



Laboratorio 1: Sistemas Distribuidos

Cazarrecompensas

Profesor: Jorge Díaz

Ayudantes de Lab: Felipe Marchant V. & Maximiliano Tapia C.

Marzo 2025

1 Objetivos del Laboratorio

- Comprender y aplicar la comunicación en sistemas distribuidos mediante el uso de (gRPC) en Golang.
- Familiarizarse y hacer uso de la comunicación síncrona por medio de **gRPC**
- Profundizar el uso de **Golang**
- Profundizar el uso de **Docker**

2 Introducción

Un sistema distribuido se compone de varias computadoras que colaboran para alcanzar un objetivo común. Para lograr esto, es crucial que se comuniquen mediante el intercambio de mensajes. Este proceso de intercambio de mensajes puede realizarse de diversas maneras. Por ejemplo, puede haber una comunicación síncrona, en la que se espera que los mensajes lleguen en un tiempo específico, o asíncrona, donde no se asume tal condición. Para poner esto en práctica, se propone un problema que requiere implementar una estructura de mensajes síncronos para crear un sistema distribuido capaz de resolver el desafío. Esto se logrará mediante el uso de gRPC para comunicación síncrona. En la siguiente sección, se puede encontrar documentación sobre esta tecnología con enlaces para más información.

3 Tecnologías

- El lenguaje de programación a utilizar es **Go**.
- Para la comunicación se utilizará **gRPC**.
- Para la definición de mensajes entre entidades se usará **ProtocolBuffers**
- Para distribuir el programa se utilizará **Docker**

4 Laboratorio

4.1 Contexto

One Piece es una serie de manga y anime creada por Eiichiro Oda, publicada por primera vez en 1997. La historia sigue a **Monkey D. Luffy** y su tripulación, los **Piratas del Sombrero de Paja**, en su viaje por el **Grand Line** en busca del legendario tesoro conocido como el *One Piece*.

En este universo, el **Gobierno Mundial** ha implementado un sistema de cazarrecompensas que permite capturar piratas buscados a cambio de recompensas. Los **cazarrecompensas** pueden optar por colaborar con **La Marina**, asegurando pagos seguros, o negociar con el Submundo, donde las recompensas son más altas pero existen riesgos de fraudes y traiciones.

Debido al aumento de la actividad pirata y las redadas de la Marina, el **Submundo** se ha vuelto más peligroso. Los cazarrecompensas deben tomar decisiones estratégicas entre la seguridad de la Marina o las ganancias arriesgadas del mercado negro.

En este laboratorio, los estudiantes implementarán un **sistema distribuido con gRPC**, donde coordinarán la captura y entrega de piratas entre el **Gobierno Mundial**, la **Marina**, el **Submundo** y los **cazarrecompensas** enfrentándose a eventos aleatorios y negociaciones dinámicas que afectarán el éxito de cada misión.

4.2 Explicación

En el mundo de los cazarrecompensas, la captura de piratas no es solo una cuestión de habilidad en combate, sino también de estrategia y gestión de riesgos. Para maximizar sus ganancias, los cazarrecompensas deben decidir **dónde entregar a los piratas capturados**, eligiendo entre la **Marina**, que ofrece recompensas seguras pero reguladas, y el **Submundo**, donde las ofertas pueden ser más lucrativas, aunque con un mayor riesgo de fraude o traición.

A diferencia de las misiones tradicionales de la Marina, donde los piratas capturados se transportan de forma ordenada a prisión, en el **Nuevo Mundo** las condiciones son caóticas. Existen múltiples factores que pueden afectar el éxito de una entrega, como **intentos de fuga de los piratas**, **redadas de la Marina** contra el comercio ilegal o **ataques de mercenarios del submundo** para recuperar prisioneros valiosos. Los cazarrecompensas deberán gestionar estos riesgos mientras intentan obtener la mayor cantidad de **Berries** posible (la moneda del mundo de **One Piece**). Para ello, contarán con las siguientes opciones de entrega:

- **Entrega a la Marina:** Es la opción más segura para obtener una recompensa. Sin embargo:
 - La **Marina solo paga** si el pirata sigue en la lista de buscados.
 - Algunos cazarrecompensas con mala reputación podrían **ver sus entregas rechazadas**.
 - Si la actividad del Submundo es demasiado alta, la Marina **reduce el valor de las recompensas**.
- **Venta en el Submundo:** Es una opción más arriesgada pero potencialmente más lucrativa:
 - Generalmente ofrece **precios más altos** que la Marina.
 - Existe un **35% de probabilidad** de que el pago sea un fraude y el cazarrecompensas pierda al prisionero.

- Si la Marina detecta un tráfico elevado de piratas en el Submundo, **lanzará redadas**, confiscando cargamentos de piratas antes de que se completen las ventas.

