



Implementación de generador estocástico de partidas mediante la configuración de dimensiones afectivas

José-Manuel Martínez-González
Escuela Superior de Ingeniería
Universidad de Cádiz
 Puerto Real, España
 jose.martinezgonzalez@alum.uca.es

Pablo García-Sánchez, Manuel Palomo-Duarte, Pablo Delatorre
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Cádiz
 Puerto Real, España
 {pablo.garciasanchez,manuel.palomo,pablo.delatorre}@uca.es

Resumen—Enmarcados dentro del ocio interactivo, los videojuegos generan diversas emociones a sus jugadores. Este trabajo describe el diseño y desarrollo de un videojuego que construye en cada partida, de manera estocástica, diferentes versiones del universo narrativo en función de valores que el jugador asigna para las tres dimensiones afectivas: valencia, intensidad y control. Dichas dimensiones se han demostrado correlacionadas con el suspense narrativo evocado por las situaciones de la historia. Éste es medido como un factor entre un rango de valores que es empleado para observar la bondad del sistema. Para ello, se generan aleatoriamente mapas, detectando zonas jugables para incluir en ellas los diferentes elementos del entorno. Se tienen en cuenta el tamaño del mapa y las dimensiones referidas para obtener así una experiencia de juego personalizada en cada caso. La consideración de estas dimensiones implican modificaciones en varias características del juego: enemigos, recursos del protagonista, eventos del terreno y luz ambiental.

Se espera que este desarrollo sea la base para que futuros investigadores puedan realizar experimentos relacionados con la línea de investigación de la computación afectiva.

Index Terms—emoción, videojuegos, narrativa, suspense, computación afectiva

I. INTRODUCCIÓN

Enmarcados dentro del ocio interactivo, los videojuegos generan miedo, alegría, odio o tristeza –de la misma forma en la que lo hacen las películas, las novelas y las series de televisión– mediante un discurso particular que permite evocar diferentes emociones a la audiencia [1]. Si bien la literatura científica contempla ya estos efectos emocionales desde el punto de vista de diferentes estrategias narrativas [2], dichos estudios se circunscriben a la percepción de los jugadores y, excepcionalmente, a la intención de los autores. Más allá de sus elementos estáticos en la trama y el entorno, los juegos actuales modulan típicamente la influencia emocional mediante la sencilla técnica de ajustar el nivel de dificultad, bien a criterio explícito o bien de forma automática, lo que afecta al control percibido sobre la situación y, en consecuencia, a la sensación de indefensión. Sin embargo, esto se considera

Este trabajo ha sido financiado en parte por el proyecto VISAIGLE (TIN2017-85797-R) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) usando fondos ERDF; y los proyectos IDiLyCo (TIN2015-66655-R) y DeepBIO (TIN2017-85727-C4-2-P), financiados por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, y los proyectos FEI InVITAR-IA (Universidad Complutense de Madrid) y SOL-201500054211-TRA (Universidad de Cádiz y Junta de Andalucía).

como una simplificación del impacto potencial que tendría si se favoreciera un mayor dinamismo en la intensidad de emociones. A este respecto, se observa en los desarrollos la carencia de una perspectiva cognitiva que clasifique y cuantifique los elementos del universo del juego respecto de su influencia afectiva, no habiéndose encontrado prototipos experimentales que exploten la interpretación del jugador con objeto de modular las emociones evocadas.

El objetivo de esta contribución es describir el diseño y desarrollo de un generador estocástico de partidas para un videojuego *first-person shooter* (FPS) el cual, mediante la parametrización de valores afectivos, generará un universo del juego específico con objeto de provocar un efecto emocional equivalente en el jugador.

