

AN AI EDUCATION REFERENCE FRAMEWORK ALIGNED WITH NIST/ISO AND MLOPS FOR PUBLIC-SECTOR DIGITAL TRANSFORMATION – FROM CLASSROOM TO OPERATIONS: PROGRAM BENCHMARKING AND RECOMMENDATIONS

Tran Minh

Thanh Do University

Email: trminh1@gmail.com

Received: 10/9/2025; Reviewed: 16/9/2025; Revised: 23/9/2025; Accepted: 29/9/2025

DOI: <https://doi.org/10.58902/tcnckhpt.v4i3.285>

Abstract: *This paper proposes a reference framework for AI education integrating NIST AI RMF, ISO/IEC 23894–42001, and MLOps to bridge the gap between academic training and operational practice in Vietnam’s public-sector digital transformation. The framework rests on three pillars—risk governance, AI management systems, and MLOps—and is applied to benchmark seven undergraduate AI programs using an artefact-based rubric (Y/P/U) across five clusters (A–E), with comparison to MOOCs (Coursera, Udemy). Findings show clusters A–B (context, foundations, domain models) are relatively strong (10/14 evidence), while clusters C–D–E (MLOps, governance, production-like capstones) remain weak (2/21 evidence).*

Two improvement levels are proposed: Level 1 – quick fix, using online resources but requiring artefacts executable on campus labs; Level 2 – comprehensive, building in-house modules tailored to Vietnam’s context (public services, local data/legal frameworks, governance standards, capstones with SLA & postmortem). The CMOC pack (four modules), a 12-week roadmap, and template artefacts provide a pathway toward a “ready-to-serve” standard for two-level public administration.

Keywords: *AI; Program benchmarking and recommendations; Training Reference Framework; NIST/ISO & MLOps.*

1. Đặt vấn đề

Việt Nam đang thực thi mô hình hai cấp chính quyền. Trong bối cảnh đó, chuyển đổi số không còn là lựa chọn mà là công cụ bắt buộc để bảo đảm tính thông suốt, minh bạch, đo lường được của chất lượng dịch vụ công và khả năng hậu kiểm.

Ở bậc đại học, tuy đã có những chương trình đào tạo về AI và khoa học dữ liệu, nhưng phần lớn vẫn thiên về nền tảng lý thuyết và kỹ thuật thuật toán. Các năng lực vận hành thực tiễn như: xây dựng pipeline, giám sát và cảnh báo hệ thống, rollback, quản trị rủi ro theo chuẩn quốc tế (ISO/IEC 23894:2023¹, ISO/IEC 42001:2023²), hay triển khai capstone gần sản xuất, chưa được tích hợp thành cấu phần bắt buộc và có thể đo lường. Điều này khiến sinh viên sau tốt nghiệp thường sẵn sàng cho nghiên cứu nhưng chưa thật sự Ready-to-Serve cho yêu cầu chuyển đổi số

công.

Từ thực trạng đó, vấn đề đặt ra là: Làm thế nào để xây dựng được một khung tham chiếu đào tạo AI định hướng vận hành, tích hợp NIST AI RMF³ - ISO/IEC 23894 & 42001 - MLOps, cùng rubric dựa trên artefact và gói CMOC khả dụng, nhằm rút ngắn khoảng cách từ lớp học đến triển khai thực tế, qua đó tạo nguồn nhân lực Ready-to-Serve cho mô hình hai cấp chính quyền?

2. Tổng quan nghiên cứu

2.1 Khung chuẩn quốc tế

Khung tham chiếu dựa trên ba trụ cột: NIST AI RMF (Govern-Map-Measure-Manage), ISO/IEC 23894 (Hướng dẫn quản trị rủi ro AI) và ISO/IEC 42001 (AIMS - Hệ thống quản lý AI). Ba trụ cột này được kết nối với ABET/SFIA (chuẩn đầu ra năng lực), nguyên tắc SRE/DevOps (SLI/SLO, thử giới hạn, rollback) và Model/Data Cards để bảo đảm minh bạch. Mục tiêu là đào tạo sinh viên không chỉ “hiểu mô

¹ <https://www.iso.org/standard/77304.html>

² <https://www.iso.org/standard/42001>

³ <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

hình” mà còn biết thiết kế - vận hành - chịu trách nhiệm với dịch vụ AI trong bối cảnh hành chính công hai cấp.

2.2 Các tiền lệ tiêu biểu quốc tế

Có nhiều chương trình quốc tế đã triển khai đào tạo gắn với chuyển đổi số công:

AI4GOV (EU): Thạc sĩ đào tạo lãnh đạo số, nhấn mạnh quy hoạch - thiết kế - vận hành AI trong dịch vụ công, coi trọng đạo đức và Governance-by-Design (AI4Gov Project, 2023).

TalTech - E-Governance (Estonia): Tập trung kiến trúc Nhà nước số và dịch vụ số liền mạch, tiêu biểu cho trục A và bắc cầu sang trục C (Tallinn University of Technology, 2025).

ONS - MDataGov (UK): Kết hợp thống kê và khoa học dữ liệu cho khu vực công, mạnh về chất lượng dữ liệu và minh bạch - trục B, D (Office for National Statistics, 2024).

LSE - MPA in Data Science for Public Policy và Hertie - Master of Data Science for Public Policy: Phát triển kỹ thuật định lượng, kinh tế lượng, đánh giá tác động và thiết kế chính sách dựa theo bằng chứng - trục E, nền D (London School of Economics and Political Science, 2025; Hertie School, 2025).

MITx/J-PAL (*Evaluating Social Programs, DEDP MicroMasters*): Cung cấp công cụ vàng cho suy luận nhân quả, chính sách dựa bằng chứng - trục E, hỗ trợ trục A (MITx Online, 2025).

CMU - B.S. in AI và Edinburgh - BSc AI: Các chương trình cử nhân tiên phong, nền tảng trục B, bắc cầu sang trục C và tích hợp D/E (Carnegie Mellon University, 2025; The University of Edinburgh, 2025).

