

Clasificación de niveles de Super Mario Maker 2 por su dificultad

Patricio Eugenio Cantú Treviño

Noviembre 2025

1. Introducción

Creatividad ilimitada es una de las mejores descripciones que le puedes dar al juego Super Mario Maker 2, ya que en este juego se le permite a los jugadores crear sus propios niveles utilizando las mecánicas de la franquicia de Super Mario, y compartirlos por internet por el resto del mundo.

Cada nivel publicado le es asignado una de 4 dificultades: Fácil, Normal, Experto y Súper Experto. No es completamente claro que es lo que define la dificultad de cada nivel, puede tener cierta relación con el ratio de éxito promedio que se tienen los jugadores al jugar el nivel, pero esta no es una división exacta.

En este artículo, buscaremos encontrar la mejor definición posible para la clasificación de los niveles de dificultad. La información que salga de este análisis podrá ayudar a hacer ingeniería inversa sobre los métodos que usa el juego para estas definiciones.

2. Descripción de los datos

Se trabajara con un conjunto de datos [4] que contiene información de niveles de Super Mario Maker 2 de hasta el año 2022. El conjunto de datos [4] contiene mas de 26 millones de muestras, pero para este análisis se usara una muestra aleatoria de 10,000 muestras.

En el cuadro 1 se ven las variables que se usarán para el análisis y su descripción, las variables no numéricas o categóricas (a excepción de `difficulty`) fueron eliminadas.

También añadí la variable calculada `unique_clear_rate`, la cual se define como $\min\{\frac{\text{clears}}{\text{unique_players_and_versus}}, 1\}$. Añadí esta variable calculada con la creencia de que el porcentaje de completación del nivel por jugador sería un buen estimador para el nivel de dificultad.

3. Antecedentes

Furia and Mocci realizaron un análisis de regresión para predecir la dificultad

Cuadro 1: Descripciones de las variables del conjunto de datos.

| variable | descripción |
|---------------------------|---|
| difficulty | (Categórica) El nivel de dificultad del nivel |
| uploaded | (Entero) Cuando fue publicado el nivel |
| created | (Entero) Cuando fue creado el nivel |
| game_version | (Entero) La versión del juego en la que se creó el nivel |
| world_record | (Milisegundo) El tiempo récord de compleción |
| upload_time | (Milisegundo) El tiempo de compleción del nivel del creador |
| upload_attempts | (Entero) Intentos del creador para publicar el nivel |
| num_comments | (Entero) Cantidad de comentarios en el nivel |
| timer | (Segundo) Tiempo límite para completar el nivel |
| autoscroll_speed | (Entero) Nivel de movimiento automático de la cámara |
| clears | (Entero) Cantidad de intentos exitosos |
| attempts | (Entero) Cantidad de intentos totales |
| clear_rate | (Decimal) Ratio de éxito en las compleciones |
| plays | (Entero) Cantidad de sesiones de juego del nivel |
| versus_matches | (Entero) Cantidad de partidas competitivas |
| coop_matches | (Entero) Cantidad de partidas cooperativas |
| likes | (Entero) Cantidad de me gusta |
| boos | (Entero) Cantidad de no me gusta |
| unique_players_and_versus | (Entero) Cantidad de jugadores que han jugado el nivel |

Cuadro 2: Estadísticos descriptivos de las variables.

