HỆ THỐNG ĐÁNH GIÁ AN TOÀN XÂY DỰNG DỰA TRÊN BỐI CẢNH TRỰC QUAN: TIỀM NĂNG ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM

VISUALLY CONTEXT-BASED CONSTRUCTION SAFETY ASSESSMENT SYSTEM: INNOVATIONS AND POTENTIAL FOR APPLICATION IN VIETNAM

Ths. Đinh Văn Hậu [1]

Tóm tắt: An toàn lao động trong ngành Xây dựng là thách thức toàn cầu, đặc biệt tại Việt Nam với tỷ lệ tai nạn đáng báo động. Phương pháp giáo dục và đánh giá an toàn truyền thống thường chưa đáp ứng yêu cầu năng lực thực hành. Bài viết giới thiệu hệ thống đánh giá an toàn dựa trên bối cảnh (CBSA) - một giải pháp tiếp cận mới chú trọng đến việc đánh giá năng lực thực tế, ứng dụng công nghệ hình ảnh trực quan và cấu trúc đánh giá theo mô-đun linh hoạt. Hệ thống này được thiết kế với quy trình khoa học nhằm nâng cao hiệu quả giảng dạy và kiểm tra trong lĩnh vực an toàn xây dựng. Bài viết cũng phân tích tiềm năng, rào cản và đề xuất lộ trình áp dụng CBSA vào giáo dục đại học và đào tạo nghề xây dựng tại Việt Nam, hướng tới nâng cao chất lượng nhân lực, giảm tai nạn và xây dựng văn hóa an toàn bền vững.

Từ khóa: An toàn xây dựng, đánh giá dựa trên bối cảnh, thực tế ảo, trực quan.

Abstract: *Occupational safety in the construction industry is a global challenge, especially in Vietnam where accident rate is alarming. Traditional safety education and assessment methods often fail to meet practical competency requirements. This article introduces the Context-Based Safety Assessment (CBSA) system - a new approach that emphasizes practical competency evaluation by applying visual technologies and a flexible modular assessment structure. The system is designed with a scientific process to enhance the effectiveness of teaching and testing in construction safety. The article also analyzes the potentiality, barriers, and proposes a roadmap for applying CBSA in university-level training and vocational training in Vietnam, aiming to improve human resource quality, reduce accidents, and foster a sustainable safety culture.*

Keywords: *Construction safety, context-based assessment, virtual reality, visually.*

Nhận bài ngày 12/4/2025, chỉnh sửa ngày 10/6/2025, chấp nhận đăng ngày 15/7/2025.

1. MỞ ĐẦU

Ngành Xây dựng, một trụ cột kinh tế, đóng góp lớn vào tăng trưởng GDP và hiện đại hóa đất nước. Tuy nhiên, sự phát triển nhanh đi kèm rủi ro, đặc biệt về an toàn lao động (ATLĐ). Thống kê [1] cho thấy ngành Xây dựng liên tục có tỷ lệ tai nạn lao động (TNLĐ) và bệnh nghề nghiệp cao nhất. Tai nạn gây tổn thất nặng nề về người, tài sản, ảnh hưởng tiêu cực đến tâm lý người lao động, tiến độ, chất lượng công trình, uy tín doanh nghiệp và tạo gánh nặng xã hội.

Một nguyên nhân gốc rễ là hạn chế trong giáo dục, đào tạo và đánh giá năng lực ATLĐ. Chương trình đào tạo hiện hành còn

[1] Khoa Kỹ thuật công trình - Trường Đại học Tôn Đức Thắng
Email: dinhvanhau@tdtu.edu.vn

nặng lý thuyết, thiếu trực quan và cơ hội thực hành mô phỏng. Phương pháp đánh giá ATLĐ chủ yếu dựa trên kiểm tra viết, trắc nghiệm lý thuyết hoặc thực hành đơn giản, chưa phản ánh khả năng nhận diện nguy cơ và ứng phó tình huống phức tạp tại công trường [2], [3]. Điều này tạo "khoảng trống năng lực" giữa kiến thức và yêu cầu thực tế, khiến nhiều kỹ sư, công nhân mới ra trường lúng túng, thiếu tự tin, dẫn đến nguy cơ tai nạn cao.

