép mở rộng các tính năng thông qua giao diện lập trình (API). Các công cụ mở rộng thường được lập trình với các ngôn ngữ phổ biến như C#, Python hay một số ngôn ngữ dạng biểu diễn khối trực quan (ví dụ Dynamo-Revit hoặc Grasshopper-Tekla). Hiện nay, với sự hỗ trợ của trợ lý AI (AI Agent), quá trình phát triển này có thể được thực hiện thông qua phương thức lập trình dạng “Vibe Coding”, nghĩa là nhà phát triển (đơn vị phụ trách công nghệ thông tin của doanh nghiệp) đưa ra các yêu cầu, mô tả mang tính hệ thống rồi trợ lý AI (ví dụ Claude Code) sẽ tự động thiết lập cấu trúc dự án, phát sinh mã lệnh cho các khối (module) chương trình tương ứng. Các quá trình kiểm thử, chỉnh sửa, đóng gói và triển khai công cụ đều có thể được hỗ trợ một cách hiệu quả từ trợ lý AI. Tuy vậy, quá trình các công cụ mở rộng được tạo ra luôn cần được theo dõi, hiệu chỉnh từ phía nhà phát triển (lập trình viên). Các kỹ năng lập trình cũng như hiểu biết về ngôn ngữ lập trình vẫn cần thiết trong trường hợp này. Hơn nữa, các công cụ này chỉ hướng tới tự động hóa một hoặc một nhóm công việc cụ thể.

2.2. Giải pháp trợ lý AI tương tác với các công cụ BIM qua giao thức MCP

Giao thức MCP (Model Context Protocol - tạm dịch: Giao thức ngữ cảnh mô hình) là một tiêu chuẩn mã nguồn mở được Anthropic đề xuất vào tháng 11/2024 [7]. Giao thức này đã tiêu chuẩn hóa cách AI kết nối với các hệ thống khác (hệ thống AI khác hoặc các nguồn dữ liệu và công cụ) mà không phải xây dựng lại các công cụ từ đầu. Việc MCP được chấp nhận rộng rãi và sử dụng phổ biến đã mở đường cho sự phát triển của Agentic AI - một thế hệ AI mới cho phép tạo ra các trợ lý AI không chỉ có khả năng giao tiếp với người dùng bằng ngôn ngữ tự nhiên mà còn suy luận, lập kế hoạch và thực hiện các quy trình công việc cụ thể một cách tự động. Ví dụ, trong quá trình xây dựng mô hình BIM, các chuỗi thao tác gồm nhiều bước lặp lại với công cụ BIM (Revit, Tekla, UC-win/Road...) có thể được thực hiện thông qua trợ lý AI qua các dòng nhắc (prompt) từ phía người

dùng thông thường (không cần kỹ năng lập trình). Hình 1 thể hiện quá trình tương tác người dùng - Trợ lý AI (LLM) - Các công cụ BIM thông qua giao thức MCP.

