

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



本文發表於愛思唯爾出版的期刊。隨附的副本提供給作者，僅供其所在機構內部非商業性研究和教育用途，包括在作者所在機構進行教學以及與同事分享。

禁止其他用途，包括複製、散佈、出售、授權副本，或發佈到個人、機構或第三方網站。

大多數情況下，作者可以將文章版本（例如 Word 或 TeX 格式）上傳到個人網站或機構知識庫。如需了解更多關於愛思唯爾存檔和稿件政策的信息，請訪問：

<http://www.elsevier.com/copyright>



ScienceDirect上提供目錄列表

電腦與教育

期刊主頁 :www.elsevier.com/locate/compedu

利用LMS資料開發教育工作者的「預警系統」：概念驗證

Leah P. Macfadyen a,* ,肖恩·道森 b

^a 加拿大不列顛哥倫比亞大學科學學習與教學中心，地址：6221 University Boulevard, Vancouver, British Columbia, Canada V6T 1Z1；^b 澳洲伍倫貢大學醫學院，地址：Wollongong, NSW 2522, Australia

文章訊息

抽象的

文章歷史：

2009年5月21日收到
2009年8月31日收到修改稿
2009年9月3日接受

早期研究表明，高等教育機構可以利用學習管理系統（LMS）數據的預測能力，開發報告工具來識別有風險的學生，從而實現更及時的教學介入。本文透過一項國際研究計畫的數據，證實並擴展了這一觀點。該計畫旨在探討哪些學生在線上活動能夠準確預測其學業成績。對來自 Blackboard Vista 支援的課程的 LMS 追蹤數據的分析，發現了 15 個與學生最終成績存在顯著簡單相關性的變數。

關鍵字：

協作學習
評估方法
學習社區
教學/學習策略
高等教育

迴歸模型為本課程產生了一個最佳擬合預測模型，該模型包含了關鍵變量，例如發布的討論訊息總數、發送的郵件訊息總數和完成的評估總數，該模型解釋了學生最終成績 30% 以上的差異。

邏輯迴歸模型展現了此模型的預測能力，能夠準確辨識出 81% 的不及格學生。此外，對課程討論論壇的網路分析，透過識別脫離學習環境的學生、學生間的交流模式以及教師在網路中的位置，深入了解了學生學習社群的發展。本研究證實，可以從學習管理系統（LMS）產生的學生追蹤數據中提取具有教學意義的信息，並探討了這些發現如何指導開發一個可自訂的、類似儀錶板的報告工具，供教育工作者使用。該工具能夠提取並可視化學生參與度和成功機率的即時數據。

© 2009 Elsevier Ltd. 保留所有權利。

1. 引言

世界各地的高等教育機構正經歷快速變革，以適應知識社會的新現實。儘管知識的發展、維護和傳播一直是高等教育機構的首要目標（Boland, 1995），但近期的社會和經濟變革正迫使大學採取新的方式來實現這些目標。教育工作者被要求在財政和人力資源日益減少的情況下展現高品質的教學實踐，同時還要滿足日益增長且在諸多方面都更加多元化的學生群體的學習需求（Twigg, 1994a, 1994b）。

學生人口結構發生了根本性變化，學生入學人數也大幅增加（Patrick & Gaëlle, 2007）。傳統上，高等教育被理想化為“以學術為導向的生活學習社區”，其中“全曰制學生在住宿環境中能夠獲得大量的教師指導和諸多學術支持服務”（Volkwein, 1999, 第14頁）。然而，這種理想化的高等教育模式依賴大量的財務和人力資源投入。不幸的是，聯邦、州和省政府對高等教育的撥款承諾未能滿足該領域日益增長的資源需求（Bates, 2000; Rossner & Stockley, 1997）。為了彌補政府投入的減少，各院校紛紛尋求增加招生人數和學費，以最大限度地提高收入。此外，人們越來越重視高等教育對未來職業發展的重要性，這促使許多政府將增加公立高等教育機構的招生人數作為政策強制執行。對成年勞動力的教育和（再）培訓也已成為優先事項。大學目前面臨來自勞動市場日益增長的需求，勞動市場需要持續的技能提升和再培訓才能在快速變化的經濟、社會和技術環境中保持就業（Dolence & Norris, 1995）。經合組織（OECD）過去和現在發布的《教育概覽》報告（例如，OECD, 2008）對工業化世界高等教育不斷變化的環境進行了廣泛而詳細的分析。

*通訊作者。電話：+1 604 827 3001；傳真：+1 604 822 4282。

電子郵件地址：leah.macfadyen@ubc.ca (LP Macfadyen)、shane_dawson@uow.edu.au (S. Dawson)。

因此，高等教育工作者面臨幾項重大挑戰。班級規模不斷擴大，而且現在他們正面臨著…被要求有效地教導能力、學習技能、先前學習和教育背景各不相同的學習者。

目標。此外，越來越多的高等教育教學研究強調採用以學習者為中心的教學方法，以及鼓勵學生間互動/合作、促進積極參與的重要性。

學習，提供及時詳細的回饋，強調完成任務所需時間，同時尊重不同的學習模式。

學習（例如，Chickering & Gamson, 1987）儘管較傳統的傳授式教學模式可能有其自身的優勢。

雖然在某些教學情境下這種方法可能適用，但它越來越被認為是一種不利於學生學習的教學方法。同時，高等教育領域競爭加劇以及教育成本不斷上漲，意味著學生和家長提出了更高的要求。

更高品質的教學實踐以及更高的支出透明度和問責制（Mavondo, Zaman 和 Abubakar, 2000 年；Varnham, 2001）。

為此，教育機構正在實施評估體系，以展現其對效率、生產力、效能和問責制的機構承諾（Volkwein, 1999）。因此，教育工作者面臨實施和展示有效教學實踐的壓力，而同時，透過評估體系監測學生進步的難度也越來越大。

個人接觸（Smith, MacGregor, Matthews 和 Gabelnick, 2004）。同時，他們作為教育者的表現也日益受到政府、公眾、管理階層和學生的檢視。

1.1 監測學生進步的挑戰

鑑於當前的教育環境，教師如何有效地追蹤眾多學生的學習進度？他們如何才能…

如何有效評估新實施的教學策略的影響？傳統的總結性評估方法，例如筆試和作業，雖然能夠為學生和教師提供必要的學習回饋，但如何才能有效地評估新實施的教學策略的影響？

在學習過程中，獲取此類資訊的時間點往往處於課程進展的某個階段，此時只能採取最少的干預和支持措施來解決已發現的問題。此外，總結性評估通常無法深入了解學生的學習情況。

學習策略或方法、學習社群的發展（或不發展）以及學生與同儕互動的實際程度

以及課程教材（Coates, 2005；Richardson, 2005）。最令人擔憂的是，隨著班級規模的不斷擴大，缺席、脫離課堂或未能充分參與課程學習的學生越來越容易被忽視，因為教育工作者僅僅關注這些學生就已經捉襟見肘。

參與的人。

因此，高等教育新時代的教師們迫切需要新的工具和策略，使他們能夠：

迅速識別有學習困難的學生，並制定支持他們學習的方法。基於一些初步發現，王及其同事

（Wang & Newlin, 2000, 2002；Wang, Newlin, & Tucker, 2001）於 2002 年提出，基於網路的學習中學生線上活動的數據

學習管理系統（LMS），例如 Blackboard 或 Desire 2 Learn，可以提供學生學業表現的早期指標。更多

最近，約翰·坎貝爾及其同事（Campbell, DeBlois 和 Oblinger, 2007；Campbell 和 Oblinger, 2007）認為，該應用

