

Modelado de estrategias de regulación emocional en una arquitectura computacional de emociones

Juan José Solórzano¹, Juan Martínez-Miranda², Rosa María Michel Nava¹

¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán,
México

² Centro de Investigación Científica,
México

juanjose.solorzano.c@gmail.com,
rosa.mn@cdguzman.tecnm.mx,
jmiranda@cicese.mx

Resumen. El modelado de procesos afectivos en sistemas artificiales contribuye a generar comportamientos más creíbles en sistemas interactivos como los agentes conversacionales personificados. El presente artículo describe un modelo computacional de regulación de emociones basado en la teoría de J.J. Gross la cual propone cinco estrategias de regulación emocional. Además, el modelo propuesto considera las diferencias individuales en la implementación de cada estrategia de regulación a partir de los cinco tipos de personalidad tomados de los cinco grandes rasgos (Big-Five). La implementación de este modelo y su integración con una arquitectura computacional de emociones existente se describe en detalle y se presentan los resultados iniciales a partir de un conjunto de simulaciones representando un escenario interactivo con agentes conversacionales personificados.

Palabras clave: Regulación emocional, modelado de emociones, agentes virtuales conversacionales.

Modeling Emotion Regulation Strategies in a Computational Architecture of Emotions

Abstract. The modeling of affective processes in artificial systems contributes to generate more believable behaviors in interactive systems such as embodied conversational agents. This article describes a computational model of emotion regulation based on the theory proposed by J.J. Gross which considers five emotional regulation strategies. In addition, the proposed model considers the individual differences in the implementation of each emotion regulation strategy based on the personality types taken from the Big-Five personality model. The implementation of this model and its integration with an existing computational architecture of emotions are described in detail. The initial results obtained from a set of simulations representing an interactive scenario with embodied conversational agents are also presented.

Keywords: Emotion regulation, emotion modeling, embodied conversational agents.

1. Introducción

En el campo de la inteligencia artificial un concepto ampliamente utilizado es el de agentes artificiales inteligentes. Russell y Norvig [18], definen a un agente artificial como cualquier ente capaz de percibir su entorno y actuar sobre él con la ayuda de sensores y actuadores. Los agentes artificiales tienen características específicas que conducen a su aplicación en diferentes dominios como la interacción humano-computadora para desarrollar sistemas interactivos con mejores capacidades.

Una variante interesante de los agentes artificiales es aquella que se presentan ante el usuario con una apariencia humana. Este tipo de agentes se conocen como agentes conversacionales personificados (en inglés: embodied conversational agents).

Este tipo de agentes implementan capacidades de interacción basadas no únicamente en lenguaje natural también en expresiones faciales y movimientos corporales, lo que resulta en interacciones más realistas debido al uso de la comunicación verbal y no verbal.

Gracias a estas características los agentes conversacionales personificados se han utilizado en aplicaciones de diversos campos, como en la educación [13], la salud [14], y el turismo [11]. El componente que genera el comportamiento cognitivo y emocional en este tipo de agentes es la arquitectura computacional de emociones subyacente, cuyo fin es generar reacciones emocionales coherentes que permitan lograr comportamientos más realistas y creíbles para los usuarios.

En los últimos años, se han desarrollado diversas arquitecturas computacionales de emociones basadas en diferentes teorías de generación emocional [12]. Sin embargo, uno de los procesos emocionales que muy pocos trabajos han tomado en cuenta en el desarrollo de este tipo de arquitecturas, es el proceso de regulación emocional considerando además las diferencias individuales que influyen en este proceso.

Generar comportamientos emocionales empáticos y coherentes de acuerdo al contexto de aplicación es importante en agentes conversacionales personificados utilizados como medio de interacción con usuarios con características especiales. Un ejemplo de esto son los agentes conversacionales desarrollados con objetivos psicoterapéuticos, en los cuales no es conveniente mostrar emociones negativas intensas durante la interacción con el usuario.

Con el objetivo de facilitar la creación de agentes conversacionales personificados con comportamientos emocionales más coherentes de acuerdo al contexto de aplicación, este trabajo presenta el desarrollo de una arquitectura computacional de regulación de emociones basada en el modelo de regulación emocional propuesto por J.J. Gross [7] y tomando en cuenta las diferencias individuales basadas en el modelo de los cinco grandes factores de personalidad (Big-Five) [15].

El objetivo final del desarrollo de esta arquitectura es poder utilizarla como el mecanismo interno para la generación del comportamiento emocional en agentes conversacionales personificados utilizados en aplicaciones interactivas de ayuda a la prevención y tratamiento de problemas de salud mental como depresión o ansiedad.

1.1. Fundamentos teóricos de la regulación de emociones

La regulación de emociones es un proceso afectivo que hace referencia a las acciones que un individuo puede llevar a cabo para influir sobre qué tipo de emociones experimentar, cuándo y cómo experimentarlas, y en qué grado expresarlas [7]. Una emoción, por otro lado, es un estado mental complejo que involucra tres aspectos distintos: la experiencia subjetiva, la respuesta mental a esa experiencia y la respuesta conductual o fisiológica [1]. Actualmente, no existe un consenso sobre si los procesos de generación y regulación emocional pueden y deben distinguirse entre sí o, por el contrario, pueden usarse indistintamente.

