|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **FACULTAD DE INGENIERÍA**  **MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN** | |
| **TRABAJO DE GRADO – PROPUESTA DE PROYECTO – PZ-2011-1-XX** | | | |
| **TÍTULO DEL PROYECTO** | **Reconocimiento multimodal de emociones y estados de ánimo en trabajadores de oficina** | | |
| **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 |
| [egon@javeriana.edu.co](mailto:egon@javeriana.edu.co) | **ÁREA DE ÉNFASIS** | Sistemas Inteligentes |
|  | **GRUPO Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** | ISTAR – Educación |
|  | Sub-línea - Sistemas MultiAgentes |

|  |  |
| --- | --- |
| **OBJETIVOS** | **Objetivo General**  Diseñar una arquitectura multimodal para la detección de poses y actividades relacionados con emociones y estados de ánimo de personas que trabajan en ambientes de oficina, orientado a brindar asistencia para la evaluación de factores de riesgo psicosocial, mediante la captura de video por sistemas CCTV.  **Objetivos Específicos**   1. Analizar a partir del estado del arte, las técnicas, modelos y herramientas actuales de identificación de poses y actividades relacionados con emociones de personas, a partir de imágenes de video, con el fin identificar y caracterizar las oportunidades potenciales de un sistema de detección y clasificación, con enfoque multimodal. 2. Diseñar una arquitectura multimodal, que integre módulos de detección de expresiones faciales, posturas y acciones de una persona a partir de imágenes de video, para identificar y clasificar emociones y estados de ánimo. 3. Evaluar la precisión, el desempeño computacional y utilidad potencial del sistema propuesto, en la asistencia a la evaluación 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 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]. Adicionalmente, como se aprecia en la figura 1, se registró 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[19] con el estrés[20]. Algunos de estos trabajos, han dado como resultado, la implementación de controles de carga estrés 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[24], existen estudios como el de Shall Mark[25], en el que se manifiestan las implicaciones de costo y la privacidad de las personas existen como limitaciones y barreras 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 que, si bien se apoyan en técnicas de inteligencia artificial para el diagnóstico de condiciones como la depresión, el déficit de atención, la ansiedad, el riesgo de suicido, entre otros; requieren la interacción por parte de los usuarios con la plataforma ya que detectar condiciones relacionados con la mental puede llevar meses, según lo manifiesta Abhishek Chandra[32]  El 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 y visión artificiales. Su reto tecnológico, se enfocará en el enriquecimiento de características, mediante la integración del reconocimiento de expresiones faciales, posturas y acciones en imágenes de video, teniendo en cuenta las limitaciones de los sistemas convencionales de vigilancia que puedan estar disponibles en las instalaciones. 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 de las imágenes de video, provenientes del circuito cerrado de televisión. |

|  |  |
| --- | --- |
| **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 un análisis del estado del arte en el que se establecerá un contraste con el caso de referencia y determinando los 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 relacionados con las emociones en personas, con el fin de realizar una caracterización y determinar los aspectos tecnológicos más relevantes para el diseño del sistema.  En la segunda fase, se enlistan los requerimientos funcionales y aspectos tecnológicos identificados en la primera fase y se plantea un diseño inicial del sistema 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. 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 emociones en las personas a partir de la clasificación de poses y actividades reflejadas en imágenes de video extraídas del sistema CCTV. Finalmente, se efectúa una prueba de concepto en la que el personal de recursos humanos de la empresa Vector ITC Group Colombia, evalúa la usabilidad del sistema para la evaluación de riesgos psicosociales en una oficina. |
