



MADE: MASSIVE ARTIFICIAL DRAMA ENGINE FOR NON PLAYER CHARACTERS

Trabajo Fin de Master presentado por Rubén Héctor García Ortega

Dirigido por Dr. Juan Julián Merelo Guervós



MADE: MASSIVE ARTIFICIAL DRAMA ENGINE FOR NON PLAYER CHARACTERS

Trabajo Fin de Master presentado por Rubén Héctor García Ortega

Dirigido por Dr. Juan Julián Merelo Guervós

El alumno

El director

Granada, Julio de 2013

MADE: Massive Artificial Drama Engine for non player characters

Autor: Rubén Héctor García Ortega

Director: Juan Julián Merelo Guervós

Las siguientes páginas web contienen información actualizada sobre el presente trabajo:

<https://github.com/raiben/made/>

<https://www.velonuboso.com/made/>

Impresión realizada en Granada

Primera edición, julio 2013

... a Olga y Óliver

Resumen

La creación de historias de ficción es una tarea de gran complejidad que implica un proceso creativo donde el autor ha de mezclar personajes, conflictos y tramas. Según el afamado escritor Robert McKee, *el guionista, al igual que el compositor musical, es un artista creativo que comienza con una página en blanco y acaba con una obra.*

Con el auge de los videojuegos en el mundo del entretenimiento y especialmente en el caso de los *sandboxes*, o mundos abiertos, se plantea una problemática de difícil solución: El esfuerzo requerido para elaborar un buen guión de ficción interactiva es directamente proporcional al número de personajes que deben existir y a su complejidad, por eso es común que en este tipo de ficción, miles de extras sean virtualmente atrezzo andante . En este campo, disciplinas como la Inteligencia Artificial y la Vida Artificial tienen mucho que aportar.

El presente trabajo pretende abordar esta problemática estableciendo una mecánica que ofrezca subtramas coherentes entre sí e interesantes, para todos los personajes del mundo virtual. Para aportar coherencia a todos los personajes, el sistema se inspira en los clásicos sistemas multiagente . Según esta premisa, cada personaje es modelado como un agente que nace, crece, se relaciona y muere, en un entorno definido con dimensiones espacio-temporales. El mundo virtual es modelado como un sistema auto-organizativo donde cada elemento influye en los demás, mediante interacciones inspiradas en la naturaleza , y aplica mecanismos adaptativos de disminución de la fricción y aumento de la sinergia. De este modo, todo comportamiento tiene unas relaciones causa-efecto que quedan descritas, contextualizadas y explicadas, aportando coherencia al mundo.

De manera general, diseñar un sistema auto-organizativo de tales características es una tarea compleja que ha de asegurar la estabilidad de la sociedad generada y una cierta convergencia, por lo que han de diseñarse mecanismos mediadores que regulen el comportamiento de los agentes, evitando la generación de "sistemas frágiles".

Como segundo objetivo, se pretende que el sistema auto-organizativo resultante presente un entorno apto para las historias principales y secundarias de cada obra específica, y además resulte interesante para el espectador / jugador. Para tal fin, se define un conjunto de probabilidades y estados asociados a las acciones de los agentes y, mediante algoritmos multi-objetivo bioinspirados, se buscará la optimización de dichas probabilidades para que emerjan arquetipos literarios según unas reglas y patrones definidos por el creador de la ficción. Los arquetipos, en contraposición a los estereotipos, son comportamientos y patrones universalmente aceptados y presentes a un nivel de inconsciente colectivo, por lo que le permiten al espectador empatizar con los personajes y sumergirse en las tramas.

Las ideas expuestas a lo largo del presente trabajo han sido implementadas en un prototipo con el que se han podido realizar una serie de experimentos que confirman su base teórica.

Índice general

1	Introducción	1
1.1	Objetivos de MADE	4
1.2	Nomenclatura	4
2	Estado del arte	7
2.1	Character Evolution Approach to Generative Storytelling	7
2.2	Self-organizing Systems	7
2.3	Artificial societies	7
2.4	Arquetipos Literarios	7
3	prueba	9
4	Sistema multiagente bottom-up para la coherencia de tramas	11
4.1	Entorno MADE	12
4.1.1	Parametrización del Entorno MADE	13
4.2	Agente MADE	13
4.2.1	Las ratas ligeramente mágicas de la Universidad Invisible en Ankh-Morpork	14
4.2.1.1	Diagrama de estados	14
4.2.1.2	Parametrización de un agente	14
4.2.1.3	Características básicas	16
4.2.1.4	Paso del tiempo	16
4.2.1.5	Alimentación	16
4.2.1.6	Competitividad	17

ÍNDICE GENERAL

4.2.1.7	Mecanismos de disminución de la fricción . . .	17
4.2.1.8	Paternidad / Maternidad	17
4.2.1.9	Ciclo de vida	18
4.2.1.10	Perfiles y variabilidad	20
4.2.1.11	Registro de actividad de cada agente	20
5	Algoritmo genético para la búsqueda de arquetipos emergentes	25
5.1	Parametrización del algoritmo genético	27
5.2	Arquetipos	28
5.2.1	Figura paterna	29
5.2.2	El débil	30
5.2.3	El viaje	30
5.2.4	La caída	30
6	Metodología general	31
6.1	Definición de los parámetros de ejecución del Entorno MADE . .	31
6.2	Definición de la función Fitness	32
6.3	Estudio de la variabilidad del fitness	32
6.4	Parámetros de ejecución del algoritmo genético	32
7	Resultados Obtenidos	33
8	Conclusiones	35

I think that most of us, anyway, read these stories that we know are not "true" because we're hungry for another kind of truth: the mythic truth about human nature in general, the particular truth about those life-communities that define our own identity, and the most specific truth of all: our own self-story. Fiction, because it is not about someone who lived in the real world, always has the possibility of being about oneself.