將學術分析（請參閱第 1.2.3 節）與機構學習管理系統（LMS）數據結合，可以為學生成功提供新的見解，並識別有風險的學生。

例如，Campbell, Finnegan 和 Collins (2006) 對學生的學業成績和選定的線上活動資料進行了迴歸分析。這些作者證明，雖然學生的 SAT 成績對學生未來的成功有一定的預測作用，但加入第二個變數 學習管理系統（LMS）登入次數 後，模型的預測能力提高了三倍。他們還展示了數據。

這表明，即使 SAT 成績處於較低或中等水平，學生也可以透過以下方式取得成功（以最終成績衡量）：

高於平均的努力程度（以學習管理系統登入次數衡量）。基於先前的研究，坎貝爾等人（Campbell & Oblinger, 2007；Goldstein & Katz, 2005）得出結論：學習管理系統的使用模式與學生的學業成績之間存在密切關係。

Campbell 及其同事擴展了 Wang 和 Newlin (2002) 的觀點，提出院校和教師可以直接從學習管理系統（LMS）數據分析中獲益，從而開發「預警」報告工具，識別有風險的學生，並允許教師採取相應措施。

制定早期介入策略。

本文報告了一項國際研究項目，最終目標是開發類似儀錶板的（Campbell & Oblinger, 2007）。

教育者導向的可視化工具。此評估資源將利用具有統計意義的學習管理系統（LMS）追蹤數據，以促進更有意義的即時教學分析，使教育者能夠更輕鬆地監控學生的參與度和學習進度。

本文旨在評估已實施的學習和教學活動的影響，並展示探索性研究中的樣本資料。

專案的一個階段，並描述了這些發現如何為儀表板介面的開發提供資訊。

1.2. 「預警系統」的基礎

1.2.1. 將網路和通訊科技（ICT）融入教學與學習

過去十年，資訊通信技術融入教學的進程加快，這既受教學目標的驅動，也受其他因素的驅動。

需要提高內容傳遞和課程材料互動的靈活性。目前，大量的 ICT 資源唾手可得。

高等教育機構內提供的資源為教育者和學習者都帶來了許多教學優勢。例如，教育者可以利用…

各種工具可以幫助設計和提供以學習者為中心的課程，學生可以更靈活地選擇與同儕和教師互動的方式。

資訊通信技術（ICT）的高普及率已得到充分證實，目前的學習管理系統（LMS）在高等教育十大技術中名列前茅（Yano-sky, Harris 和 Zastrocky, 2004）。目前，大多數 LMS 都是基於網路的平台，它們整合了各種工具和材料來支援學習。

包括：與課程學習相關的資料檔案和多媒體資源；以及可能允許學生完成的評估工具。

線上測驗或提交作業；郵件、聊天和非同步討論論壇等溝通工具；課程管理

允許教師記錄和儲存成績、發佈公告和顯示課程截止日期的工具；以及“學習管理”

允許學生查看成績並追蹤學習進度的工具。近期一項針對美國高等教育機構的調查顯示，校園學習管理系統（LMS）的採用率超過 70%（校園計算項目, 2008）。2007 年美國數據顯示，超過 390 萬名學生（占美國高等教育學生總數的 20% 以上）在 2007 年秋季學期至少選修了一門線上課程。

（Allen & Seaman, 2008）。更重要的是，學習管理系統（LMS）正被廣泛應用於支援「傳統」課堂教學，其形式更準確地說是「混合式」（或混合模式）和「網路支持式」。例如，超過 4500 名學生註冊了 109 門完全線上課程。

此數據僅代表不列顁哥倫比亞大學 (UBC) 2008 年 LMS 使用總量的一小部分。2008 年，共有超過 225,000 名學生註冊了 3169 個不同的 LMS 支援課程。

超過 3800 名教師使用過（個人交流、UBC 學習技術辦公室）。顯然，正如許多其他高等教育機構一樣，在全球範圍內，Blackboard (BB) Vista™ UBC 的企業級學習管理系統 是廣泛使用的工具，也是支援教學和學習的關鍵資源。在整個機構範圍內。

1.2.2. 學習管理系統追蹤資料的可用性提高

諸如 BB Vista™ 之類的學習管理系統 (LMS) 能夠捕獲並儲存大量複雜的使用者活動和互動資料。使用者追蹤變數包括線上會話的次數和持續時間（學生造訪線上課程網站的次數）、造訪的 LMS 工具以及訊息等指標。

閱讀或發佈的內容，以及造訪的內容頁面。這些數據集是即時捕獲的，原則上可以在任何階段進行挖掘。

學習進度。學習管理系統 (LMS) 收集此類數據的方式是非侵入性的，無需教職員工幹預。重要的是，這些數據可能

代表學習者行為中難以或不可能透過其他方式理解的面向：學習模式、參與度以及參與學習網絡的程度和方式 (Dawson & McWilliam 和 Tan, 2008)。

然而，迄今為止，研究人員只能透過緩慢而繁瑣的手動流程來存取、分析、視覺化和解釋這些數據，而且目前的學習管理系統 (LMS) 提供的數據報告選項非常有限 (Dawson et al., 2008; Mazza & Dimitrova, 2007)。此外，非常

目前的研究很少，也沒有指導教育工作者如何指出所收集的追蹤變數中哪些（如果有的話）可能具有教學意義。也就是說，眾多可用數據點中哪些可以表明學生參與了有教育目的的活動，這些活動可能有助於他們在課程中的學習和成就。

1.2.3. 學術分析的興起

然而，新千禧年見證了一種系統級資料收集和分析新方法的出現，這種方法具有以下特點：

釋放機構學習管理系統 (LMS) 所捕獲的大量資料集價值的潛力。最初在企業領域開發，稱為「商業學習管理系統」。

Goldstein 和 Katz (2005) 將這些分析工具和過程應用於教育系統稱為「智慧」。

分析。分析整合了企業級資料的採集、選擇、組織、儲存和報告等流程。

值得注意的是，分析方法將資料收集與統計技術和預測建模相結合，這些技術隨後可以用於…

用於指導教學實踐和政策制定。

直到最近，學術界對分析學的興趣仍然有限 (Goldstein & Katz, 2005)。少數幾個開展的項目也未能充分體現這一點。

高等教育領域的研究主要集中於分析機構收集的學生人口統計數據，

旨在了解並改善院校的招生和留校工作，從而提升整體學術表現。目前鮮有案例能夠成功且有系統地將學術分析應用於整個院校，以指導和提升招生和留校率。

教學實踐。

1.2.4. 更重視學習的社會性

近年來，教育工作者越來越認識到融入社會建構主義原則的學習設計所帶來的教學益處。這主要得益於約翰·杜威 (1966)、讓·皮亞傑 (1952) 和列夫·維高斯基 (1962) 等理論家的開創性著作。

社會建構主義教學法強調以學習者為中心的教學設計，並認識到學習的社會本質。

為了促進學習者與同儕、學習材料和教師之間的動態互動 (Gabelnick, MacGregor, Matthews 和 Smith, 1990; Levine, Lauf-graben 和 Shapiro, 2004)，學習社群的發展和支持已成為教育工作者的共同目標。

他們試圖促進學生學習 (Cho, Lee, Stefanone 和 Gay, 2005; Shapiro 和 Levine, 1999)。為了進一步支持以社區為中心的實踐，許多作者已經描述了資訊通信技術促進學習者之間交流的能力，並且

參與，從而促進社會網絡和社區意識的發展 (Brook & Oliver, 2003; Hew & Cheung, 2003；

Palloff & Pratt, 1999)。

同時，一些新的方法正在湧現，使教育者能夠從學習者社群、互動和參與度等方面評估設計活動的學習效果。例如，Dawson 及其同事 (Dawson, 2006; Dawson, Burnett 和 O' Donohue, 2006; Dawson 等, 2008) 已證明，學習管理系統 (LMS) 追蹤變數可以反映學習者的溝通行為。

