

Este proyecto no podría haberse completado sin la colaboración de José Luis Álvarez y José María González, a los que desde aquí queremos agradecer su ayuda.

Índice

1. Introducción	4
1.1. ¿De qué trata el juego?	4
1.1.1. Comportamientos del Ganado Ovino	5
2. Por qué Lluvia Project	6
2.1. ¿Qué es lluviaProject?	6
2.2. Ventajas	6
3. Parte gráfica	7
3.1. Front-end (HTML/CSS)	7
3.2. Canvas	7
4. Clases	9
4.1. Estructura de una clase	9
4.1.1. Cadena Prototípica	10
4.2. Clase Boid	10
4.2.1. Introducción	10
4.2.2. Clase Brain	12
4.2.3. Clase Sheep	13
4.2.4. Clase Pig	14
4.3. Clase Behavior	14
4.3.1. Introducción	14
4.3.2. Clase Sheep Behavior	16
4.3.3. Clase Alignment Behavior	16
4.3.4. Clase Seek Mouse Behavior	17
4.4. Clase World	17
4.5. Clase Galactus	19
5. Gates y Devices	21
5.1. Introducción	21
5.2. Menú y Submenú	21
5.2.1. Clase MenuAutomata	21
5.2.2. Clase Animation	22
5.2.3. Clase MenuHandler	22
5.2.4. Clase OptionHandler	23
5.2.5. Clase Levels	23
5.3. Clase Clock	23

6. Música	25
6.1. Introducción	25
6.2. Clase BufferLoader	25
7. Conclusiones	26
8. Figuras	27
9. Cuadros	35
10.Código	36

1. Introducción

1.1. ¿De qué trata el juego?

En este proyecto hemos querido plasmar el comportamiento de un rebaño de ovejas ante el movimiento del pastor y el entorno que las rodea. Nuestra finalidad es hacer que la simulación del comportamiento de estos animales en el videojuego sea lo más cercana posible a los hábitos y reacciones de aquellos.

Tan importante es el comportamiento del ganado como del pastor. Es por eso que, además, se realizaron investigaciones sobre las técnicas y las estrategias de pastoreo. El estudio de estos comportamientos y las investigaciones realizadas al respecto permiten determinar que al ganado se le puede agrupar, induciendo su comportamiento natural de permanecer unidos. Para ello hay varias técnicas:

- Técnica del limpiaparabrisas: El pastor debe moverse en zigzag de un lado a otro de la manada para mantener la línea recta de avance. Figura 1
- Moverlos por el apretadero : Los animales necesitan tener el suficiente espacio para moverse adecuadamente.
- El pastor debe de tener movimientos lentos y no debe dar vueltas alrededor de los animales.
- Zona de fuga: La zona de fuga de un animal es su zona de seguridad. Los operarios deben mantenerse en el límite de esta zona. Figura 2
- Movimiento del pastor para que el ganado siga su camino en una manga con laterales: Para obligar al animal a desplazarse hacia adelante, el pastor debe estar por detrás del punto de equilibrio a la altura de los cuartos delanteros.
- Sacar al ganado del corral con un solo controlador: Los movimientos del pastor deben de ser perpendiculares a los del ganado, moviéndose hacia atrás y hacia delante sobre la barra transversal de una gigante T. Figura 3.
- Sacar al ganado del corral con dos controladores: Cada pastor se moverá hacia detrás y hacia delante en la línea transversal imaginaria que traza una T. Figura 4.

1.1.1. Comportamientos del Ganado Ovino

Los animales siguen al líder. Si éstos se despistan y se amontonan, el pastor debe concentrarse en mover a los líderes en lugar de empujar al grupo de animales de la parte trasera. Al mover al ganado en un espacio abierto, los animales se mueven en una forma tranquila y ordenada.

Para acelerar el paso de los animales, los pastores penetran la zona de fuga colectiva y se retiran. El campo de visual de las ovejas puede ser de 191 hasta 309 grados, dependiendo de su cantidad de lana.

Los animales de pastoreo tienen un sistema visual que proporciona una excelente visión de lejos, pero los músculos de los ojos relativamente débiles les inhiben de la capacidad de centrarse rápidamente en los objetos cercanos.

La implementación de estos comportamientos en este proyecto implica un lenguaje de programación capaz de reproducir lo explicado anteriormente. De los lenguajes disponibles para realizar aplicaciones, *lluviaProject* era el único que disponía de caracteres personales autónomos, los cuales permiten modelar su comportamiento para adaptarse al de un rebaño de ovejas.

2. Por qué Lluvia Project

2.1. ¿Qué es lluviaProject?

Es una API Open Source de Javascript que incorpora parte de las funciones nativas de Ruby. Soporta multihilos a pequeña escala y provee un sistema de mensajes. Las aplicaciones deben crearse dentro del directorio Vendor.

La aplicación debe de contar con un archivo generalmente llamado Dependencies.js, donde deben incluirse el nombre de los ficheros de los que depende la aplicación. Si existe una función main esta se llama automáticamente después de cargarse *lluviaProject*.

Ver ejemplo en figura 2.1.1

2.2. Ventajas

Una de las funcionalidades que ofrece *lluviaProject* es el objeto Boid. A este objeto se le puede configurar tanto el comportamiento como las características físicas de aquello que se quiere representar.

En la parte física, se puede modelar tanto el peso, la visión, la velocidad, la posición, la aceleración, capacidad de frenada, la capacidad de giro, etc. Y por otra parte, se pueden modelar comportamientos de huida, de persecución, de cohesión, de alineamiento, de separación e incluso comportamientos hechos a medida. Esta característica de *lluviaProject* permite representar los comportamientos de animales, objetos o partículas, entre otros.

Esto, junto con el hecho de que añade librerías y funciones que hacen que la escritura de código en Javascript sea más cómodo, nos hizo decidirnos por *lluviaProject*.

3. Parte gráfica

3.1. Front-end (HTML/CSS)

Esta aplicación multiplataforma ha sido diseñada para ser lanzada desde cualquier navegador. La página tendrá como dimensiones 1200 x 800. Está al iniciarse muestra dos controles, botón Play y botón Menú. Ver figura 3.1.3

El botón Play inicia el juego mostrando una pantalla en la que aparecen un cerdito y un rebaño de ovejas. El cerdito hace la labor de pastor, teniendo que meter un número determinado de ovejas en el corral para poder pasar al siguiente nivel. En la esquina superior izquierda se encuentra el cronómetro, inicializado en dos minutos y realiza la cuenta atrás hasta llegar a cero. A la derecha de éste se encuentra un contador, que irá aumentando según el número de ovejas que vayan entrando en el redil. En la esquina superior izquierda está situado el menú de la aplicación que está compuesto por las siguientes opciones:

- Instructions: Donde se explica el funcionamiento del juego.
- Restart level: Permite reiniciar el nivel.
- Levels: Muestra los niveles del juego que se irán desbloqueando según se vayan superando.

A su izquierda se sitúa el botón para activar y desactivar la música de fondo. La imagen de éste variará dependiendo de si la música está en reproducción o en silencio.

El diseño de la página principal tuvo varios procesos. La evolución que siguió está representada en las imágenes: figura 3.1.1, figura 3.1.2 y figura 3.1.3

3.2. Canvas

El elemento Canvas de HTML5 es un contenedor gráfico que proporciona a los scripts un mapa de bits que funciona como lienzo. Lo primero que se debe de hacer es referenciar el elemento Canvas dándole unas dimensiones, 851 x 424(ancho y largo) y adquirir su contexto. En este caso hemos utilizado un contexto bidimensional (2D).

Dentro del archivo HTML es necesario incluir en la etiqueta body llamar a la función `Bring_Lluvia()`.

El lenguaje de programación Javascript contiene una serie de funciones propias que nos permiten a través de coordenadas dibujar en el Canvas. Estas son algunas de ellas.

