|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **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 el monitoreo y evaluación de factores de riesgo psicosocial ocupacional** | | |
| **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 comportamiento, estados de ánimo y pre diagnostico trastornos psicológicos en personas, mediante la captura de video convencional no intrusivo y técnicas de inteligencia artificial, para el apoyo en el monitoreo y evaluación de factores de riesgo psicosocial en oficinas.  **Objetivos Específicos**   1. Analizar las técnicas, modelos y herramientas orientadas al reconocimiento de personas, expresiones faciales, posturas y acciones para la identificación de comportamiento, estados de ánimo y trastornos psicológicos. 2. Diseñar una arquitectura para la identificación y seguimiento de personas, su comportamiento, cambios en el estado de ánimo y pre diagnóstico de trastornos psicológicos, a través de captura de video convencional no intrusiva, para el soporte a la identificación de condiciones laborales con potencial de materialización de riesgos psicosociales. 3. Evaluar la precisión y utilidad potencial del sistema propuesto, 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 factores de riesgo de tipo químico, que involucra el contacto con productos abrasivos [3]; factores de riesgo de tipo biológico, que implica el contacto con seres vivos, exponiendo al trabajador a hongos, bacterias o virus [4]; factores de riesgo de tipo ambiental, que involucra la exposición de escenarios, donde existe una alta probabilidad de inundaciones, tormentas o contaminación [5] y factores de riesgo de tipo psicosocial ocupacional (FRPO), que involucran aspectos físicos del entorno laboral como el ruido, la iluminación o la temperatura del entorno [6], [7] y aspectos psicológicos en las personas como la monotonía y la fatiga laboral por el exceso de horas trabajadas [8].  Dentro del contexto de los FRPO, existen investigaciones en las que se demuestra, que algunas condiciones laborales generan efectos relacionados con la salud física como los desórdenes musculo esqueléticos [9] y la conducta de las personas como el sedentarismo [10]. Por otra parte, existen otros estudios que evidencian efectos relacionados con la salud mental como el estrés [11] y trastornos psicológicos como la ansiedad [12] o la depresión [13]. En Colombia, el Ministerio de Salud 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 [14]. Adicionalmente, se registró un total de 1.078 casos críticos de salud mental por exposición a factores de riesgo psicosocial ocupacional, de los cuales 165 casos ocurrieron en la ciudad de Bogotá [15]. Esta problemática, crece año a año como se aprecia en la figura 1.  *Figura 1*. *Casos de salud mental atendidas por exposición a factores de riesgo ocupacional (2009-2017)*  En la actualidad, existen métodos que facilitan la evaluación de FRPO y que se han desarrollado a partir de la integración de modelos que explican los mecanismos de generación de estrés asociados al trabajo. Blach, Sahagun y Cervantes, exponen un trabajo en el que consolidan los principales cuestionarios para la evaluación de FRPO [16]. Sin embargo, estos procedimientos son susceptibles a la variabilidad e incluso subjetividad en las medidas [17], ya que la evaluación se realiza mediante cuestionarios relacionados a aspectos y procesos laborales que no son observados directamente por los especialistas en salud ocupacional, sino que son referidos por los trabajadores [18].  Existen referentes que han abordado algunos aspectos relacionados con la salud mental de las personas en el entorno laboral [19][20]. Algunos de estos trabajos, han dado como resultado, soluciones tecnológicas para el monitoreo de algunos aspectos específicos de los FRPO que van desde la implementación de controles de carga en las extremidades y otras partes del cuerpo a partir de sensores [21], hasta la evaluación de estrés en personas, empleando imágenes de electroencefalograma [22]. Trabajos como los de Zack Zhu [23] o Raffaele Gravina [24], sugieren perspectivas alternativas, basadas en el reconocimiento de estado de ánimo a partir de la captura de señales con dispositivos electrónicos portátiles. Si bien estos avances representan un gran potencial para la industria de manufactura, la construcción, entre otros [25], existen estudios como el de Shall Mark [26], en el que se manifiestan como limitaciones para su adopción, las implicaciones de costo; la interrupción de las actividades laborales, el carácter intrusivo representado en la incomodidad con los dispositivos y la privacidad de las personas.  