Orson Scott Card

CHAPTER

1

Introducción

La herramienta MADE nace ante la necesidad de apoyar y automatizar la labor de diseño de tramas secundarias en ficción interactiva. Para poder defender la existencia de dicha necesidad, es necesario contextualizar el proyecto en los marcos tecnológico y social actuales:

La escritura de un libro o un guión cinematográfico es una tarea de gran complejidad que incluso a una persona talentosa puede llevarle toda la vida. Existen multitud de parámetros formales para medir la calidad de un escrito, pero a la hora de valorar la trama entran en juego los gustos y la percepción personal del lector. En términos generales, los gurús de la escritura de guiones recalcan que no existe una fórmula para hacer una buena película; en su lugar, existen ciertas prácticas que funcionan en general si se aplican correctamente, por ejemplo, la división en 3 actos, los cliffhangers, los conflictos o el seguimiento estricto de los tiempos, por citar algunos.

Sin embargo, un nuevo ámbito cinematográfico está emergiendo en los últimos años: los videojuegos. Ciertas familias de videojuegos pueden sumergir al jugador en una historia guionizada absolutamente inmersiva, e incluso permitir cierta flexibilidad en cuanto a los resultados de la historia. En este sentido, los sandboxes representan el máximo exponente de libertad en un videojuego, permitiendo

1. INTRODUCCIÓN

al usuario interactuar con todos los personajes, animales, principales objetos y terreno, y llevándole a través de tramas secundarias, en ocasiones auto-generadas con la finalidad de que siempre sean diferentes para el usuario y permitan descubrir zonas ocultas del mapa.

A la hora de convertir un guión o escrito clásico a un sandbox hay que tener en cuenta que la historia debe permitir libertad de actuación, mostrar coherencia y fidelidad con lo que el usuario considera la realidad dentro del contexto del juego. Los retos tecnológicos ante este tipo de entretenimiento emergente ofrecen grandes posibilidad en diferentes campos de investigación:

- motores gráficos: modelado, renderización, iluminación, shaders, etc
- motores de física: colisiones, movimiento, sistemas de partículas, etc
- motores de sonido: Mejor calidad, efectos, texto a voz
- inteligencia artificial: Comportamiento de los personajes, estrategia, reconocimiento de voz, de caras, auto-ajuste de la dificultad, etc
- nuevas interfaces: gestuales, por voz, nuevos sensores, etc

Sin embargo, tanto el desarrollo de los personajes secundarios y extras como la coherencia y profundidad de sus tramas, no son considerados como campos tecnológicos de investigación relevantes para las compañías desarrolladoras, y este aspecto queda demostrado en los videojuegos de última generación.

Con la llegada de los sandboxes un jugador puede cruzarse con miles de personajes a lo largo de una partida, sin embargo, diseñar tramas para tal número de personajes sería inviable. En la práctica, los personajes cumplen un perfil y realizan ciertas acciones básicas cuando el usuario está cerca, pero carecen de frases, motivaciones, emociones, objetivos e interrelaciones. Como consecuencia, el mundo virtual representado sigue siendo inanimado, irreal y mecánico. Por ello, bajo el punto de vista del autor, la guinización y las tramas de personajes secundarios y extras sí es un reto tecnológico. MADE, pretende abordar ese problema mediante un sistema auto-organizativo que modela la población como un conjunto de agentes que interaccionan entre sí, y un sistema bioinspirado que permite optimizar el comportamiento del sistema auto-organizativo para que además sea interesante para el

1.1 Objetivos de MADE

jugador final, permitiéndole además que cada nueva partida pueda tener un mundo diferente a la anterior.

La figura 1.1 muestra de manera esquematizada el panorama actual de la ficción interactiva.

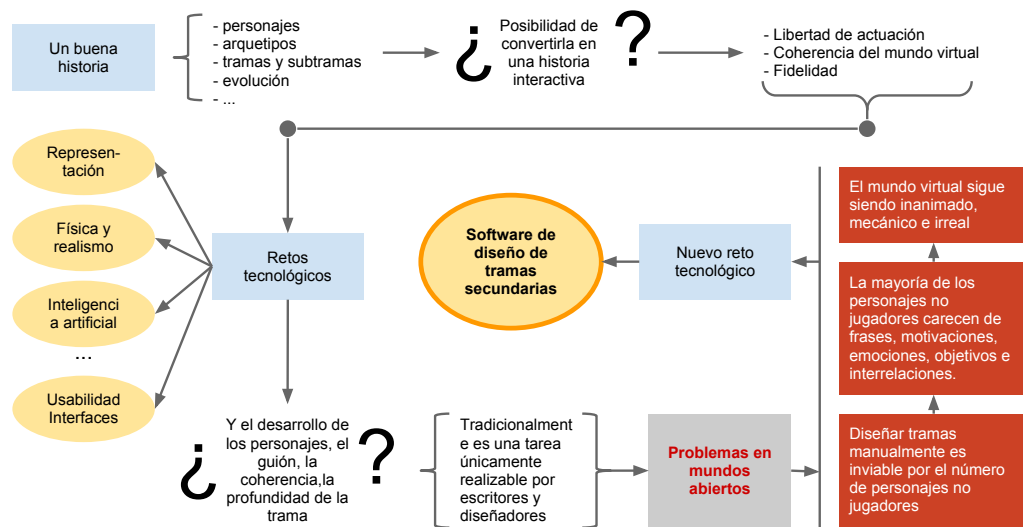


Figura 1.1: Panorama actual de la ficción interactiva.