Para ello y en primer lugar, en la Sección II se revisa el trabajo existente sobre las dimensiones afectivas y la generación de emociones en los videojuegos; a continuación, la Sección III presenta el diseño y desarrollo la implementación del videojuego y el generador estocástico, ilustrándose el resultado en la Sección IV; finalmente, en la Sección V se exponen las conclusiones y el trabajo futuro.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Lejos de ser únicamente instrumentos de ocio, los videojuegos generan respuestas de diversa naturaleza en el jugador [3] [4]. Éstas se presentan en forma de emociones, evaluaciones cognitivas o motivaciones [5]. Existe una amplia literatura que analiza estos efectos [6], y que van desde la diversión [7] hasta el horror [8]. No obstante, estas propuestas no parecen contemplar el potencial del discurso del videojuego para evocar dinámica y automáticamente dichas respuestas. De esta forma, las técnicas observadas se circunscriben principalmente a la modificación de los niveles de dificultad [9].

Si bien se evidencia que la dificultad de la partida afecta a la capacidad de enfrentar los desafíos y, por tanto, a la emoción por la indefensión del personaje [10], existen otras dimensiones emocionales que apenas han sido tratadas explícitamente. Dichas dimensiones emocionales fueron estudiadas por Bradley et al. (1999) [11] en su estudio sobre normas afectivas asociadas a términos (ANEW), y son la valencia, la intensidad y el control. La valencia emocional V describe en qué grado un elemento causa una emoción placentera [12];

la intensidad A determina en qué grado un estímulo genera excitación [13]; por último, el control D refleja el dominio que un individuo siente, variando desde la falta total de control hasta el control absoluto [14].

En Delatorre et al. (2017) [15], dichas dimensiones emocionales fueron incluidas en una formulación –enunciada en la Ecuación 1– para la cuantificación del suspense narrativo, encontrándose una correlación de $r = 0,8196$, $p < 0,05$ entre el suspense estimado por la formulación y los valores reportados por el estudio ANEW. Sin embargo, este experimento se circunscribía a la evocación del suspense en sujetos espectadores, no jugadores.

$$\psi = f(V, A, D) = \frac{\Delta^{-1}V + \Delta A + \Delta^{-1}D}{\Delta_V V + \Delta_V A + \Delta_V D} \quad (1)$$

donde V , A y D representan, respectivamente, valencia, intensidad y control. El operador Δ obtiene la diferencia entre el valor actual y el más bajo posible en la escala de medida –valor 1, en los experimentos de Bradley et al. (1999)–; Δ^{-1} obtiene la diferencia entre el valor más alto posible –valor 9– y el valor actual en la dimensión medida; y Δ_V , obtiene la diferencia entre el valor más alto y más bajo posible. En consecuencia, la Ecuación 1 devuelve un valor más alto cuanto más baja es la valencia, más alta es la intensidad y más bajo es el control.

En este contexto, se pretende emplear el trabajo de Delatorre et al. (2017) como base para el diseño y desarrollo de un generador estocástico de partidas jugables, varias de cuyas características y restricciones dependen del valor parametrizado por el jugador para cada una de las tres dimensiones emocionales. Si bien el generador no está necesariamente orientado a entornos de suspense, se emplea el resultado de aplicar la Ecuación 1 como factor de evaluación, al ser la única valoración cuantitativa actualmente encontrada en la literatura.

III. IMPLEMENTACIÓN

Desarrollado en Unity 3D¹, el videojuego FPS construido para esta contribución propone al jugador la inmersión en un terreno boscoso compuesto por llanos y elevaciones, en el cual debe localizar una serie de cofres. Para ganar la partida, el jugador debe conseguir todos los cofres antes de que su energía se agote a causa de los ataques de los enemigos. Los cofres se distribuyen al azar por el mapa, en el que también se encuentran los enemigos, cuya tipología, predictibilidad y agresividad dependerá de los niveles de afectación emocional especificados. Dicha configuración también afecta a otros eventos del universo, por ejemplo, un árbol que cae cuando el personaje pasa cerca de él o un objeto que cambia bruscamente de lugar. Para ganar la partida, el jugador debe conseguir todos los cofres antes de que su energía se agote a causa de los ataques de los enemigos.

