

INVESTIGACIÓN SOBRE LA CORRELACIÓN ENTRE LAS HABILIDADES COGNITIVAS DEL JUGADOR Y SUS HABILIDADES DENTRO DE UN VIDEOJUEGO

Sergio A. Covarrubias Sánchez // sercova@keepin-games.com

Resumen

Esta investigación plantea la posibilidad de establecer una relación y correspondencia entre el nivel de desarrollo de las habilidades cognitivas del jugador y su desempeño mientras recorre las escenas dentro de un videojuego. Para acercarse a una conclusión, la investigación se concentra en un conjunto acotado de habilidades cognitivas sobre las cuales existe cierto consenso en su significado desde el punto de vista de la psicología: las funciones ejecutivas.

Por otra parte, a través de métodos de Inteligencia Artificial, es posible abordar la complejidad de medir, registrar y clasificar el comportamiento de un jugador durante su gameplay (forma de jugar o modo de juego).

Establecer una homologación o, al menos, una correspondencia entre lo que ocurre dentro de un videojuego y las habilidades cognitivas que un niño o adolescente aplican sobre el mundo real, sería un gran aporte para aquella población con necesidades de aprendizaje especiales dentro del contexto, por ejemplo, de los programas de integración educativa.

Lo que aparece en este documento es el sustento para comprobar empíricamente todo lo propuesto a través de un proyecto en progreso para la creación de un videojuego que permita medir el nivel de desarrollo de las funciones ejecutivas de un jugador humano.

Palabras clave

Psicología, Funciones Ejecutivas, Videojuego, Inteligencia Artificial, Gameplay, Programas de Integración Educativa

Abstract

This research raises the possibility of establishing a relationship between players' level of development of cognitive abilities versus their performance as they travel through diverse settings within a video game.

To draw a conclusion, this research focuses on a limited set of cognitive skills on which psychology has determined to a certain extent; namely executive functions. On the other hand, through Artificial Intelligence methods, it is possible to approach the complexity of measuring, recording and classifying the behavior of players during their gameplay (the way of playing or game mode).

Establishing a homologation or, at least, a relationship between what happens in a video game and the set of cognitive abilities that a child or adolescent applies in the real world would be a great contribution for the design of educational integration programs for people with special learning needs.

In that sense, what is revealed in this study supports empirically to verify what has been proposed through a project in progress for the creation of a videogame that allows us to measure the level of development of the executive functions of a human player.

Keywords

Psychology, Executive Functions, Video game, Artificial Intelligence, Gameplay, Educational Integration Programs.

1 INTRODUCCIÓN

A través de un lenguaje simple, este informe pretende ser una oportunidad para introducir en la relación virtuosa que existe entre los videojuegos y la inteligencia artificial.

Por un lado los desarrolladores de videojuegos tendrán una pequeña muestra de métodos un poco más sofisticados de los utilizados en los videojuegos para proporcionar cierto comportamiento ad-hoc a los personajes no jugables (NPC, de sus siglas en inglés). Y por otra parte, aquellos interesados en la investigación de la inteligencia artificial, encontrarán en los videojuegos un gran aliado por motivos que no se detallarán en este trabajo, pero que son la especialidad de autores que se mencionan acá. La lectura en algunas partes podría volverse un poco más lenta al requerir cierta familiaridad con los conceptos y palabras que están ligados al tema de la inteligencia artificial, pero siempre con la oportunidad de profundizar en cada materia a través de la bibliografía propuesta.

2 PREPARATIVOS

2.1 BASES CONCEPTUALES

2.1.1 LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

Para comprender las funciones ejecutivas, se considera la definición hecha por Gilbert y Burgess (2008).

"(...) las capacidades implicadas en el inicio, la supervisión, la regulación, la puesta en marcha y el reajuste del comportamiento para alcanzar metas complejas, sobre todo aquellas que requieren de una intervención novedosa y creativa."

Y para efectos del análisis se considerarán solo cinco de ellas:

1) Razonamiento Fluido: Es la habilidad para detectar relaciones conceptuales subyacentes entre objetos visuales y usar el razonamiento para identificar reglas y aplicarlas.

2) Memoria de Trabajo: Habilidad para registrar, mantener y manipular información visual y auditiva en la conciencia.

3) Velocidad de procesamiento: precisión para identificar estímulos visuales, tomar e implementar cierta cantidad de decisiones en un intervalo de tiempo.

4) Autorregulación: Proceso interno y voluntario, aunque no necesariamente consciente, que permite al sujeto controlar procesos emocionales y cognitivos.

5) Estimación temporal: capacidad de calcular de manera aproximada el paso del tiempo y la duración de un suceso o actividad.

