

Inteligencia emocional: afectiva Computación en Arquitectura y Diseño



Behnaz Farahi

Resumen ¿Qué pasaría si las interfaces materiales pudieran adaptarse físicamente al estado emocional del usuario para desarrollar una nueva interacción afectiva? Mediante el uso de tecnologías de computación emocional para rastrear las expresiones faciales, las interfaces materiales pueden ayudar a regular las emociones. Pueden servir como herramienta para aumentar la inteligencia o como medio para impulsar una relación empática mediante el desarrollo de un vínculo afectivo con los usuarios. Este artículo explora cómo el cambio de color y forma puede utilizarse como herramienta de diseño interactivo para transmitir información emocional. Se ilustra con dos proyectos: uno a la escala íntima de la moda y otro a una escala más arquitectónica. A través de la interacción con el diseño, el arte, la psicología, la informática y la ciencia de los materiales, este artículo visualiza un mundo donde los materiales pueden detectar las respuestas emocionales del usuario y reconfigurarse para entrar en un ciclo de retroalimentación con su estado afectivo e influir en la interacción social.

Palabras clave Computación afectiva · Materiales responsivos · Materia activa · Diseño interactivo · Robótica

1 Introducción

¿Tiene la materia emociones? ¿Puede la materia reconocer emociones y provocar ciertas respuestas emocionales en los usuarios? ¿Es posible dotar a los nuevos materiales de la integración adecuada de detección, actuación y comunicación para que sirvan como materia afectiva que detecte y responda a las emociones? (Fig. 1).

En el pasado, muchos pensadores occidentales han considerado la emoción como un obstáculo para el pensamiento racional e inteligente; ha existido una gran brecha entre las perspectivas racional y emocional. Tradicionalmente, se considera que las computadoras son racionales y lógicas. También se cree que son eficaces para realizar ciertas tareas cognitivas en las que los humanos no son tan competentes. Por lo tanto, cualquier aspecto relacionado con las emociones debería ser descartado o simplemente no tomado en serio por la comunidad científica [1].

B. Farahi (B)

Escuela de Artes Cinematográficas, Universidad del Sur de California, Los Ángeles, CA 90007, EE. UU.

Correo electrónico: farahibo@gmail.com



Fig. 1 Mesolite: Una exhibición emotiva

En la última década, esta perspectiva ha cambiado drásticamente. Finalmente, se ha aceptado ampliamente que los sistemas emocionales también pueden influir en la cognición. Esto significa que todo lo que hacemos tiene un componente cognitivo y afectivo que le asigna significado y valor. Las emociones, ya sean positivas o negativas, pueden influir directamente en la cognición y otros comportamientos, como nuestra percepción, atención, motivación y, en general, nuestra capacidad para tomar decisiones. Los avances en neurociencia y psicología para comprender el papel de las emociones, como la investigación del destacado neurocientífico Antonio Damasio, han llevado a muchos informáticos a intentar crear computadoras capaces de comprender las emociones.¹

2 Detección de emociones: Computación emocional

El término «computación afectiva» fue acuñado por Rosalind Picard en una ponencia presentada en la conferencia de informática de 1995 [2]. Sin embargo, los orígenes de esta investigación se remontan a tiempos anteriores. Por ejemplo, en 1972, Manfred Clynes inventó una máquina llamada «taquígrafo» para medir las emociones. En sus experimentos, los sujetos utilizaban el tacto y la presión de sus dedos para expresar una secuencia de emociones (ira, odio, pena, neutralidad, amor, sexo, alegría y reverencia) mientras experimentaban ciclos musicales de 25 minutos de duración. Su objetivo era utilizar su investigación como evidencia de que es posible “contrarrestar un estado emocional negativo induciendo un cambio bastante rápido hacia uno positivo”. En su libro, *Sentics: The Touch of the Emotions*, describió sus hallazgos sobre “la percepción y la respuesta emocional en la intersección de la música, el arte y las matemáticas” [3] y

¹Cabe destacar que existen muchas teorías diferentes sobre las emociones que toman elementos de diversas disciplinas, entre ellas la psicología, la neurociencia, la fisiología y la ciencia cognitiva.

Se profundizó en el concepto de formas «sénticas». «El carácter emocional se expresa mediante una modulación sutil específica de la acción motora implicada, que corresponde con precisión a las exigencias del estado séntico» [4].

El término "computación afectiva" se utiliza ampliamente para referirse al "modelado computacional de las emociones y a la implementación de agentes autónomos capaces de procesarlas" [5]. En pocas palabras, la computación afectiva consiste en desarrollar sistemas capaces de reconocer, interpretar y simular emociones humanas mediante la medición de respuestas fisiológicas. De hecho, estudios han demostrado que la mayoría de las comunicaciones afectivas se producen de forma no verbal o paralingüística mediante expresiones faciales, gestos e inflexiones vocales [6, 7]. Gracias a las tecnologías de sensores, se pueden capturar y procesar diversos datos de las respuestas fisiológicas o neurológicas del usuario. De forma similar a cómo entendemos las emociones de los demás a través de diversas modalidades de información, estos sistemas pueden percibir señales de cualquier emoción. Por ejemplo, los sensores de visión artificial pueden utilizarse para capturar gestos corporales e incluso expresiones faciales, mientras que los sensores biométricos pueden medir directamente datos fisiológicos como la temperatura de la piel y la resistencia galvánica, ayudándonos a comprender mejor nuestro estado emocional.

Aunque existe un debate en curso sobre si las emociones son una construcción social y cultural o universales,² en la década de 1960 el antropólogo estadounidense Paul Ekman se propuso demostrar que ciertos tipos de emociones no son culturalmente específicos y, de hecho, son universales en todos los ámbitos de la vida. Como lo expresa Evans: «Nuestra herencia emocional común une a la humanidad de una manera que trasciende las diferencias culturales» [8].