Para la creación de cada partida, en primer lugar el sistema genera un mapa compuesto por explanadas y montañas. A continuación, analiza el terreno para detectar las zonas

jugables del juego, en la que se ubicarán los diferentes elementos. Posteriormente y en función de los valores de afectación emocional en las tres dimensiones, se crean instancias de los diferentes elementos y se colocan en posiciones jugables tomadas al azar. Finalmente, se procede a dar el control al jugador para el comienzo de la partida.

A continuación, se detallan estos pasos.

III-A. Generación automática de terrenos

Para la construcción de terrenos se emplea una implementación de la ecuación de Perlin Noise para Unity3D [16]. Dicha aproximación proporciona valores pseudo-aleatorios óptimos cuando se trata de generar orografías realistas [17]. No obstante, la implementación de Unity3D devuelve valores que tienden a 1 y, por tanto, genera mapas como el que se muestra en la Figura 1. De esta manera y a pesar del realismo del terreno, éste carece de las partes lisas necesarias para insertar los elementos con los que interactuará el jugador.

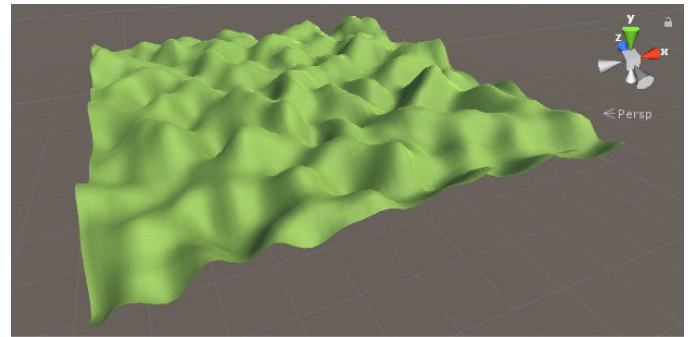


Figura 1: Terreno generado con ecuación de Perlin Noise

Para corregir esto, se modificó el algoritmo para controlar el nivel de ruido [18]. De esta forma se obtienen terrenos con zonas llanas manteniendo suficientemente el realismo deseado, como se ilustra en la Figura 2.

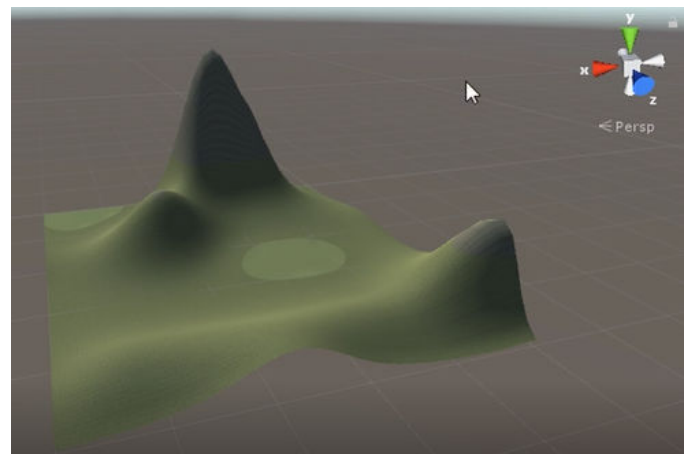


Figura 2: Terreno con ecuación de Perlin Noise modificada

En dicha Figura 2 se aprecia también la aplicación de texturas para permitir la diferenciación visual de las distintas alturas, siendo los niveles más bajos de color verde claro, el

¹<https://unity3d.com/es>



verde oscuro para las zonas entre las montañas y, el marrón, sobre las zonas montañosas por las que no es posible transitar.

En relación al tamaño del mapa, se han considerado tres posibilidades: pequeño, mediano y grande. Esto determina el número de árboles y cofres en escena, tal y como se reporta en la Tabla I.

	pequeño	mediano	grande
tamaño	257	513	1025
árboles	150	300	700
cofres	3	6	10

Tabla I: Número de árboles y cofres según el tamaño de mapa

III-B. Detección de zonas jugables

Una zona se considera jugable si cumple con determinadas restricciones de altura, para lo cual se realiza un recorrido de las distintas zonas del mapa y marcando aquéllas que superan la restricción. A este respecto, se consideró un porcentaje óptimo de terreno jugable aquél que ocupaba el 60 % del mapa. La Figura 3 ilustra el resultado del proceso, mostrando en verde las zonas jugables y, en rojo, las no jugables.