這是衡量他們「社區意識」的重要指標。然而，迄今為止，鮮有研究能夠證明這些指標是如何或如何體現社區意識的。

如果學生的線上交流習慣和社區意識與他們最終的學業成功相關。

這四個關鍵發展—資訊通信技術融入教學、學習管理系統追蹤數據的可用性提高、以及…的出現

學術分析以及更重視讓學生參與有效的學習社群是我們計畫的基礎。

2. 方法

2.1 研究問題

初步探索性研究旨在確定能夠為資料視覺化工具的開發提供資訊的資料變數。

針對教師而言，這涉及提取大學選定的基於 BB Vista™ 的課程部分的所有 LMS 追蹤變數。

加拿大不列顁哥倫比亞省。為此，本研究旨在解答以下研究問題：

哪些學習管理系統 (LMS) 追蹤資料變數與學生成績有顯著相關？

在基於 BB Vista™ 的課程網站上，學生線上活動指標能夠準確地預測學生在課程中的成績？

學習？

追蹤線上學生交流模式的數據記錄能否為學生發展提供具有教學意義的見解？

學生學習共同體？

2.2 研究人群和背景

本文報告了對來自完全線上本科生物學課程三個學期（五門課程）的BB Vista™ LMS追蹤數據的分析。這是不列顛哥倫比亞大學於2008年開設的課程。「完全線上」課程的定義是所有內容均透過網路進行，溝通和評估均透過機構學習管理系統（LMS）進行。所學課程是二年級核心課程的線上版本。這是UBC本科生命科學課程中的一門課程。本課程為後續的生物化學、微生物學、生理學、遺傳學和分子生物學課程提供先修知識，因此是所有準備從事相關職業的學生的必修核心課程。

健康科學：這門綜合性線上課程充分利用了BB Vista™的現有工具，以便使用者可以存取課程內容。（內容頁、學習模組、網頁連結、自測測驗），促進學生交流和參與（討論論壇、聊天），評估學生學習（測驗、作業），並允許教師和學生自主管理學習（郵件、日曆、MyGrades、MyProgress、公告）。為了提供用於分析LMS追蹤數據的有效數據集，只有完成所有課程的學生才會被納入分析。

課程作業納入研究範圍。未能完成部分或全部必修作業、評分測驗、考試或其他評分任務的學生隨後從生物和化學資料集中剔除。最終樣本量為Nstu=118個「完成者」。

2.3 資料收集和程序

2.3.1. LMS追蹤數據分析

本探索性研究分析的資料提取自基於課程的教師追蹤日誌和BB Vista™生產伺服器。例如，我們檢索了與每門課程所有班級所使用的工具相關的追蹤資料變數。

使用Blackboard PowerSight套件從BB Vista™生產伺服器提取資訊。該套件提供對伺服器日誌的存取權限，以便提取…比BB Vista™教師「追蹤」工具目前提供的使用者追蹤資訊更全面。收集的數據包括每個用戶的數據。學生「整個學期」的使用頻率包括課程材料和支持內容傳遞、參與和互動的工具的使用頻率。討論、評估和管理/行政工作。此外，追蹤數據顯示學生在特定工具活動（評估、作業、線上總時長）上花費的總時間，從而可以衡量學生個人在任務上花費的時間。在某些情況下，對於特定活動，我們只選擇多個可用指標中的一個。例如，本研究選擇「進入聊天室」作為關鍵變數。

對於聊天室使用，PowerSight套件還提供了七個其他與聊天相關的變量，用於記錄用戶在聊天資源中的參與。

為了更準確、更全面地衡量工具使用情況，我們將案例和變數結合起來。例如，每個學生的計數

「以彈出視窗形式查看的公告」和「查看的公告清單」被匯總，以提供學生使用情況的完整評分。

公告工具。表1顯示了本研究中考察的初始課程追蹤變數集，這些變數與學生課程成功率的關係有關。資料匯出到Excel電子表格，並與從課程教師收到的最終課程成績資料合併。

隨後，將完整的學生資料集匯入SPSS進行進一步的統計分析。由於提取的變數是使用…測量的

由於存在多種尺度，SPSS的「轉換資料」功能用於將變數資料標準化為Z分數，並允許評估協方差。

表2列出了此線上課程的描述性資料樣本。

2.3.2. 課程討論論壇的網路分析

為了分析和視覺化學生學習網絡，我們從該線上課程的一個班級（學生人數Nstudents=36）中提取了完整的討論區數據。論壇資料擷取使用了SNAPP（Bakharia & Dawson, 2008），這是一個基於Greasemonkey（GreaseSpot博客，2009）的JavaScript程序。Greasemonkey是一個Mozilla Firefox瀏覽器擴充功能（Mozilla網站，2009）。Greasemonkey允許使用者安裝使用者開發的腳本可以更好地自訂已發布的HTML頁面。啟用後，SNAPP會擷取並整理BB Vista™討論論壇中的所有交互，並將這些資料以vna或xml檔案格式匯出（Bakharia & Dawson, 2008）。整理後的資料隨後會被使用。

基於已建立的論壇互動來建立網路關係。（例如，學生A在論壇上發布消息，

表1

選定用於進一步分析的課程追蹤變數。

線上會話總數	# “編輯”工具的用途	# 評估已開始
總在線時間	# “搜尋”功能的用途	# 評估已完成
# 已讀郵件	# 存取「我的成績」工具	評估所花費的時間
# 已發送郵件	# 存取「我的進度」工具	# 閱讀作業
# 已讀討論訊息	# “誰在線”檢視器的用途	已提交作業數量
已發布的新討論訊息總數為#	# 訪問課程聊天區	完成任務所花費的時間
# 發布了新的討論訊息	查看的文件數	
# 回覆已發佈的討論訊息	# 已瀏覽的網頁鏈接	

表2

所研究課程的描述性指標範例。

描述變數	數數	SD
N（完成者）	118	不適用
平均最終成績	60%	13%
平均每位學生每學期線上課程次數	153	77
每位學生每學期平均線上時長	102	56
每位學生每學期平均閱讀的討論帖數	4589	8620
每學期平均發布消息數	72	58
每學期平均瀏覽文件數	826	374

學生B回覆了最初的貼文—學生A和學生B之間建立了聯繫。論壇關係資料隨後被匯入到NetDraw (Borgatti, 2002)中，NetDraw是一款第三方社群網路視覺化工具。NetDraw渲染關係資料以進行視覺化。

學習網絡的社會關係圖（例如，參見圖3）。它還能夠計算各種網絡屬性，例如自我網絡（個體在較大網絡中建立的連接子網絡），以及網絡屬性的測量，例如介數中心性、接近中心性和度中心性。更多信息，請參閱Wasserman 和 Faust (1994)的著作。