Otras aproximaciones por su parte, abordan la captura e integración con otras fuentes de datos dando como resultado arquitecturas multimodales [27][28], en los que se aprovecha el procesamiento de imágenes de video, texto, señales, entre otros, para soportar el diagnóstico de emociones [29]. Trabajos como el de Le Yang [30] y Poria Soujana [31] sugieren la fusión de análisis de comunicación no verbal aportada por los aspectos vocales, la captura de respuesta de entrevistas, características del rostro que ha sido abordada ampliamente [32]-[35], y el movimiento de los ojos [36]. En estas aproximaciones, evidencian un aporte significativo del análisis de patrones de voz, y se abordan algunos aspectos de interés dentro de la evaluación de FRPO. Sin embargo, el modo de video se enfoca sólo en el reconocimiento facial requiriendo la captura de primer plano del rostro de las personas y el uso de sensores cuya implementación tiene algunas limitaciones como se mencionó anteriormente. Adicionalmente, no se incluyen mecanismos de personalización en el que se realice un seguimiento automático e inteligente a un conjunto de acciones específicas del contexto, como determinar si una persona ha permanecido por más tiempo del normal en las instalaciones, si ha adoptado una conducta sedentaria y consumo constante de alimentos, o si ha manifestado episodios constantes de insomnio. Este seguimiento, en conjunto con otras características capturadas por el mismo sistema, como la cantidad de veces en las que se ha detectado tristeza, ansiedad o enojo, permitiría realizar acciones rápidas y oportunas en la prevención de trastornos, asociadas a FRPO.  Dadas las anteriores limitaciones y problemáticas, se plantea la pregunta: **¿Cómo soportar el monitoreo y evaluación factores de riesgos psicosociales ocupacionales en un entorno de oficina, mediante el reconocimiento de comportamiento, estados de ánimo y manifestación de trastornos psicológicos en las personas, de una manera no intrusiva, a partir de técnicas de inteligencia artificial y visión por computadora?** Por lo tanto, el presente proyecto enfocará en la integración de identificación de personas y su comportamiento; cambios en el estado de ánimo y el pre-diagnóstico de trastornos psicológicos, a partir de la captura en video convencional y posterior reconocimiento de expresiones faciales y corporales. Dicho reconocimiento se basará en modelos como el OCC [37] trabajos como el de Shindler [38] para el reconocimiento de emociones a partir de posturas. Adicionalmente, se incluirá la extracción de características de interés, como la cantidad de veces en las que se detecta, sedentarismo, dolores de cabeza o insomnio y la cantidad de horas y días en los que se ha extendido su jornada laboral. La integración del reconocimiento de las métricas mencionadas y comportamiento de forma personalizada, estará orientada al apoyo de la evaluación de FRPO, mediante la inferencia de condiciones laborales con un alto potencial de materialización de riesgos psicosociales en un corto o mediano plazo. Para dicha inferencia se tomarán como referencia, instrumentos como el inventario de Beck [39], la escala PHQ-8 [39], entre otros[40][41].  El presente proyecto, tiene características de un sistema de computación distribuida, en la medida que se incluirá la captura imágenes de cámaras web y cámaras destinadas a la vigilancia. Adicionalmente, la detección de las características se concebirá de forma concurrente y especializada. Por ello, se tomarán como referencia trabajos Javier Alcalá [42], Daniel Valencia [43] y Mauricio Abello [44], en los que se puede apreciar la utilidad y beneficios de las arquitecturas basadas en agentes. Para el desarrollo, el caso de referencia seleccionado, es la oficina 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, el acceso a las imágenes de video y la colaboración de las personas para la experimentación. |
| **METODOLOGÍA** | |
| **DESCRIPCIÓN GENERAL** | El presente proyecto se basará en el ciclo básico de solución de problemas usado en ingeniería y 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 investigación exploratoria, con el fin de caracterizar los aportes y limitaciones de los trabajos y publicaciones en los que se aborda la detección e identificación de personas, emociones y trastornos psicológicos. Posteriormente, se profundizará la investigación en los aspectos psicológicos relevantes en la evaluación de FRPO, los procedimientos y los instrumentos utilizados para su medición. De este procedimiento, se obtendrán tanto las características o escenarios de mayor relevancia para el diseño del sistema, y los requerimientos funcionales para la captura convencional de video y su procesamiento. Adicionalmente, a partir de la investigación y definiciones anteriores, se llevará a cabo una identificación y evaluación sistemática de las herramientas de procesamiento de imágenes ya existentes y de los marcos de trabajo disponibles que puedan ser utilizados para el diseño de la arquitectura.  