

Journal of Applied Managerial Market Research

JAMMR



فصلنامه

پژوهش های کاربردی مدیریت بازار



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

پرتال جامع علوم انسانی

سال ۱۱، شماره ۴۰، پاییز ۱۴۰۴

▶ ONLINE ISSN: 2538-533X

Sponsored and Indexed by
CIVILICA
We Respect the Science



www.jammr.ir

OPEN



ACCESS



CC BY 4.0 DEED

Attribution 4.0 International

فصلنامه پژوهش‌های کاربردی مدیریت بازار

Journal of Applied Managerial Market Research

JAMMR



صاحب امتیاز و سردبیر: علی ایرانمنش
فصلنامه پژوهش‌های کاربردی مدیریت بازار

مدیر مسئول: دکتر الهام هادی

Journal of Applied Managerial Market Research

مدیر هنری: دکتر سارا ارجمند

ویراستار: دکتر زهرا شیردره

هیئت تحریریه: دکتر حسن اسماعیل پور، دکتر اصغر مشبکی، دکتر ناصر حری، دکتر پیمان غفاری، دکتر شراره

رخشان، دکتر مجتبی رحمانی، دکتر محمد شریعتی، مهندس حسین ایگدر.

نشانی: اصفهان، خیابان پروین، خیابان حکیم شقایق سوم، مجتمع آرمان، واحد ۶۴

کد پستی: ۸۱۹۹۸۶۵۸۵۳

تلفن: ۰۳۱۳۱۳۱۹۶۶۸

پست الکترونیک: info@jammr.ir

وب سایت: www.jammr.ir

بررسی و تحلیل تاثیرات هوشمندسازی محیط آموزشی بر بهبود تمرکز و یادگیری دانشجویان: یک مطالعه ترکیبی با استفاده از اینترنت اشیا و یادگیری ماشین

امیر شاطری

دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا، گرایش دینامیک پرواز و کنترل، دانشگاه صنعتی شریف

amir.sh197799@gmail.com

چکیده

در این تحقیق و مقاله، تأثیر چندین پارامتر از محیط فیزیکی در یک کلاس درس بر تمرکز دانشجویان شرح داده شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است، که در آن اصطلاح «تمرکز» به احساس ذهنی دانشجویان از توانایی آنها در تمرکز بر روی یک سخنرانی در یک لحظه معین اشاره دارد. هدف اصلی شناسایی پارامترهایی است که به طور قابل توجهی بر تمرکز دانشجویان در طول سخنرانی‌ها تأثیر می‌گذارند. در این مقاله، چندین پارامتر در یک محیط کلاس درس واقعی با استفاده از دستگاه‌های هوشمند کم‌هزینه مختلف اندازه‌گیری شده است. این تحقیق بر اساس مجموعه داده‌های جمع‌آوری شده از ۱۴ سخنرانی ضبط شده با حضور ۱۹۷ دانشجو انجام شده است. در این تحقیق، پنج پارامتر از محیط فیزیکی اندازه‌گیری شده و ۲۲ ویژگی از صدای مدرس استخراج شده است. پس از تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری‌های جمع‌آوری شده، هشت پارامتر شناسایی شده است که نشان داده شده است مقادیر آماری متفاوتی برای بخش‌های «متمرکز» و «غیرمتمرکز» دارند. در این مقاله، از مجموعه داده‌های به دست آمده برای آزمایش طبقه‌بندی کننده‌های مختلف و توانایی آنها در طبقه‌بندی صحیح بخش‌های «متمرکز» در مقابل «غیرمتمرکز» سخنرانی‌ها استفاده شده است. این تحقیق نشان داد که طبقه‌بندی کننده یک الگوریتم یادگیری ماشین بهترین دقت تشخیص کلی (۸۶٫۷۸٪) را دارد. پس از انجام مجموعه‌ای از آزمایش‌های اضافی، سه پارامتر را شناسایی شد که می‌توانستند بدون تغییر در دقت طبقه‌بندی کننده از مجموعه داده‌های اصلی حذف شوند، که در نهایت پنج پارامتر غیرمرتبط باقی ماند که تأثیر قابل توجهی بر تمرکز دانشجویان داشتند.

واژگان کلیدی: کلاس درس هوشمند؛ اینترنت اشیا؛ طبقه‌بندی؛ یادگیری ماشین؛ تشخیص الگو؛ تمرکز دانشجویان.

مقدمه

مطالعات قبلی (فلدر و برنت؛ ۱۹۹۹)^۱ نشان داده‌اند که دانشجویان نمی‌توانند در طول سخنرانی کاملاً متمرکز بمانند. ثابت شده است که توجه دانشجویان تقریباً ۱۰ دقیقه پس از شروع سخنرانی شروع به کاهش می‌کند. در پایان یک سخنرانی، دانشجویان ۷۰٪ از اطلاعات ارائه شده در ده دقیقه اول و تنها ۲۰٪ از اطلاعات ارائه شده در ده دقیقه آخر سخنرانی را به خاطر می‌آورند (هارتلی و دیویس؛ ۱۹۷۸)^۲. بنابراین، تشخیص بخش‌هایی از سخنرانی که تمرکز دانشجویان در آنها کاهش می‌یابد، مهم است زیرا می‌توان اقداماتی را برای تحریک تمرکز آنها انجام داد. اگر دانشجویان بیشتر اوقات روی سخنرانی متمرکز باشند، اطلاعات ارائه شده بیشتری را به خاطر می‌سپارند و بهره آنها از سخنرانی به حداکثر می‌رسد. مطالعات زیادی وجود دارد که با مقایسه نتایج دریافتی پس از سخنرانی، تأثیر پارامترهای مختلف بر عملکرد و دستاوردهای دانشجویان را بررسی کرده‌اند (باکو-بیرو، کلمنتس-کروم، کوچار، آویی و ویلیامز، ۲۰۱۲؛ برونزافت و مک‌کارتی، ۱۹۷۵؛ کولی، گریوز و ساکسبی، ۲۰۰۷؛ کروک و لنگدن، ۱۹۷۴؛ داونز و کرام، ۱۹۷۸؛ ایوانز و مکسول، ۲۰۰۷؛ ایتو، موراکامی، کانکو و فوکائو، ۲۰۰۶؛ جانسون، ۲۰۰۱؛ کیزار، ۱۹۷۷؛ مولهاو، باخ و فدرسن، ۱۹۸۶؛ موراکامی، کانکو، ایتو و فوکائو، ۲۰۰۶؛ اتو، هادنل، هاوس و مولهاو، ۱۹۹۲؛ شاونسی، هاورینن-شاونسی، نوالاین و موسچاندرا، ۲۰۰۶؛ وارگوکی و وایون، ۲۰۰۷)^۳. نشان داده شده است که

^۱Felder & Brent, ۹۹۹۹

^۲Hartley & Davies, ۸۸۷۸

^۳Bako-Biro, Clements-Croome, Kochhar, Awbi, & Williams, ۲۰۱۲; Bronzaft & McCarthy, ۱۹۷۵; Coley, Greeves, & Saxby, ۲۰۰۷; Crook & Langdon, ۱۹۷۴; Downs & Crum, ۱۹۷۸; Evans & Maxwell, ۲۰۰۷; Ito, Murakami, Kaneko, & Fukao, ۲۰۰۶; Johnson, ۲۱۱۱; Kyzar, ۱۹۷۷; Molhave, Bach, & Federsen, ۸۸۸۶; Murakami, Kaneko, Ito, & Fukao, ۲۰۰۶; Otto, Hudnell, House, & Molhave, ۱۹۹۲; Shaughnessy, Haverinen-Shaughnessy, Nevalainen, & Moschandreas, ۲۰۰۶; Wargocki & Wyon, ۲۰۰۷

رابطه معناداری بین توانایی تمرکز دانشجویان و عملکرد تحصیلی آنها وجود دارد (اگونگ؛ ۲۰۱۴)^۱، که به طور غیرمستقیم نشان می‌دهد که همین پارامترها ممکن است تأثیر زیادی بر تمرکز دانشجویان نیز داشته باشند. با این حال، هیچ یک از مطالعات قبلی انجام شده، تأثیر مستقیم این پارامترها را بر تمرکز دانشجویان در نظر نگرفته‌اند، زیرا به بازخورد فوری آنها نیاز دارد. علاوه بر این، مطالعات به ندرت تأثیر بیش از یک پارامتر را به طور همزمان بررسی می‌کنند و بیشتر آزمایش‌ها در محیط‌های آزمایشگاهی انجام شده‌اند. تا آنجا که ما می‌دانیم، هیچ مطالعه جامعی وجود ندارد که سعی کرده باشد به طور همزمان پارامترهایی را که تأثیر قابل توجهی بر تمرکز دانشجویان در کلاس‌های درس واقعی دارند، شناسایی و تجزیه و تحلیل کند. توسعه فناوری‌های مختلف منجر به تغییرات و پیشرفت‌هایی در فرآیند آموزشی نیز می‌شود. به عنوان مثال، آموزش تا حد زیادی تحت تأثیر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات قرار گرفته است که منجر به ظهور پلتفرم‌های مختلف آموزش الکترونیکی، محیط‌های یادگیری مجازی، سیستم‌های آموزش از راه دور و غیره شده است. بنابراین، انتظار می‌رود که ظهور اخیر اینترنت اشیاء (IoT) فرآیند آموزش و یادگیری را نیز تغییر دهد.