| | minimo | Q1 | mediana | Q3 | maximo | media | devs_std |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| uploaded | 1621048585.000000 | 1621060323.250000 | 1621072574.000000 | 1621085646.750000 | 162108964.000000 | 1621073536.052400 | 15445.848509 |
| created | 1039796700.000000 | 1620836505.000000 | 1621075800.000000 | 1621103220.000000 | 2868488580.000000 | 1618842678.642000 | 40335462.936095 |
| difficulty | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 3.000000 | 0.878800 | 0.862430 |
| game_version | 0.000000 | 5.000000 | 5.000000 | 5.000000 | 5.000000 | 4.917800 | 0.482977 |
| world_record | -1.000000 | 9056.250000 | 19070.000000 | 39415.750000 | 1835882.000000 | 33711.396300 | 53235.787054 |
| upload_time | 433.000000 | 19295.000000 | 37502.500000 | 69960.500000 | 499590.000000 | 52789.483700 | 49968.051316 |
| upload_attempts | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 3.000000 | 217.000000 | 3.894600 | 9.416770 |
| num_comments | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 872.000000 | 1.061500 | 13.508959 |
| timer | 10.000000 | 300.000000 | 300.000000 | 300.000000 | 500.000000 | 294.961000 | 113.816053 |
| autoscroll_speed | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 2.000000 | 0.011000 | 0.138134 |
| clears | 0.000000 | 3.000000 | 7.000000 | 19.000000 | 13480.000000 | 23.151400 | 224.180811 |
| attempts | 0.000000 | 14.000000 | 35.000000 | 80.000000 | 166769.000000 | 131.536800 | 2034.905108 |
| clear_rate | 0.000000 | 11.538462 | 29.561460 | 54.545455 | 100.000000 | 36.136169 | 29.164521 |
| plays | 1.000000 | 6.000000 | 14.000000 | 31.000000 | 14135.000000 | 35.647000 | 279.984010 |
| versus_matches | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 5148.000000 | 1.750700 | 70.389901 |
| coop_matches | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 297.000000 | 0.995300 | 7.180239 |
| likes | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 3.000000 | 3126.000000 | 4.551400 | 55.901848 |
| boos | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 641.000000 | 1.411500 | 10.454449 |
| unique_players_and_versus | 1.000000 | 6.000000 | 14.000000 | 30.000000 | 10938.000000 | 32.685700 | 231.207906 |
| unique_clear_rate | 0.000000 | 0.363636 | 0.666667 | 0.976744 | 1.000000 | 0.628823 | 0.316359 |

de los niveles de Super Mario Maker 2 [2], ellos se enfocaron en predecir el *clear_rate*, y el uso del procesamiento de lenguaje natural.

Mientras que Drachen et al. realizaron agrupamiento a jugadores de World of Warcraft segun sus comportamientos [1].

En este análisis me enfoco en predecir la categoría de dificultad a la que cada nivel pertenece, según como los jugadores han interactuado con el. Utilizo tecnicas que ya se han usado con conjuntos de datos similares, pero con un enfoque diferente hacia la clasificación.

4. Metodología

4.1. Determinación número de grupos

Me decanté por el método de silueta para seleccionar la cantidad de k grupos debido su objetividad mas sencilla de comprender. El método de silueta simplemente elige la cantidad de grupos que maximice el coeficiente de silueta, el cual se define como:

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

Donde $a(i)$ es la distancia promedio del punto i a los demás puntos de su propio grupo, y $b(i)$ es la distancia promedio del punto i a los puntos del grupo vecino mas cercano.

4.2. Agrupamiento

Drachen et al. obtuvieron resultados interpretables al usar el análisis de arquetipos en sus datos del comportamiento de jugadores en un videojuego [1]. Fue debido a que yo también estoy utilizando datos generados por usuarios en un videojuego que yo me decante por usar el análisis de arquetipos.

4.2.1. Análisis de arquetipos

El análisis de arquetipos forma grupos con los valores mas extremos de los mismos. El análisis de arquetipos busca minimizar la formula: [3]

$$\min \|X - CZ\|$$

Donde $X \in \mathbb{R}^{N \times d}$ es la matriz con los datos, $Z \in \mathbb{R}^{k \times d}$ es la matriz con los arquetipos, $C \in \mathbb{R}^{N \times k}$ es la matriz de coeficientes de X y Z , N es la cantidad de muestras, d es la cantidad de dimensiones de las muestras y k es la cantidad de arquetipos.

4.3. Selección de características

4.3.1. Filtrado

Elegí primero filtrar los valores utilizando `SelectPercentile` con la función F de clasificación. Este método evalúa cada variable independientemente mediante ANOVA univariado, calculando el estadístico F que mide la relación entre la varianza entre grupos y la varianza dentro de grupos.

Seleccione el percentil 50, reteniendo las características con mayor poder discriminatorio entre niveles de dificultad.

4.3.2. Selección secuencial

Elegí la selección secuencial de características hace adelante como método de envoltura, debido a que genera buenos resultados, de manera mucho mas eficiente.