Gross & Feldman Barret realizaron un estudio en el que, a través de una serie de preguntas, agruparon cuatro enfoques principales de la psicología emocional para destacar y determinar si se puede diferenciar entre estos dos procesos [8].

El resultado de este estudio permite visualizar una clara distinción entre el proceso de generación y regulación de emociones bajo las perspectivas de las teorías de emociones básicas [6] y de la valoración cognitiva [16].

Sin embargo, para los enfoques construccionistas [1] y socio-construccionistas [20] esta separación no es tan evidente. Basándose en la perspectiva de la valoración cognitiva, J. J. Gross estableció su Modelo Modal de la emoción y describió los conceptos básicos de la regulación emocional [7].

Este Modelo Modal postula un conjunto de cinco estrategias que una persona puede llevar a cabo para regular sus emociones en su vida diaria:

1. **Selección de la situación:** Tomar acciones que vuelven probable o no terminar en una situación esperada, dando lugar a emociones deseadas o no deseadas,
2. **Modificación de la situación:** Modificar directamente la situación que se está viviendo con la finalidad de alterar su impacto emocional,
3. **Enfoque de la atención:** Modificar el grado de atención a un determinado evento con la finalidad de influir en las emociones experimentadas,
4. **Cambio cognitivo:** Cambiar la forma en que se valora un evento con el propósito de alterar su significado emocional, cambiando la perspectiva que se tiene sobre la situación,
5. **Modulación de la respuesta:** Esta estrategia se implementa una vez que se produce la emoción y es la acción que se toma para influir en la respuesta fisiológica, experiencial o conductual producida por la emoción que ya se ha generado.

Las personas tienden a regular sus emociones de diferentes maneras. Dependiendo de su tipo de personalidad, los individuos optarán por implementar, en mayor o menor grado, una de las cinco estrategias de regulación emocional.

En este sentido, Gross y Oliver llevaron a cabo un estudio para determinar la correlación entre los tipos de personalidad y las diferentes estrategias de regulación emocional [10]. Estos estudios son los que se han tomado de referencia en este trabajo para la implementación del modelo de regulación emocional tomando en cuenta las diferencias individuales.

2. Trabajo relacionado

El grupo académico de Jan Treur y colegas ha desarrollado el lenguaje formal LEADSTO para modelar matemáticamente las relaciones cuantitativas y cualitativas de sistemas complejos a través de la combinación de métodos de modelado lógico y matemático [3]. Este lenguaje se ha utilizado en diferentes trabajos para representar computacionalmente el proceso de regulación emocional [2, 21].

Por ejemplo, CoMERG [4] es un modelo computacional basado en LEADSTO, en el cual se modelan cuatro estrategias de regulación emocional mediante un conjunto de variables para representar aspectos cuantitativos (como los niveles de respuesta emocional) y cualitativos (como las posibles decisiones para regular una emoción). Este conjunto de variables incluye: el nivel de intensidad de la emoción actual, el nivel óptimo esperado de una emoción, y la tendencia personal a modificar el valor de la intensidad emocional.

En [23] se presenta un modelo computacional inspirado en teorías neurológicas que utiliza un enfoque de modelado orientado a redes (Network-Oriented Modelling, ver [22]) para representar la variación que existe en la elección de diferentes estrategias de regulación emocional en función de la edad y el género.

Este enfoque se deriva del lenguaje LEADSTO y se utilizan funciones matemáticas para representar conceptualmente nodos y enlaces, donde cada nodo corresponde a una variable y cada enlace a su relación. Por ejemplo, un nodo corresponde a un estado emocional de un agente producido por un estímulo desencadenado por otro nodo.

Un peso asociado a este par de nodos es la variable que representa la edad y el género en un agente. Dependiendo de los valores preestablecidos en cada nodo, la elección entre las estrategias modeladas (cambio cognitivo y modulación de la respuesta) dependerá de los valores asociados a los pesos de cada enlace.

El trabajo descrito en [9] presenta un modelo computacional que utiliza cadenas de Markov para representar probabilísticamente el modelo de regulación emocional de Gross. En este trabajo se implementa el modelo Big-Five [15] para relacionar los rasgos de personalidad y el proceso de regulación emocional. La relación entre los diferentes estados emocionales y los rasgos de personalidad se establece mediante una matriz de transición de estados.

Cada rasgo de personalidad ocupa una posición dentro de un vector unidimensional utilizado para calcular el factor de efectividad que determina la implementación de una estrategia. Para representar el efecto que tiene una estrategia en función a los eventos que suceden en el entorno y al tipo de personalidad, se utiliza también una matriz de transición de estados. De esta forma se representan las estrategias de cambio cognitivo y modulación de la respuesta.