III-C. Inclusión de elementos en la partida

Mediante un menú previo a cada partida, el usuario debe escoger la configuración deseada en cuanto a tamaño de mapa y al valor de cada una de las tres dimensiones afectivas, como se muestra en la Figura 4. En ella se observa también el valor de suspense, resultado de aplicar la fórmula de la Ecuación 1.

Tras pulsar el botón 'GENERAR', da comienzo el proceso de generación del juego.

A partir de la primera población aleatoria de árboles y cofres declarados como elementos estáticos, Unity se encarga de generar una capa sobre el terreno sobre la que pueden desplazarse los personajes teniendo en cuenta los nuevos obstáculos existentes. A su vez, los personajes se conectarán al terreno mediante un componente *NavMesh Agent*. La Figura 5 muestra la capa generada.

Posteriormente se incluyen los personajes no-jugadores (NPC) y eventos, teniendo en cuenta el valor de las dimensiones afectivas. En concreto:

- **Caracterización relativa a la valencia**

La valencia representa la percepción positiva o negativa del estímulo. Así, las características relativas a la valencia se han relacionado con el tamaño y la gravedad de las posibles amenazas, siendo menores y más débiles cuando mayor es el valor de la dimensión. En el caso de valencia muy alta, los enemigos se sustituyen por animales pacíficos que interactuarán con el jugador

- **Caracterización relativa a la intensidad**

Se ha considerado que la intensidad emocional del jugador puede corresponderse potencialmente a la capacidad de ataque del personaje. De esta forma, la capacidad de su arma y la cantidad de munición es proporcional a la intensidad escogida.

- **Caracterización relativa al control**

La dimensión de control se relaciona con la indefensión del personaje, esto es, cuánto dominio percibe el jugador para salir exitoso de la partida. En consecuencia, cuanto mayor control se haya escogido, mayor cantidad de vida tendrá el jugador. Asimismo, se añade un minimapa si el valor de control supera la mitad de su valor. Dicho minimapa mostrará la ubicación de los cofres. En casos en los que el control se aproxime a su máximo, también mostrará la posición de los enemigos. Una imagen del minimapa puede observarse en la Figura 6.

- **Caracterización relativa al cómputo del suspense**

En esta versión, las interacciones entre las tres dimensiones se han simplificado a través del cálculo de la Ecuación 1. El suspense resultante se relaciona con aspectos del entorno y con la inclusión en la partida de una amenaza constante. Así, la luz ambiental se reduce proporcionalmente a este valor. De igual modo, cuando el nivel es muy elevado -es decir, en las situaciones extremas de muy baja valencia, muy alta intensidad y muy bajo control-, el sistema introduce a un enemigo especial que se moverá por el mapa en busca del personaje, finalizando la partida en caso de colisión con él. Asimismo, se incluyen eventos como árboles que caen u objetos que cambian de lugar.

La Tabla II resume los criterios referidos en este apartado.

IV. EJEMPLOS DE ESCENARIOS GENERADOS

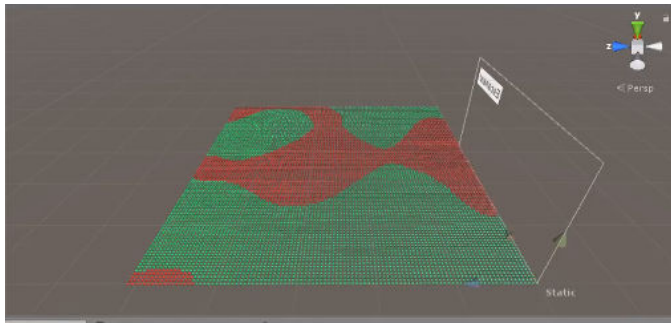
Las Figuras 7a, 7b y 8 ilustran algunos ejemplos generados con la aplicación.