En la segunda fase, se contemplan dos partes, en la primera parte se llevará a cabo la captura en video para la extracción de características antropométricas de personas y la captura escenarios simulados que conformarán el conjunto de datos para el entrenamiento, validación y pruebas de los mecanismos de clasificación. En la segunda parte, se efectúa diseño iterativo de la arquitectura definiendo los componentes para la extracción de características a partir de imágenes de video y su persistencia para el uso por componentes detección. Para cada iteración, se evalúan de forma sistemática los requerimientos funcionales del sistema, con el acompañamiento de los especialistas en psicología y salud ocupacional. Es importante aclarar, que dentro de esta etapa no se contemplará el diseño o desarrollo de mecanismos de procesamiento de imágenes de nivel bajo para su limpieza o segmentación. El enfoque del diseño de la arquitectura, será la integración de componentes de captura de video no intrusiva; el foco estará en el reconocimiento de alto nivel y la interacción inteligente entre componentes, para la extracción de características relevantes, la identificación de personas, la clasificación, cuantificación y reporte de comportamientos, cambios de estado de ánimo y trastornos psicológicos. Los reportes generados, estarán orientados a dar soporte en la evaluación de factores de riesgo psicosocial.  En la tercera fase, también se contemplarán dos etapas. En la primera se desarrolla un prototipo funcional, el cual se pone a prueba con las bases de datos obtenidas en la segunda fase. En la segunda etapa se diseñará y se aplicará un protocolo experimental para para medir la precisión en el reconocimiento de personas, la identificación de comportamientos, cambios de estado de ánimo y el pre-diagnóstico de trastornos psicológicos. El desarrollo contemplará un número determinado de aspectos relacionados con FRPO, así como los escenarios y condiciones de captura. Durante la segunda parte, se lleva a cabo la implementación parcial y puesta en operación controlada, siguiendo el protocolo experimental diseñado y efectuando una prueba de concepto, en la que el personal de recursos humanos y salud ocupacional de la empresa Vector ITC Colombia, evalúa la utilidad del sistema dentro de un proceso de evaluación de FRPO. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FASE 1**  **INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS** | Durante esta fase, se realiza una investigación exploratoria, profundizando y analizando los trabajos y publicaciones sobre las técnicas y modelos para la detección de personas, emociones y trastornos psicológicos como el estrés severo, la ansiedad y la depresión a partir del procesamiento de imágenes de los gestos, posturas, expresiones faciales, acciones y comportamiento. Dentro de la revisión se tendrán en cuenta las publicaciones relacionados con instrumentos y cuestionarios de medición de aspectos psicológicos relevantes para el diagnóstico de emociones y trastornos psicológicos con el fin de identificar características que no se hayan utilizado que puedan ser potenciales descriptores para los modelos que se contemplarán en el diseño.  A partir de la base de artículos obtenida, se enlistarán los requisitos del contexto para la implementación parcial en los dispositivos de captura de video convencional existentes en las instalaciones y se establecerá una lista de requerimientos en conjunto con el área de recursos humanos, haciendo énfasis en los aspectos que pueden proporcionar mayor valor en un proceso de evaluación de riesgos psicosociales. Posteriormente, 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 identifique el objetivo, los canales de datos que utiliza, los mecanismos de inteligencia artificial, las bases conceptuales e instrumentos de medición de aspectos psicológicos, las bases de datos utilizadas y al menos 2 aportes, por cada una de las publicaciones. Por cada una de las publicaciones, se profundizará y se establecerá su aplicabilidad dentro del proyecto de investigación, valorando en una escala de 1 a 3 su nivel de relevancia, teniendo en cuenta los requerimientos y requisitos definidos inicialmente.  Posteriormente 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: licenciamiento libre, lenguajes soportados, cantidad de funcionalidades, posibilidad de extensibilidad de sus funciones, tipos de procesamiento de nivel bajo, medio y alto de imágenes, posibilidad integración con sistemas adicionales y documentación existente. Para la ejecución de la evaluación, se realizara la instalación e implementación de un código básico de prueba en las alternativas seleccionadas, tomando como base de datos una de los bancos de videos públicos utilizados en los retos y talleres de reconocimiento audio-visual de emociones (Audio/Visual Emotion Challenge and Workshop - AVEC) con las características más similares a las del caso de referencia. La calificación de las herramientas se efectuará de manera sistemática, y se utilizará aquella o aquellas que satisfagan la mayor cantidad de requerimientos y obtengan la mejor calificación en los criterios. Finalmente, el resultado de la investigación se plasmará en la redacción de un artículo de revisión, el cual será presentado en un llamado de trabajos de un congreso académico nacional.  