



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Departamento de Sistemas Informáticos y Computación  
Universitat Politècnica de València

# Gestión de la personalidad en la arquitectura de agentes emocionales *GenIA*<sup>3</sup>

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Máster Universitario en Inteligencia Artificial, Reconocimiento  
de Formas e Imagen Digital

*Autor:* Joaquín Taverner Aparicio

*Tutores:* Vicente Botti Navarro  
Emilio Vivancos Rubio  
Bexy Alfonso Espinosa

17 de juliol de 2017



## **Agradecimientos**

A mi pareja y a mi familia por su apoyo incondicional y a mis tutores: Vicente, Emilio y Bexy por su ayuda y motivación que han sido claves para la realización de este trabajo.

## Abstract

In the last few years there has been a growing interest in emotional computing. This type of computation tries to include and/or use emotions in different software processes. One of the most promising areas today is the area of emotion simulation, where emotional models are applied to simulate a behavior more similar to that of the human being. One of the most relevant emotional characteristics in emotional processes is personality. Personality is defined as a set of individual characteristics that influence motivations and behaviors when facing a particular circumstance. Therefore, it is necessary to take personality into account when modeling affective processes. Through the simulation of the emotions can be improved, among others, the user's experience with machines and simulation of human decision-making processes using multi-agent systems. In this work we propose a model for the use of personality in an architecture for affective agents, as well as the development of that model in *GenIA*<sup>3</sup>.

*Keywords:* Jason, agent, emotion, personality.

## Resum

En els últims anys hi ha hagut un interès creixent per la computació emocional. Aquest tipus de computació tracta d'incloure i/o emprar les emocions en diferents processos software. Una de les àrees més prometedores actualment, és l'àrea de la simulació d'emocions, on es tracta d'aplicar models emocionals que permeten simular un comportament més similar al de l'ésser humà. Una de les característiques afectives més rellevants en els processos emocionals és la personalitat. La personalitat es defineix com un conjunt de característiques individuals que influeixen en les motivacions i en els comportaments a l'hora d'enfrontar una determinada circumstància. Per tant, a l'hora de modelar processos afectius, la personalitat juga un factor molt important. Mitjançant la simulació d'emocions es poden millorar, entre d'altres, l'experiència de l'usuari al relacionar-se amb les màquines i les simulacions humanes en processos de presa de decisions emprant sistemes multiagent. En aquest treball proposem un model per a l'ús de la personalitat en una arquitectura per a agents afectius, així com el desenvolupament del model en *GenIA*<sup>3</sup>.

*Paraules clau:* Jason, agent, emoció, personalitat.

## Resumen

En los últimos años ha habido un interés creciente por la computación emocional. Este tipo de computación trata de incluir y/o emplear las emociones en distintos procesos software. Una de las áreas más prometedoras actualmente, es el área de la simulación de emociones, donde se trata de aplicar modelos emocionales que permitan simular un comportamiento más similar al del ser humano. Una de las características afectivas más relevantes en los procesos emocionales es la personalidad. La personalidad se define como un conjunto de características individuales que influyen en las motivaciones y en los comportamientos a la hora de enfrentar una determinada circunstancia. Por tanto, a la hora de modelar procesos afectivos, la personalidad juega un factor muy importante. Mediante la simulación de emociones se pueden mejorar, entre otras, la experiencia del usuario al relacionarse con las máquinas y las simulaciones humanas en procesos de toma de decisiones empleando sistemas multiagente. En este trabajo proponemos un modelo para el uso de la personalidad en una arquitectura para agentes afectivos, así como el desarrollo del modelo en *GenIA*<sup>3</sup>.

*Palabras clave:* Jason, agente, emoción, personalidad.

---

# Índice general

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>7</b>
1.1	Motivación . . . . .	7
1.2	Objetivos . . . . .	8
1.3	Estructura del documento . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Conceptos previos</b>	<b>11</b>
2.1	Agente inteligente . . . . .	11
2.1.1	Arquitecturas de agente . . . . .	13
2.1.2	Sistemas multiagente . . . . .	14
2.1.3	Plataforma para sistemas multiagente . . . . .	15
2.2	El lenguaje de agentes Jason . . . . .	15
2.3	Las emociones y las categorías afectivas . . . . .	17
2.4	Computación afectiva . . . . .	21
<b>3</b>	<b>La personalidad</b>	<b>23</b>
3.1	El concepto de personalidad . . . . .	23
3.2	Distintos modelos de personalidad . . . . .	24
3.2.1	La teoría de los <i>Cinco Grandes</i> . . . . .	25
3.2.2	PANAS . . . . .	25
3.2.3	The Myers-Briggs Type Indicator . . . . .	26
3.3	La personalidad y los procesos cognitivos . . . . .	27
3.4	La influencia de la personalidad en las emociones y el estado de ánimo . . . . .	27
3.5	La relación de la personalidad y la memoria . . . . .	28
3.6	El efecto de la personalidad en las decisiones . . . . .	29
3.7	La personalidad en el proceso de evaluación . . . . .	29
3.8	La personalidad en sistemas multiagente . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Modelo de personalidad para la arquitectura <i>GenIA</i><sup>3</sup></b>	<b>33</b>
4.1	Introducción . . . . .	33
4.2	<i>GenIA</i> <sup>3</sup> una arquitectura para agentes <i>BDI</i> afectivos . . . . .	34

4.3	Definiendo el modelo de personalidad en <i>GenIA</i> <sup>3</sup> . . . . .	39
<b>5</b>	<b>Incorporando la personalidad a la plataforma <i>GenIA</i><sup>3</sup></b>	<b>47</b>
5.1	Introducción . . . . .	47
5.2	Extensión del lenguaje de <i>GenIA</i> <sup>3</sup> . . . . .	48
5.2.1	Especificación del sistema multiagente . . . . .	48
5.2.2	Definición de la personalidad en el agente . . . . .	50
5.3	Modificaciones en los procesos cognitivos de los agentes . . . .	51
5.3.1	Influencia de la personalidad en la selección de planes .	52
5.3.2	Influencia de la personalidad en el estado de ánimo . .	53
<b>6</b>	<b>Prueba de la propuesta</b>	<b>57</b>
6.1	Diseño del experimento . . . . .	57
6.2	Definición del sistema multiagente . . . . .	59
6.3	Definición del agente jugador . . . . .	60
6.4	Análisis de resultados . . . . .	61
<b>7</b>	<b>Conclusiones y futuras ampliaciones</b>	<b>67</b>

# Índice de figuras

2.1	Ciclo de razonamiento <i>Jason</i> original. . . . .	17
4.1	Estructura de la arquitectura <i>GenIA</i> <sup>3</sup> [4]. . . . .	35
4.2	Extensión simplificada de la gramática <i>EBNF</i> para <i>GenIA</i> <sup>3</sup> . . . . .	37
4.3	Extension del EBNF de <i>GenIA</i> <sup>3</sup> para introducir los perfiles de personalidad en un sistema multiagente. . . . .	40
4.4	Extension del EBNF de <i>GenIA</i> <sup>3</sup> para permitir el uso de tipos en el agente. . . . .	41
6.1	Comparativa de la evolución de las tres dimensiones del estado de ánimo en las personalidades <i>perfil_1</i> y <i>perfil_2</i> . . . . .	63
6.2	Comparativa de la evolución de las dimensiones del estado de ánimo en los distintos tipos de personalidad. . . . .	65
6.3	Comparativa de la suma para todas las rondas del número de veces que los agentes de cada perfil se han plantado o han pedido al recibir las cartas iniciales. . . . .	66

## Índice de figuras

---

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Motivación

La computación afectiva [46] está adquiriendo una mayor relevancia en los últimos años. Esto es debido, en gran parte, a la mejora en el campo de la inteligencia artificial y al desarrollo de nuevos modelos computacionales como el "Big Data" que se han aplicado, por ejemplo, en el análisis de estados afectivos en redes sociales [70]. Las gran mayoría de las investigaciones en computación afectiva tratan de otorgar a las máquinas capacidades humanas, como pueden ser el reconocimiento [25, 81] o la simulación de emociones [10, 24]. La necesidad de crear este tipo de sistemas aparece al estudiar el comportamiento humano. Cuando analizamos el comportamiento humano desde un punto de vista racional aparecen ciertas incoherencias que se deben, en parte, a la influencia de las emociones y los procesos afectivos a la hora de afrontar una determinada situación.

Existe una amplia gama de conceptos cognitivos que describen las distintas características afectivas. Estas características, afectan en mayor o menor medida a los procesos de razonamiento y toma de decisiones [15]. Generalmente, la literatura habla de emociones, estados de ánimo y personalidad [18, 23]. La personalidad se define como un conjunto de características individuales que influyen en las motivaciones, los comportamientos y las emociones a la hora de afrontar una determinada circunstancia [18]. La personalidad también hace referencia a la manera característica en la que una persona piensa, siente, se comporta y se relaciona con otras. Es el único rasgo afectivo que se mantiene a largo plazo y refleja las diferencias individuales en las características mentales [43]. Por tanto, la personalidad es un factor importante que afectará a la forma en que razonamos y tomamos decisio-

nes. Por lo cual, si queremos simular el comportamiento humano mediante software es necesario poder definir la personalidad, de forma que se permita derivar distintos comportamientos en función del tipo o el conjunto de rasgos de personalidad de los individuos modelados.

Una de las tecnologías que está adquiriendo mayor relevancia en el entorno de las simulaciones son los sistemas multiagente [78] ya que proporcionan adaptabilidad, escalabilidad, versatilidad, autonomía y tienen una alta tolerancia a fallos. A lo largo de los años han surgido distintos lenguajes, arquitecturas y plataformas de agentes para desarrollar este tipo de sistemas de una forma más sencilla. Actualmente existen representaciones y formalizaciones de agentes que tienen en cuenta los procesos afectivos a la hora de tomar una decisión, pero la mayoría se basan en la perspectiva cognitiva de las emociones [10, 24]. Estas formalizaciones modelan el proceso de evaluación, la dinámica de las emociones o el efecto que tienen sobre los procesos cognitivos y de comportamiento de los agentes. Sin embargo, no existen muchas que realicen una formalización general de la interrelación existente entre los procesos racionales y los procesos afectivos. Una de las formalizaciones que sí tiene en cuenta estos procesos es la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> [2].

## 1.2 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo final de máster es: permitir el uso de perfiles de personalidad en la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> que afecten tanto a los procesos afectivos como cognitivos. Esto permitirá crear comportamientos distintos en función del perfil al que pertenezca el agente; definir e implementar los procesos necesarios para incorporar y manipular la personalidad de forma genérica en la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>, permitiendo así que esta arquitectura se adapte a cualquier tipo de teoría de personalidad tanto basadas en *tipo* como en *rasgos*; también se debe ofrecer un modelo de personalidad por defecto basado en la teoría de los *Cinco Grandes* [36] que permita diseñar fácilmente agentes con rasgos de personalidad; y por último se debe implementar un sistema multiagente para probar el funcionamiento de la plataforma que permita analizar las diferencias que se produzcan en el estado de ánimo y en los procesos de toma de decisiones entre distintos perfiles de personalidad. Para ello será necesario:

- Realizar una tarea de investigación para determinar tanto las distintas teorías existentes en el ámbito de la personalidad como los procesos efectivos y cognitivos a los que la personalidad afecta.

- Realizar una búsqueda de trabajos en los que se empleen perfiles de personalidad en sistemas multiagente.
- Desarrollar un modelo para introducir los perfiles de personalidad dentro de la plataforma de la forma más genérica posible sin dejar de lado que el uso debe ser sencillo para el usuario.
- Ampliar *GenIA*<sup>3</sup> para permitir el uso de distintas teorías de personalidad de una forma sencilla.
- Definir la extensión de la sintaxis de *GenIA*<sup>3</sup> siguiendo la misma filosofía empleada en esta arquitectura.
- Realizar las modificaciones necesarias en la plataforma para incorporar la extensión de la sintaxis así como para incluir su funcionalidad.
- Definir un mecanismo que permita asociar planes a un determinado perfil de personalidad.
- Estudiar la forma en la que la personalidad influye en los procesos afectivos y cognitivos del agente y proponer un modelo que lo simule. Aplicar el modelo al diseño por defecto de *GenIA*<sup>3</sup> de forma que la personalidad afecte a los procesos afectivos y cognitivos del agente.
- Diseñar un dominio donde puedan comprobarse las diferencias en un grupo de agentes clasificados en distintos perfiles de personalidad.

## 1.3 Estructura del documento

El trabajo está organizado en siete capítulos: el presente capítulo está destinado a la introducción del trabajo. En el segundo capítulo hablaremos sobre algunos conceptos previos acerca de los sistemas multiagente, realizaremos una breve introducción a la arquitectura *Jason*, veremos los distintos procesos emocionales y hablaremos sobre el concepto de computación afectiva. En el capítulo tercero vamos a ver qué es la personalidad, hablaremos de distintas teorías y modelos, veremos cómo la personalidad afecta a los distintos procesos afectivos y cognitivos y por último realizaremos un breve resumen sobre algunos trabajos realizados hasta la fecha que emplean la personalidad en sistemas multiagente. En el cuarto capítulo desarrollaremos la propuesta en profundidad, realizando un breve resumen de la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> y posteriormente hablaremos de la extensión propuesta para el uso de la personalidad dentro de esta arquitectura. En el quinto capítulo revisaremos

la implementación de la propuesta realizada en la plataforma para agentes afectivos *GenIA*<sup>3</sup>. En el sexto capítulo comprobaremos la adecuación la plataforma mediante experimentación y analizaremos los resultados obtenidos. Por último, en el séptimo capítulo mostraremos las conclusiones y las futuras ampliaciones.

# Capítulo 2

## Conceptos previos

En este capítulo vamos a ver una serie de conceptos necesarios para la comprensión del trabajo. Desarrollaremos el concepto de agente inteligente y hablaremos sobre las arquitecturas de agente así como de los sistemas multi-agente y las plataformas para estos sistemas. Describiremos brevemente sobre *Jason* que es un intérprete para un lenguaje de agentes, y lo emplearemos para desarrollar nuestra propuesta. Posteriormente veremos una introducción a las emociones y las categorías afectivas donde explicaremos algunos de los conceptos y teorías más relevantes que se han propuesto. Por último, introduciremos el concepto de computación afectiva.

### 2.1 Agente inteligente

El concepto de agente software no es sencillo de definir, pues el debate sobre qué constituye un agente inteligente está todavía abierto. Una de las definiciones más generales y aceptadas define a un agente inteligente como *“un sistema reactivo que desarrolla su actividad dentro de un entorno y presenta cierto grado de autonomía en el sentido en que se le delega una tarea, y el propio sistema determina la mejor manera de lograr esta tarea”* [78]. Los agentes tienen una serie de objetivos que deben alcanzar y un conjunto de acciones que pueden realizar. Deben ser capaces de reaccionar a los cambios que se produzcan en su entorno y de planificar por sí mismos las acciones que deben realizar para lograr sus objetivos [76] [62]. Además, estos agentes deben tener la capacidad de interactuar con otros agentes. La forma de interactuar no debe ser simplemente intercambiando datos, si no participando en actividades sociales de forma análoga a como lo hacen los seres humanos en el día a día: cooperando, coordinándose o negociando entre otras. Para poder interactuar con el entorno, estos agentes deben ser capaces de analizar dicho

entorno mediante el uso de sensores, y deben tener un repertorio de posibles acciones a realizar, con el fin de modificar su entorno usando los actuadores. Además del entorno, los agentes tienen una serie de propiedades generales:

- **Autonomía:** El agente debe ser capaz de operar de forma independiente con el fin de alcanzar los objetivos que se le delegan. Por lo tanto, un agente autónomo toma decisiones de forma independiente sobre cómo lograr sus objetivos delegados. Sus decisiones (y por tanto sus acciones) están bajo su propio control.
- **Reactividad:** El agente debe ser sensible a los cambios que se produzcan en su entorno y reaccionar tomando las decisiones adecuadas en cada momento.
- **Proactividad:** El agente debe ser capaz de exhibir un comportamiento dirigido a un objetivo. Asume el pleno control de su conducta de modo activo, lo que implica la toma de iniciativa en el desarrollo de acciones que se traduzcan en el cumplimiento de sus objetivos. La proactividad descarta por completo los agentes pasivos, que nunca tratan de hacer nada.
- **Capacidad social:** Se refiere al intercambio de información crucial para la toma de decisiones en los agentes, esto es, que los agentes deben intercambiar creencias, planes y objetivos para conseguir un fin común.

En la literatura existen otras características que se les atribuyen a los agentes entre las que se destacan [54]:

- **Veracidad:** se refiere a la capacidad del agente para engañar a otros agentes a través de sus mensajes o de su comportamiento. Por lo tanto, un agente puede ser veraz al no engañar intencionalmente a otros agentes. Además, un agente que es mentiroso puede tratar de engañar a otros agentes, ya sea proporcionando información falsa o actuando de manera engañosa.
- **Adaptabilidad:** es la capacidad de un agente para modificar su comportamiento en el tiempo.
- **Racionabilidad:** El agente debe realizar las acciones pertinentes en función de la información que recibe de su entorno.
- **Disposición:** se refiere a la “actitud” del agente hacia otros agentes, y su disposición a cooperar con ellos.

- Continuidad temporal: Se considera que los agentes tienen una ejecución infinita.
- Benevolencia: un agente siempre puede intentar realizar una tarea cuando se le pide (benevolente), o puede actuar en su propio interés de colaborar con otros agentes sólo cuando sea conveniente hacer (interesarse por sí mismo), o podría tratar de dañar a otros agentes o destruirlos de alguna manera (malévolos).

### 2.1.1 Arquitecturas de agente

Las arquitecturas de agente deben describir los diferentes módulos que forman parte de un agente y cómo éstos se interconectan para que el agente pueda exhibir una determinada conducta. Frente a otras tecnologías con componentes fijos como la de objetos (objetos, atributos y métodos) o la de sistemas basados en el conocimiento (motor de inferencia, base de hechos, base de conocimiento y otros elementos opcionales), en los agentes es posible encontrar una gran variedad de arquitecturas [51]. Las arquitecturas de agente se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios. [74, 77]:

- Deliberativas: Un agente deliberado es aquel que contiene un modelo simbólico del mundo explícitamente representado y en el que las decisiones se hacen a través de un razonamiento lógico.
- Reactivas: Nacen como respuesta a los problemas acarreados por el uso de la IA simbólica. Este tipo de arquitecturas no incluyen ningún tipo de modelo central simbólico del mundo y no emplean un razonamiento simbólico complejo.
- Híbridas: Estas arquitecturas plantean que ni el enfoque deliberativo ni el reactivo son adecuados para el desarrollo de agentes inteligentes y emplean distintos enfoques alternativos algunos basados en las dos arquitecturas anteriores.