En concreto, las Figuras 7a y 7b muestran una versión donde el nivel de intensidad es bajo, por lo que el jugador no tiene armas. Asimismo, el nivel de control es alto en ambos casos, mostrando el minimapa en la parte inferior. Sin embargo, en conjunto la partida generada en la Figura 7a tiene un mayor valor de suspense, lo que provoca una reducción de luz en el entorno.

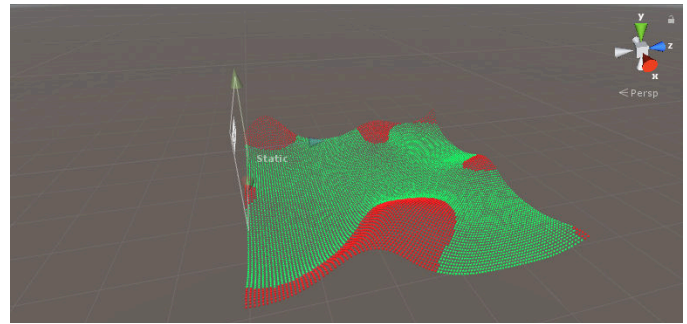
En contraposición, el escenario de la Figura 8 revela una pistola debido a que el nivel de intensidad se parametrizó a un valor entre 0.25 y 0.5. Al ser la dimensión de control menor de 0.5, se observa también la cantidad media de energía y la falta de minimapa. Finalmente, la valencia fue establecida al máximo, por lo que aparecen animales a lo largo del terreno. El valor de suspense, en el rango 0.25 a 0.5, aporta una luz ambiental alta.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta el diseño y desarrollo de un videojuego FPS cuyas partidas son construidas de manera estocástica en función del valor de tres dimensiones emocionales: valencia, intensidad y control. Para ello, se ha descrito el proceso de generación aleatoria de los mapas mediante la ecuación modificada de Perlin Noise, la selección de las zonas jugables y la inclusión de los diferentes elementos del entorno, teniendo en cuenta el tamaño del mapa y las dimensiones referidas, y obteniendo así un juego distinto en cada generación. La consideración de estas dimensiones implican modificaciones



(a) Ilustración en dos dimensiones de zonas jugables



(b) Ilustración en tres dimensiones de zonas jugables

Figura 3: Ilustraciones de zonas jugables

	valencia	intensidad	control	suspense
[0, 0,25]	enemigos duros	sin arma	energía baja	luz máxima, sin eventos
(0,25, 0,5]	enemigos medios	pistola	energía media	luz alta, algunos eventos
(0,5, 0,75]	enemigos débiles	ballesta	energía alta, minimapa con cofres	luz media, varios eventos
(0,75, 1]	personajes inofensivos	bazoca	intocable, minimapa con cofres y enemigos	luz baja, muchos eventos, enemigo especial

Tabla II: Caracterización de los elementos por valor de las dimensiones emocionales