Debido a la extensibilidad de la investigación exploratoria, el proceso de socialización con los especialistas y el alcance de las pruebas de las herramientas y marcos de trabajo, la presente etapa tendrá una duración de un semestre con las siguientes actividades:   |  |  | | --- | --- | | Actividad | Entregable o resultado | | 1. Investigación exploratoria de mecanismos de detección y medición de emociones y trastornos psicológicos. | 1A.Documento del estado del arte con análisis de las técnicas, modelos para la detección emociones, trastornos psicológicos e instrumentos de medición psicológica. | | 2. Elaboración de lista de requerimientos y requisitos. | 1B.Documento con especificación de requisitos del sistema | | 3. Revisión y análisis de herramientas y marcos de trabajo. | 1C.Documento de comparación de herramientas | | 4. Elaboración de artículo científico de revisión y comparación | 1D.Documento de artículo científico | |
| **FASE 2**  **DISEÑO DEL SISTEMA** | En esta fase, se diseñará una arquitectura con la que realizará la captura no intrusiva de imágenes de video, haciendo el uso las cámaras existentes en las instalaciones de oficina (cámaras web instaladas en los computadores y cámaras de seguridad). Las imágenes serán utilizadas para la identificación y seguimiento de personas, su comportamiento, cambios en el estado de ánimo y trastornos psicológicos, a través de captura de video convencional no intrusiva, para el soporte a la identificación de condiciones laborales con potencial de materialización de riesgos psicosociales. La arquitectura tendrán en cuenta los requisitos identificados como condiciones del entorno, ubicación de las cámaras existentes, su resolución captura, y las condiciones en que las imágenes son almacenadas y pueden ser extraídas, cuidando la privacidad de las personas que no autoricen el tratamiento de datos personales. Adicionalmente incluirá los requerimientos definidos con el área de recursos humanos, y la extracción características psicológicas relevantes para elaborar el pre diagnóstico. La fase 2 se desarrollará en dos partes que se describen a continuación:  En la primera parte, se conformará un documento con la definición y captura de las características antropométricas de personas que interpretarán algunos escenarios simulados. Con la colaboración y capacitación de personal de recursos humanos, se capturarán en video, escenarios en el que los trabajadores simulan o dramatizan emociones positivas, negativas y situaciones de estrés, ansiedad, depresión. Con ello, se realizará un etiquetado de los videos, demarcando la presencia de los aspectos mencionados para soportar la definición los mecanismos de reconocimiento. Posteriormente, se tomará una parte de la metodología CRISP-DM, en el que utilizarán las herramientas que se determinaron como potenciales en la exploración inicial y posteriormente, se determinarán los pasos pertinentes para la limpieza, preparación y conformación de las bases de entrenamiento, validación y pruebas. En el proceso de modelamiento, se compararán los modelos y algoritmos sugeridos por la literatura, para la clasificación de aspectos relevantes y los mecanismos con mejores resultados para un aprendizaje adaptativo, orientado al contexto. Los modelos seleccionados, serán validados con las muestras extraídas inicialmente y se establecerá un registro detallado de los resultados y las características de los modelos utilizados.  En la segunda parte, se efectuará del proceso de diseño en el definen los aspectos a tener en cuenta como entrada para la captura de imágenes en tiempo real, su procesamiento; el reconocimiento de entidades y escenarios a través delos modelos definidos anteriormente; la persistencia de características y la inferencia de condiciones a partir de las mismas. El diseño del sistema, se concebirá como un sistema de multi-agente, cuyos agentes serán especializados en el reconocimiento de personas y aspectos específicos en ellas. Un ejemplo de cooperación entre los agentes, será la sincronización del reconocimiento de las personas en el momento de que dejen de ser capturadas por una cámara y comiencen a ser capturadas por otras. De la misma forma, la sincronización y cooperación se efectuará entre la captura de cámaras de seguridad y la captura desde una cámara web con el fin de complementar datos de alta relevancia. Adicionalmente, se incorporarán agentes encargados de los aspectos de temporalidad para determinar acciones y posturas en periodos de tiempo prolongado y que se presente con frecuencia. La metodología que se utilizará para la especificación de los objetivos mencionados, las habilidades específicas de los agentes, los recursos y la cooperación entre los agentes mencionados, será AOPOA [45]. Finalmente se diseñarán los mecanismos de inferencia para determinar los cambios de estados de ánimo, pre-diagnosticar trastornos psicológicos y conjuntos de acciones que hagan parte de un comportamiento o hábito y que puedan ser relevantes para la identificación de condiciones laborales dentro del contexto de FRPO.  