A diferencia de estos trabajos relacionados, la principal contribución de nuestro modelo es la representación de las cinco estrategias de regulación emocional propuestas por Gross [7], vinculando de manera explícita los cinco rasgos de personalidad del modelo Big-Five [15] con cada una de las estrategias de regulación emocional. Además, el modelo se ha implementado como un módulo adicional en una arquitectura de generación de emociones, facilitando la implementación de este proceso afectivo en agentes conversacionales personificados para diferentes escenarios de interacción.

3. Metodología

El modelo de regulación emocional propuesto se integra específicamente a partir de tres componentes: generación de emociones, representación de los rasgos de personalidad, y la representación de las cinco estrategias de regulación emocional. A continuación se describe cada uno de estos componentes.

Generación de emociones. Actualmente existen diferentes arquitecturas computacionales de generación de emociones pero que no implementan de manera explícita el proceso de regulación emocional. Una de estas arquitecturas es FATiMA [5].

La arquitectura FATiMA proporciona un conjunto de herramientas que funcionan como librerías independientes para la creación de agentes virtuales con comportamientos emocionales apropiados.

El mecanismo de inferencia para la generación de emociones en FATiMA se basa en el modelo OCC [16] de valoración cognitiva, lo cual hace necesario establecer un conjunto de variables de valoración asociados a los eventos que se producen en el entorno de un agente.

Dependiendo de los deseos, creencias y preferencias del agente, estas variables de valoración se utilizan para generar una emoción específica en el agente artificial a partir de los eventos detectados en su entorno.

Rasgos de personalidad. El concepto rasgos de personalidad denota patrones consistentes de comportamiento, pensamientos y emociones. El modelo Big-Five [15] es, por mucho, el modelo más aceptado, y que integra los resultados de cientos de estudios llevados a cabo durante décadas. Este modelo divide las características de personalidad de un individuo en cinco grandes rasgos: Apertura a la experiencia, Escrupulosidad, Extraversión, Amabilidad, y Neuroticismo.

Relación entre los tipos de personalidad y las estrategias de regulación emocional. Con el objetivo de tomar en cuenta las diferencias individuales en la selección de las estrategias de regulación, cada uno de los cinco tipos de personalidad se relaciona con el uso específico de cada estrategia de regulación emocional. Para definir esta asociación, se tomaron como base los hallazgos presentados en [10, 17].

En estos estudios se correlaciona el uso habitual de las estrategias de regulación emocional en función de los rasgos de personalidad del modelo Big-Five. A partir de los resultados de estos estudios, se creó una matriz de correlación para asociar las cinco estrategias de regulación emocional con los cinco rasgos de personalidad (ver tabla 1).

Tabla 1. Correlación, tipos de personalidad y estrategias de regulación emocional.

Personalidad	Selección de la situación	Modificación de la situación	Enfoque de la atención	Cambio cognitivo	Modulación de la respuesta
Escrupulosidad	+	+	+	+	-
Extraversión	-	+	+	+	-
Neuroticismo	+	-	-	-	-
Apertura a la experiencia	-	+	+	+	-
Amabilidad	-	-	+	+	-

En la tabla 1, el signo “+” corresponde una correlación positiva entre el uso de la estrategia de regulación y el tipo de personalidad. Por el contrario, un signo “-” indica una correlación negativa. Se decidió utilizar lógica difusa para representar los niveles de personalidad: bajo, medio o alto y se definieron tres conjuntos difusos con dos funciones de pertenencia polinómicas Z y una función de pertenencia Gaussiana (ver figura 1).

De manera similar se definieron tres conjuntos difusos para representar la relación entre los tipos de personalidad y las estrategias de regulación emocional: baja relación, media relación, y alta relación.

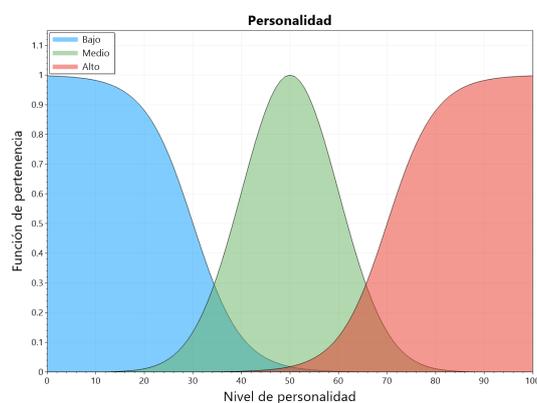


Fig. 1. Funciones de membresía para definir los tipos de personalidad.

Utilizando estos valores difusos, se implementaron las reglas de inferencia de tipo “SI-ENTONCES” (IF-THEN), y se comparan mediante del operador “Y” (AND) para definir qué tipo de estrategia es la que se aplicará en función del grado de pertenencia a cada uno de los cinco tipos de personalidad. En general, las reglas para la implementación de cada estrategia de regulación emocional se expresan como:

- SI Escrupulosidad ES alta Y Neuroticismo ES alto ENTONCES: Selección de la Situación ES Fuertemente aplicada**
- SI Escrupulosidad ES media Y Neuroticismo ES medio ENTONCES: Selección de la Situación ES Ligeramente aplicada**
- SI Escrupulosidad ES bajo Y Neuroticismo ES bajo ENTONCES: Selección de la Situación ES Débilmente aplicada**
- ...