Ekman denominó las siguientes «emociones básicas»: alegría, angustia, ira, miedo, sorpresa y asco. A través de su investigación, intentó argumentar que las expresiones faciales asociadas con las emociones básicas son innatas y universales [9].

Las emociones universales, manifestadas fisiológicamente a través de las expresiones faciales, pueden ser detectadas y reconocidas por sistemas computacionales. Y si los materiales se mejoran con estos sistemas computacionales, ¿cómo podría la materia representar o simular una respuesta emocional en consecuencia? En otras palabras, ¿cómo podemos asignar diversas emociones a diversas respuestas? O, dicho de otro modo, ¿cómo podríamos usar técnicas de detección de expresiones faciales para controlar el comportamiento receptivo?

3 Provocar una respuesta emocional

...La emoción, como la palabra lo indica, tiene que ver con el movimiento, con el comportamiento externalizado, con ciertas orquestaciones de reacciones a una causa dada, dentro de un entorno dado [10].

En 1944, Fritz Heider y Marianne Simmel realizaron un experimento muy interesante que exploraba cómo el cerebro asigna diversas características emocionales y construye una historia a partir de una serie de eventos [11]. En su experimento, mostraron a los participantes

²Por ejemplo, en su último libro, *How Emotions Are Made*, Lisa Feldman Barrett sostiene que las emociones están social y culturalmente contrastadas.

una animación corta y sencilla y les pidió que describieran lo que vieron que estaba sucediendo. Lo que descubrieron es que muchas personas asignaban ciertas características, como emociones, movimientos intencionales y objetivos, a formas simples y sus movimientos asociados, aunque no hay evidencia de ninguna expresión facial o incluso cualquier indicación de representación humana.

En 1986, Valentino Braitenberg realizó otra observación fascinante en su libro "Vehículos: Experimentos en Psicología Sintética" [12]. En sus ejercicios mentales, Braitenberg imaginó robots simples capaces de producir comportamientos sorprendentemente complejos, y aparentemente cognitivos. Si bien estos vehículos pueden desplazarse de forma autónoma gracias a la conexión entre sus sensores y ruedas, parece que poseen una forma de autonomía que les permite alcanzar un objetivo o incluso presentar diversas características, como ser agresivos, exploradores, apasionados, etc.

Por ejemplo, un robot que evita la fuente de luz puede representar la emoción del "miedo", algo muy similar a cómo un insecto escapa de la luz para no ser atrapado.

Por supuesto, una de las grandes preguntas en todas estas observaciones es cómo explotar el fenómeno natural del antropomorfismo, el proceso mediante el cual atribuimos características mentales a los objetos animados. Es justo argumentar que, al utilizar el movimiento de los materiales o el cambio de color como herramienta de diseño de interacción, es posible usar estas herramientas para la comunicación emocional. La mayoría de estas interfaces materiales han sido...

Ya se han utilizado o estudiado por sus propiedades de comunicación visual y háptica, pero no necesariamente para la expresión emocional. Sin embargo, esta área de investigación está en auge. Como señalan Strohmeier et al., «Las exploraciones recientes sobre interfaces que cambian de forma han comenzado a explorar cómo las formas podrían utilizarse para expresar emociones» [13].

Entonces, ¿cómo podrían los diseños que cambian de forma y color transmitir emociones y cómo podría este desarrollo transformar la experiencia de diseño? ¿Cómo beneficiaría potencialmente la aplicación de este desarrollo en wearables a quienes sufren de incapacidad para comprender las señales emocionales de su entorno? ¿O cómo podría un elemento arquitectónico beneficiarse de conectar emocionalmente con los visitantes? Este artículo utiliza dos proyectos que abordan el concepto de computación emocional a diversas escalas para intentar responder a estas preguntas.

4 Seguimiento de expresiones faciales

La idea de Mark Weiser de "computación ubicua" ya se ha hecho realidad. Vivimos en un mundo donde los dispositivos computacionales están integrados en todo el entorno. El concepto de entornos y dispositivos inteligentes se está integrando cada vez más en nuestras vidas, desde Fitbit, que registra las calorías que quemamos, hasta aplicaciones que rastrean nuestros patrones de sueño, y el termostato Nest, que aprende de nuestro comportamiento en los edificios. Es hora de que los sistemas computacionales no solo interactúen con el aspecto cuantitativo de nuestra vida, sino que también creen una interfaz con nuestras emociones.

Las aplicaciones de los sistemas de seguimiento de expresiones faciales incluyen:

1. Estudiar la reacción afectiva de los clientes con fines de marketing para comprender

1. Ofrecer contenido multimedia personalizado

con fines publicitarios 2. Observar la salud mental de los pacientes para

psicología clínica y atención sanitaria 4. Monitorizar las respuestas faciales con fines de seguridad en los aeropuertos.

Por ejemplo, en el mundo comercial, el fabricante de chocolate Hershey ha desarrollado un dispensador en sus tiendas que recompensa con una muestra si sonríes. El objetivo es mejorar la experiencia en la tienda y crear una oportunidad de venta. Mientras tanto, su competidor, Mondelez International, reproduce anuncios según la edad y el género de los clientes detectados [14]. Asimismo, el seguimiento de expresiones faciales se ha implementado en la industria de los medios y el entretenimiento para crear experiencias como FaceDance, que permite a las personas controlar el movimiento de un Michael Jackson virtual mediante el movimiento de sus músculos faciales.

