

基于学习分析的在线学习测评建模与应用

——课程综合评价参考模型研究

孙洪涛¹, 郑勤华², 陈耀华², 陈 丽²

(1.中央民族大学 现代教育技术部,北京 100081;

2.北京师范大学 远程教育研究中心,北京 100875)

[摘 要] 课程是在线学习的载体。课程评价是远程教育教学评价的重要组成部分。近年来,随着在线学习的迅速发展,课程评价从内容到手段上都正经历着重要的转变。学习分析的发展为课程评价提供了新的途径。本研究首先提出了课程评价的概念框架,并通过学习分析构建了课程评价的模型,从媒体技术、学习资源、学习活动、学习支持和联通度五个维度对在线学习课程进行评价。在此模型的基础上,设计并开发了课程评价的学习分析工具,对所提出的模型进行了实际验证。最后,分析了基于学习分析的课程评价的特征和趋势。本研究为课程综合测评提供了理论参考,为学习分析技术在课程评价中的实际应用提供了方法上的借鉴。

[关键词] 学习分析;课程综合评价参考模型;C-SERI;课程评价

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 孙洪涛(1977—),男,山东青岛人。高级工程师,博士,主要从事学习分析、教育信息化规划等方面研究。

E-mail:sun_h tao@126.com。

一、引 言

课程是远程教学的载体^[1],承载着远程教学的内容与过程。对于课程的评价是远程教育教学评价的重要组成部分。

在远程教育领域中,课程内涵丰富,并且在不断发展之中。课程从其本源意义上包含着学科教学科目和教学进程两个层面。《现代汉语词典》中将课程解释为学校教学的科目和进程。《中国大百科全书》(第二版)中将课程定义为课业及其进程,并列举了三种对课程的常见理解:课程即教学科目,课程即预期的学习结果或目标,课程即学习经验或体验。^[2]

教育行业标准中《在线课程建设》征求意见稿中指出,在线课程是在网络环境下组织某门课程的教学内容并实施的教学活动的总和。在线课程由在线学习

平台承载和运行。在线课程包括有组织的教学内容,有设计的教学活动,有记录的交互信息和对课程的教学分析。^[3]国家开放大学将课程界定为实现专业培养目标而开设的学科及其目的、内容、范围、活动、进程等的总和。一门课程是教学计划中的一个科目。^[4]英国高等教育统计署(Higher Education Statistics Agency)发布的《什么是课程》研究报告中指出,课程具有广泛的内涵,课程的概念在高等教育周期的不同阶段有所不同。总体而言,课程是与一系列确定的学习结果相关的学习参与。^[5]这个定义从课程的目的出发,强调了课程的参与过程。可见课程并非仅仅是科目与资源的集合,而更为强调学习过程和结果。

通过以上定义可见,课程的定义有广义和狭义之分。广义定义将课程界定为学科,由一系列课程构成科目体系;狭义的课程指一门具体课程,包含着课程

基金项目:北京师范大学自主科研基金项目“学习者在在线学习状态分析与可视化工具研发(项目编号:SKZZB2015013)”;中央高校基本科研业务费专项资金

内容与学习进程。本文所评价的课程为一门特定课程,评价内容包括课程的内容、过程和效果等方面。

对课程定义的解析有助于发现课程评价的重点所在。课程评价应当涵盖课程内容和实施过程。但在常见的课程评价中,存在课程评价的全面性、有效性和及时性三方面的局限。评价全面性方面,评价对象往往偏重课程内容,弱化对教学过程的评价。评价有效性方面,专家评价和学习者调查等方式限制了评价的客观性。评价及时性方面,量表和问卷为主的评价手段使得课程评价具有较强的滞后性。

近年来蓬勃发展的学习分析对于远程教育中的课程评价提供了强有力的支持。首届学习分析技术与知识国际会议上将学习分析定义为测量、采集、分析和报告有关学习者及其学习情境的数据集合,以理解和优化学习过程与学习情境的技术。^[6]学习分析可以从监测、评价、诊断、预测和推荐等方面对远程教育进行支持,对远程教育产生了深远的影响。

在线课程评价具备应用学习分析开展数据评价的基础条件。在线课程的教学内容资源存储在平台之中,其内容与结构可以通过数据清晰地体现。在线教与学的过程可以通过行为数据和内容数据进行表征。基于课程数据的学习分析可以对教学进程进行动态跟踪,从而能及时掌握课程的进展状况。学习分析为当前课程评价所存在的问题提供了解决思路。