La selección secuencial hacia adelante, en vez de probar todas las combinaciones posibles, va añadiendo de uno en uno las variables que le dan mas precisión al modelo. Para esta envoltura utilicé el estimador de regresión logística.

Utilicé $f1$ para la calificación, ya que esta especialmente hecha para la clasificación, y se obtiene mediante:

$$F1 = \frac{2 \times TP}{2 \times TP + FP + FN}$$

Donde TP es la cantidad de verdaderos positivos, FP la de falsos positivos, y FN la de falsos negativos.

4.4. Clasificación

4.4.1. Árbol de decisión

Los árboles de decisión clasifican datos dividiendo el espacio de atributos X en regiones R_m . Cada región se asigna a una clase según la proporción de observaciones:

$$p_{mk} = \frac{1}{N_m} \sum_{x_i \in R_m} I(y_i = k)$$

La predicción elige la clase más frecuente en la región:

$$k(m) = \arg \max_k p_{mk}$$

Para evaluar la calidad de las divisiones se usan medidas de impureza como el índice Gini:

$$\text{Gini}(R_m) = \sum_{k=1}^K p_{mk}(1 - p_{mk})$$

5. Resultados

5.1. Agrupamiento

Se realizó el análisis de arquetipos, y con el método de silueta se llegó a que la cantidad óptima de grupos es 2, así como se muestra en los resultados de la figura 1

Utilizando el análisis de arquetipos, obtenemos que según el método de silueta, 2 es la cantidad de grupos ideal, así como se ve en la figura 1.

La figura 3 muestra la posición de los arquetipos generados. Estos arquetipos fueron utilizados para generar las columnas `dist_archetype_0` y `dist_archetype_1`, las cuales contienen la distancia escalada de la muestra a cada arquetipo.

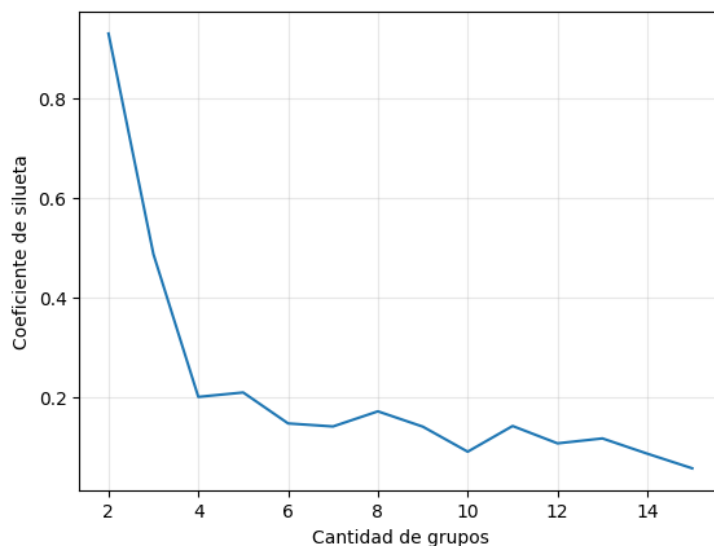


Figura 1: Resultados del método de silueta.

5.2. Selección de características

La filtración inicial de características con `SelectPercentile` resultó en la selección de 10 variables: `world_record`, `upload_time`, `upload_attempts`, `timer`, `clears`, `attempts`, `clear_rate`, `boos`, `unique_clear_rate` y `dist_archetype_1`.

La envoltura posteriormente realizada arrojó los resultados del cuadro 4, aunque técnicamente la combinación de `upload_attempts`, `timer`, y `clear_rate` fue la que generó la mayor precisión, la combinación de `upload_attempts` y `clear_rate` tiene una diferencia del menos del 1 % (82.15 % vs 81.81 %).

Debido a que la diferencia de precisión entre las dos opciones es muy pequeña, me decante por la segunda opción debido a que al utilizar únicamente 2 variables será más fácil realizar los análisis posteriores.

