

La Computación Afectiva y el Arte Interactivo

Autores: Emiliano Causa, Andrea Sosa

emiliano.causa@gmail.com / correo.andreasosa@gmail.com

Palabras claves

Computación Afectiva, Arte Interactivo, Expresiones Faciales, Emoción, Respuestas Emocionales.

1. Introducción

Esta tarde

*Balaustrada de brisa
para apoyar esta tarde
mi melancolía*

Giuseppe Ungaretti

En los últimos años asistimos a cambios vertiginosos en el campo de la HCI (*Human Computer Interaction*, Interacción Humano/Computadora). Particularmente, se pueden observar avances en paralelo en tres campos de acción: 1) el de la Interface 2) el de la Conectividad y 3) el del Comportamiento de los Sistemas.

En el primer eje, nos encontramos con el desarrollo de nuevas interfaces que permiten novedosas conexiones entre el cuerpo y la experiencia. Desde las pantallas sensibles al tacto, monitores holográficos, pantallas de vapor, humo, hasta los sistemas de captación de movimientos y gestos. Un sinfín de posibilidades que hacen a la experiencia más intuitiva, a la vez que permiten manejar nuevas dimensiones y precisar el gesto. Por ejemplo, cuando se pasa de un teclado convencional a un sistema capaz de captar el desplazamiento en el espacio, o la ubicación de mis pupilas (para determinar hacia dónde miro). La Interface ha evolucionado tanto, que permite la generación de nuevos territorios, como los que ofrecen la Realidad Virtual y las más recientes Realidades Aumentadas.

En el segundo eje, el de la Conectividad, nos encontramos ante la posibilidad de conectar diferentes espacios/tiempos. Hoy en día los dispositivos inalámbricos están en boga, las redes comandan el mundo de la información. Si las interfaces hicieron posible la Realidad Virtual, la conectividad abrió camino al ciber-espacio y a Internet. En poco tiempo podremos manejar nuestros electrodomésticos desde el teléfono celular, acaso el dispositivo más importante en el proceso de democratización de la tecnología. Y ya nadie duda de que Internet es un centro mundial, en cuanto a la acumulación y difusión del conocimiento, y a las plataformas de comunicación que promueve.

Finalmente, en el tercer eje, nos encontramos con el desarrollo del comportamiento de los sistemas. En esta línea, la Inteligencia Artificial ha sido la disciplina que obtuvo los mayores avances. En las dos últimas décadas se han desarrollado algunas de sus ramas (de la línea "conexionista"): la vida artificial, los algoritmos genéticos, las redes neuronales. En el comportamiento de los sistemas se ve una marcada evolución hacia los sistemas auto-organizativos, capaces de desarrollar comportamientos autónomos sostenidos, y de evolucionar y adaptarse sin la intervención humana.

Es en esta última línea en la que se centra el presente trabajo, particularmente en los intentos por lograr una interacción humano/computadora más eficiente mediante la articulación de la comunicación emocional, la Computación Afectiva. La afectividad es una dimensión significativa del comportamiento y la comunicación humana. Lograr que las computadoras puedan comprender nuestras emociones y a la vez que puedan "expresar" (o simular) emociones propias, sería un paso importante para establecer un cambio cualitativo en la interactividad.

Cada uno de estos tres ejes de acción (la Interface, la Conectividad y el Comportamiento) está ejerciendo notorias influencias en las formas de producir, reproducir y concebir el arte. El campo de las Artes Electrónicas incorpora en sus producciones los avances en la informática y particularmente la HCI. El caso de la Computación Afectiva no es una excepción y ya existen desarrollos artísticos relacionados a la capacidad de captar y generar emociones.

2. Naoko Tosa y el arte de la emoción

Naoko Tosa es una de las primeras artistas que investigó el uso de la computación afectiva con fines artísticos. Es artista e investigadora en medios, profesora invitada en la Escuela de Graduación de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Kobe y profesora en la Universidad de Arte de Musashino. Naoko Tosa¹ ha investigado el reconocimiento de emociones para la realización de instalaciones interactivas, principalmente, generando personajes virtuales capaces de captar y responder a las emociones de los visitantes.

2.1. El uso artístico del ritmo cardíaco en “*Unconscious Flow*”

Unconscious Flow es un trabajo desarrollado por Naoko Tosa. Se trata de una instalación interactiva que aprovecha ciertos aspectos del lenguaje no verbal en su discurso, concretamente, utiliza el ritmo cardíaco (y sus variaciones) de los participantes para testear los niveles de tensión-distensión y el grado de interés mutuo. La instalación consta de una cabina con una pantalla donde se muestran dos avatares con forma de sirena que representan a los participantes. Estos avatares se mueven en función de los movimientos de las manos de los dos participantes que pueden ingresar a la sala. A su vez, el ritmo y variación del ritmo cardíaco son testeados con electrodos en los brazos de los visitantes. Las sirenas desarrollan comportamientos, que varían de la hostilidad hasta la empatía, en función de los parámetros de tensión e interés que muestran los participantes en sus signos vitales. Uno de los elementos impactantes de este trabajo es que el ritmo y variación del ritmo cardíaco son signos involuntarios y por ende una muestra “sincera” del estado emocional.

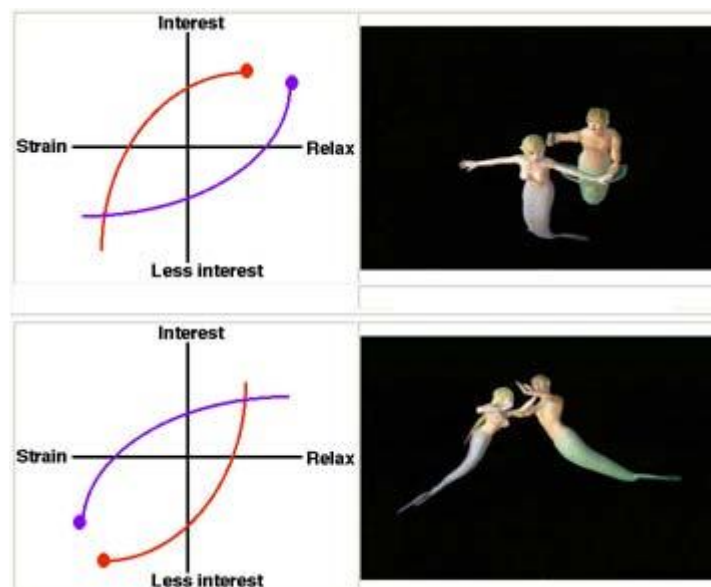


Figura 1: comportamiento de los avatares de “*Unconscious Flow*” en función de los niveles de tensión e interés (imagen obtenida en <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/>)

¹ Ha ganado en dos oportunidades premios en el concurso de Arte y Vida Artificial (llamado “Vida”), organizado por Fundación Telefónica de España y uno de los premios más importantes de esta categoría.