| **FASE 1**  **INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS** | Durante esta fase, se realiza el estudio de los trabajos y publicaciones sobre las técnicas, modelos y herramientas de sistemas 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.  Teniendo en cuenta la lista de 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 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.  Una vez recopilada la información anterior, se conformará un protocolo experimental en el que 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 definidas con el área de recursos humanos. El protocolo experimental, manifestará los resultados obtenidos, para cada una de las poses, actividades y emociones, discriminando la cantidad de descriptores utilizando, modelo o modelos implementados, el género y rangos de edad de las personas capturadas en imágenes, entre otros aspectos que puedan considerarse relevantes.  Las actividades para esta fase de investigación y análisis son las siguientes:   1. Revisión bibliográfica de detección de emociones con enfoque multimodal 2. Revisión bibliográfica de uso de expresión o lenguaje corporal en el diagnóstico de emociones. 3. Definición de descriptores potenciales (revisión en psicología). 4. Elaboración de cuadro comparativo de trabajos 5. Elaboración de lista inicial requerimientos. 6. Revisión de herramientas y marcos de trabajo 7. Revisión de técnicas y herramientas para integración de sistemas de detección de emociones con sistemas CCTV 8. Recopilación de imágenes de video de caso de referencia 9. Recopilación de bases de datos con características similares al caso de referencia 10. Elaboración de cuadro comparativo de herramientas. 11. Conformación del protocolo experimental   Los entregables de la fase de investigación y análisis serán los siguientes:   1. Documento de ecuaciones de búsqueda, extracción de aspectos y estadísticas bibliográficas de sistemas de detección de emociones. 2. Documento de ecuaciones de búsqueda, extracción de aspectos y estadísticas bibliográficas de técnicas de psicología en el uso de lenguaje y expresión corporal en la detección de emociones. 3. Lista de descriptores potenciales encontrados en revisión de bibliografía en psicología. 4. Cuadro comparativo de aportes de publicaciones (técnicas, modelos y/o arquitecturas) 5. Lista de requerimientos del sistema. 6. Cuadro comparativo de herramientas y/o marcos de trabajo. 7. Caracterización es especificaciones de la base de imágenes, extraída del CCTV 8. Lista de bases de datos con resumen de características. 9. Documento de protocolo experimental. |
| **FASE 2**  **DISEÑO INTELIGENTE** | En esta fase se diseña el sistema de reconocimiento que deberá cumplir con los requerimientos necesidades identificadas y caracterizadas de la fase de análisis. Se entrega un documento con el diseño, en el cual se adicionan las oportunidades identificadas y caracterizadas de la fase de análisis con la fase de diseño. Posteriormente, se modifica el modelo actual de forma iterativa, presentado otras alternativas de solución con cambios de complejidad alta y baja. Para la selección de la alternativa de solución se van a tener criterios cómo: mantener funcionalidades previas, beneficios del nuevo cambio, nivel de impacto del cambio que aporta a la evaluación de factores de riesgo psicosocial entre otros criterios que se definirán en la fase de diseño.  Dichas aproximaciones son implementadas mediante el uso de técnicas de Inteligencia artificial como máquinas de vectores de soporte (SVM) [33], redes neuronales profundas (DNN) [34], redes neuronales convolucionales (CNN) [35] y la combinación de varias de ellas con sensores portátiles y cuestionarios [36].  existen publicaciones que están orientados al análisis observación y valoración de conductas de personas con problemas o trastornos mentales[37]; el entendimiento de la forma en que los humanos perciben las emociones de otras personas [38]; la interpretación del lenguaje corporal[39] y técnicas de reconocimiento y clasificación emociones mediante expresiones faciales[40]. Adicionalmente, como una extensión a las anteriores aproximaciones, se han concebido aplicaciones multimodales [41], que se caracterizan por el uso más de una modalidad o canal para obtener datos como medios visuales [42], audiovisuales[43] y texto [44]. Sin embargo, aunque los resultados obtenidos con algunas soluciones multimodales, están orientados a la identificación de aspectos relacionados con desordenes compulsivos [45]; establecer patrones en la dinámica en la apariencia facial para clasificar emociones relacionadas con la depresión [46] y discriminar los episodios de alto estrés [47];  El diseño e implementación del prototipo funcional se basará en los trabajos de Mauricio Abello Rodríguez[48], Javier Alcalá Vásquez[49] y Daniel Steven Valencia[50], egresados del programa de Maestría de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana.  Para el desarrollo de esta fase se realizarán las siguientes actividades:   * Documento de definición de las capas y componentes del modelo informático de integración. * Documento de definición de funcionalidades de los componentes y las capas del sistema. * Documento de diseños de sistema de reconocimiento, con la documentación relacionada. * Documento de evaluación de diseño por parte de los usuarios finales. (Expertos en salud ocupacional)   La fase de diseño se desarrolla ……..  Para el desarrollo de esta fase se realizaran las siguientes actividades:   1. Definición del caso según criterios de solución. 2. Definición del protocolo de pruebas. 3. Simulación del caso. 4. Implementación del prototipo que representa el modelo diseñado. 5. Verificación del funcionamiento. |