از آنجایی که این مفهوم جدید است، بسیاری از استانداردها برای اجزای کلیدی آن هنوز وجود ندارند. یکی از سازمان‌هایی که رویکردی یکپارچه برای توسعه استانداردهای فنی ترویج می‌کند، اینترنت اشیاء را «به عنوان یک زیرساخت جهانی برای جامعه اطلاعاتی تعریف می‌کند که با اتصال اشیاء (فیزیکی و مجازی) بر اساس فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی موجود و در حال تکامل، خدمات پیشرفته را امکان‌پذیر می‌کند» (ITU-T، ۲۰۱۵). همه چیز بر اساس یک «شیء» است که می‌توان آن را به عنوان «شیء دنیای فیزیکی (اشیاء فیزیکی) یا دنیای اطلاعات (اشیاء مجازی) تعریف کرد که قابلیت شناسایی و ادغام در شبکه‌های ارتباطی را دارد» (ITU-T، ۲۰۱۵). دستگاه عمومی

^۱Egong, ۲۰۱۴

به عنوان «دستگاهی که دارای قابلیت‌های پردازش و ارتباط تعبیه شده است و ممکن است از طریق فناوری‌های سیمی یا بی‌سیم با شبکه‌های ارتباطی ارتباط برقرار کند» تعریف می‌شود، از جمله «تجهیزات و لوازم خانگی برای حوزه‌های مختلف کاربرد اینترنت اشیاء، مانند ماشین‌های صنعتی، لوازم برقی خانگی و تلفن‌های هوشمند» (ITU-T، ۲۰۱۵). طیف کاربردهای جدید مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء گسترده و متنوع است، مانند سلامت الکترونیک، ترافیک، نظارت بر محیط زیست، خانه‌های هوشمند، کلاس‌های درس هوشمند و غیره. این مقاله بر استفاده از اینترنت اشیاء در کلاس‌های درس هوشمند تمرکز دارد. کلاس‌های درس هوشمند را می‌توان به عنوان محیط‌های هوشمند مجهز به مجموعه‌ای از انواع مختلف «ماژول‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مانند پروژکتورها، دوربین‌ها، حسگرها، ماژول تشخیص چهره» و بسیاری موارد دیگر تعریف کرد (ژی‌ه؛ شی؛ ژو و ژیه؛ ۲۰۰۱). در مورد این تحقیق، یک کلاس درس هوشمند مجهز به مجموعه‌ای از حسگرها است که قادر به نظارت بر پارامترهای محیط فیزیکی (به عنوان مثال دی اکسید کربن، دما، رطوبت، سر و صدا) و یک هدست بلوتوث است که برای ضبط صدای مدرس استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه شناسایی پارامترهای محیط فیزیکی در یک کلاس درس و ارزیابی تأثیر آنها بر تمرکز دانشجویان است. پارامترهای انتخاب شده بعداً برای پیاده‌سازی سیستم کلاس درس هوشمند مورد استفاده قرار خواهند گرفت که قادر خواهد بود در زمان واقعی تعیین کند که آیا محیط کلاس درس برای به حداکثر رساندن توانایی دانشجویان برای تمرکز روی درس در یک لحظه معین بهینه شده است یا خیر. سهم اصلی این دست‌نویس عبارتند از:

(۱) رویکردی نوآورانه برای تحلیل تأثیر پارامترهای مختلف در محیط فیزیکی بر تمرکز دانشجویان.

(۲) شناسایی و تحلیل جامع پارامترهایی در محیط فیزیکی که بر تمرکز دانشجویان تأثیر می‌گذارند.

^۱Xie, Shi, Xu, & Xie, ۲۰۰۱

(۳) تا آنجا که ما می‌دانیم، این تحقیق و مقاله تلاش برای اندازه‌گیری، تحلیل و مرتبط کردن ویژگی‌های استخراج‌شده از صدای مدرس با تمرکز دانشجویان است.

۱. بررسی ادبیات

امروزه یادگیری تعاملی‌تر می‌شود و انتظار می‌رود کلاس‌های درس مدرن بیشتر دانشجو محور باشند. سیستم

مدیریت یادگیری (LMS) با به کارگیری نوآوری‌های حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات، مانند ادغام یادگیری سیار (بوگدانوویچ؛ باراک؛ جovanic؛ پوپوویچ و رادنکوویچ؛ ۲۰۱۴)، محاسبات ابری (دسپوتوویچ-

زراکیچ؛ سیمیچ؛ لابلوس؛ میلیچ و جovanic؛ ۲۰۱۳)، یادگیری بازی (لیتراس و آردونیز دا پابلوس)^۳ به طور مداوم در حال بهبود است. سیستم مدیریت یادگیری در حال ورود به محیط یادگیری شخصی (PLE) است (گارسیا-پنالوو؛ کونده؛ آلیر و کاسانی؛ ۲۰۱۱)^۴، که در آن محیط یادگیری شخصی بیشتر یک رویکرد جدید برای استفاده از فناوری جدید در یادگیری است تا یک نرم‌افزار محیط یادگیری شخصی (اتول؛ ۲۰۰۷)^۵.

یادگیرنده محور است و یادگیرندگان را قادر می‌سازد تا بر محیط یادگیری کنترل داشته باشند. چارچوب‌های محیط یادگیری شخصی پیشنهادی از فناوری‌های مختلفی مانند تلفن‌های همراه (اتول؛ کوک و ریونز کرافت؛ ۲۰۰۹)^۶، ابزارهای وب ۲.۰ (کامپن؛ ادريسینا و مانگت؛ ۲۰۰۹؛ رحیمی؛ ون دن برگ و وین؛ ۲۰۱۵)^۷، ابزارهای

^۱ Bogdanovic, Barac, Jovanic, Popovic, & Radenkovic, ۲۰۱۴

^۲ Despotovic-Zrakic, Simic, Labus, Milic, & Jovanic, ۲۰۱۳

^۳ Lytras & Ordoñez de Pablos, ۲۰۱۱

^۴ García-Peñalvo, Conde, Alir, & Casany, ۲۰۱۱

^۵ Attwell, ۲۰۰۷

^۶ Attwell, Cook, & Ravenscroft, ۲۰۰۹

^۷ Kompen, Edirisingha, & Monguet, ۲۰۰۹; Rahimi, Van den Berg, & Veen, ۲۰۰۰

توزیع شده وب ۲،۰ (خواراس؛ ایبانیز و کروستی؛ ۲۰۱۴)^۱ فناوری‌های وب معنایی اجتماعی (حلیمی، سیریدی بوجلاغم، و فارون-زاگر، ۲۰۱۴)^۲، و خدمات ابری (ریزاردینی؛ لیناس؛ میکرویانیدیس و اشمیتز؛ ۲۰۱۳)^۳. علاوه بر این، برخی از محققان سعی کردند روش‌های یادگیری شخصی‌سازی شده و مکالمه‌ای را در زمینه‌های کلاس درس ترکیب کنند (عتیف؛ ۲۰۱۳)^۴ در حالی که برخی دیگر رویکردی مبتنی بر سرویس را برای تعریف محیط‌های یادگیری شخصی سیار پیشنهاد کردند که ارتباط با پلتفرم‌های یادگیری نهادی را تسهیل می‌کند (کونده؛ گارسیا-پنیالوو؛ آلیر و پیگویل؛ ۲۰۱۳)^۵. هنوز مطالعات بسیار کمی وجود دارد که از اینترنت اشیاء در محیط‌های یادگیری استفاده می‌کنند. کاربردها عمدتاً مربوط به استفاده از فناوری‌هایی مانند سامانه بازشناسی با امواج رادیویی یا ارتباطات میدان نزدیک برای مکان‌یابی دانشجویان و محاسبه حضور و غیاب آنها است (چانگ؛ ۲۰۱۱؛ شن؛ وو و لی؛ ۲۰۱۴)^۶. در کاربرد دیگری، اینترنت اشیاء در همکاری با جمع‌سپاری برای ایجاد مدلی برای محیط یادگیری الکترونیکی هوشمند استفاده می‌شود، که در آن دانشجویان می‌توانند مقادیر ترجیحی متغیرهای محیطی را ارائه دهند که بعداً می‌توانند برای ایجاد محیط یادگیری بهینه استفاده شوند (سیمچ؛ استاونویچ و جورچ؛ ۲۰۱۴)^۷. یکی دیگر از محیط‌های کلاس هوشمند مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء، سیستمی را ارائه می‌دهد که قادر است سطح علاقه دانشجویان را تقریباً به صورت بلادرنگ با دقت ۸۰٪ تشخیص دهد (گلیگوریچ؛ اوزلاچ؛ کرکو؛ کوواچویچ و نیکودیویچ؛ ۲۰۱۵)^۸. در طول آزمایش، رفتار دانشجویان با استفاده از یک دوربین و یک میکروفون پهن‌بند رصد شد، در حالی که فعالیت مدرس توسط

^۱Juarros, Ibáñez, & Crosetti, ۲۰۱۴

^۲Halimi, Seridi-Bouchelaghem, & Faron-Zucker, ۲۰۱۴

^۳Rizzardini, Linares, Mikroyannidis, & Schmitz, ۲۰۱۳

^۴Atif, ۲۰۱۳

^۵Conde, García-Peñalvo, Alier, & Piguillem, ۲۰۱۳

^۶Chang, ۲۰۱۱; Shen, Wu, & Lee, ۲۰۱۴

^۷Simic, Stavenovic, & Djuric, ۲۰۱۴

^۸Gligoric, Uzelac, Krco, Kovacevic, & Nikodijevic, ۲۰۰۵

یک شتاب‌سنج (که در یک تلفن هوشمند قرار داده شده در جیب او تعبیه شده بود) اندازه‌گیری شد. تأکید در این مطالعه بر نظارت بر دانشجویان و فعالیت‌های آنها بود، در حالی که در کار فعلی ما بر نظارت بر پارامترهای محیطی تمرکز کرده‌ایم. علاوه بر این، مطالعه حاضر به تعیین تأثیر پارامترهای مختلف محیطی بر تمرکز دانشجویان می‌پردازد که در کنار سطح علاقه از پیش تعیین شده دانشجویان، ما را قادر می‌سازد تا کیفیت تدریس را بهتر ارزیابی کنیم. یکی دیگر از محیط‌های کلاس هوشمند مرتبط با این مطالعه، کلاسی مجهز به سیستم نظارت بر احساسات است که قادر به تشخیص توجه و احساسات دانشجویان در زمان واقعی است (لوو؛ ژو؛ وانگ و شن؛ ۲۰۰۹). توجه دانشجویان با تشخیص و تحلیل حرکت چشم دانشجویان و احساسات دانشجویان با ویژگی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت گفتار تشخیص داده می‌شود. این سیستم قادر است در صورت مشارکت فعال دانشجویان در ارائه، بازخورد فوری به استاد ارائه دهد. این سیستم صرفاً برای آموزش از راه دور طراحی شده است و برای استفاده در آموزش «حضوری» در نظر گرفته نشده است. مطالعات کمی وجود دارد که تأثیر بیش از یک پارامتر را بر تمرکز، عملکرد و/یا دستاوردهای دانشجویان بررسی یا مرور کنند (هاوارث و هافمن؛ ۱۹۸۴؛ مندل و هیث؛ ۲۰۰۵؛ وارگوچکی و ویون؛ ۲۰۰۷). یکی از این مطالعات، تأثیر متغیرهای مختلف آب و هوایی بر تمرکز را بررسی کرد. نتیجه گرفته شد که سه متغیر پیش‌بینی‌کننده برای تمرکز، به ترتیب اهمیت، عبارتند از: رطوبت، دما و ساعات آفتابی (هاوارث و هافمن؛ ۱۹۸۴).^۳ مطالعات مختلفی برای یافتن رابطه بین یکی از پارامترهای محیط فیزیکی و عملکرد یا دستاوردهای دانشجویان انجام شده است. پارامترهایی که تاکنون مورد بررسی قرار گرفته‌اند شامل دما (پیلر و وارنر؛ ۱۹۶۸؛ پیلمن؛ ۲۰۰۱؛ شور و شافران؛ ۱۹۷۳؛