3.1. Implementación de las estrategias de regulación emocional

En la Figura 2-A se presentan los elementos que constituyen el modelo de regulación emocional propuesto (resaltados en amarillo) y su interacción con el resto de

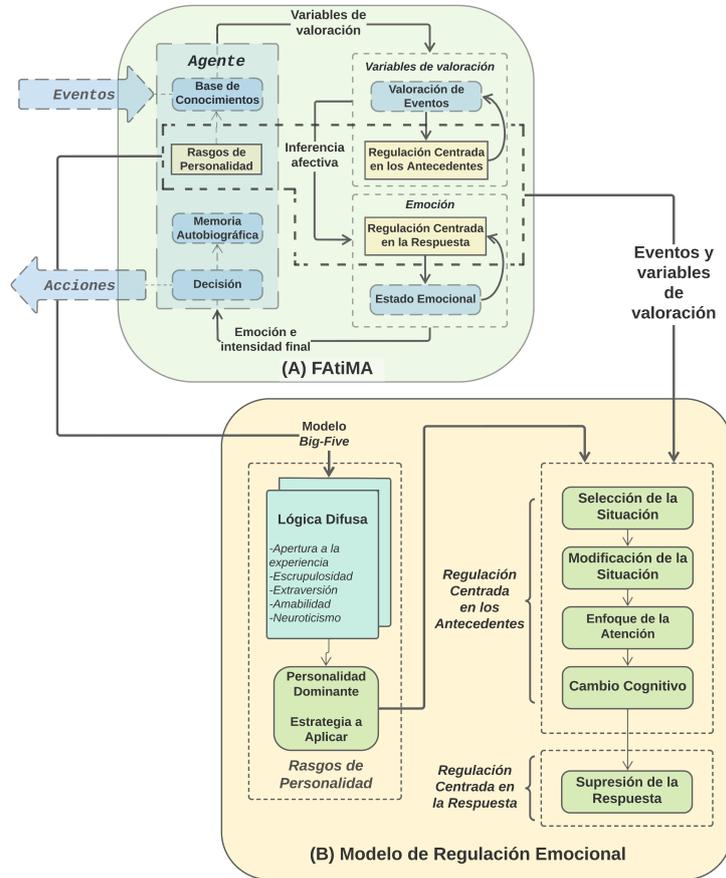


Fig. 2. Esquema de la arquitectura de regulación emocional. A) Integración del modelo propuesto en FATiMA. B) Componentes del modelo de regulación emocional.

componentes de la arquitectura FATiMA. En la Figura 2-B, se detallan las funcionalidades específicas de cada componente del modelo propuesto.

Por ejemplo, el componente rasgos de personalidad determina el tipo de personalidad dominante en un agente y las estrategias de regulación emocional que se pueden implementar. Las estrategias centradas en los antecedentes y la estrategia centrada en la respuesta, forman un mismo módulo en donde se lleva a cabo la implementación de cada estrategia de regulación emocional.

Cada característica relevante de las estrategias de regulación emocional se analizó para representarla de manera adecuada en el modelo computacional propuesto. Como resultado de este análisis se obtuvo el diagrama de flujo de la Figura 3 en el cual se visualiza la manera en que se implementa el proceso de regulación a partir de la detección de un evento. En términos generales, cada estrategia puede ser aplicada por

un agente al cumplir con los siguientes requisitos:

- Tipo de personalidad adecuado: La personalidad del agente debe de tener una correlación positiva con la estrategia a implementar (ver tabla 1),
- Información específica para cada estrategia: De acuerdo a la teoría de Gross, la implementación de cada estrategia requiere información específica. Por ejemplo, para la estrategia de selección de situación, se debe indicar si el agente tiene la capacidad de evitar el evento en curso,
- Valor límite de intensidad emocional: Una vez modificados los datos necesarios para que el evento evaluado produzca una intensidad emocional adecuada, se verifica que el valor obtenido en la intensidad de la emoción al aplicar la estrategia esté en el rango adecuado pre-definido por el usuario.