El proceso de diseño tendrá un desarrollo iterativo e incremental el que se realizará una validación constante con los requerimientos y obteniendo una retroalimentación del personal de recursos humanos, respecto a los resultados obtenidos. Por lo tanto, teniendo en cuenta el nivel de profundización con el que se efectuarán las tareas, la fase 2 tendrá una duración de un semestre con las siguientes actividades y entregables:   |  |  | | --- | --- | | Actividad | Entregable o resultado | | 1. Diseño de arquitectura. | 2A. Documento con la descripción de la arquitectura del sistema de apoyo para el monitoreo y evaluación de factores de riesgo psicosocial ocupacional | | 1. Diseño detallado de agentes e interacciones. | 2B. Documento del diseño detallado del sistema multi-agente. | | 1. Definición de escenarios para conformar las bases de entrenamiento, validación y prueba. | 2C. Documento de descripción de escenarios para el levantamiento de bases de datos de imágenes. | | 1. Captura de imágenes de video con dramatización de escenarios para la conformación de modelos. | 2D. Copia de base de datos para el diseño y validación de modelos de reconocimiento | | 1. Entendimiento de datos | 2E. Documento con el desarrollo de entendimiento de los datos. | | 1. Limpieza y preparación de los datos | 2F. Documento con la descripción del proceso de limpieza y preparación de los datos. | | 1. Caracterización de modelos, definición y evaluación | 2G. Documento de caracterización del modelo de reconocimiento de personas, estados de ánimo y pre-diagnóstico de trastornos psicológicos y los mecanismos de inteligencia artificial para clasificación a partir de imágenes de video. | | 1. Definición de modelos mecanismos de inteligencia artificial para la inferencia de estados de ánimo, trastornos psicológicos | | 1. Evaluación y prueba de modelos | 2H. Documento con los resultados de precisión y estructura de los modelos con mejores resultados. | |
| **FASE 3**  **EVALUACIÓN DEL SISTEMA** | Una vez definido el documento de diseño de arquitectura, sistema multi-agente y mecanismos de inteligencia artificial, se desarrollará la fase 3 y que estará compuesta de dos partes. En la primera parte, se ejecutará el proceso de implementación de la solución. El desarrollo se llevará a cabo tomando como referencia la metodología ágil SCRUM [47], definiendo un back-log con las características o historias y evaluando la cantidad de puntos para cada actividad. 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 y el desarrollo del prototipo funcional  Dentro de la segunda parte, 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 comportamiento y clasificación de estados de ánimo y pre diagnóstico de trastornos psicológicos. 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 con 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.  La implementación parcial involucra la intervención del sistema centralizado de recepción de imágenes capturadas por las cámaras de video así como los dispositivos de almacenamiento, en el caso de las cámaras de vigilancia. Adicionalmente se determinará la forma en que las cámaras están conectadas, el formato y la calidad en que los videos. Se realizaran dos sesiones de toma: la primera con aspectos controlados en los que toma real de varios entornos con la presencia de aparecerán una o varias personas reconocidas previamente por el sistema. En la segunda sesión, se realizará el ejercicio en un escenario libre, en el que intervendrán nuevas personas, en diferentes entornos. Este ejercicio tendrá como fin, determinar el comportamiento del sistema y determinar las limitaciones. El proceso de captura de ambas sesiones tendrá una duración de 1 mes y se contará con la compañía del personal calificado para la evaluación de utilidad. Finalmente, la arquitectura y los resultados del proyecto, se plasmarán en la redacción de un artículo de revisión, el cual será presentado en un llamado de trabajos de un congreso académico nacional o internacional.  