社交網路分析的精彩概述。

3. 結果

3.1. LMS追蹤變數與最終成績的簡單（雙變數）相關性

繪製散佈圖是識別研究變數間潛在相關趨勢的有效初步方法 (Field, 2005)。圖1展示了本課程中選定的LMS變數與學生最終成績的代表性散佈圖。

Morris、Finnegan 和 Wu (2005)以及Campbell (2007)的研究表明，LMS變數之間存在顯著關係。

以及學業成績。同樣，本研究中線上課程的散點圖分析表明，多個學習管理系統（LMS）資料變數與學生最終成績之間存在正相關關係。

為了進一步探討所選變數作為本課程學生成績指標的重要性，我們進行了簡單的相關性分析。

每個變數與學生最終成績的關係進行了分析。在所檢視的22個BB Vista™變數中，有13個變數顯示出正相關關係。

與學生最終成績有統計意義上的顯著相關 ($p < .05$)（表3）。在LMS變數的顯著子集中，有七個

結果顯示，各變項皆有中等至較大的效應量 ($r = .30 - .50$)，每個變項可解釋學生期末成績9%至27%的變異數。

成績。其餘六個變項的影響程度為中小 ($r = .10 - .30$)，每個變項可解釋學生成績變異數的5%至9%。

最終成績。

正如Morris 等人 (2005)先前強調的那樣，這項研究在某種程度上似乎是在「記錄顯而易見的事情」（第 229 頁）。

研究結果表明，積極參與課堂討論的學生比不愛互動的學生更有可能順利完成課程。

同僚。

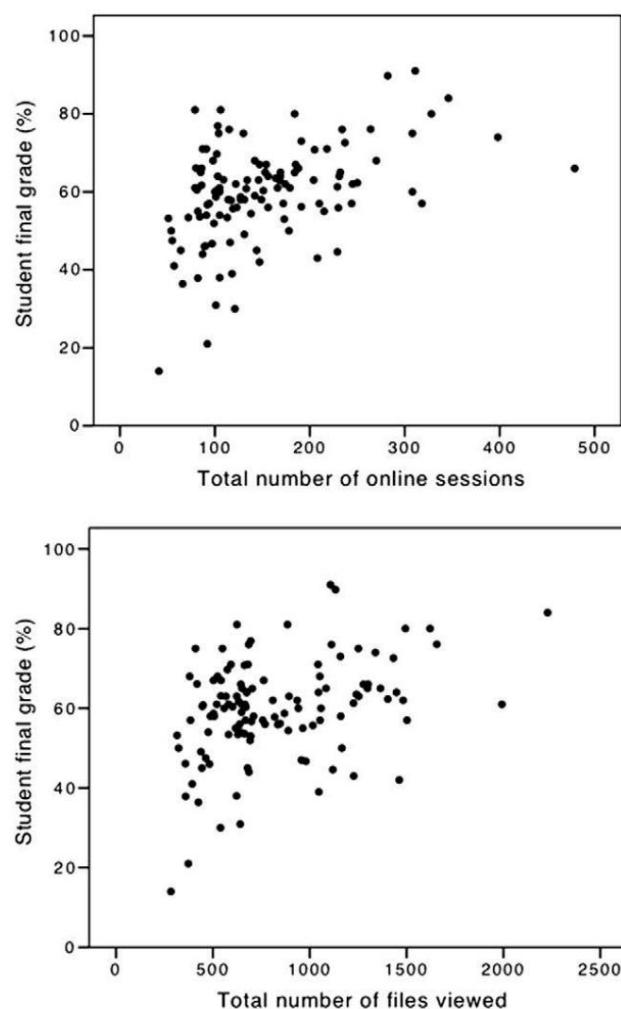


圖 1. 選定的課程 LMS 追蹤變數與學生最終成績的散佈圖。

表3

將相關課程學習管理系統追蹤變數與學生最終成績進行簡單的相關性分析。

多變的	r _s	r ²	p
已發布的討論訊息總數為 #	.52	.27	.00
線上會話總數	.40	.16	.00
總在線時間	.34	.11	.00
查看的文件數	.33	.11	.00
# 評估已完成	.31	.10	.00
# 評估已開始	.31	.09	.00
# 回覆已發佈的討論訊息	.30	.09	.00
# 已發送郵件	.28	.08	.00
已提交作業數量	.26	.07	.00
# 已讀討論訊息	.25	.06	.00
# 已瀏覽的網頁鏈接	.25	.06	.00
# 發布了新的討論訊息	.24	.06	.01
# 已讀郵件	.22	.05	.01
完成任務所花費的時間	.14	.02	.06
# 存取「我的成績」工具	.14	.02	.06
# 閱讀作業	.10	.01	.15
# 訪問課程聊天區	.05	.00	.30
# “搜尋”功能的用途	.01	.00	.45
# “編譯”工具的用途	.01	.00	.48
評估所花費的時間	.00	.00	.48
# “誰在線”檢視器的用途	.02	.00	.43
# 存取「我的進度」工具	.09	.01	.18
# 對公告的看法	.10	.01	.17

