

DISPOSITIVO Y SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE ESTIMULACIÓN AUDITIVO Y VISUAL PARA REGULAR EL COMPORTAMIENTO

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La divulgación actual se sitúa en la convergencia de la ingeniería electrónica y la psicología, abordando un dispositivo y sistema especializado en la adquisición de condiciones medioambientales y diagnóstico a través de imágenes de la emoción presente en un entorno. Usando un sistema de procesamiento central, donde además de registrar los datos se hace la correlación de la información para que de acuerdo con una intención de comportamiento se realice el control de las condiciones de iluminación artificial y el sonido ambiente procurando un aporte positivo a las emociones y contribuya al comportamiento de las personas presentes en un espacio cerrado.

ANTECEDENTES

Para organizar la arquitectura necesaria en nuestro sistema, nos basamos en el paradigma de IoT (Internet de las cosas) como elemento integrador. IoT es una tecnología que posibilita la conexión de dispositivos y objetos cotidianos a internet, facilitando la transmisión bidireccional de datos. Esto conlleva a una mayor automatización y un monitoreo mejorado de los dispositivos conectados, generando mejoras significativas en la eficiencia y la toma de decisiones en diversas industrias.

La infraestructura del IoT se sustenta en tres pilares esenciales: sensores, dispositivos y nubes. Los sensores recopilan datos ambientales, los dispositivos procesan y transmiten estos datos, y las nubes almacenan y analizan la información. La comunicación entre dispositivos se realiza mediante protocolos inalámbricos como WiFi, Zigbee, Bluetooth, entre otros.

Esta integración de IoT se extiende a la información visual capturada por nuestros sentidos. Contribuye al comportamiento al proporcionar datos sobre el entorno, facilitando la navegación e interacción. La estimulación visual desempeña un papel fundamental en la percepción, la memoria y el aprendizaje. Por ejemplo, al observar un objeto, nuestro cerebro lo procesa y lo almacena en la memoria a corto y largo plazo, permitiéndonos reconocer objetos similares y utilizar esta información en tareas futuras.

La estimulación visual también influye en nuestras emociones y estado de ánimo. Imágenes tranquilas y relajantes pueden reducir el estrés, mientras que imágenes violentas pueden aumentar la ansiedad. Investigaciones, como las citadas en revistas especializadas, confirman la esencialidad de la estimulación visual para la percepción, el aprendizaje, la memoria, las emociones y la comunicación.

La estimulación auditiva, al igual que la visual puede evocar emociones y afectar el comportamiento. Sonidos dentro del espectro audible repetitivos pueden afectar las emociones de las personas. Sonidos con un nivel muy alto pueden provocar dolor físico y pueden llegar a producir daños irreversibles en el oído. Por el contrario, sonidos armónicos pueden generar sensación de bienestar y confort. Estudios han determinado que ciertas piezas musicales ayudan a la atención y la concentración de los individuos.

Este enfoque se entrelaza con el Modelo de Comportamiento de Ajzen, también conocido como el Modelo de Comportamiento Intencional (TBM). Este marco teórico, desarrollado por el psicólogo social Icek Ajzen, explora cómo y por qué las personas toman decisiones y realizan acciones. Según el modelo TBM, la intención de una persona de realizar un comportamiento es el principal predictor de dicho comportamiento, influenciado por la actitud hacia el comportamiento, la norma social subjetiva y la percepción de control sobre el comportamiento. Utilizando este modelo en diversos campos, desde la investigación de salud pública hasta el marketing y la psicología ambiental, se pueden desarrollar estrategias para promover comportamientos deseados y prevenir los no deseados.

Determinar parámetros objetivos para un sistema que tenga como parámetros las emociones hace que sea una propuesta difícil de implementar. La identificación de personas usando imágenes es una tecnología presente en muchos ambientes. En sistemas masivos de transporte reconocer quienes infringen las normas o en caso de ocurrencia de algún evento particular. En otros casos identificar las placas de vehículos de infractores hacen que la tecnología de reconocimiento de imágenes usando características particulares sea posible.