3. La Computación Afectiva

La Computación Afectiva (*Affective Computing*) es una disciplina de la Inteligencia Artificial que intenta desarrollar métodos computacionales orientados a reconocer emociones humanas y generar emociones sintéticas. La fundadora de esta línea de trabajo es Rosalind Piccard, investigadora del M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), quién publicó el libro "*Affective Computing*" en el año 2000.

Esta disciplina surge frente a la necesidad de optimizar la interacción entre personas y computadoras, pero también se inscribe en la investigación de los procesos inteligentes. Como aclara dicha autora, las emociones son una parte muy importante de nuestras decisiones (aún de las que parecen más "racionales"). Como prueba de esto, Piccard expone casos en donde, personas que sufrieron lesiones en regiones del cerebro asociadas a las emociones, sufrían consecuentemente cierta incapacidad frente a la toma de decisiones y determinados razonamientos lógicos. Teniendo en cuenta, entonces, el lugar que parece ocupar las emociones en los procesos inteligentes, R. Piccard propone que, a la hora de modelar procesos inteligentes, deberemos tener en cuenta a los procesos emocionales y la forma en que éstos participan en la inteligencia.

Podemos plantear dos problemáticas de las que se ocupa la Computación Afectiva:

- 1- El reconocimiento de emociones (y de expresiones emotivas) humanas por parte de una computadora.
- 2- La simulación (o generación) de estados y expresiones emocionales con computadoras.

En la primera, el objetivo es captar aquellos signos relacionados con la expresión de emociones y lograr interpretar estados emocionales en función de dichos signos. Este es un tema muy complejo en el que es difícil obtener precisión. De hecho, no existe una terminología universalmente consensuada a la hora de referirse a estos fenómenos.

En la segunda, se intenta que las computadoras puedan simular procesos emocionales en base a ciertos modelos. Aquí se puede reflexionar respecto a si una computadora puede realmente tener emociones, pero, esta disciplina sólo intenta simular dichos procesos de forma tal que resulten verosímiles, dejando de lado estas controversias.

Si bien el fin último es desarrollar ambas líneas para lograr la mejor interacción humano-computadora posible, estas problemáticas pueden ser abordadas de forma aislada.

4. La emoción

Cuando hablamos de Computación Afectiva, y por ende, de la captación y la simulación de la emociones, se hace necesario definir lo que es la materia prima de esta disciplina: la emoción. Para comprender su naturaleza abordaremos, en un primer paso, el nivel de su definición. Es importante señalar que en las disciplinas dedicadas a su estudio, no hay un consenso general acerca de su especificidad, los enfoques suelen ser divergentes.

Por un lado, se tiende a homologar el concepto de Emoción a nociones tales como "sentimiento", "afecto", "motivación", "ánimo". Por otra parte, cada abordaje atiende a diversos aspectos: algunos definen Emoción en tanto comportamientos físicos observables (llorar, reír, etc.); otros la definen en relación a cambios fisiológicos mensurables (los cuales no necesariamente son externamente discernibles); algunos piensan su definición en referencia a los tipos de experiencias conscientes involucradas en su generación; otra línea, la definirá en función de la actividad cerebral que le da soporte.

Desde una vertiente etimológica, El diccionario de la Real Academia Española, definirá emoción en tanto "alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática".

Aunque poco esclarecedora, aparecen aquí, en germen, dos componentes esenciales a la hora de estudiar todo fenómeno emocional. Por un lado, una vertiente conectada al ánimo, y por otro, la existencia de ciertas manifestaciones corporales.

Otras nociones convencionales caracterizan a la Emoción como una respuesta desorganizada, profundamente visceral, resultante de la ausencia de un procesamiento racional. Este enfoque claramente, excluye cualquier injerencia de procesos cognitivos en su generación.

En un enfoque más sugerente, la esencia de la emoción estaría dada por “un cambio en la destreza para la acción” (Frijda, 1986). De este modo, la emoción no llevaría a una acción fija, sino a la generación de una tendencia de acción.

Pensar en tendencias, recupera la mirada no lineal, y abre camino hacia el conocimiento de la multiplicidad de factores que intervienen en todo proceso emocional.

4.1. La emoción: modelos básicos

En cuanto a la emoción, existen tantos modelos y definiciones como escuelas y disciplinas psicológicas hay en el mundo. La Computación Afectiva sigue en muchos casos ciertas líneas conductistas que se desarrollaron en Estados Unidos de Norteamérica.

Si bien los modelos conductistas de la emoción, suelen ser demasiado simplistas y nos resultan inacabados para comprender la complejidad humana, cierto pragmatismo a la hora de ofrecer un modelo para la captación y la simulación los hacen adecuados para el campo de estudio abordado.

A continuación, veremos un modelo que nos puede guiar en la comprensión de la emoción. En el siguiente gráfico, ilustramos 3 instancias claves para comprender el proceso emotivo: los Estímulos que le dan origen, el surgimiento de la Emoción y el nivel de la Expresión de dicho estado (aspecto que hace posible la identificación del estado emocional que experimenta un sujeto por parte de Otro).

