

Quantum Hack 2025. Quantum Simulation of Battlefield Scenarios

Introducción

La simulación de escenarios de combate es un desafío crítico en la optimización de decisiones estratégicas. En estos contextos, la capacidad de predecir y adaptarse a múltiples variables —como posiciones, movimientos, alcance de ataques e interacciones entre unidades— es fundamental para garantizar el éxito de una misión. Sin embargo, los métodos clásicos de simulación, que suelen depender de aproximaciones heurísticas, enfrentan limitaciones significativas. Estas aproximaciones pueden omitir posibilidades clave, lo que conduce a decisiones arriesgadas o incluso a resultados desfavorables.

Con todo, la computación cuántica emerge como una alternativa prometedora. Su capacidad para explorar espacios combinatorios complejos mediante superposición, entrelazamiento e interferencia permite evaluar múltiples escenarios simultáneamente, lo que puede acelerar la optimización de estrategias en entornos dinámicos. Esta ventaja es especialmente relevante en escenarios de combate, donde la interacción entre unidades y la incertidumbre del entorno exigen una evaluación eficiente de todas las posibilidades.

El desafío propuesto en este hackathon busca explorar cómo las técnicas cuánticas pueden aplicarse para simular y optimizar el comportamiento de unidades en un escenario de combate simplificado. Los participantes deberán diseñar algoritmos cuánticos que modelen la interacción entre dos equipos rivales —el Equipo Cuántico y el Equipo Clásico— y evaluar su eficacia en comparación con métodos tradicionales.

Definición del desafío

El escenario de combate se define mediante una **cuadrícula bidimensional** donde dos equipos compiten para derrotar al otro. Cada equipo dispone de unidades con características específicas:

- **Soldados:** Alta resistencia, fuerza media y alcance corto.
- **Arqueros:** Baja resistencia, fuerza media y alcance largo.
- **Caballeros:** Resistencia media, fuerza alta y alcance bajo.

El juego se desarrolla en turnos alternados, siguiendo una estructura de movimientos y combates:

- **Fase de movimiento:** Cada equipo mueve sus unidades según reglas predefinidas. En esta fase se diferencian ambos equipos por la forma de calcular los movimientos.
- **Fase de combate:** Se resuelven las interacciones entre unidades en la cuadrícula.
- **Cambio de turno:** El control pasa al equipo contrario.

El equipo que logre eliminar todas las unidades del oponente o alcanzar un límite de turnos con el mayor número de unidades se declara ganador.

El **Equipo Clásico** utiliza una estrategia basada en **camino aleatorio** para mover sus unidades, mientras que el **Equipo Cuántico** debe implementar un modelo cuántico para tomar decisiones óptimas. Este contraste entre enfoques clásico y cuántico es el núcleo del desafío: ¿puede la computación cuántica superar a los métodos tradicionales en la simulación de escenarios complejos?

Objetivos del desafío

El objetivo principal es demostrar que la computación cuántica puede ofrecer ventajas significativas en la simulación de escenarios de combate, permitiendo identificar estrategias óptimas de manera más eficiente que los enfoques clásicos.

Los participantes deben:

1. **Simular el comportamiento de las unidades** mediante técnicas cuánticas, explorando posibles evoluciones del escenario.
2. **Determinar movimientos óptimos** para cada unidad del Equipo Cuántico, expresados como coordenadas (x, y).
3. **Garantizar que el Equipo Cuántico obtenga la victoria en la mayoría de los escenarios simulados.**

El desafío se evaluará en cuatro configuraciones iniciales de la cuadrícula:

1. **Posiciones frontales:** Ambos equipos enfrentados directamente.
2. **Aislamiento:** Un equipo rodea al otro.
3. **Inversión del escenario anterior:** El equipo rodeado es el que inicia la acción.
4. **Distribución irregular:** Unidades dispersas sin patrones predefinidos.

Ejemplo de flujo de la simulación

Paso 0: Preparación

Se definirán las unidades (tipo y número), de cada equipo, así como la disposición de estas en la cuadrícula (de tamaño adecuado). Se considerará como válida la convivencia de unidades del mismo equipo en una misma celda.

Paso 1: Turno del Equipo Cuántico

Establecimiento del movimiento de cada unidad por medio de técnicas cuánticas. Recomendamos el empleo de Quantum Random Walks, Quantum Approximate Optimization Algorithm, mapeos a sistemas cuánticos, o técnicas de QML para ello. Una vez medidos los circuitos, se reasignarán actualizarán las posiciones de los agentes en función del resultado más probable. Luego, se pasa a la fase de ataque.

En la fase de ataque: Comprobación los requisitos de alcance a unidades enemigas y ataque a estas. Actualización de los valores de salud de los agentes del Equipo Clásico. Las unidades con salud por debajo de 0 se eliminan para los turnos siguientes.

Paso 1.2: Comprobación de las condiciones de victoria

El Equipo Cuántico ganará si tras el paso 2 el Equipo Clásico no tiene más unidades en el campo de batalla. En caso contrario, proseguir al paso 3.

Paso 2: Turno del Equipo Clásico

El equipo clásico mueve sus unidades en función de una técnica de Random Walk. Una vez movido cada agente, se procede a la fase de ataque, en la que se comprueban los requisitos de alcance a unidades enemigas y se actualizan los valores de salud del Equipo Cuántico. Las unidades con salud por debajo de 0 se eliminan para los turnos siguientes. Tendréis acceso al código que implementa esto en el GitHub.

Paso 2.1: Comprobación de las condiciones de victoria

El Equipo Clásico ganará si tras el paso 2 el Equipo Cuántico no tiene más unidades en el campo de batalla. En caso contrario, proseguir al paso 4.

Paso 3: Reinicio de turnos

Si el número de turnos máximo se ha excedido, la simulación se detiene y gana aquel equipo con más unidades en el campo de batalla. En caso contrario, volver al paso 1.