- `beginPath()`: Con esta función se da por comenzado el trazo.
- `moveTo(x, y)`: Coloca el cursor en el punto de inicio y a partir de ahí, se va creando la forma de la figura a través de las distintas funciones.
- `lineTo(x, y)`: Traza líneas rectas desde una coordenada a otra.
- `fill()`: Dibuja una forma cerrada con el color de relleno actual. Si la forma no está cerrada, la propia función crea una línea recta desde el punto de inicio al punto final para cerrarla.
- `arc(x, y, radio, ángulo inicial, ángulo final, sentido de giro)`: Se utiliza para dibujar circunferencias y arcos.
 1. `x, y`: Son las coordenadas del centro de la circunferencia.
 2. `Radio`: Radio de dicha circunferencia.
 3. `Ángulo inicial y ángulo final`: Marca la amplitud del arco desde el ángulo inicial al ángulo final en el sentido de las agujas del reloj. Los ángulos se miden en radianes. La equivalencia con los grados nos la da esta expresión:
$$\text{radianes} = (\text{Math.PI}/180) * \text{grados}$$
 4. El sentido de giro tiene el valor lógico cierto, el arco irá en sentido contrario a las agujas del reloj. Este último parámetro es opcional y por defecto su valor es falso.
- `closePath()`: Crea una línea recta desde el último punto al punto inicial. Da por finalizada la figura.

Gracias a HTML5, CSS3 y Javascript, hemos podido realizar tanto el fondo del juego, como las figuras que representan a los personajes. Al igual que en la pantalla principal, los elementos del Canvas han sufrido varios procesos, a medida que se ha ido mejorando la técnica de creación, éstos han ido cambiando. Se puede ver un ejemplo en las figuras 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5

4. Clases

4.1. Estructura de una clase

lluviaProject, al igual que otros lenguajes orientados a objetos, está organizado en clases.

Para crear una clase es necesario definir una función constructora.

```
var myClass = function() {};
```

Ésta puede contener atributos y métodos públicos accesible sólo desde la clase, que no se pueden heredar y que se definen como:

```
myClass.attribute = VALUE  
myClass.method = function(){;}
```

También se pueden definir atributos y métodos heredables por aquellos objetos que derivan de la clase. Para esto, es necesario añadir prototype entre el nombre de la clase y el nombre del atributo o método.

```
myClass.prototype.attribute = VALUE  
myClass.prototype.method = function(){;}
```

Las variables y métodos privados se definen dentro de la función como

```
var attribute = VALUE
```

Una clase puede devolver una variable o un objeto complejo, llamado cierre, con capacidad para acceder a más de un atributo. De esta manera, una clase puede ser, a su vez, una factoría de objetos.

```
var derived_class = new myClass()
```

Estas clases pueden aceptar parámetros o no y new es opcional.

Aunque *lluviaProject* no define nada al respecto, los cierres se suelen usar a través de la función yield, la cual busca entre los parámetros un objeto función y lo ejecuta.

Las clases aceptan un objeto de configuración, el cual permite modificar la propia clase en caso necesario. Al igual que en javascript, no es necesario definir el tipo de las variables. Ver ejemplo en figura 4.1.1

lluviaProject permite definir una función dentro de la propia clase. Ver ejemplo en figura 4.1.2

La palabra reservada `this`, dentro del ámbito de `new`, hace referencia al objeto que se está creando, mientras que fuera de él hace referencia al objeto que se está ejecutando.

Object#method_missing:

Cuando una función no existente es llamada, se levanta una excepción y se llama al método `method_missing()`

4.1.1. Cadena Prototípica

Las clases siguen las convenciones de las cadenas prototípicas de Javascript. Esto quiere decir que si el atributo no está presente en el objeto, entonces se mira en el constructor de la clase padre. Si ésta deriva a su vez de otra, entonces se busca en el constructor del padre de la segunda. Ver figura 4.1.3

Aquellas funciones definidas sin la palabra reservada `prototype` no son accesible por ninguna instancia de la clase. Tanto éstas como aquellas funciones que no acceden a los atributos de clase se consideran estáticas.

Es posible definir métodos singleton, que se crean en el constructor de la clase y que no pertenecen a la clase padre. Dentro de estos métodos, `this` pierde su significado y es necesario que esté recogido en una variable local para poder acceder a él.

4.2. Clase Boid

4.2.1. Introducción

Un Boid se define como un carácter personal autónomo que recibe un objeto de configuración y un bloque. Al crear una nueva instancia, se le puede pasar como parámetro un objeto de configuración y/o un bloque de código. Si se le pasa un objeto de configuración, es necesario definir todos los parámetros a incluir en el constructor del nuevo Boid. Si se le pasa un bloque, se pueden definir sólo aquellos parámetros que vayan a cambiar con respecto a la clase padre.

La configuración por defecto incluye un objeto `geo_data`, el cual contiene los atributos de posición, velocidad y aceleración, color del boid, un cerebro, velocidad máxima, masa, el objeto `vision`, con radio y ángulo, y el objeto límites dinámicos, que incluye capacidad de empuje, de giro y de frenada. Ejemplo de configuración por defecto. Figura 4.2.1.1

Es posible modificar su posición, velocidad o aceleración en tiempo real según sea necesario. También se le puede asignar un comportamiento de los que ya existen o crear nuevos que cubran necesidades más específicas.

Cada Boid tiene acceso directo a la descripción geométrica de la escena, pero los comportamientos de manada requieren que éste reaccione sólo a aquellos boids que se encuentren dentro de un área específica alrededor de él. Este área se define por una distancia, medida desde el centro del Boid, y un ángulo, medido en la dirección de avance del Boid. Aquellos Boids que se encuentran fuera de este área son ignorados. Ver figura 4.2.1.2

Métodos:

- `position()`: Obtiene o define la posición del Boid
- `velocity()`: Obtiene o define la velocidad del Boid
- `acceleration()`: Obtiene o define la aceleración del Boid
- `start()`: Guarda la hora que marca el procesador.
- `delta_at()`: Tiempo que ha pasado desde la última vez que la variable 'last time' fue actualizada
- `update_physics()`: Calcula la nueva posición, velocidad y aceleración en función del tiempo que ha pasado.
- `run()`: Actualiza el tiempo en las variables del Boid.
- `first_draw()`: Pinta el Boid y lo guarda como imagen, lo que ahorra tiempo de cálculo.
- `draw()`: Pinta un Boid en un mundo definido por un contexto.
- `heading()`: Alinea el vector normal con el último vector de dirección del Boid.
- `locale()`: Expresa las coordenadas locales del sistema en coordenadas globales.

- `globale()`: Expresa las coordenadas globales del sistema en coordenadas locales.
- `localize()`: Cambia las coordenadas globales del sistema en coordenadas del Boid.
- `globalize()`: Cambia las coordenadas locales del sistema en coordenadas del mundo.
- `visible_objects()`: Pregunta al mundo si existe un objeto visible dentro de las habilidades de visión y las coordenadas de velocidad, aceleración y posición. del Boid.
- `requested_acceleration()`: Devuelve al mundo la aceleración requerida (lo que el cerebro desea y lo que el cuerpo permite).
- `clip()`: Ajusta la aceleración en función de los límites dinámicos del Boid.
- `set_target()`: Define un target.
- `target_data()`: Devuelve la información del target.

4.2.2. Clase Brain

Es la clase que crea un cerebro para el Boid. En ella, se guardan los comportamientos disponibles para ser activados. Todos estos comportamientos conocidos se guardan en la variable *catalog*. El cerebro, además, se encarga de discriminar entre aquellos que pueden ser activados por un Boid concreto y los que no.

Guarda las aceleraciones que posee el Boid para cada uno de sus comportamientos activos. De esta manera, se puede calcular la aceleración que el Boid necesita para cambiar su posición en función del objetivo.

Métodos:

- `can$U()`: Comprueba si el Boid puede activar un comportamiento específico.
- `can_be_in$U()`: Comprueba si un comportamiento puede ser activado para un Boid.
- `activate()`: Activa un comportamiento determinado en un Boid.