3.2 多元迴歸

儘管課程的13個LMS變數似乎與學生最終成績有顯著相關性，但僅依賴這些變數是錯誤的。

過度依賴簡單相關性的預測能力。學生的線上行為並不表現出簡單的單變量模式。

他們不只是瀏覽課程網站，而是採取複雜的綜合行為，決定為不同的課程網站分配更多或更少的時間。

工具和活動。一些線上活動的組合可能轉化為有效的學習策略，但「花在…上的時間更多」。

線上活動並不能簡單地預測更高的學業成績。例如，雖然成績處於最低四分之一的學生（按課程劃分）…

本研究調查的課程中，成績排名前25%的學生平均每週上網時間略長。

成績較好的學生平均每週上網時間略少，中間兩個四分位數的學生則沒有表現出明顯的差異。

每周平均在線時間有顯著差異（圖2）。事實上，平均線上時間與課程期末成績之間沒有一致的關聯模式。

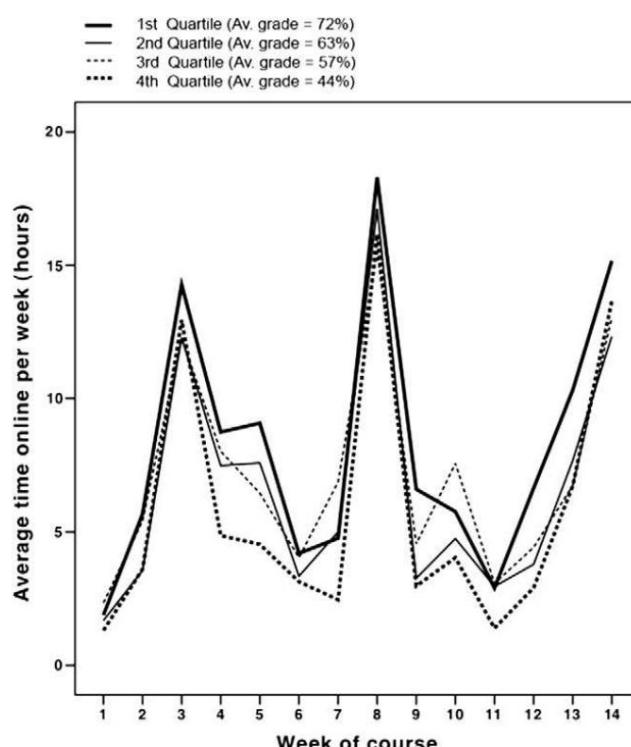


圖 2. 按學生「成績四分位數」（根據最終課程成績決定）劃分的每週平均線上時間。

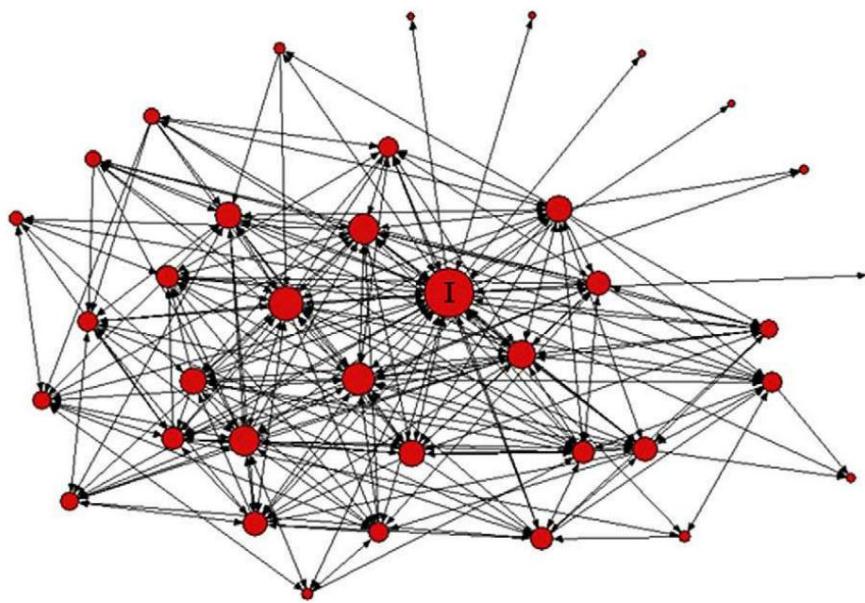


圖 3. 課程某部分討論論壇交流的社會關係圖。班級規模 = 36 名學生；課程討論論壇包含 3145 則訊息。節點大小表示個人建立的相對連結數。

成績並沒有明顯變化。換句話說，有些學生在虛擬課堂中對時間利用做出了更有效的策略性決策，而這並不能簡單地用線上時間的相關性來體現。

鑑於簡單的單變量相關性分析在此類研究/分析中的不足，我們試圖開發一個預測模型。該模型整合了所有與學生線上活動相關的可用資料來源。從一組顯著相關的線上生物課程學習管理系統（LMS）變數（表3）中，確定了八個潛在的顯著指標變量，用於多元迴歸分析。

分析。所有「作業」變數均被排除在外，因為儘管透過 BB Vista™ “作業”工具提交的論文有所貢獻，在本課程中，寫作任務佔學生最終成績的很大一部分，這些任務需要大量的線下閱讀和研究。以及寫作。因此，BB Vista™對「作業耗時」的追蹤不太可能準確反映學生在這方面的努力程度。此外，本課程中的一些作業由學生小組完成，但只需由一名組員提交；因此，計入「已提交作業」此指標無法準確反映學生個人完成作業任務的情況。此外，為避免多重共線性問題，我們排除了以下冗餘變數：新發布的討論貼文數量、回應的討論貼文數量以及已開始的評估數量。

在理想情況下，如果已知預測因子已在先前或已發表的研究中確定，則迴歸模型通常採用分層或分塊方法建構。先前確定的預測因子按照其對結果變數重要性的順序進入模型（Field, 2005）。然而，在缺乏此類資訊的情況下，則需要採用逐步方法來輸入預測因子。

將潛在的重要變數納入模型是一種穩健有效的方法。在這種情況下，可以使用向前或向後逐步迴歸法。分析已進行。然而，向前迴歸存在較高的風險，因為它可能會排除參與抑制效應的潛在預測因子，從而導致II型錯誤（即意外排除顯著預測因子）（Field, 2005）。因此，本研究選擇採用向後逐步迴歸法，其中將與目標變數無統計顯著性的變數逐步剔除。

模型的預測能力被消除。

因此，我們進行了線性多元迴歸分析，以建立預測模型，其中「學生最終成績」是連續因變數。如表4所示，該過程產生了一個學生最終成績的「最佳預測模型」 $F(18.73)$ ， $p = .00$ 是 LMS 追蹤資料變數的線性組合，這些變數僅衡量三種線上活動：發布的討論訊息總數、發送的郵件訊息總數和完成的評估總數。所有三個變數均具有統計意義。

貢獻者 ($p < .05$)。此模型的複相關係數為 .33，表示該課程中學生成績差異的約 33% 可以透過學生在課程網站內的線上活動組合來解釋。

為了進一步驗證觀察到的預測變量，採用強制進入法，納入了顯著相關的變數（表3）。已進行分析。強制方法產生了類似的複相關係數平方為 0.33，也確定了相同的結果。透過向後逐步迴歸法確定了三個預測變數。

表4

課程 LMS 追蹤變數的多元迴歸分析摘要（學生人數= 118）。

多變的	非標準化係數		標準化係數 b
	B	東南B	
(持續的)	3.46 E16	0.08	
已發布的討論訊息總數 #	.44	.08	.44*
# 評估已完成	.18	.08	0.18*
# 已發送郵件	.17	.08	0.17*

$r = .58$ $r^2 = 0.33$ 。

$p < .05$ 。

3.3. 邏輯迴歸

採用二元邏輯迴歸分析檢驗模型預測單一學生是否符合入學條件的可靠性。

被認為「有不及格風險」。課程最終成績低於 60% 的學生被標記為「有風險」(0)，而最終成績達到 60% 的學生則被視為「有風險」。

P60%被編碼為「表現合格或以上」(1)。在UBC的評分體系中，<60%代表C-或更低等級；<50%代表

(不列顛哥倫比亞大學, 2009)認為該成績為不及格。我們選擇這個分界點是為了納入那些最終成績顯示勉強及格，且可能從早期支持和介入中受益的學生。

迴歸模型的詳細資訊見表5。在本研究中，此模型的「命中率」或預測能力為：

最重要的意義在於，總體而言，邏輯迴歸模型能夠以 73.7% 的準確率將學生歸類為「有風險」或「表現良好」類別（表6）。該模型的 II 類錯誤率（將「有風險」學生錯誤分類為「表現良好」）僅為 12.7%：118 名學生中有 15 名被預測為表現良好，而他們的最終課程成績卻並非如此。

他們將他們歸類為“高風險”類別。然而，在這 15 名學生中，只有 4 名學生最終不及格（最終成績為 <50%），這意味著「預測失敗」率僅為 3.4%（118 名學生中有 4 名）。邏輯迴歸模型也出現了 I 類錯誤。

有 13.6% 的時間，學校將 16 名學生歸類為「有風險」類別，即使這些學生最終通過了課程（取得了成績）。

超過 60%。然而，鑑於儘早識別有失敗風險的學生的重要性，I 類失敗的發生率也較高。

錯誤本身並不那麼令人擔憂。更簡單地說，與其忽略一個需要幫助的學生，不如誤判一個有不及格風險的學生。

額外的學習支援。總之，邏輯迴歸模型有效地辨識出了大多數考試不及格或幾乎不及格的學生。

如果在學期初就能獲得這些數據，教師會如何判斷哪些學生「有不及格的風險」以及課程會如何安排。

表5

課程 LMS 追蹤變數的邏輯迴歸分析摘要（學生人數= 118）。

包括	實驗 b 的 95% 信賴區間		降低	實驗 b	上
	b (SE)				
持續的	.46 (.24)			1.58	
# 已發送郵件	.74* (.35)		1.05	2.10	4.19
已發布的討論訊息總數為 #	1.02* (.39)		1.30	2.78	5.98
# 評估已完成	.66* (.26)		1.16	1.93	3.22

註 $\chi^2 = .31$ (Cox 和 Snell, 1989)、0.32 (Nagelkerke, 1991)。型號五 $\chi^2 = 9.59$ 。

