

1. Reconocimiento de emociones

Las emociones juegan un papel relevante en la vida cotidiana de los seres humanos. La importancia de las emociones ha motivado a investigadores en las disciplinas de ingeniería biomédica, informática y electrónica a desarrollar métodos automáticos para que los computadores reconozcan expresiones emocionales. Para un amplio conjunto de aplicaciones los computadores deben interpretar las emociones de los humanos con los que interactúan. Por ejemplo, interacción humano-robot, juegos interactivos conscientes de las emociones, neuromarketing, entornos inteligentes, etc. El análisis del habla y las expresiones faciales han sido los mecanismos principales de detección automática de emociones. Sin embargo, usar sólo el habla o la expresión facial tiene desventajas: no son suficientemente fiables para detectar emociones, especialmente cuando las personas quieren ocultar sus sentimientos. En comparación con la expresión facial, el uso de señales fisiológicas es un enfoque más robusto para investigar los cambios cognitivos y emocionales de los usuarios.

Señales fisiológicas

Las emociones regulan el sistema nervioso autónomo, lo que, a su vez, causa variaciones en la secreción de sudor en la superficie de la piel, así como cambios en la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria. Entre las señales fisiológicas que se pueden ver influenciadas por las emociones se encuentran¹:

- La electroencefalografía (EEG) consiste en el registro de la actividad cerebral, que puede capturarse utilizando electrodos colocados en la superficie del cuero cabelludo o en la frente;
- La respuesta galvánica de la piel (Galvanic Skin Response – GSR) es una medida de la conductancia de la piel, es decir, de la actividad eléctrica de la piel debido a la variación en la sudoración del cuerpo humano. La señal GSR consta de dos componentes principales, las señales tónicas y fásicas. El componente tónico indica el nivel básico de conductancia de la piel, que varía de persona a persona, mientras

¹ Girardi, D., Lanubile, F., & Novielli, N. (2017). Emotion detection using noninvasive low cost sensors. In *2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)* (pp. 125-130). IEEE.

que el componente fásico cambia de acuerdo con estímulos externos específicos como sonidos, ruidos, cambios en la condición de la luz, etc. Los estudios en psicología muestran cómo la señal GSR varía considerablemente con respecto a los cambios en la intensidad emocional, especialmente para las emociones con alta excitación. Por ello, la señal GSR ha sido ampliamente empleada en el reconocimiento de emociones;

- La señal electromiográfica (EMG) describe la actividad eléctrica de la contracción de los músculos. Cada vez que ocurre una contracción, se genera electricidad y se propaga en tejidos, huesos y en el área de la piel cercana. La señal EMG está relacionada linealmente con la cantidad de contracción muscular y la cantidad de músculos contraídos. Sin embargo, la señal EMG se puede medir incluso cuando no se pueden ver contracciones observables, por ejemplo, cuando se controla el cuerpo para que no ocurran ciertos comportamientos. Esto hace que la señal EMG sea excelente para monitorizar el proceso cognitivo-conductual además de la simple observación, así como un predictor de emociones;
- Las mediciones relacionadas con el corazón, como el volumen sanguíneo o la frecuencia cardíaca, también se emplean para el reconocimiento de los estados emocionales y cognitivos. La frecuencia cardíaca generalmente se obtiene aplicando algoritmos de conversión a la señal capturada por un pletismógrafo, que es un sensor óptico que generalmente se aplica en un dedo.

Asimismo, señales capturadas con acelerómetros o giroscopios, ya sea con sensores en un teléfono, reloj o pulsera inteligentes, también se pueden utilizar para determinar las emociones humanas². En gran medida, las emociones se reflejan en las posturas, movimientos y la marcha del cuerpo humano. Por ejemplo, es más probable que las personas se inclinen hacia adelante y dirijan sus puños cerrados hacia su fuente de frustración cuando están enojadas. Un creciente cuerpo de evidencia surgido en los últimos años sugiere que no solo las personas tienden a adoptar diferentes posturas corporales y andar de acuerdo

² Quiroz, J. C., Yong, M. H., & Geangu, E. (2017, September). Emotion-recognition using smart watch accelerometer data: preliminary findings. In *Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 805-812).

con las emociones que sienten, estas también son fácilmente identificables por otros, lo que refuerza la idea de que son señales sociales importantes. Son importantes no solo para fines de comunicación social, sino también con el alcance de monitorizar e intervenir en casos de reactividad y regulación de emociones no adaptativas, particularmente en condiciones clínicas específicas.