Figura 4: Menú de configuración de partida



Figura 6: Minimapa

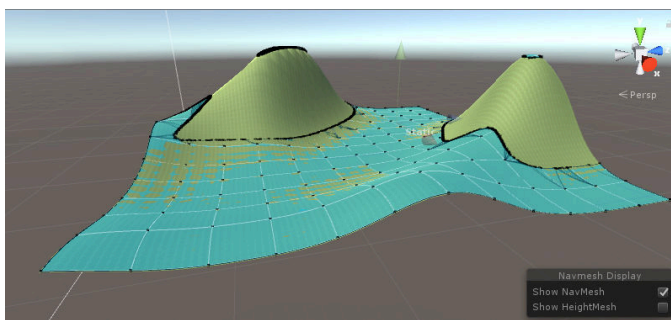


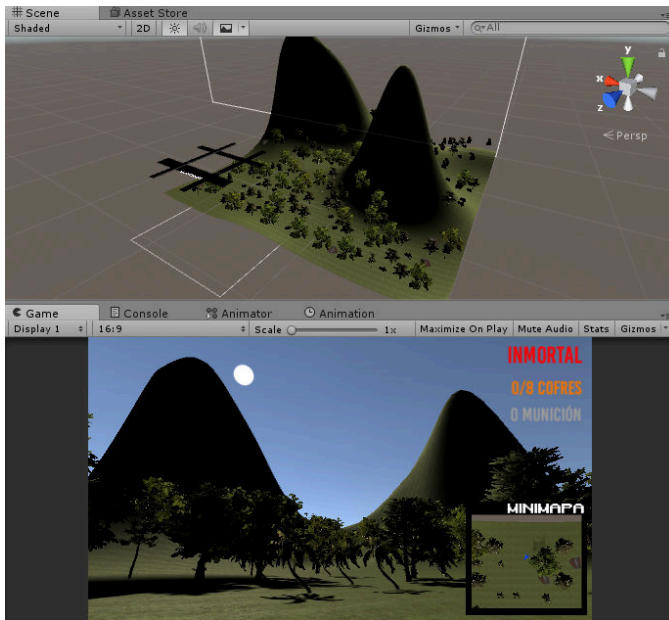
Figura 5: Mapa con zonas jugables calculadas

en varias características del juego: enemigos, recursos del protagonista, eventos del terreno y luz ambiental. Se pretende que esta aproximación sirva de base para el diseño de estudios relacionados con la computación afectiva².

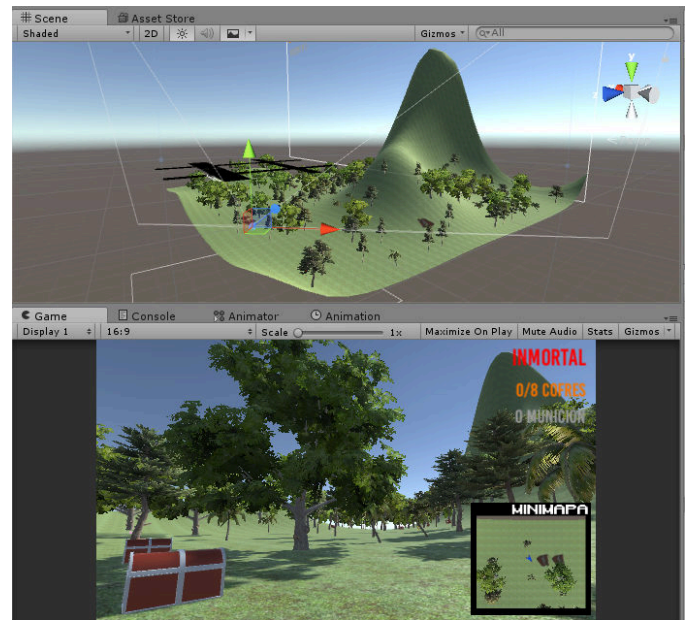
²El código fuente de este software puede descargarse bajo licencia libre en el siguiente enlace: <https://github.com/JoseManuelMartinez/GameGenerator>

En cuanto al sistema propuesto, algunas decisiones de diseño merecen ser puntualizadas. En primer lugar y dado que el objetivo era presentar un generador estocástico de partidas adaptable a la aficción emocional esperada, los criterios por los que se ha asociado cada dimensión a sus respectivas características del universo del juego no están suficientemente sustentadas. De esta forma, por ejemplo, en cierta medida es discutible la consideración de que una mayor intensidad emocional se obtiene cuando el personaje tiene más recursos, o en qué grado el tamaño del enemigo, asociado a la valencia, se solapa con otras dimensiones. No obstante, estas dependencias no son obligatorias, sino escogidas por el diseñador del juego que implemente el generador estocástico.