Vì vậy, việc tìm kiếm, nghiên cứu và triển khai giải pháp giáo dục, đánh giá ATLĐ đột phá, ứng dụng công nghệ hiện đại là yêu cầu cấp bách. Nghiên cứu của Pedro và cộng sự [4] về hệ thống đánh giá dựa trên bối cảnh được tăng cường bằng hình ảnh trực quan (CBSA) đã mở hướng tiếp cận mới, giải quyết yếu kém của phương pháp truyền thống. Bài viết này sẽ phân tích các điểm đổi mới của CBSA và đánh giá khả năng, lộ trình áp dụng tại Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp tổng quan và phân tích tài liệu. Trọng tâm là phân tích sâu nghiên cứu gốc của Pedro và cộng sự [4] về việc phát triển và đánh giá Hệ thống đánh giá an toàn dựa trên bối cảnh (CBSA). Quy trình nghiên cứu bao gồm:

Hình 1. Giao diện tương tác trong mô-đun Kiểm tra công trường ảo [4]

• **Phân tích hệ thống:** Phân tích chi tiết cấu trúc, khung lý thuyết (Thang đo Bloom), các mô-đun thành phần (STQ, SIS, JSA) và quy trình đánh giá hiệu quả của hệ thống CBSA.

• **Đánh giá bối cảnh:** Đối chiếu các đặc điểm của CBSA với bối cảnh, thực trạng và thách thức trong công tác đào tạo, đánh giá ATLĐ tại Việt Nam.

• **Xây dựng đề xuất:** Dựa trên kết quả phân tích, bài viết đề xuất một lộ trình chiến lược, phân tích các rào cản và giải pháp nhằm hiện thực hóa tiềm năng áp dụng một hệ thống tương tự CBSA tại Việt Nam.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích hệ thống đánh giá an toàn dựa trên bối cảnh (CBSA)

Nghiên cứu của Pedro và cộng sự [4] không chỉ ứng dụng công nghệ mà còn thay đổi triết lý đánh giá năng lực, chuyển dịch từ tập trung huấn luyện sang đánh giá năng lực thực hành toàn diện. Năng lực ATLĐ không chỉ là "biết" mà phải "làm được" và "làm đúng" trong thực tế.

Điểm mạnh của CBSA là xây dựng dựa trên sự điều chỉnh thang đo năng lực nhận thức của Bloom [5], tập trung vào các cấp độ cao hơn như vận dụng, phân tích, đánh giá và sáng tạo. Hệ thống gồm 3 mô-đun với độ khó tăng dần:

• Mô-đun 1: Câu hỏi lý thuyết an toàn được tăng cường trực quan (STQ): Đánh giá kiến thức nền tảng (Ghi nhớ, hiểu, vận dụng cơ bản) thông qua các kịch bản công trường (hình ảnh 3D, mô phỏng ngắn).

• Mô-đun 2: Câu hỏi kịch bản kiểm tra công trường (SIS): Đánh giá khả năng quan sát, nhận diện nguy cơ trong môi trường VR tương tác (Hình 1). Người học "nhập vai" kỹ sư an toàn để kiểm tra và đề xuất biện pháp khắc phục (Vận dụng, phân tích).

• Mô-đun 3: Câu hỏi xem xét phân tích an toàn công việc (JSA): Đánh giá năng lực ở mức cao nhất (Phân tích, Đánh giá, Sáng tạo). Người học so sánh tài liệu JSA với kịch bản ảo (video 360°, panorama), chỉ ra bất cập và đề xuất cải tiến.

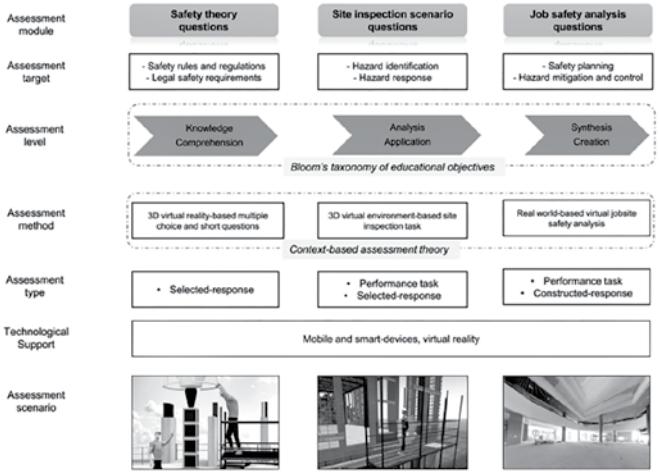
Sơ đồ tổng quan về phương pháp đánh giá của CBSA được trình bày trong Hình 2. Điểm cốt lõi của CBSA là tích hợp sâu rộng công nghệ trực quan (mô hình 3D, VR, ảnh panorama 360°), giúp:

• Tăng tính thực tế và trung thực: Tái tạo kịch bản công trường phức tạp, giúp người học có cảm giác "ở đó".