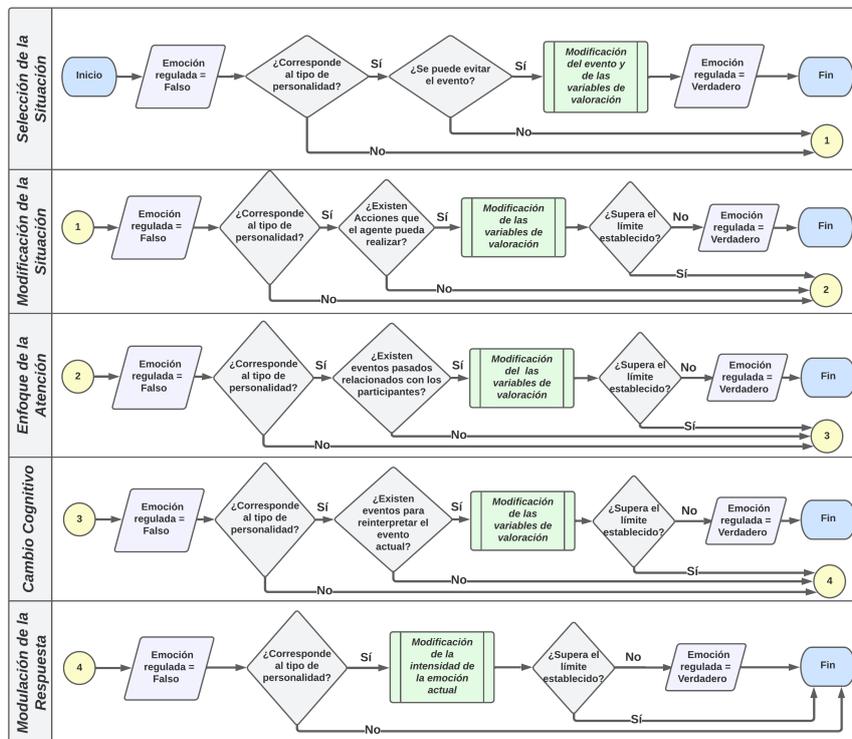


Fig. 3. Diagrama de flujo para las estrategias de regulación emocional.

La implementación de cada estrategia de regulación emocional se describe con más detalle a continuación.

Selección de la situación. De acuerdo con Gross, esta estrategia corresponde a la capacidad de un individuo para evitar que una determinada situación o evento ocurra en

su entorno, sobre todo aquellos eventos que puedan generar una emoción no deseada. En el modelo propuesto, los eventos que ocurren en el entorno del agente tienen la propiedad de poder ser evitados o no de acuerdo a la configuración pre-determinada en el escenario de interacción diseñado por el usuario.

Si se determina que un cierto evento es evitable, dependiendo de la valoración que haga el agente de dicho evento y su tipo de personalidad dominante, esta estrategia podrá aplicarse exitosamente, evitando la generación de una emoción y/o intensidad no deseada en el agente. En caso contrario, se continúa con la implementación de las siguientes estrategias.

Modificación de la situación. Un requisito para implementar esta estrategia es que el agente tenga la posibilidad de realizar al menos una acción para modificar el evento en curso. El conjunto de acciones para modificar el evento actual son definidas por el usuario y están vinculadas internamente a un evento específico.

Si el agente es capaz de realizar una acción que modifique el evento actual y en consecuencia cambiar la valoración que se hace sobre este evento, la emoción y/o intensidad resultante podrían estar dentro de los límites establecidos por el usuario para cada emoción que se desea regular.

El cálculo para determinar el nuevo valor de valoración del evento modificado se realiza mediante la función (1) que relaciona el tipo de personalidad con el valor original de la variable de valoración, es decir, cuanto más dominante sea el tipo de personalidad asociado con esta estrategia de regulación, mayor será la reducción sobre el valor original de la variable de valoración. De esta forma, el éxito en la aplicación de esta estrategia se expresa en función del tipo de personalidad presente en el agente. La función se deriva de la tangente hiperbólica:

$$f_1(x) = \left| \frac{\text{AppVariable}}{2} \right| \cdot \tanh \left(\frac{2x - \text{MaxVal}}{\frac{\text{MaxVal}}{2}} \right) + \left| \frac{\text{AppVariable}}{2} \right|. \quad (1)$$

En la función 1, el parámetro AppVariable corresponde al valor original asignado a la variable de valoración del evento. El parámetro MaxVal es el valor máximo que puede tomar el dominio de la función. Y, la variable x corresponde al valor promedio de los tipos de personalidad. Si el nuevo valor de valoración es aún mayor al límite establecido para la intensidad de la emoción resultante, se continúa con la implementación de la siguiente estrategia.

Enfoque de la atención. Gross señala que esta estrategia se refiere a dirigir la atención de una manera que pueda alterar la respuesta emocional derivada de un evento. En nuestro modelo, esta estrategia se aplica siempre que exista en la memoria del agente un evento previo valorado como positivo que involucre a los participantes en el evento actual representando que el agente enfoca parte de su atención en eventos positivos anteriores.

Si hay un evento previo relacionado con un participante de la escena, el nuevo valor de la variable de valoración se calculará utilizando la función (1). Si el nuevo valor obtenido es menor que el límite establecido por el usuario, la regulación de la emoción es exitosa, de lo contrario, se continúa con la siguiente estrategia.

Cambio cognitivo. Esta estrategia se refiere a cambiar el significado de un evento para que el individuo pueda influir en las emociones que se generan a partir del evento detectado. En el modelo propuesto, esto se representa a través de generar diferentes perspectivas con una valoración positiva del evento actual. Esto se realiza creando nuevos eventos y asociándolos con el evento actual.

Para que las emociones sean reguladas con éxito por esta estrategia, las variables de valoración asignadas a los eventos utilizados para la re-interpretación del evento actual deben de ser positivas, el tipo de personalidad del agente debe corresponder al indicado por la tabla 1, y el nuevo valor en la variable de valoración calculado mediante la función (1) deberá ser menor al valor límite establecido. De lo contrario, se continuará con la siguiente estrategia.