Probabilidades de Escape y Ataques:

Dado que los **piratas capturados son extremadamente peligrosos**, cada intento de transporte tiene un **riesgo asociado**. Las probabilidades dependen del tipo de pirata y del método de entrega:

- **Intentos de Fuga:**

- Un pirata de **baja peligrosidad** (recompensa < 100 millones) tiene un **15% de posibilidad de escapar**.
- Un pirata de **media peligrosidad** ($100 \text{ millones} \leq \text{recompensa} < 200 \text{ millones}$) tiene un **25% de posibilidad de escapar**.
- Un pirata de **alta peligrosidad** ($200 \text{ millones} \leq \text{recompensa}$) tiene un **45% de posibilidad de escapar**.
- Si un pirata escapa, el cazarrecompensas **pierde su oportunidad de cobrar**.

- **Ataques del Submundo:**

- Si un cazarrecompensas transporta un pirata con recompensa **mayor a 200 millones de Berries**, hay un **35% de probabilidad de que mercenarios del Submundo intenten rescatarlo** antes de la entrega.

- **Redadas de la Marina:**

- Si los cazarrecompensas han vendido demasiados piratas en el Submundo, hay un **30% de probabilidad de que la Marina confisque los prisioneros antes de la venta**.

Ganancias y Pérdidas:

Por cada pirata entregado con éxito, el cazarrecompensas recibe una ganancia equivalente a su recompensa. Sin embargo, en caso de fallar, las pérdidas pueden ser significativas:

1. Si el pirata es entregado a la **Marina**, se recibe el **100% de la recompensa** establecida.
2. Si el pirata es vendido al **Submundo**, se puede recibir entre **100% y 150% de la recompensa** (aleatoriamente), pero existe un **35% de probabilidad de fraude**.
3. Si el pirata escapa, **se pierde la oportunidad de cobro** y el cazarrecompensas sufre una penalización en su reputación.
4. Si la Marina confisca a los prisioneros en una redada, **el cazarrecompensas no recibe nada**.

Es importante recordar que cada intento de transporte tiene un **costo de operación**, por lo que los cazarrecompensas deben optimizar sus decisiones para maximizar sus beneficios y evitar pérdidas innecesarias.

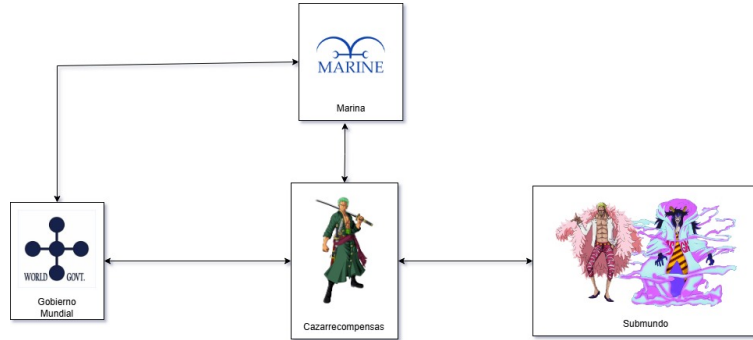


Figure 1: Funcionamiento general del sistema de captura y entrega de piratas

4.3 Gobierno Mundial

El **Gobierno Mundial** es la entidad central encargada de administrar el sistema de cazarrecompensas, regulando las capturas de piratas y gestionando la reputación de los mercenarios. Actúa como intermediario entre los **cazarrecompensas**, la **Marina** y el **Submundo**, determinando qué piratas son considerados una amenaza y estableciendo sus respectivas recompensas.

Funciones del Gobierno Mundial:

- **Publicación de listas de piratas buscados** con sus respectivas recompensas y niveles de peligrosidad.
- **Recepción de informes de captura** por parte de los cazarrecompensas, validando si el pirata sigue en la lista de buscados.
- **Actualización de la reputación de los cazarrecompensas** en función de sus transacciones con la Marina o el Submundo.
- **Ajuste dinámico de recompensas**, dependiendo del número de capturas recientes y la actividad del Submundo.
- **Emisión de alertas** a la Marina si detecta una alta tasa de tráfico ilegal de piratas.

Registro de Piratas:

El **Gobierno Mundial** mantiene un registro en memoria de los piratas buscados, con los siguientes atributos:

ID Pirata	Nombre	Recompensa (Berries)	Nivel de Peligrosidad	Estado
001	Arlong	20,000,000	Bajo	Buscado
002	Crocodile	181,000,000	Medio	Capturado
003	Eustass Kid	515,000,000	Alto	Buscado

Table 1: Ejemplo de registro de piratas buscados.

Cada pirata tiene un **nivel de peligrosidad**, el cual influye en la probabilidad de que intente escapar durante el transporte. Además, su **estado** cambia a *Capturado* cuando es entregado con éxito a la Marina o al Submundo.

4.4 Cazarrecompensas

Los **cazarrecompensas** son los principales actores del sistema, encargados de **capturar piratas y decidir dónde entregarlos**. Para ello, deben evaluar qué opción es más rentable y gestionar los riesgos asociados con cada una.

