

Sujet thèse Université d'Avignon LIA/ ED 536

Title in English: Well-being-based Artificial Intelligence of Things in online education system

Titre en français : Bien-être- basé Intelligence Artificielle des Objets dans le système éducatif en ligne

Directeur de thèse : Abderrahim Benslimane, Laboratoire d'Informatique d'Avignon

Résumé :

L'enseignement et l'apprentissage en ligne et à distance tel que nous le vivons depuis le déclenchement de la pandémie du Covid-19 est une nouveauté partout dans le monde qui a accentué l'isolement et ainsi le stress. Le changement est brusque pour les apprenants et les enseignants ; d'où le besoin urgent de les accompagner à développer une résilience et s'adapter aux changements imposés. A l'aide de l'Internet of Things (IoT) et les méthodes d'Intelligence Artificielle (IA), ce sujet vise en premier lieu à introduire le concept de la promotion à la santé dans le but de promouvoir la responsabilité collective et participative comparée à la responsabilité individuelle. Ensuite, proposer un ensemble d'outils basés sur l'IA avec IoT.

Mots-clés : Learning Management System, IoT, IA et bien être.

1 - Présentation détaillée du sujet :

Introduction :

Le stress est aujourd'hui un problème de santé publique, mais aussi un sujet de société aux multiples conséquences, menaçant le bien-être d'une grande partie de l'humanité et engendrant des coûts croissants

La généralisation de l'apprentissage à distance tel que nous le vivons depuis le déclenchement de la pandémie du Covid-19 a accentué le stress, tant chez les apprenants que chez les concepteurs de contenus. Le changement de paradigme dans les modes d'apprentissages et d'évaluation des connaissances a été brusque pour les apprenants et les enseignants ; d'où le besoin urgent d'accompagner les acteurs en charge de la transmission pédagogique à développer une résilience et leur permettant de mieux s'adapter aux changements imposés.

Selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé, la promotion de la santé est le processus qui confère aux populations les moyens d'assurer un plus grand contrôle sur leur propre santé, et d'améliorer celle-ci par le biais d'outils tels que la prévention, par exemple

Actuellement, les établissements d'enseignement supérieur (EES) s'attardent sur l'accompagnement de l'étudiant dans le processus d'apprentissage. Ils ne se limitent pas uniquement au développement des compétences de l'étudiant qui sont reliées à la formation mais s'engagent dans le développement humain intégral de l'étudiant qui consiste à assurer un suivi impliquant des dimensions comme la santé physique, sociale, émotionnelle etc. favorisant son bien-être.

Sans préjuger ici de leur efficacité, nous pouvons observer que les outils d'accompagnements mis en place pour les enseignants ont, en France, pour point commun de délimiter leur périmètre d'action à la responsabilité individuelle de ces derniers.

A l'aide de l'Internet of Things (IoT) et les méthodes d'Intelligence Artificielle, ce projet vise à introduire le concept de « promotion à la santé » dans l'économie de la connaissance que constitue le secteur de la pédagogie à distance, et plus précisément à substituer la responsabilité collective et participative à la responsabilité individuelle.

En mettant en place une gamme d'interventions sociales et environnementales conçues pour favoriser et protéger la qualité de vie au travail, nous entendons permettre aux apprenants et enseignants de s'adapter à l'environnement de l'enseignement à distance tout en préservant un développement cognitif et émotionnel souvent affecté par la multiplicité et la complexité des changements organisationnels induits par la prescription de l'enseignement à distance comme nouvel horizon d'attentes pédagogique

La prévention chez les individus soumis à ces changements passe aujourd'hui essentiellement par la détection « signaux faibles » : des facteurs tels que la fatigue et le stress. La détection traditionnelle du stress repose sur des questionnaires psychologiques ou une consultation psychologique professionnelle. Dans ce projet, nous proposons le développement d'une procédure automatique, respectueuse des données privées, et transparente pour l'étudiant.