Una de las arquitecturas más importantes y usadas es la *BDI* (*Beliefs, Desires, Intentions*). La arquitectura *BDI* es una arquitectura deliberativa que se fundamenta en la teoría filosófica del razonamiento práctico [47] [15] en el que las acciones se deciden en consonancia con los objetivos. En la arquitectura *BDI* los agentes están diseñados como un sistema intencional donde al agente se le atribuye un conjunto de actitudes mentales. Los agentes están formados por un conjunto de creencias (que en *Jason* se denomina base de creencias), deseos e intenciones. Las creencias representan la información que tiene el agente sobre el estado de su entorno. Esta información no tiene

por que ser completa como razonaron *Rao* y *Georgeff* en su definición de la lógica BDI [50]. Los deseos son objetivos que el agente quiere conseguir, por ello tienen preferencia. Las intenciones son compromisos que adquiere el agente, es decir aquellos objetivos que selecciona para ejecutarlos. Los agentes toman la decisión de qué acción realizar en función del estado en el que se encuentren.

Los agentes *BDI* llevan a cabo el proceso de razonamiento a través de cuatro procesos más específicos que son: la revisión de las creencias (donde se comprueban las percepciones, los mensajes nuevos y se contrastan con las creencias actuales para obtener nuevas creencias), la generación de opciones (las opciones son deducidas por el agente a partir de la base de creencias y las intenciones actuales), el filtro (determina las nuevas intenciones en relación con la base de las creencias actuales, los deseos y las intenciones), y la selección de acciones (que determina la acción a realizar teniendo en cuenta las intenciones actuales) [3].

La arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>, sobre la que vamos a trabajar, es una arquitectura para agentes afectivos basada en *BDI* que se explicará con mayor detalle en la sección 4.2. Por tanto, los agentes que vamos a emplear serán agentes *BDI* y contarán con deseos, intenciones y creencias. La modificación de la personalidad propuesta en este trabajo deberá ser capaz de incidir en la selección de las intenciones como veremos más adelante.

### 2.1.2 Sistemas multiagente

Los sistemas multiagente son un área de conocimiento dentro de la inteligencia artificial distribuida, pero también constituyen una nueva aproximación metodológica al estudio y caracterización del comportamiento de los sistemas complejos. En general los sistemas multiagente tratan sobre la coordinación inteligente entre una colección de agentes autónomos, y de cómo pueden coordinar sus conocimientos, metas, prioridades y planes para tomar una decisión o resolver un problema [11].

Los sistemas multiagente son sistemas computacionales en los que dos o más agentes interactúan para alcanzar un conjunto de objetivos [76]. El crecimiento de los recursos de información en red requiere sistemas de información que se pueden distribuir en una red e interoperar con otros sistemas. Estos sistemas no pueden realizarse fácilmente con las tecnologías de software tradicionales debido a los límites de estas para hacer frente a la distribución y a la interoperabilidad. Las tecnologías basadas en agentes parecen ser una respuesta prometedora para facilitar la realización de tales sistemas, ya que fueron inventados justamente para hacer frente a la distribución y la inter-

operabilidad

### 2.1.3 Plataforma para sistemas multiagente

Las plataformas de agentes surgen como respuesta a la necesidad de crear sistemas multiagente que, generalmente, requieren de unas ciertas características para poder dar servicio a la funcionalidad de los agentes. Por tanto, este tipo de sistemas requieren mucho tiempo de implementación y un nivel alto de programación, puesto que la concurrencia en los sistemas multiagente es esencial y programar sistemas concurrentes es una tarea compleja. Para acelerar el proceso de implementación de este tipo de sistemas es necesario emplear herramientas que permitan la abstracción del usuario lo máximo posible, de forma que el esfuerzo deba de ser mínimo. Para cubrir esta necesidad nacen las plataformas para sistemas multiagente, que generalmente proporcionan soporte para multi-subprocesos, comunicación y otras interfaces básicas de tal manera que el diseñador del sistema puede concentrarse más en el modelado del dominio de la aplicación. Entre otras cosas, permiten a los desarrolladores de software crear sistemas basados en agentes mientras eliminan algunas de las tareas más tediosas y complejas. Además, generalmente proporcionan un interfaz de usuario, herramientas para la programación, funcionalidades predefinidas, lenguajes y ontologías que facilitan la escritura del código simplificándolo de forma que puede ser comprendido por usuarios sin mucha experiencia.

En este trabajo vamos a implementar el modelo de personalidad que proponemos en la plataforma de agentes *GenIA*<sup>3</sup> implementada sobre *Jason* y que, siguiendo la filosofía de estas plataformas, permitirá la definición de agentes afectivos de una forma sencilla, permitiendo a los usuarios comprobar sus teorías sin tener que desarrollar todo el sistema desde cero. Nuestra propuesta, como veremos en el cuarto capítulo, permitirá que se empleen distintas teorías de personalidad dentro de la plataforma, ofreciendo las interfaces necesarias para facilitar lo máximo posible su versatilidad manteniendo la facilidad de uso por parte de los usuarios. Además ofreceremos un modelo por defecto dentro de la propia plataforma, que ya contará con todo lo necesario para introducir diferentes comportamientos en base a la personalidad.

## 2.2 El lenguaje de agentes Jason

*Jason* [12] es un intérprete basado en *Java* de una extensión de *AgentSpeak* [49]. *AgentSpeak* es un lenguaje de programación orientado a agentes

con una arquitectura *BDI* [78]. Un agente en *Jason* consta de un conjunto de creencias, un conjunto de planes y un conjunto de objetivos.

- Las creencias representan el conocimiento que tiene el agente del estado actual del entorno donde se encuentra. No son estáticas, de hecho suelen estar en constante cambio durante la ejecución del agente. Cuando se definen las creencias, también se pueden añadir reglas que permitan deducirlas. Estas reglas constan de una parte izquierda con la creencia que se deducirá, y una parte derecha con el conjunto de condiciones que deben cumplirse. La estructura es la siguiente:

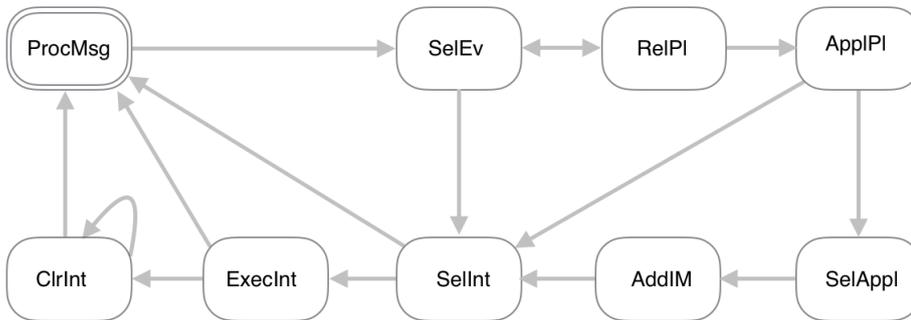
*creencia :- condición .*

En las condiciones pueden ponerse otras creencias, acciones internas o expresiones mediante una sintaxis parecida a *Prolog*.

- Los objetivos son los logros que debe alcanzar el agente. Existen dos tipos: los *Achivement Goals* y los *Test Goals*. Los *Achivement Goals* se denotan con el símbolo “!” y son objetivos a alcanzar por el agente que serán verdaderos una vez alcanzados. En cambio los *Test Goals* se expresan mediante el símbolo “?” y se usan para realizar consultas a la base de creencias.
- Los planes son una secuencia de acciones que debe llevar a cabo el agente para lograr un objetivo. Los planes tienen tres partes: el evento disparador del plan, el contexto y el cuerpo, estos dos últimos son opcionales. La estructura para los planes es la siguiente:

*evento\_disparador : contexto <- cuerpo .*

Uno de los elementos más relevantes para la implementación de nuestra propuesta son las etiquetas de los planes. Las etiquetas se pueden interpretar como un nombre que se le asigna a un plan. No es necesario explicitarlas ya que *Jason* le asigna a cada plan un nombre por defecto. Cuando a un plan se le asigna un nombre, se permite al usuario poder seleccionar ese plan en cualquier punto de la ejecución. Una de las cosas más importantes de las etiquetas es que pueden llevar asociadas distintas anotaciones. Esto permite que puedan existir distintos planes con un mismo evento disparador, incluso con el mismo contexto pero

Figura 2.1: Ciclo de razonamiento *Jason* original.

con distintas etiquetas, que permiten realizar una selección de planes más clara. Incluso se pueden usar en el propio código interno del agente para realizar distinciones entre planes. Cuando se añaden las etiquetas los planes quedan con la siguiente estructura:

```

@etiqueta [ anotación1, ..., anotaciónn ]
evento_disparador : contexto <- cuerpo .

```

En *Jason* los agentes tienen un ciclo de razonamiento propio. En cada ciclo de razonamiento el agente comprueba los mensajes que recibe e interactúa con el entorno (percepción). Estas acciones pueden añadir creencias u objetivos que generarán eventos que pueden llevar asociados planes. Del conjunto de planes aplicables se selecciona uno que será el que se ejecutará.

El ciclo de razonamiento (Figura 2.1) es un autómata de estados finitos que consta de los siguientes estados: *ProcMsg* estado inicial en el que se procesan los mensajes recibidos, *SelEv* donde se selecciona el evento, *RelPl* aquí se realiza la selección de los planes que son relevantes, *ApplPl* en este paso se hace una comprobación de cuales de los planes relevantes son aplicables, *SelAppI* se selecciona un plan a aplicar, en el estado *AddIM* se añade la nueva intención al conjunto de intenciones, *SelInt* es el estado donde se selecciona una intención, *ExecInt* en este paso se ejecuta la intención, *ClrInt* aquí es donde se eliminan las intenciones que se hayan ejecutado en el paso anterior.

## 2.3 Las emociones y las categorías afectivas

Las emociones tienen muchas facetas que involucran sentimientos, experiencias, comportamientos, conocimientos, fisiologías y conceptualizaciones [43].

Existe una amplia gama de conceptos cognitivos que describen las características afectivas en los seres humanos. La corriente actual en psicología y filosofía sostiene que las emociones juegan un papel muy importante en el razonamiento práctico [27]. Aristóteles definió el razonamiento práctico como el razonamiento que concluye en una acción, donde el razonamiento debemos verlo como un proceso mental que tiene lugar en la mente del razonador y su conclusión debe ser un estado mental. Bajo este punto de vista, el razonamiento práctico es el encargado de conducir los procesos de toma de decisiones. Posteriormente esta teoría ha sido estudiada en profundidad en psicología y filosofía por autores como Hume o Kant y, en la actualidad, es una de las teorías más aceptadas en su campo. Si, como acabamos de ver, las emociones afectan al razonamiento práctico también van a tener una influencia significativa en los procesos de toma de decisiones [15,44]. Bajo este punto de vista, las emociones están muy ligadas a los procesos racionales y también es una tendencia de las áreas de investigación, como la psicología o la neurociencia que han formulado distintas teorías.

Una de las teorías afectivas más conocidas en el ámbito de la psicología es la teoría de la evaluación [61,63]. Esta teoría sostiene que las emociones son provocadas por evaluaciones que se realizan sobre eventos y situaciones. De forma que, las emociones no son meras respuestas a estímulos si no que son el resultado de la evaluación que realiza el individuo de estos estímulos [56]. Esta interpretación establece un número amplio de estados emocionales que se adaptan a las diferentes situaciones a las que se pueden enfrentar un individuo. Además, se tiene en cuenta que una misma serie de circunstancias pueden provocar reacciones emocionales muy distintas en función del individuo, es decir, las diferencias individuales como por ejemplo, las causadas en función de la personalidad, influyen en el tipo de emociones que van a ser manifestadas. Por tanto, la evaluación desencadena y regula los estados emocionales.

El modelo propuesto en [33] trata de explicar la forma en la que funciona el proceso de evaluación. En este modelo se asume que no existe una relación directa entre una emoción y una evaluación concreta. Divide el procedimiento en dos etapas:

- La evaluación primaria: que es la encargada de determinar el valor emocional que produce un evento. Puede ser consecuencia de un acto inconsciente, por ejemplo, un acto de supervivencia. Es subjetiva.
- La evaluación secundaria: donde el individuo decide la forma en la que va a confrontar la situación teniendo en cuenta el estado de la etapa

anterior.

La activación de la emoción es consecuencia, no solo de una evaluación sino, del resultado de un conjunto de evaluaciones. La evaluación del evento es la que se encarga de seleccionar la emoción y no el evento evaluado. De esta forma, explica como dos individuos distintos pueden tener reacciones distintas a un mismo evento y como un mismo individuo puede mostrar distintas reacciones a un mismo evento. Además, en la segunda fase, el individuo puede adaptar su respuesta emocional a un evento concreto.

Las emociones también están relacionadas con la memoria [3]. Existe evidencia de que las personas recuerdan mejor los fenómenos que han sido emocionalmente significativos. La memoria también afecta a las emociones, de forma que un evento que en el pasado generó una emoción, condiciona la emoción producida cuando se repite de nuevo el evento. En la relación de la emoción y la memoria dos procesos importantes se pueden destacar: en primer lugar el proceso a cargo de determinar qué recuerdos van a almacenarse y de qué forma. En segundo lugar, el proceso que determina cómo estos recuerdos evolucionan con el tiempo ya que las emociones inicialmente tienen un impacto fuerte en los individuos, que con el tiempo, va disminuyendo. La generación de comportamiento reactivo generalmente se realiza principalmente empleando las experiencias pasadas y la memoria emocional. Lo mismo ocurre con la toma de decisiones, que también se lleva a cabo mediante la evaluación de las expectativas [65].

La mayoría de las investigaciones en psicología afectiva giran sobre tres conceptos afectivos: las emociones, los estados de ánimo y la personalidad. Generalmente se acepta que las emociones son reacciones a determinados estímulos [43], se dividen en dos tipos: las emociones primarias que tienen una relación directa con capacidades expresivas como expresiones faciales, posturas corporales o inflexión de voz, y las emociones secundarias que surgen como el resultado de un razonamiento acerca de los acontecimientos actuales teniendo en cuenta las expectativas y experiencias pasadas. Para poder representar estas emociones los modelos deben evaluar todas las posibles situaciones en las que el individuo se pueda encontrar y también deben proporcionar una estructura para las variables que influyen en la intensidad de las emociones. El modelo más empleado para la representación de las emociones es *OCC* [43], que clasifica las emociones en veintidós categorías basadas en reacciones a distintas situaciones [8]. *OCC* es un modelo estándar para la síntesis de emociones donde los aspectos cuantitativos de las emociones se describen mediante tres términos: la potencia, el umbral y la intensidad.

Por ejemplo, para la intensidad existen veinticinco variables distintas. Para cada emoción existen una serie de variables de intensidad que le afectan. Las variables de intensidad están divididas en locales y globales. Las locales solo afectan a ciertas emociones, mientras que las globales afectan a todas las emociones. Solo cuatro variables están identificadas como variables globales: el sentido de la realidad, la proximidad psicológica, lo inesperado, y la activación fisiológica [64]. Un ejemplo del uso práctico de *OCC* es el proyecto *ALMA* [24]. En *ALMA* se desarrollan personajes virtuales interactivos que simulen el comportamiento humano. Estos personajes interactivos tienen un perfil de personalidad y muestran las emociones y los estados de ánimo en tiempo real.

En la representación de las emociones es fundamental mostrar los distintos estados de ánimo. El estado de ánimo es la disposición que muestra un individuo en un momento determinado [66]. Los estados de ánimo son diferentes de las emociones o los sentimientos en cuanto a que son menos específicos, menos intensos y tienen menos probabilidades de ser desencadenados por un estímulo o evento en particular. Además los estados de ánimo son menos volátiles que las emociones, es decir varían menos con el tiempo y tienen una duración mayor [9]. Los estados de ánimo típicamente tienen un valor positivo, negativo o neutro [29], es lo que comúnmente se conoce como buen o mal humor. El estado de ánimo suele sufrir oscilaciones en el tiempo como respuesta a eventos positivos o negativos. El estado de ánimo es un estado interno que depende de cada individuo. Cuando un estado de ánimo se prolonga en el tiempo se denomina estado de equilibrio, humor dominante o estado fundamental de ánimo. Este estado es al que tiende el sujeto cuando no tiene estímulos externos que puedan alterarlo. Este estado de equilibrio depende de los rasgos de la personalidad, es decir la personalidad predispone a ciertos estados de ánimo. Por ejemplo, un sujeto con una personalidad nerviosa puede tener como estado de equilibrio un estado con un nivel alto de exaltación, activación y nerviosismo.

Los estados de ánimo, como se ha mencionado anteriormente, son más duraderos que las emociones y no tienen por que estar relacionados directamente con un único estímulo. Las condiciones en las que se modifica el estado de ánimo son: la aparición de un evento ligeramente positivo o negativo, el desplazamiento de un evento inductor de una emoción, el recuerdo de una experiencia emocional y la inhibición de la respuesta emocional en presencia de un evento emocional inductor [41]. Existen diferentes interpretaciones a la hora de modelar los estados de ánimo.

Uno de los modelos más usados para modelar los estados de ánimo, sobre todo en investigación en computación emocional, es *PAD* (*Pleasure, Arou-*

*sal, Dominance*) [37]. El modelo *PAD* procedente de la psicología ambiental, emplea tres dimensiones numéricas para representar las distintas respuestas emocionales. En algunas referencias se emplea este modelo sustituyendo el *Pleasure* por el *Valance* a pesar de que a efectos prácticos no hay diferencias [67]. Las dimensiones de *PAD* pueden tener cualquier valor numérico aunque, generalmente, se emplean cuatro valores para cada dimensión, con lo que se pueden representar sesenta y cuatro valores posibles para las emociones. El significado de las tres dimensiones es el siguiente: el placer denota cuan agradable o desagradable resulta un estímulo, la excitación es la activación que le produce el estímulo y la dominación es el nivel de dominio o sumisión que representa el estado de ánimo. Por ejemplo, el miedo es un estado de sumisión mientras que la ira es un estado de dominación.

*PAD* es un modelo tridimensional, sin embargo, distintas teorías sugieren que el estado de ánimo es bidimensional. Entre estas teorías destaca la teoría del afecto positivo y afecto negativo que, como veremos en la sección 3.2, divide el espacio en dos dimensiones que tratan de explicar los distintos estados de ánimo por los que puede transitar un individuo [71, 73].

Por último, tenemos la personalidad, sobre la que trata este trabajo y por tanto vamos a detenernos en ella en el tercer capítulo. Donde realizaremos un análisis más detallado de las distintas teorías que tratan la personalidad tanto a nivel teórico como con ejemplos prácticos en sistemas multiagente.