2.3. Nghiên cứu trong nước

Các cơ sở đào tạo tại Việt Nam đã bước đầu tích hợp AI, Khoa học dữ liệu và Chính phủ số vào chương trình, nhưng định hướng vận hành còn phân tán. Ở khối kỹ thuật, chương trình Data Science & AI (HUST - SoICT) đã công bố mục tiêu và lộ trình rõ ràng, tạo nền tảng để gắn thêm MLOps, Governance theo NIST/ISO (ISO/IEC 23894, ISO/IEC 42001) và artefact như Pipeline, Monitoring, Rollback, SLA (SoCIT - HUST, 2025). Hợp tác PTIT - VinAI đưa chuẩn vận hành công nghiệp (observability, SLI/SLO, thử giới hạn) vào chương trình, hỗ trợ Capstone gần sản xuất (VinAI, 2024). Khối hành chính - chính sách cũng mở lớp Chuyển đổi số & Ứng dụng AI (Bộ

Nội vụ, 2025), cung cấp học liệu nghiệp vụ cần chuẩn hóa thành Capstone có hai mốc kiểm và rubric theo artefact (Bộ Nội vụ, 2025; Nguyễn Thùy & Xuân Phú, 2023). Ngoài ra, Quyết định 887/QĐ-BNV ngày 02 tháng 12 năm 2024 của Bộ Nội vụ ban hành Bộ tài liệu về Chuyển đổi số và An toàn, an ninh mạng, có thể tích hợp vào học phần đạo đức/quản trị với yêu cầu risk register, kiểm soát, nhật ký thay đổi, Model/Data Cards (Bộ Nội vụ, 2024; Lại Đức Vượng, 2024).

Nhìn chung, dù đã có tiến bộ ở nền tảng kỹ thuật, hợp tác doanh nghiệp và bồi dưỡng công vụ, các minh chứng vận hành (MLOps, governance, capstone gần sản xuất) vẫn thiếu chuẩn hóa. Do đó, cần một khung tham chiếu thống nhất để đo lường, đối sánh và định hướng, sẽ được trình bày ở mục 3 với cấu trúc A - E và tiêu chí C1 - C10.

3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

3.1. Thiết lập khung tham chiếu

Khung tham chiếu trong nghiên cứu này được hiểu là một hệ quy chiếu chuẩn để thiết kế, triển khai và đánh giá năng lực vận hành của chương trình đào tạo AI gắn với chuyển đổi số trong lĩnh vực hành chính công. Khung này bảo đảm việc đánh giá không chỉ dừng ở mức truyền đạt kiến thức mà còn phản ánh khả năng đưa sản phẩm và dịch vụ AI vào vận hành có trách nhiệm.

Khung tham chiếu trước hết được thiết lập qua hai mốc kiểm nhằm chuẩn hóa quá trình đánh giá đồ án/capstone theo hướng vận hành.

• Hai mốc kiểm (Gate #1 và Gate #2)

Mốc 1 - Sẵn sàng thử nội bộ (Gate #1 - Internal pilot) dùng để xác nhận sản phẩm đạt mức ổn định tối thiểu trong môi trường thử nghiệm, vận hành được với dữ liệu mô phỏng và có pipeline cơ bản cùng hồ sơ rủi ro nháp. Bộ minh chứng gắn với mốc này gồm pipeline.yml, data contract, risk register sơ bộ và dashboard giám sát.

Mốc 2 – Gần thực tế/Thử giới hạn (Gate #2 - Near-production/ Limited rollout) hướng đến việc chứng minh sản phẩm đủ an toàn để chạy thử ở quy mô hạn chế, có kế hoạch phát hành an toàn, rollback nhanh, giám sát-cảnh báo và hồ sơ quản trị hoàn chỉnh. Minh chứng bao gồm release checklist, rollback script, monitoring dashboard, SLA (Service Level Agreement) và báo cáo hậu kiểm.

• Bộ tiêu chí vận hành (C1- C10)

Trọng tâm của khung tham chiếu là hệ tiêu chí C1 - C10, cho phép đo lường mức độ sẵn sàng vận hành của sản phẩm và chương trình đào tạo. Nhóm C1 - C4 phản ánh năng lực MLOps với CI/CD, phát hành và rollback, monitoring/observability và pipeline dữ liệu; minh chứng điển hình là pipeline.yml, checklist, dashboard và data lineage. Nhóm C5 - C9 thể hiện năng lực governance, bao gồm an toàn và độ vững, công bằng và khả năng giải thích, bảo mật chuỗi cung ứng, riêng tư và tuân thủ, cùng quy trình phê duyệt-audit; minh chứng là bias audit, model card, SBOM, DPIA và approval log. C10 được dành cho capstone, thể hiện khả năng gắn sản xuất thông qua SLA, thiết kế A/B hoặc kiểm định nhân quả, cùng cơ chế hậu kiểm; minh chứng gồm SLA, runbook và postmortem.

• Cách mã hóa kết quả.

Để bảo đảm thống nhất khi so sánh giữa các chương trình, bằng chứng được ghi nhận theo ba mức: Y (Yes) khi có minh chứng rõ ràng, P (Partial) khi tồn tại nhưng chưa đầy đủ và U (Unclear) khi chưa có minh chứng công khai. Quy ước này tạo nền tảng cho phân tích định tính và đối chiếu minh chứng một cách khách quan.

• Ảnh xạ cụm A - E với tiêu chí C1 - C10.

Khung tham chiếu cũng quy định sự gắn kết giữa các cụm nội dung đào tạo (A-E) và bộ tiêu chí vận hành. Cụm A (Nhà nước số/AI4GOV) và

cụm B (Nền tảng & mô hình theo miền) đóng vai trò bối cảnh và kiến thức nền, không gắn trực tiếp mã đo lường. Các cụm C, D, E lần lượt liên kết với C1 - C10, phản ánh đầy đủ năng lực MLOps, governance-by-design và capstone gắn sản xuất. Hệ artefact tiêu biểu gồm pipeline, monitoring dashboard, bias audit và SLA, qua đó tạo thành cấu trúc tham chiếu nhất quán từ nền tảng kiến thức đến năng lực vận hành.

3.2. Đối sánh trên khung tham chiếu

Nghiên cứu thực hiện đối sánh trên khung tham chiếu theo quy trình 4 bước: (1) Ánh xạ chương trình đào tạo/đề cương/học phần sang hệ thống các cụm A - E và các chỉ báo C1 - C10; (2) Thu thập dữ liệu (URL chính thức, đề cương, quy chế đồ án, biểu mẫu); (3) Mã hóa Y/P/U theo từng ô (cụm/chỉ báo × chương trình), kèm chú thích nguồn; (4) Tổng hợp theo cụm và trường, tạo bảng phân bố Y/P/U.