有效的课程评价需要依托一个系统且有效的课程评价模型。评价模型的构建需要从数据的角度对课程内容和教学进程进行解析,给出课程的数据形态。同时,需要从不同的角度设计课程内容与教学进程的评价方式,并进行有机整合,为综合性课程评价提供解决方案。构建基于学习分析的课程评价模型是应用学习分析对课程内容与教学过程开展全面评价的核心工作。

二、课程评价理论模型研究

课程评价是远程教育评价的重要组成部分。围绕课程评价有着大量研究与实践。在远程教育课程评价研究中,各种评价标准从评价的内容、手段和形式方面有着较大不同,从不同的侧面提供了课程评价模型构建的依据。

1. 课程评价研究综述

美国在线课程质量量规(Quality Matters Rubric, QM)是认可度较高,应用范围很广的课程评价量规。它从8个方面对课程进行了评价,分别是课程概述与

介绍、教学目标、教学评价、教学材料、学习者交互与参与、技术应用、学习者支持和易用性。^[7]

加州大学北岭分校(Northridge)构建了在线教与学评价框架(Quality Online Learning and Teaching Framework, QOLT),包括10个维度,58个指标。其中10个维度为课程概览与介绍、学生学习评价、教学材料与资源、学生交互和社区、课程辅导与教学、教学与学习技术、学习支持与资源、易用性与综合设计、课程总结和移动学习支持。^[8]

在线课程质量量规和在线教与学评价框架在维度结构上具有较高相似性,然而其指标表述有着很大不同。前者仍然从课程设计的角度出发,分析课程在设计上如何对学习过程进行支持。而在线教与学评价框架则既重视课程设计又重视课程实施,从教师的教和学生的学方面增加了评价要求。

MOOCs诞生以来,成为具有全球影响的远程教育形式。近年来对于MOOCs的评价成为全球范围的研究热点。比较有典型意义的研究包括Chapman等人和Lin等人的研究。

Chapman等人提出的MOOCs评价指标是一套较为完备的评价标准,包括学习者覆盖、学习参与、成就认证和课程质量。其中,学习者覆盖包括学习者的地理分布、年龄性别、社会经济状况。学习参与包括内容访问、学习路径、退出率、资源使用和在线协作。成就认证包括获得认证的学生比例和测验成绩。课程质量包括界面设计、教学资源、学术支持、技术支持和评价与学习目标的相关度。^[9]在各个维度中,学习者覆盖、学习参与、成就认证三个维度基本都通过MOOC平台所记录的数据进行评价,仅有学习参与中的在线协作同调查问卷评价。而课程质量维度则全部通过问卷进行评价。

Lin等人通过方法目的链模型(Means-end Chains Model)研究了MOOCs中的属性(Attributes)、影响(Consequences)和价值(Values)链条,分析了MOOCs的14个属性,12个结果和9种价值之间的关系。最终发现课程的资源丰富性、实时讨论、视频指导和学习认证四个属性,可以产生促进学生知识理解,增进学习交互,简化时间管理,提高竞争力的影响,最终获得生活乐趣,自我实现,成就感等价值。^[10]这一研究虽然并未直接提出课程评价标准,但发现了课程质量的重要影响因素,为课程评价提供了依据。

学习分析领域对在线教学评价的数据指标展开了较多研究。其中最具代表性的研究是Dyckhoff等人对20余项学习分析研究进行了综述后,总结了教学

过程涉及的198个指标。其中,课程相关指标主要包括课程总访问量、资源访问量、未被访问的资源量、学生学习路径、课程社会网络中心度、学生对主题的理解、学生测验成绩平均分、学生错题聚类结果等。^[11]在Dyckhoff等人设计开发的课程学习分析工具eLAT中,将课程评价分为四个维度,分别为资源文档应用、测试评价表现、用户活动和交流互动。^[12]

近年来快速发展的Canvas学习管理系统,提供了课程评价功能(Course Analytics)。其评价包括了学习活动、学习任务、学习成绩三个方面。学习活动主要包括页面浏览和学习者参与,学习任务评价包括任务提交情况,学习成绩评价为课程整体成绩分布。^[13]在此基础上,Canvas提供了针对每个学生的三个维度分析。Canvas的评价主要着眼于学习过程和学习结果,基本没有涉及课程内容。