Este artículo sostiene que el seguimiento de la expresión facial se puede integrar en el tejido de materiales para diversos fines:

1. La aplicación de la computación emocional en wearables inteligentes podría aumentar la inteligencia emocional. No solo podría proporcionar una mejor comprensión objetiva de nuestro estado emocional, sino también darnos pistas sobre nuestro entorno social.
2. La aplicación de la computación emocional en entornos/objetos inteligentes podría crear una experiencia más empática y atractiva al establecer un bucle afectivo con el usuario.

5 Opale: Una prenda robótica suave y emotiva

¿Cómo puede la ropa detectar la agresión y ponerse en modo defensivo en consecuencia?

Esta sección describe la estrategia de diseño detrás de Opale, una prenda emotiva que puede reconocer y responder a las expresiones emocionales de las personas que la rodean.

El objetivo es desarrollar un dispositivo robótico portátil blando equipado con un sistema electromecánico que controla los comportamientos de cambio de forma imitando las expresiones emocionales de los espectadores (Fig. 2).

El cabello humano y el pelaje animal son algunos de los fenómenos naturales más inspiradores, tanto por su morfología como por su función comunicativa durante la interacción social. Inspirado en el pelaje animal, Opale está compuesto por un bosque de 52.000 fibras ópticas incrustadas en silicio que se erizan cuando quien lo lleva se siente amenazado.

La intención tras el desarrollo material de este proyecto fue controlar la ubicación y la orientación de elementos similares a pelos para que respondieran a fuerzas subyacentes similares a cómo el pelo se eriza debido a las contracciones micromusculares unidas a los folículos pilosos cuando experimentamos piel de gallina o piloerección. Estas respuestas involuntarias de la piel se deben a cambios de temperatura o a la experiencia.

³Diseñado por los cineastas Ariel Schulman y Henry Joost y los programadores creativos Aaron Meyers, Lauren McCarthy y James George.



Fig. 2 Opale: Una prenda robótica suave y emotiva

de emociones como el miedo, la excitación sexual y la excitación. Para lograr este objetivo, se incorporaron una serie de bolsas inflables de silicona debajo de la piel similar al pelaje para generar deformaciones en la textura y el volumen de la superficie. La distribución de las fibras en la superficie se basó en un estudio de la arquitectura del cuerpo humano.

Los datos obtenidos a partir de un análisis de la curvatura superficial del cuerpo humano y los contornos subyacentes de los músculos determinaron la ubicación, densidad y altura de la distribución de las fibras. El objetivo era exagerar el movimiento de los músculos subyacentes haciendo que las fibras más densas y largas siguieran los contornos de la curvatura subyacente (Figs. 3 y 4).

El comportamiento inflable se controló mediante una placa eléctrica de diseño personalizado conectada a un microcontrolador Adafruit Feather (M0 con procesador ATSAMD21G18 ARM Cortex M0), capaz de controlar un conjunto de seis solenoides médicos de tres puertos y bajo consumo (serie LH4). Esto facilitó el control computacional de la presión de aire y el inflado rápido mediante el entorno de programación Arduino. Como resultado, cada uno de los seis compartimentos neumáticos de compuestos blandos fue capaz de proporcionar patrones de textura controlados dinámicamente, cuya velocidad y frecuencia de cambio podían variar. Para ello, se utilizó una cápsula de CO₂ miniatura (16 gramos, LeLand), un regulador (salida de 15 psi, Beswick) y una batería de polímero de litio (3,7 V, 2000 mAh) (Figs. 5 y 6).

Desde la perspectiva del diseño interactivo, este proyecto analiza detenidamente la dinámica de la interacción social. Tendemos a responder a las personas que nos rodean mediante nuestras expresiones faciales y movimientos corporales inconscientes. Cuando estamos rodeados de personas sonrientes, solemos devolverles la sonrisa. Y cuando nos sentimos amenazados, solemos adoptar una actitud...

El proceso de fabricación de este proyecto consistió en la inserción manual de 52.000 fibras ópticas en la superficie de montaje cortada con láser (1/4 de lámina acrílica transparente). Tras colocar todas las fibras en la superficie, se trasladaron cuidadosamente a un baño de silicio. Transcurridas 48 h, una vez que el silicio estuvo completamente curado, la superficie de montaje se retiró con cuidado del paisaje de fibras.

Fig. 3 Izquierda: Colocación de fibras
En el corte láser transparente

Lámina de acrílico. Derecha: Los
datos del análisis de la
curvatura superficial del cuerpo
humano indican la ubicación, la densidad
y la altura de las fibras.



Fig. 4 Izquierda: Colocación de fibras
en la lámina acrílica

transparente cortada con láser.
Derecha: Los datos del análisis
de la curvatura superficial del cuerpo
humano indican la ubicación, la densidad
y la altura de las fibras.

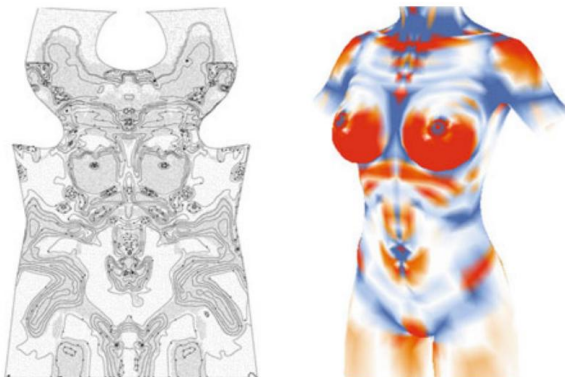


Fig. 5 Izquierda: Circuito de control
neumático compuesto por seis
electroválvulas de tres puertos
con conexiones de cable
coaxial. Derecha: Cápsula de
CO2 de 16 g y regulador (salida de
15 psi)