Adicionalmente, no se hará distinción entre las funciones ejecutivas frías (cool executive functions) y las cálidas (hot executive functions). Donde las primeras se refieren a las que surgen frente a problemas abstractos y con poca información, mientras que las últimas están más vinculadas a la participación de las emociones y la significación afectiva de los elementos que forman parte del problema a resolver (Zelazo & Carlson, 2012).

La utilización de un videojuego como instrumento de medición, permite no tener que hacer la distinción entre un tipo de función ejecutiva y otro. Los elementos que aparecen en una escena se definen de acuerdo al nivel de información que se requiere entregar, desde lo más abstracto hasta lo más concreto. Además, está la posibilidad de detectar las emociones del jugador a través de una cámara y la ayuda de un método de reconocimiento de sentimientos.

2.1.2 SOBRE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En términos sencillos, la Inteligencia Artificial debe ser comprendida como aquel paradigma utilizado para la resolución de problemas de alta complejidad. De aquellos que solo los seres humanos han sido capaces de resolver (como jugar ajedrez) y de aquellos que solo se esperaría que un ser humano llegue en algún momento a un resultado si no tuviera ciertas limitantes como la longevidad y su capacidad de cómputo (como el problema del vendedor viajero). Y pensando en estas limitantes es que las máquinas pasan a ser la alternativa adecuada para proporcionarles esta "inteligencia humana" con la ayuda de algún método o técnica para pasar a ser una "inteligencia artificial".

La principal dificultad, de hacer esto, está en que ni siquiera los propios humanos están seguros de entender cómo resuelven los problemas y, menos aún, cómo hacerlo con aquellos más complejos (reconocimiento facial, procesamiento de lenguaje natural, entre muchos otros). Los mejores acercamientos sobre cómo el ser humano resuelve problemas complejos son estudios de años sobre las arquitecturas cognitivas, tales como SOAR (Laird & Rosenbloom, 1996).

2.2 LOS VIDEOJUEGOS

El connotado diseñador y desarrollador de videojuegos Sid Meier, conocido por la franquicia "Civilization" (MicroProse, 1991) entre muchos otros títulos, acuñó por primera vez en su charla de la GDC 1989, una definición sencilla para los videojuegos: "Un juego es una serie de decisiones interesantes" (Rollings & Adams, 2003). Desde entonces, esas palabras han sido materia de estudio incluso en el ámbito de la investigación sobre inteligencia artificial. Por otra parte, particularmente los videojuegos han permitido el desarrollo de un nuevo concepto denominado "Game-based learning" (Charlier., Remmele & Whitto, 2012).

"(...) que los videojuegos sean una manera eficaz para motivar al alumno y para que el estudiante participe en experiencias de aprendizaje activo"

Es decir, los videojuegos en sí mismos son una motivación interesante a la hora de requerir la atención de niños, adolescentes e incluso adultos durante un determinado tiempo para estudiar su comportamiento.

Para efectos de esta investigación, se considera al videojuego compuesto de escenas donde el jugador, a través del personaje que controla, recorre cada una de ellas desde un inicio hasta un fin para lograr un objetivo.

Adicionalmente, en esta investigación se entenderá por "nivel" la dificultad que encierra cada escena o conjunto de escenas, lo que está más relacionado con la cantidad, variabilidad y ubicación de los elementos que participan en la escena y que se obtiene a través de un indicador que se calcula con un algoritmo determinista simple.

2.3 EL ESFUERZO

La experiencia en el área del desarrollo de software indica que dada una tarea, existe un esfuerzo asociado para llevarla a cabo. Este esfuerzo dependerá de la complejidad propia del problema (la tarea) y de la experiencia de quien la realiza. ¿Por qué elegir hacer la comparación con la creación de software? La respuesta es porque hacer software es tan intangible como muchas de las tareas que realiza un jugador en un videojuego para llegar hasta el objetivo de cada escena. Hubo muchos intentos de relacionar el esfuerzo a líneas de código, puntos de función o algo más concreto que ayudara a tener la certeza de que la tarea estaba siendo bien dimensionada y, por lo tanto, determinar la fecha de entrega de una forma más precisa (Pressmann, 2010).

"La realidad de un proyecto técnico (ya sea que implique construir una hidroeléctrica o desarrollar un sistema operativo) es que cientos de pequeñas tareas deben ocurrir para lograr una meta más grande."