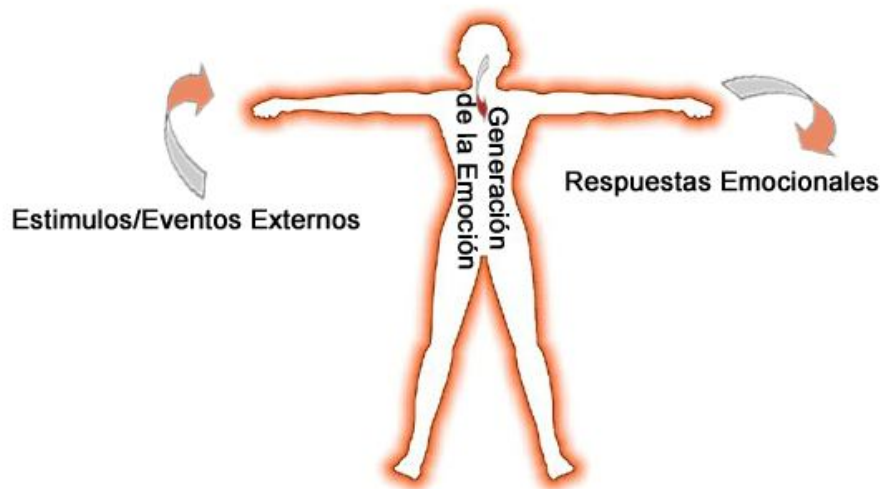


Figura 2: representación del proceso de generación de la emoción.

Edmund Rolls, Investigador y Profesor de la Universidad de Oxford, definirá emoción en tanto: “*estados producidos por premios y castigos, incluyendo cambios en las premios y castigos*” (Rolls 1990, 2000). Un premio o recompensa sería todo aquello por lo que un individuo accionaría. Un castigo todo aquello de lo cual un individuo intentaría escapar o evitar.

En el primer caso, puede citarse como ejemplo, una caricia, la alegría producida al recibir una carta de un ser querido, el encuentro fortuito de un billete en la vía pública etc. En el segundo caso, el miedo que puede experimentarse al cruzar una calle y oír una bocina intempestiva, la expresión de enojo en un rostro, la pérdida de un objeto valioso, etc. Otro caso lo constituye el alivio, producido por la omisión o la finalización de un estímulo determinado.

Las emociones, estarían entonces motivadas por la obtención, omisión o finalización de un estímulo de premio o castigo. En un segundo momento, Rolls elabora una definición ligeramente más formal, y en vez de hablar de premios y castigos propone el concepto de refuerzo (*reinforce*).

4.2. Una tipología

Rolls bosqueja, en el siguiente esquema, una tipología de emociones asociadas a estos conceptos, trazando para ello cuatro ejes: la aparición de un refuerzo positivo (S+), la aparición de un refuerzo negativo (S-), la omisión de un refuerzo positivo o la finalización de un refuerzo positivo (S+/S+!) y finalmente la omisión de un refuerzo negativo o la finalización de un refuerzo negativo (S-/S-!). La intensidad se incrementa desde el centro del diagrama en una escala continua.

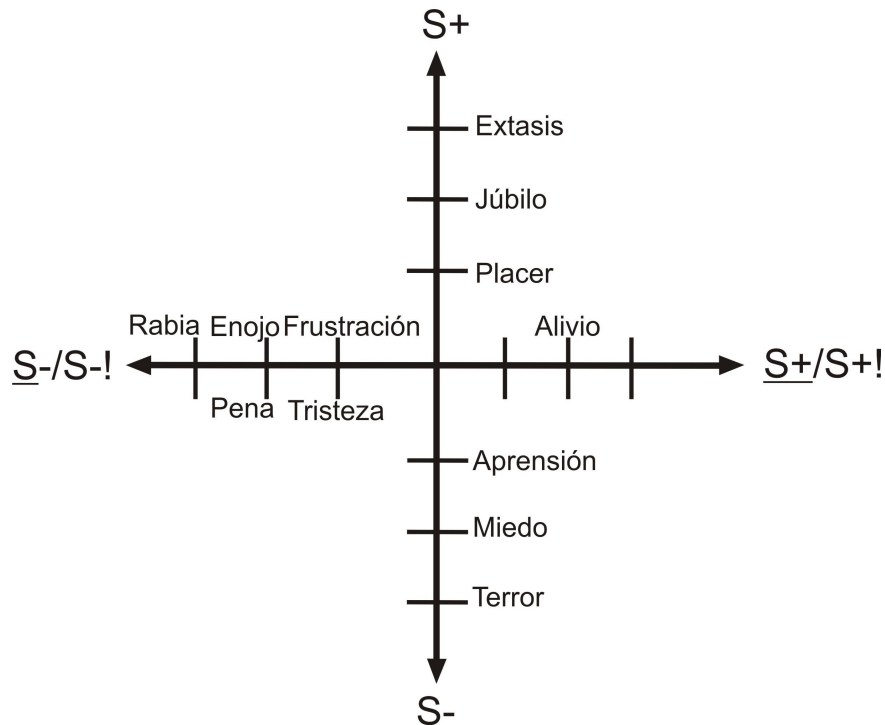


Figura 3: Tipo de refuerzo y emociones por Edmund Rolls

Ahora bien, ¿Existen emociones causadas por estímulos o eventos que no son ni premios ni castigos? ¿Todos los estímulos de castigo o premio causan emociones? Aún más importante: ¿Se pueden establecer relaciones directas entre eventos y respuestas emocionales?

Responder afirmativamente a esta última pregunta sería asumir una relación lineal inexistente y reducir la complejidad del fenómeno. En verdad, son múltiples los factores que influyen en la configuración de un estado emotivo. Aún así, de manera evidente o solapada, la valoración de una instancia/evento/sujeto/objeto en términos positivos o negativos, sería crucial en su configuración.

4.2.1. “Neuro Baby” y “MIC & MUSE”

Naoko Tosa posee dos trabajos que utilizan la entonación vocal como forma de captación de la emoción humana. “Neuro baby” es un bebé virtual (proyectado en un monitor dentro de una cuna de bebé) que puede comprender las respuestas y emociones humanas a través de la entonación vocal. MIC y MUSE son versiones mejoradas de la temática implementada en Neuro Baby. MIC puede reconocer los siguientes estados emocionales:

- 1- Contento (feliz, satisfecho): excitado, vigoroso, la voz sube al final de las frases.
- 2- Enojado (descontento): la voz cae al final de las frases.
- 3- Sorprendido (shockeado, confundido): gritando, voz excitada.