## 2.4 Computación afectiva

La computación afectiva [46] es el área que se encarga del tratamiento de las emociones en el área de la informática y se apoya en distintas teorías de las ciencias psicológicas y cognitivas. En los últimos años han ido apareciendo diferentes estudios para incorporar las emociones en los procesos software [4, 10, 24, 48]. Cuando se quiere que los agentes software tengan un razonamiento similar al humano se hace necesario incluir las emociones en su proceso de razonamiento. Pero representar las emociones dentro de un proceso software resulta una tarea bastante compleja y normalmente los desarrolladores se ven en la obligación de crear sus propios modelos de emoción desde cero. Por eso se hace necesario la creación de normas y directrices sistemáticas. Sin embargo hay muy pocas propuestas en este campo que tengan en cuenta la posterior implementación en agentes software. La mayoría no ofrecen una arquitectura de agentes afectivos. Por eso, nace la necesidad de crear nuevos modelos de agente que permitan la programación de agentes emocionales. Como por ejemplo, *GenIA*<sup>3</sup> [4], que propone una arquitectura

pensada para la incorporación de los agentes afectivos en *Jason*.

El proceso de desarrollo de un modelo computacional puede ayudar a probar y concretar distintas teorías psicológicas, obligando a cumplir compromisos sobre la forma abstracta en la que se realizan las construcciones teóricas. Los modelos computacionales proporcionan un laboratorio sobre el cual se pueden experimentar, a través de la simulación, distintas teorías que permitan a los investigadores derivar predicciones que pueden probarse posteriormente con los datos humanos. Los experimentos realizados mediante simulación a menudo resultan más eficientes que los realizados con humanos, ya que las máquinas no están condicionadas a priori a la experimentación. Por otra parte, se eliminan las preocupaciones éticas que son centrales para cualquier investigación que involucre la evocación de emociones en sujetos humanos.

Para poder emplearlos en arquitecturas computacionales se han desarrollado una serie de modelos y teorías que permiten extrapolar a un espacio multidimensional las emociones, los estados de ánimo o la personalidad. Mediante el uso de estos modelos se puede dotar a los agentes inteligentes de la capacidad de razonar mediante el uso de las emociones al igual que ocurre en los seres humanos.

# Capítulo 3

## La personalidad

En este capítulo vamos a ver en profundidad que se entiende por personalidad. Para ello haremos un análisis de distintas teorías psicológicas y filosóficas, haciendo hincapié en la forma en que la personalidad influye en la cognición, en las emociones y en los procesos de razonamiento y toma de decisiones. Por último, veremos distintos trabajos realizados que incluyen la personalidad en sistemas multiagente.

### 3.1 El concepto de personalidad

La personalidad es un constructo <sup>1</sup> que se emplea en psicología para dar explicación a las diferencias individuales que constituyen a una persona y la diferencian de otra y que tiene influencia en la forma en la que se producen respuestas emocionales a determinados estímulos. El término personalidad proviene del latín *persona* que se refiere a las máscaras que empleaban los actores en las representaciones teatrales [40]. Al igual que ocurre con muchos conceptos abstractos, no existe un consenso absoluto sobre qué se debe entender por personalidad. Una de las definiciones más aceptadas define la personalidad como la organización dinámica, en el interior del individuo, de los sistemas psicofísicos responsables de su pensamiento y conducta característicos [7]. De forma general, se puede decir que la personalidad es un conjunto de rasgos distintivos de un individuo que se mantienen relativamente estables a lo largo del tiempo y son invariantes ante distintas situaciones que explican la forma en la que responden los individuos.

Al ser un rasgo estable permite predecir determinadas conductas en el individuo cuando se enfrenta a una situación concreta. Pero además, las teo-

---

<sup>1</sup>Constructo es una palabra empleada en psicología para hacer referencia a una entidad hipotética difícil de definir.

rías de la personalidad también incluyen otros elementos como pueden ser la cognición, el afecto o las motivaciones que definen la forma en la que los individuos se comportan y permiten explicar las inconsistencias que en ocasiones producen que la personalidad se desestabilice. Por tanto, la personalidad incluye a todas las funciones y manifestaciones conductuales. En este sentido, la conducta es fruto tanto de los elementos más estables como de los aspectos más determinados por las influencias personales, sociales o culturales.

Existen dos vertientes en la clasificación de los individuos en base a su personalidad. El enfoque de *tipo* en el que se propone que la personalidad puede definirse empleando un número finito de categorías como pueden ser: optimista, deprimido, irascible o melancólico entre otros. Estos tipos se emplean como categorías de gente con características similares y cada individuo puede o no pertenecer a una determinada categoría [17]. La crítica que recibe este modelo es que no ofrece información sobre el grado en el que un individuo pertenece a una categoría concreta. Por eso, en psicología es más popular el uso del enfoque de *rasgos*, puesto que permite cuantificar el grado que tiene un individuo de un determinado rasgo. Los rasgos debemos entenderlos como características que permiten distinguir a los individuos del resto y que afectan a la forma en la que se comportan [35]. Por ejemplo, un individuo puede ser muy activo, algo depresivo y poco amigable. Los rasgos permite cubrir un horizonte más estrecho en el comportamiento y una descripción mas precisa de la personalidad que los tipos. En esta teoría se emplean diferentes rasgos que permiten dar explicación a aquellos factores que conforman al individuo y comprender la forma en la que actúa y así poder predecirla. A este efecto, se han realizado diversos estudios y se han propuesto diversos modelos que proponen el uso de determinados rasgos para explicar las diferencias interpersonales de una forma cuantitativa y que pasamos a describir en la siguiente sección.

## 3.2 Distintos modelos de personalidad

Como hemos mencionado en el punto anterior, existen diferentes teorías que proponen distintos tipos o rasgos para la personalidad. A continuación, vamos a repasar algunas de esas teorías y el enfoque que aportan al estudio del comportamiento de la personalidad en los individuos.

### 3.2.1 La teoría de los *Cinco Grandes*

Uno de los modelos basados en rasgos más conocidos es el modelo de los *Cinco Grandes* [36]. La teoría de los *Cinco Grandes* divide la personalidad en cinco dimensiones: Amabilidad, Responsabilidad, Extraversión, Neuroticismo y Apertura a la Experiencia. Cada dimensión se corresponde con un factor del individuo y se mantiene estable a largo de su ciclo de vida. Estos factores representan la personalidad en el nivel más amplio de abstracción.

Cada factor resume un gran número de características de personalidad distintas y más específicas. Los cinco factores juntos determinan la manera en que el individuo debe responder a los distintos estímulos durante su vida. Los aspectos que forman las cinco dimensiones son:

- Amabilidad: es el afecto caritativo hacia los otros, e incluye rasgos como altruismo, ternura, confianza y modestia.
- Responsabilidad: esta capacidad permite controlar los impulsos logrando que el comportamiento esté dirigido a alcanzar los objetivos.
- Extroversión: capacidad de relacionarse con los demás y mostrar abiertamente los sentimientos.
- Neuroticismo: o inestabilidad emocional. Esta relacionado con la inestabilidad e inseguridad emocional, la ansiedad y el estado continuo de preocupación y tensión.
- Apertura a la experiencia: describe la amplitud, profundidad, originalidad y complejidad de la vida mental y aquella derivada de la experiencia de una persona.

### 3.2.2 PANAS

Como veremos en la sección 3.4, la personalidad está estrechamente relacionada con las emociones y el estado de ánimo, de forma que determinados rasgos de la personalidad pueden alterar el tipo de emociones y la intensidad con que las experimentamos las personas frente a un estímulo, así como la propensión a padecer determinados estados de ánimo. Teniendo en mente esta relación, existen modelos que relacionan de forma cuantitativa las emociones, los estados de ánimo y la personalidad. Uno de esos modelos es PANAS [59] que es una teoría que define dos dimensiones para el estado de ánimo. Estas dos dimensiones son conocidas como afecto positivo (PA) y afecto negativo (NA) [73]. Los afectos positivo y negativo tienen una baja correlación entre

ellas por lo que se las considera como dos variables independientes. Por tanto, valores altos de afecto positivo indican un estado de ánimo positivo pero, valores bajos o neutros no indican un estado anímico negativo. Por ejemplo, el estado de relajación se corresponde con un nivel bajo de afecto negativo, mientras que la des gana está condicionada a un bajo afecto positivo. El afecto positivo refleja cuan entusiasta, activa, alerta, energética y participativa se encuentra una persona. Mientras que el afecto negativo refleja como de disgustado, desinteresado, airado, culpable, acobardado, nervioso y en que nivel de participación desagradable está una persona. Algunos estados anímicos son el resultado de la combinación de las dos variables, la felicidad por ejemplo, se relaciona con un nivel alto de afecto positivo y bajo de negativo, mientras que la tristeza se relaciona con niveles bajos de afecto positivo y altos de negativo [71].

Como hemos visto que la personalidad está relacionada, tanto con el estado de ánimo como con las emociones, hay teorías que permiten relacionar los distintos modelos. Una de esas teorías es la descrita en [79], donde relacionan el modelo PANAS con el modelo de los *Cinco Grandes*. La justificación, como veremos en la sección 3.4, se centra en la relación existente entre la extraversión y las emociones y los estados de ánimo positivos y el neuroticismo y las emociones y los estados de ánimo negativos [19, 28].

*PANAS* también puede emplearse para obtener valores de la personalidad. Cuando las preguntas de las encuestas de personalidad se realizan de forma genérica, por ejemplo, como de triste te sientes generalmente, los factores *PA* y *NA* se pueden interpretar como valores de la personalidad en lugar del estado de ánimo [38].

### 3.2.3 The Myers-Briggs Type Indicator

The Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) [42] es un instrumento basado en los tipos definidos en [30], donde se asume que parte de la conducta humana no es aleatoria, si no que sigue un orden establecido y consistente que refleja las diferencias entre los individuos a la hora de percibir la información y en la toma de decisiones. Con MBTI se pueden obtener las preferencias de los individuos mediante una encuesta, donde se comparan cuatro dimensiones: extraversión frente a introversión, detección frente a intuición, pensamiento frente a sentimiento y juicio frente a percepción [55]. De esta forma los individuos quedan clasificados en dieciséis posibles tipos de personalidad. Se dice que cada tipo define un conjunto específico de tendencias conductuales, que reflejan diferencias en las actitudes, la orientación y los estilos de

toma de decisiones [14]. Por ejemplo, una persona podría ser introvertida, intuitiva, racional y perceptiva. Como podemos apreciar, la diferencia con el enfoque de rasgos, reside en que las personas son clasificadas mediante tipos fijos sin tener un porcentaje, si una persona es introvertida significa que no es extravertida.

### **3.3 La personalidad y los procesos cognitivos**

La cognición debemos entenderla como el conocimiento alcanzado mediante el ejercicio de las facultades mentales [53]. En psicología se habla de distintos procesos cognitivos que tienen una influencia en el propio ser de la persona. Entre estos procesos se encuentra el razonamiento, la memoria, la atención, la toma de decisiones, la capacidad para resolver problemas o la percepción entre otros. También existe una relación fuerte entre las emociones y las capacidades cognitivas, de forma que las emociones son capaces de deformar estos procesos y producir resultados distintos en función del tipo de emoción, uno de los procesos más afectados por las emociones es la memoria [21, 39]. De hecho, la evidencia empírica sugiere un impacto crítico de la emoción sobre la cognición y una alta variabilidad de estos efectos entre individuos con diferentes rasgos de personalidad. La personalidad es importante tanto para la función cognitiva como para el deterioro cognitivo. Por ejemplo, personas que tienen un nivel alto de apertura y un nivel bajo de neuroticismo tienen una mayor capacidad a la hora de realizar distintas pruebas cognitivas. Así mismo, las personas extravertidas tienden a superar a las personas introvertidas en las tareas basadas en la reacción, mientras que las personas introvertidas tienden a superar a las personas extrovertidas en las tareas de procesamiento y razonamiento [6].

### **3.4 La influencia de la personalidad en las emociones y el estado de ánimo**

La personalidad juega un factor muy importante en las emociones, de hecho la personalidad puede hacer que la persona sea más o menos propensa a experimentar cierto tipo de emociones [80]. Por ejemplo, el rasgo de extraversión predispone a experimentar un afecto más positivo de forma más frecuente y con mayor intensidad, con escalas que evalúan la alegría, el entusiasmo, la emoción y la energía y también se relaciona con la audacia y la confianza [72]. Por el contrario, el neuroticismo predispone a un afecto ne-

gativo así como a padecer los estados emocionales negativos como el temor, la ansiedad, la tristeza, la culpabilidad, la depresión, la insatisfacción o la ira entre otros [19, 28]. La personalidad tiene una interacción con el estado de ánimo de forma que hace que la influencia de las emociones sea útil para algunas personas y perjudicial para otras. Por ejemplo, las personas difieren en la medida en que utilizan o ponderan sus emociones al hacer juicios y decisiones [80]. Los estados de ánimo y las emociones influyen en los procesos cognitivos, por ejemplo, los estados de ánimo negativos producen un sesgo en los juicios de la personas en una dirección negativa aumentando así la percepción del riesgo.

### **3.5 La relación de la personalidad y la memoria**

Los distintos rasgos de la personalidad también influyen en el aprendizaje y la memoria [45]. La importancia de nuestras experiencias emocionales, el valor que le otorgamos a los recuerdos y la forma en la que los recordamos están influenciadas por las características únicas que nos definen como individuos [32], y entre estas características destacamos en este trabajo la importancia de la personalidad. La personalidad tiene una relevancia especial en la memoria emocional, que es la memoria que se relaciona con eventos emocionalmente relevantes para el individuo. Como mencionamos anteriormente, la personalidad influye en el tipo de emociones que manifestamos en función de un determinado estímulo, por tanto, la memoria emocional se ve afectada por los distintos rasgos de la personalidad [16]. Diversos trabajos abalan esta afirmación por ejemplo, en [6, 34] se concluye que los sujetos con un nivel alto de apertura y un nivel bajo de neuroticismo tenían una mejor memoria tanto a corto como a largo plazo y también manifestaban un bajo nivel de deterioro de la misma. Además, las personas con niveles altos de extraversión almacenan mejor los recuerdos que tiene que ver con estímulos positivos y mantienen durante más tiempo un estado de ánimo positivo tras recordar un recuerdo positivo, mientras que las personas con un nivel alto de neuroticismo tienden a almacenar recuerdos negativos [31].

## 3.6 El efecto de la personalidad en las decisiones

Como hemos visto anteriormente, la personalidad tiene una fuerte influencia en los procesos cognitivos y en las emociones, donde están asentados entre otros los procesos de toma de decisiones. De hecho, la personalidad puede influir tanto en el tipo como en la forma de las emociones. Por lo tanto, va a jugar un papel importante a la hora de determinar las emociones que afectarán a los procesos cognitivos entre los que se encuentra el proceso de toma de decisiones [13]. Pero, también se ha demostrado la existencia de una influencia directa de determinados rasgos de la personalidad en el proceso de toma de decisiones. Por ejemplo, en estados afectivos relativamente leves, las personas con alto nivel de extraversión tienden a juzgar las situaciones de manera más positiva, en comparación con las personas con niveles bajos de este rasgo [80]. También se observa que los estados de ánimo negativos pueden acelerar las decisiones, pero sólo entre las personas con niveles de neuroticismo elevados. Una vez más, los rasgos que parecen tener una mayor relevancia en la toma de decisiones también son el neuroticismo y la extraversión. Estos dos rasgos permiten predecir la medida en que una mayor probabilidad e intensidad de las emociones positivas o negativas y el del estado afectivo influirán en la decisión. Por lo tanto, se deduce que la personalidad contribuirá a tomar decisiones buenas o malas cuando las emociones positivas o negativas, interpretaciones y juicios formen la base de estas decisiones [52]. Mediante la personalidad se pueden realizar predicciones en los procesos de decisión debido a la tendencia que genera en los procesos emocionales. Esta característica está siendo explotada en los sistemas de recomendación puesto que, al emplear la personalidad, se producen mejoras significativas en la satisfacción de los usuarios en relación a las recomendaciones que aporta el sistema, así como se eliminan los problemas de usuarios nuevos o de falta de conocimiento [22, 68].

## 3.7 La personalidad en el proceso de evaluación

Como vimos en la sección 2.3, una de las teorías más aceptadas en psicología es la teoría de la evaluación (“*appraisal*”) [57, 61, 63]. Esta teoría sostiene que las emociones son provocadas por evaluaciones que se realizan sobre eventos y situaciones. La personalidad tiene una influencia muy alta en los procesos que tienen en cuenta las emociones. La evaluación no es una excepción, las

relaciones que se producen en los procesos de evaluación varían en función de los rasgos de personalidad. Por ejemplo, las personas que tienen un nivel alto de neuroticismo tienden a realizar procesos de evaluación más negativos (mostrando emociones negativas como la ira, la tristeza el miedo o la culpa) que las personas con bajos niveles en este rasgo [69].

### 3.8 La personalidad en sistemas multiagente

De los modelos propuestos para definir la personalidad, el más empleado en computación afectiva es el modelo de los *Cinco Grandes*, puesto que proporciona un espacio multidimensional cuantificable que resulta muy útil a la hora de trabajar con modelos computacionales. Existen diversos trabajos que emplean la personalidad en tecnologías de agente, pero ninguno proporciona un modelo genérico que permita amoldarse a las distintas teorías. Por ejemplo, en [60] se propone un modelo de sistema multiagente, que emplea la personalidad para simular un grupo de personas en una tarea de negociación. Para ello, cada agente está programado en función de la personalidad del usuario, obtenida mediante la realización de un test de personalidad. La personalidad fue modelada empleando el modelo de los *Cinco Grandes* y agrupándola en distintos perfiles: negociador, agresivo, sumiso y evitador. A cada faceta le asociaron un comportamiento distinto. De esta forma, los estilos de gestión de conflictos y de toma de decisiones se diferenciaban en función de la personalidad. Los resultados obtenidos en esta investigación obtienen como conclusión que algunos grupos de agentes afectivos alcanza un acuerdo más rápido que los grupos de agentes sin características específicas. Por ejemplo, si cada agente clasifica sus soluciones en tres categorías (preferidas, aceptables e inaceptables), se puede observar que los agentes agresivos consiguen un mayor número de soluciones categorizadas como preferidas que los agentes negociadores. Sin embargo, los agentes negociadores logran soluciones más preferidas y aceptables que los agentes agresivos, es decir, los agentes negociadores producen menos soluciones inaceptables.