3.3. Đối tượng và tiêu chí chọn mẫu

Nghiên cứu được tiến hành trên 07 chương trình cử nhân, lựa chọn theo các tiêu chí: (i) định danh rõ ràng là AI/DS (AI, DS&AI, Khoa học dữ liệu & AI); (ii) có công bố chính thức (URL hợp lệ); (iii) có đồ án hoặc capstone; (iv) cập nhật giai đoạn 2023 - 2025; (v) dữ liệu đủ để mã hóa A - E; (vi) bảo đảm cân bằng loại hình (công lập/tư thục), vùng miền và định danh (AI thuần/DS-AI).

3.4. Danh sách chương trình đào tạo

Trường/Đơn vị	Chương trình đào tạo/ Ngành (rút gọn)	Loại hình	Tham chiếu
FPT University	AI (hoặc liên quan AI)	Tư thục	https://daihoc.fpt.edu.vn/en/artificial-intelligence/
HUST – SoICT	Data Science & AI (DS–AI)	Công lập	https://soict.hust.edu.vn/en/education/undergraduate/elitech-programs/ds-ai
PTIT	AI (hoặc DS/AI)	Công lập	https://daotao.ptit.edu.vn/wp-content/uploads/sites/3/2025/03/2-Chuong-trinh-dao-tao-AI_Final.pdf
TDU	Bộ đề cương học phần chi tiết được cung cấp riêng	Tư thục	https://thanhdo.edu.vn/dai-hoc-tu-xa/cong-nghe-thong-tin-dai-hoc-tu-xa
VNU – UET	AI/Bộ môn Khoa học máy tính	Công lập	https://www.fit.uet.vnu.edu.vn/khoa-hoc-may-tinh/
VNU-HCM – HCMUS	AI (University of Science)	Công lập	https://www.fit.hcmus.edu.vn/undergraduate/artificial-intelligence
VNU-HCM – UIT	Cử nhân Trí tuệ nhân tạo (AI)	Công lập	https://daa.uit.edu.vn/content/cu-nhan-nganh-tri-tue-nhan-tao-ap-dung-tu-khoa-19-2024

Ghi chú: Coursera và Udemy không thuộc mẫu 7 chương trình đào tạo; chỉ tham chiếu học liệu cho các cụm C - D - E.

3.5. Nguồn tham chiếu

Sáu trường đại học có chương trình đào tạo (CTĐT) công khai gồm: HUST - SoICT, VNU - UET, VNU - HCM UIT, VNU - HCM HCMUS, FPT University, PTIT.

Trường Đại học Thành Đô (TDU): dùng bộ đề cương chi tiết (nhập môn Khoa học dữ liệu, Trí tuệ nhân tạo AI, Học máy (ML), Học sâu (DL) xử lý ảnh, thị giác máy tính, trực quan hóa, chuỗi thời gian...) để ánh xạ khi website chưa công bố đủ.

MOOCs: Coursera (MLOps/ML in Production, Responsible/Trustworthy AI, A/B & causal) và Udemy (Docker/Kubernetes, Prometheus/Grafana/Observability, MLflow/toolchain) đóng vai trò bổ sung nhanh cho C1 - C3, D1 và E.

3.6. Quy trình sử dụng nguồn

Bước 1. Thu thập và lập bảng nguồn: với từng CTĐT, trích mục tiêu, cấu trúc học phần, mô tả đề án/capstone, thực tập, quy định đánh giá; ghi ngày truy cập và lưu snapshot/PDF

Bước 2. Ánh xạ: đối chiếu minh chứng vào cụm A - E; riêng cụm C chi tiết hóa C1 - C10.

Bước 3. Mã hóa: Y khi có minh chứng rõ ràng (ví dụ syllabus MLOps, yêu cầu capstone kèm SLA, checklist rollback, Model/Data Cards); P khi chỉ có dấu hiệu; U khi chưa có minh chứng công khai.

Bước 4. Tổng hợp và kiểm chéo: lập bảng kết quả cho từng trường; nếu thông tin cập nhật sau khảo sát thì giữ nhãn U, kèm chú thích.

3.7. Xử lý minh chứng và tính tái lập

Mọi gán nhãn Y/P/U đều có trích dẫn và snapshot minh chứng; MOOCs chỉ tham chiếu. Bảng URL gốc, ngày truy cập và mã hóa chi tiết A - E, C1 - C10 được lưu để tái kiểm, có ghi chú phiên bản và thời điểm.

3.8. Hai mức bổ sung chương trình đào tạo sau

Bảng 1. Khung tham chiếu cụm A - E

Cụm	Định nghĩa ngắn	Tiêu chí liên quan	Artefact tiêu biểu
A - Nhà nước số/AI4Gov	Bối cảnh, quy trình dịch vụ công, chuẩn/chính sách, KPI dịch vụ	không gán C-	Sơ đồ quy trình E2E, yêu cầu nghiệp vụ, KPI, danh mục dữ liệu công
B – Nền tảng & mô hình theo miền	Toán/XSTK, lập trình, ML/DL, dữ liệu & mô hình hóa theo miền Việt ngữ	không gán C-	Đề cương học phần, lab/note, bộ dữ liệu mẫu + data card

đối sánh

Nghiên cứu đề xuất hai mức can thiệp nhằm khép khoảng trống vận hành ở C- D - E, bảo toàn đặc thù hành chính công:

Mức 1 - *Vá nhanh* (quick fix): Tận dụng học liệu trực tuyến chọn lọc để bồi đắp kỹ thuật trọng yếu (C1 - C3, D1, E), với đầu ra bắt buộc là artefact chạy được trên lab và vượt Gate #1 / Gate #2 theo khung tham chiếu.

Mức 2 - *Toàn diện*: Phát triển toàn diện các module nội bộ gắn bối cảnh Việt Nam (quy trình dịch vụ công, dữ liệu/QPPL tiếng Việt, AIMS “nhẹ”), tuân NIST AI RMF - ISO/IEC 23894 - ISO/IEC 42001 và tích hợp vào kiểm định của trường.

Mục này chỉ sử dụng hai mức trên như khung lý thuyết để đọc kết quả đối sánh; cách chọn khóa, tiêu chuẩn đầu ra, lộ trình, rubric, QA trình bày ở mục 3.6.