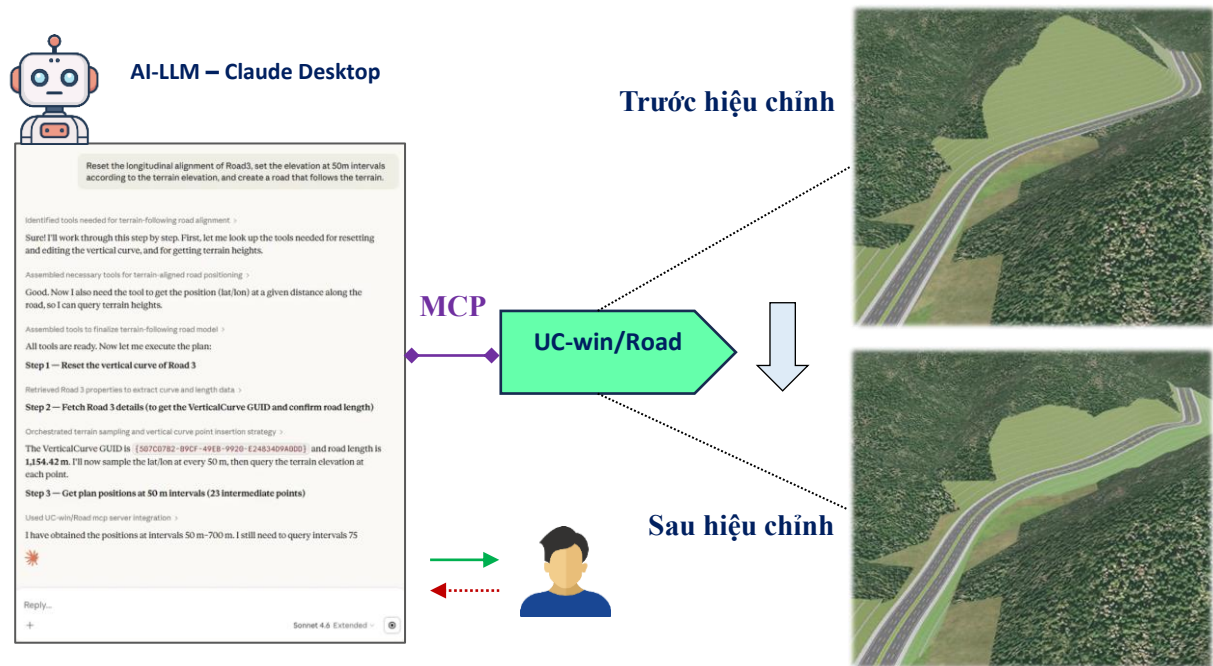


Hình 1: Giao thức MCP cho phép kết nối giữa AI Agent (LLM) với các công cụ BIM. Một điểm quan trọng về mặt lợi ích của MCP - Agentic AI mang lại là người dùng có thể đóng gói các hướng dẫn thành các kỹ năng (Skills) để chỉ dẫn trợ lý AI suy luận, tự động thực hiện chuỗi công việc một cách có định hướng, chính xác và tiết kiệm thời gian cũng như chi phí (nếu phải trả phí dịch vụ LLM). Kết quả là, người dùng có thể tạo ra một hệ thống đa tác tử (MultiAgent AI) gồm nhiều trợ lý AI trong đó mỗi trợ lý AI sẽ được trang bị một kỹ năng (hoặc một nhóm kỹ năng) để phù hợp với một công việc chuyên môn cụ thể. Ngoài ra, các kỹ năng còn có tính chia sẻ, dùng lại giữa các phòng ban cho phép nhân rộng quy mô áp dụng. Ví dụ, gói kỹ năng BIM do một phòng thiết kế trong công ty có thể được chia sẻ để các phòng ban khác sử dụng lại.

3. MỘT SỐ VÍ DỤ MINH HỌA ĐIỀN HÌNH

3.1. Giải pháp trong hiệu chỉnh tuyến đường thiết kế

Hình 2 minh họa thao tác hiệu chỉnh mô hình BIM thiết kế của một tuyến đường trên công cụ UC-win/Road (hãng FORUM8). Nếu trong trường hợp thông thường, các thao tác hiệu chỉnh trực tiếp trên phần mềm cần trải qua nhiều bước tốn thời gian. Khi sử dụng Claude Desktop kết nối với MCP server của UC-win/Road, người dùng chỉ cần đưa ra các yêu cầu cụ thể, AI Agent sẽ tiến hành suy luận, lập các bước thao tác, sau đó thực hiện kết nối và định tuyến các lệnh tương ứng để UC-win/Road thực hiện. Khi tiết kiệm được thời gian thao tác, kỹ sư sẽ có thêm thời gian cân nhắc, đánh giá các phương án và đưa ra quá trình hiệu chỉnh tối ưu. Quá trình hiệu chỉnh tối ưu có thể trải qua nhiều bước lặp và người dùng chỉ cần đưa ra các yêu cầu, mô tả cần thiết và trợ lý AI (Claude Desktop) sẽ thực hiện phân tích, lập bước và kết nối với công cụ BIM để thi hành.