- `deactivate()`: Desactiva un comportamiento determinado en un Boid.
- `is_in$U()`: Comprueba si un comportamiento está en la lista de aquellos aceptados por el Boid.
- `get_behavior()`: Obtiene el comportamiento pasado como parámetro
- `$see_accelerations()`: Muestra las aceleraciones guardadas por el método `desired_accelerations()`
- `desired_accelerations()`: Guarda las aceleraciones de un determinado Boid para todos sus objetivos
- `desired_acceleration()`: Calcula la aceleración que el Boid necesita para cambiar su posición.

4.2.3. Clase Sheep

La clase oveja deriva de la clase Boid, por lo que hereda la mayoría de su funcionalidad. La diferencia fundamental con la clase padre es la creación de nuevas funciones y la redefinición de métodos ya existentes.

Métodos:

- `sheep_limits()`: Define los límites entre los que los Boids oveja se pueden mover. Esta función es necesaria para que éstos no se salgan de los límites impuestos por el canvas. Ver figura 4.2.3.1
- `update_physics()`: Calcula la nueva posición, velocidad y aceleración en función del tiempo que ha pasado. Esta función ha sido necesaria redefinirla para poder llamar a la función `sheep_limits()`. Además, se comprueba si el Boid oveja ha entrado en el corral y, en caso afirmativo, se suma un punto al contador. Ver figura 4.2.3.2
- `first_draw()`: Pinta el Boid y lo guarda como imagen, lo que ahorra tiempo de cálculo. Se redefine para evitar que los Boids se pinten como círculos, ya que en el constructor se determina una imagen para representar a las ovejas. Ver figura 4.2.3.3
- `draw()`: Pinta un Boid en un mundo definido por un contexto. La diferencia con el método original es que ya no se pintan líneas en el canvas. Si la velocidad es mayor que cero, se carga la imagen de la oveja mirando hacia la izquierda y si no, hacia la derecha. Ver figura 4.2.3.4

4.2.4. Clase Pig

La característica principal de esta clase es su capacidad para responder a las coordenadas del ratón cuando el usuario dispara el evento `onClick()`. Éstas son capturadas por el objeto `MouseCoordinates`, el cual deriva de la clase `Gate`. A través de su método `do_onclick()`, transforma las coordenadas globales de la pantalla en locales del canvas y las guarda en sendas variables de clase. Estas variables se pasan a la clase `World` como parámetros de su función `move_shepherd()` y se usan para definir el objetivo del Boid, el cual tiene programado un comportamiento de persecución. Ver figura 4.2.4.1

Métodos:

Esta clase cuenta con dos métodos, modificados de la clase original. Al igual que en la clase `Sheep`, ha sido necesario redefinir `first_draw()` y `draw()` para poder cargar la imagen del cerdito en lugar de pintar el círculo que se crea por defecto para representar el Boid.

4.3. Clase Behavior

4.3.1. Introducción

La clase `Behavior` permite modelar el comportamiento de los Boid. Esto se consigue modificando el vector de aceleración que cada uno de los Boids posee como parte de su estructura interna. Un comportamiento se puede definir como un objeto que devuelve una aceleración deseada en un momento concreto.

Al ser una clase abstracta, no permite crear instancias, de manera que para crear un comportamiento nuevo es necesario generar una clase nueva que derive de ésta.

Modo incorrecto de crear un comportamiento:

```
var a = new Behavior()
```

Modo correcto:

```
NewBehavior.prototype = new Behavior\
```

Estos comportamientos pueden tener pre y post modificadores. Los primeros modifican la aceleración antes de devolverla y los segundos, después.

Un ejemplo de premodificador es `forsee`, que se encarga de calcular dónde estará el objetivo en la próxima medida de tiempo. Este premodificador unido al comportamiento de búsqueda `seek` hacen que varíe la aceleración para modificar la trayectoria y perseguir al objetivo. Un ejemplo de premodificador sería `arrival`, el cual va disminuyendo la aceleración a medida que se acerca al objetivo.

Los comportamientos disponibles para los Boids en este momento son `seek` (búsqueda), `flee` (huida), `wander` (paseo), `containment` (contención en el espacio), `alignment` (alineamiento con otro Boids), `cohesion` (acercamiento a otros Boids), `separation` (separación de otros Boids) y `obstacle avoidance` (sorteo de obstáculos).

Métodos:

- `decompose_name()`: Dada una cadena de caracteres que representa el nombre del comportamiento y sus modificadores, devuelve un array con la lista de pre modificadores, el nombre del comportamiento y una lista con los post modificadores.
- `catalog()`: Lista todos los comportamientos y modificadores conocidos.
- `new()`: Crea un nuevo comportamiento.
- `type_of()`: Devuelve la clase asociada con el nombre del comportamiento.
- `is_a$U()`: Comprueba si el nombre pasado como parámetro se corresponde con uno de los comportamientos existentes.
- `desired_acceleration()`: Devuelve un vector con la aceleración deseada de ese comportamiento.
- `is_premodified_by$U()`: Devuelve true si el nombre del modificador está en la lista de pre modificadores
- `is_postmodified_by$U()`: Devuelve true si el nombre del modificador está en la lista de post modificadores.
- `is_modified_by$U()`: Devuelve true si el nombre del modificador está tanto en la lista de pre como de post modificadores.
- `get_modifiers_for()`: Devuelve una lista de pre o post modificadores.
- `all_modifiers()`: Devuelve una lista de todos los modificadores.

- `activate_modifier()`: Activa un modificador determinado.
- `get_modifier()`: Busca un modificador determinado y devuelve null si no lo encuentra.
- `deactivate_modifier()`: Desactiva un modificador determinado.

4.3.2. Clase Sheep Behavior

Es la clase encargada de generar el comportamiento de las ovejas. Deriva de la clase Behavior. Cuando el cerdito oveja entra dentro del radio de visión de la oveja, esto despierta en ella un comportamiento de huida. Es decir, aumenta su aceleración hasta su límite para disminuir ésta gradualmente a medida que se va alejando del Boid cerdito.

Éste es el primero de los cinco comportamientos que se quieren implementar (véase cuadro 4.3.2.1). Los otros cuatro quedan para una fase posterior de desarrollo.

Métodos:

- `set_target()`: Define el objetivo del Boid, que debe ser otro Boid y el cual se pasa como parámetro.
- `target_data()`: Define la información sobre la posición del Boid objetivo.
- `get_target()`: Devuelve la posición del objetivo.
- `target_at()`: Da la distancia entre el Boid y su objetivo.
- `desired_velocity()`: Devuelve la velocidad deseada del Boid. Ver figura 4.3.2.2
- `desired_acceleration()`: Devuelve la aceleración deseada del Boid.

4.3.3. Clase Alignment Behavior

Al comportamiento básico de la oveja se le añadió el comportamiento de alineación, con el objetivo de crear una sensación de grupo más marcada. El comportamiento de Alignment está dentro de los comportamientos de manada del cerebro.

Se calcula el alineamiento medio como la media de las velocidades. Es necesario que aumente la aceleración para eliminar la componente normal al

alineamiento en la velocidad del Boid, es decir, suprime toda la velocidad que no esté en la dirección del alineamiento. Ver figura 4.3.3.1

4.3.4. Clase Seek Mouse Behavior

Deriva de la clase Seek Behavior y modifica el comportamiento de la clase Pig a través de uno de sus métodos, al que se le pasan como parámetros las variables `x` e `y`, que se corresponden con las coordenadas `x` e `y` del ratón, capturadas y transformadas en coordenadas locales por la clase `MouseCoordinates`.

Este comportamiento se activa en la clase `Galactus`, en la creación del Boid cerdito. Después, en la función `move_shepherd()` de la clase `Mundo`, se consigue el comportamiento de seek mouse, se obtienen los valores de `x` e `y` y se escalan en función de la perspectiva del canvas. Estas coordenadas escaladas se pasan como parámetro a la clase `Seek Mouse` a través de su método `set_target_at()`. Ver figura 4.3.4.1

4.4. Clase World

La clase `World` deriva de la clase `Device` y es la que genera el mundo en el que viven los Boids. Necesita un objeto canvas para poder existir, aunque, en principio, sus límites son infinitos. Esto quiere decir que el usuario verá en pantalla tan sólo una parte del mundo, mientras que los Boids podrán 'viajar' a cualquier parte de él, llegando a desaparecer del canvas.