Así las cosas, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con sistemas de instrumentación y control que registran condiciones ambientales de entorno y genera un estímulo auditivo y visual con IOT, dentro de las que se encuentra el documento US 20200236427, el cual se relaciona con sistemas, métodos, aparatos y productos de programas informáticos que aprovechan una red de Internet de las cosas integrada en un entorno circundante para detectar la presencia de usuarios dentro de las zonas de participación que rodean el contenido mostrado en una ubicación física. Uno o más dispositivos de IoT equipados con sensores, sistemas de audio, sistemas de video y/o capacidades de entrada del usuario registran las interacciones con el contenido mostrado y capturan señales de comportamiento que indican un interés expresado en el contenido por parte de los usuarios. Las versiones digitales del contenido mostrado se entregan a uno o más dispositivos asociados con el usuario. El contenido adicional asociado con el contenido mostrado o contenido similar que tenga una o

más de las mismas características distintivas puede agregarse con las versiones digitales del contenido mostrado y entregarse al usuario. La entrega de contenido agregado puede retrasarse hasta que los usuarios se encuentren en un lugar seguro y adecuado para revisar el contenido agregado que se entrega.

Sin embargo, la invención definida con en dicha anterioridad, aunque se relaciona con unos dispositivos IOT que registran la interacción de un usuario con un contenido digital, no abarcan la identificación de la expresión facial de las personas en un recinto cerrado. Por otro lado, limitan su estímulo a un contenido digital sin abarcar estímulos auditivos y visuales a dichas personas en un recinto cerrado.

De otra parte, se encuentra el documento US 20240057232 que divulga un método que incluye el uso de uno o más módulos Wi-Fi de uno o más dispositivos informáticos para detectar el movimiento de un usuario final desde un primer entorno monitoreado de uno o más dispositivos informáticos a un segundo entorno monitoreado diferente del uno o más dispositivos informáticos, donde el primer entorno supervisado comprende un primer dispositivo de Internet de las cosas (IoT), donde el segundo entorno supervisado comprende un segundo dispositivo IoT, y donde el primer y segundo dispositivos IoT están acoplados comunicativamente a uno o más dispositivos informáticos dispositivos a través de una red IoT. El método también incluye, en respuesta a la detección del movimiento del usuario final desde el primer entorno monitoreado al segundo entorno monitoreado, desencadenar una primera acción de IoT en el primer dispositivo de IoT y desencadenar una segunda acción de IoT en el segundo dispositivo de IoT.

No obstante, la invención definida en esta anterioridad, aunque relaciona instrumentos y métodos de control con dispositivos de IoT en uno o mas módulos de WI-FI, no abarca en detalle la identificación de las expresiones faciales de las personas para su procesamiento y la generación de señales auditivas y visuales para el control del comportamiento de dichas personas.

A partir de la información anterior, se puede inferir citando los documentos existentes en el estado del arte que existen invenciones relacionadas con instrumentos y métodos relacionados con dispositivos IoT para la detección de respuestas a la detección del movimiento de un usuario o a la presencia del mismo para generar respuestas o acciones relacionadas con los dispositivos IoT, como contenido digital o diferentes acciones con los dispositivos IoT.

De acuerdo con la información anterior, es claro para el experto en la materia que en el estado del arte existe una necesidad por diseñar e implementar sistemas de instrumentación y control que registran condiciones ambientales de entorno y genera un estímulo auditivo y visual con IoT como un agente regulador del ambiente, con elementos propios del Internet de las Cosas (IoT) con tecnológica robusta y accesible para la integración de los sistemas de su monitoreo y control en línea y también su funcionamiento de manera autónoma.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra un modelo de control en lazo cerrado de un sistema de instrumentación y control de estimulación auditivo y visual para regular el comportamiento.