Cuadro 3: Posición de los arquetipos generados.

| columnas | arquetipo 0 | arquetipo 1 |
|---------------------------|-------------------|-------------------|
| uploaded | 1621073311.996442 | 1621064499.760710 |
| created | 1621069388.385310 | 1618211859.649827 |
| game_version | 5.000000 | 4.937985 |
| world_record | 73379.350369 | 33493.542222 |
| upload_time | 84450.556087 | 56586.190645 |
| upload_attempts | 2.492569 | 4.998671 |
| num_comments | 59.369557 | 0.341264 |
| timer | 399.504612 | 292.147930 |
| autoscroll_speed | 0.995046 | 0.000075 |
| clears | 898.714854 | 11.950100 |
| attempts | 1508.373043 | 74.388268 |
| clear_rate | 62.944048 | 34.944737 |
| plays | 1233.543289 | 16.485513 |
| versus_matches | 1812.727027 | 0.245327 |
| coop_matches | 186.847355 | 0.139380 |
| likes | 462.044644 | 1.181371 |
| boos | 225.540396 | 0.917777 |
| unique_players_and_versus | 2927.241496 | 12.214271 |
| unique_clear_rate | 0.521755 | 0.635226 |

Cuadro 4: Los resultados de la selección secuencial de características.

| | avg_score | feature_names |
|----|-----------|--|
| 3 | 0.821842 | upload_attempts, timer, clear_rate |
| 9 | 0.821597 | world_record, upload_time, upload_attempts, timer, clears, attempts, clear_rate, boos, unique_clear_rate |
| 8 | 0.821495 | world_record, upload_time, upload_attempts, timer, clears, attempts, clear_rate, boos |
| 4 | 0.821313 | upload_attempts, timer, clear_rate, boos |
| 5 | 0.821139 | world_record, upload_attempts, timer, clear_rate, boos |
| 6 | 0.820701 | world_record, upload_time, upload_attempts, timer, clear_rate, boos |
| 7 | 0.820509 | world_record, upload_time, upload_attempts, timer, clears, clear_rate, boos |
| 10 | 0.819776 | world_record, upload_time, upload_attempts, timer, clears, attempts, clear_rate, boos, unique_clear_rate, dist_archetype_1 |
| 2 | 0.818724 | upload_attempts, clear_rate |
| 1 | 0.809867 | clear_rate |

5.3. Clasificación

Con las variables `upload_attempts` y `clear_rate` se generaron múltiples árboles de decisión con distintas profundidades máximas, los cuales obtuvieron distintos niveles de precisión que se ven en la figura 1.

De los árboles de decisión generados, el que tiene una profundidad máxima de 7 fue el que generó los mejores resultados, con una precisión del 82.5 %. La figura 3 muestra el resultado del árbol de decisión, y la figura 4 muestra la matriz de discriminación de las clasificaciones del árbol de decisión.

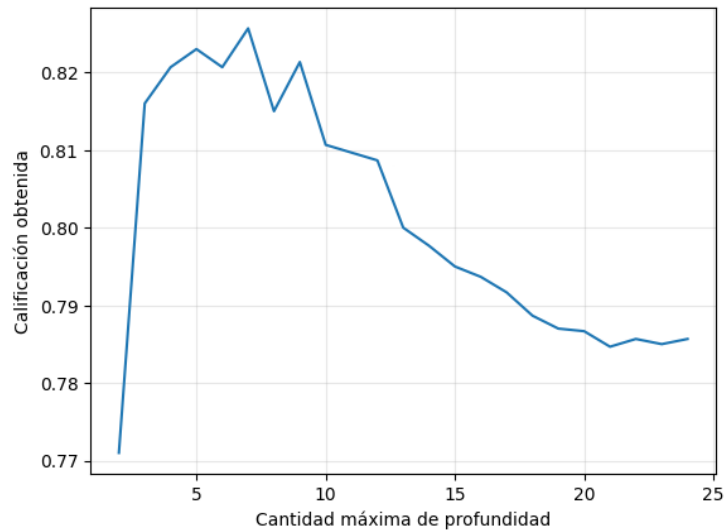


Figura 2: Calificación del árbol de decisión por la cantidad máxima de profundidad.

6. Discusión

6.1. Agrupamiento

La literatura de los datos decía que la cantidad optima de grupos debería de ser 4, debido a que esa es la cantidad de dificultades que queremos clasificar. Pero el método de silueta arrojó que la cantidad optima es de 2 grupos, y por una diferencia substancial.