Representación de emociones

El modelo dimensional de *valence-arousal* emocional, representado en la Figura 1, se usa ampliamente en muchos estudios de investigación. La escala de placer-disgusto Scale mide cuán agradable puede ser una emoción. El placer (*valence*) varía de desagradable a agradable y es el grado de atracción de una persona hacia un objeto o evento específico. Varía de negativo a positivo. La escala de excitación-no excitación mide la intensidad de la emoción. La activación o excitación (*arousal*) es un estado fisiológico y psicológico de estar despierto o reactivo a los estímulos, que va de pasivo a activo.

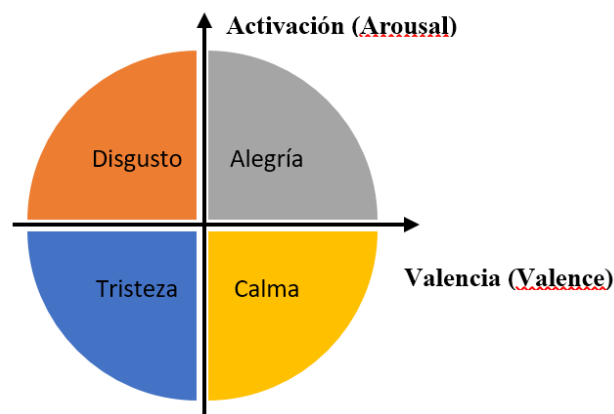


Figura 1. Espacio valence-arousal de emociones

2. Pulsera inteligente Empatica E4

La pulsera inteligente Empatica E4³ (Figura 2), desarrollada y comercializada por Empatica Inc., está diseñada para investigadores y profesionales médicos que realizan investigaciones sobre fisiología en la vida diaria. No está diseñada para su empleo directo por el usuario final.



Figura 2. Pulsera E4 (Fuente: sitio web del fabricante)

Características principales

La pulsera E4 Incorpora los siguientes sensores:

- **Sensor de fotopletimografía:** mide el pulso del volumen sanguíneo (Blood Volume Pulse - BVP), a partir del cual se pueden derivar la frecuencia cardíaca, la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Heart Rate Variability – HRV) y otras características cardiovasculares. Este sensor captura BVP a 64Hz.
- **Sensor de actividad electrodérmica:** se utiliza para medir la conductancia de la piel (Electrodermal Activity – EDA, Galvanic Skin response – GSR). Esto permite medir la excitación del sistema nervioso simpático y derivar características relacionadas con el estrés, la implicación y la excitación. La actividad electrodérmica es capturada a 4Hz.
- **Sensor de temperatura de la piel:** Mide la temperatura superficial de la piel, capturada a 4Hz.

³ <https://e4.empatica.com/e4-wristband> (fecha de ultimo acceso: 3 de febrero de 2020)

- **Acelerómetro de 3 ejes:** para capturar actividad basada en el movimiento, capturada a 32Hz.

Otras características de la pulsera Empatica E4 son:

- **Botón para marcar eventos:** permite marcar eventos relevantes para poder correlacionarlos posteriormente con las señales fisiológicas adquiridas con los sensores
- **Bluetooth® Smart:** tecnología de comunicación de bajo consumo y corto alcance
- **Batería:** permite capturar más de 20 horas de datos en modo streaming⁴ y más de 36 horas en modo grabación⁵. El tiempo de carga es inferior a 2 horas.
- **Memoria interna:** permite almacenar más de 60 horas de grabación de datos

⁴ En modo streaming, la pulsera E4 se conecta a un teléfono móvil o computador mediante Bluetooth. Los datos adquiridos pueden ser visualizados inmediatamente empleando la Empatica Realtime App o un programa que utilice la API provista por Empatica

⁵ En modo grabación, la pulsera E4 almacena los datos en la memoria interna. Los datos pueden ser posteriormente descargados via USB empleando el programa Empatica Manager.