La Figura 2 ilustra un esquema de un dispositivo sensor de identificación de la emoción presente en un entorno cerrado.

La Figura 3 ilustra la descripción del hardware del dispositivo sensor de identificación de la emoción presente en un entorno cerrado.

La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo del sistema sensor de emociones y generador de estímulo auditivo y visual.

La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo del sistema de lectura de condiciones medioambientales y control RGB.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El sistema (100) de la presente divulgación implementa un dispositivo sensor (110) destinado a la identificación y parametrización de emociones, además de las condiciones medioambientales y comportamientos a través de la captura de imágenes y sonidos del entorno circundante. La Fig. 1 proporciona una visión esquemática de los componentes clave de este sistema.

En ambientes cerrados (120) como salones de trabajo, bancos o aulas, el dispositivo de captura de variables de imagen y sonido (110) se ubica estratégicamente. Este dispositivo (110) está conectado a una unidad de procesamiento computacional para el reconocimiento de emociones humanas, cuya función primordial consiste en identificar las emociones (115) de las personas presentes en el espacio y calcular la emoción predominante. Como resultado, el sistema ajusta variables ambientales como la luz y el sonido, para procurar un comportamiento sugerido.

El sistema a través de una interfaz de usuario permite al usuario poner una referencia de un comportamiento evocado que puede ser activante, tranquilizante o neutral. La información recopilada por los sistemas de medida son procesadas por el controlador Comportamiento de la Inteligencia Artificial (130) (Artificial Intelligence of Behavior en inglés o por sus siglas AloB) y genera los estímulos visuales y auditivos.

Esta información es contrastada por un sensor que identifica las emociones en los rostros usando imágenes. La Fig. 2 detalla la arquitectura del sistema (200) básico de la invención, que implica la captura de imágenes mediante una cámara

fotográfica (210), procesando la información a través de una Red Neural Convulsionada (de sus siglas en ingles CNN), y la salida de la CNN identifica las emociones presentes en el entorno, clasificándolas en 7 emociones (220): enojo, disgusto, miedo, alegría, tristeza, sorpresa y neutro.

El sistema al ser un lazo cerrado de control modifica las condiciones dentro de unos parámetros establecidos para poder contribuir al comportamiento de acuerdo con la referencia establecida.

El núcleo del sistema es el dispositivo de reconocimiento de emociones, que se vale de la inteligencia artificial. La implementación del sistema se materializa en su funcionamiento de acuerdo con el hardware en dos subconjuntos de trabajo que se pueden ver en la Fig. 3. Este dispositivo (300) demanda un hardware adecuado capaz de procesar volúmenes significativos de datos y ejecutar algoritmos complejos. En su implementación preferente, se emplea una cámara web y una minicomputadora como componentes principales para su funcionamiento. La información se procesa localmente en el dispositivo, y los resultados se transmiten a una base de datos o directamente a la unidad de reconocimiento de emociones humanas (310).

Como subsistema se cuenta con el medidor de condiciones medioambientales (330), las variables seleccionadas para este sistema son temperatura, humedad relativa, sonido y radiación lumínica. Este sistema aporta la posibilidad de controlar directamente las condiciones de iluminación de sistemas comerciales RGB independiente de la potencia del sistema. Además, tiene la posibilidad de ser un control universal por infrarrojo (IR) para sistemas de iluminación que posean esta tecnología.