Otro ejemplo de uso de la personalidad en agentes sería el propuesto en *ALMA* [24], donde proponen un modelo de agente virtual. Emplean distintos perfiles de personalidad para evaluar los diferentes comportamientos de los usuarios al interactuar con el sistema. Además, se emplean una combinación de distintas variables de la personalidad *Big-Five* para calcular el estado de ánimo equivalente en el modelo *PAD*:

$$Placer = 0,21 * E + 0,59 * A + 0,19 * N$$

$$Excitacion = 0,15 * AE + 0,30 * A - 0,57 * N$$

$$Dominacion = 0,25 * AE + 0,17 * R + 0,60 * E - 0,32 * A$$

donde E representa la variable Extroversión, A representa la Amabilidad, N el Neuroticismo, R la Responsabilidad y AE es la Apertura a la Experiencia.

De esta forma calculan el estado de equilibrio en base a la personalidad del personaje virtual. Para realizar las oscilaciones en los estados de ánimo se emplean las emociones, de forma que cuando se produce un nuevo estímulo que genera una emoción se evalúa el nuevo estado de ánimo. Para poder realizar este proceso de evaluación han creado una relación directa entre las emociones y el espacio *PAD*. A cada emoción se le ha asignado tres valores correspondientes a las tres variables del espacio *PAD*. Cuando llega una nueva emoción el estado de ánimo actual se genera en base al estado de ánimo anterior modificándolo con los valores asignados a esa emoción. De esta forma se impiden los cambios bruscos entre los distintos estados de ánimo y también esto permite distinguir la varianza del estado de ánimo en función del tipo de emoción.

Por ultimo, en [5] emplean la arquitectura para agentes afectivos *OAS* [1] para modelar distintos agentes con distintas categorías afectivas. Para ello definen distintos perfiles de personalidad: sociable, mediador, negociador y realista. Estos perfiles los comparan mediante el uso de juegos clásicos de teoría de juegos, como son el dilema del prisionero y el *Trust Game*. Para la representación de la personalidad emplean el modelo de los *Cinco Grandes*. Una de las conclusiones que obtienen en este trabajo es que la personalidad es uno de los factores que mejor explica las diferencias entre los agentes y la variabilidad que se produce durante las simulaciones. Lo cual es coherente y acorde con diferentes teorías de la personalidad como hemos visto anteriormente.



## Capítulo 4

# Modelo de personalidad para la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>

En este capítulo vamos a desarrollar una propuesta de personalidad para la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>. Comenzaremos con una pequeña introducción para, posteriormente, hacer un resumen de la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> con especial énfasis en los aspectos más relevantes para nuestra propuesta. Por último, explicaremos nuestra propuesta que consistirá en la extensión de la sintaxis de *GenIA*<sup>3</sup> analizando los diferentes aspectos que se van a modificar dentro de la arquitectura para ampliar su versatilidad permitiendo el uso genérico de distintas teorías de personalidad.

### 4.1 Introducción

Como vimos en la sección 3, la personalidad es un factor que afecta a los procesos cognitivos que alteran la forma en la que tomamos las decisiones. La personalidad también tiene que ver con el tipo de emociones y los estados de ánimo que pueden experimentarse. Por tanto, si queremos simular el comportamiento humano mediante agentes es necesario emplear la personalidad, puesto que permitirá mostrar comportamientos diferentes en distintos agentes. Existen dos enfoques principales donde se sustentan los distintos modelos para la representación de la personalidad: el enfoque de tipo y el enfoque de rasgos. También vimos que existen diferentes modelos para la representación de la personalidad y que uno de los modelos más empleados es el modelo de los *Cinco Grandes*.

En la actualidad, existen diferentes propuestas de sistemas multiagente que introducen la personalidad en los procesos de toma de decisiones. Sin

embargo, la mayoría de estas propuestas desarrollan un modelo para un dominio específico que no resulta muy útil a la hora de desarrollar otros tipos de dominios o teorías. Nosotros vamos a proponer un modelo genérico que permita adaptarse a cualquier teoría de la personalidad de una forma sencilla siguiendo con la filosofía de las plataformas multiagente. Para ello, vamos a emplear la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> para agentes afectivos, que desarrolla un modelo genérico de agente afectivo y realizaremos una extensión de esta arquitectura, permitiendo así que se adapte a cualquier tipo de teoría de la personalidad, tanto si es de tipos como de rasgos. Para estos últimos vamos a implementar el uso de distintos perfiles o facetas, como hacen por ejemplo en [60], que van a permitir subdividir a los sujetos en grupos para estudiar los distintos comportamientos. Vamos a realizar una ampliación de la sintaxis del sistema multiagente propuesto en *GenIA*<sup>3</sup>, que, como veremos en la sección 4.3, permitirá el uso de diferentes teorías de personalidad.

Además, realizaremos una implementación de la propuesta empleando la extensión de *Jason* para agentes afectivos de la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>. De esta forma, ampliaremos la implementación de *GenIA*<sup>3</sup> ofreciendo una plataforma que permitirá evaluar diferentes teorías de la personalidad de una forma sencilla, siguiendo con la filosofía de las plataformas para sistemas multiagente.

## 4.2 *GenIA*<sup>3</sup> una arquitectura para agentes *BDI* afectivos

*GenIA*<sup>3</sup> [4] es una arquitectura de propósito general para agentes *BDI*. Para poder llevar a cabo la implementación de agentes afectivos en *Jason* empleando la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> se propone la formalización descrita a continuación.

En la formalización de *GenIA*<sup>3</sup> se propone modificar la semántica operacional de *AgentSpeak* [49] y la sintaxis de *Jason* para permitir el desarrollo de agentes *BDI* dotados de características y comportamientos afectivos. Las teorías psicológicas y neurológicas se han centrado tradicionalmente en la descripción de varias características y procesos relacionados con la emoción y con la personalidad. Los procesos relacionados con la emoción generalmente se estudian desde una perspectiva cognitiva y se pueden agrupar en la generación de la emoción, la experiencia de la emoción y los efectos que produce la emoción. La arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> incluye los procesos centrales en estos tres grupos, así como los procesos de una arquitectura tradicional de agente

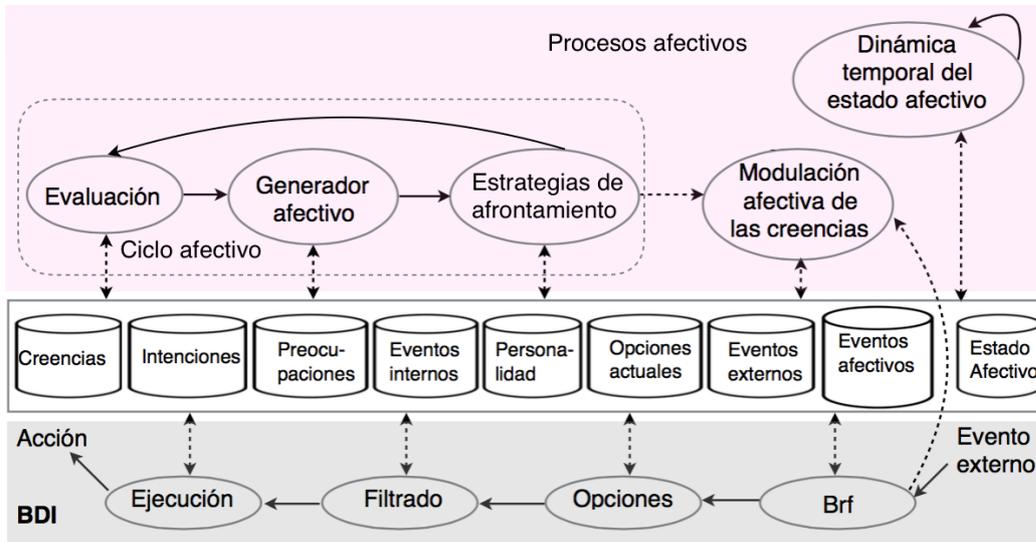


Figura 4.1: Estructura de la arquitectura *GenIA<sup>3</sup>* [4].

BDI teniendo en consideración los rasgos de personalidad que pueden influir en los procesos de razonamiento del agente.

La arquitectura *GenIA<sup>3</sup>* está basada en la modalidad de emoción cognitiva y divide el ciclo afectivo en los siguientes cinco procesos [2]:

- **Evaluación:** Es el proceso mediante el cual se derivan un conjunto de variables de evaluación como resultado de una transformación de la situación actual del agente, sus preocupaciones, y su estado cognitivo.
- **Generador afectivo:** En este proceso las variables de evaluación, obtenidas en el proceso anterior se transforman en una representación del estado afectivo del agente.
- **Estrategias de afrontamiento:** Este proceso atiende a la necesidad de dar una respuesta emocional, determinando cuales serán los comportamientos emocionales y las respuestas de afrontamiento. Por ejemplo, los gestos o expresiones faciales.
- **Modulación afectiva de las creencias:** Determina cómo el estado afectivo debe modificar las creencias del agente. Por ejemplo, si el agente se encuentra en un estado afectivo negativo, tendrá la tendencia a confiar menos en sus creencias.

- Dinámica temporal del estado afectivo: Este proceso es independiente del resto, y determina cómo varía la intensidad del estado afectivo en el tiempo. Cuando un ser humano recibe un estímulo negativo, por ejemplo suspender una asignatura, inicialmente el impacto sobre su estado afectivo es mayor. Conforme el tiempo va pasando este impacto disminuye y en ocasiones desaparece. Mediante este procedimiento se pretende simular esta cualidad humana.

Estos procesos se ejecutan en paralelo junto con los procesos propios de un agente *BDI*. Como puede verse en la Figura 4.1, la secuencia de los procesos afectivos es independiente de la secuencia de los procesos de *BDI* permitiendo que se puedan ejecutar en hilos independientes, pudiéndose escoger el nivel de racionalidad o emoción de cada agente modificando la frecuencia de los ciclos. Por ejemplo, se podrían tener diez ciclos emocionales por cada ciclo racional, de esta forma las emociones tomarían mayor peso en la toma de decisiones obteniéndose un agente más emotivo que racional. De la misma forma el proceso “*Dinámica temporal del estado afectivo*” también puede ejecutarse de forma independiente a los otros.

El ciclo afectivo propuesto en la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> tiene la siguiente secuencia de ejecución: cuando se genera un evento (interno o externo) se evalúa en el proceso de evaluación. Este proceso tiene en cuenta la información cognitiva del agente como por ejemplo, la personalidad, las preocupaciones o las creencias. El resultado de este proceso se emplea por el generador afectivo para modificar el estado afectivo del agente. En función de ese estado afectivo el regulador del afecto se encarga de seleccionar las estrategias de afrontamiento necesarias, así como de tomar las acciones pertinentes para modificar el estado afectivo a un estado deseado pudiendo modificar para ello las creencias del agente. Esta modificación de las creencias es llevada a cabo por el proceso de modulación afectiva de las creencias, que también puede ser activado por la función de revisión de creencias (*brf*). De este modo se puede determinar la forma en la que el estado actual influye en el contenido y en el peso de las creencias. La función de modulación afectiva de las creencias tiene acceso a la base de creencias y puede modificarla para añadir o eliminar creencias. Esta función también puede reactivar el proceso de evaluación.

Para poder modelar el estado afectivo, *GenIA*<sup>3</sup> introduce también nuevos parámetros en el agente además de los de la arquitectura *BDI*. Estos parámetros son: las preocupaciones, la personalidad, el estado afectivo y eventos relevantes para el cálculo del estado afectivo. La gramática *EBNF* propues-

## 4.2. *GenIA*<sup>3</sup> una arquitectura para agentes *BDI* afectivos

<u>agent</u>	→ (init_bels init_goals)*plans concerns personality
<u>concerns</u>	→ “concerns__” (“<VAR>”) “:-” log_expr “.”
<u>personality</u>	→ “personality__:” (“{” traits [“,” rat_level] [“,” coping_strats] “}” “.”
<u>traits</u>	→ [“<NUMBER>” (“,” <NUMBER>)* “]”
<u>rat_level</u>	→ <NUMBER>
<u>coping_strats</u>	→ “copingst__:” (cs)+
<u>cs</u>	→ “cs__” (“ context “,” aff_categ “) “->” body “.”
<u>aff_categ</u>	→ <ATOM>
<u>beliefs</u>	→ ((literal literal_prob) “.”)*
<u>literal_prob</u>	→ [“~”] atomic formula_prob
<u>atomic_formula_prob</u>	→ ( <ATOM>   <VAR> ) [ “(” list_of_terms “)” ] [ [“]” list_of_terms “]” ] [ time_point_range ]
<u>time_point_range</u>	→ “<” arithm_expr “,” arithm_expr “>”

Figura 4.2: Extensión simplificada de la gramática *EBNF* para *GenIA*<sup>3</sup>.

ta para *GenIA*<sup>3</sup> soluciona la inclusión de algunos de estos parámetros como puede verse en la Figura 4.2. Esta gramática es una extensión de la gramática *EBNF* de *Jason*. Las palabras subrayadas se corresponden con los símbolos no terminales de la gramática *EBNF* de *Jason*. Las palabras y caracteres entrecomillados se corresponden con los símbolos terminales. Dentro de estos símbolos no terminales cabe destacar las nuevas palabras reservadas: “concerns\_\_:”, “personality\_\_:”, “copingst\_\_:” y “cs\_\_”. Estos símbolos se usan para que el usuario pueda definir claramente las preocupaciones, la personalidad y los comportamientos emocionales respectivamente. Además ayudan al compilador a diferenciar fácilmente las nuevas estructuras.

Se ha modificado la regla gramatical del no terminal *agent* para añadirle las preocupaciones (*concerns*) y la personalidad (*personality*). Se han añadido nuevos no terminales a la gramática que tienen el siguiente significado:

- concerns: Es una regla<sup>1</sup> cuyo lado izquierdo es un literal formado por la palabra reservada “concerns\_\_” y una variable sin instanciar que se espera sea de tipo numérico, que indica el grado en que las creencias actuales están alineadas con las preocupaciones del agente. El lado derecho de la regla expresa la forma en que este valor numérico se calcula de acuerdo con las creencias actuales de agente y cuando se cumpla dará valor a la variable de la parte izquierda de la regla.
- personality: La personalidad en *GenIA*<sup>3</sup> está definida como un conjunto

<sup>1</sup>Se ha modelado siguiendo la sintaxis de las reglas en *Jason*. Las reglas se emplean para deducir creencias de la base de creencias.

numérico que representa las dimensiones de la teoría de la personalidad que se está empleando. Por ejemplo, si estamos usando el modelo de los *Cinco Grandes* habrá cinco valores correspondientes a las cinco dimensiones y deberán seguir el orden que considere el usuario, pero siempre deberá mantener ese mismo orden. Dentro de la personalidad también se define el nivel de racionalidad del agente, es decir cuanto peso van a tener las acciones seleccionadas por los procesos afectivos frente a las seleccionadas por los procesos racionales normales del agente. De forma que, si el nivel de racionalidad es cero, el agente se comportará de una forma completamente emocional sin tener en cuenta los procesos normales de razonamiento del agente. Además se pueden añadir distintas estrategias de afrontamiento, en función de la personalidad, puesto que, como hemos visto a lo largo de este trabajo, la personalidad tiene efectos en las reacciones a determinados estímulos por tanto no es de extrañar que una persona reaccione de forma diferente a otra.

- *traits*: Es una lista de valores numéricos, cada uno representando el grado en que la correspondiente dimensión está presente en la personalidad del agente. Puede estar formada por uno o más valores numéricos, dependiendo del modelo emocional que se quiera representar.
- *rat\_level*: Valor numérico que indica el grado de racionalidad del agente. Cuanto mayor sea, el agente será más racional y menos emocional y viceversa.
- *coping\_strats*: Lista de estrategias de afrontamiento o reacciones emocionales.
- *cs*: Representa una estrategia de afrontamiento o reacción emocional. Tiene una estructura similar a los planes *Jason* cuyo evento disparador tiene como funtor el símbolo reservado “*cs\_\_*” y dentro de sus atributos debe tener el contexto y la categoría afectiva (condiciones para que la estrategia sea ejecutada).
- *aff\_categ*: Las categorías afectivas se definen en el sistema multiagente. Se emplean para aclarar la programación, permitiendo al usuario expresar un estado afectivo con su propio lenguaje. Por ejemplo, una categoría afectiva podría ser “inseguro”.
- *beliefs*: El compilador de *Jason* tiene un símbolo no terminal denominado *belief* que expresa una creencia. Con este nuevo símbolo se pretende diferenciar las creencias de *Jason* de las creencias con probabilidad.

- `literal_prob`: Representa las creencias con probabilidad que serán empleadas para la representación de las expectativas. En *Jason* las creencias son del tipo `funtor(parámetros)`. Las expectativas deberán tener esta estructura `funtor(parámetros)[prob__(número)]<tiempo inicial, tiempo final>`, es decir una probabilidad y un rango temporal.
- `atomic_formula_prob`: Se ha empleado la misma estructura que tiene `atomic_formula` en *Jason* [12]. Como se ha mencionado en el punto anterior se ha añadido el rango temporal.
- `time_point_range`: El rango temporal estará formado por un tiempo inicial y un tiempo final, que serán del tipo `time_point`.
- `time_point`: Es un valor numérico que indica el tiempo de las creencias en milisegundos. También se puede expresar como una expresión aritmética.

## 4.3 Definiendo el modelo de personalidad en *GenIA*<sup>3</sup>

Como hemos visto en el punto anterior, *GenIA*<sup>3</sup> es una arquitectura para agentes afectivos que propone un modelo genérico capaz de adaptarse de forma sencilla a cualquier teoría. También hemos visto que incorpora una gestión de la personalidad dentro del propio código del agente, ofreciéndole al usuario la posibilidad de introducir el nivel de racionalidad del agente y las estrategias de afrontamiento que va a realizar como respuesta a distintas emociones. Sin embargo, de la forma que está planteada la personalidad dentro de la arquitectura, no permite la creación de perfiles de personalidad, y actualmente solo permite el uso de teorías basadas en rasgos. Nuestro objetivo, será dotar a la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> de estas características de forma que le permita una mayor adaptabilidad a distintas teorías psicológicas y que facilite la generación de distintos perfiles de forma que los usuarios puedan implementar comportamientos diferentes en función de cada perfil.