Hình 2: Hiệu chỉnh thiết kế một tuyến đường thông qua prompt trên Claude Desktop, liên kết với UC-win/Road.

3.2. Giải pháp trong xây dựng mô hình cấu kiện với Revit-MCP-Server

Trong ví dụ này, một gói các kỹ năng sẽ được tạo ra và trang bị cho AI-Agent (Claude Desktop) với mục đích hỗ trợ tạo các cấu kiện dầm có tham số từ các bản vẽ phác thảo được tạo bởi kỹ sư thiết kế. Hình 3 minh họa sự hoạt động và kết quả của công việc này. Trình tự cụ thể như sau:

3.2.1. Thực hiện kết nối AI Agent với công cụ BIM thông qua MCP server

Trong ví dụ này, công cụ BIM được sử dụng là Revit, việc kết nối được thực hiện qua Revit-mcp-server.

3.2.2. Tạo gói kỹ năng (skill) nhằm tạo cấu kiện có tham số với Revit

Bản chất của quá trình này là thực hiện tạo các hướng dẫn mang tính định hướng để AI Agent suy luận và thực hiện công việc theo đúng mục đích của người sử dụng. Hướng dẫn này thường được tạo bằng 2 cách: (1) Cách 1 - người dùng tự tạo; (2) cách 2 - người dùng sử dụng công cụ AI và hướng dẫn từng bước thực hiện rồi tổng kết thành kỹ năng. Trong ví dụ này, cách 2 được sử dụng vì kỹ năng được hình thành ngay trong quá trình AI suy luận, thực hiện công việc với sự giám sát, hiệu chỉnh của người dùng. Kết quả là khi kỹ năng được đúc rút, các bước suy luận sai, hành động sai sẽ được loại bỏ, các trình tự đúng sẽ được xác nhận hoặc bổ sung, và từ đó, kỹ năng có tính gọn, đủ, định hướng và hiệu quả cao. Phương pháp này cũng giảm thời gian viết tổng hợp kỹ năng cho người dùng vì công cụ AI có thể thực hiện công việc này rất dễ dàng và đúng chuẩn.

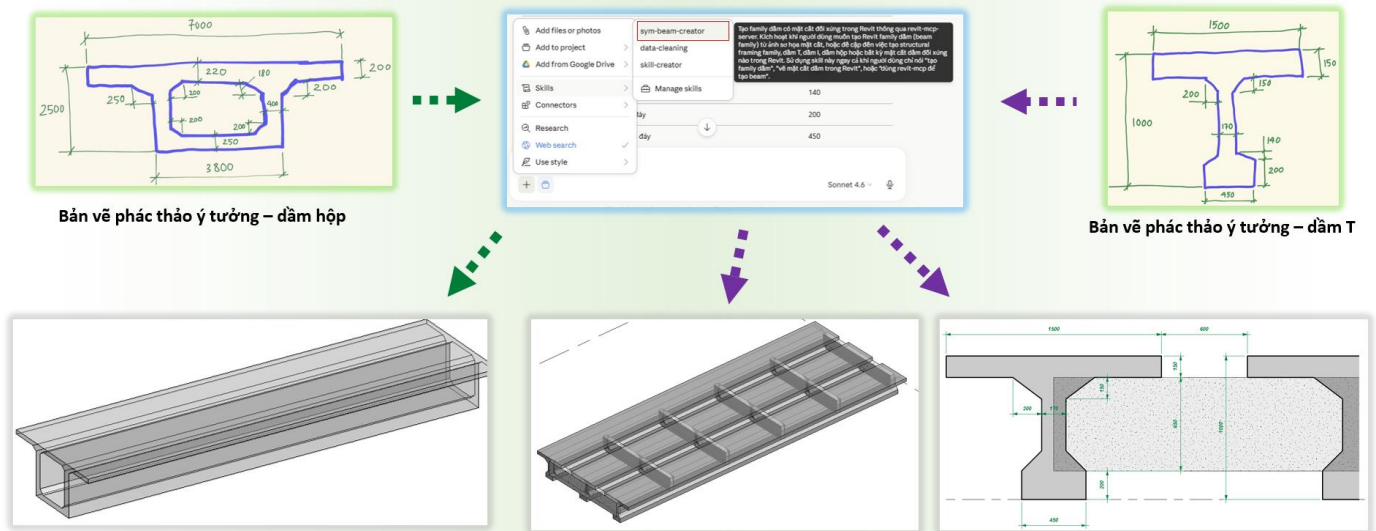
Trong ví dụ này, mặt cắt dầm bê tông cốt thép chữ I được sử dụng làm ví dụ trong quá trình hướng dẫn và thực hiện tạo gói kỹ năng.