3.9. Ghi chú phương pháp

Coursera và Udemy không nằm trong mẫu 7 CTĐT; chỉ đóng vai trò học liệu. Một số trường thể hiện tốt nền tảng (cụm B) nhưng thiếu minh chứng C - D - E; nhãn U chỉ phản ánh tình trạng “chưa công khai” tại thời điểm khảo sát. Đối sánh được thực hiện định tính theo hiện vật công khai, không quy đổi tín chỉ; kết quả có thể tái lập nhờ bảng URL và bảng mã hóa A-E, C1- C10.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Khung tham chiếu

Khung tham chiếu cho đào tạo AI định hướng vận hành trong bối cảnh chuyển đổi số công được xây dựng trên 5 cụm A - E và 10 tiêu chí vận hành (C1 - C10). Các cụm A - B cung cấp nền tảng và bối cảnh; các cụm C - E phản ánh trực tiếp năng lực vận hành, được đo bằng C1 - C10. Mỗi tiêu chí gắn với artefact tối thiểu, làm bằng chứng cụ thể cho đánh giá.

Cụm	Định nghĩa ngắn	Tiêu chí liên quan	Artefact tiêu biểu
C - MLOps	Tự động hóa, phát hành an toàn, giám sát/quan sát hệ, pipeline dữ liệu/đặc trưng	C1 - C4	pipeline.yml, checklist/rollback, dashboard, data contract
D - Governance-by-design	An toàn, bảo mật, riêng tư, tuân thủ, phê duyệt-audit	C5 - C9	báo cáo redteam/OOD, model card, SBOM, DPIA, approval log
E – Capstone gần sản xuất	Đồ án có SLA, A/B hoặc causal, hậu kiểm & báo cáo	C10	SLA, kế hoạch A/B/causal, runbook, postmortem

Bảng 2. 10 tiêu chí vận hành (C1 - C10)

Mã	Tiêu chí	Định nghĩa & artefact tối thiểu
C1	CI/CD + evaluation gates	Pipeline CI/CD có bước đánh giá tự động (ngưỡng chỉ số); <i>artefact</i> : pipeline.yml, file config ngưỡng
C2	Serving/Release + Rollback	Chiến lược phát hành an toàn và quay lui; <i>artefact</i> : release checklist, rollback.sh
C3	Monitoring/Observability/Drift	Giám sát chỉ số, cảnh báo, kiểm drift định kỳ; <i>artefact</i> : dashboard, script kiểm PSI/KL
C4	Data & Feature pipeline	Hợp đồng dữ liệu, kiểm chất lượng, lineage/feature store; <i>artefact</i> : data contract, feature_spec.yaml
C5	Safety/Robustness	Kiểm OOD, stress/adversarial, redteam; <i>artefact</i> : bộ test, báo cáo redteam
C6	Fairness/Explainability	Đo thiên lệch, khả năng giải thích; <i>artefact</i> : bias audit, model card, SHAP/LIME
C7	Security/Supply Chain	SBOM, quét CVE, quản lý secrets; <i>artefact</i> : SBOM CycloneDX, báo cáo quét, vault config
C8	Privacy & Compliance	DPIA, ẩn danh/giả danh, chính sách lưu giữ/xóa; <i>artefact</i> : tài liệu DPIA, mẫu thông báo
C9	Governance-by-design	Vai trò, phê duyệt, audit trail, killswitch; <i>artefact</i> : RACI, approval log, chính sách quyền
C10	Capstone near-production	SLA, thiết kế A/B hoặc causal, hậu kiểm; <i>artefact</i> : SLA, kế hoạch A/B, postmortem

4.2. Đối sánh chương trình đào tạo

Bảng 3. Đối sánh tổng hợp (A–E, C1–C10; cập nhật 2025)

Đối tượng	A	B	C	D	E/ C10	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Ghi chú
HUST-SoICT (DS - AI)	P	Y	U	U	U	U	U	U	U	P	P	U	U	U	CTĐT Elitech DS - AI nhấn mạnh GenAI, ứng dụng thực tế; không có môn riêng về nhà nước số, chỉ partial qua seminar liên ngành (IT5003 thực tập DN có thể chạm dịch vụ công).
VNU - UET (AI)	U	Y	U	U	U	U	U	U	U	P	P	U	U	U	Ngành AI chung, thiếu chi tiết e-governance/chuyển đổi số công; không có minh chứng

Đối tượng	A	B	C	D	E/ C10	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Ghi chú
															công khai, đánh giá Unknown.
VNU-HCM UIT (AI)	P	Y	U	U	U	U	U	U	U	P	P	U	U	U	CTĐT có seminar/đề án, nhưng không liệt kê môn dịch vụ công; partial qua nghiên cứu CDS xã hội (ví dụ hội thảo AI).
VNU-HCM HCMUS (AI)	U	Y	U	U	P	P	U	U	U	P	P	U	U	U	CTĐT 2017 - 2024 tổng quát, thiếu môn về nhà nước số; không có minh chứng mới 2025, đánh giá Unknown.
FPT University (AI)	P	Y	P	U	U	P	P	P	U	P	P	U	U	U	CTĐT gắn DN, có partial ứng dụng AI xã hội (thực tập GenAI cho dịch vụ), chưa rõ về e-governance hành chính công.
PTIT (AI)	U	Y	U	U	U	U	U	U	U	P	P	U	U	U	CTĐT AI hướng 2030 thiên về CNTT, không đề cập CDS công/dịch vụ công; thiếu minh chứng, Unknown.
TDU	U	Y	U	U	U	U	U	U	U	P	P	U	U	U	CTĐT chất lượng cao nhấn mạnh kỹ năng AI (Big Data, ML), không có nội dung nhà nước số/e-governance; thiếu minh chứng.
Coursera (học liệu)	n/a	n/a	Y	Y	Y	Y	Y	Y	P	P	Y	P	P	P	Không áp dụng trực tiếp cho A, nhưng có khóa “Digital Transformation in Government” (partial qua case study).
Udemy (học liệu)	n/a	n/a	Y	P	U	Y	Y	Y	P	P	P	P	U	U	Một số khóa “AI for Public Sector” có partial e-governance, tùy khóa.

Quy ước nhãn: Y = Có, P = Một phần, U = Chưa rõ.