Plusieurs études récentes ont émis l'hypothèse que les signes et expressions faciales pourraient rendre compte du niveau de stress, car les symptômes du stress sont généralement liés à des fluctuations des signaux physiologiques (par exemple la fréquence cardiaque, la tension artérielle, la réponse galvanique de la peau, etc.) et physiques. L'Internet of Things peut s'avérer un bon concept lorsqu'appliqué à la santé, il permet de contrôler et suivre l'état de santé des patients [9] [10].

Objectifs scientifiques :

1) Cette thèse a pour objectif d'évaluer la prévalence de la dépression, de l'anxiété et de la symptomatologie du stress chez les étudiants et les enseignants universitaires pendant la crise du COVID-19 et au-delà dans le contexte de l'apprentissage à travers les plateformes on-line.

Dans un premier temps, il s'agit de concevoir et développer un questionnaire automatisé basé sur la collecte des données sociodémographiques avec modélisation et analyse en prenant en compte des indicateurs de contexte ; ensuite, de produire des probabilités de prédiction d'une pathologie psychosomatique liée à l'apprentissage ou la conception de contenus pédagogiques en ligne.

Dans un second temps, il s'agit de proposer l'intégration de ce dispositif de détection automatisé et non invasif aux principales plateformes technologiques d'enseignement et d'apprentissage (Learning Management System - LMS), afin d'offrir aux acteurs (apprenants et enseignants) des techniques et des conseils d'autorégulation des émotions et de développement de résilience, basés sur une approche de l'éducation thérapeutique conçue par des professionnels de l'ergonomie et de la psychologie du travail.

Etat de l'art

L'éducation thérapeutique est un concept utilisé en sociologie, philosophique et des études stratégiques critiques pour décrire des idées et des pratiques éducatives largement éclairées par les connaissances psychologiques et les impératifs thérapeutiques. Il s'agit notamment d'approches d'apprentissage qui visent à développer les compétences personnelles et sociales, l'intelligence émotionnelle et le renforcement de l'estime de soi [1]. L'un des éléments clés de cette démarche est

l'accent mis sur la santé mentale et le bien-être, ce qui, comme d'autres aspects de l'éducation thérapeutique, se reflète dans l'adoption de cadres à l'échelle de l'école [2].

Dans ce contexte, la promotion de la santé mentale et les stratégies de soutien au développement social et affectif sont considérées comme un moyen clé par lequel les centres de formations dont les universités peuvent être garants du bien-être et faire face à ce qui est généralement reconnu comme les troubles anxieux chez les jeunes. Des concepts tels que l'apprentissage émotionnel et social, prédominant aux États-Unis, ou les aspects sociaux et émotionnels de l'apprentissage au Royaume-Uni, sont désormais monnaie courante. Il en va de même pour l'idée selon laquelle les écoles ont un rôle à jouer pour accompagner les jeunes à développer leur résilience ; c'est-à-dire, la capacité de rebondir après les difficultés et les déceptions [3]. K. Wright [4] examine l'émergence de préoccupations concernant l'estime de soi et le bien-être à travers une analyse de l'évolution des objectifs éducatifs en Australie en prenant en compte le contexte plus large des réformes politiques et les idées émergentes sur l'importance de favoriser le bien-être au travail et de prendre en compte les aspects sociaux et émotionnels de l'apprentissage. Enfin, l'article plaide pour l'importance de l'historicisation à la fois de la politique éducative et des critiques savantes de l'éducation thérapeutique afin, entre autres, de développer de nouvelles perspectives sur l'évolution thérapeutique de l'éducation.

La plupart des travaux existants dans la littérature se sont concentrés sur l'extraction des signes faciaux comme l'activité de la bouche, les mouvements de la tête, la fréquence cardiaque, la fréquence des clignements, la distribution spatiale du regard, la dilatation de la pupille, et les mouvements oculaires de différentes régions du visage, ou ont utilisé le système de codage de l'action faciale (FACS) et les unités d'action (AU) extraites des cadres de visage pour la détection du stress [11] [12].