3 DESARROLLO

3.1 LA TAREA DENTRO DE UN VIDEOJUEGO

Dentro de un videojuego hay tareas que son fácilmente reconocibles como la pelea contra un jefe de nivel, descifrar un puzle o evitar un obstáculo al correr. Pero estas y otras más son el resultado de distintas otras tareas que debieron ser cumplidas de forma concurrente, con cierta precedencia, con más o menos información y con recompensas a corto y largo plazo.

Independientemente de las métricas utilizadas para determinar el esfuerzo necesario para realizar una tarea específica, en un videojuego la tarea será la misma para distintitos jugadores. Por lo cual, es posible detectar una diferencia en el desempeño de diferentes jugadores a través del esfuerzo que dediquen a la misma tarea.

¿Qué es lo que determina la diferencia en el esfuerzo que dedica un jugador respecto a otro?

Principalmente su capacidad para aplicar su conocimiento en un problema utilizando sus propias habilidades (forma de actuar o arquitectura cognitiva).

También, a partir de la ingeniería de software, se puede derivar que dependiendo de la dedicación o disponibilidad de tiempo, la tarea se completará en un determinado plazo. El detalle es que, en los videojuegos, se pueden diseñar tareas con ciertas características que obliguen a los jugadores a dedicarles la misma cantidad de tiempo.

Con todas estas consideraciones, los resultados para completar una tarea entre un jugador y otro, radicarán en sus propias habilidades y conocimientos los cuales tendrán una implicancia en la cantidad de tiempo que les tome en resolver las problemáticas de cada tarea, es decir, el esfuerzo.

3.2 SECUENCIAS DE ESTADOS EN UNA TAREA

Si bien es cierto, las escenas dentro del videojuego son distintas entre sí, es posible definir una mecánica del juego que sea tal que permita establecer una secuencia de acciones que ayude a determinar el perfil de un jugador.

Para realizar una tarea dentro del juego, los jugadores utilizarán mayormente una secuencia de acciones que sería la más común. Esto permitiría que la medición tome en cuenta, cientos o miles de formas de jugar una misma escena, lo que se traduce en un espectro con las combinaciones más probables de cambios de estados en la escena y la secuencia de las acciones del jugador con su personaje, que los provocan.

3.3 AUTÓMATAS: MÁQUINAS DE ESTADO FINITOS

En inteligencia artificial se utiliza el método denominado máquinas de estado finito, conocido también como autómatas finitos. Para el modelamiento de éstos, es conveniente utilizar cadenas de Markov que son secuencias de estados unidos por transiciones posibles entre unos y otros de acuerdo a las acciones que toma un agente, en este caso, el jugador a través de su personaje en el videojuego.

Georgios., Yannakakis & Togelius (2018), plantean que en un proceso de decisiones Markoviano se identifican los siguientes elementos:

S: Los estados del medio ambiente son una función

de la información del agente sobre el medio ambiente. Es decir, las entradas del jugador (agente).

A: El conjunto de acciones que permiten transitar de un estado a otro. Es decir, las formas posibles en que el jugador interactúa con el medioambiente.

P (s, s', a): La probabilidad de transición desde el estado s al estado s' dada la acción a.

Donde $s \in S$, $s' \in S$ y $a \in A$.

Por lo tanto, de acuerdo a las propiedades de Markov, los estados posteriores que se pueden alcanzar dependen del estado actual y no de la secuencia de eventos que lo precedieron. Todo esto ocurre dentro de un espacio discreto de tiempo, es decir, una secuencia de pasos.

R (s, s', a): Sería la función de recompensa asociada a la transición desde el estado s al estado s' dada la acción a.

De este modo, P y R representan, en conjunto, el modelo del mundo. El dinamismo del ambiente está dado por P y las recompensas a largo plazo están dadas por R. Es decir, se estaría modelando el juego como un conjunto de decisiones interesantes, de aquellas que nos llevan a completar las tareas que permiten terminar cada escena del juego. Este método es ampliamente utilizado en los videojuegos como una forma sencilla de incorporar inteligencia artificial para el denominado comportamiento ad-hoc. Este método es reconocible en efectos básicos tales como el de los oponentes del juego que merodean y atacan bajo ciertas condiciones, por poner un ejemplo, la distancia al personaje del jugador.

3.4 MEDICIONES SOBRE LA SECUENCIA DE ACCIONES

El método de las cadenas de Markov, permite implementar un registro de la secuencia de pasos que realiza un jugador.