^۱Luo, Zhou, Wang, & Shen, ۲۰۰۹

^۲Howarth & Hoffman, ۱۹۸۴; Mendell & Heath, ۲۰۰۵; Wargocki & Wyon, ۲۰۰۷

^۳Howarth & Hoffman, ۱۹۸۴

وارگوچکی و ویون؛ ۲۰۰۷؛ ویون؛ ۱۹۷۰^۱، کیفیت هوا (باکو-بیرو و همکاران؛ ۲۰۱۲؛ کولی و همکاران؛ ۲۰۰۷؛ ایتو و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ مولهاوه و همکاران؛ ۱۹۸۶؛ موراками و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ اتو و همکاران؛ ۱۹۹۲؛ شاونسی و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ وارگوچکی و ویون؛ ۲۰۰۷^۲) و سر و صدای محیط (برونزافت و مک کارتی؛ ۱۹۷۵؛ کروک و لنگدان؛ ۱۹۷۴؛ داونز و کرام؛ ۱۹۷۸؛ ایوانز و ماکسول؛ ۲۰۰۷؛ جانسون؛ ۲۰۰۱؛ کیزار؛ ۱۹۷۷^۳) هستند. مطالعات متعددی تأثیر منفی دمای نامناسب بر عملکرد دانشجویان را تأیید کرده‌اند (پپلر و وارنر، ۱۹۶۸؛ پیلمن، ۲۰۰۱؛ شوئر و شفران، ۱۹۷۳؛ وارگوچی و ویون، ۲۰۰۷؛ ویون، ۱۹۷۰^۴). مطالعات دیگر بر کیفیت هوا متمرکز شده‌اند، که در آن اصطلاح «کیفیت هوا» به وجود گازهای خاص یا ترکیبات آلی فرار (VOC)، مقدار دی اکسید کربن و همچنین میزان تهویه‌ای که هوای بیرون را به کلاس درس می‌رساند، اشاره دارد. تعداد زیادی از مطالعات از این گفته حمایت می‌کنند که یا میزان تهویه پایین یا سطح بالای دی اکسید کربن تأثیر منفی بر عملکرد دانشجویان دارد (باکو-بیرو و همکاران؛ ۲۰۱۲؛ کولی و همکاران؛ ۲۰۰۷؛ ایتو و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ موراками و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ شاونسی و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ وارگوچکی و ویون؛ ۲۰۰۷^۵). برخی از تحقیقات، تأثیر ترکیب آلی فرار بر عملکرد را بررسی کرده‌اند (مولهاوه و همکاران؛ ۱۹۸۶؛ اتو و همکاران؛ ۱۹۹۲^۶) و نتیجه گرفته‌اند که قرار گرفتن در معرض مقادیر بالاتر ترکیب آلی فرار، توانایی تمرکز

^۱Pepler & Warner, ۱۹۶۸; Pilman, ۲۱۱۱; Schoer & Shaffran, ۹۹۷۳; Wargocki & Wyon ۲۰۰۷; Wyon, ۰۰۷۰

^۲Bako-Biro et al., ۲۰۱۲; Coley et al., ۲۰۰۷; Ito et al., ۲۰۰۶; Molhave et al., ۸۸۸۶; Murakami et al., ۶۰۰۶; Otto et al., ۱۹۹۲; Shaughnessy et al., ۲۰۰۶; Wargocki & Wyon, ۲۰۰۷

^۳Bronzaft & McCarthy, ۵۵۷۵; Crook & Langdon, ۱۹۷۴; Downs & Crum, ۸۸۷۸; Evans & Maxwell, ۲۰۰۷; Johnson, ۲۰۰۱; Kyzar, ۹۹۷۷

^۴Pepler & Warner, ۱۹۶۸; Pilman, ۲۱۱۱; Schoer & Shaffran, ۹۹۷۳; Wargocki & Wyon, ۲۰۰۷; Wyon, ۰۰۷۰

^۵Bako-Biro et al., ۲۰۱۲; Coley et al., ۲۰۰۷; Ito et al., ۲۰۰۶; Murakami et al., ۲۰۰۶; Shaughnessy et al., ۶۰۰۶; Wargocki & Wyon, ۲۰۰۷

^۶Molhave et al., ۱۹۸۶; Otto et al., ۹۹۹۲

افراد را مختل می‌کند (مولهاوه و همکاران؛ ۱۹۸۶)^۱، در حالی که مقادیر پایین‌تر ترکیب آلی فرار هیچ تأثیری ندارد (اتو و همکاران؛ ۱۹۹۲)^۲. سر و صدا یکی از پارامترهایی است که بیشترین بررسی را بر فرآیند یادگیری دارد و آزمایش‌های زیادی برای یافتن رابطه بین سر و صدا و توانایی دانشجو در انجام وظایف شناختی مختلف انجام شده است. به طور کلی پذیرفته شده است که هر نوع سر و صدایی تأثیر منفی بر عملکرد تحصیلی دارد (برونزافت و مک کارتی؛ ۱۹۷۵؛ کروک و لنگدان؛ ۱۹۷۴؛ داونز و کرام؛ ۱۹۷۸؛ ایوانز و ماکسول؛ ۲۰۰۷؛ جانسون؛ ۲۰۰۱؛ کیزار؛ ۱۹۷۷)^۳. هنگامی که سطح سر و صدا بالا است، مدرس مرتباً قطع می‌شود و مجبور می‌شود برخی از بخش‌های درس را تکرار کند که منجر به اتلاف وقت می‌شود (کروک و لنگدان؛ ۱۹۷۴؛ کیزار؛ ۱۹۷۷)^۴. علاوه بر این، سر و صدا انتقال اطلاعات بین مدرس و دانشجویان را مختل می‌کند. تأیید شده است که سطح سر و صدا، به طور خاص پژواک صدا، تأثیر قابل توجهی بر تمرکز دانشجویان دارد و می‌تواند منجر به تفسیر نادرست درس شود (جانسون؛ ۲۰۰۱)^۵. علاوه بر این، نشان داده شده است که وقتی سطح سر و صدا بالا است، دانشجو برای پردازش صدای معلم به تلاش بیشتری نیاز دارد (داونز و کرام؛ ۱۹۷۸)^۶. از کارهای قبلی می‌توان نتیجه گرفت که تحقیقات مشابهی با هدف ارزیابی تأثیر پارامترهای روانی-محیطی بر دستاوردها و عملکردهای دانشجویان وجود دارد. همبستگی بین تمرکز دانشجویان در طول سخنرانی و عملکرد و/یا دستاوردهای آنها وجود دارد (اگونگ؛ ۲۰۱۴)^۷، اما هدف این تحقیق اندازه‌گیری مستقیم پارامترهایی بود که بر تمرکز دانشجویان در طول سخنرانی تأثیر می‌گذارند. علاوه بر پارامترهایی که قبلاً در مطالعات قبلی مورد

^۱ Molhave et al., ۱۹۸۶^۲ Otto et al., ۹۹۹۲^۳ Bronzaft & McCarthy, ۵۵۷۵; Crook & Langdon, ۱۹۷۴; Downs & Crum, ۸۸۷۸; Evans & Maxwell, ۲۰۰۷; Johnson, ۲۰۰۱; Kyzar, ۹۹۷۷^۴ Crook & Langdon, ۴۴۷۴; Kyzar, ۹۹۷۷^۵ Johnson, ۲۰۰۱^۶ Downs & Crum, ۱۹۷۸^۷ Egong, ۲۰۱۴

تجزیه و تحلیل قرار گرفته بودند، گمان می‌کردیم که موارد دیگری نیز وجود دارند که در این مطالعه بررسی شده‌اند.

انتخاب پارامترها

مطالعات قبلی طیف وسیعی از پارامترهای محیطی بالقوه را ارائه می‌دهند که تأثیر آنها بر عملکرد و دستاوردهای دانشجویان تأیید شده است، مانند دما، رطوبت، فشار هوا، سطح سر و صدا و سطح دی اکسید کربن. همانطور که قبلاً ذکر شد، سطوح پایین‌تر ترکیب آلی فرار بر عملکرد تأثیری ندارد (اتو و همکاران؛ ۱۹۹۲)^۱ و غلظت ترکیب آلی فرارهایی که عموماً در محیط‌های داخلی یافت می‌شوند حتی کمتر از غلظت مورد مطالعه است، بنابراین نتیجه می‌گیریم که سطوح ترکیب آلی فرار که معمولاً در محیط‌های کلاس درس یافت می‌شوند، نمی‌توانند تأثیر قابل توجهی بر تمرکز دانشجویان داشته باشند. همه پارامترهای ذکر شده قبلی را می‌توان با استفاده از حسگرهای مختلف رصد کرد. در این تحقیق تصمیم گرفته شد که همه آنها ردیابی شده‌اند تا پارامترهایی را که بیشترین تأثیر را دارند شناسایی و انتخاب شوند. تحقیقات انجام شده قبلی نشان داده است که اساتید تأثیر زیادی بر توانایی تمرکز دانشجویان دارند. تأیید شده است که یک مدرس می‌تواند از طریق رفتارهای بیانی خود (ماری، ۱۹۹۷)^۲ بر موفقیت و رضایت دانشجویان تأثیر بگذارد، که می‌تواند از طریق کانال‌های رفتاری مختلف مانند چهره، گفتار، بدن و لحن صدا ابراز شود (امبادی و روزنتال، ۱۹۹۲)^۳. بسیاری از مطالعات گزارش داده‌اند که تجزیه و تحلیل ویژگی‌های صوتی غیرزبانی مانند زیر و بمی، ریتم، انرژی، سرعت

^۱ Otto et al., ۹۹۹۲

^۲ Murray, ۱۹۹۷

^۳ Ambady & Rosenthal, ۹۹۹۲

گفتار، آهنگ صدا، بلندی ادراکی و کیفیت صدا می‌تواند بینش خوبی از وضعیت عاطفی گوینده به ما بدهد (باتلاینر؛ فیشر؛ هابر؛ اسپیلکر و نورث؛ ۲۰۰۳؛ فایربنکس و پرانوست؛ ۱۹۳۹؛ فرناندز؛ ۲۰۰۴؛ تائو؛ چن و هوانگ؛ ۱۹۹۸؛ هابر و همکاران؛ ۲۰۰۰؛ لی و نارایانان؛ ۲۰۰۲؛ ویلیامز و استیونز؛ ۱۹۸۱)^۱، که ممکن است بر مشارکت دانشجویان در طول سخنرانی و موفقیت آنها در کلاس درس تأثیر بگذارد (زمبیلز و شوتر؛ ۲۰۰۹)^۲. تعداد ویژگی‌هایی که می‌توان از یک سیگنال گفتار استخراج کرد تقریباً نامحدود است. تصمیم گرفته شد که از معیارهای سیگنال‌دهی اجتماعی ارائه شده توسط (پنتلند؛ ۲۰۰۴)^۳ استفاده شود، که ثابت شده است در موقعیت‌های بسیار متفاوتی موفقیت زیادی دارند: پیش‌بینی نتایج در تعاملاتی مانند مذاکرات، قرار ملاقات‌های سریع، دوستی‌ها. او استفاده از ۲۲ ویژگی صدا را پیشنهاد کرد که به راحتی قابل استخراج هستند و نشان داده شده است که برای اندازه‌گیری سیگنال‌های اجتماعی مهم هستند (پنتلند؛ ۲۰۰۴)^۴. با توجه به بحث قبلی، به نظر می‌رسد صدای مدرس حامل اطلاعات مفیدی از نظر اندازه‌گیری رفتار بیانی است؛ بنابراین تصمیم گرفته شد آن را با استفاده از هدست بلوتوث ضبط شود. لیست پارامترهایی که تصمیم به اندازه‌گیری آنها گرفته شده در جدول ۱ ارائه شده است.