See Macro.tex for a detailed explanation of the InsertFig function

1.1 Objetivos de MADE

MADE es un motor de drama artificial masivo para personajes no jugadores, es decir, una herramienta que permite crear mundos coherentes, con personajes y tramas interesantes, de manera automática.

1.2 Nomenclatura

MADE es un sistema bioinspirado de dos niveles:

- El primer nivel es un sistema multiagente cuya misión es la de generar un conjunto de tramas y personajes coherentes entre sí.

1. INTRODUCCIÓN

- El segundo nivel es un algoritmo genético que permite obtener perfiles de los agentes para que emerjan tramas interesantes a partir de arquetipos literarios.

Para evitar confusiones a la hora de referirnos a elementos de un nivel u otro, he optado por utilizar nombres diferentes para los conceptos de individuo, población y descendencia.

Agente Vs. Individuo

Agente: (Primer nivel, sistema multiagente) Un agente es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno

Individuo: (Segundo nivel, algoritmo genético) Cada elemento de la población en el algoritmo genético. Tiene asociado un cromosoma.

Grupo de agentes / demografía Vs. Población

Grupo de agentes / demografía: (Primer nivel, sistema multiagente) Conjunto de agentes que viven en el Entorno MADE.

Individuo: (Segundo nivel, algoritmo genético) Conjunto de individuos para una iteración dada, y que evoluciona para premiar a los individuos con mayor fitness.

Agentes hijos Vs. Descendencia

Agentes hijos: (Primer nivel, sistema multiagente) Conjunto de agentes que viven en el Entorno MADE.

Descendencia: (Segundo nivel, algoritmo genético) Conjunto de individuos que combinan las características de ambos cromosomas padres.

1.2 Nomenclatura

El término Generación no se considera ambiguo y se utilizará sólo para el segundo nivel (algoritmo genético). En el primer nivel dicho concepto está presente para cada individuo que nace, pero no es relevante. En su lugar, cada iteración que permite la ejecución de los agentes irá asociado a una medida de tiempo (en el caso del prototipo, serán días)

Estado del arte

2.1 Character Evolution Approach to Generative Storytelling

2.2 Self-organizing Systems

2.3 Artificial societies

2.4 Arquetipos Literarios

Tal y como indica [?] En la literatura, los lectores encuentran muchos personajes del mismo tipo básico. Las historias y situaciones también son aptas para ser repetidas. Estos patrones predecibles y entendibles universalmente en el arte se llaman arquetipos. La palabra viene del griego y básicamente significa "modelo original". Los escritores usan arquetipos porque los lectores están familiarizados con ellos, estos arquetipos hablan a algo en la conciencia humana y provocan respuestas emocionales. La familiaridad impulsa al lector a continuar la historia.

CHAPTER

3

prueba

hola [?]

Sistema multiagente bottom-up para la coherencia de tramas

El primer objetivo del proyecto es conseguir crear un contexto de personajes primarios, secundarios y extras coherente, es decir, en el que todos los elementos interaccionan con el entorno y entre sí con unas reglas definidas, generando una combinación única de acciones entrelazadas e interrelacionadas.

La hipótesis es utilizar una aproximación bottom-up para generar un conjunto base de agentes que coexistan en un Entorno MADE y eventualmente tengan sucesión, de modo que a lo largo del tiempo la demografía el mundo virtual se renueve, llegando al momento en el que se produce la historia que se desea narrar. En este punto, todo agente tiene unas características coherentes con su entorno.

Si las reglas que definen las acciones y personalidad de los agentes son adecuadas, la solución será óptima para la historia que el creador desea narrar. En última instancia, el objetivo de MADE no es únicamente el de conseguir un mundo coherente y adecuado para el creador y la historia finales, sino que además esas historias sean interesantes. La aproximación para abordar la obtención de esos parámetros específicos queda detallada en la sección 5.

4. SISTEMA MULTIAGENTE BOTTOM-UP PARA LA COHERENCIA DE TRAMAS

4.1 Entorno MADE

El entorno MADE se define como aquel donde conviven los agentes y que coordina su funcionamiento. Sus funciones son las siguientes:

Crear un conjunto inicial de agentes: El entorno MADE inicializará un conjunto de agentes huérfanos, de edad 0 y perfil asignado secuencialmente. Dichos agentes acaban de nacer en el entorno MADE y deben competir o colaborar para sobrevivir.

Posicionar a los agentes en un mapa: El Entorno MADE dispone de un mapa, inicialmente cuadrado, compuesto por celdas que pueden ser ocupadas por un único agente. El Entorno ofrece mecanismos para que los agentes descubran a otros agentes en el vecindario y puedan interactuar con ellos.

Iniciar y controlar el paso del tiempo: Tras la creación y posicionamiento del conjunto inicial de agentes, el Entorno MADE inicializa el contador de tiempo.