Para ello, proponemos la extensión del lenguaje de *GenIA*<sup>3</sup> mostrada en la gramática *EBNF* de la Figura 4.3. Introduciremos un nuevo parámetro en el sistema multiagente, que hemos denominado `personality_profile`. Un `personality_profile` estará definido empezando por la palabra reservada `personality_profile`, y lo formarán un conjunto de perfiles de personalidad, que

## Capítulo 4. Modelo de personalidad para la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>

---

```
personality_profiles → "personality_profiles:" personality_profile
                        (","personality_profile)*";"

personality_profile → <ATOM> ["traits_range"]

traits_range → (<NUMBER>|range) (","<NUMBER>|range)*

range → "<" (<NUMBER> | "-"<NUMBER>):(<NUMBER> | "-"<NUMBER>)">"

personality_types → "personality_types:" <ATOM> (","<ATOM>)*";"
```

Figura 4.3: Extension del EBNF de *GenIA*<sup>3</sup> para introducir los perfiles de personalidad en un sistema multiagente.

constarán de un identificador que describa el perfil y a continuación los rangos que van a servir para decidir qué tipo de personalidad encaja en cada perfil. El número de rangos deberá coincidir con el número de rasgos de la teoría de personalidad empleada. En caso de emplear una teoría basada en tipos bastará con indicar el nombre del tipo. Como puede verse también permitimos que se introduzcan variables numéricas en lugar de rangos, de forma que se pueda adaptar a diferentes teorías que puedan basarse en números discretos.

Veamos con el siguiente ejemplo como se podría introducir un grupo o faceta en el sistema multiagente. Para ello emplearemos una representación de la personalidad basada en el modelo de los *Cinco Grandes* donde el orden de los parámetros es el siguiente: apertura, responsabilidad, extraversión, amabilidad y neuroticismo. El orden es importante puesto que a la hora de introducir los distintos rangos, que van a caracterizar a este grupo de agentes, debe coincidir con el orden de los rasgos. Introduciremos en nuestro sistema multiagente un nuevo perfil al que hemos denominado *perfil\_1* que se define de la siguiente forma:

```
personality_profiles: perfil_1(<0.6, 1.0>, <0.5, 0.7>, 1.0, <0.7, 1.0>,
                               <0.0, 0.2>).
```

Esto quiere decir que, para que un agente esté considerado dentro de este grupo, debe tener entre 0.6 y 1.0 de apertura, entre 0.5 y 0.7 de responsabilidad, 1.0 de extraversión, entre 0.7 y 1.0 de amabilidad y entre 0.0 y 0.2 de neuroticismo. Por ejemplo, un agente cuya personalidad esté definida como (0.6, 0.6, 1.0, 0.8, 0.1) formaría parte de este tipo, puesto que cumple todas las restricciones. Mientras que, un agente con personalidad (0.5, 0.6, 1.0, 0.8, 0.1) no pertenecería a este grupo puesto que su valor de apertura es 0.5 y está fuera del rango que es de 0.6 a 1.0.

En este ejemplo estamos empleando el modelo de los *Cinco Grandes*, y

### 4.3. Definiendo el modelo de personalidad en *GenIA*<sup>3</sup>

---

```
personality → "personality__:" "{" (traits | types) ["," rat_level]
              ["," coping_strats]" }"
types       → "types__:" "[" <ATOM> ("," <ATOM>)* "]"
```

Figura 4.4: Extensión del EBNF de *GenIA*<sup>3</sup> para permitir el uso de tipos en el agente.

por eso hemos puesto cinco valores correspondientes a los cinco rasgos que componen el modelo. Pero, la extensión de *GenIA*<sup>3</sup> que nosotros proponemos es un modelo genérico, por tanto, puede adaptarse a cualquier teoría de la personalidad, incluso como hemos visto, a teorías basadas en tipos. Por eso hemos decidido ampliar la sintaxis de forma que eliminaremos las limitaciones de la plataforma actual para el uso de este tipo de teorías. Para describir una teoría basada en tipos proponemos la siguiente estructura:

personality\_types: tipo\_1, tipo\_2.

En este caso la forma de decidir si un agente pertenece a un determinado tipo de personalidad se realizará, al igual que en el modelo basado en rasgos, empleando la personalidad del agente pero en este caso vendrá determinada como una lista de tipos, de forma que se indican explícitamente los tipos a los que pertenece el agente. Veamos un ejemplo, si en el sistema multiagente determinamos que nuestra teoría va a tener tres tipos *tipo\_1*, *tipo\_2* y *tipo\_3*, y definimos la personalidad de nuestro agente de la siguiente forma:

personality\_\_: { types\_\_: [tipo\_1,tipo\_3] }

Estamos indicando que nuestro agente tiene el tipo personalidad *tipo\_1* y *tipo\_3* pero no el *tipo\_2*. Por tanto, estamos empleando los valores de la personalidad no como rasgos, si no como indicadores de pertenencia a un determinado tipo. Para poder implementar esta configuración es necesario modificar la sintaxis *EBNF* del agente en *GenIA*<sup>3</sup> (Figura 4.2), de forma que los *traits* que conforman la personalidad del agente van a poder ser valores numéricos o cadenas de texto, como puede verse en la Figura 4.4.

Este modelo lo llevaremos a la práctica realizando una implementación en la plataforma *GenIA*<sup>3</sup> que permita a los usuarios crear su propio modelo de personalidad. Para ello ofreceremos las interfaces y los métodos necesarios para la representación, el uso y el desarrollo de la personalidad en agentes afectivos. Para mejorar el proceso de desarrollo vamos a crear diversos métodos que van a permitir alterar las emociones, el estado de ánimo y la toma de decisiones. Vamos a basarnos en la implementación que ya está realizada

de *GenIA*<sup>3</sup> y realizaremos las modificaciones pertinentes para adecuarla al nuevo modelo de personalidad.

Además, como *GenIA*<sup>3</sup> ofrece un modelo de agente afectivo por defecto, también vamos a modificar este modelo por defecto para añadir las mejoras en la personalidad. Para ello introduciremos los cambios que aporta el modelo y modificaremos los procesos actuales de selección de planes, de evaluación y de actualización del estado de ánimo completando así el uso de nuestra extensión de la personalidad en la plataforma por defecto de *GenIA*<sup>3</sup>.

La selección de planes actualmente se realiza en *GenIA*<sup>3</sup> de la siguiente forma: cuando llega un nuevo evento se realizan dos procesos paralelos de selección de planes:

- El proceso de selección de planes original de *Jason*. Este método devuelve la lista de posibles acciones ordenadas en función de su posición en el código del agente (las que están antes primero) o de su prioridad si el plan dispone de ella.
- El proceso de selección de acciones afectivas. Por acciones afectivas se debe entender, aquellas en cuya etiqueta aparece la anotación *affect\_\_*. Esta anotación se emplea para recoger el estado afectivo que tiene que tener el agente para seleccionar ese plan. Por ejemplo, si la anotación del plan es *affect\_\_(triste)*, solo se escogerá el plan si el agente está en un estado triste. Por tanto, este método nos devolverá una lista ordenada igual que en el caso anterior pero solo con acciones afectivas.

Estas dos listas se emplean para obtener la acción final en base al nivel de racionalidad del agente. Por ejemplo, suponiendo que el plan *p1* está definido delante del plan *p2* y el plan *p2* contiene una anotación afectiva, si el nivel de racionalidad es cero, el agente escogerá el plan *p2*, si el nivel de racionalidad es uno escogerá *p1*. Pero, si el nivel de racionalidad está entre cero y uno, el agente deberá devolver el plan que cumpla:

$$\min_{i \in I} Rl * Rr_i + (1 - Rl) * Ar_i \quad (4.1)$$

donde *I* es el conjunto de intenciones, *Rl* es el nivel de racionalidad del agente, *Rr<sub>i</sub>* es la prioridad de la intención *i* en la selección racional de planes y *Ar<sub>i</sub>* es la prioridad de la intención *i* en la selección afectiva de planes.

Nuestra propuesta para la selección de intenciones es añadir una nueva anotación:

*personalityProfiles\_\_(per fil<sub>1</sub>, per fil<sub>2</sub>, ..., per fil<sub>n</sub>)*

de forma que afecte al proceso de selección afectivo, introduciendo así los planes que contengan un perfil de personalidad. De esta forma permitiremos que distintos perfiles puedan realizar distintos planes seleccionados por el usuario. Por tanto, podrán realizarse estudios de comportamiento en función de los perfiles de personalidad.

Como mencionamos en la sección 2.3, la teoría de la evaluación sostiene que las emociones se generan mediante un proceso que tiene en cuenta las diferencias existentes en los individuos lo que conlleva, que distintos individuos van a desarrollar distintas emociones. El diseño por defecto de *GenIA*<sup>3</sup> cuenta con un proceso de evaluación en el que se seleccionan las emociones y además se actualiza el estado de ánimo. Actualmente, la plataforma cuenta con seis emociones diferentes: sorpresa, esperanza, alegría, miedo, tristeza e ira, que pueden ser fácilmente ampliables por el usuario en caso de necesidad. Sin embargo, de la forma en que se ha planteado este diseño por defecto, las emociones no cuentan con intensidad, por lo que hemos modificado también las emociones. Aun así la intensidad de las emociones no se tiene en cuenta en el modelo por defecto y por tanto se ha tenido que realizar la modificación en el estado de ánimo. Para tomar esta decisión de diseño hemos tenido en cuenta lo siguiente: si modificamos las emociones siguiendo las teorías actuales, necesitamos una intensidad que permita eliminar ciertas emociones en función de la personalidad y de la intensidad de la emoción. Por ejemplo, un individuo con un neuroticismo alto podría eliminar la esperanza si la intensidad de la emoción no supera cierto umbral [60]. Sin embargo, al no tener intensidad, la alternativa sería eliminar por completo la emoción esperanza de los agentes con alto nivel de neuroticismo lo cual no es del todo correcto. Por tanto, hemos decidido ir directamente a determinar cómo la personalidad afectará, en función de las emociones, al estado de ánimo, y hemos preparado la plataforma para emplear la personalidad junto con las emociones con intensidad si en el futuro se incorpora.

El diseño por defecto de *GenIA*<sup>3</sup> está basado en el que se realiza en *ALMA* [24]. Cuenta con un método de actualización del estado de ánimo empleando el *PAD*. Las emociones tienen unos valores asignados que permiten calcular el nuevo *PAD* en función de una serie de valores. Cuando se ha realizado la selección de emociones en el proceso de evaluación, se genera un nuevo *PAD* a partir de esas emociones. Pero este nuevo estado de ánimo no reemplaza el estado de ánimo actual del agente si no que lo modifica. Como se usa un espacio tridimensional donde cada dimensión se corresponde con un componente del *PAD*, se divide el espacio en ocho octantes. En función del octante donde está el estado de ánimo actual y el octante donde

se encuentra el estado de ánimo producido por las emociones, se produce un desplazamiento en el estado de ánimo actual. Este desplazamiento simula una atracción o repulsión entre ambos estados de ánimo, de forma que si cae en el mismo octante el estado de ánimo actual será empujado por el estado de ánimo calculado, y si están en octantes distintos el estado de ánimo actual será atraído por el calculado. Esto trata de simular el comportamiento humano, teniendo en cuenta que si estamos en un estado de ánimo positivo y nos llegan emociones positivas, el estado de ánimo crece positivamente (esto es lo que entendemos por repulsión), mientras que si las emociones que llegan son negativas el estado de ánimo tiende al negativo pero no quiere decir que lo sea (esto es lo que entendemos por atracción).

Sin embargo, el modelo empleado no tiene en cuenta la personalidad cuando actualiza el estado de ánimo, simplemente se emplea para el cálculo del estado de equilibrio, que es el estado al que tenderá el agente en ausencia de emociones. Pero, como hemos visto, la personalidad afecta al estado de ánimo teniendo en cuenta que las personas que tienen mayores niveles de extraversión tienden a estados de ánimo más positivos que las personas con altos niveles de neuroticismo.gae [26]. Proponemos a modificar la forma en la que se realiza la atracción o la repulsión. Actualmente *GenIA*<sup>3</sup> añade un desplazamiento adicional fijo que determina la forma en la que se va a desplazar el estado de ánimo. Nosotros proponemos modificar ese valor fijo, de forma que se calculará teniendo en cuenta el neuroticismo y la extraversión de la siguiente forma:

$$personalityDisplacement = \left| \frac{pe}{npe} * e - \frac{ne}{nne} * n \right| \quad (4.2)$$

donde  $pe$  es el número de emociones positivas activas, es decir, las emociones que han sido calculadas en la fase de evaluación y que están presentes en el agente en el momento actual y van a afectar a su estado de ánimo. Del mismo modo  $ne$  es el número de emociones activas negativas,  $npe$  y  $nne$  representan el número total de emociones positivas y negativas respectivamente. Por último  $e$  y  $n$  son el nivel de extraversión y neuroticismo. Esta ecuación está acotada entre cero y uno<sup>2</sup>, permitiendo que el desplazamiento que se va a realizar, tanto si es para expulsar o atraer, se vea afectado por la personalidad. Por ejemplo, si el número de emociones positivas es cero y el de negativas es mayor que cero y la persona tiene un alto grado de neuroticismo, el desplazamiento que realizará el estado de ánimo será hacia un octante negativo y será mayor que si tiene un grado de neuroticismo bajo.

---

<sup>2</sup>Esta función está acotada entre cero y uno teniendo en cuenta que los rasgos de la personalidad también están acotados entre cero y uno.

Vamos a ampliar el modelo por defecto que ofrece *GenIA*<sup>3</sup> actualmente. Además de añadir los perfiles de personalidad, vamos a ampliar la capacidad de gestión de las emociones creando las clases y los métodos necesarios para facilitar al usuario interesado en utilizar diferentes teorías de personalidad lo pueda hacer de forma sencilla. También implementaremos los métodos que se relacionan con los procesos cognitivos del agente, modificando tanto la toma de decisiones como la forma en la que se actualiza el estado de ánimo teniendo en cuenta la personalidad. De esta forma enriqueceremos la arquitectura y el modelo por defecto permitiendo una mayor funcionalidad.



# Capítulo 5

## Incorporando la personalidad a la plataforma *GenIA*<sup>3</sup>

En este capítulo vamos a hablar sobre el desarrollo de la propuesta en *GenIA*<sup>3</sup>. Veremos que cambios se han realizado en el actual desarrollo de la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> tanto para permitir el uso genérico de la personalidad, como para implementar un diseño por defecto empleando el modelo de personalidad de los *Cinco Grandes* y el modelo *PAD* para el estado de ánimo.

### 5.1 Introducción

Como hemos mencionado a lo largo de este trabajo, vamos a realizar una implementación de la extensión propuesta para la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup>. El objetivo es ofrecer una plataforma de sistemas multiagente que se pueda adaptar a cualquier teoría de la personalidad. Para ello, va a ser necesario añadir la nueva sintaxis al analizador sintáctico de *GenIA*<sup>3</sup>, y modificar la semántica para que se genere el código de forma automática al compilar el sistema multiagente. Vamos a ofrecer una interfaz genérica para la personalidad, así como para los distintos perfiles de la personalidad, de forma que el usuario solo tenga que implementar esta interfaz para poder desarrollar su modelo.

Crearemos un modelo por defecto basado en la teoría de los *Cinco Grandes*, realizando las modificaciones necesarias para que la personalidad afecte en los distintos procesos cognitivos (en este caso la selección de las intenciones) y a los procesos de toma de decisiones del agente. De la misma forma, crearemos una anotación para los planes de forma que se puedan definir di-

ferentes planes en función del perfil de personalidad, permitiendo así que distintos perfiles de personalidad realicen distintas acciones.

## 5.2 Extensión del lenguaje de *GenIA*<sup>3</sup>

### 5.2.1 Especificación del sistema multiagente

Como mencionamos en la sección 2.2, *Jason* es un intérprete de *AgentSpeak* realizado en el lenguaje de programación *Java* que lee los ficheros del sistema multiagente y de los agentes, empleando dos analizadores sintácticos que implementan el lenguaje *Jason*: uno para el sistema multiagente y otro para los agentes. El código del sistema multiagente emplea un fichero con la extensión “.mas2j” y los ficheros de agente emplean la extensión “.asl”. Estos analizadores están desarrollados en *javacc* que es una herramienta que permite generar analizadores sintácticos especificando la gramática *EBNF* mediante funciones. Una vez definida la sintaxis *javacc* genera automáticamente el código java asociado al fichero analizado.

Antes de centrarnos en las modificaciones realizadas en el analizador sintáctico veremos un ejemplo de la definición de distintos perfiles de la personalidad:

```
0 personality_profiles :
1 perfil_1(<0.0,0.5>,<0.0,0.5>,<0.0,0.5>,<0.0,0.5>,<0.0,0.5>),
2 perfil_2(<0.5,1.0>,<0.5,1.0>,<0.5,1.0>,<0.5,1.0>,<0.5,1.0>);
```

Como podemos ver, se emplea un símbolo especial denominado *personality\_profiles* como se especifica en la extensión propuesta (ver sección 4.3). Después se añaden los perfiles deseados, acompañados de los rangos o los valores de personalidad que van a caracterizar cada perfil, separados por comas. En este ejemplo estamos empleando cinco rasgos que se corresponden con una teoría de cinco dimensiones, como por ejemplo la de los *Cinco Grandes*. El usuario deberá introducir en el código del agente la personalidad de dicho agente.

En el caso de teorías de tipos proponemos el siguiente uso:

```
0 personality_profiles :
1 tipo_1,
2 tipo_2;
```

En este caso también habrá que introducir cambios en el fichero de compilación de los agentes como veremos más adelante en la sección 5.2.2. Ahora nos centraremos solo en el sistema multiagente. Hemos permitido el uso de los

tipos en el sistema a modo de validación de los ficheros de agente. Es decir, el usuario introducirá los tipos que va a permitir en su sistema multiagente e implementará sus agentes con algunos de esos tipos. El sistema validará si los tipos introducidos en los agentes son correctos basándose en esos tipos permitidos.

Para introducir la extensión de la gramática *EBNF* que hemos propuesto, ha sido necesario modificar la sintaxis de *GenIA*<sup>3</sup> correspondiente al sistema multiagente. Hemos añadido un nuevo símbolo denominado *personality\_profiles* y creado las distintas funciones representando cada uno de los no terminales de la gramática propuesta. Vamos a ver una de esas funciones con el fin de aclarar la forma de trabajo empleada y facilitar futuras modificaciones y/o ampliaciones:

```
505 void personality_profiles() :           { Token ac; }
506 {
507   [ <PERSONALITY_PROFILES>
508   ":"
509   ( personality_profile() ) ( "," personality_profile() ) *
510   ";"
511   ]
512 }
```

Esta función representa la primera regla de la gramática:

$$\underline{\text{personality\_profiles}} \rightarrow \text{"personality\_profiles:"} \underline{\text{personality\_profile}} \\ \text{"(,"personality\_profile)*\text{";"}$$

Como podemos ver, para crear una regla dentro de *Javacc* hay que crear una función para cada no terminal. Las funciones pueden tener un valor de retorno, en este caso `void`. Después se introduce el nombre de la función con los parámetros que necesita (en este caso no requiere de ninguno) seguido de dos puntos. En la primera línea dentro de las llaves se definen las variables que se van a emplear dentro de la función, en este caso un `Token`. Seguidamente, se introduce el código de la función. En este caso, lo primero que necesitamos es introducir el símbolo reservado *personality\_profiles* que se corresponde con `<PERSONALITY_PROFILES>`. Luego añadimos los dos puntos entre comillas para indicar que se espera ese carácter, al igual que ocurre con el símbolo de la coma y el de los dos puntos. El resto de la función es auto-descriptiva puesto que se corresponde con la gramática *EBNF* de las Figuras 4.3 y 4.4. En este caso, esta función no necesita ningún tipo de código en *Java*. Para introducir acciones *Java* se debe poner entre llaves en cualquier línea empleando la sintaxis de *Java*.