^۱ Batliner, Fischer, Huber, Spilker, & Noth, ۲۰۰۳; Fairbanks & Pronovost, ۱۹۳۹; Fernandez, ۲۰۰۴; Huang, Chen, & Tao, ۱۹۹۸; Huber et al., ۲۰۰۰; Lee & Narayanan, ۲۰۰۲; Williams & Stevens, ۱۹۱۱

^۲ Zembylas & Schutz, ۲۰۰۹

^۳ Pentland, ۲۰۰۴

^۴ Pentland, ۲۰۰۴

جدول ۱. فهرست پارامترهای اندازه گیری شده.

پارامتر	دستگاه مورد استفاده برای اندازه گیری/ثبت
دی اکسید کربن	حسگر دی اکسید کربن
دما	حسگر دما
فشار هوا	حسگر فشار هوا
رطوبت	حسگر رطوبت
سطح نویز	سنسور سطح نویز در تلفن هوشمند
صدای مدرس	هدست بلوتوث متصل به لپ تاپ

JAMMR

روش

شرکت کنندگان

برای اهداف مطالعه حاضر، ۱۴ سخنرانی (هر کدام ۹۰ دقیقه) را که ۱۹۷ دانشجو (۶۹ زن و ۱۲۸ مرد) در آن شرکت کردند، ضبط شده است. سن دانشجویان بین ۱۸ تا ۲۰ سال بود. برخی از دانشجویان در بیش از یک سخنرانی ضبط شده شرکت کردند. این آزمایش در دانشگاه بلغراد طی پنج ماه انجام شد. سخنرانی‌ها در یک کلاس درس ضبط شدند و هر گروه بین ۱۵ تا ۲۱ دانشجو داشت.

تنظیمات ضبط

تنظیمات ضبط با توجه به الزامات زیر آماده شد:

(۱) عدم استفاده از تجهیزاتی که نمی‌توان آنها را به عنوان اشیاء اینترنت اشیاء یا دستگاه‌های اینترنت اشیاء با توجه به

تعاریف شرح داده شده در توصیه ITU-T Y.2060، ۲۰۱۵ طبقه‌بندی کرد.

(۲) عدم اتصال هیچ چیزی به دانشجو.

(۳) محل قرارگیری حسگر نباید اعتبار اندازه‌گیری‌ها را به خطر بیندازد. ضبط‌ها با استفاده از دستگاه‌های زیر انجام

شد (شکل ۱ را ببینید):

۱- گوشی هوشمند سامسونگ گلکسی SII که در وسط کلاس درس قرار داشت و برای ردیابی نویز محیط

استفاده می‌شد.

۲- دستگاه ebv۰۰ در ابتدا در پروژه Smart Santander FPv Smart Santander، ۲۰۱۴ استفاده می‌شد.

دستگاه ebv۰۰ مجهز به چندین حسگر گاز از جمله حسگرهای آب و هوای دی اکسید کربن (دما، فشار هوا و

رطوبت)، (مکان GPS که در این تحقیق از آن استفاده نشده است) و رابط شبکه تلفن همراه (GPRS) است. آن

را در کلاس درس دور از پنجره‌ها و منابع گرمایشی قرار داده می‌شود و از آن برای ردیابی دمای هوا، رطوبت،

فشار هوا و غلظت دی اکسید کربن استفاده می‌شود. هدف این مقاله دریافت نتایج در محیط‌های طبیعی و بدون

دخالتهای ما بود، بنابراین به مدرس و/یا دانشجویان اجازه داده شده که در هر زمان که خواستند پنجره‌ها را باز کنند.

۳- هدست بلوتوث Jabra EasyGo به یک کامپیوتر محلی متصل بود؛ از آن برای ضبط صدای مدرس استفاده شد.

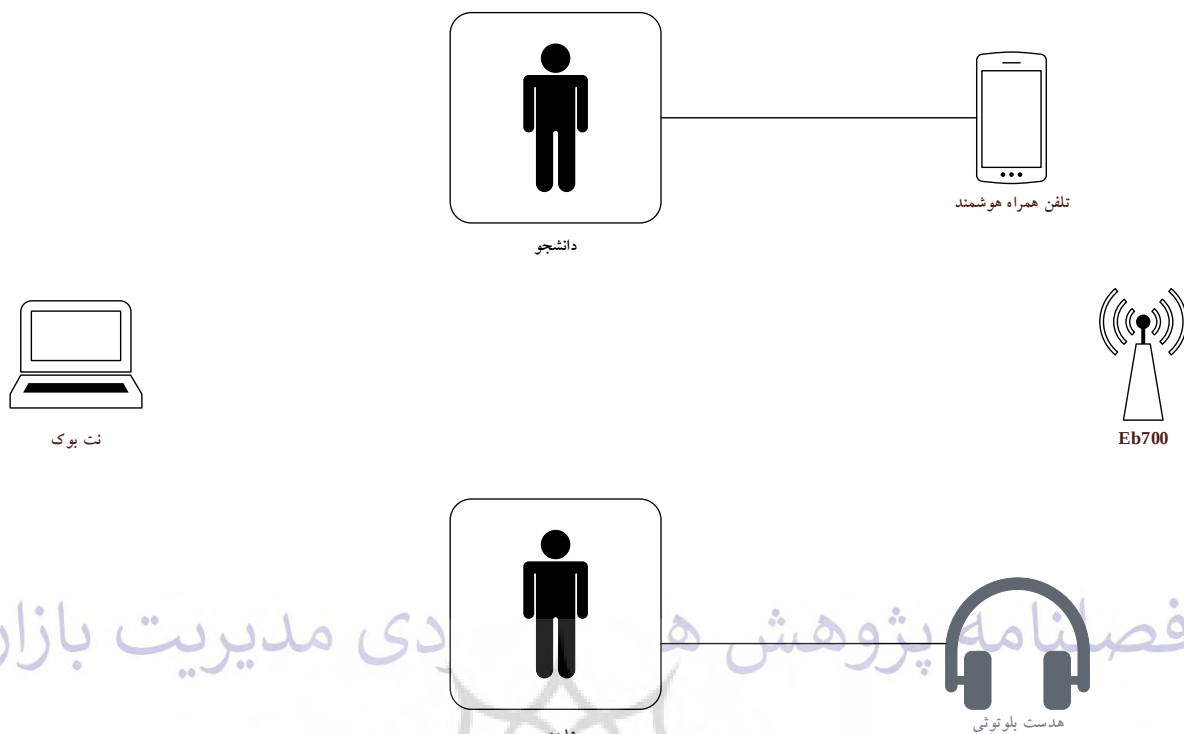
روش کار

پارامترهای محیط فیزیکی

در این مقاله به طور همزمان پنج پارامتر مختلف از محیط فیزیکی اندازه‌گیری شده اند: دی اکسید کربن، دما، فشار هوا، رطوبت و سر و صدا. مقادیر دما و رطوبت با فرمول شاخص رطوبت ترکیب می‌شدند (مسترتون و ریچاردسون؛^۱ ۱۹۷۹). شاخص رطوبت؛ دما و رطوبت را در یک عدد ترکیب می‌کند تا دمای درک شده را منعکس کند و معیاری از ناراحتی حرارتی را نشان دهد. از آنجایی که دو عامل مهم مؤثر بر آسایش حرارتی را در نظر می‌گیرد، روش بهتری برای اندازه‌گیری میزان گرمای واقعی یک فرد است؛ بیش از دما یا رطوبت به تنهایی (آروسا؛ کاستا؛ رودریگز-فرناندز و روشن؛^۲ ۲۰۱۴). تا آنجا که می‌دانیم، این مقاله مطالعه‌ای است که در آن تأثیر شاخص رطوبت بر تمرکز دانشجویان بررسی شده است. سطوح نوین نمونه‌برداری شده در هر بازه زمانی با استفاده از روش‌های آماری زیر تجزیه و تحلیل شدند: میانگین، میانگین انحرافات مطلق، مجموع مربعات انحرافات، میانه و انحراف معیار.

^۱Masterton & Richardson, ۱۹۷۹

^۲Orosa, Costa, Rodríguez-Fernández, & Roshan, ۲۰۱۴



شکل ۱. تنظیمات ضبط.

صدا با استفاده از یک هدست بلوتوث متصل به یک نت بوک، با فرکانس ۸ کیلوهرتز ضبط شد. استخراج ویژگی با استفاده از جعبه‌ابزاری که توسط گروه دینامیک انسانی در آزمایشگاه رسانه (پنتلند؛ ۲۰۰۶)^۱ توسعه داده شده بود، انجام شد. این امر منجر به ۲۲ ویژگی آکوستیکی زیر شد: میانگین فرکانس سازه، میانگین اطمینان در فرکانس سازه، میانگین آنتروپی طیفی، میانگین بزرگترین پیک خودهمبستگی، میانگین مکان بزرگترین پیک خودهمبستگی، میانگین تعداد پیک‌های خودهمبستگی، میانگین انرژی در فریم، میانگین مشتق زمانی انرژی در فریم، انحراف معیار فرکانس سازه، انحراف معیار اطمینان در فرکانس سازه، انحراف معیار آنتروپی طیفی، انحراف معیار مقدار بزرگترین پیک خودهمبستگی، انحراف معیار مکان بزرگترین پیک خودهمبستگی، انحراف معیار تعداد پیک‌های

^۱Pentland, ۲۰۰۶

خودهمبستگی، انحراف معیار انرژی در فریم، انحراف معیار مشتق زمانی انرژی در فریم، میانگین طول قطعه صدا دار، میانگین طول قطعه گفتاری، کسری از زمان گفتار، نرخ صدا دار شدن، کسری از زمان گفتار، و میانگین تعداد قطعات گفتاری کوتاه.