Permitir que cada agente se ejecute durante una unidad de tiempo: El entorno MADE entra en un bucle que finaliza cuando haya iterado el número de unidades de tiempo especificadas en su ejecución. Dicho bucle incluye obtener todos los agentes vivos, reordenar la lista, permitir que cada agente ejecute una iteración de su ciclo de vida, y eliminar del mapa los agentes que ya no están vivos.

Ejercer de agente externo que cambia el entorno: Cada iteración realizada por el entorno MADE implica la colocación de un número de raciones de comida en celdas aleatorias. Un agente sólo podrá comer cuando se halle sobre una celda con ración, por lo que se permitirá que los agentes puedan mover a otros de manera forzosa.

Ofrecer servicios a los agentes: El Entorno MADE permite a los agentes consultar qué celdas cercanas tienen comida, qué celdas cercanas están ocupadas, qué agentes se encuentran en una posición cercana y qué posiciones cercanas pueden ocupar.

Decidir el perfil de los agentes: MADE permite la existencia de diferentes perfiles de agentes. Un perfil de agente será un conjunto de probabilidades que rigen sus características y comportamiento.

4.1.1 Parametrización del Entorno MADE

El sistema MADE ofrece un mecanismo de configuración del entorno mediante el uso de un fichero denominado “evaluation.properties”. Los parámetros que definen la ejecución del Entorno MADE y que deben ser iguales a los usados para el proceso creativo, una vez optimizado el cromosoma, son los siguientes:

```
#---
global.NUMBER_OF_INITIAL_AGENTS=16
global.MAP_DIMENSION=20
global.FOOD=5
global.DAYS=2000
global.AVERAGE=4
#---
```

4.2 Agente MADE

Un agente inteligente, es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Es capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores (elementos que reaccionan a un estímulo realizando una acción). En este contexto la racionalidad es la característica que posee una elección de ser correcta, más específicamente, de tender a maximizar un resultado esperado. Este concepto de racionalidad es más general y por ello más adecuado que inteligencia (la cual sugiere entendimiento) para describir el comportamiento de los agentes inteligentes. Por este motivo es mayor el consenso en llamarlos agentes racionales.

Un agente MADE es aquel que es ejecutado por un Entorno MADE y que utiliza a este para comunicarse con otros agentes.

4. SISTEMA MULTIAGENTE BOTTOM-UP PARA LA COHERENCIA DE TRAMAS

En las siguientes subsecciones se detallará en funcionamiento del agente MADE implementado para el prototipo y pruebas.

4.2.1 Las ratas ligeramente mágicas de la Universidad Invisible en Ankh-Morpork

El proyecto MADE ofrece un abanico inmenso en cuanto a sus posibilidades de implementación. Para este Trabajo Fin de Máster se ha optado por implementar una sociedad con una base literaria: Las ratas que viven bajo la Universidad Invisible de la ciudad de Ankh-Morpork, del Universo de Mundodisco, de Terry Pratchett. Las razones por las que se han elegido dichos agentes son las siguientes:

- Se trata de personajes de conducta simple. Comenzar modelando a personajes humanos fue un error que ya se cometió en el inicio del proceso creativo de MADE, y que se deshecho debido a su inmensa complejidad; sin embargo, los personajes seleccionados pueden complicarse si se desea. En el universo de Mundodisco, estas ratas han sido empapadas por constantes fugas de magia que emanan de la Universidad Invisible, por lo que es de imaginar que se le puedan atribuir ciertos comportamientos humanos.
- No existe apenas literatura sobre ellas, salvo menciones en algún libro, por lo que ofrecen una libertad absoluta a la hora de modelarlas.
- Experimentar con ratas en una Universidad es algo, históricamente, muy científico.

4.2.1.1 Diagrama de estados

Los agentes seleccionados tienen una serie de estados que quedan descritos en el siguiente diagrama:

4.2.1.2 Parametrización de un agente

Un agente queda parametrizado según los siguientes valores reales, que en su conjunto definen un perfil:

FEATURE_BITE: La fuerza del mordisco, utilizada para desplazar a otro agente de su posición cuando el primero desea ocuparla para poder comerse una ración de comida.

FEATURE_FUR: Cantidad de pelaje, que sirve a la rata para defenderse de una dentellada de su atacante que intenta desplazarla a otra posición.

FEATURE_PROFILE_VARIANCE: Variabilidad de las características de los agentes que tienen este perfil.

FEATURE_HEALTH: Vitalidad del agente que define sus puntos de vida.

FEATURE_LIFE: Edad máxima del agente.

FEATURE_SMELL: Radio de visión del agente para buscar comida, realizar movimientos o localizar pareja.

FEATURE_METHABOLISM: Energía que aporta cada porción de comida

FEATURE_HUNGRY_LEVEL: Facilidad para sentir hambre ante una baja energía.

FEATURE_PROCREATION: Necesidad de procreación del agente (hembra)

FEATURE_ENJOYABLE: Carisma del agente o facilidad para encontrar pareja.

FEATURE_AGE_TO_BE_ADULT: Define la edad a partir de la cual una rata se considera adulta y por lo tanto puede procrear.

FEATURE_PREGNANCY_TIME: Duración del embarazo del agente (hembra)

FEATURE_KINDNESS: Amabilidad o probabilidad de que el agente ceda su posición a otro para que este pueda obtener comida.

Todos los parámetros anteriores deben tener valores comprendidos entre 0 y 1.