Teniendo en cuenta la envergadura de la implementación y la profundización con el que se efectuarán las tareas, la fase 3 tendrá una duración de un semestre con las siguientes actividades y entregables:   |  |  | | --- | --- | | Actividad | Entregable o resultado | | 1. Diseño del protocolo experimental y definición de encuesta de utilidad percibida. | 3A. Documento del protocolo experimental y encuesta de utilidad percibida. | | 1. Montaje del escenario y levantamiento de imágenes mediante cámaras de video. | 3B. Base de datos con imágenes de video para pruebas y cartas de consentimiento informado. | | 1. Desarrollo del prototipo funcional. | 3C. Código fuente, documentación técnica y manuales de uso del software | | 1. Evaluación del sistema. | 3D. Resultados del protocolo experimental y la evaluación de utilidad percibida. | | 1. Elaboración de artículo sobre el sistema propuesto y sus resultados. | 3E. Documento de artículo con el sistema propuesto y sus resultados. | |
| **RESULTADOS ESPERADOS** | |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 1** | 1A Documento de estado del arte, con las ecuaciones de búsqueda y estadísticas bibliográficas, el análisis, la evaluación y el cuadro comparativo de los trabajos relacionados con las técnicas, modelos y herramientas, 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 con la descripción de la arquitectura del sistema de apoyo para el monitoreo y evaluación de factores de riesgo psicosocial ocupacional |
| 2B Documento del diseño detallado del sistema multi-agente e interacciones. |
| 2C Documento de descripción detallada de escenarios, condiciones de captura de cámaras, personas involucradas, estados de ánimo a capturar para la posterior interpretación y levantamiento de bases de datos de imágenes. |
| 2D Copia de base de datos para el diseño y validación de modelos de reconocimiento. |
| 2E Documento con el desarrollo de entendimiento de los datos. |
| 2F Documento con la descripción del proceso de limpieza y preparación de los datos. |
| 2G 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. |
| 2H Documento con los resultados de precisión y estructura de los modelos con mejores resultados. |
| **ASIGNATURA MISyC PROYECTO 3** | 3A Documento de definición de la validación experimental y evaluación de utilidad percibida. |
| 3B Base de datos con imágenes de video para pruebas y cartas de consentimiento informado. |
| 3C Código fuente, documentación técnica y manuales de uso del software con la implementación de la arquitectura propuesta. |
| 3D Documento de la validación experimental con los resultados de precisión y evaluación de utilidad percibida. |
| 3E 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 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 la integración de la captura y reconocimiento de expresiones faciales, expresión corporal y seguimiento al comportamiento de las personas de forma personalizada. Adicionalmente tendrá en cuenta aspectos de temporalidad, para apoyar a la identificación de condiciones con un alto potencial de materialización de riesgo psicosocial. Este sistema, soportará el pre diagnóstico de trastornos psicológicos o escenarios que puedan llevar a una persona a adquirir alguna condición física y/o mental desfavorable de una forma no intrusiva y reduciendo la necesidad del uso de sensores. Si bien dichos dispositivos no están descartados para posibles mejoras a futuro, dichos sensores deberán tener la particularidad de que no representen algún tipo de incomodidad para las personas y que no vulneren su privacidad. Adicionalmente, la arquitectura será flexible para su instalación en el sitio, o bien para su implementación con apoyo de infraestructura de la nube. No implicará costos de instalación de dispositivos de captura de video en algunos casos, pues se podrán utilizar las cámaras existentes. Por otra parte, el sistema representará una forma viable de adquirir datos para futuras investigaciones y colaborar con algunos requisitos dispuestos en la resolución 2646 de 2008, específicamente en los artículos 4 y 9 en los que los empleadores, deben brindar información actualizada sobre efectos de factores psicosociales. La oportunidad comercial de esta iniciativa podría ofrecer servicios de monitoreo por demanda, con el fin de entregar informe o valoración de los factores de riesgo psicosociales latentes en lugares de trabajo. |