Modulación de la respuesta. Esta estrategia se aplica una vez que la emoción ha sido generada, por lo que su implementación modifica directamente la intensidad de la emoción ya generada en lugar de la variable de valoración asociada al evento en curso. El nuevo valor de intensidad emocional dependerá del tipo de personalidad presente en el agente, por lo que se utiliza la función 1 para calcular esta nueva intensidad.

Si la nueva intensidad no supera el límite establecido, la emoción se regulará con éxito, en caso contrario, al ser la última estrategia, se indica que la emoción del agente no ha podido ser regulada. Una vez que se obtiene la emoción generada y regulada (en caso de éxito de las estrategias de regulación), el control se regresa a los módulos de la arquitectura FATiMA para la generación del comportamiento correspondiente en el agente para hacer frente al evento actual.

4. Resultados

En esta sección se presentan y compararon los primeros resultados obtenidos de realizar diferentes pruebas de simulación. El modelo de regulación emocional se integró en la arquitectura FATiMA [5], desarrollando diferentes eventos en un mismo escenario.

En cada simulación se configuraron diferentes valores en el tipo de personalidad de un mismo agente. Se consideraron únicamente las emociones negativas como objetivo a ser reguladas. El escenario consta de un total de 11 eventos que representan los acontecimientos que suceden en el entorno de un agente en el transcurso de un día:

“Sam es un oficinista que trabaja para una empresa desde hace algunos años. A lo largo del día, Sam experimenta diferentes emociones a causa de los eventos que suceden a su alrededor. Un día normal para Sam inicia al llegar a su trabajo (Evento 1), y finaliza al llegar a su hogar (Evento 11):

- **Evento 1:** Sam es notificado para hablar con su jefe (“Talk-To-Boss”),
- **Evento 2:** Sam saluda a María (“Hello”),
- **Evento 3:** Sam conversa con María (“Conversation”),
- **Evento 4:** María abraza a Sam (“Hug”),
- **Evento 5:** Sam discute con compañeros de la oficina (“Discussion”),
- **Evento 6:** Sam es felicitado por su amigo (“Congrat”),

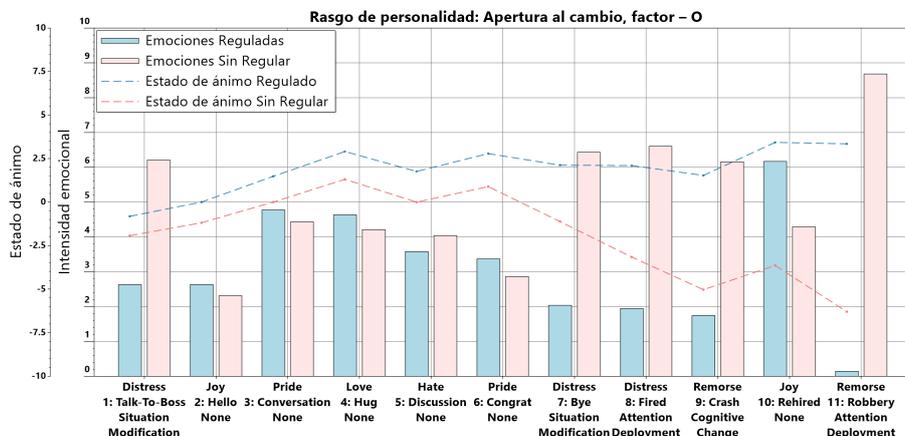


Fig. 4. Gráfica comparativa para el rasgo de personalidad: Apertura al cambio.

- **Evento 7:** María le da la noticia sobre su renuncia (“Bye”),
- **Evento 8:** Sam es despedido de su trabajo (“Fired”),
- **Evento 9:** Sam sufre un percance automovilístico (“Crash”),
- **Evento 10:** Sam recupera su trabajo (“Rehired”),
- **Evento 11:** Robo en casa de Sam (“Robbery”).

Se realizaron un total de 5 simulaciones para representar en el agente cada uno de los 5 tipos de personalidad dominante. En cada simulación el valor para cada rasgo de personalidad se definió de manera aleatoria, excepto el tipo de personalidad dominante en el agente. La configuración en los valores de los tipos de personalidad para cada simulación fue la siguiente:

- **Simulación 1:** Apertura al cambio = 85 Escrupulosidad = 30 Extraversión = 15, Amabilidad = 40, Neurótico = 10,
- **Simulación 2:** Apertura al cambio = 45 Escrupulosidad = 85 Extraversión = 15, Amabilidad = 40, Neurótico = 10,
- **Simulación 3:** Apertura al cambio = 45 Escrupulosidad = 30 Extraversión = 85, Amabilidad = 40, Neurótico = 10,
- **Simulación 4:** Apertura al cambio = 45 Escrupulosidad = 30 Extraversión = 15, Amabilidad = 85, Neurótico = 10,
- **Simulación 5:** Apertura al cambio = 45 Escrupulosidad = 30 Extraversión = 15, Amabilidad = 40, Neurótico = 85.