在课程评价研究的发展过程中,可以发现课程评价在对象和手段上的变化。以在线课程质量量规为代表的,评价主要的着眼点是课程内容,在学习过程方面着重评价了如何通过课程内容对学习过程进行支持。MOOCs课程评价和基于学习分析的课程评价中新增了大量学习过程相关内容,重视对课程实施过程的分析评价。从评价手段上,在线课程质量量规仍采取专家打分方式,MOOCs课程评价中行为数据占据了很大比重,学习分析课程评价中基本都通过学习数据对课程进行评价。在课程评价的发展变化中,我们能够发现评价重点正由课程内容向着学习过程转移,而学习分析为代表的分析技术为这一转变提供了技术支持。

2. 联通主义对课程评价的启示

课程建设的根本目的是为了承载学习过程。对于学习的剖析,对于课程建设与评价有着重要意义。联通主义理论是互联网时代的代表性学习理论。联通主义将学习解析为将信息、关系和资源组建成学习网络的过程^{[14][15]}。联通主义揭示了互联网时代学习的规律。联通主义学习广泛存在于不同类型的学习中,具有三种形式:简单联通、社会联通、复杂联通^[16]。Siemens认为社会性联系对于学习具有基础性作用,对意会(Sensemaking)和寻径(Wayfinding)有着重要支持作用。寻径和意会是联通主义的重要学习过程。寻径代表对联通关系的不断建立和优化。意会代表学习者从自主学习和联通关系中,获得新的知识和能力。与意会相比,寻径是基础和前提。寻径的过程可以由社会交互的发展过程来表征,更加便于通过行为数据来进行分析。

在互联网时代,学习的形式与过程正快速产生变

化,课程的建设与评价也应当随之变化。联通主义学习理论对学习过程提出了新的解释。相应的,在课程学习评价中也需要对课程的联通状况展开评价。课程联通水平的评价是课程评价在互联网时代的发展,对于课程教学的深层次评价。可以预见,这种评价的重要性将随着互联网教育的发展不断提升。

3. 课程评价理论框架的提出

在综合分析各类在线课程评价研究和联通主义学习理论的基础上,笔者构建了课程评价框架,包括媒体技术、学习资源、学习活动、学习支持和联通水平五个维度。在模型概念框架初步构建完成后,笔者邀请了在线教育领域、学习分析领域和教学评价领域的7位专家进行了半结构化访谈,在此基础上构建了课程评价的概念框架,内容描述如图1所示。



图1 课程综合评价参考模型

媒体技术包括远程学习中传递学习资源、支持教学交互活动、实施教学的技术与工具应用情况。技术应用代表着课程开展所需的技术支持,包括是否采取了丰富多样的技术手段对教学进行支持;所采用的技术是否具有较高的可用性(Usability),操作便捷易用;在移动学习快速发展的背景下,是否能够广泛支持各种操作系统和设备开展泛在学习应用。

学习资源是为课程学习服务的各种形式的学习内容和材料。学习资源对在线学习过程的支持,首先体现在内容的丰富性。课程需要提供丰富多样的教学资源,重复体现课程教学内容,促进学习者的学习。再者,学习资源需要具有清晰的结构,指示学习者的学习路径,并说明提供资源的目的,以及资源使用方法。最后,学习资源要能够有效支持学习者与内容的交互,支持学习目标的达成。

学习活动从学生学习的角度表征了远程课程学习开展的动态进程和效果。其评价可以从资源学习、社会交互和学习效果三个方面进行。资源学习表征了学习者与内容资源交互的真实状况。交流讨论代表了学习者基于论坛等各种交流工具在学习过程中进行交流互动的情况。学习效果包含学习者任务完成情况和评价情况。

学习支持从教师支持学生学习过程的角度对课

程进行了评价。主要分为教学引导、答疑反馈和非学术支持三个方面。教学引导主要包括教师对课程学习过程进行说明和引导,帮助学生顺利开展学习。答疑反馈包括教师对学生提出的问题及时解答,对学生提交的作业进行批改。非学术支持包括教师对课程学习提供的技术类和管理类支持服务。

