|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **FACULTAD DE INGENIERÍA**  **MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN** | |
| **TRABAJO DE GRADO – PROPUESTA DE PROYECTO – PZ-2019-1-XX** | | | |
| **TÍTULO DEL PROYECTO** | **Dauruxü: Sistema de apoyo para la detección de efectos de factores de riesgo en la salud mental de trabajadores de oficina basado en reconocimiento multimodal** | | |
| **DATOS DEL ESTUDIANTE** | **Ronald Fernando Rodríguez Barbosa** | **CORREO**  **ELECTRÓNICO** | [rfernandorodriguez@javeriana.edu.co](mailto:rfernandorodriguez@javeriana.edu.co) |
| CC 80.927.833 | [ronaldraxon@gmail.com](mailto:ronaldraxon@gmail.com) |
| **DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**  **ASESOR (opcional)** | Ing. Enrique González PhD | **MODALIDAD** | Investigación |
| [egonzal@javeriana.edu.co](mailto:egonzal@javeriana.edu.co) | **ÁREA DE ÉNFASIS** | Sistemas Inteligentes |
|  | **GRUPO Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** | SIRP |
|  | Sub-línea - Sistemas Inteligentes |

|  |  |
| --- | --- |
| **OBJETIVOS** | **Objetivo General**  Diseñar un sistema para la detección de efectos de factores de riesgo en la salud mental de personas que trabajan en ambientes de oficina, mediante la captura de video no intrusivo y un enfoque multimodal, con el fin de brindar apoyo en la evaluación de factores de riesgo psicosocial efectuada por el personal de recursos humanos y salud ocupacional.  **Objetivos Específicos**   1. Analizar a partir del estado del arte, las técnicas, modelos y herramientas actuales de identificación de expresiones faciales, poses y acciones relacionados con efectos en la salud mental como estrés, depresión y ansiedad, a partir de imágenes de video, con el fin establecer y caracterizar las oportunidades potenciales de un sistema de detección y clasificación, con enfoque multimodal. 2. Diseñar una arquitectura multimodal a partir del análisis del estado del arte, que integre la detección de expresiones faciales, posturas y acciones de una persona a partir de imágenes de video, para identificar, clasificar y reportar efectos en la salud mental de trabajadores, ubicados en ambientes de oficina. 3. Evaluar la precisión y utilidad potencial del sistema propuesto, en el apoyo a la evaluación de efectos de factores de riesgo psicosocial, a través de su implementación parcial y puesta en operación controlada. |

|  |  |
| --- | --- |
| **PROBLEMA**  **DE**  **INVESTIGACIÓN**  **O**  **APLICACIÓN** | Existen situaciones en el entorno laboral, que pueden influir sobre la salud de las personas. A estas situaciones, se les conoce como factores de riesgo ocupacional y son definidas como las posibles causas que pueden ser responsables de una enfermedad, lesión o daño, como consecuencia de la actividad que se realiza o el medio en el cual se permanece durante el desempeño de la actividad [1], [2]. Dentro del contexto mencionado, se pueden encontrar riesgos relacionados con agentes físicos, que implican aspectos como el ruido, la iluminación o la temperatura del entorno [3]; riesgos de tipo químico, que involucra el contacto con productos abrasivos [4]; riesgos de tipo biológico, que implica el contacto con seres vivos, exponiendo al trabajador a hongos, bacterias o virus [5]; riesgos de tipo mecánico, en el que por el uso de maquinaria o el desarrollo de una actividad, se está expuesto a efectos de vibración [6]; riesgos de tipo ambiental, que involucra la exposición de escenarios, donde existe una alta probabilidad de inundaciones, tormentas o contaminación [7] y riesgos de tipo psicosocial, que involucran aspectos como el estrés, la monotonía y la fatiga laboral por el exceso de horas trabajadas [8].  Dentro del tipo de factores de riesgo psicosocial, existen investigaciones que evidencian que algunas condiciones laborales y trabajos por turnos, generan factores de riesgo relacionados con el sedentarismo [9] el estrés [10] y la depresión [11]. En Colombia, el Ministerio de Salud de reportó un total de 9.653 casos de enfermedades de naturaleza laboral durante el 2017, manifestados en diferentes actividades económicas como: comercio, hoteles, restaurantes, servicios domésticos, entre otros [12]. Esta problemática crece año a año; como se aprecia en la figura 1, se registraron un total de 1.078 casos críticos de salud mental por exposición a factores de riesgo ocupacional, de los cuales 165 casos ocurrieron en la ciudad de Bogotá [13].  *Figura 1*. *Casos de salud mental atendidas por exposición a factores de riesgo ocupacional (2009-2017)*  En la actualidad, existen métodos y procedimientos que facilitan la prevención de factores de riesgo psicosocial. Entre los más comunes se encuentra la disposición de equipos y entornos de trabajo que favorecen la higiene postural [14]; las actividades para la concientización y adopción de buenas prácticas [15] y el empleo de cuestionarios como el de Copenhagen [16] para la valoración del entorno de trabajo. Otros referentes, se enfocan el monitoreo factores de riesgo psicosocial mediante el estudio de emociones negativas en el lugar de trabajo [17]; el análisis de correlación entre la depresión y el síndrome de desgaste profesional [18] y la asociación de desórdenes musculoesqueléticos con el trabajo [19] y con el estrés [20]. Algunos de estos trabajos, han dado como resultado, la implementación de controles de carga en las extremidades y otras partes del cuerpo a partir de sensores [21]; la evaluación de estrés en personas, empleando imágenes de electroencefalograma [22] y el reconocimiento de las actividades diarias de las personas mediante productos electrónicos portátiles, para predecir su estado de ánimo [23].  Si bien estos avances representan un gran potencial para la industria de manufactura, la construcción y las oficinas [24], existen estudios como el de Shall Mark [25], en el que se manifiestan las implicaciones de costo y la privacidad de las personas, como limitaciones para su adopción. Por otra parte, existen soluciones comerciales que emplean técnicas de inteligencia artificial computacional para la detección y generación de alertas ante factores de riesgo laboral [26]. Su enfoque, se centra en la seguridad del entorno, detectando de situaciones de peligro o escenarios con potencial de riesgo para los trabajadores [27], [28]. No obstante, para la detección o valoración de factores de riesgo psicosocial, existen plataformas comerciales [29]-[31] orientadas al acompañamiento en línea. Algunas de ellas, se apoyan en técnicas de inteligencia artificial para el diagnóstico de los *trastornos psicológicos habituales* (que para el resto del presente documento serán conocidos como TPH) como el estrés, la depresión, y la ansiedad. Sin embargo, requieren la interacción con la plataforma por parte de los usuarios, ya que detectar condiciones relacionadas con la salud mental puede llevar un tiempo prolongado, según lo manifiesta Abhishek Chandra [32]  Con el fin de aportar a la solución las problemáticas enunciadas anteriormente, el presente proyecto se centrará problema informático que abordará este proyecto es el diseño de una arquitectura multimodal para la identificación y clasificación de emociones y estado de ánimo de las personas, a partir de técnicas de inteligencia artificial y visión por computador. Su reto tecnológico, se enfocará en la integración del reconocimiento de expresiones faciales, posturas y acciones en imágenes de video, de una forma no intrusiva, utilizando sistemas de captura de video que puedan estar disponibles en las instalaciones y teniendo en cuenta sus posibles limitaciones. El caso de referencia definido para el desarrollo del proyecto, son las oficinas del área de consultoría y transformación digital de la empresa Vector ITC Colombia. Este caso de referencia se selecciona debido a su afinidad con la problemática propuesta y la colaboración de la empresa con el investigador, mediante la asesoría del área de recursos humanos y el acceso a las imágenes de video, provenientes de las cámaras existentes. |

|  |  |
| --- | --- |
| **METODOLOGÍA** | |
| **DESCRIPCIÓN GENERAL** | El presente proyecto, se llevará a cabo en 3 fases principales consecutivas:   1. Investigación y análisis. 2. Diseño del sistema. 3. Evaluación del sistema.   En la primera fase, se realizará una profundización y análisis del estado del arte en el que se establecerá un contraste con el caso de referencia y determinando los requisitos y requerimientos clave para el contexto. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis de las posibilidades y limitaciones de los trabajos y publicaciones en los que se aborda el reconocimiento de poses y actividades relacionadas con las emociones en personas, con el fin de realizar una caracterización y determinar los aspectos tecnológicos más relevantes para el diseño del sistema. Finalmente, se enlistan los requerimientos funcionales y aspectos tecnológicos relevantes para la captura y procesamiento de video.  En la segunda fase, se plantea un diseño inicial de la arquitectura definiendo las capas y componentes para el procesamiento multimodal de imágenes de video. Para cada componente, se definen las funcionalidades y se validan conceptualmente con el escenario del caso de referencia. Sin embargo, es importante aclarar que dentro de este procedimiento no se contemplará el desarrollo del proceso de imágenes de nivel bajo y medio para la identificación de personas. El enfoque del diseño de la arquitectura se orientará al reconocimiento y asociación de alto nivel para la identificación de poses y actividades relacionadas con TPH y la implementación de todos los niveles de procesamiento se llevará a cabo mediante el uso de herramientas o librerías existentes para el mismo fin.  