Las funciones principales del mundo son gestionar el canvas y los boids existentes. A través de diferentes funciones, se puede modificar el tamaño del mundo o del canvas, guardar los Boids creados en una lista y acceder a ésta o actualizar los datos que reciben estos Boids para modificar su estado.

Además, el mundo puede para enviar y recibir mensajes, una de las características de la clase `Device`. En la variable de clase `this.self_events`, de tipo `Array`, están guardados los mensajes que el mundo puede enviar. Puede recibir cualquier mensaje siempre y cuando haya definida una función `attend_nombre_del_mensaje()`.

Métodos:

- `set_dashboard()`: Define una nueva interfaz del mundo en el canvas.

- `width()`: Define el ancho del mundo.
- `height()`: Define el alto del mundo.
- `screen_width()`: Define el ancho del canvas.
- `assert_screen()`: Comprueba si se ha creado un canvas.
- `screen_height()`: Define el alto del canvas.
- `has_born()`: Registra la creación de un Boid y se envía un mensaje de notificación a sí mismo.
- `get_boids()`: Crea un array con todos los Boids.
- `each_boid()`: Permite acceder a cada boid guardado en el array de Boids
- `start()`: Inicializa el tiempo de los boids
- `is_initalized()`: Comprueba si el mundo está inicializado. Si es así, el usuario está reiniciando el juego.
- `draw()`: Dibuja el canvas en el mundo.
- `move_shepherd()`: Define el target del Boid en función de las coordenadas del ratón. Ver figura 4.4.1
- `step()`: Actualiza la fecha en los cálculos de la física de los Boids.
- `is_one_second_from_begining()`: Define la hora de comienzo del mundo en un segundo más de la hora en la que la función fue llamada.
- `show_boids()`: Muestra los Boids que existen actualmente en el mundo.
- `check_level()`: Comprueba si el nivel ha sido superado por el usuario. Si es así, para el mundo y el cronómetro y llama a la función que cambia la imagen de fondo del canvas. Ver figura 4.4.2
- `running_steady()`: Actualiza la hora del procesador, comprueba el nivel y si éste ha sido superado, deja de pintar el canvas. Ver figura 4.4.3
- `visible_for()`: Crea un array con los Boids que el Boid referenciado puede ver.
- `new_boid()`: Crea un nuevo Boid.

- `new_seeker()`: Crea un nuevo Boid con el comportamiento de búsqueda prefijado.
- `start_and_run()`: Inicia en mundo y lo pone en marcha.
- `attend_focus_boid()`: Actualiza la cola de mensajes.
- `new_boid_of()`: Crea un nuevo Boid de una subclase de Boid.
- `method_missing()`: Provee el método dinámico `new_boid_as_(ClassName)`

4.5. Clase Galactus

Clase que se encarga de gestionar la creación de un nuevo mundo al principio de cada juego. Además, se encarga de destruir el mundo anterior cada vez que se reinicia la partida. La función principal de esta clase es `start_world()`, donde se crea el mundo nuevo, se añade un puerto de escucha de mensajes y se llama a las funciones que controlan la cuenta atrás y la música. Además, se crea el Boid cerdito y los Boid oveja y se les pasan los parámetros de configuración y se definen los comportamientos específicos.

La función `playSound()` se encarga de gestionar el sonido del juego y todo lo relacionado con él. `Countdown()` es responsable de reloj de cuenta atrás, de iniciarlo cuando se inicia el mundo, pararlo, etc. `Destroy_world()` y `attend_restart_world()` son las funciones encargadas de gestionar la destrucción del mundo y creación de uno nuevo cuando el usuario pulsa el botón de reiniciar el juego. `Attend_restart_world()` es la función que responde al mensaje 'restart_world' enviado por el mundo gracias al puerto añadido en la función `start_world()`.

Métodos:

- `start_world()`: Inicia el mundo. Ver figura 4.5.1
- `playSound()`: Inicia el sonido del juego respondiendo al evento `onClick()` del botón de play
- `countdown()`: Inicia la cuenta atrás del temporizador de la pantalla. Si el tiempo se termina, se llama a la función que pinta en el canvas la imagen de final del juego
- `destroy_world()`: Destruye el mundo actual y deja saber al nuevo mundo que ya había un mundo creado antes.

- `attend_restart_game()`: Reinicia el mundo. Atiende al mensaje enviado por el gate cuando alguien pulsa el botón restart del juego.

5. Gates y Devices

5.1. Introducción

El servicio de mensajería de *lluviaProject* está gestionado por las clases Gate y Device.

Device: Provee un mecanismo asíncrono de comunicación. Usa una cola de mensajes y dispara eventos. No tiene conexión propia con el DOM de HTML, pero ésta se realiza mediante un objeto de la clase Gate.

Gate: Es un 'envoltorio' para elementos HTML.

Están diseñados para responder a eventos HTML manteniendo el campo de aplicación objeto. Recibe como parámetros opcionales el elemento HTML a envolver (por ejemplo un div), el contenedor HTML donde situar el Gate y las acciones de respuesta.

Por ejemplo, si en el documento HTML tenemos el siguiente elemento:

```
<div id='button_bar'>&nbsp;</div>
```

Escribiríamos:

```
var brush_button = new Gate('brush_btn', 'button_bar')
```

Lo que generaría un div con id: 'brush_btn' y un objeto javascript que responderá a cada evento HTML que se haya definido en el correspondiente handler. Ver figura 5.1.1

5.2. Menú y Submenú

5.2.1. Clase MenuAutomata

Controla los estados de entrada y salida del menú. Deriva de la clase threadAutomata y tiene una serie de estados posibles:

'out', 'getting_out', 'getting_in', 'inside'.

Estos estados, a su vez, pueden encontrarse en estado anterior (previous), actual (current) o solicitado (requested). Según cual sea el estado actual (current), se realizarán las funciones correspondientes.

- Estado out: Cambia la altura de menú a 250px. Ver figura 5.2.1

- Estado `getting_out`: Incrementa la altura de menú de 5 en 5px mientras este mida menos de 206 px y mas de 50px. Ver figura figura 5.2.2
- Estado `getting_in`: Decrementa la altura de menú de 5 en 5px mientras éste mida más de 55px. Ver figura figura 5.2.3

5.2.2. Clase Animation

Recoge los eventos que se producen en el menú a partir de la interacción del usuario. `Animation.js` deriva de la clase `Gate`. Recibe el elemento HTML que envuelve el `Gate Animation`. En su función `initialize` además de crear como atributo el elemento (HTML) y de llamar al super constructor de `Gate`, asocia los efectos de `MenuAutomata` al elemento HTML recibido.

La clase `Animation` cuenta con los métodos `do_onmouseover` y `do_onmouseout`:

- `do_onmouseover()`: Añade como estado solicitado el estado `getting_out` del `MenuAutomata`. Es decir, el estado 'saliendo' de `MenuAutomata`.
- `do_onmouseout()`: Añade como estado solicitado el estado `getting_in` del `MenuAutomata`. Es decir, el estado 'entrando' de `MenuAutomata`.

5.2.3. Clase MenuHandler

Se encarga de disparar los eventos que se producen en el menú. Se comunica con la clase `OptionHandler`. `Menu handler` deriva de la clase `Device`, éste tiene sus propios eventos : `self_events`.

Para el despliegue del menú, creamos un `Gate` contenido en `Animation` para el elemento o etiqueta 'menú' del HTML para asociar los efectos del `Gate Animation` al atributo `menu.effects` y a partir de ello creamos un `MenuAutomata`.