El subsistema sensor de emociones y estímulo auditivo y visual (320) permite la identificación de la emoción predominante en un espacio, el almacenamiento de la característica y transmisión de estas características a una base de datos en la nube. Es de aclarar que el sistema en su búsqueda de mantener la privacidad de las personas y con la intención de ser un sistema no intrusivo captura y procesa las imágenes, pero éstas NO son almacenadas ni transmitidas en ninguna parte del proceso. Lo que se almacena en la nube son las características de las emociones identificadas. De acuerdo con la intención comportamental seleccionada por el administrador del espacio, el sistema reproduce música adecuada, contando con una base de datos de canciones de libre uso y clasificadas por el efecto que producen. Estas canciones pueden ser transmitidas por medios físicos o de manera inalámbrica vía bluetooth. Si el ambiente cuenta con una pantalla de información esta puede ser usada no solo para transmitir audio sino también para ser usada para transmitir imágenes que aumenten los estímulos del ambiente conducentes al comportamiento sugerido.

La mejor manera de describir el método del funcionamiento del primer subsistema es a través del diagrama de flujo de la Fig. 4.

En el diagrama se puede ver el funcionamiento del primer subsistema. Se realiza primero la tarea de revisión de conexión a la red local, luego a internet, luego el sistema trata de conectarse con el servidor y transmite los datos de los sensores a la base de datos. Si el sistema no se logra conectar empieza a crear un archivo local mientras intenta conectarse a la red y actualizar los datos.

Mide la referencia de cual es el tipo de comportamiento que se desea en el ambiente, si la lectura de los sensores está de acuerdo con las variables establecidas para el comportamiento el sistema mantiene las condiciones de los estímulos deseados. Por el contrario, el sistema empieza a modificar los estímulos para generar un ambiente adecuado de acuerdo con la intención. Los estímulos que produce esta parte del sistema es el de estímulos auditivos (música ambiental) y animaciones para sistemas de información (pantallas led o televisores).

El segundo subsistema de medición de condiciones ambientales y control de iluminación artificial registra los parámetros usando tecnología IoT y los datos los procesa dentro del sistema permitiendo su funcionamiento on-line y off-line. Este sistema se puede ver en el diagrama de flujo de la Fig. 5, allí se describe el funcionamiento y la manera en que el sistema usando procesamiento local puede realizar el control ajustando de manera permanente los parámetros.

El diagrama de flujo de la fig. 5 muestra el funcionamiento del segundo sistema, al igual que el primer sistema el intenta realizar la conexión con la red local, luego con internet y después con el servidor donde se aloja la base de datos.

Después recibe la información de la referencia de la condición comportamental deseada y evalúa las condiciones del entorno. Si las medidas indican una diferencia entre el comportamiento sugerido y el identificado el sistema ajusta los parámetros de iluminación artificial con luz RGB usando un controlador neuro difuso. Por el contrario, el sistema mantiene las condiciones de iluminación sin modificaciones. Repitiendo este proceso de manera continua.

En una implementación de la presente divulgación, un sistema de instrumentación y control de estimulación auditiva y visual para regular el comportamiento, que comprende una arquitectura integral diseñada para influir de manera positiva en el entorno y la conducta de los individuos. Los elementos clave de este sistema incluyen:

Sensores de Entorno: Dispositivos sensoriales integrados que monitorizan variables ambientales como la iluminación, la temperatura, y los niveles de ruido para evaluar el contexto del entorno.

Sistemas de control de Estímulos Visuales: Sistema de control de potencia de la iluminación artificial monocromática o la generación de condiciones adecuadas con el sistema de iluminación RGB. Además, el sistema tiene la posibilidad usando conexión HDMI de transmitir información animada a pantallas ubicadas que

proyectan imágenes y contenido visual adaptado para inducir respuestas emocionales de acuerdo al comportamiento sugerido.

Sistemas de control de Estímulos Auditivos: Sistemas de altavoces que emiten música, sonidos naturales o mensajes informativos para crear una atmósfera acústica que favorezca las condiciones deseadas del entorno.

Dispositivos de Captura Visual y Reconocimiento Emocional: Cámaras de alta resolución que capturan imágenes del entorno y emplean algoritmos avanzados de reconocimiento facial y de emociones para evaluar las expresiones faciales y el estado emocional de las personas presentes.