A partir del diseño inicial, se plantean dos o tres alternativas de solución, los cuales se evaluarán con diferentes criterios y se determinará como más apto para el contexto, aquel que tenga la calificación más alta.  En la tercera fase, se refina el diseño a partir de las lecciones aprendidas y posteriormente, se desarrolla un prototipo funcional, el cual se implementa y se pone a prueba siguiendo un protocolo experimental para evaluar el desempeño y la precisión en la clasificación de TPH en las personas a partir de la clasificación de poses y actividades reflejadas en imágenes de video extraídas de manera no intrusiva a través de cámaras existentes. La implementación parcial y puesta en operación controlada contempla un número determinado de poses y actividades a reconocer y asociar con los TPH, así como los escenarios y condiciones de captura para asegurar la reproducibilidad y tener referentes base para la evaluación de la clasificación dentro de los experimentos. Finalmente, se efectúa una prueba de concepto en la que el personal de recursos humanos y salud ocupacional de la empresa Vector ITC Group Colombia, evalúa la utilidad del sistema dentro de un proceso de evaluación de riesgos psicosociales para las instalaciones donde se ha implementado el sistema. |
| **FASE 1**  **INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS** | Durante esta fase, se realiza la profundización y análisis de los trabajos y publicaciones sobre las técnicas y modelos para la detección de emociones a partir del procesamiento multimodal de imágenes de los gestos, poses corporales, expresiones faciales y movimiento de la cabeza. Posteriormente, se realizará una revisión de publicaciones de disciplinas relacionadas, que involucren el uso de expresión o lenguaje corporal en el diagnóstico de emociones y que puedan ser utilizados para la definición de descriptores potenciales.  A partir de la base de artículos obtenida, se realizará un cuadro comparativo que identifique y relacione claramente los aportes de cada uno de los trabajos. Se establecerá un proceso de evaluación a partir de criterios, en donde se identifiquen al menos 3 aportes por cada una de las publicaciones. Por cada uno de los aportes, se profundizará con claridad su aplicación dentro del proyecto de investigación y se establecerá una lista de requerimientos en conjunto con el área de recursos humanos, haciendo énfasis en los datos que pueden proporcionar mayor valor en un proceso de evaluación de riesgos psicosociales. Adicionalmente, se enlistarán los requisitos del contexto para la implementación parcial en los dispositivos de captura de video existentes y los elementos necesarios para el procesamiento de imágenes a un nivel bajo-medio para el reconocimiento de personas dentro de un ambiente cerrado.  Teniendo en cuenta la lista de requisitos, requerimientos y aportes, se realizará una revisión de las herramientas y marcos de trabajo disponibles para la construcción e implementación del prototipo funcional del sistema. Al igual que la evaluación de los aportes, se realizará una preselección siguiendo una calificación criterios, entre los cuales se considerará: disponibilidad de la herramienta, facilidad de Implementación, tipos de procesamiento de nivel bajo, medio y alto, y documentación existente. Posterior a la evaluación anterior, se recopilará una serie de videos las que por medio de escenarios actuados se muestren las poses y acciones más relevantes en la detección de emociones. Estos videos deben extraerse de la base de datos del sistema CCTV de las instalaciones de la empresa donde se llevará a cabo la prueba de concepto. Adicionalmente, se realizará una revisión de las bases de datos disponibles similares al contexto del caso de referencia y se tomarán como prueba para evaluar la robustez del sistema. Dicha revisión también servirá para establecer un estándar en las condiciones y duración que deberían tener los videos para la experimentación.  Las actividades para esta fase de investigación y análisis son las siguientes:   1. Revisión y análisis de referencias bibliográficas de las técnicas, modelos para la detección de emociones y estado de ánimo. 2. Elaboración de lista de requisitos. 3. Revisión y análisis de herramientas y marcos de trabajo. 4. Elaboración de artículo científico de revisión y comparación. |