Por otro lado, aunque la elección de un terreno boscoso parecería limitar el alcance de la propuesta, el sistema no determina éste como el único escenario posible. Al contrario, el proceso de generación estocástica no depende de la elección del entorno ni de la mecánica, sino de las dimensiones emocionales y la formulación en cuanto a la interacción de éstas. Sin embargo, sí puede ser necesario especializar los componentes constructores debido las características del nuevo



(a) Ejemplo de juego generado 1



(b) Ejemplo de juego generado 2

Figura 7: Ejemplos de juegos generados 1 y 2

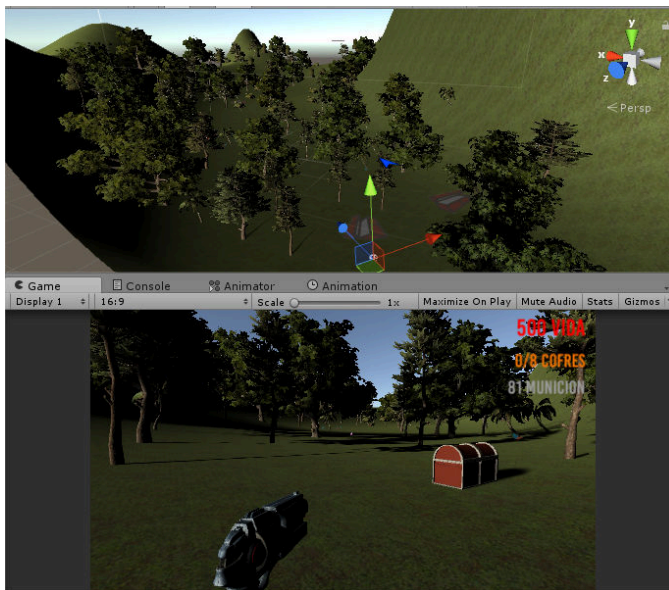


Figura 8: Ejemplo de juego generado 3

universo, lo cual queda a criterio del diseñador.

Asimismo, el entorno inmersivo-afectivo propuesto sugiere la experimentación con periféricos como gafas de realidad virtual o dispositivos de control gestuales³. Igualmente, la obtención de las respuestas fisiológicas de los jugadores mediante medidores biométricos o sensores de ondas permitiría evaluar el efecto ponderado de cada una de las dimensiones y, en su

³La versión facilitada ya incluye un módulo para la manipulación de los cofres mediante la tecnología *Leap Motion*.

caso, la detección de efectos colaterales derivados de la propia tipología del juego. Además, la posibilidad de identificación de las variaciones anímicas del jugador habilitaría nuevas estrategias en la transformación de las partidas durante su ejecución.

Se estima también que un avance sustancial en materia de inclusión dinámica de elementos efectivos vendría de la mano de la combinación del generador propuesto con un sistema de generación automática de historias [19] [20], construyendo la partida mediante la implementación de los NPC como agentes múltiples y teniendo en cuenta la decisión del jugador en momentos críticos de la trama. Esto puede ampliarse a la extensión del mapa conforme el personaje principal avanza, lo cual es aplicable tanto a su tamaño como a su tipología de acuerdo con las dimensiones afectivas y las propias interacciones con el entorno.

No obstante a ello y debido a que el objetivo del proyecto es la evocación de respuestas emocionales específicas, la validez del sistema debe ser probada mediante un estudio con usuarios finales que permita ratificar los resultados obtenidos. Un experimento para la evaluación del videojuego por parte de sujetos humanos se encuentra en fase de diseño y será incluido en posteriores contribuciones.

REFERENCIAS

- [1] J. Takatalo, J. Häkkinen, J. Kaistinen, and G. Nyman, "Presence, involvement, and flow in digital games," in *Evaluating user experience in games*. Springer, 2010, pp. 23–46.
- [2] J. Togelius and G. N. Yannakakis, "Emotion-driven level generation," in *Emotion in Games*. Cham, Switzerland: Springer, 2016, pp. 155–166.
- [3] E. Hudlicka, "Affective computing for game design," J. Kienzle, H. Vangheluwe, and C. Verbrugge, Eds.