4. GẮN KỸ NĂNG CHO AI AGENT ĐỂ THỰC HIỆN KIỂM THỬ

Quá trình kiểm thử sự hoạt động của AI Agent được thực hiện trong các phiên làm việc riêng biệt với quá trình tạo kỹ năng. Có 2 trường hợp kiểm thử được thực hiện tương ứng với mặt cắt đầm bê tông cốt thép dạng chữ T và dạng hộp Hình 3.

5. CẬP NHẬT KỸ NĂNG SAU QUÁ TRÌNH KIỂM THỬ

Trong quá trình kiểm thử sự hoạt động của AI, các kỹ năng có thể được cập nhật, nâng cấp để hoàn thiện hơn nữa.



Hình 3 sử dụng skill cho AI Agent hỗ trợ người dùng xây dựng cấu kiện có tham số.

Kết quả cho thấy với việc hỗ trợ của AI Agent + skills, việc tạo các cấu kiện có tham số phục vụ xây dựng mô hình BIM cho các cấu kiện cầu đã được tăng cường tự động hóa, rút ngắn được thời gian cho các thao tác thủ công với Revit. Cụ thể, nếu thực hiện thủ công, thời gian cho việc tạo cấu kiện có tham số thường chiếm khoảng 30 -60 phút (có thể lâu hơn tùy thuộc vào trình độ kỹ sư). Trong trường hợp sử dụng AI Agent + skills, thời gian này có thể rút ngắn còn 2 - 7 phút (tùy độ phức tạp của cấu kiện). Một ưu điểm rất đáng chú ý là gói kỹ năng (skill) này cho thể dùng cho nhiều dạng mặt cắt khác nhau, trong khi việc tạo cấu kiện thủ công phải thực hiện lại hoàn toàn khi dạng mặt cắt đầm thay đổi. Hơn nữa, gói kỹ năng có thể dễ dàng chia sẻ để dùng lại cho các đơn vị khác. Đồng thời, trong quá trình sử dụng, các gói kỹ năng vẫn có thể được cập nhật nhằm tăng cường tối ưu sự hoạt động của AI Agent.

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Việc áp dụng Agentic AI trong hỗ trợ các nghiệp vụ xây dựng mô hình BIM trong giai đoạn thiết kế là khả thi, và có nhiều ưu điểm rõ ràng. Các trợ lý AI có thể giúp các kỹ sư tăng cường khả năng tự động hóa các thao tác với mô hình BIM, tiết kiệm thời gian và công sức, qua đó có điều kiện tập trung vào các vấn đề chuyên môn sâu, hoặc khả năng sáng tạo, tối ưu trong thiết kế. Điều này đặc biệt có ý nghĩa trong việc tăng năng suất lao động và cải thiện chất lượng trong thiết kế.

Áp dụng AI trong xây dựng nói chung và thiết kế nói riêng không đơn giản là sử dụng AI như một công cụ hỏi - giải đáp và ra lệnh thuần túy cho trợ lý AI (dạng AI Bot).