| **FASE 2**  **DISEÑO DEL SISTEMA** | En esta fase, se diseñará un sistema que sea capaz de reconocer emociones [33] (frustración, aburrimiento, enojo) relevantes al contexto de TPH dentro de la evaluación de factores de riesgo psicosocial. Utilizando como soporte conceptual las arquitecturas y aplicaciones multimodales [34], [35] y partir de los requisitos identificados como condiciones del entorno, ubicación de las cámaras existentes para asegurar que el sistema no sea intrusivo, su resolución captura, y las condiciones en que las imágenes son almacenadas, se elaborará la arquitectura a alto nivel, en los que se determinarán los módulos de reconocimiento e integración.  A partir de trabajos previos en los que se puede apreciar el uso de las arquitecturas basadas en agentes para la interacción dentro de sistemas multimodales [36]-[38] y su utilidad en trabajos recientes como los de Javier Alcalá [39] y Daniel Steven [40], los módulos de reconocimiento se concebirán como sistemas de agentes racionales, que realizarán el reconocimiento de nivel bajo-medio para la detección de personas; y el reconocimiento de nivel alto para la detección de sus emociones y estados de ánimo, partir de expresiones faciales, poses y lenguaje corporal. Se incorporarán agentes encargados de los aspectos de temporalidad para determinar acciones y posturas en periodos de tiempo prolongado y con ello inferir estados de ánimo. La metodología que se utilizará para la especificación de los objetivos, habilidades, recursos y la cooperación entre los agentes, será AOPOA [41].  Para la especificación los mecanismos de inteligencia de los agentes racionales. de se aplicará la metodología de desarrollo de Sistemas Inteligentes para Aprendizaje Inductivo, utilizada en el curso de Sistemas Inteligentes de la maestría de la Pontificia Universidad Javeriana [42]. Con dicha metodología se realizará el planteamiento del problema específico para cada modo (expresiones faciales, poses y acciones), se identificarán de requerimientos correspondientes para la posterior selección de la técnica de IA, caracterización de variables y la conformación de la base de ejemplos de entrenamiento y validación. La construcción de dichos ejemplos, estarán compuestos por escenarios planeados con la colaboración de expertos, con quienes previamente se ha establecido el conjunto de poses y actividades más relevantes y la forma en que se debería efectuar la captura de imágenes. Posteriormente se llevará a cabo la captura de los escenarios en que las personas monitoreadas realizarán la dramatización de eventos relacionados con TPH.  En adición a lo anterior, se tomarán como referencia las aproximaciones para la valoración de emociones, como el modelo OCC [43]; trabajos orientadas al análisis, observación y valoración de conductas de personas con problemas o trastornos mentales como el de Thalia Windsor [44]; el entendimiento de la forma en que los humanos perciben las emociones de otras personas como lo propone Aleix Martinez [45] o Byoung Ko [46]; la aproximación de interpretación del lenguaje corporal de Shindler [47]; identificación de aspectos relacionados con desordenes compulsivos como [48]; mecanismos para establecer patrones en la dinámica en la apariencia facial para clasificar emociones relacionadas con la depresión[49] y discriminar los episodios de alto estrés [50].  Posterior a la definición del conjunto de poses, actividades y escenarios que conformarán las bases de datos, se realizarán las modificaciones al diseño de forma iterativa contemplando diversas técnicas de la clasificación, como máquinas de vectores de soporte (SVM) [51], redes neuronales profundas (DNN) [52] y redes neuronales convolucionales (CNN) [53] para el reconocimiento de TPH. Durante el proceso de diseño incremental, se contemplará una validación constante con imágenes del caso de referencia y obteniendo una retroalimentación del personal de recursos humanos, respecto a los resultados obtenidos y con ello se creará una versión preliminar del protocolo experimental.  Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:   1. Diseño de arquitectura de alto nivel y descomposición de metas de agentes racionales 2. Caracterización del modelo de reconocimiento de emociones y estados de ánimo. 3. Diseño detallado de agentes e interacciones. 4. Conformación de bases de entrenamiento, validación y prueba. 5. Diseño de mecanismos de inteligencia artificial para clasificación de emociones y estados de ánimo. 6. Diseño preliminar del protocolo experimental. |