Para que el compilador sea capaz de generar el código es necesario asociar distintas clases y funciones que generen la estructura proporcionada por la sintaxis. Para esta propuesta hemos tenido que realizar las siguientes aportaciones al código de *GenIA*<sup>3</sup> :

- Clase *PersonalityProfiles*: Hemos creado esta clase para recoger los diferentes perfiles de personalidad. Esta clase tiene un mapa, donde la clave es la cadena de caracteres que representa el perfil y el valor es una lista de rangos. Esta clase implementa todos los métodos necesarios para la gestión de los perfiles de personalidad, como añadir los rasgos, obtener un perfil determinado o determinar los perfiles de personalidad en los que se encuentra un agente en función de sus rasgos o tipos determinados.
- Clase *MAS2JParser*: Esta es la clase encargada de generar el código *Java* del sistema multiagente a partir de la especificación del usuario en código *AgentSpeak*. Hemos realizado las modificaciones necesarias para que esta clase sea capaz de adoptar los perfiles de la personalidad, creando un atributo de tipo *PersonalityProfiles*, con sus correspondientes funciones que permiten realizar las modificaciones en tiempo de ejecución del compilador.
- Clase *RUNCentralizedMAS*: Es la clase encargada de la gestión del sistema multiagente centralizado y en ella se añaden los perfiles de la personalidad obtenidos durante la fase de compilación al código de cada agente.
- Clase *MAS2JProject*: Esta clase es la que va a inicializar las variables del sistema multiagente, y en ella es donde hay que situar la inicialización de nuestros perfiles de personalidad y los métodos *get* y *set* necesarios para que el compilador pueda recoger y almacenar los perfiles de personalidad que ha introducido el usuario en su sistema multiagente.

### 5.2.2 Definición de la personalidad en el agente

Como mencionamos anteriormente, *GenIA*<sup>3</sup> tiene dos tipos de ficheros de configuración, el fichero del sistema multiagente, y el del propio agente. En este trabajo hemos decidido ampliar la gramática del agente para permitir el uso de teorías basadas en tipos de una forma sencilla, de modo que la sintaxis no limite su uso.

Nuestra propuesta para introducir los tipos en el agente es la siguiente:

*personality\_\_\_:(tipo<sub>1</sub>, tipo<sub>2</sub>, ..., tipo<sub>n</sub>)*

Para poder realizar esta codificación ha sido necesario extender la gramática *GenIA*<sup>3</sup> como puede verse en la Figura 4.4. Por tanto, ha sido necesario modificar el fichero de especificación de la gramática de agentes *AS2JavaParser.jcc* para introducir los nuevos cambios. También ha sido necesario modificar la clase *Personality* para añadir un nuevo campo, que será una lista de tipos. Por último, hemos añadido un método para comprobar si los tipos descritos en el agente están incluidos en la especificación del sistema multiagente. Gracias a estas modificaciones, estamos extendiendo *GenIA*<sup>3</sup> permitiendo el uso de distintos modelos de personalidad, lo que le permitirá adaptarse a un mayor número de usuarios y aumentará su versatilidad.

## 5.3 Modificaciones en los procesos cognitivos de los agentes

Como mencionamos en la sección 4.3 vamos a introducir los perfiles de personalidad en los agentes, de forma que distintos perfiles produzcan distintos comportamientos. Por tanto, va a ser necesario modificar los procesos cognitivos de los agentes. En *Jason* modificaremos el proceso de selección de intenciones y en *GenIA*<sup>3</sup> realizaremos cambios en el proceso afectivo de la clase *EmotionEngine* y que se implementa por defecto en la clase *DefaultEmotionEngine*. Además será necesario ajustar distintos parámetros del sistema multiagente para adecuarlos al uso de los perfiles de personalidad y a las variaciones que van a producirse en los procesos afectivos del agente.

De forma genérica ha sido necesario modificar las siguientes clases para permitir el uso de los perfiles de personalidad:

- *Personality*: Es la clase abstracta de la que se debe heredar para implementar nuevas teorías de personalidad. En esta clase ha sido necesario añadir la lista que contendrá los perfiles de personalidad en los que se encuentra el agente, así como los métodos que permitan asignar y obtener esos perfiles. También se ha añadido un método abstracto denominado *personalityInfluence(Emotions em)* que deberá ser implementado por los usuarios que deseen modificar las emociones empleando la personalidad y el método *getMoodDisplacement(Emotions em)* que recibe una lista de emociones y devolverá el desplazamiento que deberá realizar el estado de ánimo en función de la personalidad del agente.

- *OCEANPersonality*: Esta clase se corresponde con el diseño por defecto de *GenIA*<sup>3</sup>, donde se emplea el modelo de los *Cinco Grandes* en su representación conocida como *OCEAN* que viene de *Openness*, *Conscientiousness*, *Extraversion*, *Agreeableness*, *Neuroticism* (los distintos rasgos del modelo). Por tanto en esta clase es donde se van a seleccionar los perfiles de personalidad del agente, haciendo uso del método propuesto en la clase *PersonalityProfiles*. Además, en esta clase es donde deberán de implementar los métodos *personalityInfluence(Emotions em)* y *getMoodDisplacement(Emotions em)*.

### 5.3.1 Influencia de la personalidad en la selección de planes

Como mencionamos en la sección 4.3, vamos a permitir que en los planes de los agentes se pueda especificar el perfil de personalidad que queremos que tenga, para así tener una mayor predisposición a realizar este plan. Esto no quiere decir que otros perfiles no puedan usar este plan, puesto que dependerá de la selección de planes y del nivel de racionalidad de los agentes. Como vimos, realizaremos dos tipos de selecciones de planes: la selección normal de *Jason* y la selección afectiva. En esta última es donde va a influir la personalidad. Mediante el uso de una anotación *personalityProfiles\_\_ (perfil<sub>1</sub>, perfil<sub>2</sub>, ..., perfil<sub>n</sub>)*, se van a seleccionar planes que coincidan con el perfil de personalidad del agente, y entrarán dentro del proceso de selección, lo cual no garantiza que sean elegidos, puesto que depende del modelo de selección (por defecto se empleará la Fórmula 4.1). De esta forma conseguimos facilitar al usuario la modificación del comportamiento de los agentes en función del perfil de personalidad. También permitirá emplear el modelo de personalidad basado en tipos puesto que los usuarios van a poder introducir en la propia anotación los distintos tipos de personalidad que tiene un mismo agente, y el plan se seleccionará si el agente pertenece a uno de esos tipos.

El método encargado de calcular los planes afectivos es *calcAffectRanking(List<Option>options)*, al cual se le pasan las opciones actuales del agente y devuelve una lista ordenada según el orden en el que aparecen las opciones que contienen anotaciones afectivas. Este método lo hemos extendido para que también determine como opciones afectivas aquellas que contienen la anotación *personalityProfiles\_\_* en las anotaciones. Además, cuando el plan tenga más de una anotación afectiva, determinar si un plan será o no afectivo dependerá de si cumple todas las condiciones de las anotaciones. En este caso, contamos con dos anotaciones, la que proponemos para la perso-

alidad y la anotación *affect\_\_* donde se introducen los estados afectivos que hacen que se seleccione el plan como afectivo. De esta forma, si un plan cuenta con las dos anotaciones, solo se seleccionará si cumple ambas, es decir si está en el perfil de personalidad y el estado de ánimo determinados en la anotación. Por ejemplo, si tenemos el siguiente plan:

```
1 @plan1 [affect__(exuberante),personalityProfile__(tipo2)]
2 +!play : true
3 <-
4 ...
```

Este plan solo se seleccionará como plan afectivo si el agente tiene la personalidad *tipo2* y está en el estado afectivo *exuberante*.

#### 5.3.2 Influencia de la personalidad en el estado de ánimo

Como hemos mencionado, la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> actual no tiene en cuenta la intensidad de las emociones. Por tanto, en lugar de modificar el proceso de evaluación para determinar las emociones que se van a seleccionar y que posteriormente influirán, junto con la personalidad, en el estado de ánimo, hemos decidido implementar solo la influencia en el estado de ánimo. Hemos modificado el método encargado de alterar el estado de ánimo actual y hemos introducido el nuevo desplazamiento basado en el efecto que tiene la extraversión y el neuroticismo en las tendencias a estados de ánimo más positivos o negativos respectivamente. A la hora de realizar la implementación decidimos también mejorar la plataforma añadiendo un mayor control de las emociones. Para ello, hemos creado la clase *Emotion* que tiene como atributos la anotación de la emoción, la valencia (que está restringida a positiva, negativa o neutra) y la intensidad. De esta forma, ya se pueden implementar teorías que incluyan intensidad en las emociones pese a que en nuestro diseño por defecto no se va a emplear más que para saber qué tipo de emoción estará activa.

Hasta ahora la plataforma *GenIA*<sup>3</sup> gestionaba las emociones simplemente como un objeto de tipo *enum* conteniendo los distintos nombres de las emociones y almacenan en una lista las emociones activas. Gracias a nuestra propuesta las emociones ahora son un objeto con atributos sobre el que se pueden realizar diversas acciones. Proponemos que las emociones activas sean las que tienen un nivel de intensidad mayor que cero. En este caso, cuando se genere una emoción en lugar de almacenarla en una lista, vamos a poner su intensidad a uno. Para gestionar todas las emociones también hemos diseñado la clase abstracta *Emotions* de la que deberán heredar las distintas

teorías de emoción. Esta clase se encarga de gestionar todas las emociones, y cuenta con diversos métodos que nos permiten saber, por ejemplo, el número de emociones positivas o negativas que están activas, el número total de emociones activas o reiniciar a cero la intensidad de todas las emociones, entre otras. En esta clase también realizamos la inicialización de las distintas emociones empleando el método *initEmotions()*. Por tanto, si se quieren modificar las emociones es en este método donde deberían hacerse los cambios. Con esta clase facilitamos tareas como por ejemplo, el cálculo del desplazamiento, puesto que podemos obtener de una forma más sencilla el número de emociones activas. En este caso hemos creado una clase denominada *DefaultEmotions*:

```

1 public class DefaultEmotions extends Emotions{
2
3     public DefaultEmotions() {
4         this.emotions = new ArrayList<Emotion>();
5         initEmotions();
6     }
7
8     public void initEmotions(){
9         emotions.add(new Emotion("surprise",0.0, valences.POSITIVE
10        ));
11        emotions.add(new Emotion("hope",0.0, valences.POSITIVE));
12        emotions.add(new Emotion("joy",0.0, valences.POSITIVE));
13        emotions.add(new Emotion("fear",0.0, valences.NEGATIVE));
14        emotions.add(new Emotion("sadness",0.0, valences.NEGATIVE)
15        );
16    }
17 }

```

Como puede verse, gracias a la estructura creada, resulta muy sencillo añadir nuestro propio modelo de emociones. Solo se ha necesitado heredar de *Emotions* e implementar los constructores de la clase y el método *initEmotions()*, donde hemos añadido las seis emociones del diseño por defecto de *GenIA*<sup>3</sup>.

Siguiendo con la filosofía de *Jason*, hemos creado una variable de tipo *Emotions* en la clase *Circumstance*, que es la clase que contiene todas las variables empleadas en el ciclo de razonamiento y el ciclo afectivo. El usuario deberá instanciarla con su propio modelo de emociones, en nuestro caso la clase *DefaultEmotions*. Por último hemos tenido que modificar la clase *DefaultEmotionEngine*, concretamente los métodos:

- *deriveASFromAppraisalVariables()*: Es el método encargado de generar las emociones en función de las distintas variables de evaluación.

La modificación que hemos realizado lo primero que hace es restaurar los valores de la intensidad de las emociones para desactivarlas todas y así evaluar las que se van a activar en esta ocasión. También hemos modificado la forma de activación: en lugar de almacenar las emociones en una lista, puesto que ahora las emociones son una clase propia que contiene atributos, se modifica la intensidad a uno. Y a la hora de calcular el *PAD* correspondiente a las emociones (que marcará la tendencia del estado de ánimo actual del agente), se emplea como criterio aquellas emociones cuya intensidad sea mayor que uno.

- *UpdateAS()*: Este método actualiza el estado de ánimo realizando la atracción o la repulsión en función del octante en el que se encuentra el *PAD* calculado por las emociones y el *PAD* correspondiente al estado de ánimo. Aquí es donde calculamos y añadimos el desplazamiento que hemos denominado *moodDisplacement* calculado en base a la Fórmula 4.2, implementado en el método *getMoodDisplacement* de la clase *OCEANPersonality*.



# Capítulo 6

## Prueba de la propuesta

En este capítulo vamos a ver un ejemplo de agente, implementando distintos perfiles de personalidad y haciendo uso de la implementación actual de *GenIA*<sup>3</sup> y de la extensión que hemos propuesto. Para ello, hemos diseñado un sistema multiagente en el que vamos a enfrentar dos perfiles distintos de personalidad, el *perfil uno* se va a corresponder con agentes con altos niveles de neuroticismo y bajos niveles de extraversión, mientras que el *perfil dos* estará formado por agentes con alto nivel de extraversión y bajo nivel de neuroticismo. Los agentes jugarán al popular juego de cartas *Blackjack* [75], y podrán tomar distintas decisiones en función de su perfil de personalidad y su estado de ánimo. Emplearemos sesenta agentes con distintos valores de personalidad para analizar el comportamiento de los dos perfiles.

### 6.1 Diseño del experimento

Vamos a crear dos tipos de agentes. Por un lado tendremos el jugador, que será un agente emocional con perfil uno o dos de personalidad, y por el otro la banca que será un agente completamente racional. Las partidas se realizarán dos a dos, es decir, la banca jugará con cada uno de los jugadores de forma individual. Se van a realizar dieciocho rondas cuyo resultado está pre-determinado, por lo cual, perder o ganar está prefijado en el sistema, de esta forma las diferencias en el estado de ánimo entre los agentes de perfil uno y dos vendrá determinado únicamente por la personalidad y no por el número de partidas ganadas o perdidas. La banca se va a encargar de controlar el juego, esto incluye: gestionar las distintas peticiones del jugador, iniciar las rondas, repartir las cartas y decidir si el jugador ganará o perderá en cada ronda. El jugador, imitando el comportamiento habitual de un humano a la

hora de jugar al *blackjack*, simplemente tendrá que determinar la decisión que quiere tomar y transmitirla a la banca.

Las reglas del juego son las mismas que en el *blackjack*. El objetivo principal consiste en acercarse el máximo posible a veintiún puntos, sin pasarse, empleando una baraja de cartas de *poker*. Los puntos se obtienen sumando los valores de las cartas, a excepción de las figuras que suman diez puntos y el As que puede sumar uno u once puntos en función del interés del jugador. En cada ronda el jugador recibirá las cartas iniciales y deberá decidir si pedir o plantarse. Si escoge la segunda opción será el turno de la banca que jugará hasta obtener como mínimo diecisiete puntos. Como hemos mencionado antes, las rondas van a tener su resultado predefinido de la siguiente forma: en las rondas 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 15, 16 y 17 el jugador perderá y en las rondas 6, 7, 8, 9, 10, 14 y 18 el jugador ganará. Por tanto, todos los agentes ganarán y perderán el mismo número de rondas. Como puede apreciarse, vamos a mezclar rondas en las que el jugador ganará y por tanto incrementará su estado de ánimo y rondas en las que el jugador perderá y reducirá su estado de ánimo.

Las cartas iniciales del jugador y de la banca van a calcularse de forma aleatoria con algunos matices: hemos eliminado la posibilidad de que la banca o el jugador obtengan veintiún puntos en las cartas iniciales para evitar rondas en las que los agentes no tengan que tomar decisiones. El resto de cartas serán aleatorias teniendo en cuenta el resultado de la partida. Por ejemplo, si un jugador tiene diecisiete puntos y realiza la acción pedir, si la ronda tiene como resultado que el jugador gane, la banca limitará las cartas a aquellas que permitan que el jugador obtenga veintiún puntos o menos, en este caso serían el As, el dos, el tres o el cuatro. En el turno de la banca se escogerán las cartas que cumplan con la condición de que el jugador pierda o gane. Por ejemplo, si el jugador se ha plantado con diecisiete puntos y la ronda es de perder la banca sacará un número aleatorio entre dieciocho y veintiuno. Sin embargo, si en esta ronda ha de ganar el jugador, la banca jugará hasta los diecisiete puntos, por tanto, para evitar ganar o empatar la banca tiene forzosamente que sacar más de veintiún puntos. Así aseguramos que todas las partidas tendrán el resultado predeterminado.

Una vez aclaradas las reglas veamos como funciona el sistema. Al inicio los jugadores envían un mensaje a la banca indicando que quieren participar en el juego. Por su parte, la banca esperará hasta que todos los jugadores envíen este mensaje antes de empezar la ronda, de forma que cada ronda estará sincronizada y un jugador no podrá adelantarse al resto. La banca

repartirá inicialmente dos cartas a cada jugador y dos para la banca de las cuales el jugador solo conocerá la puntuación de la primera. Por su parte los jugadores podrán realizar dos<sup>1</sup> acciones:

- Pedir: Un jugador pide a la banca una carta y ésta le responde enviándole una nueva carta y el agente deberá elegir nuevamente si pedir o plantarse.
- Plantarse: Un jugador puede plantarse en cualquier momento. Una vez se planta ya no podrá realizar más acciones y la banca jugará su turno.