Unidad de Procesamiento Central: Una unidad central de procesamiento que coordina la información recopilada por los sensores y dispositivos de captura, integrando la retroalimentación visual y auditiva de manera armonizada.

Sistema de Control Automático: Algoritmos de control automáticos que analizan la información del entorno y las respuestas emocionales detectadas. Estos algoritmos ajustan dinámicamente los estímulos visuales y auditivos para mantener un equilibrio óptimo y favorecer un comportamiento positivo.

Interfaz de Usuario: Una interfaz de usuario intuitiva que permite la configuración personalizada del sistema según las preferencias individuales, garantizando así una adaptación personalizada a las necesidades de cada usuario.

Comunicación Inalámbrica: Módulos de comunicación inalámbrica que permiten la conectividad fluida entre todos los componentes del sistema, facilitando una respuesta rápida y coordinada a los cambios en el entorno y el comportamiento. Permitiendo el trabajo en línea y fuera de línea o de manera directa sobre la terminal.

Este sistema de instrumentación y control representa una solución holística para contribuir al comportamiento mediante la integración de estímulos auditivos y visuales, utilizando tecnologías avanzadas de captura y procesamiento de datos. Su diseño versátil y adaptable lo hace ideal para diversas aplicaciones, desde entornos clínicos hasta espacios públicos, con el objetivo de fomentar experiencias positivas y comportamientos deseables.

APLICACIÓN Y EJEMPLO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

A continuación, se ilustra la aplicación de un sistema de instrumentación y control que registra las condiciones medio ambientales del entorno y genera un estímulo auditivo y visual, como un agente regulador del ambiente, con elementos propios del Internet de las Cosas (IoT) con tecnología robusta y accesible para la

integración de los sistemas de su monitoreo y control en línea y también su funcionamiento de manera autónoma.

Así, los principales elementos o componentes del sistema de la presente invención corresponden a:

- SoC (System on Chip), preferiblemente una raspberry pi 3 B+, pero no de forma limitante.
- Cámara de lente de apertura 16:9 con resolución de 4k en video con una tasa de 30fps.
- Conectividad vía bluetooth para salida de audio a dispositivos de potencia.
- Salida HDMI para instalación inicial y sistema de estímulo por video sobrepuesto en contenido de información o entretenimiento.

De este modo, el sensor de temperatura y humedad se conecta a la terminal de procesamiento ESP8266, vía conexión I2C. A esta misma terminal usando los conversores ADC se envían los datos del sensor UV y el micrófono que son señales analógicas. El conversor hace un muestreo de la señal UV cada 0.1 Hz, pero la muestra de presión acústica la realiza cada 70KHz para identificar fuentes de ruido en el espectro audible.

Este sistema terminal es autocontenido y puede trabajar de manera independiente. El posee un control neuro difuso que recopila la información de los sensores y luego realiza un proceso de gestión y control de las luces medioambientales. Controla la temperatura de la luz (color) y la potencia requerida.

La salida de este sistema tiene dos posibilidades de control de potencia. Usando buffer de potencia particulares a la potencia total de la luz RGB. Salida por infrarrojo para funcionar como control remoto para lámparas RGB controladas por IR. La señal de los sensores se recopila al interior del dispositivo y cuando hay conectividad se transmite vía WiFi a un servidor con una base de datos influxDB. De este servidor el segundo subsistema, el sensor de emociones recopila la información y la usa para generar los estímulos auditivos con una base de datos de música ambiental de acceso abierto. Este sistema también posee una animación de un robot que cambia de color y de acción y permite sobreponerse en un sistema de información para aumentar la capacidad del estímulo.

Además, este subsistema compuesto por una Raspberry pi, realiza el monitoreo de las emociones de las personas presentes usando una cámara. Esta información se recopila y procesa de manera local. Pero en un principio ético del diseño y de buen manejo de la privacidad de las personas la cámara no transmite en ningún momento imágenes ni videos de las personas presentes.