Ademas, las variables generadas con la agrupación no pasaron la selección de características, por lo que no tuvo un efecto en el resultado de la clasificación.

7. Conclusiones

En este análisis se encontró una muy buena aproximación para la clasificación de la dificultad de los niveles de Super Mario Maker 2. Pero es importante notar que al modelo se le complica detectar los niveles de dificultad Experto, ya que esta tiene muchas similitudes con los niveles Normales.

Aunque no fue capaz encontrar una medida exacta y objetiva de que da el nivel de dificultad, si logramos definir las variables con mayor correlación a esta clasificación.

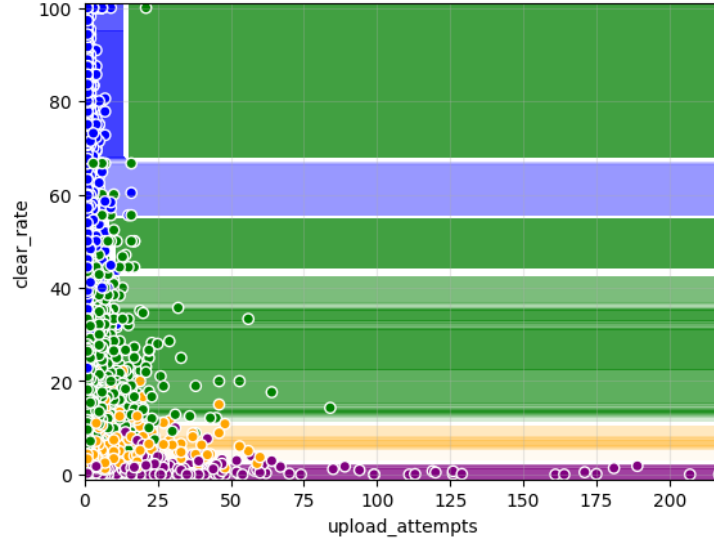


Figura 3: Dispersión de los datos con las áreas del árbol de decisión.

Referencias

- [1] A. Drachen, C. Thureau, R. Sifa, and C. Bauckhage. A comparison of methods for player clustering via behavioral telemetry. *arXiv preprint arXiv:1407.3950*, 2014.
- [2] C. A. Furia and A. Mocci. What makes a level hard in super mario maker 2? In *2025 IEEE Conference on Games (CoG)*, page 1–8. IEEE, Aug. 2025. doi: 10.1109/cog64752.2025.11114357. URL <http://dx.doi.org/10.1109/cog64752.2025.11114357>.
- [3] E. Gomede. Deciphering Data Extremes: A Practitioner’s Guide to Archetypal Analysis, 4 2024.
- [4] TheGreatRambler. mm2_level. https://huggingface.co/datasets/TheGreatRambler/mm2_level, 2022.

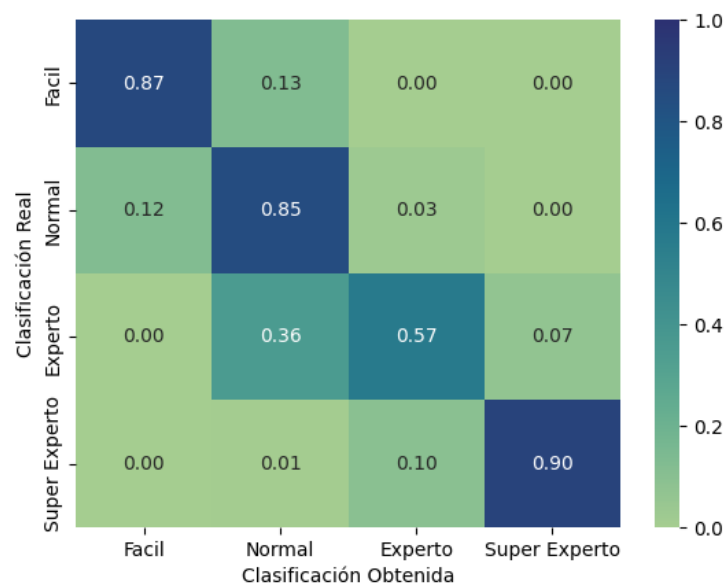


Figura 4: Matriz de discriminación con las clasificaciones del árbol de decisión.