Para realizar las funciones de cada botón del menú:

1. Crea un `Gate` para etiqueta `instructions_options` del elemento HTML, sobre la cual si se recibe el evento `do_onclick` (pulsar sobre el botón) muestra las instrucciones del juego
2. Crea un `Gate` para la etiqueta `restart_option` del elemento HTML, si se realiza un clic sobre esa opción del menú, lanza como evento el envío de mensaje de llamar a la función `restart_game()`

3. Crea un Gate para el elemento `level_option` del HTML, sobre el cual si se realiza un clic, muestra los diferentes niveles, cambiando el display de la etiqueta `level_option_container` a `inline`.

La clase `MenuHandler` tiene dos métodos, `attend_keep_menu_out`, `attend_keep_menu_in`.

- `attend_keep_menu_out()`: Guarda el estado `out` de `MenuAutomata` como estado actual solicitado.
- `attend_get_menu_in()`: Guarda el estado `getting_in` de `MenuAutomata` como estado actual solicitado

5.2.4. Clase `OptionHandler`

Dispara los eventos que se producen en la clase `Levels` y se comunica mediante mensajes con la clase `MenuHandler`.

Al igual que `MenuHandler`, éste deriva de la clase `Device` y tiene diferentes posibles estados: `'get_panel_out'`, `'keep_menu_out'`, `'get_menu_in'`. Éste crea diferentes Gate para cada botón `level`.

5.2.5. Clase `Levels`

Recoge los eventos que se generan en el Submenú. Deriva de la clase `Gate` y tiene como métodos `do_onmouseover` y `do_onmouseout`:

- `do_onmouseover`: Lanza como evento la creación de un nuevo mensaje de mantener el menu desplegado
- `do_onmouseout`: Oculta el elemento `level_option_container`, cambiando su display a `none` y lanza como evento un nuevo mensaje con el estado `get_menu_in` para ocultar el menu.

5.3. Clase `Clock`

Deriva de la clase `Device` y cuenta con los siguientes atributos:

- `start_time`: A partir de la función `get_now` (función que obtiene las horas, minutos del sistema, los pasa a segundos y devuelve su suma para obtener el tiempo actual en segundos.) almacena la hora actual en segundos.
- `total_time`: Almacena el tiempo en segundos del que se dispone para jugar (es recibido como parámetro).

- `remaining_time`: Segundo que quedan por jugar. Queda inicializado a `total_time`.
- `before`: Almacena el en segundos el momento en el que se empezó a jugar.
- `running`: Hace referencia al estado el marcha del reloj. Inicializado a `true`.

La función `Initialize` llama constructor de `Device`.

Métodos:

- `Reset()`: Reinicia el reloj. Llama al método `pause`, y reinicializa el valor de `remaining_time` a `total_time`.
- `get_count()`: Devuelve los segundos que quedan por jugar (`remaining_time`).
- `run()`: Recalcula el tiempo que queda por jugar. Vuelve a llamar a la función `get_now`, para conocer el momento actual, este valor es almacenado en la variable `now`, recalcula el valor de `remaining_time` (segundos que quedan por jugar) en función del momento actual:

$$\text{tiempo que queda} = \text{al tiempo que quedaba} - \text{tiempo que ha pasado}.$$

Si `remaining_time` es menor o igual que cero, pone con valor falso el atributo `running`, es decir, el reloj deja de estar en marcha.
- `pause()`: Pausa el tiempo, cambiando el valor de `running` a falso.
- `resume()`: Continúa la cuenta atrás desde el momento que fue pausado. Reinicializa `start_time` a partir del momento actual, a través de la función `get_now`. Recalcula `remaining_time`.

$$\text{lo que queda} = \text{lo que quedaba} - \text{lo que ha pasado}.$$

Establece el valor de `running` a `true`.
- `get_string()`: Devuelve una cadena con el tiempo restante con formato `mm:ss`.

Si `running` es igual a verdadero, es decir, si el reloj esta en marcha, se llama al método `run` y obtenemos el valor de los minutos y de los segundos utilizando las funciones `Floor()` y `Round()` de la librería `Math` de javascript. Posteriormente se realiza la concatenación de cadenas para darle formato. Si por el contrario el reloj no está en marcha(`running` es falso), realizamos las mismas operaciones sin llamar al método `Run()`.

6. Música

6.1. Introducción

Desde la función `playSound` de `Galactus` se crea un objeto `AudioContext` el cual controla la ejecución del procesamiento del audio. En esta misma función se crea un objeto de la clase `bufferLoader`.

En su creación pasamos como parámetros:

- El objeto `AudioContext`
- Un array que contiene las rutas de los archivos de audio que se quieren reproducir.
- La llamada a la función `finishedLoading`.

La función `finishedLoading()` se encargará de crear y reproducir los recursos, recogidos del array que contiene las rutas. Esta función será ejecutada después de solicitar la ejecución del método `load` de `bufferLoader`.

6.2. Clase `BufferLoader`

Clase `bufferLoader`:

7. Conclusiones

Este proyecto nos ha permitido comprobar la importancia y las ventajas de los lenguajes orientados a objetos, que permiten una programación más ágil y eficiente que los lenguajes estructurados. Esto permite expresar aspectos de la vida cotidiana de forma más realista.

Como *lluviaProject* es un framework multihilo gestionado por señales, permite añadir a Javascript funciones nuevas, fundamentales para el desarrollo del proyecto. Esto permite enviar y recibir mensajes entre distintos componentes de la aplicación, mejorando la respuesta a los diferentes eventos. Además, la utilización de caracteres personales autónomos (Boids), nos ha permitido comprobar que se puede modelar artificialmente el comportamiento de un animal a partir de operaciones sencillas con vectores.

Modificando la aceleración en función de un estímulo se pueden generar comportamientos de huida, en los que se aumenta la aceleración hasta su máximo durante un espacio para ir reduciéndose de manera gradual a medida que se aleja del estímulo. Si, además, se le añade un radio de visión, compuesto de radio y ángulo, también se pueden generar otro tipo de comportamientos.

Según el ángulo de visión, se generan comportamientos, los cuales pueden variar en función de los hábitos alimenticios de una determinada especie de Boid, por ejemplo. Es decir, si un Boid es carnívoro, tendrán los ojos ubicados en la parte delantera de la cabeza, mientras que si es herbívoro, éstos estarán situados en los lados. Esta variación del ángulo de visión permite ajustar lo observado en la vida real a la simulación artificial.

El radio de visión permite determinar la distancia que ve el Boid. Éste, por ejemplo, puede variar en función de la edad, siendo mayor cuando más joven es el Boid. También permite determinar si una especie tiene comportamientos de manada o no, en función de cuánto se acerquen o alejen de otros animales similares dentro de su radio de visión. De la misma manera, un Boid solo con un comportamiento de manada programado tenderá a acercarse a otros miembros cercanos de la manada.

Los resultados obtenidos en este proyecto pueden proporcionar una herramienta para la simulación de comportamientos. Lo que en este proyecto se basa en animales puede ser extendido a personas o partículas, generando una plataforma de experimentación.