En la gráfica de la Figura 4 se puede apreciar que el estado de ánimo (variable agregada a partir de las emociones positivas y negativas generadas) del agente “Sam” es más positivo cuando se utiliza la arquitectura de regulación emocional (línea de color

azul) que cuando no se hace uso de ella (línea de color rojo). Este “mejor” estado de ánimo se genera al implementar una sola estrategia de regulación emocional en el escenario, provocando que las emociones negativas posteriores se presenten con una menor intensidad.

Por ejemplo, en el evento 5 (“Discussion”) el agente no pudo implementar ninguna estrategia de regulación emocional debido a su tipo de personalidad dominante, y que en el escenario este evento solo se configuró para ser evitado. Sin embargo, en el primer evento (“Talk-To-Boss”) se implementó la estrategia de selección de la situación (situation selection), de modo que, cuando ocurre el evento “Discussion” el valor de intensidad emocional debido a este evento es menor.

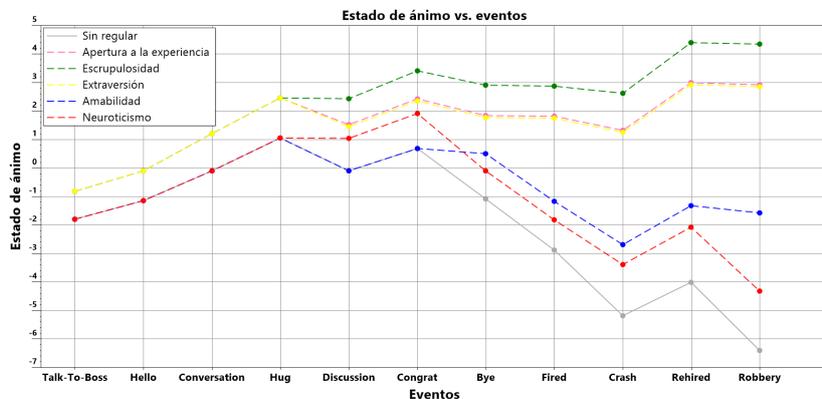


Fig. 5. Gráfica comparativa para los 5 rasgos de personalidad.

Esto es consistente con lo expuesto por Samson y Gross (consultar [19]), quienes explican que el estado de ánimo puede ser visto como un mecanismo de ayuda para la regulación de una emoción, especialmente en la regulación de emociones negativas.

En la Figura 5 se puede observar que el valor del estado de ánimo del agente Sam, y el valor de la intensidad de cada emoción, es diferente para cada tipo de personalidad. Cuando el rasgo dominante en el agente es Escrupulosidad, el estado de ánimo promedio es generalmente mejor que en cualquier otro rasgo de personalidad.

Esto concuerda con los resultados expuestos en [10], ya que este rasgo de personalidad es el que puede implementar un mayor número de estrategias de regulación emocional para cada evento que se presente en el escenario. Por el contrario, cuando el rasgo de personalidad dominante en el agente es de Neuroticismo, solo es posible aplicar una única estrategia de regulación emocional, lo que reduce la posibilidad de regular una emoción negativa.

Lo anterior se representa en la gráfica de la Figura 5, en la que se se comparan los valores de estado de ánimo de los cinco rasgos de personalidad, así como los valores obtenidos del estado de ánimo cuando no se utiliza la arquitectura de regulación emocional (línea gris en el gráfico de la Figura 5).

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se presenta un modelo de regulación emocional y su integración en una arquitectura computacional de emociones. Este tipo de arquitecturas son el componente subyacente para el desarrollo de agentes conversacionales personificados. La generación de reacciones emocionales adecuadas al contexto de aplicación en este tipo de agentes conversacionales contribuyen a mejorar la credibilidad y aceptabilidad por parte de los usuarios.

El modelo de regulación presentado en este artículo está basado en las cinco estrategias de regulación propuestas por J.J. Gross tomando en cuenta los tipos de personalidad como diferencias individuales en la aplicación de cada estrategia.

Los resultados iniciales obtenidos a partir de un conjunto de simulaciones son consistentes con los modelos teóricos utilizados como fundamentos del modelo desarrollado. Como trabajo futuro, se pretende implementar un caso de estudio en el cual se desarrollará un par de agentes virtuales en la plataforma Unity, los cuales harán uso de la arquitectura con el modelo de regulación emocional desarrollado.

Se diseñarán diferentes escenarios interactivos con estos agentes virtuales representando diversos tipos de personalidad. Utilizando este caso de estudio e involucrando a un conjunto de usuarios, se evaluará si los comportamientos emocionales generados por los agentes virtuales con diferentes tipos de personalidad son más creíbles de acuerdo al escenario definido en comparación con los mismos agentes conversacionales, pero sin hacer uso del modelo de regulación emocional.

Agradecimientos. Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado mediante el programa “CONACYT PRONACE - Salud” para el proyecto 3210 “Desarrollo y evaluación de una plataforma tecnológica de ayuda a la detección, seguimiento e intervención temprana de problemas de salud mental y adicciones en la comunidad escolar, primer y segundo nivel de atención”.

