

CITY UNIVERSITY OF HONG KONG
香港城市大學

**The Double-Edged Sword of AI Surveillance:
The Effects of AI Learning Analytics on the
Privacy-Efficacy Tradeoff and the Moderating
Role of Class Size in Camera-on Online
Courses**

**AI 技術監控的雙刃劍：Camera-on 在
線課程中 AI 學習分析對隱私—學習效能平
衡的影響及課程規模的調節作用研究**

Submitted to
College of Business
商學院
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Business Administration
工商管理博士學位

by

Fan Xuyu
范旭宇

May 2026
二零二六年五月

摘要

在信息技術快速發展與教育數字化轉型的雙重背景下，在線課程已從高等教育擴展至職業教育與終身學習等多元場景，成為重要的教學組織形式。伴隨在線教育的大規模普及，融合學習行為數據與人工智能的學情分析工具（AI Learning Analytics）應運而生，成為支持個性化教學、提升學習效果的重要技術手段。在要求開啓攝像頭（Camera-on）的在線課程中，基於計算機視覺的 AI 工具能夠實時分析學生狀態並提供反饋，成為提升教學質量的重要手段。然而，在技術提升學習效率的同時，也帶來了顯著的“被監視感”。現有實踐表明，儘管 AI 能即時反饋學情，提升學習表現，但學生對於被算法持續監控可能產生抵觸心理，從而影響其對工具或平台的長期使用意願。

鑒於 AI 學習分析工具在教育應用中可能存在的兩面性，探究其對學生學習表現和平台再使用意願的複合影響顯得十分必要。通過對現有文獻的梳理，我們發現，當前研究多側重於驗證 AI 工具對學習成果的正向促進作用，或單獨討論隱私問題，鮮有學者在一個整合框架下探究 AI 反饋對“學習表現”與“使用意願”的權衡關係，也缺乏關於反饋形式（如“高光時刻”，一種行為截圖反饋功能）及情境因素（如班級規模）如何調節這一影響的深入探討。

針對以上實踐現狀和研究不足，我們整合了隱私計算與自我決定理論的核心觀點，並結合反饋干預與社會影響理論，構建了 AI 學習分析、受監控感知與學生行為結果之間的理論模型。研究通過三次遞進的在線情境模擬實驗，獲取數據進行分析，結果顯示大部分假設得到支持。主要發現包括：（1）AI 學習反饋工具（儀錶盤）是呈現雙重效應：儘管它通過增強學生的受監控感知來規範學習行為、提升成績，但此種受監控感知也顯著降低了學生的平台再使用意願；（2）強化型反饋工具“學習瞬間”（高光時刻的截圖反饋）產生了反作用：相較於普通的 AI 儀錶盤反饋，該功能減弱了感知監視對學習成績的正向影響，加劇了學生的心理壓力，最終導致學習成績表現不升反降；（3）班級規模具有顯著的調節效應：相較於一對一課程，一對多的設置能夠通過分散社會壓力和增加

匿名性，緩解受監控感知對平台再使用意願帶來的負面影響，並強化了受監控感知對學習表現的正向作用。

本研究在理論與實踐層面均具有一定的啓示意義。在理論層面，第一，辯證地揭示了 AI 學習分析應用中效率與體驗的潛在衝突機制，解釋了監控感知如何差異化影響短期表現與長期留存；第二，通過對學習瞬間功能的測量，明確了反饋干預的邊界條件，發現侵入性過強的可視化反饋可能產生過猶不及的負面效果；第三，將社會影響理論拓展至人機交互情境，證實了班級規模作為社會情境因素在調節算法壓力方面的有效性。在實踐層面，本研究建議在線教育平台在設計 AI 功能時應審慎權衡反饋的深度，避免採用過度顯性的反饋手段（如截圖）以防止激發使用者監控感知進而引發抵觸；同時，教育管理者可利用群體效應，通過優化班級規模設置來緩解 AI 技術給個人帶來的心理壓力，從而在保障教學品質的同時，維護學生的持續學習意願。

關鍵詞：在線教育；AI 學習分析；camera-on；受監控感知；學習表現；平台再使用意願；班級規模

ABSTRACT

With the rapid development of information technology and the background of digital transformation in education, online courses have expanded beyond higher education to diverse scenarios such as vocational training and lifelong learning, becoming a crucial form of educational organization. Driven by the massive popularization of online education, AI Learning Analytics tools that integrate behavioral data and artificial intelligence have emerged as crucial technologies for supporting personalized instruction and enhancing learning performance. In online courses that require cameras to be turned on (camera-on context), AI learning analytics based on computer vision algorithm can analyze student engagement in real-time and provide feedback. However, while technology enhances learning efficiency, it also introduces a significant sense of "being monitored." Current practices indicate that although AI can provide immediate feedback on learning progress and improve performance, students may develop resistance due to the perceived continuous algorithmic surveillance, which can affect their long-term willingness to reuse the tool or platform.