8. Figuras

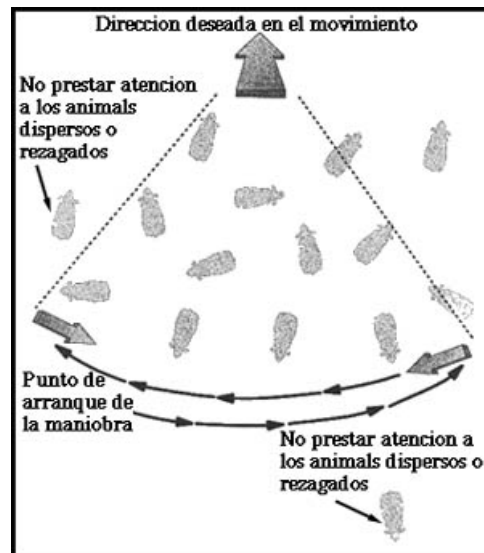


Figura 1: Técnica limpiaparabrisas

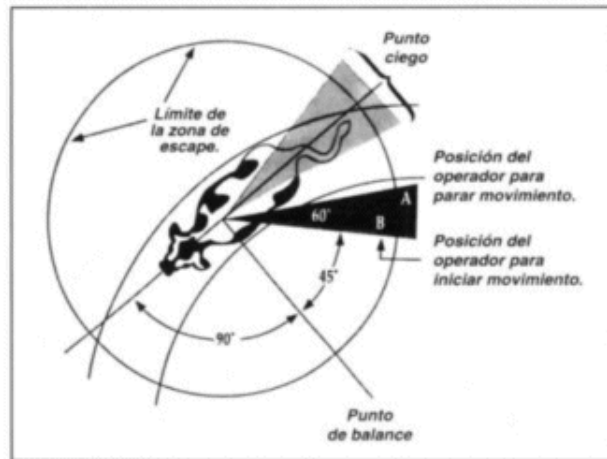


Figura 2: Zona de fuga

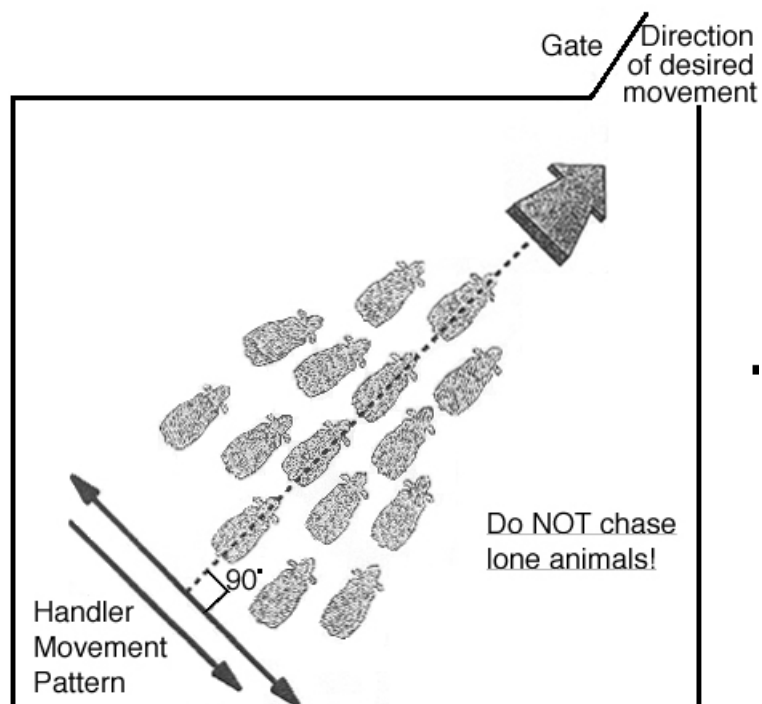


Figura 3: Sacar al ganado: Un controlador

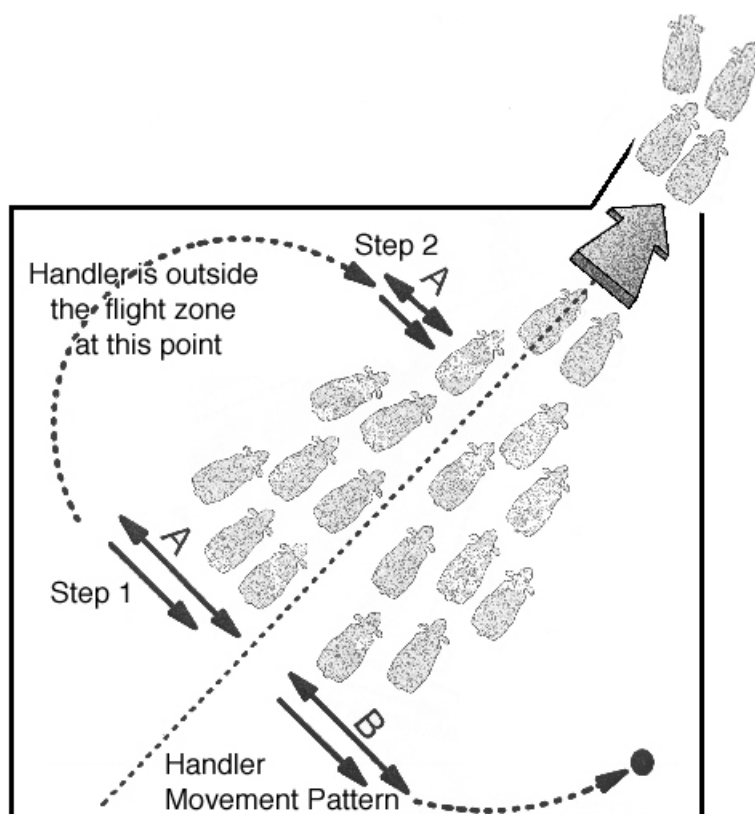


Figura 4: Sacar al ganado: Dos controladores



Figura 5: Primer diseño



Figura 6: Segundo diseño



Figura 7: Diseño final

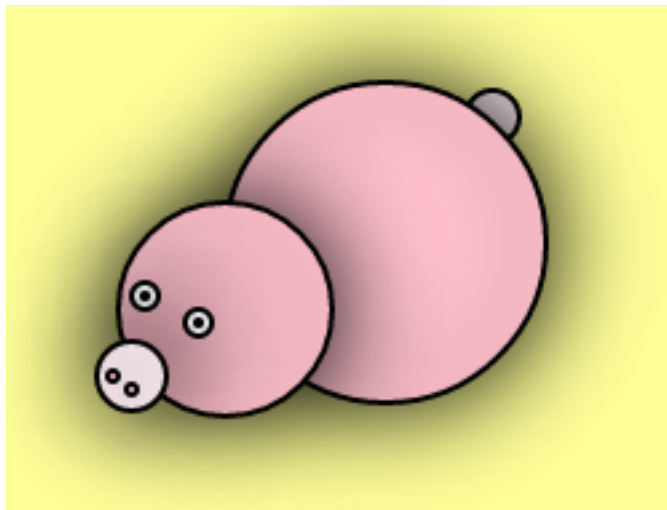


Figura 8: Primer cerdito



Figura 9: Oveja - sólo cabeza

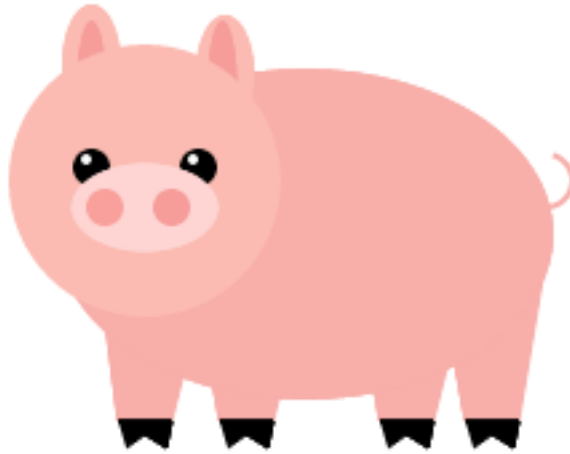


Figura 10: Cerdito definitivo



Figura 11: Oveja definitiva

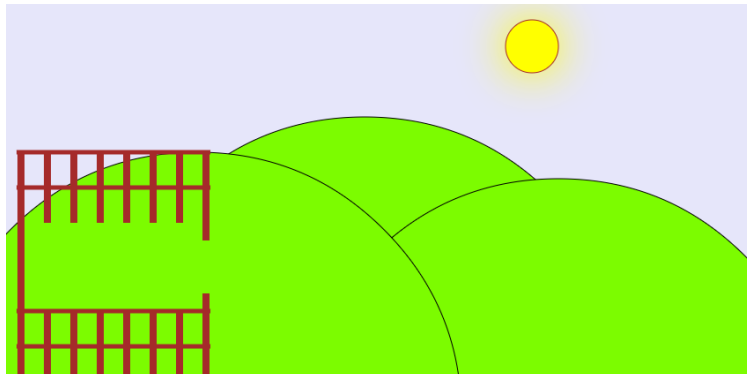


Figura 12: Primer canvas

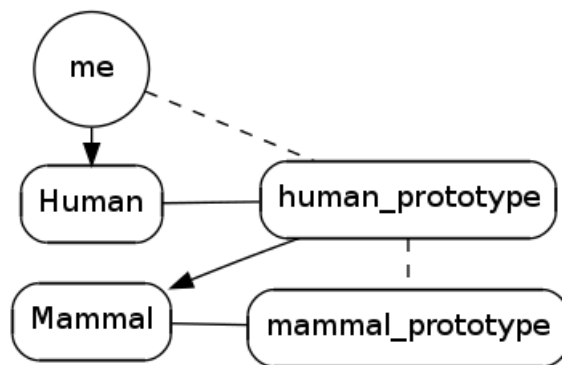


Figura 13: Herencia prototípica

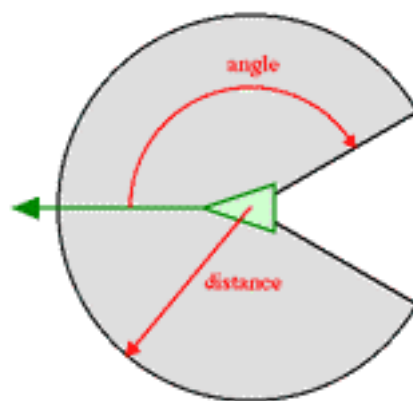


Figura 14: Oveja. Cabeza



Figura 15: gráfico de velocidades y aceleraciones

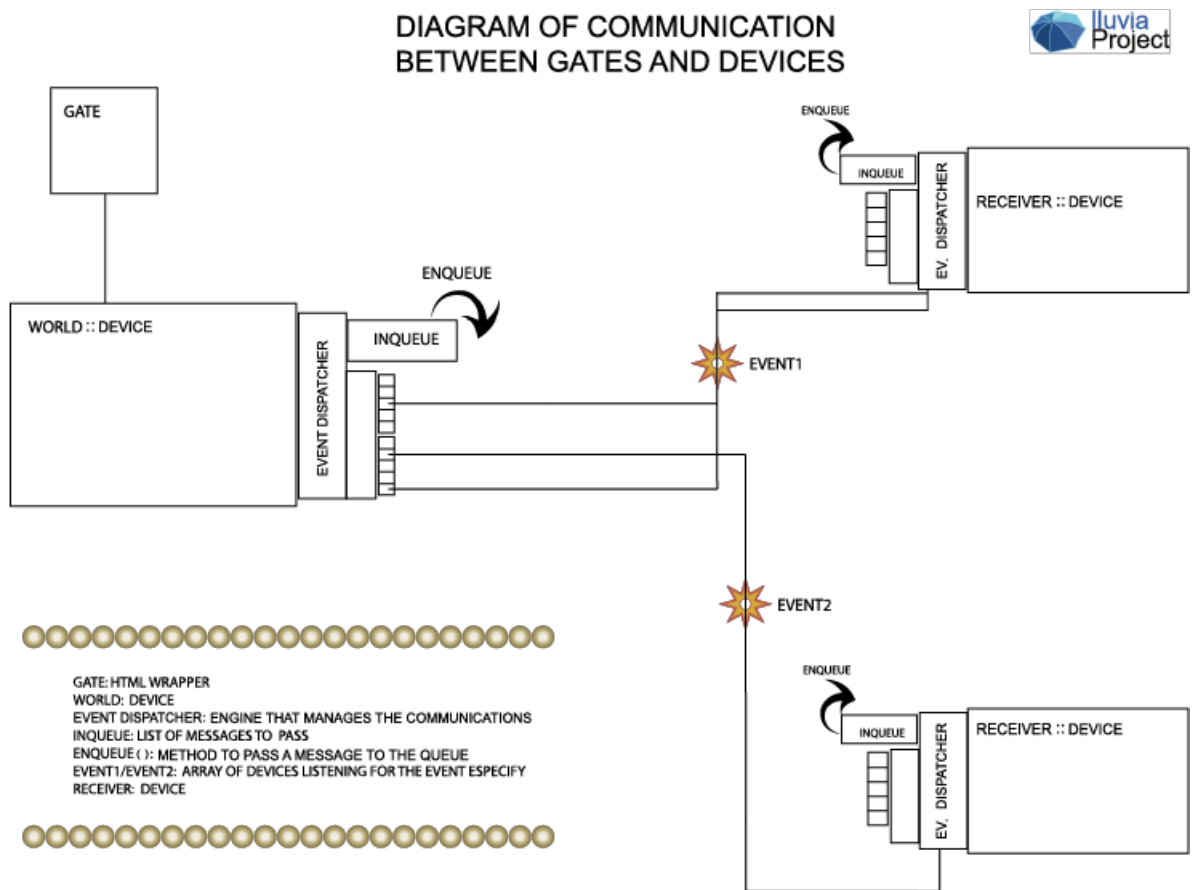


Figura 16: Diagrama Gate y Devices

9. Cuadros

Cuadro 1: Comportamientos. Cuadro 4.3.2.1

Nombre de la técnica	Boid cerdito	Boid oveja
Técnica del limpiaparras	El pastor debe moverse en zig-zag detrás de la manada, para mantenerlos en línea recta.	Las ovejas deben de agruparse y moverse en línea recta.
Zona de fuga	El cerdito se encuentra en la zona de fuga de la oveja.	La oveja se agita y se enfrenta a él.
Moverlos en una mancha	El cerdo debe de situarse enfrente del punto de equilibrio	Las ovejas avanzan hacia atrás.
Sacar a las ovejas del corral con un controlador	El cerdo se sitúa a 90° detrás del ganado. Los movimientos deben de ser perpendiculares a los del ganado, hacia delante y hacia atrás sobre la barra transversal de una gigante T.	las ovejas salen en manada del corral.

10. Código

```
1 $K\_app\_dependencies = [  
2   {   module: "Boids",  
3       description: "Boids Demo App.",  
4       path: "",  
5       files: [  