• Mô phỏng an toàn: Cho phép trải nghiệm tình huống nguy hiểm mà không có rủi ro thực tế.

• Tăng cường sự tham gia và động lực: Kịch bản tương tác hấp dẫn hơn văn bản thuần túy.

• Đánh giá kỹ năng không gian và nhận thức tình huống: Công nghệ 3D, VR là công cụ lý tưởng cho các kỹ năng này.



Hình 2. Tổng quan về phương pháp đánh giá an toàn dựa trên bối cảnh [4]

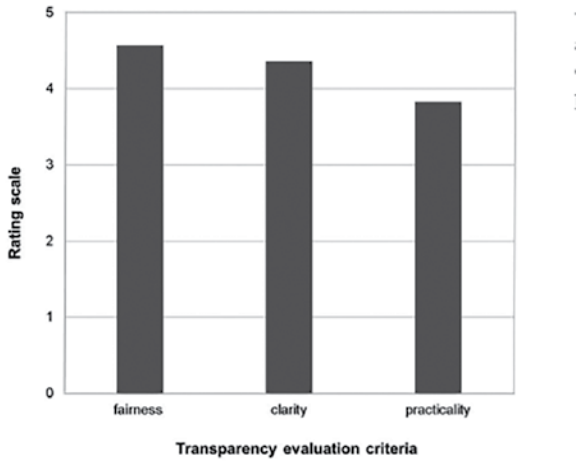
Nhóm nghiên cứu [4] đã tiến hành quy trình đánh giá hệ thống CBSA một cách bài bản qua thử nghiệm so sánh với phương pháp truyền thống. Dữ liệu được thu thập đa chiều:

• Nhận thức và tinh thần: Thang đo NASA-TLX cho thấy CBSA có khối lượng công việc hợp lý.

• Hiệu quả: Khảo sát chuyên gia và giảng viên đánh giá cao CBSA về tính liên quan và độ trung thực.

• Tính minh bạch: Khảo sát người học và giảng viên cho kết quả tốt về tính công bằng, rõ ràng và thực tiễn (Hình 3).

• Phản hồi định tính: Phản hồi chung rất tích cực, người học thấy CBSA thú vị và thực tế hơn.



Hình 3. Kết quả đánh giá về tính minh bạch của hệ thống CBSA [4]

3.2. Tiềm năng và lộ trình áp dụng CBSA tại Việt Nam

Nghiên cứu và triển khai hệ thống tương tự CBSA tại Việt Nam hứa hẹn mang lại nhiều lợi ích, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo, củng cố văn hóa an toàn và đáp ứng yêu cầu của Cách mạng Công nghiệp 4.0. Để áp dụng hiệu quả, cần một lộ trình và chiến lược cụ thể qua các giai đoạn:

• Giai đoạn 1: Nghiên cứu, đánh giá và xây dựng nền tảng: Thành lập nhóm nghiên cứu liên ngành, xây dựng khung chương trình và tiêu chuẩn Việt hóa, lựa chọn công nghệ phù hợp và phát triển phiên bản thử nghiệm.

• Giai đoạn 2: Thí điểm, đánh giá và hoàn thiện: Triển khai thí điểm tại một số trường đại học, doanh nghiệp; đào tạo đội ngũ giảng viên; thu thập phản hồi để cải tiến hệ thống.

• Giai đoạn 3: Nhân rộng và phát triển bền vững: Xây dựng chính sách khuyến khích, phát triển cộng đồng người dùng, tích hợp vào chương trình đào tạo chính quy và tiếp tục nghiên cứu, phát triển các tính năng mới (AI, Mobile VR).

3.3. Rào cản, thách thức và giải pháp khắc phục

Việc áp dụng CBSA tại Việt Nam sẽ đối mặt với một số thách thức chính:

• Chi phí đầu tư và duy trì: Thiết bị (kính VR, máy tính mạnh), bản quyền phần mềm, xây dựng nội dung số là gánh nặng lớn. Giải pháp: Tìm nguồn tài trợ, ưu tiên nền tảng mã nguồn mở, xây dựng lộ trình đầu tư theo giai đoạn, hợp tác công - tư.