حاشیه نویسی داده ها

هدف از حاشیه نویسی داده‌ها، تمایز بخش‌هایی از سخنرانی‌ها بود که دانشجویان روی آنها «متمرکز» بودند و بخش‌هایی که روی آنها «متمرکز» نبودند. همانطور که تمرکز را به عنوان احساس ذهنی دانشجویان از توانایی خود برای تمرکز روی یک سخنرانی در یک لحظه معین تعریف شده، تکنیک‌هایی که تمرکز را با تجزیه و تحلیل حرکت چشم یا نوار مغزی فرد تعیین می‌کنند، در اینجا قابل استفاده نبودند، زیرا این تحقیق بیشتر به ارزیابی خود دانشجویان از تمرکزشان علاقه‌مند بوده است. علاوه بر این، هر دو روش ذکر شده نیاز به اتصال دستگاه‌های اضافی به دانشجو دارند که با الزامات اولیه مغایرت دارد. تنها راه برای به دست آوردن این اطلاعات، درخواست از دانشجویان برای ارزیابی این بود که آیا در یک لحظه معین احساس می‌کنند می‌توانند تمرکز کنند یا خیر. این موضوع در طول یک سخنرانی با فشار دادن یکی از دو دکمه روی یک صفحه وب نشان داده شد. از آنجایی که از دانشجویان خواسته شد فقط یک کلیک انجام دهند، مانع فعالیت دانشجویان حداقل بود. پس از مدتی، فرض می‌کنیم که دانشجویان به این عمل عادت کرده‌اند و اختلال به حداقل رسیده است. کل مطالب ضبط شده ۲۱ ساعت طول کشید و تقسیم‌بندی بر اساس تعداد آرا در فواصل ۳۰ ثانیه‌ای انجام شد. انتخاب طول بازه زمانی بر اساس آزمایش اولیه آزمایشی انجام شده با بازه‌های زمانی مختلف و دستیابی به دقت‌های لازم بود. هنگام آماده‌سازی مجموعه داده‌های آموزشی، بخش‌هایی از یک سخنرانی را با توجه به محدودیت‌های زیر به عنوان «متمرکز» و «غیرمتمرکز» حاشیه نویسی شده است:

۱- بخش‌هایی با بیش از ۹۰٪ رأی منفی به عنوان «غیرمتمرکز» علامت‌گذاری شدند.

۲- بخش‌هایی با بیش از ۹۰٪ رأی مثبت به عنوان «متمرکز» علامت‌گذاری شدند.

۳- بخش‌هایی با کمتر از ۹۰٪ رأی منفی یا مثبت حذف شدند.

۴- رأی‌های متعدد از همان دانشجویان برای یک بخش حذف شدند.

۵- بخش‌هایی با صدای زمزمه بیش از حد حذف شدند.

پس از اعمال این محدودیت‌ها، مجموعه‌ای از داده‌ها با ۱۲۱ بخش ۳۰ ثانیه‌ای دریافت کردیم که در آن هر بخش

نشان‌دهنده یک نمونه از مجموعه داده‌ها با ۳۱ ویژگی است.

Journal of Applied Managerial Market Research

نتایج

فرضیه صفر بیان می‌کند که هیچ تفاوتی بین مقادیر ویژگی در بخش‌هایی که به عنوان «متمرکز» نامگذاری شده‌اند و مقادیر آنها در بخش‌هایی که به عنوان «غیرمتمرکز» نامگذاری شده‌اند، وجود ندارد. پس از انجام آزمون t با استفاده از مقدار معنی‌داری ۰,۰۵، برای هر ویژگی، فرضیه صفر برای هشت پارامتر رد شد. بنابراین، در این مقاله این هشت ویژگی را برای بررسی تأثیر آنها بر تمرکز دانشجویان جدا شده‌اند. این هشت ویژگی که توسط فرضیه صفر رد شدند، دارای مقادیری هستند که به طور قابل توجهی در بخش‌هایی که به عنوان «متمرکز» نامگذاری شده‌اند، با بخش‌هایی که به عنوان «غیرمتمرکز» نامگذاری شده‌اند، متفاوت هستند. بنابراین، آنها جدا شده‌اند تا بررسی کنیم که آیا می‌توانیم از این مقادیر برای نتیجه‌گیری در مورد اینکه آیا یک بخش خاص از یک سخنرانی متعلق به

کلاس «متمرکز» یا «غیرمتمرکز» است، استفاده کنیم. از بین تمام ویژگی‌های استخراج شده از صدای مدرس، فرضیه صفر برای ویژگی‌های زیر رد شد: میانگین فرکانس سازه، انحراف معیار فرکانس سازه، انحراف معیار اطمینان در فرکانس سازه و انحراف معیار تعداد پیک‌های خودهمبستگی. از تمام تحلیل‌های آماری که روی سطح نويز انجام گرفته است، فرضیه صفر برای دو ویژگی زیر رد شد: میانگین انحرافات مطلق و انحراف معیار. از تمام پارامترهای محیط فیزیکی، فرضیه صفر برای شاخص رطوبت و سطح دی اکسید کربن رد شد. لیست مفصلی از ویژگی‌هایی که توسط فرضیه صفر رد شدند در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که از تحقیقات قبلی (باکو-بیرو و همکاران؛ ۲۰۱۲؛ کولی و همکاران؛ ۲۰۰۷؛ ایتو و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ مولهاوه و همکاران؛ ۱۹۸۶؛ مورا کامی و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ اتو و همکاران؛ ۱۹۹۲؛ شاونسی و همکاران؛ ۲۰۰۶؛ وارگوچکی و ویون؛ ۲۰۰۷)^۱ انتظار می‌رفت، میانگین مقدار دی اکسید کربن برای بخش‌هایی که دانشجویان روی آنها تمرکز داشتند، کمتر از بخش‌هایی بود که دانشجویان روی آنها تمرکز نداشتند. این یافته‌های قبلی را تأیید می‌کند که مقادیر بیشتر دی اکسید کربن تأثیر نامطلوبی بر تمرکز دانشجویان دارد. آزمایش این مقاله نشان می‌دهد که دانشجویان وقتی شاخص رطوبت پایین‌تر است، تمرکز بیشتری دارند، به این معنی که آنها گرمای کمتری را احساس می‌کنند. در کنار یافته‌های مورد انتظار قبلی، چندین یافته جدید نیز وجود دارد. وقتی دانشجویان ساکت هستند، صدای مدرس متمایزتر است و تغییرات بیشتری در سطوح نويز ایجاد می‌کند و این توضیح می‌دهد که چرا میانگین انحرافات مطلق در سطح نويز هنگام تمرکز دانشجویان بیشتر است. به طور مشابه، وقتی صدای مدرس غالب‌تر از نويز است، مقادیر سطوح نويز پراکنده‌تر هستند که منجر به بالاتر بودن میانگین مجموع مربعات انحرافات و میانگین انحراف معیار سطوح نويز هنگام تمرکز دانشجویان می‌شود. می‌توان دریافت که مقادیر فرکانس فورمنت برای صدای مدرس هنگام تمرکز دانشجویان

^۱Bako-Biro et al., ۲۰۱۲; Coley et al., ۲۰۰۷; Ito et al., ۲۰۰۶; Molhave et al., ۱۹۸۶; Murakami et al., ۲۰۰۶; Otto et al., ۱۹۹۲; Shaughnessy et al., ۲۰۰۶; Wargocki & Wyon, ۲۰۰۷

بالا تر بود، در حالی که انحراف معیار کمتر است. انحراف معیار فرکانس فورمنت و انحراف معیار اطمینان در فرکانس فورمنت در تعیین تأکید نقش دارند که نشان دهنده قدرت انگیزه گوینده است (لپری؛ ۲۰۰۹^۱). مقادیر بالاتر فرکانس فورمنت نشان می‌دهد که مدرس انگیزه قوی دارد، در حالی که تغییرات کم در انحراف معیار نشان دهنده قدرت تمرکز ذهنی مدرس است (لپری؛ ۲۰۰۹^۲) که منجر به ارائه بهتر و ایجاد تمرکز بهتر می‌شود. از خودهمبستگی برای یافتن اجزای تناوبی در سیگنال استفاده می‌شود. فریم‌های واک‌دار با تعداد کمی از پیک‌های خودهمبستگی مشخص می‌شوند در حالی که فریم‌های بی‌صدا منجر به تعداد زیادی پیک کوچک می‌شوند. بنابراین، مقادیر بالای انحراف معیار تعداد پیک‌های خودهمبستگی، فریم‌هایی با ترکیب بالایی از بخش‌های واک‌دار و بی‌صدا را نشان می‌دهد که می‌توان آن‌ها را به عنوان فریم‌هایی با فعالیت بیشتر دانشجویان تفسیر کرد و منجر به تمرکز بهتر می‌شود.

Journal of Applied Managerial Market Research

عملکرد الگوریتم ماشین

در نتیجه حاشیه‌نویسی و تحلیل داده‌ها، مجموعه داده‌ها با هشت ویژگی دریافت کردیم که مقادیر آنها در بخش‌های «متمرکز» و بخش‌های «غیرمتمرکز» تفاوت معناداری با هم دارند. گام بعدی این تحقیق بررسی این بود که آیا می‌توانیم از این مقادیر برای آموزش یک طبقه‌بندی‌کننده برای تشخیص اینکه آیا یک بخش خاص از یک سخنرانی متعلق به کلاس «متمرکز» یا «غیرمتمرکز» است، استفاده کنیم. از مجموعه داده‌های به‌دست‌آمده برای آموزش ده طبقه‌بندی‌کننده مختلف با هدف یافتن طبقه‌بندی‌کننده‌ای با بالاترین دقت تشخیص استفاده شده است. از ابزار Weka (هال و همکاران؛ ۲۰۰۹^۳) برای ارزیابی عملکرد طبقه‌بندی آنها با استفاده از اعتبارسنجی متقابل ۱۰

^۱Lepri, ۲۰۰۹

^۲Lepri, ۲۰۰۹

^۳Hall et al., ۲۰۰۹

برابری استفاده شد (رفائیل زاده؛ ژانگ و لیو؛ ۲۰۰۸)^۱. عملکرد با استفاده از شاخص‌های زیر اندازه‌گیری شد: دقت، نرخ مثبت واقعی، نرخ مثبت کاذب، دقت، زمان یادآوری و ضریب کاپای کوهن (ویرا و کایماک؛ ۲۰۱۰)^۲. هر طبقه‌بندی‌کننده با استفاده از همان مجموعه داده‌ای که به عنوان ورودی به جعبه ابزار Weka استفاده می‌شد، آزمایش شد. طبقه‌بندی‌کننده (فروند و شاپیر؛ ۱۹۹۶)^۳ AdaBoostM۱ بهترین دقت تشخیص (۸۶٫۷۸٪) را با بالاترین مقدار کاپا (۰٫۷۴) نشان داد، در حالی که kNN بدترین دقت تشخیص (۷۹٫۳۴٪) را با کمترین مقدار کاپا (۰٫۵۹) داشت. این را می‌توان با اندازه مجموعه داده ما توضیح داد: اگر مجموعه داده آموزشی کوچک باشد،

طبقه‌بندی‌کننده‌های با بایاس بالا/واریانس پایین (مانند AdaBoost) نسبت به طبقه‌بندی‌کننده‌های با بایاس پایین/واریانس بالا (kNN) برتری دارند (مانینگ؛ راغوان و شوتزه؛ ۲۰۰۸)^۴. لیست کامل طبقه‌بندی‌کننده‌های ارزیابی شده، به همراه دقت تشخیص آنها در جدول ۳ ارائه شده است. به منظور ارزیابی تأثیر ویژگی‌های منفرد بر دقت طبقه‌بندی‌کننده، در این مقاله یک سری آزمایش با حذف یکی از ویژگی‌ها در هر آزمایش انجام شد. از آماره کاپا به عنوان شاخص اهمیت ویژگی استفاده شد (ویرا و کاماک؛ ۲۰۱۰)^۵. دقت تشخیص طبقه‌بندی‌کننده پس از حذف هر یک از ویژگی‌ها را می‌توان در جدول ۴ مشاهده کرد.