联通度体现了课程学习所形成的联通水平,主要对在线学习行为中寻径的过程和结果进行评价。联通度主要通过课程学习所形成的网络广度、网络深度和网络结构来进行评价。网络广度代表课程学习者在课程学习中形成的联通网络的广泛程度。网络深度代表课程学习者在课程学习中形成的联通水平的深入程度。网络结构代表课程学习者在课程学习中形成的联通网络的中心性、互惠性等结构特征。

课程评价框架对课程建设和实施过程进行了综合评价。在课程建设方面主要通过媒体技术、学习资源进行了评价;在教学状况方面主要通过学习活动、学习支持和联通度进行了评价。框架的各个维度分别针对课程建设与实施的某一方面进行评价,具有一定概括度和抽象层次。各个维度包含不同的评价指标,指标是对维度评价内容的具体分解。

三、课程评价数据模型构建

课程模型框架的建立从概念上提供了通过分析开展课程评价的理论基础。笔者进一步依据概念模型对数据模型的数据指标和计算方法进行了研究。与理论模型自上而下的构建方式不同。数据模型的构建从底层数据开始,依据概念模型找到各个指标对应的潜在变量,再通过对潜在变量的筛选获得特征变量,进而构建更高层次的指标和维度算法,最终得到完整的课程综合评价模型,即 C-SERI 模型(Course-Systematically Evaluation Reference Indicator)。

如本系列前两篇文章所述,模型构建的具体流程包括原始数据的采集与汇聚、潜在变量生成、特征变量选取、算法模型构建、模型验证迭代等五个步骤。^[17]在此不再赘述。课程评价数据模型的构建在数据来源、采集技术和分析方式上具有一定的独特性。

1. 多来源数据汇聚

与学生和教师评价相比,课程评价具有很强的综合性。课程模型包含的内容更为广泛,需要从多个角度获取数据进行分析,既包含教师与学生的教与学数据,又包含课程所采用的技术工具和教学资源数据。为了完成模型构建,本研究所使用的数据包括学习环境数据、学习行为数据、学习评价数据和内容语义数

据等。其中学习环境数据包括平台功能模块、课程资源结构、跨平台支持情况等。学习行为数据包括课程登录数据、资源访问数据、论坛交互、作业提交数据等。学习评价数据包括作业成绩、测验成绩和考试成绩等。内容语义数据包括学习内容、讨论内容和答疑内容等数据。

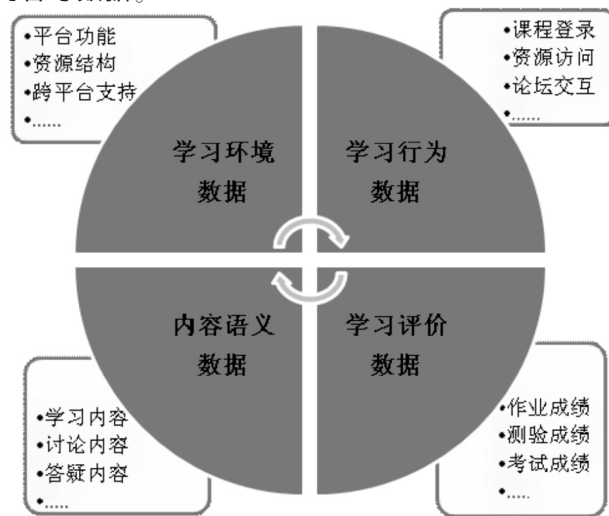


图2 指标数据来源

2. 多途径数据采集

除了能够从各个数据库中直接获得的数据外,需要通过其他技术手段获取数据。埋点和爬虫是两种重要数据获取方式。埋点技术是随着网络分析挖掘应用不断发展而来的数据采集技术,分为代码埋点、可视化埋点和无埋点等方式。^[18]其基本原理是通过在网站放置相应代码或网站调用相关服务的方式,记录用户访问网站时的各类操作行为。通过埋点技术可以完整地记录用户的在线行为过程。对于在线课程评价而言,所需的数据中有相当一部分无法通过网络学习管理系统的数据库获得。缺失的数据会对课程评价带来很大影响。而埋点技术可以很好地弥补这一不足。