- 4- Triste (vacío, angustiado): voz débil, callado.
- 5- Disgusto: voz repulsiva.
- 6- Bromista (sarcástico): voz incisiva.
- 7- Miedo: asustado, voz aguda, estridente.

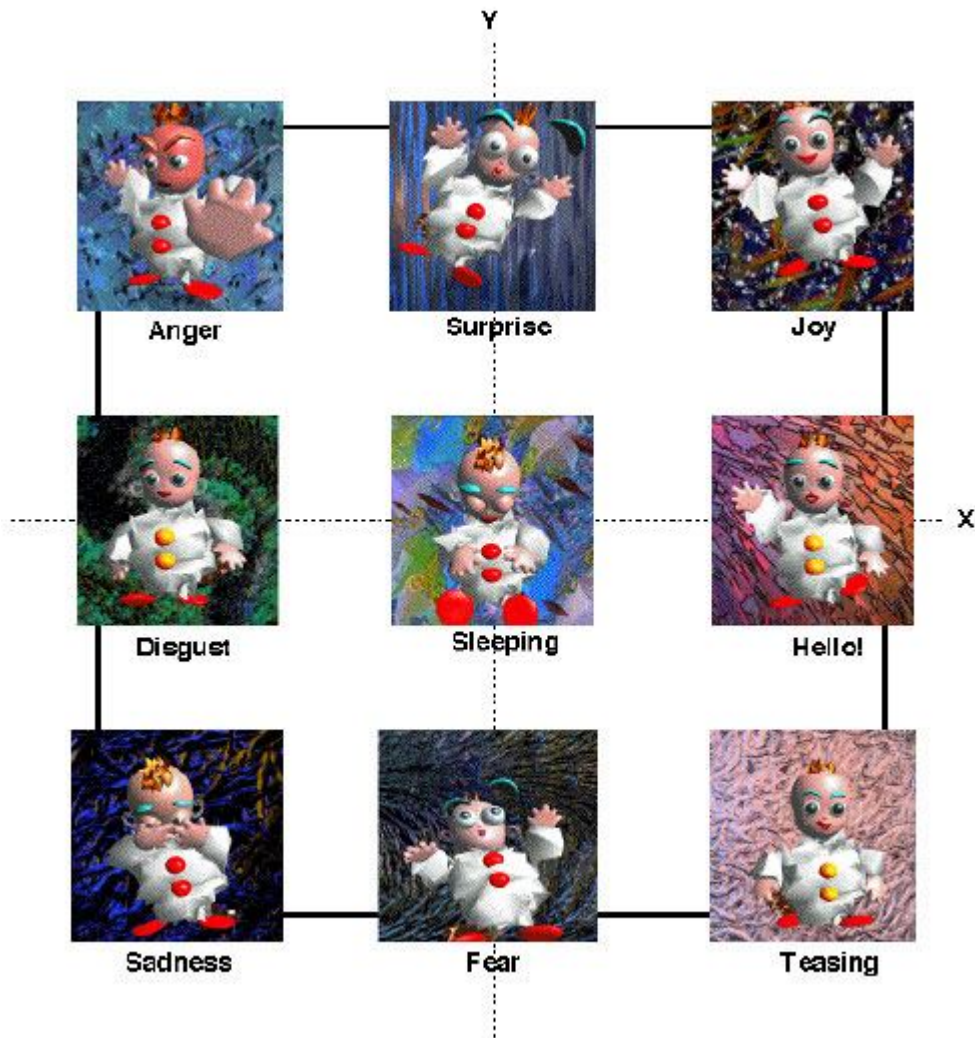


Figura 4: avatares de “Mic” para cada una de las emociones, la imagen central corresponde a una emoción neutra –en este caso representada como “durmiendo”- (imagen obtenida en <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/>).

El “bebé virtual” va respondiendo a la forma en que le hablan las personas. Si bien MIC no puede comprender *qué* le están diciendo las personas, sí puede comprender *cómo* se lo están diciendo. Este tipo de comportamiento, en donde un avatar es capaz de responder a nuestros estados anímicos (o a la forma en que los expresamos) genera un fuerte compromiso en el proceso de la interacción y la comunicación.

4.2.2. La adaptación y la evaluación

Volviendo al modelo de los estímulos de Edmund Rolls, notamos que, según esta teoría, la mayoría de las recompensas y castigos provienen de estímulos externos no relacionados con estados de necesidad internos. Sin embargo, existe una segunda clase de emociones, que reconoce la

mediación de procesos cognitivos y las asociaciones personales del sujeto como factores determinantes en la generación de emociones.

Si como apunta Paolo Petta, en un sentido amplio, la emoción puede ser entendida como un mecanismo flexible de adaptación que ha evolucionado de sistemas de adaptación más rígidos, como los reflejos y los impulsos fisiológicos (Paolo Petta, 2002), veremos que la flexibilidad del mecanismo se nutre de numerosas instancias; siendo central la ponderación por parte del sujeto de las variables puestas en juego a la hora de suscitarse el estado emocional.

Edmund Rolls hará esta misma distinción introduciendo la noción de aprendizaje como eje diferenciador entre ambas instancias. Este tipo de aprendizaje basado en las asociaciones subjetivas lo denominará “asociación refuerzo-estímulo”, vinculando los refuerzos primarios a las resonancias subjetivas del refuerzo en ocasiones precedentes.

La flexibilidad de la emoción, se obtiene, por ende, desarticulando la relación lineal en el comportamiento frente a los eventos estímulo. De este modo, la base del proceso emotivo, se asienta en la evaluación (*appraisal*) de un acontecimiento con respecto a la significancia adaptativa para el individuo, seguido de la generación de una tendencia de acción que apunta a cambiar la relación entre el individuo y el entorno (Fridja, 1986).

Este enfoque, se enmarca dentro de las denominadas “Teorías de evaluación” (*appraisal theories*). Las mismas enfatizan el rol de la evaluación continua del entorno, en base a hipótesis que esgrime el sujeto. Esta evaluación constituye un elemento clave, mediando entre los acontecimientos y las emociones, y nos permite comprender porqué el mismo evento puede dar pie a diferentes emociones en diferentes individuos, o incluso en un mismo individuo, en diferentes momentos.