^۱ Refaeilzadeh, Thang, & Liu, ۲۰۰۸

^۲ Vieira & Kaymak, ۲۰۰۰

^۳ Freund & Schapire, ۱۹۹۶

^۴ Manning, Raghavan, & Schutze, ۲۰۰۸

^۵ Vieira & Kaymak, ۲۰۰۰

جدول ۲. تحلیل ویژگی‌های رد شده توسط فرضیه صفر.

پارامترها	دستگاه مورد استفاده برای اندازه گیری/ثبت	نحوه نمونه برداری یا تجزیه و تحلیل	مقدار میانگین برای بخش‌های متمرکز	مقدار میانگین برای بخش‌های غیرمتمرکز	اهمیت (p)
دی اکسید کربن	حسگر دی اکسید کربن	یک مقدار برای بازه ۳۰ ثانیه ای	۴۶۸,۵۵۹۳	۴۶۹,۴۳۹۶	۰,۰۰۱
شاخص رطوبت	حسگر رطوبت و دما	دما همراه با رطوبت با استفاده از فرمول شاخص رطوبت	۱۴,۴۹۵۲۹	۱۵,۸۳۲۱۵۱۷۸	۰,۰۰۱
میانگین فرکانس سازه	نت بوک به بلوتوث متصل شد	استخراج شده از توالی صوتی ۸ کیلوهرتز	۲۵۵,۲۳۷۳۳۳۳	۲۳۵,۵۹۲۱۵۴۱	۷,۶۰۵۲۵ در ۱۰ به توان ۱۴-
انحراف معیار فرکانس سازه	نت بوک به بلوتوث متصل شد	استخراج شده از توالی صوتی ضبط شده ۸ کیلوهرتز	۰,۲۵۹۱۷۷	۰,۲۷۶۴۴۸۱۹۶۷	۰,۰۰۶
انحراف معیار اطمینان در فرکانس سازه	نت بوک به بلوتوث متصل شد	استخراج شده از توالی صوتی ضبط شده ۸ کیلوهرتز	۰,۶۸۱۷۵۵	۰,۶۶۳۷۶۵۵۷	۰,۰۱۴
انحراف معیار تعداد پیک‌های خودهمبستگی	نت بوک به بلوتوث متصل شد	استخراج شده از توالی صوتی ضبط شده ۸ کیلوهرتز	۲,۹۴۷۵۱۲	۲,۷۹۲۴۶۲۳	۰,۰۰۲
میانگین انحرافات مطلق	حسگر سطح نويز	هر ثانیه نمونه برداری می شود (۳۰ مقدار در هر دنباله) که روی آن میانگین انحراف مطلق انجام شده است	۳,۱۷۷۵۹	۲,۸۴۵۴۰۵	۰,۰۱۴
انحراف معیار	حسگر سطح نويز	هر ثانیه نمونه برداری می شود (۳۰ مقدار در هر دنباله) که روی آن میانگین انحراف مطلق انجام شده است	۳,۹۶۶۱۵۵۷	۳,۵۰۱۰۳۰۱۷	۰,۰۰۶

جدول ۳. نتایج برای طبقه بندی کننده های مختلف با استفاده از اعتبارسنجی متقاطع ده گانه.

الگوریتم	دقت (درصد)	TP	FP	Precision	Recall	Kappa
AdaBoostM1	۸۶,۷۸	۰,۸۷	۰,۱۳	۰,۸۷	۰,۸۲	۰,۷۴
Random forest	۸۴,۳۰	۰,۸۴	۰,۱۶	۰,۸۴	۰,۸۴	۰,۶۹
MultiBoosting	۸۲,۶۴	۰,۸۳	۰,۱۷	۰,۸۳	۰,۸۳	۰,۶۵
Nearest neighbor using non-nested generalized exemplars	۸۲,۶۴	۰,۸۳	۰,۱۷	۰,۸۳	۰,۸۳	۰,۶۵
Dicision table	۸۱,۸۲	۰,۸۲	۰,۱۸	۰,۸۲	۰,۸۲	۰,۶۴
Alternating decision tree	۸۱,۸۲	۰,۸۲	۰,۱۸	۰,۸۲	۰,۸۲	۰,۶۴
Bayes Net	۸۰,۹۹	۰,۸۱	۰,۱۹	۰,۸۱	۰,۸۱	۰,۶۲
Best first decision tree	۸۰,۹۹	۰,۸۱	۰,۱۹	۰,۸۱	۰,۸۱	۰,۶۲
NaïveBayes	۷۹,۳۴	۰,۷۹	۰,۲۱	۰,۷۹	۰,۷۹	۰,۵۹
kNN	۷۹,۳۴	۰,۷۹	۰,۲۱	۰,۷۹	۰,۷۹	۰,۵۹

JAMMR

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۴. دقت طبقه‌بندی کننده پس از حذف ویژگی.

ویژگی	دقت (درصد)	کاپا
اصلی	۸۶,۷۸	۰,۷۴
میانگین فرکانس سازه (از صدا)	۶۴,۴۶	۰,۲۹
انحراف معیار فرکانس سازه (از صدا)	۸۶,۷۸	۰,۷۴
انحراف معیار اطمینان در فرکانس سازه (از صدا)	۸۶,۷۸	۰,۷۴
انحراف معیار تعداد پیک های خودهمبستگی (از صدا)	۸۵,۹۵	۰,۷۲
میانگین انحرافات مطلق (از نویز)	۸۴,۳۰	۰,۶۹
انحراف معیار (از نویز)	۸۶,۷۸	۰,۷۴
دی اکسید کربن (از هوا)	۸۵,۹۵	۰,۷۲
شاخص رطوبت (ترکیبی از دما و رطوبت)	۸۵,۹۵	۰,۷۲

نتایج نشان می‌دهد که برخی از ویژگی‌ها را می‌توان بدون تأثیر بر دقت تشخیص طبقه‌بندی کننده حذف کرد. سه مورد از آنها (انحراف معیار فرکانس فورمنت، انحراف معیار اطمینان در فرکانس فورمنت و انحراف معیار از نویز) را حذف شده اند و اعتبارسنجی متقابل را با استفاده از الگوریتم AdaBoostM_۱ تکرار می‌شود. مجموعه داده‌های نهایی ما تنها به پنج ویژگی کاهش یافت: میانگین فرکانس فورمنت، انحراف معیار تعداد پیک‌های خودهمبستگی، میانگین انحرافات مطلق سطوح نویز، سطح دی اکسید کربن و رطوبت. این کاهش، دقت تشخیص طبقه‌بندی کننده را تغییر نداده است. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم AdaBoostM_۱ قادر است تنها با تجزیه و تحلیل مقادیر این پنج ویژگی، به طور مؤثر تعیین کند که آیا دانشجویان در یک لحظه معین روی یک درس تمرکز دارند یا خیر.

بحث

در این تحقیق و مقاله، از دستگاه‌های اینترنت اشیاء برای اندازه‌گیری پارامترهای متعدد محیط فیزیکی استفاده شد تا پارامترهایی را که به طور قابل توجهی بر تمرکز دانشجویان تأثیر می‌گذارند، شناسایی شوند. از پنج پارامتر اندازه‌گیری شده محیط فیزیکی، سه پارامتر را که برای تعیین تمرکز دانشجویان مهم بوده‌اند، جدا شده‌اند: سطح دی اکسید کربن، مقدار متوسط انحرافات مطلق دریافتی از سر و صدا و ترکیب دما و رطوبت (شاخص رطوبت). برخی دیگر از پارامترهای اندازه‌گیری شده (مانند فشار هوا) بی‌ربط به نظر می‌رسیدند زیرا سطح آنها در طول زمان به طور قابل توجهی تغییر نمی‌کرد. مشخص نیست که آیا برخی از آنها بر تمرکز دانشجویان در شرایط مختلف تأثیر می‌گذارند یا خیر. در کنار این محدودیت، مزیت این مطالعه این است که در محیط‌های طبیعی کنترل نشده انجام شده است، برخلاف سایر تحقیقات که عمدتاً در محیط‌های آزمایشگاهی کاملاً کنترل شده انجام شده‌اند. اگرچه تأیید شده است که یک مدرس می‌تواند از طریق رفتار بیانی خود بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان تأثیر بگذارد (ماری؛ ۱۹۹۷)^۱ و اینکه صدا یکی از کانال‌های توزیع رفتار بیانی است (امبادی و روزنتال؛ ۱۹۹۲)^۲، هیچ یک از مطالعات ویژگی‌های صوتی را که بر تمرکز دانشجویان تأثیر می‌گذارند، شناسایی نکرده‌اند. در مطالعه حاضر، تأثیر ۲۲ ویژگی مختلف صدا را بررسی کرده و دو مورد را که در تعیین تمرکز دانشجویان مهم بوده‌اند، تفکیک شده‌اند: میانگین فرکانس سازه و انحراف معیار تعداد پیک‌های خودهمبستگی. علاوه بر این، این مقاله ارزیابی عملکرد ده الگوریتم مختلف یادگیری ماشین و توانایی آنها در تشخیص صحیح بخش‌های «متمرکز» و «غیرمتمرکز» سخنرانی را تنها با استفاده از مقادیر این پنج پارامتر ارائه می‌دهد. مشخص شد که طبقه‌بندی‌کننده AdaBoostM_۱ بهترین

^۱Murray, ۱۹۹۷^۲Ambady & Rosenthal, ۱۹۹۲

دقت تشخیص را در بین آنها داشته است (۸۶,۷۸٪). تعیین بخش‌های «متمرکز» و «غیرمتمرکز» سخنرانی‌ها بر اساس آرای دریافتی از دانشجویان در زمان واقعی در طول سخنرانی انجام شد، که با سایر مطالعاتی که عمدتاً به داده‌های دریافتی پس از سخنرانی متکی هستند، متفاوت است. در طول آزمایش‌ها، از دستگاه‌هایی استفاده شده است که به راحتی در دسترس بودند، اما برخی ترکیبات مختلف دستگاه نیز امکان‌پذیر است. جایگزین دستگاه ebv۰۰، یک دستگاه ارزان رزبری پای ۲۰۱۴ مجهز به حسگرهای لازم یا برد اینتل گاليله ۲۰۱۴ است. به جای استفاده از تلفن هوشمند برای اندازه‌گیری سطح نویز، می‌توانست از هر دستگاه هوشمند دیگری (مانند تبلت) استفاده شود. همه دستگاه‌های ذکر شده، طبق تعریف ITU؛ ITU۲۰۱۵، یک دستگاه اینترنت اشیاء محسوب می‌شوند.