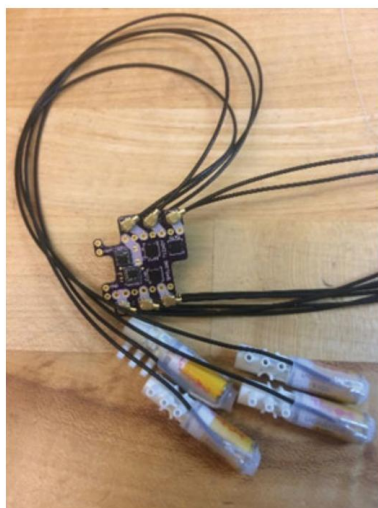




Fig. 6 Izquierda: Circuito de control neumático compuesto por seis electroválvulas de tres puertos con conexiones de cable coaxial. Derecha: Cápsula de CO2 de 16 g y regulador (salida de 15 psi)

Postura defensiva. Mediante la lógica de la replicación neuronal, imitamos las expresiones emocionales de los demás. De igual manera, los animales usan su piel, pelaje y plumas como medio de comunicación. Perros, gatos y ratones erizan su pelaje como mecanismo de defensa o como forma de intimidación (Fig. 7). Darwin fue el primero en examinar las señales emocionales en humanos y animales en su libro, *La expresión de las emociones en el hombre y los animales* (1872). Argumentó que la forma en que se nos eriza el pelo cuando tenemos miedo es un vestigio de una época en la que nuestros antepasados estaban completamente cubiertos de pelo, y su función era hacerlos parecer más grandes e intimidantes [15].

El reto, entonces, es desarrollar ropa que también pueda expresar emociones. Por ejemplo, ¿sería posible que la ropa percibiera la agresión y se pusiera a la defensiva en consecuencia?

El reto consistía en explorar si las emociones expresadas en nuestras interacciones sociales podían representarse de forma no verbal mediante el movimiento de una prenda. Así, la prenda se convertiría en una herramienta o aparato expresivo que empatiza con la...

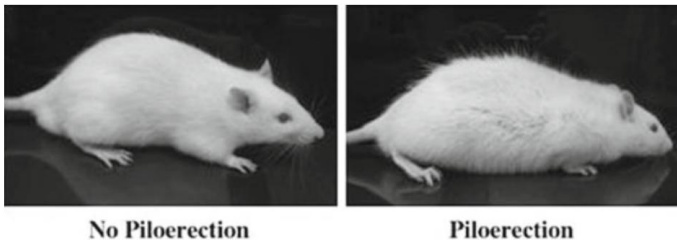


Fig. 7 Piloerección en ratones, consultada en <https://www.nature.com/articles/1300989>

Observadores. Para ello, este vestido está equipado con una cámara de seguimiento facial que detecta diversas expresiones faciales en el rostro del observador: felicidad, tristeza, sorpresa, ira y neutralidad. Cada emoción detectada se envía a un microcontrolador (Teensy 3.2) capaz de activar los solenoides para generar diversos patrones y velocidades de inflado en cada bolsa de aire (Fig. 8).

Por ejemplo, si el vestido detectaba una expresión de sorpresa en el rostro de alguien que lo observaba, la zona de los hombros de quien lo llevaba comenzaba a inflarse. O si alguien expresaba enojo, sus hombros y pecho comenzaban a inflarse y desinflarse con un movimiento frenético y agresivo. Cuando las personas a su alrededor sonreían y demostraban felicidad, el vestido ondulaba sutilmente de arriba abajo (Figs. 9 y 10).

Aunque la aplicación actual de la computación emocional y la robótica blanda para wearables aún presenta limitaciones, abre oportunidades emocionantes para la ropa que cambia de forma en el futuro, tanto para fines de comunicación como de atención médica. La prenda inteligente no solo promete convertirse en parte del aparato de la inteligencia humana, sino...



Fig. 8 Cámara de seguimiento facial integrada en el vestido de silicona, que puede detectar las expresiones faciales de quienes observan.

Fig. 9 El vestido responde a las emociones del espectador.



Fig. 10 El vestido responde a las emociones del espectador.



También puede beneficiar a muchas personas con autismo que tienen dificultades para reconocer expresiones faciales. Las personas con autismo podrían prestar atención a lo que dices, pero no distinguir si estás feliz, triste o enojado. Como resultado, sus respuestas podrían no coincidir con las expectativas deseadas, lo que lleva al aislamiento y al rechazo de los demás. Este sistema puede ayudarles a integrarse más fácilmente con los demás y, con el tiempo, a aprender a comportarse adecuadamente. respuestas.

6 Mesolite: Una exhibición emotiva

¿Cómo podemos crear una experiencia emocional atractiva para los clientes mediante el diseño de una pantalla interactiva? ¿Cómo se puede transmitir la calidad de vida a través de los materiales, el comportamiento dinámico y la transformación del color? ¿Cómo se pueden utilizar la personalidad y el carácter como herramientas para el diseño de interacción?

Mesolite es un expositor emotivo encargado por Adidas para exhibir el concepto de zapatilla Predator 2020 y ofrecer experiencias de compra y otras experiencias al consumidor. El objetivo es explorar cómo la visión artificial y el seguimiento facial pueden implementarse en el diseño de un expositor para influir en los patrones de interacción social y maximizar la interacción con los espectadores, dotando al objeto de exhibición de características similares a las de un animal (Fig. 11).

Inspirada en la forma de un balón de fútbol, la esfera Mesolite consta de 31 módulos hexagonales y pentagonales fresados en CNC de acrílico negro. La esfera está equipada con una cámara de seguimiento facial y presenta una abertura irregular en la que se exhibe su último modelo de zapato de fútbol. Inspirada en la formación natural del cristal Mesolite, la esfera está montada con 1800 tubos acrílicos (1/4 de diámetro), de longitud variable, iluminados con diversos efectos de luz para representar la velocidad y el movimiento del jugador y el balón en el campo (Figs. 12 y 13).