G. Giannakakis *et al.* [6] développent un cadre pour la détection et l'analyse des états émotionnels de stress et d'anxiété à travers des signaux faciaux enregistrés sur vidéo et identifiés avec des techniques d'apprentissage automatique. Les participants à l'étude étaient assis devant un écran d'ordinateur tandis qu'une caméra était placée à une distance d'environ 50 cm avec son champ de vision capable de couvrir correctement le visage du participant.

Enfin, H. Zhang, *et al.* [8] récupèrent des expressions faciales et des mouvements d'action des utilisateurs dans la vidéo et présentent un réseau de détection du stress à deux niveaux : - apprend d'abord séparément les représentations des niveaux de visage et d'action, puis - fusionne les résultats grâce à un intégrateur pondéré par flux avec une attention locale et globale pour l'identification des contraintes. Pour cela, ils utilisent l'apprentissage automatique.

Dans le champ des sciences de l'information et de la communication, les chercheurs travaillant sur la psychologie sociale ont investi de longue date le domaine [13, 14, 15]. On retiendra que, trop longtemps ignorée, l'étude des émotions est aujourd'hui un sujet extrêmement fécond pour les scientifiques en SIC, psychologie, et sciences de gestion/marketing. En psychologie, les études portent, par exemple sur l'isolement des caractéristiques d'une émotion donnée, afin d'en mesurer les interdépendances comportementales. Un sous-champ particulièrement dynamique s'est également développé quant à l'impact des émotions dans les tâches d'apprentissage, sur un processus cognitif particulier requis à ce stade (mémoire, prise de décision, perception, attention...). Les expériences de laboratoire en psychologie permettent aujourd'hui de modéliser d'induction une émotion chez un individu, et d'en mesurer les conséquences sur les aptitudes psychomotrices en terme d'inhibition ou, au contraire, d'excitation.

On retiendra également en SIC de nombreux travaux ayant testé les interrelations cognitives entre médias et émotions. L'ensemble de ces travaux vise à comprendre les phénomènes

communicationnels qui se jouent entre perception, transcription (des signaux) et interprétation. En effet, ces recherches partent du postulat que la « fabrique des émotions » est un processus autant cognitif que communicationnel et que la variabilité des résultats ne dépend pas tant de la question de la perception du récepteur que de la faculté de transcribilité du message. En d'autres termes, plus le message est clair, plus grandes sont les chances de produire une réponse prédictible au stimuli donné. Pour le démontrer, De nombreux auteurs, ayant pour objectif d'induire une émotion, utilisent la projection de films ou de séquences vidéo. Aussi, certains ont-ils eu l'idée d'évaluer ces films de façon à créer, comme pour les images, une liste de séquences de films dont les propriétés émotionnelles sont spécifiques chez une majorité de sujets. L'extrait de film étant généralement considérée comme un inducteur d'émotion plus puissant que ne le sont des images isolées (photographies), une étude reporte un taux de 23,6% et 18,2% de sujets, respectivement dépressifs et non dépressifs, ayant pleuré pendant la visualisation d'un film triste pendant une procédure expérimentale d'induction[15]. Il est aujourd'hui relativement aisé de catégoriser les émotions produites face à des stimuli appartenant à la culture cinématographique commune.

Méthodologie

Comme indiqué dans la figure 1, l'architecture générale de notre framework est constituée en 3 phases.

Phase 1 : préparation du protocole de collecte des données :

- état de l'art des études randomisées des paramètres de mouvement de la tête (amplitude et vitesse) pendant les états de stress. Adoption de paramètres standards validés scientifiquement par la communauté.
- Estimation de la fréquence cardiaque comme décrit dans [7] par photopléthysmographie à partir des enregistrements vidéo faciaux ; en mesurant les variations de la teinte de la peau du visage associées à des changements simultanés du volume sanguin sous-cutané vaisseaux sanguins pendant le cycle cardiaque.

Phase 2 : collecte des données :

Depuis l'environnement numérique, collecter des données décrivant le comportement de la personne (behavioral-data) mais aussi des données contextuelles et environnementales (Contextual and environmental data) décrivant le contexte dans lequel la personne s'exerce (à domicile derrière l'écran ou au travail en salle d'apprentissage à distance).