## 6.2 Definición del sistema multiagente

Una vez visto el funcionamiento del juego pasaremos a ver la definición del sistema multiagente. Como hemos mencionado, tendremos dos tipos de agentes: la banca y los jugadores. También vamos a definir dos perfiles de personalidad *perfil uno* y *perfil dos* de la siguiente forma:

```
27 personality_profiles :  
28   perfil_uno  
    (<0.0:1.0>, <0.0:1.0>, <0.0:0.6>, <0.0:1.0>, <0.6:1.0>),  
29   perfil_dos  
    (<0.0:1.0>, <0.0:1.0>, <0.6:1.0>, <0.0:1.0>, <0.0:0.6>);
```

Vamos a emplear la plataforma por defecto, por tanto empleamos el modelo de los *Cinco Grandes* ordenado como *OCEAN*, por tanto el tercer valor se corresponde con la extraversión y el quinto valor con el neuroticismo. Los agentes con un perfil uno de personalidad van a tener un nivel de neuroticismo alto y un nivel de extraversión bajo y mientras que los agentes con perfil dos de personalidad tendrán un nivel alto de extraversión y bajo de neuroticismo. El resto de valores no se van a ser usados por los agentes. Para poder probar nuestra plataforma hemos decidido crear sesenta agentes, treinta para cada perfil. Los valores de la personalidad se calculan de forma aleatoria (entre cero y uno) y el sistema determina en que perfil se encuentra cada agente (garantizando que el número de individuos de cada perfil sea treinta). De esta forma vamos a tener agentes con distintos valores de personalidad, por tanto habrán diferencias en el cálculo del estado de ánimo y en la forma en la que las emociones lo alteran. El estado de ánimo, que en la plataforma por defecto emplea el modelo *PAD*, lo hemos definido empleando la descripción que proponen en *ALMA* [24]:

---

<sup>1</sup>En el juego original del *BlackJack* pueden realizarse tres acciones, pedir, plantarse o doblar. Nosotros no hemos considerado esta última puesto que no vamos a tener en cuenta las ganancias de los agentes.

```

32 affcategories:
33   exuberante    (<0.01:1.0>, <0.01:1.0>, <0.01:1.0>),
34   dependiente   (<0.01:1.0>, <0.01:1.0>, <-1.0:0.0>),
35   relajado      (<0.01:1.0>, <-1.0:0.0>, <0.01:1.0>),
36   docil         (<0.01:1.0>, <-1.0:0.0>, <-1.0:0.0>),
37   aburrido     (<-1.0:0.0>, <-1.0:0.0>, <-1.0:0.0>),
38   esquivo      (<-1.0:0.0>, <-1.0:0.0>, <0.01:0.1>),
39   ansioso     (<-1.0:0.0>, <0.01:1.0>, <-1.0:0.0>),
40   hostil       (<-1.0:0.0>, <0.01:1.0>, <0.01:1.0>);

```

Estas seis categorías las emplearemos, junto con los perfiles de personalidad, para determinar las decisiones. Para facilitar la implementación hemos decidido agrupar las categorías afectivas en dos grupos, en función del valor de la dimensión correspondiente con el placer. En este caso al emplear *PAD* el placer se corresponde con el primer rango de la categoría afectiva: Un grupo contendrá los estados de ánimo exuberante, dependiente, relajado y dócil, mientras que el otro agrupará los estados aburrido, esquivo, ansioso y hostil. El estado de equilibrio para esta prueba será cero para las tres dimensiones del *PAD*, de esta forma podemos ver de un modo más claro las diferencias que se producen en el estado de ánimo en función de la personalidad partiendo todos los agentes del mismo estado.

### 6.3 Definición del agente jugador

Los jugadores tendrán dos acciones principales: pedir o plantarse. Hemos dividido estas acciones en ocho planes, uno por cada grupo de estado de ánimo y perfil de personalidad. De esta forma los agentes que estén en un perfil determinado solo van a tener en consideración aquellas acciones propias de ese perfil. Por ejemplo la acción pedir quedaría de la siguiente forma:

```

1 @pstandNb [affect__(bored,disdainful,anxious,hostile),
   personalityProfile__(perfil_uno)]
2 +!play(MCV,BCV,_)
3 :   currentPlay(CP) & currentRound(CR) &
4   gsynchronizer(S) & MCV > 12 & MCV <= 21
5 <-
6   .print("STAND with ",MCV," and bank has ",BCV," on play ",
7     CP," of round ",CR);
8   .send(S,achieve,playerStand(MCV));

```

Donde *MCV* (*My Card Value*) y *BCV* (*Bank Card Value*) representan los puntos del jugador y la banca respectivamente<sup>2</sup>. Si el jugador tiene más

---

<sup>2</sup>*BCV* representa los puntos de la carta visible de la banca. Cabe recordar que pese a que la banca tiene dos cartas iniciales al igual que el jugador, solo una de ellas es visible.

de doce puntos y menos de veintiuno (puesto que con veintiuno gana automáticamente) decidirá plantarse. Pero, como podemos apreciar, el plan tiene dos anotaciones afectivas: *affect\_\_*(*aburrido,esquivo,ansioso,hostil*) y *personalityProfile\_\_*(*perfil\_uno*). Por tanto, no entrará en la lista de planes emocionales a menos que el agente tenga el perfil uno de personalidad (alto de neuroticismo y bajo de extraversión) y se encuentra en cualquiera de los cuatro estados de ánimo: aburrido, esquivo, ansioso u hostil.

El Algoritmo 1 muestra, mediante pseudocódigo, la forma en la que los agentes jugadores van a tomar sus decisiones en función de su personalidad, su estado de ánimo y sus puntos actuales. Como puede verse existen ocho alternativas distintas y las hemos modelado como distintas acciones. Además los agentes que tengan un perfil uno de personalidad serán más conservadores basándonos en la asunción de que el neuroticismo aumenta la propensión a padecer estados de ánimo y emociones negativas y que las personas con estados de ánimo negativos tienen una mayor percepción del riesgo [20].

Los jugadores van a sufrir dos tipos de emociones: tristeza y alegría. Cada emoción tendrá un efecto distinto en el estado de ánimo, concretamente la tristeza convertida a *PAD* [58] va a estar en la posición del espacio tridimensional  $[-0.63, -0.27, -0.33]$  y la alegría va a estar en  $[+0.76, +0.48, +0.35]$ . El estado de ánimo se va a desplazar hacia esos puntos conforme se vayan generando emociones, la velocidad con la que se aproxime a esos puntos va a depender de la Fórmula 4.2. Además, como vimos en la sección 4.2, el proceso de dinámica temporal del estado afectivo también afectará al estado de ánimo haciendo que tienda hacia el estado de equilibrio.

## 6.4 Análisis de resultados

Realizamos una prueba con los sesenta agentes jugador y un agente banca y obtuvimos una serie de datos los cuales vamos a describir de forma analítica. Pero antes vamos a ver un pequeño resumen del experimento.

Definimos sesenta agentes emocionales, que van a tener una personalidad basada en el modelo de *Cinco Grandes*, y cada dimensión se va a calcular de forma aleatoria asegurando la equidad entre los dos perfiles de personalidad que hemos definido para este ejemplo. Recordemos que tenemos el perfil uno con agentes que tienen un nivel de neuroticismo más alto y un nivel de extraversión más bajo que el perfil dos. Por tanto, hay treinta agentes en cada perfil, que serán clasificados de forma automática por el sistema. Los

---

**Algoritmo 1** Pseudocódigo para el proceso de toma de decisiones en los agentes.

---

```
1: si perfil de personalidad = Perfil_uno entonces  
2:  
3:   si estado de ánimo ∈ {exuberante, dependiente, relajado, dócil} en-  
   tonces  
4:  
5:     si MCV >14 entonces  
6:       Plantarse  
7:     si no  
8:       Pedir  
9:     fin si  
10:  si no  
11:  
12:    si MCV >12 entonces  
13:      Plantarse  
14:    si no  
15:      Pedir  
16:    fin si  
17:  fin si  
18: si no  
19:  
20:  si estado de ánimo ∈ {exuberante, dependiente, relajado, dócil} en-  
  tonces  
21:  
22:    si MCV >15 entonces  
23:      Plantarse  
24:    si no  
25:      Pedir  
26:    fin si  
27:  si no  
28:  
29:    si MCV >13 entonces  
30:      Plantarse  
31:    si no  
32:      Pedir  
33:    fin si  
34:  fin si  
35: fin si
```

---

resultados obtenidos con este experimento se resumen en las Figuras 6.1, 6.2 y 6.3. En las dos primeras, se muestran las rondas ganadas y perdidas y el estado de ánimo antes de empezar cada ronda<sup>3</sup> y permiten analizar el comportamiento de cada dimensión del estado de ánimo por separado. Mientras que en la Figura 6.3 se observan las diferencias en las decisiones tomadas por los agentes.

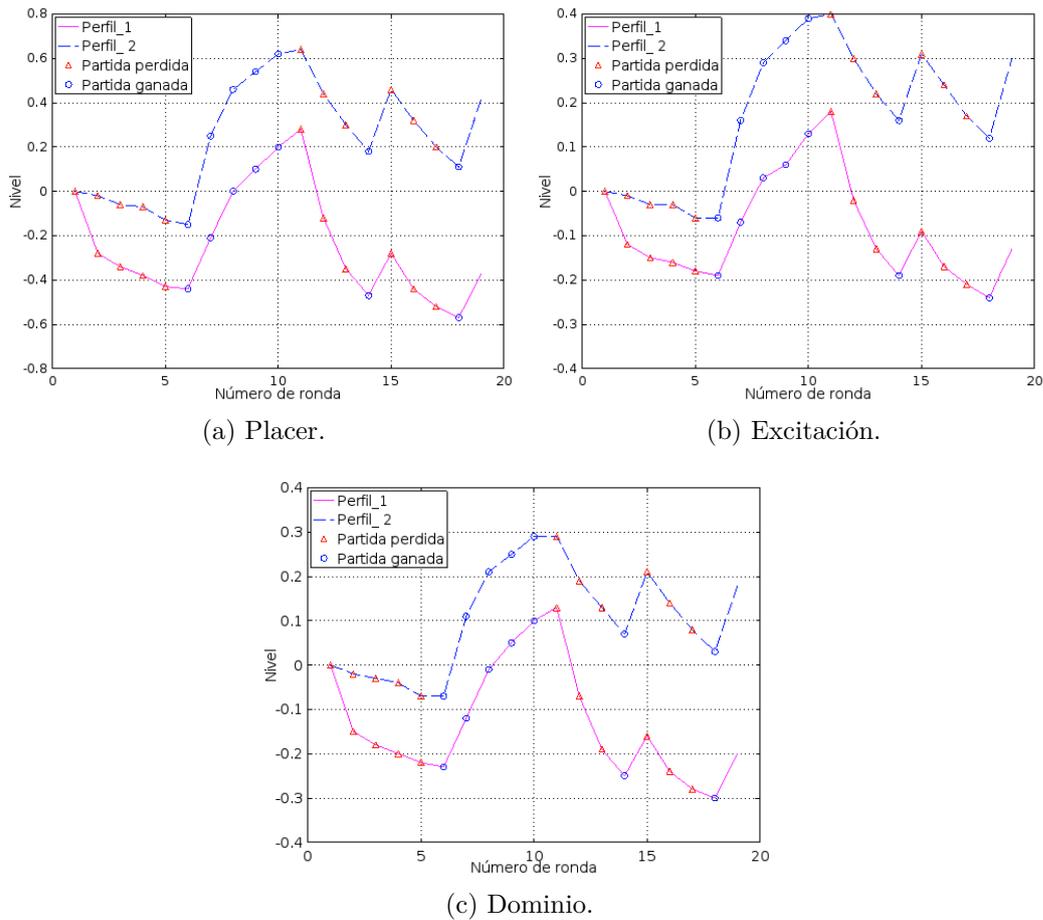


Figura 6.1: Comparativa de la evolución de las tres dimensiones del estado de ánimo en las personalidades perfil\_1 y perfil\_2.

Cuando analizamos la evolución que ha tenido el estado de ánimo en las distintas dimensiones (Figura 6.1) podemos apreciar que los jugadores con

<sup>3</sup>El estado de equilibrio en este ejemplo es el  $[0.0,0.0,0.0]$  para que todos los agentes partan del mismo estado y se puedan apreciar mejor las diferencias.

niveles bajos de extraversión y altos de neuroticismo, que se corresponden con el perfil uno, han obtenido niveles mas bajos en las tres dimensiones del estado de ánimo. También se observa que el perfil uno tiene una tendencia a la baja, mientras que el perfil dos presenta una tendencia al alza. Otra cosa que podemos apreciar, es que el perfil uno sufre un decremento más elevado cuando pierde que el perfil dos como puede apreciarse por ejemplo en la Figura 6.1a, donde se observa que de la ronda once a la catorce, cuyo resultado es perder, los agentes con perfil uno sufren un mayor descenso que los agentes con perfil dos.

Recordemos que, al perder se genera la emoción negativa *tristeza* y al ganar la emoción positiva *alegría*. Del mismo modo, se observa que los agentes que están clasificados en el perfil dos sufren un mayor aumento en su estado de ánimo cuando llega una emoción positiva. Por ejemplo, de la ronda seis a la siete se aprecia un incremento mayor en el perfil dos que en el perfil uno. Por tanto, se observa que la Fórmula 4.2 consigue que las emociones positivas afecten en mayor medida a las personalidades con mayor nivel de extraversión y viceversa. Y lo mismo ocurre con las emociones negativas y el nivel de neuroticismo, como puede verse en las partidas de la once a la doce, donde los agentes con mayor nivel de neuroticismo sufren un decremento mayor en todas las dimensiones del estado de ánimo que los que tienen bajo nivel de este rasgo.

Una de las cosas que se puede apreciar al observar las gráficas es que el perfil uno y el perfil dos de la ronda seis a la once sufren una subida en su estado de ánimo bastante similar. Esto se debe a que, conforme nos acercamos al punto teórico de la emoción las curvas se suavizan, por eso en la gráfica parece que el perfil uno tenga un incremento mayor que el perfil dos en estas partidas. En la gráfica de la Figura 6.1b podemos ver claramente el efecto que tiene el proceso de dinámica temporal del estado afectivo que, recordemos que este proceso se encarga de apaciguar el estado de ánimo con el paso del tiempo, de forma que el estado de ánimo tiende al estado de equilibrio. Si nos fijamos por ejemplo, en las partidas de la ocho a la diez, en el perfil uno, podemos ver como hay un decremento en el crecimiento de la gráfica debido a este proceso.

En cuanto a la comparativa de las distintas dimensiones que puede verse en la Figura 6.2, podemos apreciar como en los distintos perfiles aparecen distintos comportamientos entre sus dimensiones. El placer es la dimensión que más se desplaza en ambos perfiles, debido al tipo de emociones que estamos empleando, puesto que en ambos casos el nivel de placer es mayor que el del resto de dimensiones. Podemos ver que todas las dimensiones del perfil

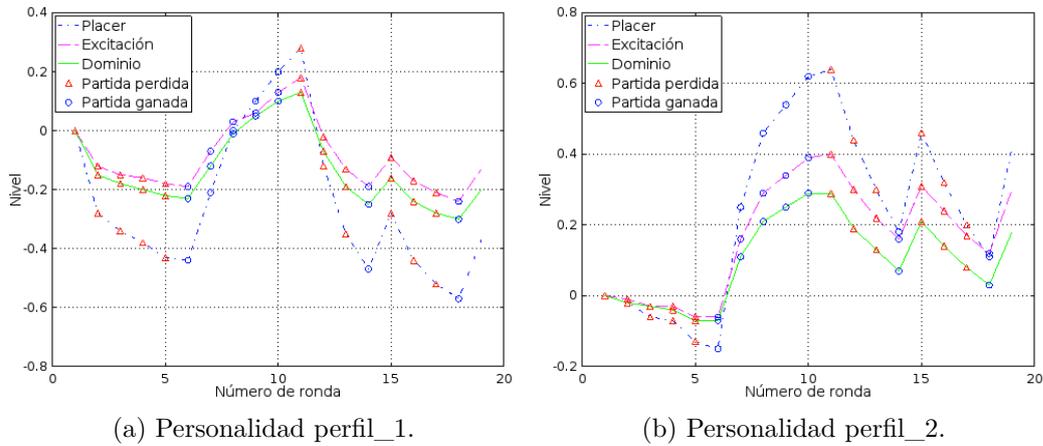


Figura 6.2: Comparativa de la evolución de las dimensiones del estado de ánimo en los distintos tipos de personalidad.

uno acaban con un nivel inferior a las del perfil dos, puesto que en el primer caso todas acaban por debajo de cero y en el segundo caso todas acaban por encima de cero. Por tanto, aun que los agentes cuentan con distintos valores en los rasgos de la personalidad, podemos apreciar un comportamiento diferente entre cada perfil.

Como hemos visto, los agentes del perfil uno permanecieron con niveles negativos en las distintas dimensiones del PAD durante más tiempo que los del perfil dos. Por tanto, los estados de ánimo habrán afectado a la toma de decisiones haciendo que los agentes de este perfil tomen decisiones más conservadoras. Cabe mencionar aquí que las cartas que se reparten a los agentes son aleatorias, teniendo siempre en cuenta que las partidas tienen un resultado prefijado. También hay que tener en cuenta que en todas las rondas los jugadores o se pasan de veintiún puntos o se plantan en algún momento. Por tanto, para poder comparar de una forma más realista, hemos decidido emplear solo las decisiones que los agentes tomaron al ver las dos primeras cartas. Los resultados pueden verse en la gráfica de la Figura 6.3.

Si observamos la gráfica vemos que los agentes que están en el perfil uno tienden a pedir menos y, por consiguiente, a plantarse más que los de perfil dos. Esto se debe en gran medida a que el estado de ánimo de los agentes de perfil uno generalmente tenían el nivel de placer negativo y los de perfil dos positivo. La brecha pasa a ser de tres puntos de diferencia, de doce para el perfil uno a quince para el perfil dos. Por tanto, de forma general los agentes de perfil uno tuvieron un comportamiento distinto que los agentes de perfil

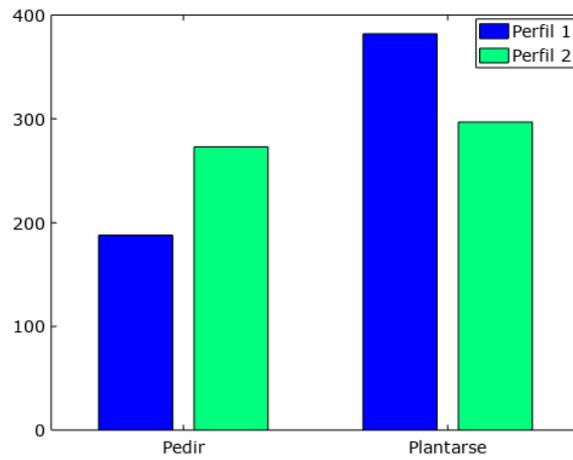


Figura 6.3: Comparativa de la suma para todas las rondas del número de veces que los agentes de cada perfil se han plantado o han pedido al recibir las cartas iniciales.

dos.