| **FASE 3**  **XXXXXX** | Se hace un análisis de correlación de necesidades y funcionalidades, con esta información se generan las necesidades y posibilidades del modelo de integración. Fase 2 – Diseñar: Se plantean dos o tres alternativas de solución para el nuevo modelo, los cuales se van a evaluar (según metodología TAM) y elegir una ganadora que representara el nuevo diseño del modelo extendido.  El modelo de aceptación de tecnología, conocido por sus siglas en inglés TAM (technology acceptance model) es una teoría de [sistemas de](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n) información que modela cómo los usuarios llegan a aceptar y utilizar una tecnología. El modelo sugiere que cuando los usuarios se enfrentan con una tecnología nueva, existen un conjunto de factores que influyen en su decisión sobre cómo y cuándo lo utilizarán, especialmente:  Utilidad percibida (PU): fue definido por Davis como el grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular lo destacará a él o a su rendimiento en el trabajo  Facilidad percibida de uso (PEOU): Davis lo definió como el grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular se liberará del esfuerzo  Disfrute percibido (PD): Se refiere al grado en el cual una persona encuentra una actividad placentera al utilizar la tecnología La fase de diseño se desarrolla ……..  Para el desarrollo de esta fase se realizaran las siguientes actividades:   1. Definición del caso según criterios de solución. 2. Definición del protocolo de pruebas. 3. Simulación del caso. 4. Implementación del prototipo que representa el modelo diseñado. 5. Verificación del funcionamiento. |

|  |  |
| --- | --- |
| **RESULTADOS ESPERADOS** | |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1** | *Cada uno de los entregables se enuncia en forma clara y concreta; debe ser fácil evaluar si se ha cumplido con el compromiso. Debe haber coherencia entre los entregables y la metodología. En algunos casos, si se requiere, se puede delimitar el alcance del resultado a entregar.*  *nomenclatura diferencia claramente en que asignatura se realizará la entrega*  Documento de análisis comparativo de arquitecturas de agentes adaptativos. En el análisis se incluyen únicamente las aproximaciones centradas en metas. |
| Artículo que presenta el modelo y los resultados del caso de estudio xxxx. Este artículo será presentado para publicación en una revista indexada nacional. |
| Software XXXX que implementa el modelo propuesto. Además de los programas fuentes y ejecutables, se entregará la documentación técnica y el manual de instalación y uso. Este software será abierto y su uso se regirá por la licencia GPL. |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 2** | Documento de análisis comparativo de arquitecturas de agentes adaptativos. En el análisis se incluyen únicamente las aproximaciones centradas en metas. |
| Software XXXX que implementa el modelo propuesto. Además de los programas fuentes y ejecutables, se entregará la documentación técnica y el manual de instalación y uso. Este software será abierto y su uso se regirá por la licencia GPL. |
| Artículo de la arquitectura de la solución: Artículo que presenta el modelo y los resultados del caso de estudio xxxx. Este artículo será presentado para publicación en una revista indexada nacional. *También se deben incluir los artículos que se van a generar a partir del trabajo indicando el tema central y a qué tipo de publicación se planea someterlos para publicación* |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 3** |  |
|  |
| Artículo de la evaluación de la solución aproximación. *También se deben incluir los artículos que se van a generar a partir del trabajo indicando el tema central y a qué tipo de publicación se planea someterlos para publicación* |

*.*

|  |  |
| --- | --- |
| **PROSPECTIVA DE INNOVACIÓN** | |
| **POTENCIAL DE INNOVACIÓN** | *Describa brevemente, en máximo 10 líneas, cuál es el aporte potencial de innovación del conocimiento, tecnología y/o productos generados en el proyecto. Identificar prospectiva social y/o empresarial.*  La novedad de este trabajo radica en el reconocimiento multimodal de emociones de un niño relevantes al proceso de aprendizaje en un contexto educativo con participación de un robot humanoide. Este trabajo tiene potencialidad de ser aplicado a emprendimientos de robótica en interacción directa con seres humanos en contextos de aprendizaje. En particular, desarrolla una tecnología capaz de mejorar la integración con el usuario y se prueba en situaciones de carácter educativo. Es posible el desarrollo de proyectos empresariales para entidades educativas, como es el caso de actividades de tutoría en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. El resultado final del proyecto contribuirá al desarrollo del conocimiento en el campo de la robótica educativa, específicamente en el reconocimiento de emociones, por lo que podrá ser aplicado en otros contextos HCI como los robots asistentes, cuidado de personas y situaciones en que la valoración del estado emocional de la persona contribuya a una mejor experiencia y beneficio para el usuario.  