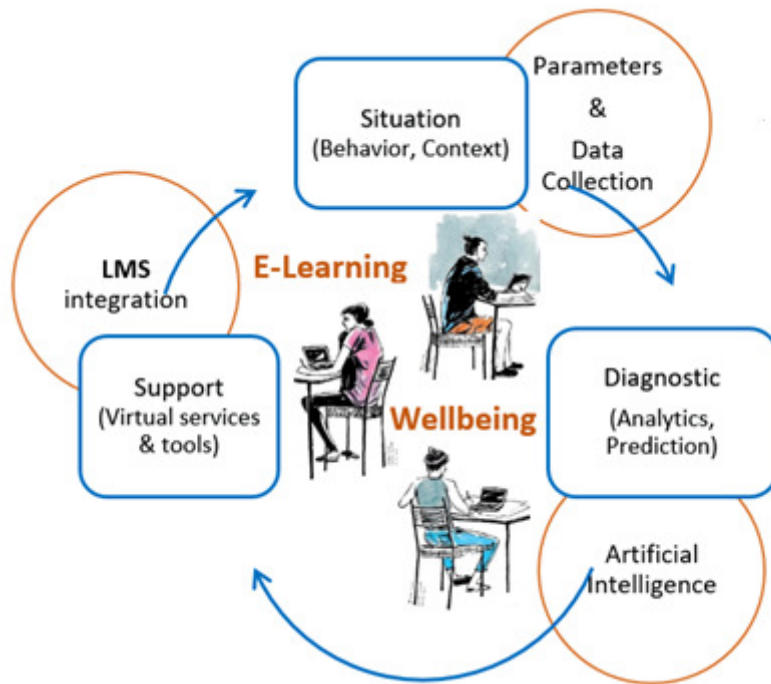


Figure 1. Architecture générale Intelligence Artificielle des Objets pour LMS

Phase 3 : analyse des résultats :

Les données collectées sont ensuite analysées par un modèle de Machine Learning, résultant une orientation et un accompagnement adaptés et personnalisés.

Une application/système (moteur en background, à définir) qui sera, sorte de boîte à outils intégrée, dans l'environnement numérique d'une personne particulière, comprenant des ressources qui outillent la personne et l'accompagnent dans le processus de développement de ses compétences émotionnelles.

Nous proposons de combiner les mouvements d'action et les expressions faciales pouvant se compléter mutuellement avec des informations valides (grille d'analyse validée) contribuant à la détection du stress. Nous utiliserons le Deep Learning à deux niveaux ; le premier pour apprendre les représentations de face et des actions séparément ; ensuite combiner les résultats pour la détection beaucoup plus efficace du stress.

Plan du travail

On peut résumer la démarche de travail de ce comme suit :

- a) Proposition d'un framework et une architecture IoT adapté et intégré avec les LMS.
- b) Etablissement d'un questionnaire qui sera distribué à tous les étudiants pour faire une dataset à utiliser.
- c) Etude de l'état de l'art sur les méthodes IA qui seront les plus adaptées à l'extraction des indicateurs et caractéristiques
- d) Propositions d'algorithmes basés sur le Deep learning pour la classification et ensuite les détections
- e) Tests et validations
- f) Intégration et déploiement

2 - Profil du candidat(e) :

Le candidat doit être très motivé et doit avoir un diplôme de master en informatique ou diplôme équivalent. Il doit maîtriser l'algorithmique et la programmation en langages Java et C++ et/ou Python. Une expérience dans les thématiques du sujet de la thèse et surtout en Intelligence artificielle et/ou reconnaissance des formes est vraiment appréciable. Le candidat doit posséder des bases solides en mathématiques.

Documents requis: - CV détaillé avec d'éventuelles expériences de recherche; - Lettre de motivation expliquant l'intérêt du candidat pour une thèse et le sujet proposé; - Des copies des diplômes et des relevés de notes des diplômes de licence et de master ou de toutes les années de diplôme d'ingénieur; - 1-2 lettre (s) de recommandation (s) de professeurs universitaires et / ou de tuteurs du stage de recherche.