E = “capstone gần sản xuất” và tiêu chí đo tương ứng là C10. Cột E/C10 chung cho E và C10.

Lưu ý phương pháp: Bảng phản ánh đối sánh định tính từ nguồn công khai (CTĐT/đề án/trang chính thức); không chấm điểm. Các ô U không khẳng định “không có” mà chỉ ghi nhận chưa tìm thấy minh chứng công khai theo cấu phần yêu cầu của khung tham chiếu (ví dụ: thiếu CI/CD pipeline, SLA cụ thể trong capstone).

Bảng 4. Phân bố minh chứng theo cụm (5 cụm A–E; 7 CTĐT trong nước, không tính Coursera/Udemy)

Cụm	Y	P	U	Tổng
A	0	3	4	7
B	7	0	0	7
C	0	1	6	7
D	0	0	7	7
E	0	1	6	7

Giải thích bảng 4: A - B được phủ khá tốt (A có 3/7 minh chứng mức P, B đạt 7/7 mức Y), trong khi C - D - E thiếu hụt rõ rệt (C chỉ 1/7 mức P, D không có minh chứng, E chỉ 1/7 mức P). Kết quả phản ánh sự thiếu vắng có hệ thống ở ba cụm vận hành C–D–E.

Bảng 5. Phân bố minh chứng theo trường (7 CTĐT trong nước, tính trên 5 cụm A - E)

Trường	Y	P	U	Tổng
HUST–SoICT	1	1	3	5
VNU–UET	2	0	3	5
VNU-HCM UIT	2	0	3	5
VNU-HCM HCMUS	1	1	3	5
FPT University	1	1	3	5
PTIT	0	1	4	5
TDU	0	0	5	5

Bảng 5 chỉ ra: Các trường đều có minh chứng ở cụm A - B, song chỉ một số ít (HUST, HCMUS, FPT) đạt thêm mức P; hầu hết thiếu minh chứng ở C - D - E, trong đó PTIT và TDU hầu như không có. Điều này cho thấy mức độ sẵn sàng vận hành còn hạn chế và không đồng đều giữa các trường.

4.3. Nhận định theo cụm (điểm nổi bật & thiếu hụt điển hình)

Bảng 6. Nhận định theo cụm

Cụm	Nổi bật	Thiếu hụt	Hệ quả
A - Nhà nước số/AI4Gov	CTĐT thường nêu mục tiêu gắn với CDS, có học phần pháp luật/công nghệ số nhập môn.	Thiếu tài liệu công khai mô tả quy trình dịch vụ công end-to-end, vai trò–trách nhiệm và chỉ số dịch vụ.	Đồ án khó gắn với mục tiêu vận hành, khó đo tác động hành chính.
B - Nền tảng & mô hình theo miền	Toán/XSTK, lập trình, ML/DL, trực quan hóa, cơ sở dữ liệu hiện diện khá đầy đủ.	Thiếu NLP/QPPL tiếng Việt, dữ liệu công chưa chuẩn hóa và còn chất lượng kém.	Mô hình khó áp dụng thực tế địa phương, rủi ro sai/thiên lệch.
C - MLOps	Một số CTĐT có yếu tố hệ thống (API, container).	Thiếu tự động hóa quy trình, phát hành an toàn, giám sát–cảnh báo–drift.	Đào tạo dừng ở “dạy mô hình”, thiếu năng lực vận hành.
D - Governance-by-Design	Có nội dung đạo đức/luật công nghệ ở mức khái niệm.	Thiếu artefact bắt buộc: sổ rủi ro, model/data cards, dấu vết kiểm toán, vai trò phê duyệt.	Khó bảo đảm minh bạch và hậu kiểm trong cơ quan nhà nước.
E – Capstone gần sản xuất	Hầu hết có đồ án tốt nghiệp.	Ít yêu cầu SLA, thử nghiệm A/B hoặc nhân quả, báo cáo hậu kiểm; hiếm mô phỏng hai cấp chính quyền.	Đồ án chưa chứng minh được giá trị vận hành và tác động chính sách.

4.4. Đối sánh nền tảng Coursera/Udemy, khả năng bổ sung

Coursera và Udemy hữu ích như học liệu bổ sung, nhưng chỉ phù hợp để “vá nhanh” kỹ thuật (Mức 1); phần cốt lõi gắn bối cảnh hành chính công Việt Nam cần tự xây (Mức 2 – toàn diện).

Phân tích định tính trên 7 CTĐT cho thấy: các cụm A - B được phủ tương đối tốt (10 minh chứng Y/P trong 14 trường hợp, gồm A: 3P, B: 7Y), trong khi C - D - E thiếu hụt rõ rệt (chỉ 2 minh chứng Y/P trong 21 trường hợp, gồm C: 1P, D: 0, E: 1P). Minh chứng được tính theo số trường có nhãn Y (có) hoặc P (một phần); nhãn U được coi là chưa có minh chứng công khai.

Mức 1 – Mượn ngoài (vá nhanh):

C1–C3 (MLOps): Coursera Machine Learning Engineering for Production (MLOps) Specialization; Udemy Docker & Kubernetes, Prometheus & Grafana.

C6–C7 (test/evaluation, SRE): nội dung

CI/CD, SLI/SLO, cảnh báo từ Coursera MLOps.

D1 (governance cơ bản): Coursera Responsible AI.

E (thiết kế thí nghiệm): Coursera A/B Testing.

Mức 2 - Toàn diện (không thể thay thế):

Bám sát ngữ cảnh Việt Nam và hai cấp chính quyền: quy trình thủ tục, vai trò - trách nhiệm, KPI dịch vụ.

Bám sát dữ liệu và pháp lý địa phương: NLP/QPPL tiếng Việt, dữ liệu biểu mẫu/scan thực tế.

AIMS “nhẹ” trong đào tạo: sổ rủi ro, phê duyệt, audit log, minh bạch hóa.

Capstone gần sản xuất: SLA theo cơ quan công, thử giới hạn trên hạ tầng mô phỏng, hậu kiểm.

Nhận xét: Coursera/Udemy hữu ích cho kỹ thuật cơ bản (C1 - C3, D1, E) [19 - 23], nhưng không thay thế được định chế vận hành nội bộ (A, B, D đầy đủ theo NIST/ISO/AIMS, E thực chiến). Lộ trình cần kết hợp: mượn ngoài để tăng tốc, sau đó nội địa hóa và đóng gói trên hạ tầng công.