Để tận dụng hơn nữa sức mạnh của AI, các trợ lý AI nên được trang bị các gói kỹ năng được chuyên môn hóa một cách phù hợp để giải quyết tốt các nhóm nghiệp vụ cụ thể tương ứng theo yêu cầu và ý tưởng của người dùng (mô hình đa trợ lý - đa tác tử AI - MultiAgent AI). Sử dụng Agentic AI kết hợp với các gói kỹ năng và công cụ BIM sẽ cho phép sử dụng AI trong thiết kế hiệu quả hơn, rõ ràng và dễ kiểm soát hơn, đồng thời cũng tiết kiệm thời gian và chi phí khi sử dụng các dịch vụ AI từ xa.

Agentic AI có tiềm năng to lớn không chỉ trong hỗ trợ tự động hóa thiết kế có thể triển khai trong nhiều luồng làm việc khác với mô hình BIM: Quản lý hồ sơ, kiểm tra xung đột tự động; quản lý nguồn lực và tiến độ thi công; quản lý và cộng tác trên môi trường dữ liệu chung (CDE) giữa các đơn vị trong dự án; quản lý tài sản hạ tầng với mô hình BIM trong giai đoạn vận hành.

Ngoài những công việc mang tính thường nhật, việc áp dụng AI có thể được kết hợp thêm với những thuật toán máy học ML/AI cụ thể để giải quyết những vấn đề mang tính chuyên môn cao, ví dụ: Phân tích và lựa chọn các phương án tối ưu trong thiết kế, dự báo rủi ro trong quá trình thi công để điều chỉnh tiến độ và nguồn lực; theo dõi an toàn thời gian thực tại công trường... Những công việc này cũng có thể được hỗ trợ thực hiện tự động thông qua các trợ lý AI kết hợp với các gói kỹ năng và công cụ BIM phù hợp có hỗ trợ giao thức MCP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] I.J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville, Y. Bengio, Generative Adversarial Networks, *Sci. Robot.* 3, 2014, 2672-2680. <https://arxiv.org/pdf/1406.2661>.

[2] A. Vaswani, G. Brain, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A.N. Gomez, Ł. Kaiser, I. Polosukhin, Attention Is All You Need, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1706.03762>

[3] J. Devlin, M.W. Chang, K. Lee, K. Toutanova, BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, *NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference 1*, 2018, 4171-4186. <https://arxiv.org/pdf/1810.04805>

[4] P. Lewis, E. Perez, A. Piktus, F. Petroni, V. Karpukhin, N. Goyal, H. Küttler, M. Lewis, W.T. Yih, T. Rocktäschel, S. Riedel, D. Kiela, Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks, *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, December, 2020. <https://arxiv.org/pdf/2005.11401>.

[5] T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean, Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space, *1st International Conference on Learning Representations, ICLR 2013 - Workshop Track Proceedings*, 2013. <https://arxiv.org/pdf/1301.3781>.

[6] Y.A. Malkov, D.A. Yashunin, Efficient and robust approximate nearest neighbor search using Hierarchical Navigable Small World graphs, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 824 - 836, 42, 2016. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2889473>.

- [7] Anthropic, What is the Model Context Protocol (MCP), 2024.
<https://modelcontextprotocol.io/docs/getting-started/intro>
- [8] 258/QĐ-TTg, Phê duyệt lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng, 2023.
- [9] 175/2024/ND-CP, Quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Xây dựng về quản lý hoạt động xây dựng, 2024.
- [10] Lê Đắc Hiền, Bùi Công Độ, Phạm Đình Khánh Duy, Ứng dụng Dynamo Revit trong tự động hóa thiết kế cấu kiện 3D công trình cầu, 2025.
<https://doi.org/http://doi.org/10.64588/jc.10.10.2025>
- [11] J. Pablo, A. Zavaleta, The Future of BIM Using Artificial Intelligence Tools, 2025.
<https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202505.1914.V1>
- [12] Deloitte Australia, State of Digital Adoption in the Construction Industry 2025
Deloitte Australia, 2025.
<https://www.deloitte.com/au/en/services/economics/analysis/state-digital-adoption-construction-industry.html>
- [13] Infrastructure Australia, Infrastructure market capacity report, 2023.
<https://www.infrastructureaustralia.gov.au/publications/2023-infrastructure-market-capacity-report>