En un juego diseñado para resolver una tarea de más de una forma, permitiría ciertas variaciones en las soluciones que entreguen distintos jugadores para una misma escena. Esto bajo el prisma de la programación tradicional determinista, parecería un disparo a los pies. Sin embargo, es una gran oportunidad para resolverlo con técnicas de inteligencia artificial que permiten al juego aprender de sus jugadores. Para esto, se propone un

aprendizaje supervisado clasificando la información que proporcionarán los jugadores en dos aspectos: su edad y si se trata de un jugador arquetipo o de un jugador bajo estudio. Así, el juego sería entrenado con datos proporcionados por jugadores humanos arquetipos o de referencia según su edad. Para luego utilizar esa variedad de formas de resolver una escena del juego, con datos de comparación sobre la secuencia de pasos de un jugador en estudio.

3.5 MÉTODOS DE AGRUPACIÓN (CLUSTERING)

Dentro de los métodos de inteligencia artificial, el aprendizaje no supervisado intenta descubrir asociaciones en los datos de entrada buscando patrones entre todos sus atributos y sin tener acceso a un resultado objetivo (Georgios., Yannakakis & Togelius, 2018).

Clustering corresponde a un método no supervisado de aprendizaje automático, que consiste en encontrar grupos desconocidos de un número de puntos de datos de modo que los datos dentro de un grupo sean similares unos de otros y, a su vez, distintos a los puntos de datos pertenecientes a otro grupo (cluster). El objetivo del algoritmo es clasificar los datos de entrada en clases, sin embargo las etiquetas de estas clases son desconocidas y para esto el algoritmo pretende evaluar la calidad de estas clases en forma iterativa. Este algoritmo se denomina k-means. Sin embargo, debido a que los datos son generados por jugadores humanos individualizables, parece una mejor alternativa utilizar una variante de este algoritmo, que se denomina k-medoid.

“En este modelo el objeto representativo de un cluster es el objeto para el cual la disimilitud media (o equivalente a la disimilitud total) con todos los objetos del cluster es mínimo.” (Kaufman & Rousseeuw, 1987).

3.6 MEDICIONES RESPECTO AL TIEMPO

Junto con medir el comportamiento del jugador a través de la secuencia de acciones que realiza para completar una o más tareas, es necesario incorporar el factor tiempo, ya que se traduce al esfuerzo que dedica cada jugador a terminar una tarea de acuerdo a sus conocimientos y habilidades, como se vio anteriormente.

El videojuego se diseña de tal forma que contenga desafíos bien definidos. El tiempo que demore cada jugador se almacena para el análisis de comparación entre los humanos bajo estudio y los humanos arquetipos. Al ser el tiempo una variable continua, la comparación de este factor se transforma en un desafío bastante complejo.

En algunos casos, se definen intervalos de tiempo para obtener clases discretas de datos. Sin embargo, en este caso, no hay certeza donde cortar estos datos con el fin de posteriormente clasificar el desempeño de un jugador dentro de una de estas clases. Por lo tanto, la única certeza es que se debe registrar el tiempo que le tome al juego pasar de un estado a otro con las acciones que realiza el jugador. Posteriormente, esta data se procesa con el fin de obtener una auto-organización de los datos a través de un método no supervisado como el revisado anteriormente.

CONCLUSIONES

En esta etapa de la investigación, tenemos claridad del QUÉ hacer para encontrar esta correlación entre las habilidades cognitivas de un jugador de videojuegos y su comportamiento o desempeño dentro de él.

Otra certeza a partir de la experiencia de otros investigadores e investigadoras del área de la inteligencia artificial, es que no hay recetas para aplicar uno u otro método. E incluso dentro de la etapa de experimentación, muchas veces es necesario combinar técnicas o incluso partir desde cero con alguna nueva.

El desarrollo del videojuego (project code-name ExecFuncs), trabajo en progreso a esta fecha, ayudará enormemente a determinar el CÓMO y así obtener las conclusiones objetivas que se necesitan junto al apoyo de los especialistas en materia de las funciones ejecutivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Gilbert, S.J., & Burgess, P.W. (2008). Executive Function. *Current Biology*, 18, R110-114
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*, 6, 354-360
- Laird, J.E., Rosenbloom, P.S. (1996). *Mind Matters: A Tribute to Allen Newell*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Rollings, A. & Adams, E. (2003). Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design, p. 61
- N. Charlier, M. Ott, B. Remmele, N. Whitton, Not Just for Children: Game-Based Learning for Older Adults, Proceedings of the 6th European Conference on Games Based Learning, Cork, Ireland, 2012.
- Pressmann, R. S. (2010). *Ingeniería de Software un Enfoque Práctico*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Yannakakis, G.N., Togelius, J. (2018). *Artificial Intelligence and Games*. Springer International Publishing.
- Kaufman, L., Rousseeuw, P.J. (1987). Clustering by means of medoids.
https://www.researchgate.net/publication/243777819_Clustering_by_Means_of_Medoids