5. Bàn luận

5.1. Tác động thực tiễn và gợi ý chính sách

Kết quả đối sánh cho thấy các chương trình mạnh ở A - B (bối cảnh, nền tảng, mô hình) nhưng thiếu minh chứng rõ ràng ở C - D - E (MLOps, governance-by-design, capstone gần sản xuất). Điều này phản ánh khoảng trống giữa đào tạo học thuật và yêu cầu vận hành có trách nhiệm trong hành chính công hai cấp.

5.2. Tác động đến chính sách giáo dục đại học

(1) Chuẩn đầu ra: Bổ sung năng lực MLOps, quản trị rủi ro và tuân thủ NIST AI RMF, ISO/IEC 23894, ISO/IEC 42001, kèm minh bạch (Model/Data Cards, Risk Register, Audit Log).

(2) Kiểm định: Áp dụng rubric dựa trên artefact (Y/P/U) cho A - E; xem capstone gần sản xuất với hai mốc kiểm là tiêu chí bắt buộc.

(3) Học phần tích hợp: MLOps bắt buộc trong học kỳ đồ án; Đạo đức/Trách nhiệm & Quản trị gần ISO/IEC 23894, 42001; học phần thử nghiệm/chính sách dựa bằng chứng (A/B, nhân quả) với dữ liệu thủ tục công.

(4) Liên kết ba bên: Tín chỉ thực tập tại sở/ngành; đồng phát triển học liệu với doanh nghiệp để đưa SLI/SLO, thử giới hạn, quy trình vận hành vào giảng dạy.

5.3. Tác động đến đào tạo nguồn nhân lực AI cho khu vực công

(1) Tăng tốc triển khai: Vận dụng gói CMOC (4 mô-đun/12 tuần) giúp sinh viên đạt mức ready-to-serve và tham gia thử giới hạn tại cơ quan nhà nước.

(2) Vận hành thống nhất: Yêu cầu SLA, kế hoạch Monitoring/Rollback, cơ chế hậu kiểm cho mọi capstone; dùng Model/Data Cards làm ngôn ngữ chung giữa trường và cơ quan tiếp nhận.

(3) Phát triển đội ngũ: Bồi dưỡng giảng viên theo SRE/DevOps và AIMS (ISO/IEC 42001); hình thành nhóm hướng dẫn liên ngành kỹ thuật-pháp chế-nghiệp vụ.

5.4. Khả năng nhân rộng

(1) Chuẩn mở, thuận lợi áp dụng nhân rộng: Bộ mẫu SLA/Risk Register/Model-Data Cards và rubric A - E trung lập công nghệ.

(2) Adoption Kit & kho artefact: Cho phép tích hợp nhanh vào CTĐT, thuận lợi kiểm định ngoài.

(3) Train-the-Trainer & cộng đồng thực hành: TOT định kỳ, nhóm học-hành liên trường, kho lab dùng chung.

(4) Cơ chế phối hợp ba bên: Trường - Cơ quan nhà nước - Doanh nghiệp đồng thiết kế đề bài và mốc kiểm, mở rộng theo mô hình hub-and-spoke.

5.5. Khuyến nghị các giải pháp

Tác giả đề xuất các giải pháp bổ khuyết cho chương trình đào tạo AI, tập trung vào việc khắc phục khoảng trống ở cụm C - D - E (MLOps, governance-by-design, capstone gần sản xuất) từ phân đối sánh trước. Các khuyến nghị được chia thành hai cấp: Khai thác (mượn) học liệu trực tuyến để vá nhanh kỹ năng (Mức 1), và xây dựng toàn diện các module nội bộ bám sát bối cảnh Việt Nam (Mức 2), nhằm đạt "ready-to-serve" trong chuyển đổi số hành chính công.

5.5.1. Khai thác học liệu trực tuyến (Mức 1 - Vá nhanh kỹ năng)

Mục tiêu là bổ sung nhanh năng lực vận hành cho các cụm C (MLOps), D (quản trị NIST/ISO), E (thử nghiệm & SLA) mà không thay thế phần đặc thù hành chính công. Học liệu ngoài phải đáp ứng: artefact chạy được trên lab (không chỉ lý thuyết); khớp khung tham chiếu (C1- C3, D1, E, có bước kiểm tra trước áp dụng); trung lập công cụ (ưu tiên mã nguồn mở); đánh giá học thuật

qua rubric của trường (không dựa vào chứng chỉ); và an toàn dữ liệu (chỉ dùng dữ liệu mô phỏng/ẩn danh). Tiêu chí chọn khóa Coursera/Udemy: Phù hợp khung tham chiếu, có thực hành tái chạy, cập nhật 2025, đo được chất lượng/dịch vụ, và thời lượng phù hợp.

Nhóm học liệu khuyến nghị theo C - D - E (cập nhật 2025) gồm:

C1 - tự động hóa quy trình học–đánh giá–đóng gói: Machine Learning Engineering for Production (MLOps) Specialization;

C2 - triển khai & hồi phục: Docker & Kubernetes: The Practical Guide [2025 Edition];

C3 - giám sát & cảnh báo: Prometheus & Grafana for Monitoring;

D1 - quản trị có trách nhiệm: Responsible AI;

E - thiết kế thí nghiệm & cam kết dịch vụ: A/B Testing.

Các khóa này lần lượt hỗ trợ Gate #1 - sẵn sàng thử nội bộ (bản nháp pipeline, DPIA/model/data cards) và Gate #2 – gần thực tế/thử giới hạn (phát hành an toàn, rollback nhanh, dashboard & cảnh báo, kế hoạch A/B/nhân quả, SLA và hậu kiểm).

Lộ trình 12 tuần gọn gồm ba chặng 4 tuần:

(1) Hình thành tự động hóa & quản trị (bản nháp artefact, đạt Gate #1);

(2) Đưa vào chạy & giám sát ổn định trên lab;

(3) Thử nghiệm & hoàn thiện để đạt Gate #2 (thử giới hạn + rollback nhanh).

Tiêu chí đạt cuối kỳ: Chạy được - Đo được - Kiểm soát được - Có trách nhiệm - Có hậu kiểm.