# Capítulo 7

## Conclusiones y futuras ampliaciones

La computación afectiva es un área que suscita un gran interés por parte de la comunidad académica y de la empresa debido, en gran parte, al avance de las nuevas tecnologías como por ejemplo en materia de recursos hardware, en reconocimiento, en aprendizaje automático o en la aparición de los asistentes personales que pueden ayudar a que la computación afectiva sea cada vez más una realidad. Dotar a los sistemas de una interfaz capaz de reconocer, gestionar e interactuar con las emociones, debe verse como un paso natural para conseguir una relación mejor entre el hombre y la máquina. Investigaciones como las realizadas en este trabajo van a ayudar a la comprensión y la mejora de las emociones y las categorías afectivas en procesos software, no solo para la simulación si no también para aplicarse al reconocimiento o sistemas de recomendación entre otras.

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, la personalidad es un factor crucial a la hora de comprender las diferencias individuales que afectan en la forma en la que percibimos el entorno o las emociones y que tienen una repercusión en nuestro estado de ánimo y en los procesos cognitivos. Hemos visto diferentes formas de representar la personalidad a nivel teórico y distintos modelos a nivel práctico. También hemos visto como los diferentes rasgos de la personalidad pueden influir de forma directa en determinadas emociones y comportamientos. En este trabajo hemos usado el modelo de los *Cinco Grandes* centrándonos en el neuroticismo y la extraversión como los factores más importantes a la hora de hablar de procesos afectivos y cognitivos puesto que distintas teorías en el ámbito de la psicología sostienen que son los factores con mayor relevancia en los procesos afectivos y cognitivos. Pero, hemos visto que existen otros modelos como por ejemplo, el modelo

*PANAS* que nos habla del afecto positivo y negativo y de como estos dos rasgos tienen un efecto similar al descrito anteriormente.

En este trabajo hemos propuesto una extensión para la arquitectura de agentes afectivos *GenIA*<sup>3</sup> y hemos realizado la implementación de dicha propuesta. Nuestra extensión amplía y generaliza el uso de la personalidad dentro de la arquitectura ampliando su adaptabilidad permitiendo emplear teorías de tipos y rasgos. Hemos modificado los procesos cognitivos de los agentes permitiendo que la personalidad influya en el proceso de razonamiento y toma de decisiones influyendo en la forma en la que los agentes seleccionan los planes. También hemos propuesto una fórmula para actualizar el estado de ánimo en función de los distintos parámetros de la personalidad, basándonos en distintas teorías y trabajos que relacionan el neuroticismo con las emociones y los estados de ánimo negativos y la extraversión con las emociones y los estados de ánimo positivos. Mediante la anotación *personalityProfiles* los usuarios podrán implementar planes para un determinado grupo de agentes que coincidan con ese perfil de personalidad.

Hemos diseñado un experimento a modo de ejemplo para comprobar el uso de nuestra extensión dentro de la plataforma *GenIA*<sup>3</sup> para el desarrollo de agentes afectivos. En este ejemplo hemos empleado dos perfiles de personalidad uno con neuroticismo alto y extraversión baja y otro con neuroticismo bajo y extraversión alta. Hemos creado treinta agentes de cada perfil con distintos parámetros de personalidad y hemos analizado tanto su estado de ánimo como su toma de decisiones. Los resultados que hemos obtenido indican que existe un comportamiento distinto entre los dos perfiles de personalidad tanto en su estado de ánimo como en sus decisiones. Por tanto, avalan la teoría y la implementación propuestas, generando comportamientos distintos y coherentes tanto en los procesos afectivos como en los procesos de toma de decisiones. Gracias a esta extensión, la arquitectura *GenIA*<sup>3</sup> aumenta su capacidad de simular el comportamiento emocional humano al permitir considerar diversas teorías de la personalidad. Esto facilita el avance hacia una mejor comprensión del comportamiento humano, lo cual facilitará que aparezcan nuevas propuestas e investigaciones que permitan mejorar tanto la simulación como las relaciones entre el hombre y la máquina.

Entre las líneas actuales y futuras de trabajo, proponemos seguir estudiando el proceso de dinámica temporal del estado afectivo. Actualmente este proceso calcula el decaimiento del estado de ánimo hacia el estado de equilibrio empleando un número fijo y constante para todos los agentes. Una posible mejora sería investigar como afectan los rasgos de la personalidad en

---

este proceso y proponer una fórmula, como la que hemos propuesto nosotros para la actualización del estado de ánimo, que permita calcular el modo en el que se van a apaciguar los distintos estados de ánimo en función de la personalidad. Esto daría una mayor concordancia a la teoría de que las personas con personalidades más positivas u extravertidas tienden a estados de ánimo más positivos y posiblemente los mantengan durante más tiempo que las personas con personalidades más negativas o neuróticas. Lo mismo sucedería a la hora de analizar los estados de ánimo negativos.

Actualmente hemos comenzado a analizar datos reales de un experimento realizado a trescientas personas similar al propuesto en la Sección 6. El objetivo es probar la capacidad de la plataforma *GenIA*<sup>3</sup> extendida con nuestra propuesta para simular la influencia de la personalidad en los procesos afectivos y cognitivos. De esta forma podremos hacer un análisis comparativo entre los resultados obtenidos con *GenIA*<sup>3</sup> y los obtenidos al aplicar nuestra extensión.



# Bibliografía

- [1] Bexy Alfonso, Emilio Vivancos, and Vicente Botti. An open architecture for affective traits in a BDI agent. *Proceedings of the 6th ECTA 2014. Part of the 6th IJCCI 2014*, pages 320–325, 2014.
- [2] Bexy Alfonso, Emilio Vivancos, and Vicente Botti. Toward a systematic development of affective intelligent agents. *Department of Informatic Systems and Computing, Universidad Politécnica de Valencia, Spain*. <http://hdl.handle.net/10251/62436>, 2016.
- [3] Bexy Alfonso, Emilio Vivancos, and Vicente Botti. From affect theoretical foundations to models of intelligent affective agents. Manuscript submitted for publication, 2017.
- [4] Bexy Alfonso, Emilio Vivancos, and Vicente Botti. Toward formal modeling of affective agents in a BDI architecture. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)*, 17(1):5, 2017.
- [5] Bexy Alfonso, Emilio Vivancos, Vicente Botti, and Penélope Hernández. Building emotional agents for strategic decision making. In *Proceedings of the International Conference on Agents and Artificial Intelligence-Volume 2*, pages 390–397. SCITEPRESS-Science and Technology Publications, Lda, 2015.
- [6] Mark S Allen, Sylvain Laborde, and Emma E Walter. Health-related behavior mediates the association between personality and memory performance in older adults. *Journal of Applied Gerontology*, 2017.
- [7] Gordon Willard Allport. *Personality*. Holt New York, 1937.
- [8] Christoph Bartneck. Integrating the OCC model of emotions in embodied characters. In *Workshop on Virtual Conversational Characters*, pages 39–48. Citeseer, 2002.

- [9] P Becker. Structural and relational analyses of emotions and personality traits. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 22(3):155–172, 2001.
- [10] Christian Becker-Asano. *WASABI: Affect simulation for agents with believable interactivity*, volume 319. IOS Press, 2008.
- [11] Alan H Bond and Les Gasser. *Readings in distributed artificial intelligence*. Morgan Kaufmann, 2014.
- [12] Rafael H Bordini, Jomi Fred Hübner, and Michael Wooldridge. *Programming multi-agent systems in AgentSpeak using Jason*, volume 8. John Wiley & Sons, 2007.
- [13] Lex Borghans, Angela Lee Duckworth, James J Heckman, and Bas Ter Weel. The economics and psychology of personality traits. *Journal of Human Resources*, 43(4):972–1059, 2008.
- [14] Gregory J Boyle. Myers-briggs type indicator (MBTI): Some psychometric limitations. *Australian Psychologist*, 30(1):71–74, 1995.
- [15] John Broome. Practical reasoning. *Reason and nature: Essays in the theory of rationality*, pages 85–111, 2002.
- [16] Nancy Cantor and John F Kihlstrom. *Personality, cognition and social interaction*, volume 5. Routledge, 2017.
- [17] Susan Cloninger. *Teorías de la personalidad*. Pearson Educación, 2002.
- [18] AR Damasio and Stuart Sutherland. Descartes’ error: Emotion, reason and the human brain. *Nature*, 372(6503):287–287, 1994.
- [19] Douglas Derryberry and Marjorie A Reed. Temperament and attention: Orienting toward and away from positive and negative signals. *Journal of personality and social psychology*, 66(6):1128, 1994.
- [20] Peter H Ditto, David A Pizarro, Eden B Epstein, Jill A Jacobson, and Tara K MacDonald. Visceral influences on risk-taking behavior. *Journal of Behavioral Decision Making*, 19(2):99–113, 2006.
- [21] Raymond J Dolan. Emotion, cognition, and behavior. *Science*, 298(5596):1191–1194, 2002.

- [22] Mehdi Elahi, Matthias Braunhofer, Francesco Ricci, and Marko Tkalcić. Personality-based active learning for collaborative filtering recommender systems. In *Congress of the Italian Association for Artificial Intelligence*, pages 360–371. Springer, 2013.
- [23] Nico H Frijda. *The emotions: Studies in emotion and social interaction*. Paris: *Maison de Sciences de l’Homme*, 1986.
- [24] Patrick Gebhard. Alma: a layered model of affect. In *Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multi-agent systems*, pages 29–36. ACM, 2005.
- [25] Mehdi Ghayoumi and Arvind K Bansal. Architecture of emotion in robots using convolutional neural networks. *RSS, USA*, 2016.
- [26] Marco Gomes, Tiago Oliveira, Fábio Silva, Davide Carneiro, and Paulo Novais. Establishing the relationship between personality traits and stress in an intelligent environment. In *International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems*, pages 378–387. Springer, 2014.
- [27] Patricia Greenspan. Practical reasoning and emotion. *The Oxford handbook of rationality*, pages 206–221, 2004.
- [28] Oliver P John and Sanjay Srivastava. The big five trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. *Handbook of personality: Theory and research*, 2(1999):102–138, 1999.
- [29] Robert G Jones. The origin of everyday moods: Managing energy, tension, and stress. *Personnel Psychology*, 51(1):259, 1998.
- [30] Carl Jung. *Psychological types*. Taylor & Francis, 2016.
- [31] Yuta Katsumi, Ekaterina Denkova, and Sanda Dolcos. Personality and memory. *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*, 2017.
- [32] John F Kihlstrom. On personality and memory. *Personality, cognition, and social interaction*, pages 123–149, 1981. Erlbaum Hillsdale, NJ.
- [33] Richard S Lazarus. *Emotion and adaptation*. Oxford University Press, 1991.
- [34] Victoria M Leavitt, Korhan Buyukturkoglu, Matilde Inglese, and James F Sumowski. Protective personality traits: High openness and low neuroticism linked to better memory in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 2017.

- [35] Gerald Matthews, Ian J Deary, and Martha C Whiteman. *Personality traits*. Cambridge University Press, 2003.
- [36] Robert R McCrae and Oliver P John. An introduction to the five-factor model and its applications. *Journal of personality*, 60(2):175–215, 1992.
- [37] Albert Mehrabian. Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in temperament. *Current Psychology*, 14(4):261–292, 1996.
- [38] Albert Mehrabian. Comparison of the PAD and PANAS as models for describing emotions and for differentiating anxiety from depression. *Journal of psychopathology and behavioral assessment*, 19(4):331–357, 1997.
- [39] EK Miller and JD Wallis. Executive function and higher-order cognition: definition and neural substrates. *Encyclopedia of neuroscience*, 4(99-104), 2009.
- [40] José Bermúdez Moreno, Ana María Pérez García, and Pilar Sanjuán Suárez. *Psicología de la personalidad: teoría e investigación. Volumen 1*. 2008.
- [41] William N Morris. *Mood: The frame of mind*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [42] Isabel Briggs Myers. *The myers-briggs type indicator*. Consulting Psychologists Press Palo Alto, CA, 1962.
- [43] Andrew Ortony, Gerald L Clore, and Allan Collins. *The cognitive structure of emotions*. Cambridge University Press, 1990.
- [44] Pietro Panzarasa, Nicholas R Jennings, and Timothy J Norman. Formalizing collaborative decision-making and practical reasoning in multi-agent systems. *Journal of logic and computation*, 12(1):55–117, 2002.
- [45] Gaby Pfeifer, Sarah N Garfinkel, Cassandra D Gould van Praag, Kuljit Sahota, Sophie Betka, and Hugo D Critchley. Feedback from the heart: Emotional learning and memory is controlled by cardiac cycle, interoceptive accuracy and personality. *Biological Psychology*, 126:19–29, 2017.
- [46] Rosalind W Picard and Roalind Picard. *Affective computing*, volume 252. MIT press Cambridge, 1997.

- 
- [47] Christian Pillar. Normative practical reasoning: Christian pillar. In *Aristotelian Society Supplementary Volume*, volume 75, pages 195–216. Wiley Online Library, 2001.
- [48] Surangika Ranathunga, Martin Purvis, and Stephen Cranefield. Integrating expectation handling into Jason. *University of Otago*, 2011.
- [49] Anand Rao. AgentSpeak (1): BDI agents speak out in a logical computable language. *Agents breaking away*, pages 42–55, 1996.
- [50] Anand S Rao and Michael P Georgeff. Modeling rational agents within a BDI-Architecture. *Proceedings of Knowledge Representation and Reasoning*, 91:473–484, 1991.
- [51] Anand S Rao, Michael P Georgeff, et al. BDI agents: From theory to practice. In *ICMAS*, volume 95, pages 312–319, 1995.
- [52] Stephen L Ristvedt and Kathryn M Trinkaus. Psychological factors related to delay in consultation for cancer symptoms. *Psycho-Oncology*, 14(5):339–350, 2005.
- [53] Julio Alberto Rodríguez. Cognición y ciencia cognitiva. *Documento en línea* [Disponible [www.supervivir.otg/cgn/cognición.pdf](http://www.supervivir.otg/cgn/cognición.pdf)]. [Consultado 20 Mayo de 2017], 2002.
- [54] Lorena Rodriguez, Emilio Insfran, and Luca Cernuzzi. *Requirements Modeling for Multi-Agent Systems*. INTECH Open Access Publisher, 2011.
- [55] Peter Rosati. Academic progress of canadian engineering students in terms of MBTI personality type. *International Journal of Engineering Education*, 14(5):322–327, 1998.
- [56] Ira J Roseman. Appraisal determinants of emotions: Constructing a more accurate and comprehensive theory. *Cognition & Emotion*, 10(3):241–278, 1996.
- [57] Ira J Roseman and Craig A Smith. Appraisal theory. *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*, pages 3–19, 2001.
- [58] James A Russell and Albert Mehrabian. Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of research in Personality*, 11(3):273–294, 1977.

- [59] Bonifacio Sandín, Paloma Chorot, Lourdes Lostao, Thomas E Joiner, Miguel A Santed, and Rosa M Valiente. Escalas PANAS de afecto positivo y negativo: validación factorial y convergencia transcultural. *Psicothema*, 11(1):37–51, 1999.
- [60] Ricardo Santos, Goreti Marreiros, Carlos Ramos, José Neves, and José Bulas-Cruz. Personality, emotion, and mood in agent-based group decision making. *IEEE Intelligent Systems*, 26(6):58–66, 2011.
- [61] Klaus R Scherer. Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*, 92(120):57, 2001.
- [62] Michael Schumacher. *Objective coordination in multi-agent system engineering: design and implementation*. Springer-Verlag, 2001.
- [63] Craig A Smith, Richard S Lazarus, et al. Emotion and adaptation. *Handbook of personality: Theory and research*, pages 609–637, 1990.
- [64] Bastiaan Reinier Steunebrink. *The logical structure of emotions*. PhD thesis, Utrecht University, 2010.
- [65] Joaquín Taverner, Bexy Alfonso, Emilio Vivancos, and Vicente J. Botti. Integrating expectations into Jason for appraisal in emotion modeling. In *Proceedings of the 8th International Joint Conference on Computational Intelligence, IJCCI 2016, Volume 1: ECTA, Porto, Portugal, November 9-11, 2016.*, pages 231–238, 2016.
- [66] Robert E Thayer. *The origin of everyday moods: Managing energy, tension, and stress*. Oxford University Press, USA, 1997.
- [67] Marko Tkalčic, Andrej Kosir, and Jurij Tasic. Affective recommender systems: the role of emotions in recommender systems. In *Proc. The RecSys 2011 Workshop on Human Decision Making in Recommender Systems*, pages 9–13. Citeseer, 2011.
- [68] Marko Tkalčic, Matevz Kunaver, Jurij Tasic, and Andrej Košir. Personality based user similarity measure for a collaborative recommender system. In *Proceedings of the 5th Workshop on Emotion in Human-Computer Interaction-Real world challenges*, pages 30–37, 2009.
- [69] Eddie MW Tong. Personality influences in appraisal–emotion relationships: The role of neuroticism. *Journal of Personality*, 78(2):393–417, 2010.

- 
- [70] Wenbo Wang, Lu Chen, Krishnaprasad Thirunarayan, and Amit P Sheth. Harnessing twitter "big data" for automatic emotion identification. In *Privacy, Security, Risk and Trust (PASSAT), 2012 International Conference on Social Computing (SocialCom)*, pages 587–592. IEEE, 2012.
- [71] David Watson, Lee A Clark, and Auke Tellegen. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, 54(6):1063, 1988.
- [72] David Watson and Kristin Naragon-Gainey. Personality, emotions, and the emotional disorders. *Clinical Psychological Science*, 2(4):422–442, 2014.
- [73] David Watson and Auke Tellegen. Toward a consensual structure of mood. *Psychological bulletin*, 98(2):219, 1985.
- [74] Gerhard Weiss. *Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence*. MIT press, 1999.
- [75] Wikipedia. Blackjack, 2017. Consultado el 26 de Junio de 2017 en <https://es.wikipedia.org/wiki/Blackjack>.
- [76] Michael Wooldridge. *An introduction to multiagent systems*. John Wiley & Sons, 2009.
- [77] Michael Wooldridge and Nicholas R Jennings. Agent theories, architectures, and languages: a survey. In *International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages*, pages 1–39. Springer, 1994.
- [78] Michael Wooldridge and Nicholas R Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *The knowledge engineering review*, 10(02):115–152, 1995.
- [79] Cristian Zanon, Micheline Roat Bastianello, Juliana Cerentini Pacico, and Claudio Simon Hutz. Relationships between positive and negative affect and the five factors of personality in a brazilian sample. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 23(56):285–292, 2013.
- [80] John M Zelenski. The role of personality in emotion, judgment and decision making. *Vohs K, Baumeister R, Loewenstein G, Do Emotions Help or Hurt Decision Making*, 2007.
- [81] Jian Zhao, Liang Gou, Fei Wang, and Michelle Zhou. Pearl: An interactive visual analytic tool for understanding personal emotion style

## Bibliografía

---

derived from social media. In *Visual Analytics Science and Technology (VAST), 2014 IEEE Conference on*, pages 203–212. IEEE, 2014.