| **FASE 3**  **EVALUACIÓN DEL SISTEMA** | Una vez definido el documento de diseño de arquitectura, sistema multi-agente y mecanismos de inteligencia artificial, se ejecuta el proceso de implementación de la solución. El desarrollo se llevará a cabo tomando como referencia la metodología ágil SCRUM [54], definiendo un back-log con las características o historias de usuario y evaluando la cantidad de puntos de historia para cada uno. Posteriormente, se conformarán los sprints, con el conjunto de historias correspondientes para la fase del proyecto. Dentro del conjunto de épicas del desarrollo se contemplará la elaboración del protocolo experimental, el levantamiento de imágenes de video, el desarrollo del prototipo funcional y la evaluación del prototipo.  Con el protocolo, se evaluará la capacidad de clasificación del sistema a partir de su porcentaje de precisión y tiempos de respuesta en cada uno de los siguientes aspectos: detección de personas, detección de poses, detección de actividades y clasificación de las emociones y estados de ánimo. Por su parte, la utilidad del sistema será evaluada basándose factor de utilidad percibida del modelo de aceptación de tecnología TAM, durante la realización de trabajo de campo para la identificación y evaluación de consecuencias o daños de origen psicosocial. Se generará un cuestionario para efectuar la evaluación y se solicitará al personal de recursos humanos que estime la calificación del sistema, de acuerdo a la cantidad de aciertos que el sistema tuvo en la clasificación de TPH y nivel el impacto positivo que podría tener a futuro.  Para la selección de personas que serán monitoreadas de manera simulada (capturas de video con actuación de escenarios y definidas en el protocolo experimental) y no simulada (capturas de video sin actuación), se redactará un documento de autorización de tratamiento de datos, siguiendo las disposiciones generales de la ley 1581 de protección de datos personales, en el que especificará de manera explícita la forma de captura y tratamiento de los datos obtenidos a través de las imágenes de video. Las personas que estén de acuerdo en participar del proyecto, se les informará y firmarán una copia de dicho documento en que autorizan el tratamiento de sus datos para fines académicos.  Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:   1. Definición del protocolo experimental y encuesta de utilidad percibida 2. Selección de bases de datos de video. 3. Desarrollo del prototipo funcional. 4. Elaboración de documentación técnica. 5. Evaluación de desempeño computacional 6. Evaluación de utilidad percibida. 7. Elaboración de artículo sobre el sistema propuesto y sus resultados. |

|  |  |
| --- | --- |
| **RESULTADOS ESPERADOS** | |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1** | 1A Documento con las ecuaciones de búsqueda y estadísticas bibliográficas; el análisis, la evaluación y el cuadro comparativo de los trabajos relacionados con las técnicas y modelos para la detección de emociones y estados de ánimo y una lista de descriptores potenciales en la interpretación del lenguaje corporal o aspectos psicológicos relevantes. |
| 1B Documento con especificación de requisitos del sistema para su diseño, desarrollo e implementación parcial. |
| 1C Documento con la extracción, caracterización, evaluación y cuadro comparativo de herramientas y/o marcos de trabajo que puedan soportar el desarrollo y la implementación |
| 1D Documento de artículo científico en el que se realizará una revisión y comparación de técnicas, modelos y herramientas potenciales para el reconocimiento de emociones y estados de ánimo. La publicación del artículo será en un congreso académico. |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 2** | 2A Documento del diseño refinado de la arquitectura de alto nivel del sistema de reconocimiento. |
| 2B Documento del diseño detallado del sistema multi-agente. |
| 2C Documento decaracterización del modelo de reconocimiento de emociones y estados de ánimo y los mecanismos de inteligencia artificial para clasificación a partir de imágenes de video. |
| 2D Base de datos con imágenes de video para entrenamiento, validación y pruebas. |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 3** | 3A Código fuente, documentación técnica y manuales de uso del software con la implementación de la arquitectura propuesta. El código del software estará restringido para su uso comercial y la propiedad intelectual del mismo será de la empresa Vector ITC Colombia. |
| 3B Copia de las autorizaciones de tratamiento de datos de las personas capturadas en imágenes de video. |
| 3C Documento de la validación experimental con los resultados de precisión, desempeño computacional y evaluación TAM. |
| 3D Artículo de la arquitectura y evaluación de la solución. En el artículo se presentará la problemática, el caso de referencia, la arquitectura propuesta los resultados de la evaluación de precisión, el desempeño computacional y su utilidad en una evaluación de factores de riesgo psicosocial. Este artículo será presentado para publicación en una revista indexada nacional o internacional. |