El proceso de evaluación, considera numerosos factores, para Reekum y Scherer (Paolo Petta, 2002), los vectores esenciales estarían dados por:

- 1- La percepción de un cambio en el entorno que capta la atención del sujeto (= novedad y expectativa).
- 2- El placer o displacer percibido en virtud del estímulo o evento (=valencia).
- 3- La importancia del estímulo o evento para los objetivos e intereses del sujeto (=consistencia del motivo).
- 4- La noción de quién o qué causó el evento (=entidad o responsabilidad).
- 5- La habilidad estimada para abordar el evento y sus consecuencias (= control percibido, poder o potencial de salir adelante).
- 6- La evaluación de las propias acciones en relación a estándares morales o normas sociales (=legitimidad) y el ideal de uno mismo.

Rolls, del mismo modo, presupone un amplio rango de emociones resultantes de los siguientes factores:

- 1- La contingencia del refuerzo (Ej., si el premio o castigo es dado o retenido).
- 2- La intensidad del refuerzo (ver esquema 1).
- 3- El número de diferentes asociaciones del refuerzo (por ejemplo, un estímulo puede ser asociado tanto con un premio como con un castigo, promoviendo estados tales como el conflicto y la confusión).
- 4- La diferencia en los refuerzos primarios a los cuales se asocian los estímulos.
- 5- La diferencia en los estímulos de refuerzo secundario, dando origen a diferentes emociones (incluso si el refuerzo primario es similar).
- 6- La emoción suscitada puede variar si existe la posibilidad de una respuesta en el comportamiento, pasiva o activa (Ej.: si una respuesta activa puede ocurrir al precio de omitir un refuerzo positivo, entonces podría emanar el enojo, pero si solo el comportamiento pasivo es plausible, entonces podrían aparecer la tristeza, la depresión o la pena).

4.3. La cara visible de la emoción

Independientemente de las definiciones y análisis de la emoción que hagamos, a los fines de lograr la captación y/o la simulación de los procesos emocionales, debemos estudiar las manifestaciones de estos procesos.

Toda emoción una vez generada, emerge de la intangibilidad, a través de comportamientos emocionales, a través de manifestaciones externas. Si como establecía Frijda, la emoción genera un cambio en la destreza para la acción, es precisamente en la acción y el comportamiento, donde la emoción halla sus canales de expresión, su cara visible.

Retomando la definición de la Real Academia Española, estamos abordando ahora el nivel de las conmociones somáticas que acompañan a todo estado emocional. Vale decir, toda emoción, suele manifestarse a través del cuerpo del sujeto.

Es precisamente esta exteriorización la que permite a un sujeto comprender el estado emocional de Otro. De ello se deduce que la expresión emotiva resulta ser un factor excluyente para la existencia de la función comunicativa.

Ahora bien, si diversos autores han establecido tipologías generales, la relación entre emoción y expresión no es una ecuación exacta.

Por lo pronto, podemos afirmar que existen ciertos patrones estables los cuales permiten predecir y entender con cierta precisión el estado emocional que embarga a otro sujeto.

Al menos en parte, las emociones de todo sujeto y sus correspondientes inclinaciones de comportamiento no están azarosamente relacionadas a las situaciones. Si así fuera, no tendríamos marcos de referencia en la formulación de hipótesis. Si las emociones, motivaciones y comportamientos de las personas no están asociadas azarosamente con las situaciones que les dan surgimiento es porque existen ciertas tendencias que limitan las respuestas producidas.

Algunas veces, estas tendencias aluden a constreñimientos muy acotados (como en el caso de los reflejos) y algunas veces los marcos se amplían, como en el caso de procesos de ponderación, al circunscribir un conjunto de posibilidades, combinando otros factores (tanto personales como contextuales) en la selección de respuesta.

De cualquier modo, hay rangos en las respuestas a situaciones – esto es, en los estados afectivos internos y las condiciones que hacen surgir en las personas - y en las acciones externas que son asociadas con esos estados y condiciones.

5. Hacia la captación de las expresiones emocionales

Uno de los principales intereses que motiva la ligazón de la Computación Afectiva al Arte Interactivo, reside en dotar al sistema interactivo de la capacidad de captar las expresiones emocionales de las personas. Este tipo de vínculo permitiría enriquecer la interactividad, dado el papel superlativo que las emociones juegan en la comunicación. Un trabajo artístico, en donde un sistema interactivo sea capaz de interpretar las expresiones emocionales del público, podría responder más allá de las acciones que las personas ejerzan en forma voluntaria (tal es el caso del trabajo de *Unconscious Flow*). También podría responder más sutilmente a los estados anímicos de estas personas, estableciendo un nivel mayor de compromiso y empatía por parte del público.

Las personas expresan sus emociones a través de su cuerpo, rostro, voz, postura, pero también se pueden observar variaciones de signos como el ritmo cardíaco, la presión arterial y otros, como señal de ciertos estados emocionales. Se puede plantear una organización de las formas en que las emociones son expresadas o alteran al cuerpo, distinguiendo aquellas que pueden ser percibidas por otra persona de aquellas que requieren algún instrumental para su observación. Piccard plantea la siguiente clasificación (Piccard, 2000, p. 27):

Percibidas por otros:

- Expresiones faciales
- Entonación de voz
- Gestos, movimiento
- Postura
- Dilatación de pupila

Difícil de percibir por otros:

- Respiración
- Ritmo cardíaco
- Temperatura
- Respuesta electrodérmica, transpiración
- Potencial de acción muscular
- Presión sanguínea

El primer grupo, son formas de expresión que pueden ser observadas por otra persona sin la necesidad de utilizar ningún instrumental, mientras que en el segundo, si bien existen casos como la respiración, que puede ser percibido por otra persona, en general tienden a requerir ciertos instrumentos.