Given the potential dual nature of AI tools in educational applications, it is essential to explore the comprehensive impact on both learning performance and platform reuse intention. Through a review of existing literature, we find that current research predominantly focuses on validating the positive effects of AI tools on learning outcomes or discussing privacy concerns in isolation. Few scholars examine the trade-off between "performance" and "reuse intention" within an integrated framework, and there is a lack of in-depth discussion on how specific feedback forms (such as " Learning Moment", a learning analytic that provide behavioral screenshot as feedback) and contextual factors (such as class size) moderate this trade-off.

In response to these practical realities and research gaps, this paper integrated core perspectives from privacy calculus theory and self-determination theory, combined with feedback intervention theory and social impact theory, to construct a theoretical model linking AI learning analytics, perceived surveillance, and student behavioral outcomes. Data were collected through three progressive online simulated experiments, with results supporting most hypotheses. Key findings include: (1) The AI learning

feedback tool (dashboard) exhibits a dual effect: while it improves learning performances by heightening students' perceived surveillance, this same perception significantly reduces their intention to reuse the platform. (2) The enhanced feedback tool "Learning Moment" (screenshot feedback from highlight moments) produced a counterproductive effect: compared to the standard AI dashboard tool, this feature weakened the positive impact of perceived surveillance on academic performance, increased students' psychological pressure, and ultimately led to a decline rather than an improvement in learning performance. (3) Class size had a significant moderating effect: compared to one-on-one class, one-to-many setting alleviated the negative impact of perceived surveillance on platform reuse intention by dispersing social pressure and increasing anonymity, while also strengthening the positive effect of perceived surveillance on learning performance.

This study offers valuable insights for both theory and practice. Theoretically, first, it dialectically reveals the potential conflict between efficiency and experience in the application of AI learning analytics, explaining how perceived surveillance differentially affects short-term performance and long-term retention. Second, by measuring the impact of "Learning Moment" function, it clarifies the boundary conditions of intervention, finding that overly intrusive visual feedback may produce counterproductive negative effects. Third, it extends social impact theory to human-computer interaction contexts, confirming the effectiveness of class size as a social-contextual factor in moderating algorithmic pressure. Practically, this study suggests that online education platforms should carefully balance the depth of feedback when designing AI features, avoiding excessively explicit feedback methods (e.g., screenshots) to prevent triggering user surveillance perceptions and subsequent resistance. Meanwhile, educational administrators can leverage group effects by optimizing class size settings to mitigate the psychological pressure AI technology imposes on individuals, thereby maintaining teaching quality while preserving students' sustained learning motivation.

Key words: online education; AI learning analytics; camera-on; perceived surveillance; learning performance; platform reuse intention; class size

CITY UNIVERSITY OF HONG KONG

Qualifying Panel and Examination Panel

Surname: FAN
First Name: Xuyu
Degree: Doctor of Business Administration
College/Department: College of Business

The Qualifying Panel of the above student is composed of:

Supervisor(s)

Prof. LIAO Shaoyi Department of Information Systems
Stephen City University of Hong Kong

Qualifying Panel Member(s)

Prof. YAN Mingping Department of Marketing
Yanni City University of Hong Kong

Prof. XU Jingjun David Department of Information Systems
 City University of Hong Kong

This thesis has been examined and approved by the following examiners:

Prof. MA Jian Department of Information Systems
 City University of Hong Kong

Prof. LIAO Shaoyi Department of Information Systems
Stephen City University of Hong Kong

Prof. SIA Choon Ling Department of Information Systems
 City University of Hong Kong

Prof. FENG Guang Network Information
 Guangdong University of Technology Center

致謝

本論文的完成，離不開這段求學旅程中諸多師友與親人的支持，在此謹致以誠摯的謝意。

衷心感謝我的導師廖教授。從論文選題、框架構建到研究方法與學術表達，廖教授始終給予我耐心、深刻的指導。其嚴謹的治學態度與開闊的學術視野，為我指明瞭研究方向，也深深影響了我的思考方式。同時，也要感謝課程組各位老師在研究過程中的幫助與建議，使本論文得以不斷完善。

感謝我的家人。在我探索與實踐的路上，你們的無私付出是我最堅實的後盾。特別想對我的兒子說，父親在事業與學業上的跋涉，既是源於熱愛，亦是一場知行合一的躬行實踐。希望你也能懂得，知識、實踐與品格當融為一體。願你將來在自己選擇的道路上，懷抱好奇，堅定前行。

最後，作為一名在科技產業深耕多年的創業者，我始終致力於以技術賦能教育。這段博士求學的旅程，不僅是對教育智能化議題的系統探索，也時時反哺著我對企業方向與社會價值的思考。創業與治學，看似兩條路徑，實則內核相通——皆需沈心深耕、敢為人先，皆通往那真正“賦能於人”的遠方。