6         { name: "brain/behavior\_modifier.js",  
7           description: "Self protection behaviors." },  
8         { name: "brain/behavior.js",  
9           description: "Abstract Behavior." },  
10        { name: "brain/security_behavior.js",  
11          description: "Self protection behaviors." },  
12        { name: "brain/itinerant_behavior.js",  
13          description: "Definition of itinerant behaviors." },  
14        { name: "brain/behavior_group.js",  
15          description: "Group of related behaviors." },  
16        { name: "brain/brain.js",  
17          description: "Boid Brain." },  
18        { name: "boid.js",  
19          description: "One Boid." },  
20        { name: "world_interface.js",  
21          description: "World Interface." },  
22        { name: "boid_editor.js",  
23          description: "Boid panel editor." },  
24        { name: "world.js",  
25          description: "The world where all boids live." },  
26        { name: "main.js",  
27          description: "main function." },  
28      ]  
29    }  
30 ]
```

Listing 1: Ejemplo de archivo dependencies

```
1 function Vehicle(mass, number_of_wheels){  
2   this.mass = mass // In kg  
3   this.number_of_wheels = number_of_wheels  
4   Vehicle.prototype.yield(this)  
5 }  
6  
7 boeing = new Vehicle(20000, 8,  
8   function(newly_created_airplane){  
9     newly_created_airplane.wings = 2  
10  })
```

Listing 2: Ejemplo clase

```

1  var animal = function(limbs, name){
2    if (limbs<5)
3      return function Mammal(main_food){
4        this.name = name
5        this.limbs = limbs
6        this.main_food = main_food
7      }
8    else
9      return function Spider(number_of_teeth){
10       this.name = name
11       this.limbs = limbs
12       this.number_of_teeth = number_of_teeth
13     }
14  }
15
16  dog = new (Animal("Tim", 4))("meat")