Cada hexágono y pentágono se fresó (con fresas de tres y cinco ejes) utilizando una lámina gruesa de acrílico negro con una hendidura diseñada que permite conectar cada módulo a otro mediante dos juegos de tornillos en cada borde. El objetivo era crear un sistema modular que facilitara el montaje y redujera el coste de fabricación. Cada módulo cuenta con unos 70 orificios angulares únicos en los que se montan los tubos de acrílico.

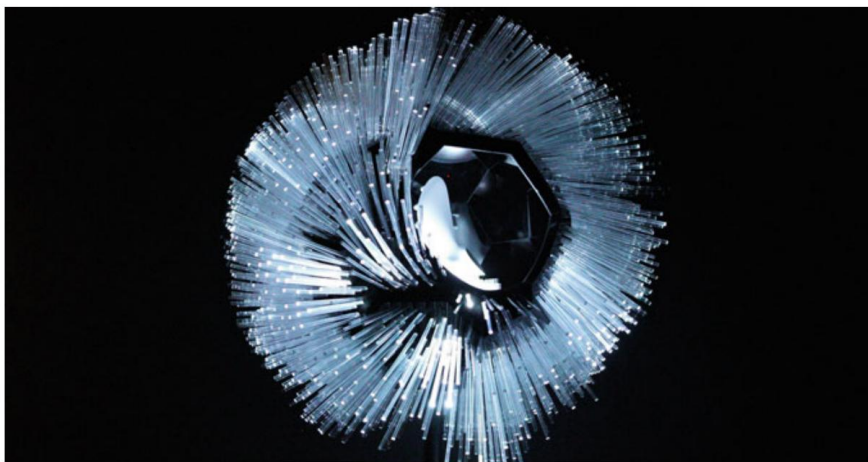


Fig. 11 Mesolite, una exhibición interactiva que muestra el calzado de fútbol más nuevo, responde al entusiasmo de los visitantes.

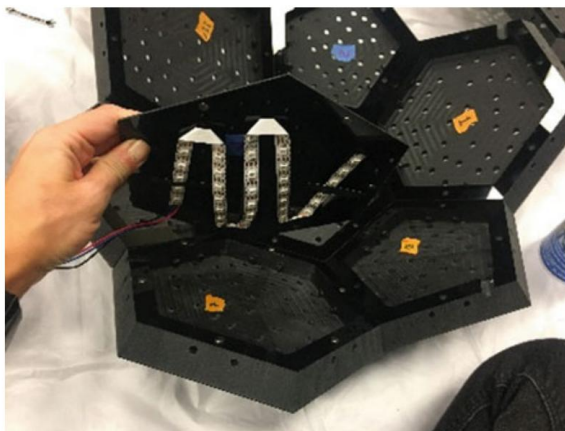
Fig. 12 Izquierda: Fresado CNC de cinco ejes de agujeros laterales para interconexiones de módulos.

Derecha: Conjunto de siete módulos, mostrando un módulo con un panel LED dedicado.



Fig. 13 Izquierda: Fresado CNC de cinco ejes de agujeros laterales para interconexiones de módulos.

Derecha: Conjunto de siete módulos, mostrando un módulo con un panel LED dedicado.



La pieza posee una magia especial, similar a la luz que emiten las luciérnagas en la naturaleza. Incorpora 1000 píxeles LED R, G y B direccionables individualmente, y las puntas de los tubos acrílicos se iluminan creando una fascinante danza de luz. Para ello, cada hexágono y pentágono cuenta en su interior con un panel de 1/8, que se fija mediante pequeños imanes y alberga los píxeles LED. Cada panel se conecta al módulo contiguo mediante un conector hembra-macho.

Todos los cables que conectan los LED se unen en la parte inferior de la esfera, donde se conectan a los microcontroladores dedicados. Dentro de la esfera, hay una plataforma con un paisaje orgánico de fibra óptica (similar a Opale), equipada con 300 píxeles LED y un eje de aluminio conectado a un motor paso a paso en el centro. El producto —la zapatilla Adidas Predator 2020— está montado en el eje sobre un paisaje de fibra óptica, creando una interacción orgánica entre el cuerpo de la zapatilla y dicho paisaje.

La exhibición Mesolite cuenta con un "ojo", una cámara de seguimiento facial que puede detectar las expresiones faciales de hasta 35 visitantes y la posición de sus cabezas respecto a la abertura de la esfera. Al detectar un rostro, Mesolite sale del "modo sueño" y reconoce la presencia del espectador. El "modo sueño" se refiere a cuando el zapato está inmóvil y los patrones de luz LED presentan un sutil movimiento con un efecto de luz blanca brillante. Al detectar el rostro del visitante, Mesolite cobra vida, reconociendo su presencia generando una onda de luz roja que recorre la superficie desde la abertura hasta la parte posterior de la esfera, como si diera la bienvenida. El zapato interior también cobra vida al seguir la cabeza del visitante, creando así una conexión íntima con el espectador. Para ello, el valor $\langle x, y \rangle$ relacionado con la posición de la cabeza del visitante, capturado por la cámara, se asigna a la posición de rotación del zapato, creando la ilusión de que el zapato está de frente al espectador. De esta manera, Mesolite obtiene una forma de direccionalidad de atención. Si hay varias personas frente a Mesolite, la cámara calcula los valores de todos los rostros detectados y el zapato empieza a mirarlos como si intentara captar la atención de varias personas. Una vez que una persona capta la atención de Mesolite, debe intentar mantenerla acercándose. De lo contrario, el zapato empieza a dirigir su atención a todos los rostros detectados frente a la abertura (Figs. 14 y 15).