Referencias

1. Barrett, L. F., Mesquita, B., Ochsner, K. N., Gross, J. J.: The experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, vol. 58, pp. 373–403 (2007) doi: 10.1146/annurev.psych.58.110405.085709
2. Bosse, T., Gerritsen, C., de Man, J. d., Treur, J.: Learning emotion regulation strategies: A cognitive agent model. In: *IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)*. vol. 2, pp. 245–252. IEEE (2013) doi: 10.1109/WI-IAT.2013.116
3. Bosse, T., Jonker, C. M., Meij, L. v. d., Treur, J.: LEADSTO: A language and environment for analysis of dynamics by simulation. In: Eymann, T., Klügl, F., Lamersdorf, W., Klusch, M., Huhns, M. N. (eds) *German Conference on Multiagent System Technologies (MATES)*. pp. 165–178. Springer (2005) doi: 10.1007/11550648_15
4. Bosse, T., Pontier, M., Treur, J.: A computational model based on Gross’ emotion regulation theory. *Cognitive Systems Research*, vol. 11, no. 3, pp. 211–230 (2010) doi: 10.1016/j.cogsys.2009.10.001

5. Dias, J., Mascarenhas, S., Paiva, A.: Fatima modular: Towards an agent architecture with a generic appraisal framework. In: Bosse, T., Broekens, J., Dias, J., van der Zwaan, J. (eds) *Emotion modeling*, pp. 44–56. *Lecture Notes in Computer Science*, Springer (2014)
6. Ekman, P.: An argument for basic emotions. *Cognition and emotion*, vol. 6, no. 3–4, pp. 169–200 (1992) doi: 10.1080/02699939208411068
7. Gross, J. J., Thompson, R. A.: Emotion regulation: Conceptual foundations. *Handbook of Emotion Regulation*, pp. 3–27 (2007)
8. Gross, J. J., Feldman, B. L.: Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion review*, vol. 3, no. 1, pp. 8–16 (2011) doi: 10.1177/1754073910380974
9. Hu, X., Zhang, H., Yuan, Y., Chen, Y., Zhong, M.: A model for reappraisal with personality in emotion regulation. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 33, no. 10–11, pp. 1197–1207 (2020) doi: 10.1080/0951192X.2020.1718769
10. John, O. P., Gross, J. J.: Individual differences in emotion regulation. *Handbook of emotion regulation*, pp. 351–372 (2007)
11. Kopp, S., Gesellensetter, L., Krämer, N. C., Wachsmuth, I.: A conversational agent as museum guide—design and evaluation of a real-world application. In: Panayiotopoulos, T., Gratch, J., Aylett, R., Ballin, D., Olivier, P., Rist, T. (eds) *International workshop on intelligent virtual agents*. pp. 329–343. *Lecture Notes in Computer Science* (2005) doi: 10.1007/11550617_28
12. Marsella, S., Gratch, J., Petta, P.: Computational models of emotion. *Blueprint for Affective Computing-A sourcebook and manual*, vol. 11, no. 1, pp. 21–46 (2010)
13. Marsella, S. C., Johnson, W. L., LaBore, C.: Interactive pedagogical drama. 4th International conference on autonomous agents. In: *Proceedings of the fourth international conference on Autonomous agents*. pp. 301–308 (2000) doi: 10.1145/336595.337507
14. Martínez-Miranda, J.: Embodied conversational agents for the detection and prevention of suicidal behaviour: current applications and open challenges. *Journal of medical systems*, vol. 41, no. 9, pp. 1–14 (2017) doi: 10.1007/s10916-017-0786
15. McCrae, R. R., John, O. P.: An introduction to the five-factor model and its applications. *Journal of personality*, vol. 60, no. 2, pp. 175–215 (1992) doi: 10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x
16. Ortony, A., Clore, G. L., Collins, A.: *The cognitive structure of emotions*. Cambridge University press (1988)
17. Purnamaningsih, E. H.: Personality and emotion regulation strategies. *International Journal of Psychological Research*, vol. 10, no. 1, pp. 53–60 (2017) doi: 10.21500/20112084.2040
18. Russell, S., Norvig, P.: *Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno*. Pearson, 2nd edn. (2004)
19. Samson, A. C., Gross, J. J.: Humour as emotion regulation: The differential consequences of negative versus positive humour. *Cognition & emotion*, vol. 26, no. 2, pp. 375–384 (2012) doi: 10.1080/02699931.2011.585069
20. Solomon, R. C.: *Not passion’s slave: emotions and choice*. Oxford University Press (2007)
21. Treur, J.: A cognitive agent model displaying and regulating different social response patterns. In: *Twenty-Second International Joint Conference on Artificial Intelligence*. pp. 1735–1742 (2011)
22. Treur, J.: *Network-oriented modeling: Addressing complexity of Cognitive, Affective and Social Interactions*. Springer (2011)
23. Ullah, N., Gao, Z., Liu, R., Treur, J.: A second-order adaptive temporal-causal network model for age and gender differences in evolving choice of emotion regulation strategies. *Journal of Information and Telecommunication*, vol. 4, no. 2, pp. 213–228 (2020) doi: 10.1080/24751839.2020.1724738