* $p < .05$ 。

表6

課程中學生的「失敗風險」分類結果（學生人數= 118）。

觀察到	預測		正確率
	處於風險之中	不處於風險之中	
處於風險之中	38	15	71.7
不處於風險之中	16	49	75.4
整體百分比			73.7

「有風險」= 最終成績<60%；「無風險」= 最終成績>60%。

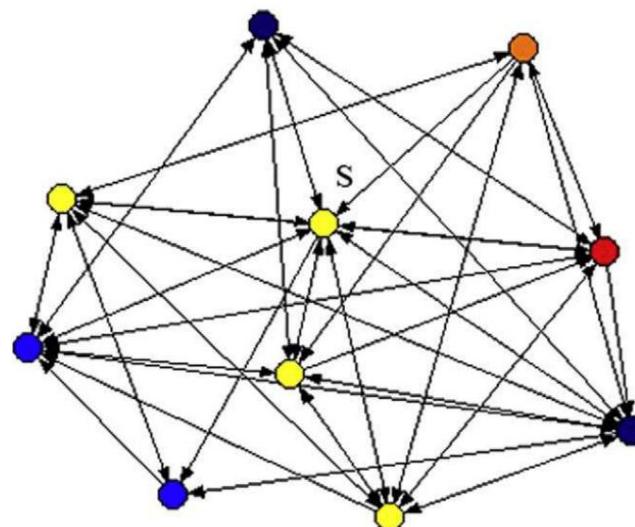


圖 4. 低分學生的自我網絡。節點顏色代表學生的最終成績：紅色 = A；橘色 = B；黃色 = C；藍色/黑色 = D 或不及格。（對於關於圖例中顏色標註的解釋，請參閱本文的網頁版。）

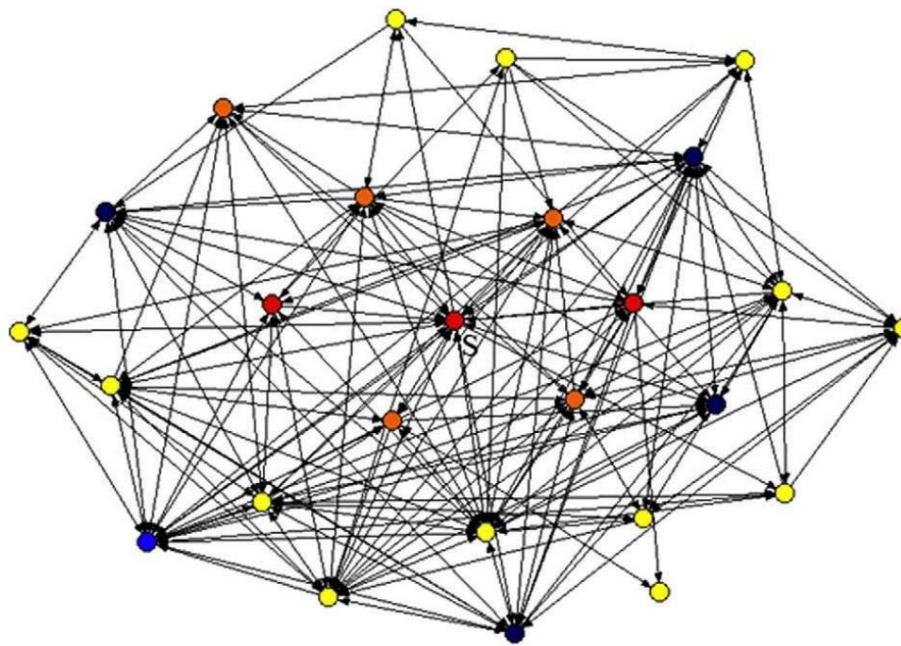


圖 5. 高分學生的自我網絡。節點顏色代表學生的最終成績。紅色 = A ;橘色 = B ;黃色 = C ;藍色/黑色 = D 或不及格。
(有關圖例中顏色意義的解釋,請參閱本文的網頁版。)

3.4. 非同步討論論壇的網路分析

對討論論壇資料進行探索性擷取以進行分析,凸顯了以易於理解的圖形形式呈現社交網路對教育者的價值。網路視覺化能夠輕鬆辨識學習網路中的邊緣學生或缺席學生(圖3)。此社交圖中的每個節點代表參與課程論壇討論的學生或教師,節點的相對大小代表「度中心性」即每個使用者建立的直接連接的相對數量。儘管網路中已移除學生姓名,但該社交圖清晰地顯示了整個群體以及每個學生的整體參與程度。

透過分析個體或「自我」網絡,可以進一步細化這些數據。自我網絡分析旨在探究學生透過論壇討論建立的具體關係。究竟是哪些學生在與他人建立溝通關係?圖4和圖5展示了本研究課程中一個班級兩名學生的自我網絡;節點顏色代表學生最終的成績。圖4展示了一位在該課程中獲得C-成績的學生的自我網絡—根據UBC的評分體系(不列顛哥倫比亞大學,2009)。在整個學期中,這位學生在36人的班級中僅與另外9名學生建立了溝通聯繫;他/她的自我網絡中有4名學生的成績為D或F,另有3名學生的成績也僅為C。換句話說,這位學生的網絡主要由成績較差的同伴組成。

相反,圖5顯示了本節課中一位最終成績為84% (A)的學生的自我網絡。這位高分學生的自我網絡密度更高,這清晰地表明他與25位同伴建立了聯繫,其中包括7位課程成績為A或B的學生。換句話說,這位學生建立了一個複雜的社交網絡,其中包含一個由高分同儕組成的核心群體。有了這些訊息,教育者可以實施策略性的學習幹預措施,以引導學生建立社交結構,並促進網絡密度和關係多樣性的提升。這些都是活躍且高效的學習共同體的標誌。

此外,這種分析和網路視覺化模式使當代教師能夠及早調整教學實踐,以適應特定學生群體不斷變化的學習動態。例如,圖3也展示了教師在這個學習網絡中的中心地位。如果預期的教學目標是建立一個學生主導的學習共同體,那麼這一訊息表明教師可能需要調整教學活動或採取策略性幹預措施,以促進學生之間建立更多聯繫(當然,也可能已經透過其他方式實現了預期的學生間互動)。因此,網路視覺化還可以為教師提供關於自身在新興學習網絡中位置的信息,使他們能夠評估自身活動對網絡行為的影響,以及學習網絡的發展是否符合預期的教學目標。

4. 討論與結論

4.1. LMS資料變數是學生課程成功的重要指標

在本探索性研究中,我們從UBC的BB Vista™生產伺服器中提取並分析了選定線上課程的相關學生追蹤變數。我們的研究結果表明,利用與教師意圖和線上課程網站設計相關的追蹤變數(用於內容交付、學生參與、評估與評分和/或管理的工具)以及任務時間指標(指示登入次數和線上時長的變數)建立的學生成功回歸模型,可以解釋學生最終成績30%以上的差異。對於本文所展示的代表性課程,迴歸分析結果顯示,學生成功率的解釋力顯著高於預期。

模型分析表明，學生線上活動的三個指標（論壇發文數、郵件發送數和完成的作業數）是學生最終成績的顯著預測變數。邏輯迴歸模型顯示，利用這些追蹤變數建構的預測模型能夠以70.3%的準確率（正確辨識54名學生中的38名）辨識出有不及格風險的學生。

最終成績低於60%的學生，以及80.9%的實際不及格學生（21人中的17人）被正確標記為「有風險」的學生。
成績不及格的學生）。

過去的研究主要以「線上時間」作為衡量學生參與度和努力程度的指標，而我們目前的調查顯示：
上網總時長與學生最終成績的相關性很弱，而且上網總時長並非顯著的預測因子。

在迴歸模型中，學生成績是一個變數。它是本文報告的生物課程中最顯著的預測變量，具有…

迴歸係數(b)為0.44，是衡量學生對課程討論論壇訊息總貢獻的追蹤變數。

這些結果支持了學習是一個社會過程的觀點，並進一步證實了學生參與程度與學習的互動方式密切相關。

同儕評鑑是衡量課程成功的重要指標。在本研究考察的課程中，評估工具（通常用於管理）

評分測驗僅用作提供學生可選（不計分）自測驗的一種手段。因此，在這種情況下，第二個

具有顯著預測意義的LMS變數「完成的評估次數」代表了學生對學習內容的參與度，而不是

比他們在完成評分課程評估上付出的努力更多。本研究中觀察到的最後一個具有顯著預測效果的變數與…有關。

BB Vista™郵件工具。在本課程中，該郵件工具主要用於教師與學生之間的行政溝通。因此，與已發送郵件相關的數據可以被視為衡量學生對其課程相關行政事務關注程度的指標。