爬虫技术是另一种数据采集的关键技术。网络爬虫是一种自动获取网页并提取相关内容的技术。爬虫技术的快速发展与搜索引擎关系密切。爬虫的原理是通过种子网页不断发现相关链接,通过队列对链接进行存储,直到满足爬行终止条件时(如队列为空、达到指定数量等)停止爬行。近年来主题爬虫成为爬虫技术的最新发展方向。主题爬虫是按照预先定义的主题,在给定初始 URL 种子集后,根据一定的分析算法,对爬行网页进行主题相关分析。主题爬虫不收集所有的网页,只爬取那些与主题相关的页面。^[19]

埋点技术和爬虫技术为数据采集提供了重要补充,补足了教学与管理系统的不足。现有学习管理系统在设计之初并未考虑数据分析需求,因此大量重要

与趋势。

课程评价正在经历从内容到手段的转变。在线学习课程的评价最初重在对课程内容的评价,这从我国精品课程评价标准和具有广泛影响的美国在线课程质量量规的评价内容中清晰可见。尽管评价中涉及学习交互、学习支持、教师辅导等各个远程教学环节。但评价仍多从课程内容和设计角度看是否涉及了这些方面。但随着在线学习的不断发展,课程建设和课程实施过程正在不断融合。^[20]课程作为内容和过程的统一体,其评价也应当更好地覆盖着两个层面。从课程评价手段方面,早期课程评价的主要手段是问卷和量表。随着数据挖掘与学习分析技术的不断发展,学习内容与过程可以通过多种方式进行数据化,并进而进行建模和分析。在远程学习评价中,一套新的数据采集、分析、建模和呈现的系统方法正在快速发展之中。这为远程学习课程的评价提供了重要支持。

模型构建是数据科学和教育科学的整合。远程教育教学数据模型构建并不能仅仅依靠数据科学。而是需要在教育教学情境下,针对教学系统中的各个对象,从教与学的视角依托教育研究的相关成果,对问题进行解析,对概念框架进行构建。在此基础上,开展数据模型构建。诚然,数据模型构建过程中需要跨越的一个核心障碍是如何将偏主观的量表和问卷评价转化为重数据的特征和指标评价。在此过程中,要借助数据科学的先进方法与技术,实现领域知识向机器智能的转化。进而通过机器智能的计算能力,实现领域知识的进化。以深度学习为代表的算法展现了机器智能基于强大计算能力的进化可能。在专家赋予的基本规则之下,机器能够进一步通过大规模数据计算对

规则和模型进行精炼和优化,最终形成基于数据的有效评价手段。

模型构建要实现稳定性和适应性的平衡。评价模型的构建需要一个系统且全面的概念架构,这个结构能够对所评价的对象进行较为完整的概括。这具体体现在模型的维度和指标层面。在寻找潜在变量并最终确定特征变量的过程中,根据不同机构的平台功能、数据记录条件和教学要求,具体变量可能会有所不同。例如在 MOOC 平台中学习活动主要通过观看视频、论坛讨论和完成作业展开。但在以 Moodle 为代表的 LMS 中,学习活动还包括实时聊天、撰写博客、编辑维基等活动。Moodle 平台中学习活动所分析的特征变量要多于 MOOC 平台。而移动学习平台和基于 PC 的学习平台相比,新增了学习者位置和学习设备相关数据。在教学要求方面,不同机构对在线学习的要求影响了各个维度和指标的权重。在线教育机构是否提出了在线学习的交流讨论要求并将其纳入评分标准,对学习活动和联通水平的评价都有很大的影响。这使得提出不同学习要求的机构模型在维度和指标的权重方面,不可能完全一致。

总体而言,基于学习分析的远程教育教学评价有着光明的前景,也是一个渐近的过程。科学的方法和先进的技术是构建模型的必要条件。但高质量的模型离不开高质量的数据。如果数据无法客观反映远程教学与管理过程,模型也就不可能对远程教育教学起到应有的支持作用。基于有效的数据和科学的方法,经过一段时间的实践应用和迭代修正,模型才能够逐渐稳定,切实促进远程教育机构的适应性教学与精准化管理。

[参考文献]