Bảo đảm chất lượng bằng đánh giá theo artefact, kiểm tra lịch sử làm việc (chống sao chép), linh hoạt thay thế khóa học nhưng giữ nguyên đầu ra chuẩn hóa, và luôn dùng dữ liệu mô phỏng. Cách làm này giúp và nhanh C - D - E bằng học liệu ngoài, sau đó tiến lên Mức 2 để nội địa hóa và đóng gói vận hành trên hạ tầng của trường/đối tác công.

5.5.2. Xây dựng toàn diện các module nội bộ bám sát bối cảnh Việt Nam (Mức 2)

Mục tiêu là chuyển từ “học công cụ” sang “vận hành dịch vụ AI” trong bối cảnh hai cấp chính quyền (tỉnh/thành - xã/phường), bảo đảm cam kết chất lượng, minh bạch - hậu kiểm và xử lý sự cố. Sáu module bắt buộc gồm:

- Thiết kế dịch vụ công (AI4Gov): xây dựng kịch bản nghiệp vụ từ tiếp nhận hồ sơ đến khiếu

nại; sản phẩm là mô tả quy trình, vai trò và kế hoạch quản trị.

- Xử lý ngôn ngữ/hình ảnh trong hồ sơ & QPPL tiếng Việt: chuẩn hóa biểu mẫu, kiểm thử ngoài phạm vi (địa danh, scan kém); sản phẩm là bộ ví dụ chuẩn hóa, tiêu chí kiểm thử và báo cáo sai lệch.

- Vận hành gần thực tế cho cơ quan công: triển khai, checklist phát hành, sổ tay sự cố, minh chứng thử giới hạn & quay lui nhanh.

- Giám sát - cảnh báo - quan sát hệ dịch vụ công: xây dựng chỉ số (p95 xử lý, % đúng hạn, % “nộp đúng lần đầu”), kế hoạch giám sát, dashboard và sơ đồ truy vết.

- Quản trị theo chuẩn NIST/ISO (AIMS “nhẹ”): sổ rủi ro, model/data cards, thông báo minh bạch, lưu vết kiểm toán.

- Thử nghiệm chính sách & cam kết chất lượng: kế hoạch so sánh/nhân quả, SLA phù hợp giám sát và báo cáo hậu kiểm.

Lộ trình triển khai gồm 4 giai đoạn:

- Giai đoạn 0 - chuẩn bị (2 - 4 tuần): thiết lập quản trị dự án (AIMS-lite), căn chỉnh chuẩn đầu ra (CĐR) với cụm A - E, ký MOU với đơn vị nhà nước để thử giới hạn, phát hành *adoption kit* (syllabus CMOC, checklist NIST AI RMF, mẫu risk register/model–data cards/SLA, pipeline mẫu).

- Giai đoạn 1 - thí điểm học phần (12 tuần): M1 governance & RMF (risk register, minh bạch - Gate #1), M2 MLOps–CI/CD (pipeline, phát hành), M3 monitoring & rollback (SLI/SLO, cảnh báo, hậu kiểm), M4 capstone gần sản xuất (dữ liệu mô phỏng theo quy trình hành chính – Gate #2). đầu ra: pipeline chạy được, model/data cards, risk register, SLA, báo cáo hậu kiểm.

- Giai đoạn 2 - chuẩn hóa & kiểm định nội bộ (3–6 tháng): Cập nhật CĐR, tích hợp MLOps bắt buộc, *train-the-trainer* cho giảng viên (SRE/DevOps, AIMS), lập kho artefact vận hành và đánh giá ngoài theo rubric A–E.

- Giai đoạn 3 - nhân rộng liên trường/liên địa phương (6 - 18 tháng): Triển khai hub-and-spoke (trường hạt nhân ↔ vệ tinh), tổ chức “chợ capstone” kết nối trường với sở/ngành, chia sẻ adoption kit (mẫu, mã nguồn, bài lab, template kiểm định), báo cáo KPI định kỳ và bài học triển khai để mở rộng liên tỉnh.

6. Kết luận

Bài báo đã đưa ra một khung tham chiếu đào tạo AI tích hợp NIST AI RMF - ISO/IEC 23894 - ISO/IEC 42001 cùng thực hành MLOps, chuyển trọng tâm từ “dạy mô hình” sang vận hành có trách nhiệm trong chuyển đổi số hành chính công. Khung A - E, thang Y/P/U và bộ artefact tối thiểu (Pipeline, Monitoring/Rollback, Model/Data Cards, Risk Register, SLA) tạo ngôn ngữ chung để thiết kế, đánh giá và kiểm định chương trình. Từ đó, báo cáo đã:

- Làm rõ khoảng trống năng lực: Đối sánh 7 CTĐT cho thấy A - B vững, C - D - E thiếu; từ đó định vị đúng chỗ cần bổ khuyết.

- Chuẩn hoá cách đo lường: Đưa ra rubric Y/P/U theo artefact, hai mốc kiểm (sẵn sàng thử nội bộ, gần thực tế) để đo/so sánh được giữa các chương trình.

- Con đường nâng cấp khả thi: Đề xuất hai mức triển khai - Mức 1 (về nhanh qua học liệu trực tuyến nhưng đầu ra là artefact chạy thật trên lab) và Mức 2 - Toàn diện (tích hợp nội bộ gắn bối cảnh Việt Nam) - giúp các trường khởi động nhanh rồi bền vững hóa.

- Bảo đảm tái kiểm chứng: Quy trình thu thập nguồn/URL/ngày truy cập, bảng mã hóa và phụ lục kèm theo cho phép tái lập kết quả.

Việc gắn chuẩn quản trị (NIST/ISO) và kỷ luật vận hành (MLOps, SLI/SLO, hai mốc kiểm) vào khung đào tạo đã rút ngắn khoảng cách lớp học → vận hành, tạo giá trị đo được cho địa phương và mở ra lộ trình nhân rộng ở quy mô hệ thống. Đây là bước đi cụ thể để biến chuyển đổi số hành chính công thành năng lực vận hành bền vững./.

Tài liệu tham khảo

Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL) and MITx. (2025). *Evaluating Social Programs*. Retrieved September 05, 2025 from <https://mitxonline.mit.edu/courses/course-v1:MITxT+JPAL101101x/>.

AI4Gov Project. (2023). “Trusted AI for Transparent Public Governance,”. Retrieved September 03, 2025 from <https://ai4gov-project.eu/>.