5.1. Expresiones faciales

Las expresiones faciales son la forma más conocida de expresión emocional. En la cara se posa la vista durante las conversaciones. Aún durante una tele-conferencia, las cámaras apuntan a la cara. Las expresiones faciales están sujetas a lo que Ekman llama las “reglas sociales para mostrarse”. Según las cuales determinadas “caras” son inapropiadas en determinados ámbitos. Duchenne (en 1862) identificó músculos de la cara asociados a la atención, lujuria, desdén, duda, juego. En base a este trabajo Ekman diseñó un “código de acciones faciales” (Knapp, 1980, p. 237), según el mismo, existe un conjunto básico de seis expresiones faciales que son universales y a partir de los cuales se pueden obtener el resto. Los presentes intentos de reconocimiento de expresiones faciales se basan en esto.

5.2. Entonación vocal

Es la segunda forma más conocida de expresión emocional. Los niños reconocen la entonación vocal antes de comprender lo que se dice. Los perros también pueden reconocer la modulación afectiva de la voz, de hecho responderán a un reto con signos corporales de emoción (las orejas y la cola bajas, por ejemplo). Debido a este principio, el teléfono es más adecuado para transmitir emociones que el mail o el Chat.

Las investigaciones de síntesis del habla apuntan a dotar a las computadoras de la capacidad de entonar (principalmente para la gente que perdió el habla). Estas aplicaciones serían más útiles si las computadoras pudiesen reconocer la emoción de lo que se está escribiendo y entonar en consecuencia.

5.3. Gestos y postura

En un tercer nivel de importancia, se ubican este tipo de expresiones emocionales. El problema que surge a la hora de captar gestos y posturas, es que no existe una forma única de asociar gestos con significados (o estados emocionales), sino que la gestualidad cambia mucha entre las diversas culturas y aún diversos individuos de una misma cultura. En diferentes contextos pueden usar iguales gestos para diferentes significados. Por ejemplo, en la Figura 1 se pueden observar tres emblemas de suicidio de diferentes lugares (de izquierda a derecha: Nueva Guinea, Japón, Estados Unidos) (Knapp, 1980, p. 19):

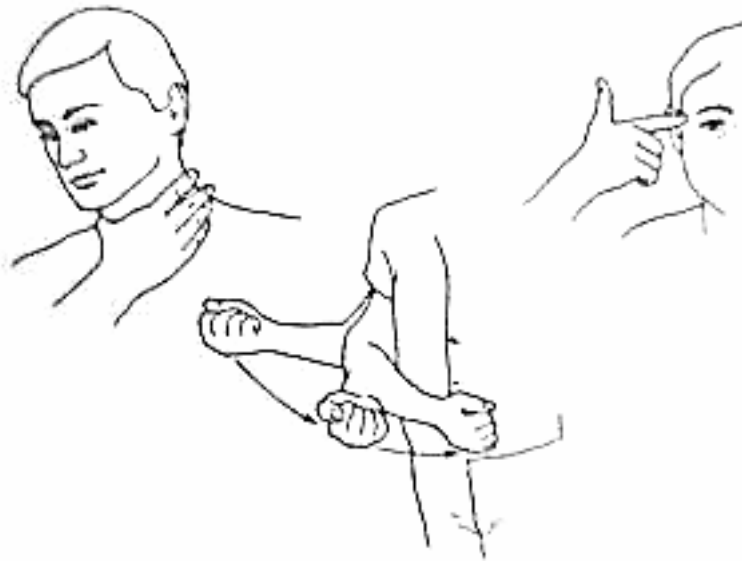


Figura 5: tres emblemas de suicidio (imagen obtenida en “La comunicación no verbal” de Knapp, Mark)

5.4. Dilatación de la pupila

Si bien es sabido que las pupilas se contraen y dilatan en presencia de mayor o menor cantidad de luz, se ha descubierto que este comportamiento también se presenta frente a ciertos estados emocionales. “Determinadas investigaciones efectuadas por Hess hacen pensar que la respuesta pupilar podría ser un índice de actitudes, es decir que las pupilas se dilatan en las actitudes positivas y se contraen en las negativas.” (Knapp, 1980, p. 276).

6. Reconocimiento de expresiones faciales

En el campo de la computación, se investiga la creación de algoritmos capaces de lograr un reconocimiento de expresiones faciales. Esta línea de investigación se encuadra en el marco de la Visión Artificial (disciplina de la Inteligencia Artificial) y está íntimamente relacionada con el reconocimiento facial, que tiene aplicación en el campo de la Seguridad.

Actualmente los sistemas de reconocimiento de expresiones faciales se encuentran en una etapa experimental. Diferentes investigadores de la disciplina Visión Artificial o Computacional (*Computer Vision*) desarrollan diversos métodos para el reconocimiento, primero, del rostro y su posición, y después, para las expresiones faciales.

Dentro del movimiento que ha impulsado el software con licencia "Open Source" (código abierto), existen unas librerías para Lenguaje C desarrolladas por Intel para aplicaciones de Computer Vision: OpenCV (Open Source Computer Vision de Intel). En estas librerías se encuentran un conjunto de funciones especialmente destinadas al reconocimiento visual de patrones, por ejemplo el reconocimiento de rostros humanos.

6.1. Reconocimiento de rostros con OpenCV (Intel)

En estas librerías para visión artificial existen un conjunto de funciones para el reconocimiento de patrones que se conocen como: "cascade of boosted classifiers working with haar-like features". Este sistema funciona de manera tal que frente a una matriz de píxeles puede responder si se parece o no al objeto que se está buscando (devolviendo 1 ó 0). Para esto el sistema debe ser previamente entrenado.

El entrenamiento del sistema consiste en exponerle ejemplos positivos (es decir imágenes del tipo de objeto que se desea reconocer) y ejemplos negativos (imágenes de cualquier otra cosa). Después de exponer al sistema a sucesivas muestra de ambos tipos de ejemplos, este es capaz de reconocer patrones que se asemejan a los ejemplos positivos. Este tipo de sistema es continuación de los desarrollos de redes neuronales. Estas redes son una simulación computacional del comportamiento neuronal en el cerebro humano, el cual refuerza o inhibe conexiones entre neuronas según el aprendizaje y la experiencia. Estos modelos computacionales, imitan el comportamiento neuronal, reforzando las "conexiones" entre los elementos que ayudan a reconocer los ejemplos positivos e inhibiendo aquellas "conexiones" que inducen a error.