- [4] K. M. Gilleade, A. Dix, and J. Allanson, "Affective videogames and modes of affective gaming: Assist me, challenge me, emote me," in *Conference Proceedings of DiGRA'05, Changing Views: Worlds in Play*, Digital Games Research Association, Vancouver, Canada, 2005.
- [5] J. Komulainen, J. Takatalo, M. Lehtonen, and G. Nyman, "Psychologically structured approach to user experience in games," in *Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges*. ACM, 2008, pp. 487–490.
- [6] B. Perron, "A cognitive psychological approach to gameplay emotions," in *Conference Proceedings of DiGRA'05, Changing Views: Worlds in Play*, Digital Games Research Association, vol. 3, Vancouver, Canada, 2005, pp. 1–10.
- [7] H. Wang, M. Gotsis, M. Jordan-Marsh, D. Spruijt-Metz, and T. Valiente, "Leveling up: Game enjoyment threshold model and player feedback on the design of a serious game," Buffalo, NY, pp. 1–9, 2010.
- [8] P. Toprac and A. Abdel-Meguid, "Causing fear, suspense, and anxiety using sound design in computer games," in *Game Sound Technology and Player Interaction: Concepts and Developments*, M. Grimshaw, Ed. IGI Global, 2010, ch. 9, pp. 176–191. [Online]. Available: <https://www.igi-global.com/chapter/causing-fear-suspense-anxiety-using/46792>
- [9] C. Liu, P. Agrawal, N. Sarkar, and S. Chen, "Dynamic difficulty adjustment in computer games through real-time anxiety-based affective feedback," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 25, no. 6, pp. 506–529, 2009.
- [10] J. Frome and A. Smuts, "Helpless spectators: Generating suspense in videogames and film," *TEXT technology*, vol. 13, pp. 13–34, 2004.
- [11] M. M. Bradley and P. J. Lang, "Affective norms for english words (ANEW): Instruction manual and affective ratings," Technical Report C-1, The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida, Tech. Rep., 1999.
- [12] F. M. Citron, M. A. Gray, H. D. Critchley, B. S. Weekes, and E. C. Ferstl, "Emotional valence and arousal affect reading in an interactive way: neuroimaging evidence for an approach-withdrawal framework," *Neuropsychologia*, vol. 56, pp. 79–89, 2014.
- [13] D. E. Berlyne, "Conflict, arousal, and curiosity," *McGraw-Hill Series in Psychology*, vol. XII, 1960.
- [14] M. Montefinese, E. Ambrosini, B. Fairfield, and N. Mammarella, "The adaptation of the Affective Norms for English Words (ANEW) for Italian," *Behavior research methods*, vol. 46, no. 3, pp. 887–903, 2014.
- [15] P. Delatorre, M. Palomo-Duarte, and P. Gervás, "Formalising suspense from immersive environments," in *Proceedings of 3rd Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videjuego (CoSECiVi 2016)*, ser. CEUR Workshop Proceedings, D. Camacho, M. A. Gómez-Martín, and P. A. González-Calero, Eds., vol. 1682, Barcelona, Spain, 2016, pp. 25–36. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-1682/>
- [16] A. G. Hernández, "Generación aleatoria de terrenos 3d con unity," 2015.
- [17] F. K. Musgrave, C. E. Kolb, and R. S. Mace, "The synthesis and rendering of eroded fractal terrains," in *ACM Siggraph Computer Graphics*, vol. 23, no. 3. ACM, 1989, pp. 41–50.
- [18] M. Olano, "Modified noise for evaluation on graphics hardware," in *Proceedings of the ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS conference on Graphics hardware*. ACM, 2005, pp. 105–110.
- [19] C. León and P. Gervás, "A top-down design methodology based on causality and chronology for developing assisted story generation systems," in *Proceedings of the 8th ACM conference on Creativity and cognition*. ACM, 2011, pp. 363–364.
- [20] R. H. García-Ortega, P. García-Sánchez, J. J. Merelo, A. San Ginés, and Á. Fernández Cabezas, "The story of their lives: Massive procedural generation of heroes' journeys using evolved agent-based models and logical reasoning," in *Applications of Evolutionary Computation - 19th European Conference, EvoApplications 2016, Porto, Portugal, March 30 - April 1, 2016, Proceedings, Part I*, ser. Lecture Notes in Computer Science, G. Squillero and P. Burelli, Eds., vol. 9597. Springer, 2016, pp. 604–619.