| **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 [42] y Daniel Steven Valencia [43], 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] 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.  [4] 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.  [5] 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.  [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] 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.  [8] V. Forastieri, "Psychosocial risks and work-related stress," Jul, 2013.  [9] 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>.  [10] Morales D. Diana, "Trabajo por turnos y presencia de obesidad en los trabajadores: Una revisión sistemática exploratoria," Jan 1, 2014.  [11] K. Azuma *et al*, "Prevalence and risk factors associated with nonspecific building‐related symptoms in office employees in Japan: relationships between work environment, Indoor Air Quality, and occupational stress," *Indoor Air,* vol. 25, *(5),* pp. 499-511, 2015. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ina.12158>. DOI: 10.1111/ina.12158.  [12] 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.  [13] 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.  [14] Ministerio de salud, "Indicadores de riesgos laborales," *Https://Www.Minsalud.Gov.Co,* 2018.  [15] Ministerio de salud, "Observatorio Nacional de Salud Mental," *Http://Onsaludmental.Minsalud.Gov.Co,* 2019.  [16] Víctor H. Charria O, O. Felipe Arenas and Kewy V. Sarsosa P, "Factores de riesgo psicosocial laboral: métodos e instrumentos de evaluación," *Revista De La Facultad Nacional De Salud Pública,* 2011.  [17] M. Caicoya, "Dilemas en la evaluación de riesgos psicosociales," 2004.  [18] F. G. Benavides, J. Benach and C. Muntaner, "Psychosocial risk factors at the workplace: Is there enough evidence to establish reference values? Job control and its effect on public health. (Editorial)," *Journal of Epidemiology & Community Health,* vol. 56, *(4),* pp. 244, 2002.  [19] 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.  [20] 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.  [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] R. Gravina and Q. Li, "Emotion-relevant activity recognition based on smart cushion using multi-sensor fusion," *Information Fusion,* vol. 48, pp. 1-10, 2019. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253518301064>. DOI: 10.1016/j.inffus.2018.08.001.  [25] 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.  [26] 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.  [27] M. Magdin, M. Turcani and L. & Hudec, "Evaluating the Emotional State of a User Using a Webcam," *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence,* 2016. . DOI: 10.9781/ijimai.2016.4112.  [28] 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.  [29] J. M. Harley *et al*, "A multi-componential analysis of emotions during complex learning with an intelligent multi-agent system," *Computers in Human Behavior,* vol. 48, pp. 615-625, 2015. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563215001119>. DOI: 10.1016/j.chb.2015.02.013.  [30] L. Yang *et al*, "Multimodal measurement of depression using deep learning models," in Oct 23, 2017, Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=3133948>. DOI: 10.1145/3133944.3133948.  [31] S. Poria *et al*, "Ensemble application of convolutional neural networks and multiple kernel learning for multimodal sentiment analysis," *Neurocomputing,* vol. 261, pp. 217-230, 2017. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231217302023>. DOI: 10.1016/j.neucom.2016.09.117.  [32] 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>.  [33] 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.  [34] 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>.  [35] 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.  [36] S. Alghowinem *et al*, "Multimodal Depression Detection: Fusion Analysis of Paralinguistic, Head Pose and Eye Gaze Behaviors," *T-Affc,* vol. 9, *(4),* pp. 478-490, 2018. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7763752>. DOI: 10.1109/TAFFC.2016.2634527.  [37] B. R. Steunebrink, "The logical structure of emotions," 2010. Available: <https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=narcis______::72fa20eaf2f70373b9f4223ed8789f52>.  [38] 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.  [39] SMRC, "Spanish Personal Health Questionnaire Depression Scale (PHQ-8)," 2012.  [40] Calvo de Mora Martínez, Javier, *Evaluación Educativa Y Social.* 1991Available: <http://catalog.hathitrust.org/Record/006161829>.  [41] R. Pekrun *et al*, "Measuring emotions in students’ learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ)," *Contemporary Educational Psychology,* vol. 36, *(1),* pp. 36-48, 2011. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X10000536>. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2010.10.002.  [42] Javier Alcalá Vásquez, "Reconocimiento Multimodal Del Estado Emocional De Un Niño En Un Contexto Educativo." , Pontificia Universidad Javeriana, 2017.  [43] 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.  [44] Eder Mauricio Abello Rodríguez, "Identificación De Actividades Inusuales a Partir Del Uso De CCTV." , Pontificia Universidad Javeriana, 2018.  [45] Enrique González, "Desarrollo de Aplicaciones basadas en Sistemas MultiAgentes," 2006.  [46] Enrique González, "Inteligencia Computacional Redes Neuronales," *Pontificia Universidad Javeriana,* Mar, 2018.  [47] 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. |