Una vez que el sistema está entrenado, a la hora de buscar patrones en una imagen, es necesario recorrer la imagen y comparar con diferentes tamaños dado que no se puede conocer a priori ni la ubicación ni el tamaño con que aparece un patrón en una imagen.

Las librerías de OpenCV han demostrado ser eficientes a la hora de reconocer rostros humanos en una imagen. Se muestra a continuación ejemplos de este tipo de reconocimiento.

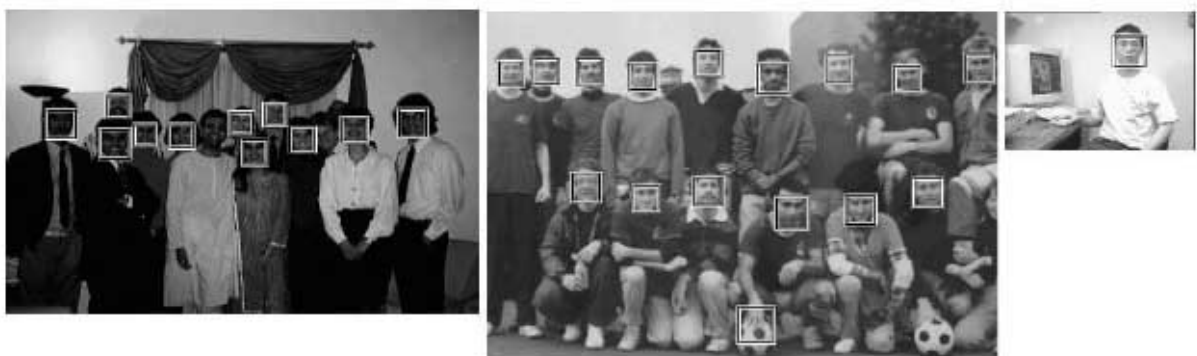


Figura 6: reconocimiento de rostros (imagen obtenida en "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features" de Paul Viola and Michael J. Jones)

6.2. Técnicas para el reconocimiento de expresiones faciales

El reconocimiento de expresiones faciales es un problema complejo que involucra diferentes cuestiones. La primera consiste en determinar cuáles son las expresiones faciales que se desean reconocer. Otro problema es el de lograr reconocer patrones a pesar del movimiento de la cabeza. Existen, a su vez, otros problemas relacionados con la determinación del inicio y final de una expresión en el tiempo y otros.

El primer problema fue estudiado ampliamente por Paul Ekman, quien realizó sus indagaciones sin intenciones de aplicar los resultados al reconocimiento computacional. Sin embargo, sus teorías son actualmente adoptadas por todos los investigadores de este tipo de sistemas. *“Ekman ha desarrollado un código para las seis emociones básicas respecto de la mayoría de las emociones, a saber, sorpresa, miedo, cólera, disgusto, felicidad y tristeza. A partir de estas expresiones, podemos derivar muchas emociones que sólo se diferencian en su intensidad o que son simples mezclas de estas emociones primarias.”* (Knapp, 1980, p. 237).

A continuación podemos ver ejemplos de las seis expresiones básicas (miedo, disgusto, felicidad, sorpresa y tristeza):



Figura 7: expresiones básicas (imágenes tomadas de “La comunicación no verbal” de Knapp, Mark)

Si bien el modelo de Ekman permite enfocar el problema del reconocimiento de expresiones faciales en el reconocimiento de seis expresiones básicas, la siguiente dificultad con la que nos encontramos es la de reconocer expresiones en movimiento y no a partir de imágenes estáticas. *“Pocos estudios han investigado directamente la influencia del movimiento y la deformación de los rasgos faciales en la interpretación de las expresiones faciales. Bassili sugiere que el movimiento en la imagen de un rostro permitiría identificar emociones, aún con mínima información de la distribución espacial de los rasgos.”* (Black and Yacoob, 1995, p. 6)

Para reconocer diferentes tipos de expresiones se separan regiones de la cara (como son la boca y los ojos) y se investiga el tipo de deformación que sufren, leyendo esto como un parámetro temporal. Así, cada expresión se caracteriza por un patrón temporal de deformación de los rasgos faciales.

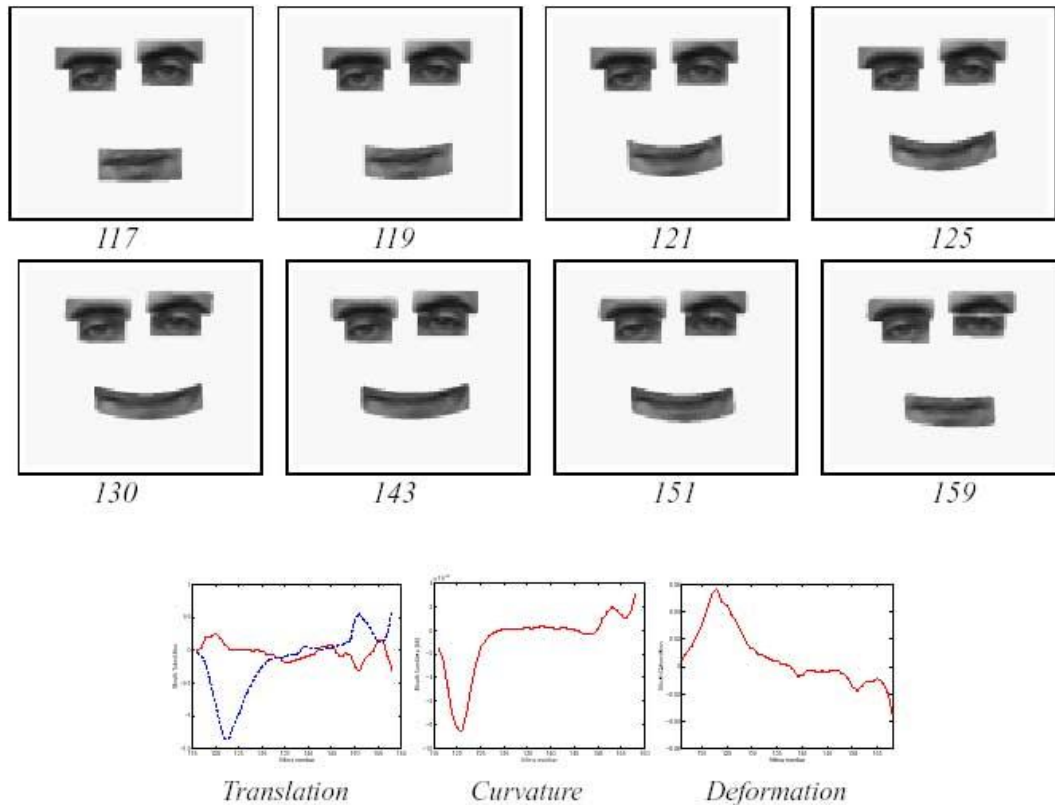


Figura 8: parametrización de la expresión de "felicidad" (imagen obtenida de "Recognizing Facial Expressions in Image Sequences using Local Parameterized Models of Image Motion" de Black y Yacoob)