Además, existen una serie de propiedades que serán constantes a lo largo del experimento y que se deben definir en el fichero “evaluation.properties”: Se trata de los valores base utilizados para el cálculo de las características de los agentes, y que deben amoldarse en la medida de lo posible a naturaleza de los agentes modelados, en este caso, las ratas. Por ejemplo, se sabe que la especie *Rattus norvegicus* vive

4. SISTEMA MULTIAGENTE BOTTOM-UP PARA LA COHERENCIA DE TRAMAS

unos 10 meses en libertad, son agresivas, activamente sexuales a las 5 semanas y su periodo de gestación es de un mes.

```
# ---
# Base agent features
# about 10 months
base.BASE_DAYS = 200
base.BASE_ENERGY = 5
base.BASE_SMELL = 3
base.BASE_NUTRITION = 4
base.BASE_BITE = 5
base.BASE_FUR = 5
# 6 weeks
base.BASE_AGE_TO_BE_ADULT_FEMALE = 42
# 7 weeks
base.BASE_AGE_TO_BE_ADULT_MALE = 49
# 7 weeks
base.BASE_PREGNANCY_TIME = 30
#---
```

4.2.1.3 Características básicas

4.2.1.4 Paso del tiempo

Cada iteración del Entorno Made ejecuta un día de la vida de todos los agentes, de manera aleatoria. En cada llamada al agente, este aumenta su vida en un día y disminuye en uno su energía.

4.2.1.5 Alimentación

Cada agente se ve obligado a comer para sobrevivir. Existe una tendencia del perfil de la rata para sentir hambre ante baja energía. La posibilidad de comer depende de varias necesidades:

- que la rata pueda oler la comida (olfato)
- que la celda con comida esté vacía

- si la celda no está vacía, que la rata pueda expulsar a la otra (dentellada contra pelaje) o que la segunda sea lo suficientemente amable como para apartarse.

4.2.1.6 Competitividad

Para que un agente pueda comer una ración de comida, éste ha de estar en la misma celda. Esto implica que, si no hay una ración de comida cercana que esté sobre una celda vacía, la rata buscará celdas ocupadas y tendrá que desplazar a otras ratas. Si se produce enfrentamiento y se comparan la dentellada de la primera y el pelaje de la segunda.

- Si la primera rata gana, desplaza a la segunda y además le hace daño por valor de un punto de energía. Si no existe hueco a distancia 1 de la celda, la rata muere.
- Si la primera rata pierde, la segunda no se mueve y la primera tendrá que esperar otro turno para comer.

4.2.1.7 Mecanismos de disminución de la fricción

Una rata, en función de su nivel de amabilidad puede dejar a otra rata comerse una ración de comida sobre la que se encuentra.

4.2.1.8 Paternidad / Maternidad

Dos ratas pueden tener descendencia (o ratas hijas). En este entorno un poco humanizado de la Universidad de la magia, para que dos ratas tengan hijos deben producirse las siguientes condiciones:

- Las dos ratas (a y b) deben ser maduras
- Las ratas son compatibles si se cumple

$$\frac{\frac{carisma(a)+carisma(b)}{2}}{\frac{distancia(personalidad(a),personalidad(b))}{5}} \geq 1$$

4. SISTEMA MULTIAGENTE BOTTOM-UP PARA LA COHERENCIA DE TRAMAS

- La rata hembra queda embarazada

Pasado el tiempo de gestación, la rata hembra tendrá una cantidad de descendientes. Las ratas descendientes tendrá un nombre al azar, el nombre de pila del padre y el apellido de la madre. El perfil de la rata tendrá un 33 % de probabilidades de ser el del padre, un 33° de ser el de la madre y el resto de ser uno al azar.

4.2.1.9 Ciclo de vida

cada iteración del Entorno MADE ejecutará el método *justLive* de cada agente, cuya misión es la de representar (de manera muy abstracta, simplificada, resumida y poco detallada) un día en la vida de nuestras ratas.

El pseudocódigo para la ejecución principal del entorno MADE es el siguiente:

1. Para i , desde 0 hasta número inicial de agentes
 - (a) Crear un nuevo agente: $id = i$, $perfil = i \% \text{número de perfiles}$
 - (b) posicionar al agente en el mapa
2. Para $currDate$, desde 0 hasta número total de días
 - (a) Colocar comida en posiciones aleatorias del mapa
 - (b) $l = \text{agentes vivos}$
 - (c) desordenar l
 - (d) Para cada ag , perteneciente a l
 - i. ejecutar ag
 - (e) Retirar agentes no vivos del mapa

El pseudocódigo para la ejecución del agente es el siguiente:

- días vividos ++
- energía --
- Si embarazada > 0

- embarazada - -
- Si embarazada == 0
 - Nacimiento de máximo 10 agentes que heredan nombre y perfil de los padres
- Si días vividos mayor que Edad máxima o energía <= que 0
 - vivo = false
- Si no
- Si tiene hambre
 - p = Buscar posición cercana con comida y sin ocupar
 - Si p no existe
 - p = Buscar posición cercana con comida y ocupada
 - Si p existe
 - Si agente atacado es amable
 - mover agente atacado a una posición cercana
 - Si no, si dentellada es mayor que pelaje del objetivo
 - mover agente atacado una posición cercana
 - energía de agente atacado - -
 - Si p existe
 - mover a p
 - comer una ración
 - energía += metabolismo
- Si no,
 - Si es mujer y embarazada == 0 y desea tener descendencia y no tiene pareja
 - l = buscar agentes masculinos cerca
 - Si l existe
 - ag = primer agente compatible
 - Si ag existe
 - ag es pareja