學習。換句話說，該模型表明，這門課程中那些抓住機會透過討論與同儕互動的學生，

積極參與課程學習，並隨時了解與課程參與相關的行政細節，最終取得更高的總成績。

成績。雖然這項發現並不令人驚訝，但這項研究的價值在於能夠迅速確定哪些學生沒有以有效線上學習策略的方式參與課程材料、與教師和同學互動。

總之，這項探索性研究表明，部分（但並非全部）學習管理系統（LMS）變數可以有效預測學生的學業成績。

LMS支援的課程固然重要，但許多變數的預測效用也取決於課程網站的設計和教學目標。

一項重要發現是，了解實際課程設計和教師意圖對於確定哪些變數能夠有效代表學生的努力程度或積極性，以及哪些變數應該排除在外至關重要。最佳擬合預測模型可以識別並選擇不同的變數。

根據LMS課程網站設計（實施了哪些工具）而組合的具有統計意義的貢獻變量，

以及最終目的是什麼）。然而，本文提出的初步研究結果強烈表明，為了向教師提供有意義的學生表現指標，針對特定課程的學生追蹤數據的儀表板式視覺化必須具有高度可自訂性。

體現教學意圖。

4.2. 課程討論的網路分析有助於深入了解學生的參與度

透過學習管理系統（LMS）追蹤變數的分析，可以補充課程討論中溝通的網路分析所提供的見解。

論壇允許對本課程中發展的學習社群進行更深入的探索。

現在人們普遍認為，學生透過與社區其他成員進行持續且多樣化的社會互動，可以促進學習。

成員。將Web 2.0技術引入教育領域，進一步凸顯了推廣的重要性。

學生之間持續且多樣化的互動，旨在更好地促進學習過程。這項原則已進一步闡述。

Astin (1993)和Light (2001)等研究者已經證明，強大而多樣化的同儕網絡是重要的

影響學生學習堅持性和整體學業成功的因素之一。然而，並非所有旨在發展高參與度社交互動的嘗試都有效。迄今為止，針對旨在促進社區發展的教學實踐的評估…

過去的研究大多限於回顧性反思或對討論貼文數量的簡單統計。雖然這些數據

雖然可以提供一些有價值的信息，但它們無法讓教育工作者或讀者準確地確定學生參與的真實水平。

評估建構學生學習網絡的複雜性。然而，該專案的關鍵要素是開發一種工具。

這使得人們能夠視覺化和探索透過學生論壇討論而形成的網絡關係（Bakharia & Dawson, 2008），

因此，這種方法可以更準確地反映學生在課程中的參與。監測學生網路的發展變化，可以為教育者提供學生學習社群進展的全面訊息，即使在規模非常大的班級中也是如此。對自我網絡數據的深入分析可以揭示學生之間同儕互動的重要細節。例如，

本課程中學生網路發展的考察證實了Dawson (2009)所報告的現象：

學生網絡逐漸形成，在缺乏教師介入的情況下，「物以類聚，人以群分」。成績優異的學生主要相互聯繫。

與學業能力相近的學生一起討論；成績最差的學生群體也往往在線上討論中聚集在一起。發展能夠讓教育工作者監測同儕關係發展的工具，為教職員提供了一個機會，讓他們可以…

引入學習介入措施，以更好地促進學生互動，並積極操縱和重新設計網絡，以更好地促進關係多樣性。

4.3 本研究的局限性

這項初步研究存在一些局限性，影響了研究結果的整體普遍性和解釋性。

例如，這項研究的意義受限於其僅關注單一機構內完全線上課程的數據。

在線上課程中，學生與同儕、教師和課程內容互動的唯一途徑就是透過網路。

學習管理系統（LMS）。這表明，學生線上活動的指標將代表他們整體課程相關學習的很大一部分。

活動。未來的研究應著重調查和分析與學生在不同教學設計和課程交付模式下取得成功相關的潛在重要學習管理系統追蹤指標和網路措施。

4.4 概念驗證

本文展示了我們研究探索階段的部分研究結果，該研究旨在調查學習管理系統（LMS）追蹤的潛力。

數據變數將用作預測因子和學生課程學業成功的先行指標。我們意識到相關性並不代表一切。

這並不一定表示因果關係：例如，無法得出「發布更多訊息」與「取得更高成績」之間存在因果聯繫的結論。然而，這項研究的意義不在於證明因果關係，而在於揭示其意義。

我們的研究結果證實並擴展了先前的觀點（Campbell et al., 2007; Campbell & Oblinger, 2007; Morris et al., 2005; Wang & Newlin, 2002），即可以從學習管理系統（LMS）中提取具有教學意義的信息，並通過類似儀表盤的界面將其提供了視覺模型。該工具將其整合給教育模型。學生追蹤數據易於存取，可擴展且無幹擾，並能為學生最終的學業成就或失敗提供可靠的先行指標。非同步交流模式可以幫助教師了解社會建構主義教學目標是否正在實現。與我們的研究結果明顯相反，Campbell (2007)報告稱：納入LMS數據對其預測學生學業成功的模型的效力提升甚微。然而，我們認為，這種較弱的預測能力可能是由於其模型的適用範圍過於寬泛所致。坎貝爾的研究旨在預測學生在整個學術課程中的整體成功率，因此無法考慮不同教師在各個課程中不同的教學意圖和工具使用方式。我們的研究結果表明，為了監測學生的學習活動和成績，預測模型必須在課程層面進行開發。此外，未來任何評估和資料視覺化資源的發展都必須具有高度可自訂性，以適應教師在採用學習管理系統（LMS）工具及其整體教學意圖方面的差異。「一刀切」的儀表板工具無法準確反映教學意圖和隨後觀察到的線上行為，從而使教師能夠預測學生的成功率。然而，在高等教育快速發展的背景下，如果能有一個可自訂的報告工具，提取並可視化學生參與度和成功可能性的即時數據，指出哪些學生進展順利，哪些學生可能需要額外幫助，對於所有當代教育工作者來說，都將是一筆寶貴的財富。

致謝

本出版物得到了澳洲學習與教學委員會有限公司的支持，該委員會是澳洲政府教育、就業和工作場所關係部的一項舉措。本出版品中所表達的觀點並不反映澳洲學習與教學委員會的觀點。此外，不列顛哥倫比亞大學的教學與學習提升基金也為本計畫提供了支持。