• Thiếu hụt nguồn nhân lực liên ngành: Đòi hỏi đội ngũ có kiến thức về ATLĐ, CNTT (đồ họa 3D/VR) và phương pháp sư phạm hiện đại. Giải pháp: Tổ chức các khóa đào tạo chuyên sâu, thúc đẩy hợp tác liên khoa/ngành, thu hút chuyên gia.

• Sự thay đổi trong tư duy và phương pháp giảng dạy: Tâm lý ngại thay đổi, quen với phương pháp truyền thống là một rào cản. Giải pháp: Tổ chức hội thảo nâng cao nhận thức, tập huấn về sư phạm tích cực, dạy học dựa trên dự án.

• Vấn đề chuẩn hóa nội dung và bản địa hóa: Sự đa dạng về loại hình công trình, thực hành ATLĐ tại Việt Nam gây khó khăn cho việc xây dựng kịch bản chuẩn hóa. Giải pháp: Thành lập hội đồng chuyên môn thẩm định, phát triển thư viện kịch bản "lõi" cho phép tùy chỉnh.

• Hạ tầng công nghệ thông tin và khả năng tiếp cận: Chất lượng đường truyền internet, trang thiết bị tại một số cơ sở còn hạn chế. Giải pháp: Phát triển phiên bản ngoại tuyến hoặc yêu cầu cấu hình thấp, nghiên cứu giải pháp Mobile VR linh hoạt.

4. KẾT LUẬN

Hệ thống CBSA của Pedro và cộng sự [4] cung cấp một mô hình tiên tiến, giải quyết nhiều hạn chế của phương pháp đánh giá ATLĐ truyền thống. Điểm mới về ứng dụng công nghệ trực quan và quy trình đánh giá khoa học là bài học quý giá.

Với bối cảnh ngành Xây dựng Việt Nam phát triển mạnh mẽ cùng thách thức về ATLĐ, việc nghiên cứu, điều chỉnh và áp dụng một hệ thống tương tự CBSA là hướng đi chiến lược. Để hiện thực hóa tiềm năng này, cần có sự vào cuộc đồng bộ từ các cơ quan quản lý nhà nước, cơ sở giáo dục, doanh nghiệp và các nhà khoa học. Đầu tư vào giải pháp đánh giá tiên tiến như CBSA không chỉ nâng cao chất lượng nhân lực, giảm thiểu TNLĐ mà còn góp phần xây dựng văn hóa an toàn bền vững, thúc đẩy sự phát triển của ngành Xây dựng.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

• AI: Artificial Intelligence (Trí tuệ nhân tạo)

• ATLĐ: An toàn lao động

• CBSA: Context-Based Safety Assessment (Đánh giá an toàn dựa trên bối cảnh)

• CNTT: Công nghệ thông tin

• JSA: Job Safety Analysis (Phân tích an toàn công việc)

• SIS: Site Inspection Scenario (Kịch bản kiểm tra công trường)

• STQ: Safety Theory Questions (Câu hỏi lý thuyết an toàn)

• TNLĐ: Tai nạn lao động

• VR: Virtual Reality (Thực tế ảo)

Lương Hương (BT)

Tài liệu tham khảo:

[1] Bộ Lao động-Thương binh và Xã hội, "Thông báo số 630/TB-BLĐTBXH ngày 18/02/2025 về Tình hình tai nạn lao động năm 2024", 2025.

[2] "*Còn 'lỗ hổng' trong công tác an toàn lao động*", VnEconomy, https://vneconomy.vn/con-lo-hong-trong-cong-tac-an-toan-lao-dong.html

[3] "*Những hạn chế, thách thức đối với công tác huấn luyện an toàn, vệ sinh lao động*", Vietnamnet, https://infonet.vietnamnet.vn/nhung-han-che-thach-thuc-doi-voi-cong-tac-huan-luyen-an-toan-ve-sinh-lao-dong-152262.html

[4] A. Pedro, H. C. Pham, J. U. Kim, and C. Park, "*Development and Evaluation of Context-based Assessment System for Visualization-Enhanced Construction Safety Education*", International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE, vol. 26, no. 4, pp. 811-823, 2018. doi: 10.1080/10803548.2018.1553377

[5] L. W. Anderson and D. R. Krathwohl, Eds., A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives. Boston, MA: Allyn & Bacon, 2001.