فصلنامه پژوهش‌های کاربردی مدیریت بازار

Journal of Applied Managerial Market Research

کارهای آینده

یکی از محدودیت‌های اصلی این است که مطالعه برای مدت کوتاهی در محیط‌های یادگیری مشابه با تعداد مشابه دانشجویان انجام شده است، بنابراین انجام یک مطالعه طولانی‌مدت در محیط‌های مختلف با تعداد متفاوت دانشجویان مفید خواهد بود. بنابراین، اولین گام در آینده، ضبط سخنرانی‌های بیشتر در محیط‌های کلاسی متنوع با تعداد متفاوت دانشجویان به منظور گسترش مجموعه داده‌های موجود و ارزیابی طبقه‌بندی‌کننده آموزش‌دیده تحت شرایط مختلف خواهد بود. گام بعدی به سمت پیاده‌سازی سیستمی خواهد بود که بتواند به طور خودکار تمرکز دانشجویان را تعیین کند. می‌توان این قصد را داشت که از همان دستگاه‌هایی که در این تحقیق استفاده کردیم (تلفن هوشمند، دستگاه ebv۰۰ و هدست بلوتوث) استفاده کنیم. این دستگاه‌ها پارامترها را در زمان واقعی اندازه‌گیری کرده و آنها را برای تجزیه و تحلیل بیشتر به سرور ارسال می‌کنند. برای تعیین اینکه آیا دانشجویان روی یک سخنرانی تمرکز

دارند یا خیر، از طبقه‌بندی‌کننده AdaBoostM۱ که روی مجموعه داده‌های توسعه‌یافته آموزش دیده است، استفاده خواهیم کرد.

نتیجه گیری

این تحقیق و مقاله، رویکردی نوآورانه برای تحلیل تأثیر پارامترهای مختلف در محیط فیزیکی بر تمرکز دانشجویان بر اساس مفهوم اینترنت اشیاء ارائه می‌دهد. اگرچه تحقیقات قبلی توافق داشتند که پارامترهای خاصی از محیط فیزیکی مانند دما، سر و صدای محیط و سطح دی اکسید کربن بر عملکرد و/یا دستاوردهای دانشجویان تأثیر می‌گذارند، اما تا آنجا که می‌توان دانست، مطالعه‌ای به صورت کامل و جامع سعی نکرده است که تأثیر مستقیم آنها را بر تمرکز دانشجویان بررسی کند. در این تحقیق، پارامترهای محیط فیزیکی مؤثر بر تمرکز دانشجویان را شناسایی و به طور کامل تحلیل کرده‌ایم. علاوه بر این، تا آنجا که می‌توان متوجه شد، این تحقیق و مقاله مطالعه‌ای است که در آن همبستگی بین ویژگی‌های صدای مدرس و تمرکز دانشجویان تفسیر شده است. نتایج این تحقیق و مقاله نشان می‌دهد که جمع‌آوری پنج پارامتر زیر: میانگین فرکانس سازه (استخراج شده از صدای مدرس)، انحراف معیار تعداد پیک‌های خودهمبستگی (استخراج شده از صدای مدرس)، میانگین انحرافات مطلق سطوح نویز، سطح دی اکسید کربن و رطوبت، یک استراتژی مناسب برای تشخیص تمرکز دانشجویان در طول سخنرانی است. این آزمایش در خارج از آزمایشگاه و در محیط‌های طبیعی انجام شد که نشان می‌دهد نتایج را می‌توان در کلاس‌های درس واقعی در طول سخنرانی‌های واقعی استفاده کرد.

منابع

۱. Ambady, N., & Rosenthal, R. (۱۹۹۲). Thin slices of expressive behavior as predictors of interpersonal consequences: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, ۱۱۱(۲), ۲۵۶–۲۷۴.
۲. Atif, Y. (۲۰۱۳). Pedagogy-based technology enhancement in tertiary education. In P. Ordóñez de Pablos & R. Tennyson (Eds.), *Strategic role of tertiary education and technologies for sustainable competitive advantage* (pp. ۲۹۵–۳۱۱). IGI-Global.
۳. Attwell, G. (۲۰۰۷). The personal learning environments – The future of eLearning? *eLearning Papers*, ۲(۱). Retrieved ۲۸,۰۲,۱۵.
۴. Attwell, G., Cook, J., & Ravenscroft, A. (۲۰۰۹). Appropriating technologies for contextual knowledge: Mobile personal learning environments. In *Proceedings of the ۲nd world summit on knowledge society* (pp. ۱۵–۲۵).
۵. Bako-Biro, Z., Clements-Croome, D. J., Kochhar, N., Awbi, H. B., & Williams, M. J. (۲۰۱۲). Ventilation rates in schools and pupils' pffomnn... *Building and Environment*, ۴۸, ۲۱۵–۲۲۳.
۶. Batliner, A., Fischer, K., Huber, R., Spilker, J., & Noth, E. (۲۰۰۳). How to find trouble in communication. *Speech Communication*, ۴۰(۱), ۱۱۷–۱۴۳.

۷. Bogdanovic, Z., Barac, D., Jovanic, B., Popovic, S., & Radenkovic, B. (۲۰۱۴). Evaluation of mobile assessment in a learning management system. *British Journal of Educational Technology*, ۴۵(۲), ۲۳۱-۲۴۴.
۸. Breiman, L. (۲۰۰۱). Random forests. *Machine Learning*, ۴۵(۱), ۵-۳۲.
Bronzaft, A. L., & McCarthy, D. P. (۱۹۷۵). The effect of elevated train noise on reading ability. *Environment and Behaviour*, ۷(۴), ۵۱۷-۵۲۷.
۹. Chang, C. H. (۲۰۱۱). Smart classroom roll caller system with IOT architecture. In *Proceedings of the ۲nd international conference on innovations ni bio-inspired computing and applications* (pp. ۳۵۶-۳۶۰).
۱۰. Coley, D. A., Greeves, R., & Saxby, B. K. (۲۰۰۷). The effect of low ventilation rates on the cognitive function of a primary school class. *The International Journal of Ventilation*, ۶(۲), ۱۰۷-۱۱۲.
۱۱. Conde, M. A., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., & Piguillem, J. (۲۰۱۳). The implementation, deployment and evaluation of a mobile personal learning environment. *Journal of Universal Computer Science*, ۱۹(۷), ۸۵۴-۸۷۲.
۱۲. Crook, M. A., & Langdon, F. J. (۱۹۷۴). The effects of aircraft noise in schools around London Airport. *Journal of Sound and Vibration*, ۳۴(۲), ۲۲۱-۲۳۲.

۱۳. Despotovic-Zrakic, M., Simic, K., Labus, A., Milic, A., & Jovanic, B. (۲۰۱۳). Scaffolding environment for adaptive e-learning through cloud computing. *Educational Technology & Society*, ۱۶(۳), ۳۰۱-۳۱۴.
۱۴. Downs, D., & Crum, M. (۱۹۷۸). Processing demands during auditory learning under degraded listening conditions. *Journal of Speech and Hearing Research*, ۲۱, ۷۰۲-۷۱۴.
۱۵. Egong, A. I. (۲۰۱۴). Reading culture and academic achievement among secondary school students. *Journal of Education and Practice*, ۵(۳), ۱۳۲-۱۳۶.
۱۶. Evans, G. W., & Maxwell, L. (۲۰۰۷). Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. *Environment and Behaviour*, ۲۹(۵), ۶۳۸-۶۵۷.
۱۷. Fairbanks, G., & Pronovost, W. (۱۹۳۹). An experimental study of the pitch characteristics of the voice during the expression of emotions. *Speech Monographs*, ۶, ۸۷-۱۰۴.
۱۸. Felder, R. M., & Brent, R. (۱۹۹۹). How to improve teaching quality. *Quality Management Journal*, ۶(۲), ۹-۲۱.
۱۹. Fernandez, R. A. (۲۰۰۴). Computational model for the automatic recognition of affect in speech. Doctoral dissertation. Retrieved ۱۷,۰۹,۱۴.

۲۰. Freund, Y., & Mason, L. (۱۹۹۹). The alternating decision tree algorithm. In Proceedings of the ۱۶th international conference on machine learning (pp. ۱۲۴–۱۳۳).
۲۱. Freund, Y., & Schapire, R. (۱۹۹۶). Experiments with a new boosting algorithm. In Proceedings of the ۱۳th international conference on machine learning (pp. ۱۴۸–۱۵۶).
۲۲. García-Peñalvo, F. J., Conde, M. Á., Alier, M., & Casany, M. J. (۲۰۱۱). Opening learning management systems to personal learning environments. *Journal of Universal Computer Science*, ۱۷(۹), ۱۲۲۲–۱۲۴۰.
۲۳. Gligoric, N., Uzelac, A., Krco, S., Kovacevic, I., & Nikodijevic, A. (۲۰۱۵). Smart classroom system for detecting level of interest a lecture creates in a classroom. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, ۷(۲), ۲۷۱–۲۸۴.
۲۴. Halimi, K., Seridi-Bouchelaghem, H., & Faron-Zucker, C. (۲۰۱۴). An enhanced personal learning environment using social semantic web technologies. *Interactive Learning Environments*, ۲۲(۲), ۱۶۵–۱۸۷.
۲۵. Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., & Witten, I. H. (۲۰۰۹). The WEKA data mining software: An update. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, ۱۱(۱), ۱۰–۱۸.