- [1] 魏志慧,陈丽,希建华.网络课程教学交互质量评价指标体系的研究[J].开放教育研究,2004,(6):34~39.
- [2] 《中国大百科全书》总编委会.中国大百科全书(第二版)[M].北京:中国大百科全书出版社,2009.
- [3] 教育部全国信息技术标准化技术委员会教育技术分技术委员会.教育行业标准草案[EB/OL].[2016-10-07].<http://www.celtsc.edu.cn/content/ywjb/26ef87d948a0be1e0148a0cc1e120000.html#>.
- [4] 冯立国,杨孝堂.远程开放教育课程教学设计的模式框架[J].中国电化教育,2011,(9):53~60.
- [5] Higher Education Statistics Agency. What is A Course [EB/OL]. [2016-10-07].http://www.hesa.ac.uk/dox/publications/The_Course_Report.pdf.
- [6] Society for Learning Analytics Research. Call for Paper [EB/OL].[2016-10-07].<https://tekri.athabasca.ca/analytics>.
- [7] QM Academic Institutions.The Quality Matters Higher Education Rubric, Fifth Edition [EB/OL]. [2016-10-07].<https://www.qualitymatters.org/rubric>.
- [8] California State University. The Quality Online Learning and Teaching (QOLT) Framework [EB/OL].[2016-10-07].<http://www.csun.edu/it/qolt>.
- [9] Chapman, S. A., Goodman, S., Jawitz, J., & Deacon, A.. A Strategy for Monitoring and Evaluating Massive Open Online Courses

- [J]. Evaluation and Program Planning, 2015, (57):55~63.
- [10] Lin, Y. L., Lin, H. W., & Hung, T. T. Value hierarchy for Massive Open Online Courses [J]. Computers in Human Behavior, 2015, (53):408~418.
- [11] Dyckhoff, A. L., Lukarov, V., Muslim, A., Chatti, M. A., & Schroeder, U. Supporting Action Research with Learning Analytics [C]//Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge, 2013: 220~229. ACM.
- [12] Dyckhoff, A. L., Zielke, D., Bültmann, M., Chatti, M. A., & Schroeder, U. Design and Implementation of A Learning Analytics Toolkit for Teachers[J]. Educational Technology & Society, 2012, (15): 58~76.
- [13] Canvas. What are Course Analytics? [EB/OL]. [2016-10-07]. <https://guides.instructure.com/m/4152/l/66789-what-are-course-analytics>.
- [14] Siemens, G. A Learning Theory for the Digital Age. Instructional Technology and Distance Education [EB/OL]. [2016-10-07]. <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.
- [15] Downes, S. An Introduction to Connective Knowledge. Paper Presented at the International Conference on Media, Knowledge & Education—Exploring New Spaces, Relations and Dynamics in Digital Media Ecologies [EB/OL]. [2016-10-07]. <http://www.downes.ca/post/33034>.
- [16] 王志军, 陈丽. 联通主义学习理论及其最新进展[J]. 开放教育研究, 2014, (5): 11~28.
- [17] 郑勤华, 陈耀华, 孙洪涛, 陈丽. 基于学习分析技术的学生综合评价参考模型的构建与应用研究[J]. 电化教育研究, 2016, (9): 33~40.
- [18] 神策分析. 数据采集与埋点[EB/OL]. [2016-10-07]. <https://sensorsdata.cn/blog/shu-ju-jie-ru-yu-mai-dian/>.
- [19] 于娟, 刘强. 主题网络爬虫研究综述[J]. 计算机工程与科学, 2015, (2): 231~237.
- [20] 特里·安德森, 王志军. 希望/冒险: 大规模开放网络课程(MOOCs)与开放远程教育[J]. 中国电化教育, 2014, (1): 46~51.

The Construction and Application of An Online Learning Evaluation System Based on Learning Analytics Technology: A Study of Course Systematic Evaluation Reference Indicator

SUN Hong-tao, ZHENG Qin-hua, CHEN Yao-hua, CHEN Li

[Abstract] Course content is the carrier of online learning. Course evaluation is an important component of distance education evaluation. In recent years, with the rapid development of online learning, course evaluation has changed in terms of evaluation content and means. The development of learning analytics provides a new method for course evaluation. In this study, we first suggested a conceptual framework for courses evaluation. Then, on the basis of learning analytics concepts, we constructed a model of course evaluation, which evaluates online courses from five dimensions: media technology, learning resources, learning activities, learning support, and connectedness. Using this model, we developed a learning analytics tool for course evaluation and applied this tool in online courses to verify its validity. Finally, we analyzed the characteristics and trends of online course evaluation that based on learning analytics. This study can inform the theories of systematic course evaluation and the application of learning analytics technology in course evaluation.

[Keywords] Learning Analytics; Course Systematic Evaluation Reference Indicator; C-SERI; Course Evaluation