參考

- Allen, IE 與 Seaman, J. (2008). 堅到底。2008年美國線上教育。紐伯里波特，麻薩諸塞州：斯隆聯盟。http://www.sloan-c.org/publications/survey/pdf/staying_the_course.pdf。
- 阿斯汀，A. (1993). 大學裡什麼最重要：重溫關鍵的四年。舊金山：喬西·巴斯出版社。
- Bakharia, A. 與 Dawson, S. (2008). 社會網絡適應性教學實踐(SNAPP)。<http://research.uow.edu.au/learningnetworks/seeing/action/index.html>。版本1.1。
- Bates, AW (2000). 管理科技變革。舊金山：Jossey-Bass 出版社。
- Bloland, HG (1995). 後現代主義與高等教育。《學術事務：高等教育期刊》，66(6), 521-559。
- Borgatti, SP (2002). NetDraw：圖形視覺化軟體。哈佛，麻薩諸塞州：Analytic Technologies（軟體）。
- Brook, C., & Oliver, R. (2003). 線上學習社群：探索設計架構。澳洲教育科技雜誌，19(2), 139-160。
- Campbell De Blois, PB 與 Oblinger, DG (2007). 學術分析：新時代的新工具。EDUCAUSE評論，42(4), 42-57。
- Campbell 與 Oblinger, D. (2007). 學術分析。華盛頓特區：EDUCAUSE應用研究中心。<http://connect.educause.edu/library/abstract/AcademicAnalytics/45275>。
- Campbell, J. (2007). 利用課程管理系統中的學生資料來確定本科生的學業成功：一項探索性研究。博士論文，美國印第安納州普渡大學。
- Campbell, JP, Finnegan, C., & Collins, B. (2006). 學術分析：將內容管理系統用作預警系統。發表於2006年WebCT影響會議的論文。http://www.alt.usg.edu/publications/impact2006/campbellfinnegancollinsgange_impact06.ppt。
- 校園計算 (2008)。2008年校園計算調查：加州恩西諾：校園計算計畫。<http://www.campuscomputing.net/survey-summary/2008> 校園計算調查。
- 奇克林，AW 和加姆森，Z. (1987)。本科教育良好實踐的七項原則。AAHE公報，39(7), 3-7。
- Cho, H., Lee, J.-S., Stefanone, M., & Gay, G. (2005). 分散式學習社群中電腦支援的協作社交網路的發展：行為與資訊技術。24(6), 435-447。
- Coates, H. (2005). 學生參與對高等教育品質的價值。高等教育質量，11(1), 25-36。
- Cox, DR 與 Snell, DJ (1989). 二元資料的分析（第2版）。倫敦：Chapman & Hall。
- Dawson, S. (2006). 學生交流互動與社區意識關係的研究。《網路與高等教育》，9, 153-162。
- Dawson, S. (2009). 「看見」學習共同體：探討用於監測線上學生網路活動的資源發展。英國教育雜誌
技術。2009年6月2日線上發布。
- Dawson, S., Burnett, B., & O' Donohue, M. (2006). 學習型社群：高等教育尚未發展的永續競爭優勢。《國際期刊》
教育管理，20(2), 127-139。
- Dawson, S., McWilliam, E. 與 Tan, JP-L. (2008). 更聰明的教學：如何挖掘資訊通信技術數據以指導和改進學習與教學實踐。發表於ASCILITE會議。
2008年，澳洲墨爾本。<http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne08/procs/dawson.pdf>。
- 杜威，J. (1966)。民主與教育。紐約：自由出版社。
- Field, A. (2005). 使用SPSS探討統計學。倫敦：Sage出版社。
- Dolence, MG 與 Norris, DM (1995). 高等教育轉型：21世紀學習願景。密西根州安娜堡：大學與學院規劃協會。
- Gabelnick, F., MacGregor, J., Matthews, R., & Smith, B. (1990). 學習社群：在學生、教師和學科之間建立連結。舊金山：Jossey-Bass。
- Goldstein, PJ 與 Katz, RN (2005). 學術分析：管理資訊和科技在高等教育的應用。華盛頓特區：EDUCAUSE應用中心
研究。
- Greasemonkey部落格 (2009)。關於Greasemonkey的部落格。<http://www.greasespot.net/>。
- Hew, KF 與 Cheung, WS (2003)。非同步討論論壇線上學習社群評估模型。《澳洲教育科技期刊》，19(2), 241-259。
- Levine Laufgraben, J., & Shapiro, N. (2004). 維持與改善學習社群。舊金山：Jossey-Bass。
- Light, RJ (2001). 充分利用大學時光：學生暢所欲言。麻薩諸塞州劍橋：哈佛大學出版社。
- Mavondo, F., Zaman, M., & Abubakar, B. (2000). 學生對高等院校的滿意度及其向潛在學生的推薦情況。發表於澳洲新英格蘭高等教育研討會論文。
西蘭行銷學院，格里菲斯大學，黃金海岸，澳洲。
- Mazza, R., & Dimitrova, V. (2007). CourseVis：一種用於支援網路遠距課程教師的圖形化學生監控工具。《國際人類學雜誌》
電腦研究，65, 125-139。
- Morris, LV, Finnegan, C., & Wu, S.-S. (2005). 追蹤線上課程中學生的行為、堅持性和成就。《網路與高等教育》，8, 221-231。
- Mozilla (2009)。Firefox資訊和下載網站。<http://www.mozilla.com/en-US/firefox/firefox.html>。
- Nagelkerke, NJD (1991). 關於決定係數的一般定義的註釋。Biometrika, 78, 691-692。

- 經合組織。(2008)。《2008年教育概覽：經合組織指標》。巴黎：經濟合作暨發展組織教育司。<http://www.oecd.org/edu/eag2008>。
- Palloff, R., & Pratt, K. (1999). 在網路空間建構學習社群。Jossey-Bass :舊金山。
- Patrick, C. 與 Gaëlle, G. (2007)。探索高等教育中的機會與公平：政策與績效的比較觀點。《高等教育季刊》，61(2), 136–154。
- 皮亞傑 J.J. (1952)。兒童智力的起源。紐約：國際大學出版社。
- Richardson, JTE (2005). 獲得學生回饋的工具：文獻綜述。高等教育評估與評價，30(4), 387–415。
- Rossner, V. 與 Stockley, D. (1997)。組織和提供網路教學的製度觀點。載於 B. Kahn (編), 網路教學 (第 333-336 頁)。新澤西州恩格爾伍德克利夫斯：教育科技出版社。
- Shapiro, N., & Levine, J. (1999). 介紹學習社群：校園概況，4(5), 2-10。
- Smith, B., MacGregor, J., Matthews, R., & Gabelnick, F. (2004). 學習社群：改革大學教育。舊金山：Jossey-Bass。
- Twigg, CA (1994a). 學習定義的改變。Educom Review, 29(4), 23-25。
- Twigg, CA (1994b). 國家學習基礎設施的必要性。Educom Review, 29(5), 17-20。
- Twigg, CA (1994c). 駕馭轉型。Educom 評論, 29(6), 21-24。
- 不列顛哥倫比亞大學 (2009)。2009/2010 學年日曆：政策和規章制度。<http://www.students.ubc.ca/calendar/index.cfm?tree=3,42,96,0>。
- Varnham, S. (2001). 直言不諱：直言不諱：新西蘭高等院校是否可能根據消費者保護法對其學生承擔責任？教育與法律, 13(4), 303-317。
- Volkwein, JF (1999). 制度研究的四個面向：制度研究究竟是什麼？制度研究的新方向, 104。舊金山：Jossey-Bass。
- 維高斯基, L. (1962)。思想與語言。劍橋：麻省：麻省理工學院出版社。
- Wang, AY, & Newlin, MH (2000). 參加並成功完成網路心理學課程的學生的特徵。教育心理學雜誌, 92(1), 137-143。
- 王愛英和紐林明暉 (2002)。虛擬課堂表現的預測因子：辨識並幫助有風險的網路學生。《高等教育雜誌》。
- 學術事務, 29(10), 21-25。
- Wang, AY, Newlin, MH, & Tucker, TL (2001). 線上課堂聊天的語篇分析：網路學生表現的預測因素。心理學教學, 28, 221–225。
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). 社會網絡分析：方法與應用。紐約：劍橋大學出版社。
- Yanosky, R., Harris, M. 與 Zastrocky, M. (2004)。高等教育電子學習的首要技術重點。康乃狄克州斯坦福：Gartner 研究集團。http://www.mtholyoke.edu/lits/ris/CourseMgmt/Gartner/top_tech_priority-g.pdf。