۲۶. Hartley, J., & Davies, I. K. (۱۹۷۸). Note-taking: A critical review. *Programmed Learning and Educational Technology*, ۱۵, ۲۰۷-۲۲۴.
۲۷. Howarth, E., & Hoffman, M. S. (۱۹۸۴). A multidimensional approach to the relationship between mood and weather. *British Journal of Psychology*, ۷۵(۱), ۱۵-۲۳.
۲۸. Huang, T. S., Chen, L., & Tao, H. (۱۹۹۸). Bimodal emotion recognition by man and machine. In *Proceedings of ATR workshop on virtual communication environments*, Japan.
۲۹. Huber, R., Batliner, A., Buckow, J., Noth, E., Warnke, V., & Niemann, H. (۲۰۰۰). Recognition of Emotion in realistic dialog scenario. In *Proceedings of the international conference spoken language processing* (Vol. ۱, pp. ۶۶۵-۶۶۸).
۳۰. Intel (۲۰۱۴). Intel Galileo Gen ۲ Development Board. Retrieved ۱۱,۰۹,۱۴.
۳۱. Ito, K., Murakami, S., Kaneko, T., & Fukao, H. (۲۰۰۶). Study on the productivity in the classroom (Part ۲): Realistic simulation experiment on effects of air quality/thermal environment on learning performance. *Healthy Buildings*, ۲۰۷-۲۱۲.
۳۲. ITU-T (۲۰۱۵). Telecommunication standardization sector of international telecommunication union. Overview of the internet of things, Recommendation ITU-T Y.۲۰۶۰. Retrieved ۲۸,۲,۱۵.

۳۳. John, G. H., & Langley, P. (۱۹۹۵). Estimating continuous distributions in Bayesian classifiers. In Proceedings of the ۱۱th conference on uncertainty in artificial intelligence (pp. ۳۳۸-۳۴۵).
۳۴. Johnson, E. (۲۰۰۱). Let's hear it for learning: improving classroom acoustics can maximize student productivity at a minimal cost. American School and University, ۷۳(۱۱), ۲۸-۳۰.
۳۵. Juarros, M. V., Ibáñez, S. J., & de Benito Crosetti, B. (۲۰۱۴). Research results of two personal learning environments experiments in a higher education institution. Interactive Learning Environments, ۲۲(۲), ۲۰۵-۲۲۰.
۳۶. Kohavi, R. (۱۹۹۵). The power of decision tables. In Proceedings of the ۸th European conference on machine learning (pp. ۱۷۴-۱۸۹).
۳۷. Kompen, R. T., Edirisingha, P., Monguet, & J. M. (۲۰۰۹). Using web ۲.۰ applications as supporting tools for personal learning environments. In Proceedings of the ۲nd world summit on knowledge society (pp. ۳۳-۴۰).
۳۸. Kyzar, B. L. (۱۹۷۷). Noise pollutions and schools: How much is too much? Council of Educational Facilities Planners Journal, ۴, ۱۰-۱۱.
۳۹. Lee, C. M., & Narayanan, S. S. (۲۰۰۲). Combining acoustic and language information for emotion recognition. In Proceedings of the international conference on speech and language processing (pp. ۸۷۳-۸۷۶).

۴۰. Lepri, B. (۲۰۰۹). Multimodal recognition of social behaviors and personality traits in small group interaction. Ph.D. Thesis, DIT University of Trento.
۴۱. Luo, Q., Zhou, J., Wang, F., & Shen, L. (۲۰۰۹). Context aware multimodal interaction model in standard natural classroom. *Lecture Notes in Computer Science*, ۵۶۸۵, ۱۳-۲۳.
۴۲. Lytras, M. D., & Ordóñez de Pablos, P. (۲۰۱۱). Software technologies in knowledge society. *Journal of Universal Computer Science*, ۱۷(۹), ۱۲۱۹-۱۲۲۱.
۴۳. Manning, C., Raghavan, P., & Schütze, H. (۲۰۰۸). *Introduction to information retrieval*. Cambridge University Press. Retrieved ۱۷,۰۹,۱۴.
۴۴. Martin, B. (۱۹۹۵). Instance-based learning: Nearest neighbor with genaaalizt ion aa ste’’shhhsis ee tiivved ۱۷,۰۹,۱۴.
۴۵. Masterton, J. M., & Richardson, F. A. (۱۹۷۹). Humidex: A method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity. *Atmospheric Environment Service, Environment Canada*, ۱-۷۹.
۴۶. Mendell, M. J., & Heath, G. A. (۲۰۰۵). Do indoor pollutants and thermal conditions in school influence student performance? A critical review of the literature. *Indoor Air*, ۱۵(۱), ۲۷-۵۲.
۴۷. Molhave, L., Bach, B., & Feddersen, O. F. (۱۹۸۶). Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds. *Environment International*, ۱۲, ۱۶۷-۱۷۵.

۴۸. Murakami, S., Kaneko, T., Ito, K., & Fukao, H. (۲۰۰۶). Study on the productivity in the classroom (Part ۱) field survey of the effects of air quality/thermal environment on learning performance. *Healthy Buildings*, ۲۷۱-۲۷۶.
۴۹. Murray, H. G. (۱۹۹۷). Effective teaching behavior in the college classroom. In Raymond P. Perry & John C. Smart (Eds.), *Effective teaching in higher education: Research and practice* (pp. ۱۷۱-۲۰۴). New York: Agathon Press.
۵۰. Orosa, J. A., Costa, A. M., Rodríguez-Fernández, A., & Roshan, G. (۲۰۱۴). Effect of climate change on outdoor thermal comfort in humid climates. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, ۱۲, ۴۶.
۵۱. Otto, D. A., Hudnell, H. K., House, D. E., & Molhave, L. (۱۹۹۲). Exposure of humans to a volatile organic mixture. I: Behavioral assessment. *Archives of Environmental Health*, ۴۷(۱), ۲۳-۳۰.
۵۲. Pentland, A. (۲۰۰۴). Social dynamics: Signals and behavior. In *Proceedings of the ۲۰۰۴ IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, ۱۳، ۰۹، ۱۴.
۵۳. Pentland, A. (۲۰۰۶). A computational model of social signaling. In *Proceedings of the ۱۸th international conference on pattern recognition* (Vol. ۱, pp. ۱۰۸۰-۱۰۸۳).
۵۴. Pepler, R. D., & Warner, R. E. (۱۹۶۸). Temperature and learning: An experimental study. *ASHRAE Transactions*, ۷۴(۲), ۲۱۱-۲۱۹.

۵۵. Pilman, M. S. (۲۰۰۱). The effects of air temperature variance on memory ability. National Undergraduate Research Clearinghouse, ۴. Retrieved ۲۱,۰۱,۱۳.
۵۶. Rahimi, E., Van den Berg, J., & Veen, W. (۲۰۱۵). Facilitating student-driven constructing of learning environments using Web ۲,۰ personal learning environments. Computers & Education, ۸۱, ۲۳۵-۲۴۶.
۵۷. Raspberry Pi (۲۰۱۴). What is raspberry Pi? Retrieved ۱۱,۰۹,۱۴.
۵۸. Refaeilzadeh, P., Thang, L., Liu, H. (۲۰۰۸). Cross Validation. Arizona State University. <http://leitang.net/papers/ency-cross-validation.pdf> Retrieved ۱۴,۰۹,۲۰۱۴.
۵۹. Rizzardini, R. H., Linares, B. H., Mikroyannidis, A., & Schmitz, H. C. (۲۰۱۳). Cloud services, interoperability and analytics within a ROLE-enabled personal learning environment. Journal of Universal Computer Science, ۱۹(۱۴), ۲۰۵۴-۲۰۷۴.
۶۰. Schoer, L., & Shaffran, J. (۱۹۷۳). A combined evaluation of three separate research projects on the effects of thermal environment on learning and performance. ASHRAE Transactions, ۷۹, ۹۷-۱۰۸.
۶۱. Shaughnessy, R. J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A., & Moschandreas, D. (۲۰۰۶). A preliminary study on the association between

- ventilation rates in classrooms and student performance. *Indoor Air*, ۱۶(۶), ۴۶۵-۴۶۸.
۶۲. Shen, C. W., Wu, Y. J., & Lee, T. C. (۲۰۱۴). Developing a NFC-equipped smart classroom: Effects on attitudes toward computer science. *Computers in Human Behavior*, ۳۰, ۷۳۱-۷۳۸.
۶۳. Shi, H. (۲۰۰۷). Best-iisst deii sion t lenning sss t''s thesis ttt iievd ۱۷,۰۹,۱۴.
۶۴. Simic, K., Stojanovic, M., & Djuric, I. (۲۰۱۴). A model for smart e-learning environment. In *Proceedings of the ۱۴th international symposium SymOrg* (pp. ۳۷۷-۳۸۲).
۶۵. SmartSantander (۲۰۱۴). SmartSantander. Retrieved ۱۳,۰۹,۱۴.
۶۶. Vieira, S., & Kaymak, U. (۲۰۱۰). oo hen'sklpppooociiii iienteeeeeeccommance measure for feature selection. In *Proceedings of IEEE international conference on fuzzy systems* (pp. ۱-۸).
۶۷. Wargocki, P., & Wyon, D. P. (۲۰۰۷). The effects of moderately raised classroom temperatures and classroom ventilation rate on the performance of schoolwork by children. *HVAC&R Research*, ۱۳(۲), ۱۹۳-۲۲۰.
۶۸. Webb, G. I. (۲۰۰۰). MultiBoosting: A technique for combining boosting and wagging. *Machine Learning*, ۴۰(۲), ۱۵۹-۱۹۶.

۶۹. Williams, C. E., & Stevens, K. N. (۱۹۸۱). Vocal correlates of emotional states. In J. K. Darby (Ed.), *Speech evaluation in psychiatry* (pp. ۲۲۱-۲۴۰). New York, NY: Grune & Stratton.
۷۰. Wyon, D. P. (۱۹۷۰). Studies of children under imposed noise and heat stress. *Ergonomics*, ۱۳(۵), ۵۹۸-۶۱۲.
۷۱. Xie, W., Shi, Y., Xu, G., & Xie, D. (۲۰۰۱). Smart Classroom – an Intelligent Environment for Tele-education. In *Proceeding of the ۲nd IEEE pacific rim conference on multimedia* (pp. ۶۶۲-۶۶۸).
۷۲. Zembylas, M., & Schutz, P. A. (۲۰۰۹). Teachers' emotions in education: Findings, practical implications and future agenda. In P. A. Schutz & M. Zembylas (Eds.), *Advances in teacher emotion research: The implications for research and practice* (pp. ۳۶۷-۳۷۷). New York, NY: Springer.