謹以此文，獻給所有關心、支持我的師友與親人，也獻給這段交織著學術探索與產業實踐的寶貴歲月。

感謝。

目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	iii
Qualifying Panel and Examination Panel.....	v
致謝.....	vi
目錄.....	vii
1 引言.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.1.1 在線教育行業發展與 camera-on 場景.....	1
1.1.2 AI 學習分析工具的發展與困境.....	3
1.1.3 當前相關研究現狀與缺口.....	6
1.2 研究問題.....	8
1.3 潛在的研究貢獻.....	9
1.3.1 理論貢獻.....	9
1.3.2 實踐貢獻.....	10
1.4 研究內容與目標.....	11
1.4.1 研究目標.....	11
1.4.2 研究內容.....	12
1.5 研究方法.....	13
1.5.1 實驗平台與情境設計.....	13
1.5.2 實驗流程控制.....	14
1.5.3 研究架構與實驗安排.....	15
2 文獻綜述.....	17
2.1 人工智能作為學習反饋工具.....	17
2.1.1 學習分析工具技術的發展演進.....	17
2.1.2 AI 學習分析工具的應用現狀.....	20
2.1.3 反饋干預理論.....	24
2.1.4 反饋干預理論視角下的 AI 學習分析工具.....	27

2.2	感知監視.....	30
2.2.1	感知監視在教育學中的研究.....	31
2.2.2	自我決定理論.....	35
2.2.3	隱私計算理論.....	36
2.3	社會情境的調節作用.....	38
2.3.1	社會影響理論.....	38
2.3.2	去個體化理論.....	39
2.4	現有研究空白與本研究的定位.....	41
3	Study1：AI 學情分析對學習表現和平台再使用意願的影響.....	44
3.1	問題提出.....	44
3.2	研究假設.....	44
3.3	實驗研究.....	46
3.3.1	實驗設計和被試.....	46
3.3.2	實驗操縱.....	49
3.3.3	測量項.....	51
3.3.4	實驗結果.....	53
3.4	結果討論.....	57
4	Study2：學習瞬間的調節作用.....	59
4.1	問題提出.....	59
4.2	研究假設.....	59
4.3	實驗研究.....	61
4.3.1	實驗設計和被試.....	61
4.3.2	實驗操縱.....	63
4.3.3	測量項.....	64
4.3.4	實驗結果.....	65
4.4	結果討論.....	72
5	Study3：班級規模的調節作用.....	74

5.1 問題提出.....	74
5.2 研究假設.....	74
5.3 實驗研究.....	77
5.3.1 實驗設計和被試.....	77
5.3.2 實驗操縱.....	78
5.3.3 測量項.....	79
5.3.4 實驗結果.....	81
5.4 結果討論.....	87
6 結論與啟示.....	89
6.1 研究結論.....	89
6.2 研究理論貢獻.....	91
6.3 研究實踐貢獻.....	93
6.4 研究不足與未來研究展望.....	94
參考文獻.....	97
附錄.....	109

LISTS OF FIGURES

圖 3-1 概念模型	44
圖 3-2 線上實驗平台截圖.....	49
圖 3-3 AI 學情分析截圖	50
圖 4-1 研究 2 的研究模型.....	59
圖 4-2 學習瞬間截圖.....	63
圖 4-3 學習瞬間和 AI 學情分析對成績的調節作用	70
圖 5-1 研究 3 的研究模型.....	74
圖 5-2 課堂規模操縱截圖.....	79
圖 5-3 班級規模對 AI 學情分析的調節作用	86

LISTS OF TABLES

表 3-2 研究 1 測量項	51
表 3-4 研究 1 的相關性分析	54
表 3-5 研究 1 的描述性統計：均值（標準差）	55
表 3-6 研究 1 的 ANCOVA 結果	55
表 3-7 感知監視的中介效應.....	57
表 3-8 研究 1 的假設檢驗結果.....	58
表 4-1 研究 2 的樣本特徵.....	62
表 4-2 研究 2 測量項.....	64
表 4-3 研究 2 的 Cronbach's Alpha、因子載荷（Factor Loadings）、組合信度 （Composite Reliability, CR）以及平均方差提取量（Average Variance Extracted, AVE）	66
表 4-4 研究 2 的相關性分析	67
表 4-5 研究 2 的描述性統計：均值（標準差）	68
表 4-6 研究 2 的 ANCOVA 結果	68
表 4-7 學習瞬間對感知監控的調節中介作用.....	71

表 4-8 研究 3 的假設檢驗結果.....	73
表 5-1 研究 3 的樣本特徵.....	77
表 5-2 研究 3 測量項.....	79
表 5-3 研究 3 的 Cronbach's Alpha、因子載荷 (Factor Loadings)、組合信度 (Composite Reliability, CR) 以及平均方差提取量 (Average Variance Extracted, AVE)	82
表 5-4 研究 3 的相關性分析	83
表 5-5 研究 3 的描述性統計：均值 (標準差)	84
表 5-6 研究 3 的 ANCOVA 結果	84
表 5-7 班級規模對感知監控的調節中介作用.....	87
表 5-8 研究 3 的假設檢驗結果.....	88
表 6-1 假設檢驗結果.....	90