Cuanto más se involucra el espectador, más cobra vida Mesolite. Cuando los espectadores expresan sorpresa, la luz roja comienza a ondularse con ritmos que recuerdan a respiraciones profundas. Cuando los espectadores sonríen y expresan felicidad, Mesolite comparte la felicidad haciendo girar el zapato y la luz roja comienza a parpadear rápidamente varias veces, como si también estuviera emocionado y feliz. (Figs. 16 y 17).

El sistema informático de la pieza incluye un cerebro central (Raspberry Pi) y cuatro microcontroladores que reciben información de él. La tarea de Pi es procesar y enviar datos a microcontroladores que interactúan con el mundo físico.⁶ Como tal, Pi contiene el bucle principal de la aplicación, que está orquestado para

El cerebro del Pi está escrito en Python3 con un código Cython de alto rendimiento reservado para las animaciones de LED, mientras que el código del microcontrolador está escrito en un subconjunto de C++, utilizando el estándar

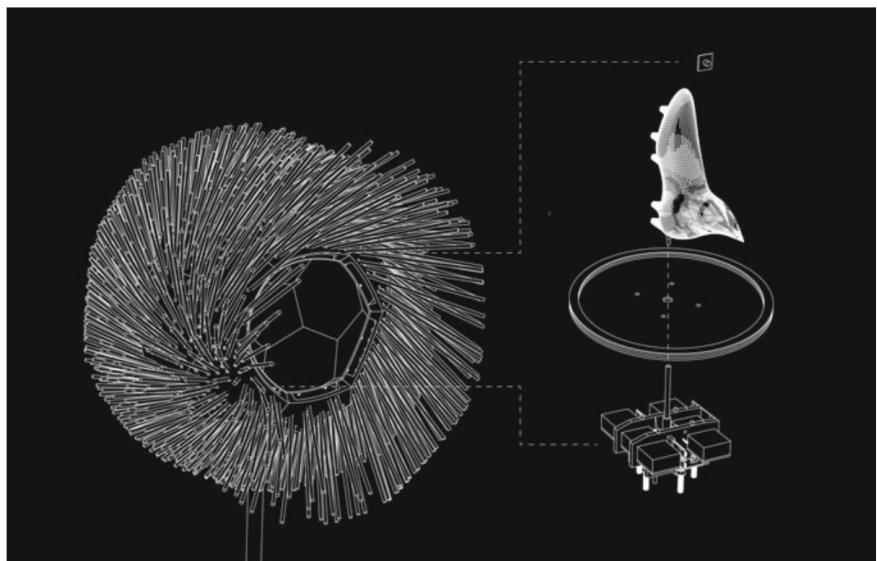


Fig. 14 Diagrama de la colocación de cada elemento en la esfera. A la derecha, desde arriba. Abajo: Cámara, Zapato Predator, Plataforma con LED integrado y fibra óptica, Computacional cerebro

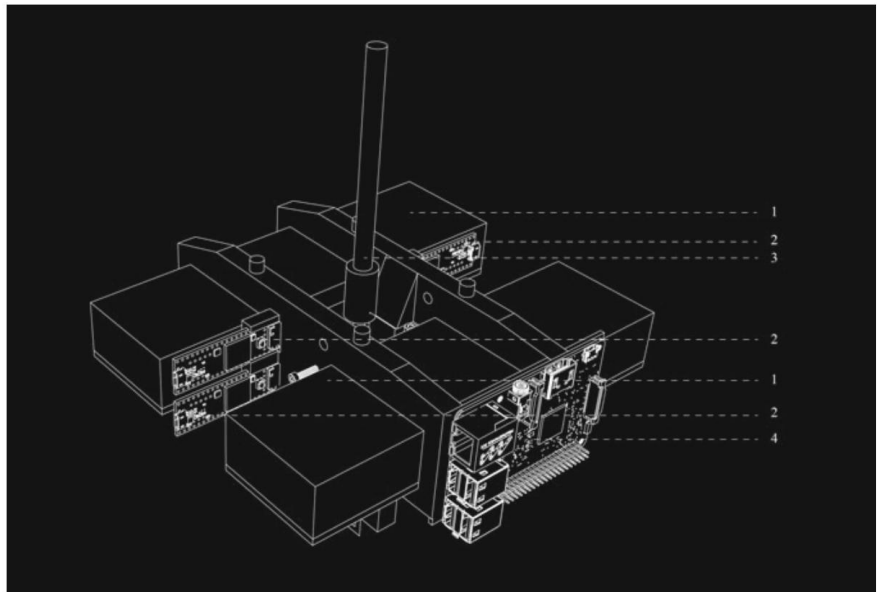


Fig. 15 El cerebro computacional incluye (1) Dos fuentes de alimentación (40 A, 5 V), (2) Tres microcontroladores (Teensy 3.6), (3) Motor (Controlador Mechaduino) y (4) Raspberry Pi

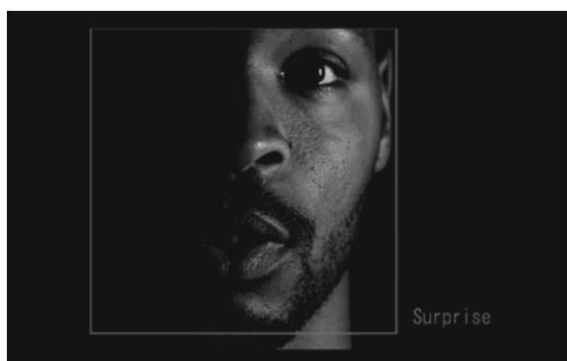


Fig. 16 Se puede detectar la ubicación del rostro y las expresiones faciales emocionales del espectador, incluyendo sorpresa y felicidad. Mosilte cobra vida al detectar un rostro.