4. SISTEMA MULTIAGENTE BOTTOM-UP PARA LA COHERENCIA DE TRAMAS

- embarazo = tiempo de gestación
- Si no, desplazarse por el mapa

4.2.1.10 Perfiles y variabilidad

Un perfil es un conjunto de parámetros que definen los valores que pueden tener las características de los agentes. En función de los objetivos esperados podrá ser recomendable trabajar con un número de perfiles dado. Los valores que pueden tomar las características de las ratas dependerán de los valores del perfil, los valores base y su variabilidad. Por ejemplo, en caso de que existiese un único perfil con variabilidad 0, todas las ratas tendrían las mismas características. Si el perfil tiene una alta variabilidad los valores podrán oscilar entre el valor base y 3*el valor base.

Las características Edad máxima, energía máxima, Olfato, metabolismo, dentellada, pelaje y tiempo de embarazo, utilizan para su cálculo unos valores base que han sido elegidos para buscar la semejanza con el modelo real de rata. La fórmula para realizar el cálculo de una característica es la siguiente:

$$valor = base + (base * perfil) + (base_c * perfil * (2 * rand - 1) * variacion);$$

4.2.1.11 Registro de actividad de cada agente

Las transiciones entre estados generan una secuencia de registros en formato log, que, junto a una ficha personal, detallan la vida de cada agente y permiten su posterior análisis.

Las líneas del registro tendrá el siguiente formato:

<edad_en_días>:@<ACCIÓN> <PARÁMETROS>

Característica	Descripción
Id	Identificador único de la rata en este entorno
Nombre	Nombre de origen británico, seleccionado al azar
Nombre de pila	Sustantivo de la familia de palabras “queso” o “alcantarillado”. Si la rata es huérfana se elige al azar. En caso contrario se escoge de la madre
Apellidos	Apellido de origen británico, seleccionado al azar si la rata es huérfana o heredado del padre si no lo es
Género	Masculino o femenino
Perfil	Número entero mayor o igual a 0 y menor que el número de perfiles del experimento
Edad	Edad medida en días de la rata
Edad adulta	Edad a partir de la cual la rata podrá buscar pareja
Edad máxima	Edad máxima de la rata definida por su perfil más una componente aleatoria
Variabilidad de los individuos del perfil	Número real que define cuanto pueden separarse los valores del perfil de los individuos para ciertas características respecto a los correspondientes al perfil
Energía	Número entero que define el nivel de energía de la rata. Cuando éste llega a 0, la rata ha muerto
Energía máxima	Máximo nivel de energía de la rata
Olfato	Distancia medida en celdas con la que puede interactuar la rata en un turno, ya sea para buscar alimento, pareja o desplazarse
Metabolismo	Cantidad de energía que aporta cada ración de comida
Dentellada	Fuerza con la que ataca una rata a otra para desplazarla y acceder a la celda con comida
Pelaje	Medida de la defensa de una rata ante una dentellada
Amabilidad	Probabilidad de que una rata se aparte de propia voluntad ante un ataque de otra rata
Tendencia al hambre	Tendencia que tiene una rata de tener hambre en función de su nivel de energía

Cuadro 4.1: Características de un agente (1/2)

4. SISTEMA MULTIAGENTE BOTTOM-UP PARA LA COHERENCIA DE TRAMAS

Característica	Descripción
Tendencia a la procreación	tendencia que tiene una rata hembra a buscar pareja una vez alcanzada la edad adulta
Carisma	Facilidad para encontrar pareja
Personalidad	Valor real que indica la personalidad de la rata, de manera que las afinidades de las ratas se midan por la distancia de sus personalidades (donde 1 y 0 se corresponden con la misma personalidad).
Estado: viva	La rata está viva
Estado: embarazada	Valor entero. Si es igual a 0, la rata no está embarazada, en cualquier otro caso son los días que le quedan para dar a luz
Enamorada	Si la rata es pareja de otra rata

Cuadro 4.2: Características de un agente (2/2)

4.2 Agente MADE

Acción	Detalle	Parámetros
BORN genero	El agente ha nacido	Género del agente
HUNGRY energía	El agente siente hambre	nivel de energía
EAT energía	El agente ha comido una ración	nivel de energía
NUDGE_OK id	El agente ha desplazado violentamente a otro para comer	id del agente desplazado
NUDGED id	El agente ha sido desplazado por otro	id del agente atacante
NUDGE_FAILED id	El agente ha intentado desplazar a otro agente fallidamente	id del agente defendido
DEFENDED id	El agente se ha defendido de un intento de desplazamiento	id del agente atacante
MOVE_TO_EAT x y	El agente se desplaza para buscar comida	coordenadas x e y de la nueva posición
LOOK_FOR_PARTNER	El agente busca pareja	
PARTNER_FOUND id	El agente ha encontrado una pareja compatible	id de la pareja
PREGNANT días	El agente (femenino) está embarazado	días que durará el embarazo
PARENT id	El agente ha sido padre / madre de otro agente	id del agente nacido
FREE_TIME	El agente está ocioso, disfrutando del tiempo libre	
DIE edad	El agente ha muerto	edad del agente en la fecha de su muerte

Cuadro 4.3: Características de un agente (2/2)

Algoritmo genético para la búsqueda de arquetipos emergentes

Llegados a este punto, disponemos de un sistema auto-organizativo de vida artificial que simula el paso del tiempo sobre una sociedad, registrando todas las acciones que realizan sus agentes.