El desarrollo de XXX permitirá generar un producto que al evolucionar se convertirá en una gran empresa ………  Alternativas de procesamiento multimodal de imágenes para la detección de emociones en entornos laborales  Aporte a salud ocupacional  Privacidad y cuidado de la identidad  Modelo de negocio para análisis |
| **PROPIEDAD INTELECTUAL** | *Especifique claramente cómo se propone manejar la propiedad intelectual en el marco del proyecto. En caso de que el proyecto sea con participación de una empresa o se desarrolle en el marco de un proyecto de investigación registrado ante una institución, se debe hacer referencia explícita a estos marcos de trabajo y describir sin ambigüedad los aspectos de propiedad intelectual.*  Esta investigación se desarrolla en forma independiente y a la vez contribuye al marco de la tesis de doctorado, en curso, del estudiante John Jairo Páez Rodríguez: Aprendizaje de la estrategia de Análisis de Medios-Fines a través de un robot antropomórfico que da soporte metacognitivo y emocional. El software producto de este trabajo de grado se licenciará bajo el modelo de software libre con licencia Apache o GPL según se requiera para la compatibilidad con los componentes de reconocimiento evaluados durante el proyecto. Se entregará el código fuente completo de tal forma que nuevos proyectos puedan utilizar el resultado del trabajo en el desarrollo de proyectos de investigación.  Este trabajo de grado se realizará dentro del marco de investigación del grupo de investigación SIDRe (Sistemas de Información, Sistemas Distribuidos y Redes) de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. El estudiante aportará en una de las etapas del desarrollo de la arquitectura del proyecto de investigación Ayllu, con registro ante Vicerrectoría 05238-25. Este trabajo se realizará a partir de los modelos conceptuales y de las herramientas ya desarrolladas por el grupo SIDRe. El resultado del proyecto aportará al marco global del desarrollo del grupo SIDRe, servirá como base para futuros trabajos y proyectos del grupo, y estará a disposición del grupo SIDRe, sin ninguna restricción de uso, ya sea este académico ó empresarial. El software producto de este trabajo de grado se licenciará bajo el modelo de software libre con licencia GPL. |

|  |
| --- |
| **BIBLIOGRAFÍA** |
| References  [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] 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.  [34] 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.  [35] 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>.  [36] Y. Kajiwara, T. Shimauchi and H. Kimura, "Predicting Emotion and Engagement of Workers in Order Picking Based on Behavior and Pulse Waves Acquired by Wearable Devices," *Sensors (Basel, Switzerland),* vol. 19, *(1),* pp. 165, 2019. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30621235>. DOI: 10.3390/s19010165.  [37] 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.  [38] 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.  [39] 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.  [40] 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.  [41] 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.  [42] 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.  [43] L. Perez-Gaspar, S. Caballero-Morales and F. Trujillo-Romero, "Multimodal emotion recognition with evolutionary computation for human-robot interaction," *Expert Systems with Applications,* vol. 66, pp. 42-61, 2016. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417416304468>. DOI: 10.1016/j.eswa.2016.08.047.  [44] J. Kranjc *et al*, "Active learning for sentiment analysis on data streams: Methodology and workflow implementation in the ClowdFlows platform," *Information Processing and Management,* vol. 51, *(2),* pp. 187-203, 2015. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306457314000296>. DOI: 10.1016/j.ipm.2014.04.001.  [45] 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.  [46] 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.  [47] 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>.  [48] Eder Mauricio Abello Rodríguez, "Identificación De Actividades Inusuales a Partir Del Uso De CCTV." , Pontificia Universidad Javeriana, 2018.  [49] Javier Alcalá Vásquez, "Reconocimiento Multimodal Del Estado Emocional De Un Niño En Un Contexto Educativo." , Pontificia Universidad Javeriana, 2017.  [50] 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. |