Fig. 17 Se puede detectar la ubicación del rostro y las expresiones faciales emocionales del espectador, incluyendo sorpresa y felicidad. Mosilte cobra vida al detectar un rostro.

Se ejecuta aproximadamente 30 veces por segundo, comunicándose con los microcontroladores conectados para obtener datos de la cámara y accionar el motor y los LED. Uno de los retos en la programación del sistema de iluminación para esta pieza fue mapear la estructura irregular de los píxeles del LED para detectar la ubicación exacta de cada píxel con su ID específico en el espacio vectorial 3D de la esfera (Fig. 15). Para lograrlo, exportamos las coordenadas de cada punto del archivo 3D y las almacenamos como archivo de texto en la Pi.

Antes de iniciar el bucle, Pi analiza los archivos relacionados con el sistema de coordenadas de los LED para obtener las coordenadas $\langle x, y, z \rangle$ de cada unidad LED R, G y B. Se utilizaron tres microcontroladores Teensy 3.6, dos conectados a los píxeles del LED y uno a la cámara. Se utilizó un motor Mechduino con su microcontrolador dedicado para controlar los movimientos del zapato, lo que requirió el desarrollo de nuestro...

Bibliotecas Arduino y Teensyduino. El código de cada una se puede compilar e implementar mediante el IDE de Arduino (v 1.8.5).

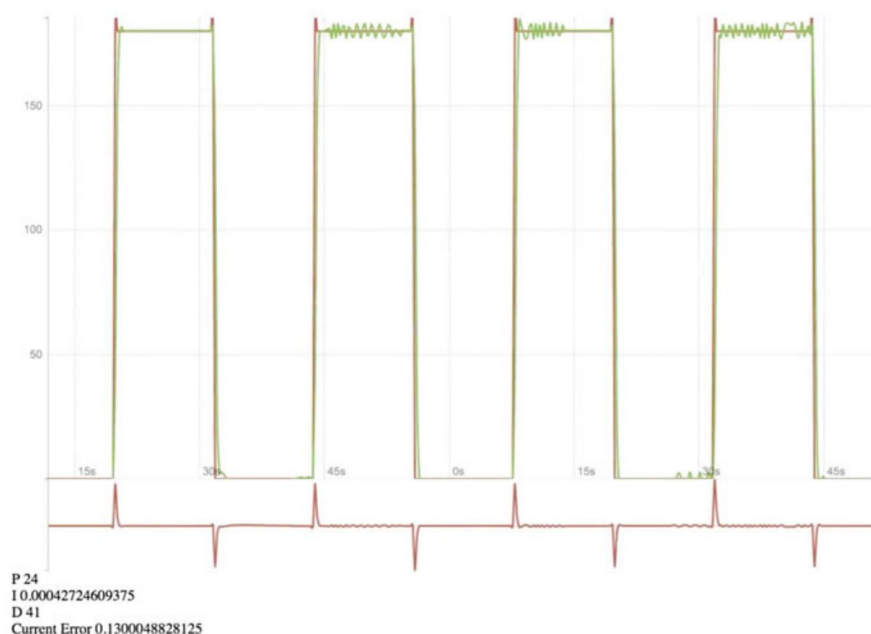
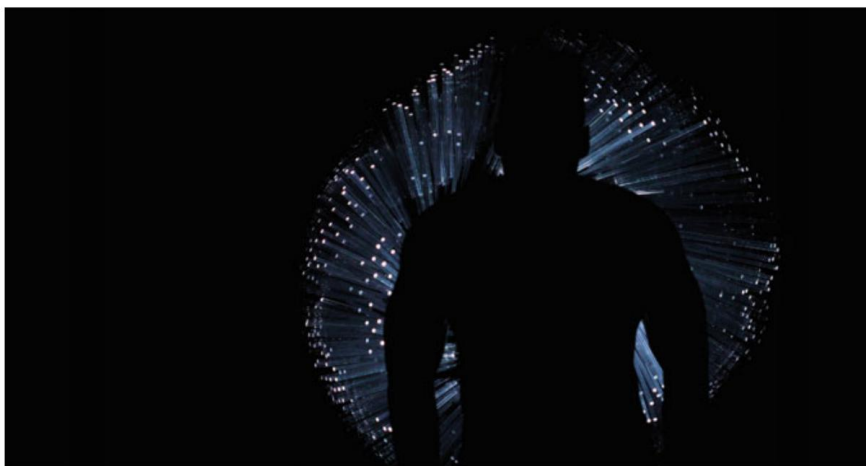


Fig. 18 Diseño personalizado de interfaz visual para calibración del PID del motor

Software personalizado para calibrar el PID del motor7 (Fig. 18). Este fue un paso esencial para comprender el par, la posición y la aceleración del motor, factores clave para el diseño del comportamiento.

El alcance y la aplicación de este proyecto sugieren numerosas oportunidades de diseño para el mundo de la arquitectura y el diseño de productos. Lo que es evidente es que, al diseñar objetos inteligentes/robóticos con comportamientos realistas, estos artefactos pueden explotar deliberadamente la divergencia entre las características y preferencias del objeto y el marco de referencia humano. El antropomorfismo, en este contexto, se refiere al surgimiento de la interacción entre un usuario y el entorno robótico. Según Epley et al., esto incluye estados emocionales, motivaciones e intenciones atribuidas por el usuario al robot [16]. Sin embargo, la tarea de expresar diversas emociones mediante interfaces que cambian de forma, como también señalan Strohmeier et al., supone un importante reto de diseño que requiere un enfoque interdisciplinario que integre diseño, ingeniería de materiales, informática y HCI. No obstante, abre oportunidades radicalmente nuevas para abordar cuestiones psicosociales.