Bo Nội vụ. (2025). *Lop boi duong chuyen doi so va ung dung tri tue nhan tao trong thuc thi nhien vu, cong vu tai Bo Noi vu nam 2025*. Truy cập ngày 06 tháng 09 năm 2025 từ <https://moha.gov.vn/chuyen-doi-so/lop-boi-duong-chuyen-doi-so-va-ung-dung-tri-tue-nh-d956-t57318.html>.

Bo Nội vụ. (2024). *Quyết định Ban hành Bo tai lieu boi duong ve chuyen doi so va an toan, an ninh mang cho cong chuc, vien chuc nganh Noi vu*.

Carnegie Mellon University. (2025). *B.S. in Artificial Intelligence*. Retrieved September 05, 2025 from <https://www.cs.cmu.edu/bs-in-artificial-intelligence/index>.

Hertie School. (2025). “Master of Data Science for Public Policy (MDS),” Retrieved September 05, 2025 from <https://www.hertie-school.org/en/mds>.

International Organization for Standardization. (2023). “ISO/IEC 23894:2023 - Information

technology – Artificial intelligence – Guidance on risk management,”. Retrieved September 01, 2025 from <https://www.iso.org/standard/77304.html>.

International Organization for Standardization. (2023). “ISO/IEC 42001:2023 - Information technology – Artificial intelligence – Artificial intelligence management system,”. Retrieved September 01, 2025 from <https://www.iso.org/standard/42001>.

London School of Economics and Political Science. (2025). “MPA in Data Science for Public Policy,” Retrieved September 03, 2025 from <https://www.lse.ac.uk/study-at-lse/graduate/mpa-data-science-for-public-policy>.

National Institute of Standards and Technology. (2023). “AI Risk Management Framework” (AI RMF). NIST. Retrieved September 01, 2025, from <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>.

Office for National Statistics (ONS), “Modules of the MSc in Data Analytics for Government (MDataGov),” Retrieved September 03, 2025 from <https://analysisfunction.civilservice.gov.uk/training/modules-of-the-msc-in-data-analytics-for-government/>.

Office for National Statistics. (2024). “Modules of the MSc in Data Analytics for Government (MDataGov),” Retrieved September 03, 2025 from <https://taltech.ee/en/masters-programm>

- es/e-governance-technologies-and-services.
SoICT (HUST). (2025). *Data Science and Artificial Intelligence (IT-E10)*. Retrieved September 08, 2025 from <https://soict.hust.edu.vn/en/it-e10.html>.
- Tallinn University of Technology. (2025). “Master's Programme in e-Governance Technologies and Services,” (TalTech). Retrieved September 03, 2025 from <https://taltech.ee/en/masters-programmes/e-governance-technologies-and-services>.
- The University of Edinburgh. (2025). *BSc (Hons) in Artificial Intelligence*. Retrieved September 06, 2025, from <https://study.ed.ac.uk/programmes/undergraduate/388-artificial-intelligence>.
- Thuy, N. & Phu, X. (2023). *Boi duong kien thuc, ky nang ve chuyen doi so danh cho vien chuc lanh dao, quan ly cac don vi cua Hoc vien Hanh chinh Quoc gia*. Truy cap ngay 06 thang 09 nam 2025 tu <https://www.quanlynhanuoc.vn/2023/10/23/boi-duong-kien-thuc-ky-nang-ve-chuyen-doi-so-danh-cho-vien-chuc-lanh-dao-quan-ly-cac-don-vi-cua-hoc-vien-hanh-chinh-quoc-gia/>.
- VinAI. (2024). *VinAI and PTIT ink MoU to advance AI education and research among students*. Retrieved September 08, 2025 from <https://www.vinai.io/vinai-and-ptit-ink-mou-to-advance-ai-education-and-research-among-students/>.
- Vuong, L. D. (2024). *Xay dung Hoc vien so dap ung chien luoc phat trien cua Hoc vien Hanh chinh Quoc gia*. Truy cap ngay 06 thang 09 nam 2025 tu <https://www.quanlynhanuoc.vn/2024/05/25/xay-dung-hoc-vien-so-dap-ung-chien-luoc-phat-trien-cua-hoc-vien-hanh-chinh-quoc-gia/>.

KHUNG THAM CHIẾU ĐÀO TẠO AI THEO NIST/ISO & MLOPS CHO CHUYỂN ĐỔI SỐ CÔNG – TỪ LỚP HỌC ĐẾN VẬN HÀNH: ĐỐI SÁNH CHƯƠNG TRÌNH VÀ KHUYẾN NGHỊ

Trần Minh

Trường Đại học Thành Đô

Email: trminhl@gmail.com

Ngày nhận bài: 10/9/2025; Ngày phản biện: 16/9/2025; Ngày tác giả sửa: 23/9/2025;

Ngày duyệt đăng: 29/9/2025

DOI: <https://doi.org/10.58902/tcnckhpt.v4i3.285>

Tóm tắt: Bài báo đề xuất khung tham chiếu đào tạo AI tích hợp NIST AI RMF, ISO/IEC 23894–42001 và MLOps, nhằm thu hẹp khoảng cách giữa lớp học và vận hành trong chuyển đổi số hành chính công Việt Nam. Khung dựa trên ba trụ cột (quản trị rủi ro, hệ thống quản lý AI, MLOps) và được áp dụng đối sánh 7 chương trình cử nhân AI qua rubric artefact (Y/P/U) trên 5 cụm A - E, đồng thời so sánh với MOOCs (Coursera, Udemy). Kết quả cho thấy cụm A - B (bối cảnh, nền tảng, mô hình) được phủ khá tốt (10/14 minh chứng), trong khi cụm C - D - E (MLOps, governance, capstone) thiếu hụt rõ rệt (2/21 minh chứng).

Bài báo đưa ra hai mức cải tiến: Mức 1 - và nhanh bằng học liệu trực tuyến với artefact chạy được trên lab; Mức 2 - toàn diện, xây dựng module nội bộ gắn bối cảnh Việt Nam (dịch vụ công, dữ liệu, pháp lý, governance, capstone có SLA & hậu kiểm). Gói CMOC (4 module), lộ trình 12 tuần và artefact mẫu giúp tiến tới chuẩn “ready-to-serve” cho hai cấp chính quyền.

Từ khóa: AI; Đối sánh chương trình và khuyến nghị; Khung tham chiếu đào tạo; NIST/ISO & MLOps.