```

Listing 3: Ejemplo clase con funciones

```

1  var default_config = {
2    geo_data: {
3      position: new Vector(Math.floor(Math.random()
4                          * 400),
5                          Math.floor(Math.random()
6                          * 400)),
7      velocity: new Vector(Math.floor(Math.random()
8                          * 40),
9                          Math.floor(Math.random()
10                         * 40)),
11      acceleration: new Vector(0,0)
12    },
13    colour: "blue",
14
15    brain: new Brain(that),
16    vel_max: 50,
17    mass: 2,
18    vision: {radius: 100, angle: 130 * Math.PI / 180},
19
20    force_limits: {
21      thrust: 20,
22      steering: 50,
23      braking: 70
24    }
25  }

```

Listing 4: Objeto configurable Boids

```

1  Sheep.prototype.sheep\_limits = function() {
2      var x\_axis = this.geo\_data.position.Coord[0]
3      var y\_axis = this.geo\_data.position.Coord[1]
4
5      if(y\_axis >= 800 && x\_axis >= 170 ||
6          y\_axis >= 800 && x\_axis <= 274){
7          if(this.first_time == 0){
8              this.my_world.max_score = true
9              return
10         }
11         else
12             return
13     }
14     if(x\_axis <= -445 || x\_axis >= 395)
15         this.geo_data.velocity.Coord[0] = 0
16     if (y\_axis >= 800 || y\_axis <= 0) {
17         this.geo_data.velocity.Coord[1] = 0
18     }
19 }

```

Listing 5: Function sheep limits

```

1  Sheep.prototype.first_draw = function() {
2      var canvas = document.createElement('canvas');
3      canvas.width = 24;
4      canvas.height = 24;
5
6      var ctx = canvas.getContext('2d');
7  }

```

Listing 6: Función first draw

```

1  Sheep.prototype.draw = function(ctx){
2      var p = this.geo_data.position
3      var v = this.geo_data.velocity
4      var a = this.geo_data.acceleration
5      var radius = 10
6      var scale = 1 - p.get_coord(1) / 3000
7      var x = this.geo_data.velocity.get_coord(0)
8
9      ctx.save()
10     ctx.scale( scale, scale / 2 )
11
12     if(x < 0) {
13         ctx.drawImage(this.image,
14             p.get_coord(0),
15             p.get_coord(1))

```

```

16     }
17     else
18         ctx.drawImage(this.image_left,
19                       p.get_coord(0),
20                       p.get_coord(1))
21
22     ctx.restore()
23 }

```

Listing 7: Función draw

```

1  MouseCoordinates.prototype.do_onclick = function (ev, el) {
2      this.X = ev.pageX - screener.offsetLeft
3      this.Y = ev.pageY - screener.offsetTop
4      this.device.move_shepherd(this.X, this.Y)
5  }

```

Listing 8: Función do onclick

```

1  SheepBehavior.prototype.desired_velocity = function(){
2      var arrival_distance
3      try{
4          arrival_distance = this.target_at().module()
5      }catch(err){
6          arrival_distance = 0
7      }
8      var scale = 1
9      if(arrival_distance >= 100){
10         scale = 0
11     }
12     else{
13         scale = arrival_distance / 100
14     }
15
16     return (new Vector(this.target_at().unit().scale(- scale
17                       * this.me.vel_max)))
18 }

```

Listing 9: Función desired velocity

```

1  World.prototype.move_shepherd = function (screen_x, screen_y){
2      if (!this.shepherd)
3          return
4      var behaviour = this.shepherd.brain.get_behavior(
5                                     "seek mouse", null)

```

```

6   var x = screen_x - 425
7   var y = 500 - screen_y
8   var scale = 1 - y / 3000
9
10  behaviour.set_target_at( x / scale, 2 * y / scale)
11 }

```

Listing 10: Función move shepherd

```

1 World.prototype.check_level = function() {
2     if(this.level == 1 && this.points == 5){
3         this.is_finished = true
4         this.currentState.requested = this.state.suspended
5         this.clock.pause()
6         this.winner_pig()
7     }
8 }

```

Listing 11: Función check level

```

1 World.prototype.running_steady = function(processors_time){
2     this.now = processors_time || new Date()
3     this.coord_x = this.mouse_coordinates.get_mouse_X()
4     this.coord_y = this.mouse_coordinates.get_mouse_Y()
5
6     score_number.style.float = "right"
7     score_number.style.fontSize = "24pt"
8     score_number.style.marginTop = "5px"
9     score_number.style.fontWeight = "bold"
10    score_number.innerHTML = ":" + this.points
11
12    this.check_level()
13    if(this.is_finished == false)
14        this.draw()
15 }

```

Listing 12: Función running steady

```

1 Galactus.prototype.start_world = function() {
2     this.world = new World(this.view)
3     this.world.level = 1
4
5     this.handler.addPort("restart_game", this)
6
7     this.countdown()

```



```

8     this.playSound()
9
10    var pig = this.world.new_boid_of(Pig, function(config) {
11        config.brain.activate("seek mouse", null)
12    })
13
14    this.world.shepherd = pig
15
16    var sheeper = [ ]
17    for (var i=0; i<30; i++) {
18        sheeper.push( this.world.new_boid_of(Sheep,
19            function(config){
20                config.geo_data.position = new Vector(
21                    Math.floor(Math.random()*400),
22                    Math.floor(Math.random()*400) )
23                config.geo_data.velocity = new Vector(
24                    Math.floor(Math.random()*20),
25                    Math.floor(Math.random()*20) )
26                config.geo_data.acceleration = new Vector(0,0)
27                config.vel_max = 70
28                config.vision = {radius: 100, angle: 80 *
29                                Math.PI / 80}
30                config.force_limits = {
31                    thrust: 50,
32                    steering: 50,
33                    braking: 100
34                }
35                config.brain.activate("alignment")
36                config.brain.activate("sheep", pig)
37            })
38    }
39    this.world.start()
40 }

```

Listing 13: Función start world

```

1    Button.prototype = new Gate
2    Button.prototype.constructor = Button
3
4    function Button(element){
5        try {
6            if (arguments.length)
7                Gate.call(this, element)
8        } catch (e) {
9            if (\$K_debug_level >= \$KC_dl.DEVELOPER)
10                alert("No event handlers were found.
11                    \nException: " + e.toSource())
12        }

```

```

13     }
14
15     Button.prototype.do_onclick    = function(event, element){
16         alert("You have made click.")
17     }

```

Listing 14: Clase Button

```

1  [function(){
2      this.gate.panel.style.height = "" + 250 + "px"
3  }; ],

```

Listing 15: Estado out

```

1  [function (){
2      if( this.menu_height >= 50 && this.menu_height <=205)
3          this.menu_height+=5
4      this.gate.panel.style.height = "" + this.menu_height
5                                          + "px"
6  };],

```

Listing 16: Estado getting_out

```

1  [function(){
2      if( this.menu_height >=55 ){
3          this.menu_height-=5
4      this.gate.panel.style.height = "" + this.menu_height
5                                          + "px"
6  };],

```

Listing 17: Estado getting_in

Índice de figuras

1.	Técnica limpiaparabrisas	27
2.	Zona de fuga	28
3.	Sacar al ganado: Un controlador	28
4.	Sacar al ganado: Dos controladores	29
5.	Primer diseño	30
6.	Segundo diseño	30
7.	Diseño final	31
8.	Primer cerdito	31
9.	Oveja - sólo cabeza	32
10.	Cerdito definitivo	32
11.	Oveja definitiva	32
12.	Primer canvas	33
13.	Herencia prototípica	33
14.	Oveja. Cabeza	33
15.	gráfico de velocidades y aceleraciones	34
16.	Diagrama Gate y Devices	34

Índice de cuadros

1.	Comportamientos. Cuadro 4.3.2.1	35
----	---	----

Listings

1.	Ejemplo de archivo dependencies	36
2.	Ejemplo clase	36
3.	Ejemplo clase con funciones	37
4.	Objeto configurable Boids	37
5.	Funcion sheep limits	38
6.	Función first draw	38
7.	Función draw	38
8.	Función do onclick	39
9.	Función desired velocity	39
10.	Función move shepherd	39
11.	Función check level	40
12.	Función running steady	40
13.	Función start world	40
14.	Clase Button	41

15.	Estado out	42
16.	Estado getting_out	42
17.	Estado getting_in	42