Los agentes disponen de mecanismos para competir por los recursos, cooperar y tener descendencia. El momento de realización de cada acción, su frecuencia y efectividad están definidos por las características del agente, que a su vez están generadas a partir de los valores definidos en el perfil. Todas las acciones realizadas por los agentes tienen una coherencia respecto a los demás agentes y el entorno.

El objetivo de este apartado consiste en la búsqueda de arquetipos emergentes. La ejecución de un entorno MADE es un proceso estocástico: su ejecución es azarosa pero orientada por el conjunto de parámetros de los perfiles, que influyen directamente en las decisiones y características de los agentes. A priori, es difícil predecir qué efecto tiene el aumento o la disminución del valor de un parámetro específico en el entorno. Tampoco habrá dos ejecuciones iguales, así que tendremos que trabajar utilizando cálculos estadísticos.

5. ALGORITMO GENÉTICO PARA LA BÚSQUEDA DE ARQUETIPOS EMERGENTES

Los registros de los agentes pueden llegar a tener unas mil líneas. Si obtenemos un sistema para procesar esas líneas podríamos evaluar el comportamiento del agente.

La hipótesis planteada es la siguiente:

Utilizando un algoritmo genético donde:

- Se fijan características del entorno como el tamaño del mapa, el número inicial de agentes o el número de perfiles.
- Los genes que forman el cromosoma son cada uno de los parámetros de los perfiles disponibles para los agentes.
- La función fitness viene definida por el usuario mediante:
 - el uso de expresiones regulares que son capaces de encontrar arquetipos en los registros de los agentes
 - una asignación de valor a la población en función del número de agentes que cumplen un arquetipos

Seríamos capaces de optimizar los valores de los perfiles de manera que la ejecución de un Entorno MADE genere agentes con vidas “interesantes” según el modelado hecho por el usuario de arquetipos y patrones.

Por ejemplo: Partiendo del entorno prototipo diseñado con ratas, podríamos buscar dos contextos diferentes:

Caso 1: el autor desea un contexto de ciencia ficción distrópica: El contexto deseado podría ser una sociedad que ve mermada su población por la falta de víveres. Las arquetipos que nos interesarían podrían ser de villanos y supervivientes, con mucha acción y violencia.

Caso 2: el autor desea contar una soap opera: El contexto deseado podría ser una sociedad floreciente, donde no hay excesiva falta de recursos. Podrían premiarse los arquetipos de relaciones amorosas, la venganza, las experiencias personales.

Ninguno de los arquetipos citados anteriormente han sido modelados de manera directa en el comportamiento de nuestras ratas.

5.1 Parametrización del algoritmo genético

El sistema MADE provee un sistema para permitir que el usuario pueda definir su función fitness de manera cómoda y muy versátil. Para ello, puede editarse el fichero “evaluation.properties” para trabajar con las propiedades descritas a continuación:

Se permite editar un conjunto de parámetros necesarios para la ejecución del algoritmo genético: número máximo de generaciones, tamaño de la población y número de perfiles. Es importante destacar que el tamaño del cromosoma es directamente proporcional al número de perfiles.

```
# ---
# Global variables
# max allowed evaluation (generations) of the
# genetic algorithm.
global.MAX_ALLOWED_EVOLUTIONS=30
# population size for the genetic algorithm.
global.POPULATION_SIZE=20
global.NUMBER_OF_PROFILES=1
#---
```

El sistema MADE permite definir la función de fitness. Para ello se usa un sistema de scripting sencillo que permite al sistema MADE ejecutar expresiones y código fuente java de manera muy específica:

```
#---
# Labels
# p = number of agents (dead or alive)
# pm = Number of agents that match the state
# a = number of alive agents
# am = number of alive agents that match the state

# growing population
label.alivepopulation.r=.*
label.alivepopulation.c=a>30 && a<90
```

5. ALGORITMO GENÉTICO PARA LA BÚSQUEDA DE ARQUETIPOS EMERGENTES

```
label.alivepopulation.w=gaussian((double) am, 60.0, 30.0)
#---
```

Cada arquetipo o característica de la población que desee evaluarse debe estar presente en el fichero mediante el uso de tres propiedades y debe asociarse de manera única con una etiqueta:

label.(nombre_de_etiqueta).r Propiedad que define la expresión regular que será buscada en el registro de cada agente. Nota importante: El símbolo “” siempre debe aparecer doble.

label.(nombre_de_etiqueta).c Propiedad que define la condición que debe cumplir la población respecto al número de agentes que poseen la etiqueta. El sistema provee cuatro variables que pueden ser utilizadas:

p: número total de agentes que viven o han vivido durante la ejecución.

pm: número total de agentes que viven o han vivido durante la ejecución y que tienen la etiqueta.

a número de agentes vivos en el momento del fin de la ejecución.

am número de agentes vivos en el momento del fin de la ejecución. y que tienen la etiqueta.

label.(nombre_de_etiqueta).w Propiedad que define el peso que consigue el Entorno MADE ejecutado. Además de proveerse las cuatro variables utilizables en la anterior propiedad, se ofrece la función *gaussian*, que recibe como parámetro el valor que se quiere medir, el valor objetivo y la distancia a éste a partir de la cual el valor debe aportar peso al fitness. Para ponderar el fitness basta con aplicar un factor multiplicativo.