Un controlador proporcional-integral-derivativo (controlador PID) es un mecanismo de control de bucle de retroalimentación, utilizado principalmente en sistemas de control industrial. Hemos desarrollado nuestro propio visualizador de software para controladores PID, que pronto se publicará en la plataforma de código abierto GitHub.



7 Conclusión y trabajo futuro

Este artículo ha buscado ilustrar cómo los materiales aumentados con herramientas computacionales pueden servir como una interfaz emocional. En este proceso se han abordado dos desafíos: uno es cómo detectar emociones del usuario y el otro es cómo provocar una cierta respuesta emocional en el usuario mediante la implementación de comportamientos dinámicos como cambios de color y forma. Así, en términos del primer desafío, el objetivo es detectar la emoción del espectador utilizando un sistema de visión artificial y almacenar la información en el material. En términos del segundo desafío, el material responde físicamente a la emoción detectada para establecer un bucle afectivo con los usuarios. La intención es explorar cómo las interfaces de cambio de forma y color podrían usarse en el futuro para expresar y simular diversas emociones a través de la representación no humana. Estas interfaces materiales podrían ser una herramienta muy efectiva para la comunicación de emociones.

Este artículo presenta el proceso de diseño de dos proyectos: Opale, un vestido robótico suave y emotivo, y Mesolite, una pantalla emotiva. El trabajo descrito sirve como prueba de concepto para la aplicación de la computación emocional en el diseño, que puede utilizarse como herramienta de regulación emocional, ya sea para aumentar la inteligencia emocional (p. ej., con una prenda inteligente) o para desarrollar un vínculo emocional mediante un bucle afectivo con los usuarios (p. ej., con una pantalla inteligente).

La intención ha sido demostrar que, a pesar de nuestra ansiedad por los entornos inteligentes y las tecnologías en general, existe potencial para la empatía donde estos objetos pueden convertirse en compañeros y coexistir con nosotros, no en nuestra contra. Además, si bien la capacidad de la visión artificial para reconocer diferentes expresiones faciales ha sido explotada con fines comerciales y publicitarios, la integración de tales...

Un sistema en una instalación textil o arquitectónica es una nueva aventura que podría abrir nuevas oportunidades para el mundo del diseño, la HCI y la arquitectura.

Referencias

1. Picard, RW (2015). La promesa de la computación afectiva en el manual Oxford de computación afectiva. Editado por Rafael Calvo, Sidney D'Mello, Jonathan Gratch y Arvid Kappas, Oxford University Press, Oxford.
2. Picard, RW (1995). Computación afectiva. Laboratorio de Medios del MIT; Computación perceptual; Sección Informe Técnico No. 321.
3. Popova, M. (2013). Sentic: Sanación emocional a través de la música y el tacto. Recuperado de <https://www.brainpickings.org/2011/09/05/manfred-clynes-sentic/>, también la conferencia de Clynes sobre ciclos de Sentic <https://www.youtube.com/watch?v=qulcl5UG1z4>.
4. Clynes, M. (1989). Sentic: El toque de las emociones. Edición revisada. Bridport, Dorset: Prism P. Ltd.
5. Scherer, KR (2010) Emoción y competencia emocional: Cuestiones conceptuales y teóricas para agentes de modelado. En KR Scherer, T. Banziger y E. Roesch (Eds.), Un plan para la computación afectiva: Libro de consulta y manual (1.ª ed.). Oxford 6. Mehrabian, A. , Nueva York: Oxford University Press. (1971). Mensajes silenciosos. Belmont, California: Wadsworth.
7. Picard, RW (1998). Hacia agentes que reconocen la emoción. En: IMAGINA, Actas (págs. 153–155). Mónaco.
8. Evans, D. (2003). Emoción: Una breve introducción. Edición interbibliotecaria. , Nueva York: Oxford Oxford University Press.
9. Ekman, P., y Lazarus, RS (1980). El rostro del hombre: Expresiones de emociones universales en un Aldea de Nueva Guinea. Nueva York: Garland STPM Press.
10. Damasio, A. (2000). El sentimiento de lo que sucede: Cuerpo y emoción en la creación de conciencia (1ª ed.). San Diego, CA: Mariner Books.
11. Heider, F. y Simmel, M. (1944). Un estudio experimental del comportamiento aparente. The American Journal of Psychology, 57(2), 243. <https://doi.org/10.2307/1416950>.
12. Braitenberg, V. (1986). Vehículos: Experimentos en psicología sintética. Reimpresión. Cambridge, Mass.: Un libro de Bradford.
13. Strohmeier, P., Carrascal, JP, Cheng, B., Meban, M. y Vertegaal, R. (2016). Una evaluación de los cambios de forma para transmitir emociones (2016). En CHI 2016, Actas de la conferencia CHI de 2016 sobre factores humanos en sistemas informáticos (pp. 3781–3792).
14. Nieburg, O. (2015). Sonríe para recibir dulces: La emoción de Hershey en la tienda con su muestrario de reconocimiento facial. Recuperado de https://www.confectionerynews.com/Article/2015/07/31/Hershey-Smile-Sample-Facial-recognition-to-dispense-chocolate?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright.
15. Darwin, C. (1983). La expresión de las emociones en el hombre y los animales. Londres; Dover, NH: Pinter Pub Ltd.
16. Epley, N., Waytz, A., Akalis, S. y Cacioppo, JT (2008). Cuando necesitamos un ser humano: Motivación Determinantes del antropomorfismo. Cognición Social, 26(2), 143–155.