*.*

|  |  |
| --- | --- |
| **PROSPECTIVA DE INNOVACIÓN** | |
| **POTENCIAL DE INNOVACIÓN** | La novedad de este trabajo radica en el reconocimiento multimodal de emociones y estados de ánimo, orientado a brindar un apoyo en la valoración de factores de riesgo psicosocial, haciendo uso de los sistemas de vigilancia implantados en las instalaciones. La oportunidad comercial de esta iniciativa podría ofrecer servicios de monitoreo de on-premise o con soporte en la nube de los estados de ánimo en las personas en un periodo de tiempo y entregar una valoración de los factores de riesgo psicosociales latentes en lugares de trabajo. En la medida que la solución evolucione, incrementando su precisión y agregando otras características como el análisis espacio-temporal a largo plazo incrementará su potencial de uso en otros dominios de aplicación como: valoración de déficit de atención o detección de estrenes en salones de clase; satisfacción de clientes en locales comerciales e incluso pronosticar intentos de agresión en espacios públicos. |
| **PROPIEDAD INTELECTUAL** | Esta investigación se desarrolla en forma independiente en colaboración y auspicio de la empresa Vector ITC. Se tomará sólo como referencia, las tecnologías empleadas en los trabajos Javier Alcalá Vásquez [39] y Daniel Steven Valencia [40], egresados del programa de Maestría de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana. Los resultados del proyecto de investigación podrán ser utilizados por las instituciones aliadas únicamente para fines académicos, y no habrá posibilidad de aprovechamiento económico sin autorización de la empresa Vector ITC Colombia. |

|  |
| --- |
| **BIBLIOGRAFÍA** |
| [1] Ministerio de la protección social, "Resolución 2646 de 2008," 2008.  [2] M. Rodríguez, "Factores Psicosociales de Riesgo Laboral: ¿Nuevos tiempos, nuevos riesgos?" *Observatorio Laboral Revista Venezolana,* vol. 2, *(3),* pp. 127-141, 2009. Available: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=2995368>.  [3] Raúl Mirza *et al*, "Occupational Noise-Induced Hearing Loss," *Journal of Occupational and Environmental Medicine,* vol. 60, *(9),* pp. e501, 2018. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30095587>. DOI: 10.1097/JOM.0000000000001423.  [4] H. E. Landberg, H. Westberg and H. Tinnerberg, "Evaluation of risk assessment approaches of occupational chemical exposures based on models in comparison with measurements," *Safety Science,* vol. 109, pp. 412-420, 2018. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753517315631>. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.06.006.  [5] C. R. N. CORRAO *et al*, "Biological Risk and Occupational Health," *Industrial Health,* vol. 50, *(4),* pp. 326-337, 2012. Available: <https://jlc.jst.go.jp/DN/JALC/10007643537?from=SUMMON>. DOI: 10.2486/indhealth.MS1324.  [6] P. Nataletti *et al*, "Occupational Exposure to Mechanical Vibration: The Italian Vibration Database for Risk Assessment," *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics,* vol. 14, *(4),* pp. 379-386, 2008. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10803548.2008.11076775>. DOI: 10.1080/10803548.2008.11076775.  [7] E. G. Marshall *et al*, "Work-Related Unintentional Injuries Associated With Hurricane Sandy in New Jersey," *Disaster Medicine and Public Health Preparedness,* vol. 10, *(3),* pp. 394-404, 2016. Available: <https://www-cambridge-org.ezproxy.javeriana.edu.co/core/article/workrelated-unintentional-injuries-associated-with-hurricane-sandy-in-new-jersey/AB0220A1F1E274EA41B0C2A33D0F2DCB>. DOI: 10.1017/dmp.2016.47.  [8] V. Forastieri, "Psychosocial risks and work-related stress," Jul, 2013.  [9] Morales D. Diana, "Trabajo por turnos y presencia de obesidad en los trabajadores: Una revisión sistemática exploratoria," Jan 1, 2014.  [10] L. Wiegner *et al*, "Prevalence of perceived stress and associations to symptoms of exhaustion, depression and anxiety in a working age population seeking primary care - an observational study," *BMC Family Practice,* vol. 16, *(1),* pp. 38, 2015. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25880219>. DOI: 10.1186/s12875-015-0252-7.  [11] M. Luca *et al*, "Prevalence of depression and its relationship with work characteristics in a sample of public workers," *Neuropsychiatric Disease and Treatment,* vol. 10, pp. 519-525, 2014. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24707177>. DOI: 10.2147/NDT.S56989.  [12] Ministerio de salud, "Indicadores de riesgos laborales," *Https://Www.Minsalud.Gov.Co,* 2018.  [13] Ministerio de salud, "Observatorio Nacional de Salud Mental," *Http://Onsaludmental.Minsalud.Gov.Co,* 2019.  [14] M. Labriola *et al*, "The impact of ergonomic work environment exposures on the risk of disability pension: Prospective results from DWECS/DREAM," *Ergonomics,* vol. 52, *(11),* pp. 1419-1422, 2009. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140130903067771>. DOI: 10.1080/00140130903067771.  [15] J. A. Colmenares Pedraza and R. Herrera Medina, "Prevalencia de actividad física y beneficios y barreras en trabajadores de Villavicencio, Colombia," *Revista De La Universidad Industrial De Santander. Salud,* vol. 50, *(1),* pp. 37-45, 2018. . DOI: 10.18273/revsal.v50n1-2018004.  [16] Tage S Kristensen *et al*, "The Copenhagen Psychosocial Questionnaire-a tool for the assessment and improvement of the psychosocial work environment," *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health,* vol. 31, *(6),* pp. 438-449, 2005. Available: <https://www.jstor.org/stable/40967527>. DOI: 10.5271/sjweh.948.  [17] J. A. Bauer and P. E. Spector, "Discrete Negative Emotions and Counterproductive Work Behavior," *Human Performance,* vol. 28, *(4),* pp. 307-331, 2015. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08959285.2015.1021040>. DOI: 10.1080/08959285.2015.1021040.  [18] K. Golonka *et al*, "Occupational burnout and its overlapping effect with depression and anxiety," *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health,* vol. 32, *(2),* pp. 229-244, 2019. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30855601>. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01323.  [19] V. Putz-Anderson, B. P. Bernard and National Institute for Occupational Safety and Health, *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors : A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back.* 1997Available: <http://hdl.handle.net/2027/uc1.31210011098603>.  [20] S. Choi *et al*, "Risk Factor, Job Stress and Quality of Life in Workers With Lower Extremity Pain Who Use Video Display Terminals," *Annals of Rehabilitation Medicine,* vol. 42, *(1),* pp. 101-112, 2018. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29560330>. DOI: 10.5535/arm.2018.42.1.101.  [21] Yong-Ren Huang and Xu-Feng Ouyang, "Sitting posture detection and recognition using force sensor," in Oct 2012, Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6513203>. DOI: 10.1109/BMEI.2012.6513203.  [22] H. Jebelli, S. Hwang and S. Lee, "EEG-based workers' stress recognition at construction sites," *Automation in Construction,* vol. 93, pp. 315-324, 2018. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658051830013X>. DOI: 10.1016/j.autcon.2018.05.027.  [23] Z. Zhu *et al*, "Naturalistic Recognition of Activities and Mood Using Wearable Electronics," *T-Affc,* vol. 7, *(3),* pp. 272-285, 2016. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7299638>. DOI: 10.1109/TAFFC.2015.2491927.  [24] C. R. Reid *et al*, "Wearable Technologies: How Will We Overcome Barriers to Enhance Worker Performance, Health, And Safety?" *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting,* vol. 61, *(1),* pp. 1026-1030, 2017. Available: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1541931213601740>. DOI: 10.1177/1541931213601740.  [25] M. C. Schall, R. F. Sesek and L. A. Cavuoto, "Barriers to the Adoption of Wearable Sensors in the Workplace: A Survey of Occupational Safety and Health Professionals," *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society,* vol. 60, *(3),* pp. 351-362, 2018. Available: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0018720817753907>. DOI: 10.1177/0018720817753907.  [26] R. L. Greene *et al*, "Visualizing stressful aspects of repetitive motion tasks and opportunities for ergonomic improvements using computer vision," *Applied Ergonomics,* vol. 65, pp. 461-472, 2017. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000368701730056X>. DOI: 10.1016/j.apergo.2017.02.020.  [27] Safety Company, "Microsoft Announces Workplace Safety Software," Oct, 2017.  [28] CNET, "Microsoft's Azure Edge wants to make the workplace safer with AI," May, 2017.  [29] myStrength, "myStrenght - How it works?" Mar, 2019.  [30] SilverCloud, "SilverCloud - How it works?" Mar, 2019.  [31] Spring Health, "Spring Health - How it works?" Mar, 2019.  [32] Max Martin, "The Future of Workplace Well-Being: Leveraging AI and Innovation to Drive Better Employee Mental Health Care," Oct, 2018.  [33] S. J. BookC, "The Cognitive Structure of Emotion," . DOI: 10.2307/2074241.  [34] M. Magdin, M. Turčáni1, Lukáš Hudec, "Evaluating the Emotional State of a User Using a Webcam," *Special Issue on Artificial Intelligence Underpinning,* . DOI: 10.9781/ijimai.2016.4112.  [35] M. Soleymani *et al*, "A survey of multimodal sentiment analysis," *Image and Vision Computing,* vol. 65, pp. 3-14, 2017. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262885617301191>. DOI: 10.1016/j.imavis.2017.08.003.  [36] W. Dullaert *et al*, "MamMoeT: An intelligent agent-based communication support platform for multimodal transport," *Expert Systems with Applications,* vol. 36, *(7),* pp. 10280-10287, 2009. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409000955>. DOI: 10.1016/j.eswa.2009.01.049.  [37] C. M. JONKER, J. TREUR and W. C. A. WIJNGAARDS, "An agent-based architecture for multimodal interaction," *International Journal of Human-Computer Studies,* vol. 54, *(3),* pp. 351-405, 2001. Available: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.javeriana.edu.co:2048/science/article/pii/S1071581900904506>. DOI: //doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1006/ijhc.2000.0450.  [38] N. Zheng, G. Rérat and N. Geroliminis, "Time-dependent area-based pricing for multimodal systems with heterogeneous users in an agent-based environment," *Transportation Research Part C,* vol. 62, pp. 133-148, 2016. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X15003745>. DOI: 10.1016/j.trc.2015.10.015.  [39] Javier Alcalá Vásquez, "Reconocimiento Multimodal Del Estado Emocional De Un Niño En Un Contexto Educativo." , Pontificia Universidad Javeriana, 2017.  [40] Daniel Steven Valencia Parada, "Simulador Basado En Agentes Inteligentes Para El Apoyo a La Toma De Decisiones En Los Planes Operacionales De Negocios En Centros Comerciales." , Pontificia Universidad Javeriana, 2015.  [41] Enrique González, "Desarrollo de Aplicaciones basadas en Sistemas MultiAgentes," 2006.  [42] Enrique González, "Inteligencia Computacional Redes Neuronales," *Pontificia Universidad Javeriana,* Mar, 2018.  [43] B. R. Steunebrink, "The logical structure of emotions," 2010. Available: <https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=narcis______::72fa20eaf2f70373b9f4223ed8789f52>.  [44] T. Winsor and S. McLean, "Residential group care workers' recognition of depression: Assessment of mental health literacy using clinical vignettes," *Children and Youth Services Review,* vol. 68, pp. 132-138, 2016. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0190740916302055>. DOI: 10.1016/j.childyouth.2016.06.028.  [45] A. M. Martinez, "Computational Models of Face Perception," *Current Directions in Psychological Science,* vol. 26, *(3),* pp. 263-269, 2017. Available: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0963721417698535>. DOI: 10.1177/0963721417698535.  [46] B. C. Ko, "A Brief Review of Facial Emotion Recognition Based on Visual Information," *Sensors (Basel, Switzerland),* vol. 18, *(2),* pp. 401, 2018. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29385749>. DOI: 10.3390/s18020401.  [47] K. Schindler, L. Van Gool and B. de Gelder, "Recognizing emotions expressed by body pose: A biologically inspired neural model," *Neural Networks,* vol. 21, *(9),* pp. 1238-1246, 2008. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608008000944>. DOI: 10.1016/j.neunet.2008.05.003.  [48] C. Cameron, I. Khalil and D. Castle, "Determining Anxiety in Obsessive Compulsive Disorder through Behavioural Clustering and Variations in Repetition Intensity," *Computer Methods and Programs in Biomedicine,* vol. 160, pp. 65-74, 2018. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260717308738>. DOI: 10.1016/j.cmpb.2018.03.019.  [49] Y. Zhu *et al*, "Automated Depression Diagnosis Based on Deep Networks to Encode Facial Appearance and Dynamics," *T-Affc,* vol. 9, *(4),* pp. 578-584, 2018. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7812588>. DOI: 10.1109/TAFFC.2017.2650899.  [50] D. F. Dinges *et al*, "Optical computer recognition of facial expressions associated with stress induced by performance demands," *Aviation, Space, and Environmental Medicine,* vol. 76, *(6 Suppl),* pp. B172, 2005. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15943210>.  [51] R. P. Holder and J. R. Tapamo, "Improved gradient local ternary patterns for facial expression recognition," *EURASIP Journal on Image and Video Processing,* vol. 2017, *(1),* pp. 1-15, 2017. Available: <https://search.proquest.com/docview/1913622430>. DOI: 10.1186/s13640-017-0190-5.  [52] N. Jain *et al*, "Hybrid deep neural networks for face emotion recognition," *Pattern Recognition Letters,* vol. 115, pp. 101-106, 2018. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167865518301302>. DOI: 10.1016/j.patrec.2018.04.010.  [53] V. Campos, B. Jou and X. Giro-i-Nieto, "From Pixels to Sentiment: Fine-tuning CNNs for Visual Sentiment Prediction," 2016. Available: <https://arxiv.org/abs/1604.03489>.  [54] Ken Schwaber and Jeff Sutherland, "The scrum guide," in *Software in 30 Days*Anonymous Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc, 2012, pp. 133-152. |