Metodología general

La metodología de evaluación del sistema MADE consistirá en el siguiente proceso:

- Definición de los parámetros de ejecución del Entorno MADE
- Definición de la función fitness
- Estudio de la variabilidad del fitness para soluciones aleatorias
- Definición de los parámetros de ejecución del algoritmo genético
- Ejecución del algoritmo para diferente número de perfiles
- Obtención de la mejor solución para los diferentes perfiles
- Análisis de los valores obtenidos

6.1 Definición de los parámetros de ejecución del Entorno MADE

El entorno MADE se ejecutará con los siguientes parámetros:

6. METODOLOGÍA GENERAL

```
global.NUMBER_OF_PROFILES=1
global.NUMBER_OF_INITIAL_AGENTS=30
global.MAP_DIMENSION=30
global.FOOD=20
global.DAYS=2000
```

```
base.BASE_DAYS = 200
base.BASE_ENERGY = 5
base.BASE_SMELL = 3
base.BASE_NUTRITION = 4
base.BASE_BITE = 5
base.BASE_FUR = 5
base.BASE_AGE_TO_BE_ADULT_FEMALE = 42
base.BASE_AGE_TO_BE_ADULT_MALE = 49
base.BASE_PREGNANCY_TIME = 30
```

6.2 Definición de la función Fitness

Se han utilizado las siguientes etiquetas, condiciones y pesos.

```
# growing population
label.alivepopulation.r=.*
label.alivepopulation.c=a>30 && a<90
label.alivepopulation.w=gaussian((double)am, 60.0, 30.0)

# 1 oppressed
label.opressed.r=[\\.\s]*@DEFENDED[^@]*@DEFENDED[\\.\s]*
label.opressed.c=am>=a*0.05 && am<=a*0.2
label.opressed.w=gaussian(a==0? 0: (double)am / (double)a, 0.15, 0.15)

# a warrior
label.warrior.r=[\\.\s]*@NUDGE_OK[\\.\s]*{5}
label.warrior.c=pm>=a*0.05 && pm<=a*0.2
```


6.3 Estudio de la variabilidad del fitness

```
label.warrior.w=gaussian(p==0? 0: (double)pm / (double)p, 0.15, 0.15)

# an indefense
label.indefense.r=[\\.\s]*@NUDGED[\\.\s]*{10}
label.indefense.c=pm>=p*0.05 && pm<=p*0.2
label.indefense.w=gaussian(p==0? 0: (double)pm / (double)p, 0.15, 0.15)

# failed warrior
label.failedwarrior.r=[\\.\s]*@NUDGE_FAILED[\\.\s]*{10}
label.failedwarrior.c=pm>=p*0.05 && pm<=p*0.2
label.failedwarrior.w=gaussian(p==0? 0: (double)pm / (double)p, 0.15, 0.15)
```

6.3 Estudio de la variabilidad del fitness

Se estudiará la variabilidad del fitness para 100 cromosomas, mediante la ejecución de 100 Entornos MADE utilizando dichos cromosomas.

Utilizando los datos anteriores, se elegirá un número de iteraciones que ofrezca una media significativa, y se utilizará para calcular el fitness medio de cada individuo de la población del algoritmo genético.

6.4 Parámetros de ejecución del algoritmo genético

```
global.MAX_ALLOWED_EVOLUTIONS=30
global.POPULATION_SIZE=20
global.NUMBER_OF_PROFILES={1, 2, 3, 4}
```


Resultados Obtenidos

Dado que la ejecución del Entorno MADE es aleatoria, se requiere un estudio previo que permita decidir cuántas ejecuciones bastarán para alcanzar una media representativa del individuo.

Se ha realizado un programa que genera al azar 10 cromosomas y evalúa su fitness repetidas veces para ir calculando medias con mayor o menor cantidad de ejecuciones.

El resultado puede observarse en siguiente tabla:

CHAPTER

8

Conclusiones

Bibliografía

Declaration

Declaro que he escrito el presente trabajo autónomamente sin ayuda prohibida de personas o instituciones ajenas y citando todas las fuentes.

El proyecto MADE (Massive Artificial Drama Engine for non-player characters) ha sido liberado desde su creación bajo la licencia LGPL para permitir que otros investigadores y en general la comunidad del Software Libre pueda utilizarlo, beneficiarse de él, mejorarlo y difundirlo. Hasta el momento el proyecto no ha recibido ninguna aportación por su temprana edad.

El presente trabajo fin de máster ha sido liberado bajo licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0.

Usted es libre de:

- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas
- hacer un uso comercial de esta obra

Bajo las condiciones siguientes:

- Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).

- **Compartir bajo la Misma Licencia** — Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

Entendiendo que:

- **Renuncia** — Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor
- **Dominio Público** — Cuando la obra o alguno de sus elementos se halle en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia.
- **Otros derechos** — Los derechos siguientes no quedan afectados por la licencia de ninguna manera:
 - Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.
 - Los derechos morales del autor;
 - Derechos que pueden ostentar otras personas sobre la propia obra o su uso, como por ejemplo derechos de imagen o de privacidad.

Aviso — Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar muy en claro los términos de la licencia de esta obra. La mejor forma de hacerlo es enlazar a esta página: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.es>

Granada,

Este trabajo ha sido finalizado en Granada en 5 de julio de 2013

This page is intentionally left blank