I. EJEMPLO: sala de espera en un aeropuerto.

A continuación, con el siguiente ejemplo se ilustrará una situación de aplicación del sistema y permitirá una mejor comprensión de la invención. El propósito es mostrar de una manera general la invención para una persona en general sin que tenga grandes conocimientos de las áreas de desarrollo. Debe entenderse que en ningún momento la invención se limita exclusivamente al ejemplo acá descrito.

Imaginemos el sistema aplicado para mantener las condiciones comportamentales en una sala de espera de un aeropuerto. Este sistema utiliza la tecnología IoT de manera integral, incluyendo estímulos visuales y auditivos para mejorar la experiencia de los usuarios y gestionar sus emociones en un entorno potencialmente estresante.

En el aeropuerto por condiciones meteorológicas el vuelo ha sido cancelado y se debe transmitir la noticia a los pasajeros que ya están en la sala de embarque.

El administrador de la sala ingresa al sistema, ya sea de manera local o remota y configura el sistema en la referencia para tranquilizar las personas. El sistema que por defecto mantiene las condiciones del entorno en una referencia de neutro, envía esta solicitud a los subsistemas y realiza las siguientes tareas.

Dispositivos Auditivos:

Altavoces distribuidos emiten suavemente música ambiental o sonidos naturales, proporcionando una experiencia auditiva agradable y disminuyendo el ruido ambiental. Esta parte cuenta con una base de datos suficiente para poder generar calma a las personas.

Iluminación artificial:

Usando los sensores de temperatura, humedad, sonido y luminosidad recopilan datos del entorno de la sala de espera. Con esta información modifican los parámetros RGB (ver tabla 1) de la iluminación de la sala, para generar una sensación de calma a las personas.

Tabla 1. Parámetros de condiciones medioambientales para generar la salida RGB y la potencia

State	Temp	Humidity	UV index	Acoustic pressure	RGB OUT	POW OUT
Relax	$t > 40$	$HR > 60$	1 -2	30 - 40 dB	0x0000FF	80%
Relax	$20 > t < 40$	$40 > HR < 60$	3 -7	40 - 60 dB	0x00FFFF	40%
Relax	$t < 20$	$HR < 40$	UV > 8	60 - 80 dB	0xF1FF00	20%

Dispositivos Visuales:

Pantallas estratégicamente ubicadas muestran imágenes relajantes y agradables, como paisajes serenos o actividades culturales, contribuyendo a la creación de un ambiente tranquilo.

Dispositivos de captura visual y reconocimiento de emociones:

Cámaras discretas capturan imágenes de la sala y emplean una Red Neural Convulsional (CNN) para identificar expresiones faciales y microexpresiones que reflejen emociones específicas.

Ajuste Automático:

Basándose en los datos recopilados, el sistema ajusta automáticamente las condiciones del entorno. Por ejemplo, si se detecta un aumento en el nivel de estrés, las luces pueden atenuarse suavemente, y la música puede cambiar a una más relajante.

Sistema de Comunicación Inalámbrica:

Los dispositivos IoT se comunican de manera inalámbrica utilizando protocolos como WiFi y Bluetooth, permitiendo una sincronización eficiente y rápida de la información.

El sistema monitorea continuamente las condiciones emocionales en tiempo real y ajusta dinámicamente los estímulos visuales y auditivos para mantener un ambiente calmado y confortable.

Este ejemplo demuestra cómo la aplicación de la tecnología IoT, junto con la integración de estímulos visuales y auditivos, puede crear una experiencia más placentera y relajante en una sala de espera de aeropuerto, ayudando a gestionar las emociones de los viajeros y contribuyendo a un entorno más positivo.

En el ejemplo anterior se muestra el sistema como referencia el estado tranquilizante, de la misma manera el sistema puede ajustar sus parámetros para activar las personas en caso de una evacuación controlada o mantener a las personas en una condición neutral.