Por ejemplo en la Figura 4 se puede observar la parametrización de una expresión de "felicidad" como niveles temporales de translación, curvatura y deformación, de las zonas de los ojos y la boca. Michael J. Black y Yaser Yacooby investigan este tipo de reconocimientos realizando muestreos estocásticos de este tipo de deformaciones de las zonas de la cara según las expresiones faciales, principalmente basadas en la clasificación de Ekman. Si bien hoy en día encuentran limitaciones con respecto al costo computacional, por un lado, y la dificultad de la captación de expresiones en presencia del habla, por otro; los resultados obtenidos en sus trabajos (como muestra la Figura 5) son asombrosos y vislumbran prometedores avances en este campo de investigación.



Figura 9: reconocimiento del sistema de expresiones faciales obtenido por el sistema de Black y Yacoob (imagen obtenida de "Recognizing Facial Expressions in Image Sequences using Local Parameterized Models of Image Motion" de Black y Yacoob)

7. Conclusión

Es posible pensar que el comportamiento humano, como formula Rosalind Picard, está fuertemente influenciado por “la canción en nuestro corazón” (Picard, 2001). Una pequeña expresión de emoción puede cambiar por entero el curso del comportamiento, al punto que si la melodía de esa canción no resuena, la toma de decisiones y los procesos perceptivos pierden sus marcos de referencia.

La empatía se define como la “identificación mental y afectiva de un sujeto con el estado de ánimo de otro”. Es justamente esta dimensión, la que promueve la comunicación, el diálogo efectivo entre dos entidades. Como hemos visto, cuando la emoción se torna tangible (y observable) a través de un canal de expresión, se abre la posibilidad, para otro individuo, de leer tal emoción. Y con ello, la posibilidad de un entendimiento global, de una comunicación que contemple, en forma integrada, las dimensiones constitutivas de todo ser humano.

La Computación Afectiva aborda la posibilidad de integrar la dimensión emocional en la relación Humano-Máquina, estableciendo principios, patrones, tanto en el reconocimiento de las emociones como en la simulación de respuestas emocionales.

En este trabajo se mencionaron teorías de la emoción que, a los ojos de los autores, adolecen de una visión simplista de la condición humana, la mirada Conductista pareciera, por momentos, querer reducir esta experiencia compleja a un pequeño manojito de variables. Estas miradas parecen faltas de sutileza comparadas con cuerpos de conocimientos (hoy quizás un poco desautorizados) como el Psicoanálisis, pero hay que reconocer que estos primeros pasos teóricos de construcción de un modelo de la conducta emocional humana, están ayudando a crear un camino que estos cuerpos de conocimiento más complejos parecían negar rotundamente.

La inclusión de la Computación Afectiva en el campo del Arte Interactivo abre vías de exploración, sumando nuevas dimensiones al proceso de Interactividad. En esta época, el discurso artístico es también patrimonio del público, ya no es más llamado a ser espectador, sino un partícipe directo en el proceso artístico. Sin embargo, la mayoría de las veces, el público sólo puede participar en una forma acotada, dado que los sistemas no están realmente preparados para percibirlo en toda su dimensión. Los que trabajamos en nuevas interfaces aplicadas al arte, sabemos de las extremas dificultades implicadas en la captación de las acciones del público. Baste observar la siguiente y aparente paradoja: un animal como el perro parece estar mejor capacitado que una máquina, a la hora de entender el estado emocional de una persona. Más allá de lo absurda afirmación (y aparente ironía), esto demuestra cuán lejos estamos aún de alcanzar las capacidades mínimas para interpretar a una persona y poder modelizar sus estados matemáticamente. El gran territorio de la subjetividad parece estar fuera del alcance de nuestros sistemas. Por eso, estamos seguros que los avances en este campo, implicarán un cambio de paradigma tan importante en el arte, como el que pudo haber significado la invención de la perspectiva en las artes visuales.

Emiliano Causa y Andrea Sosa

Noviembre de 2007

8. Referencias bibliográficas

- [1] Picard, Rosalind W. (2000) “Affective Computing”, Ed. MIT Press, USA
- [2] Knapp, Mark L. (1980) “La comunicación no verbal”, Ed. Paidós Ibérica S.A.
- [3] Viola, Paul and Michael J. Jones. (2001) “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features”. IEEE CVPR, 2001.
- [4] Lienhart, Rainer and Jochen Maydt. (2002) “An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection”. IEEE ICIP 2002, Vol. 1, pp. 900-903, Sep. 2002.
- [5] Black, Michael J. and Yacoob, Yaser (1995) “Recognizing Facial Expressions in Image Sequences using Local Parameterized Models of Image Motion”, Xerox Palo Alto Research Center and Computer Vision Laboratory, University of Maryland.
- [6] <http://www.tosa.media.kyoto-u.ac.jp/> consultada el 25/Oct/2005, actualmente en línea.

- [7] Trappl, Robert; Petta, Paolo; Payr, Sabine. (compiladores) (2002) "Emotions in Humans and Artifacts". Ed. MIT Press, USA.
- [8] Aristóteles. (2004) "Retórica". Ediciones Libertador, Buenos Aires.
- [9] Enciclopedia Wikipedia: <http://www.wikipedia.org>
- [10] Diccionario Online De la Real Academia Española: <http://www.rae.es>