Les dossiers de candidatures doivent être envoyés à :
abderrahim.benslimane@univ-avignon.fr

3 - Références bibliographiques :

- [1] T. Hyland, "Vocational Education and Training and the Therapeutic Turn", *Educational Studies* 32(3), pp. 299–306, 2006.
- [2] J. Wyn, "MindMatters, a whole-school approach promoting mental health and wellbeing", *N Z J Psychiatry*, 34(4), pp. 594-601, PMID 10954390, 2000.
- [3] K. Weare, "Mental health and social and emotional learning: Evidence, principles, tensions, balances", *Advances in School Mental Health Promotion*, 3(1), 5–17, 2010.
- [4] K. Wright, "Student Wellbeing and the Therapeutic Turn in Education", *Australian Educational and Developmental Psychologist* 31(02), pp. 1-12, 2014.
- [5] H. Gao, A. Yuce, J-P Thiran, "Detecting emotional stress from facial expressions for driving safety", *Conference ICIP 2014, Paris, France*. DOI: 10.1109/ICIP.2014.7026203
- [6] G. Giannakakis et al., "Stress and anxiety detection using facial cues from videos", *Elsevier Biomedical Signal Processing and Control Journal*, 31 (2017) 89–101.
- [7] M. Poh, D. McDuff, R. Picard, "Non-contact, automated cardiac pulse measurements using video imaging and blind source separation", *Opt. Express* 18 (2010)10762–10774.
- [8] H. Zhang, et al., "Video-Based Stress Detection through Deep Learning", *Sensors Journal, MDPI*, 2020, 20, 5552; doi:10.3390/s20195552.
- [9] R. M. Abdelmoneem, A. Benslimane, E. Shaaban, "Mobility-Aware Task Scheduling in Cloud-Fog IoT-Based Healthcare Architectures", *Elsevier Computer Networks Journal*, 2020.

- [10] R. M. Abdelmoneem, A. Benslimane, E. Shaaban, S. Abdelhamid and S. Ghoneim, "A Cloud-Fog based Architecture for IoT Applications Dedicated to Healthcare", IEEE ICC 2019, 20 – 24 May 2019, Shanghai, China.
- [11] C. Viegas, S. Lau, R. Maxion, A. Hauptmann, "Towards Independent Stress Detection: A Dependent Model Using Facial Action Units", Conference on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI), La Rochelle, France, 4–6 September 2018; pp. 1–6.
- [12] M. Gavrilescu, N. Vizireanu, "Predicting Depression, Anxiety, and Stress Levels from Videos Using the Facial Action Coding System", Sensors Journal, 2019, 19, 3693.
- [13] S. Gil "Comment étudier les émotions en laboratoire ? " Revue électronique de Psychologie Sociale (4) 2009, pp.15-24.
- [14] Mollard Régis, Wolff Marion, Couture Nadine *et al.*, "Développement d'une plate-forme d'évaluation personnalisable et adaptable pour l'étude du comportement émotionnel en situation de multisollicitation", *Le travail humain*, 2012/3 (Vol. 75), pp. 253-277. DOI : 10.3917/th.753.0253.
- [15] Rottenberg, J., Gross, J.J., Wilhelm, F.H., Najmi, S., & Gotlib, H. (2002). Crying threshold and intensity in major depressive disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 302-312.
- [16] A. Dapogny, K. Bailly, M. Cord; "DeCaFA: Deep Convolutional Cascade for Face Alignment in the Wild", Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), 2019, pp. 6893-6901.
- [17] E. Yvinec, A. Dapogny, K. Bailly, "DeeSCo: Deep heterogeneous ensemble with Stochastic Combinatory loss for gaze estimation", 15th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2020.
- [18] Schaefer, A., Nils, F., Sanchez, X., & Philippot, P. (soumis). A multi-criteria assessment of emotional films.