Funciones de los Cazarrecompensas:

- **Consultar al Gobierno Mundial** para conocer la lista de piratas buscados y sus recompensas.
- **Capturar piratas** y registrar la captura en el sistema.
- **Decidir si entregar el pirata a la Marina o venderlo en el Submundo**, evaluando riesgos y beneficios.
- **Transportar a los piratas** hasta su destino, enfrentando posibles intentos de escape o ataques.
- **Manejar su reputación**, la cual puede mejorar o empeorar según sus acciones.

Estados del Pirata Durante el Transporte:

El **transporte de un pirata capturado** puede tener diferentes resultados según los eventos que ocurran en el camino:

- **En Captura:** El cazarrecompensas tiene retenido al pirata y debe transportarlo.
- **En Camino:** El pirata está siendo trasladado hacia la Marina o el Submundo.
- **Entregado:** El pirata es recibido y el cazarrecompensas obtiene su recompensa.
- **Perdido:** El pirata logra escapar o es rescatado, causando pérdidas al cazarrecompensas.

4.5 Marina

La **Marina** es la organización gubernamental encargada de mantener el orden y **procesar las entregas de piratas capturados** por los cazarrecompensas. Si bien ofrece recompensas seguras, **no siempre acepta a todos los prisioneros** y puede realizar redadas contra el tráfico ilegal de piratas.

Funciones de la Marina:

- **Recibir piratas capturados** y pagar las recompensas establecidas.
- **Rechazar entregas** si el pirata ya no es una prioridad o si el cazarrecompensas tiene una mala reputación.

- **Realizar redadas** si detecta una alta actividad de tráfico en el Submundo, confiscando piratas antes de su venta ilegal.
- **Reducir el valor de las recompensas** si hay demasiadas capturas recientes, para equilibrar la oferta y demanda.

Cálculo de Pago de la Marina:

El pago de la **Marina** sigue estas reglas:

1. Si el pirata está en la lista de buscados, la **Marina paga el 100%** de la recompensa.
2. Si el pirata ya fue capturado anteriormente, la Marina **rechaza la entrega**.
3. Si el cazarrecompensas ha vendido muchos piratas al Submundo, la **Marina reduce el pago en un 50%**.
4. Si el pirata es de alto nivel y hay actividad ilegal, la Marina **puede lanzar una redada** para confiscarlo.

4.6 Submundo

El **Submundo** es una red clandestina donde se pueden vender piratas fuera del control del Gobierno Mundial. Aunque las ofertas suelen ser **más lucrativas que las de la Marina**, también existen **riesgos de fraude y ataques sorpresa**.

Funciones del Submundo:

- **Comprar piratas capturados** a precios **entre 100% y 150%** de su recompensa oficial (valor aleatorio).
- **Realizar fraudes** con un **35% de probabilidad**, evitando pagar a los cazarrecompensas.
- **Enviar mercenarios** para recuperar piratas de alto valor antes de que sean entregados.

Reglas de Pago del Submundo:

El pago de la **venta en el Submundo** depende de varios factores:

1. Si la venta es exitosa, el cazarrecompensas recibe aleatoriamente **entre 100% y 150% de la recompensa oficial**.
2. Existe un **35% de probabilidad** de que la transacción sea un **fraude**, en cuyo caso el cazarrecompensas no recibe nada.
3. Si el pirata vale **más de 200 millones de Berries**, hay un **35% de probabilidad** de que el **Submundo envíe mercenarios** para recuperarlo antes de la entrega.
4. Si la Marina detecta muchas ventas ilegales, puede lanzar una **redada con 25% de probabilidad**, confiscando piratas antes de su venta.

Los cazarrecompensas deben decidir si tomar el **camino seguro con la Marina** o arriesgarse en el **mercado negro del Submundo** para obtener mayores ganancias.

5 Comunicación y Máquinas Virtuales

Para la ejecución del laboratorio se deben utilizar las 4 máquinas virtuales proporcionadas por la universidad (pronto será notificado en aula cómo acceder a éstas), cada una deberá ejecutar una de las cuatro entidades detalladas anteriormente.

Para la comunicación entre las diferentes entidades, se deben utilizar llamadas a procedimientos remotos, empleando gRPC como la tecnología responsable de esta parte.

6 Uso de Docker

Para la ejecución del laboratorio en las máquinas virtuales, se implementará el uso de Docker como herramienta encargada de aislar las instancias de cada uno de los programas a desarrollar.

7 Restricciones

Las librerías de Golang permitidas son:

- `time`
- `strconv`
- `strings`
- `math`
- `math/rand`
- `net`
- `context`
- `fmt`
- `log`
- `os`
- `os/signal`
- `sync`
- `bufio`
- `grpc`

Todo uso de librerías externas que no se han mencionado en el enunciado debe ser consultado con los ayudantes.

8 Consideraciones

- Al momento de instanciar cada entidad, se deberá definir el tiempo de operación, incluyendo el tiempo de espera para la captura de piratas, el tiempo estimado de transporte y la frecuencia con la que los cazarrecompensas consultan la lista de piratas publicada por el Gobierno.
- Simulación del comportamiento de las entidades: Se debe implementar una rutina que permita simular el comportamiento de cada entidad, incluyendo:
 - La generación de listas de piratas buscados por parte del **Gobierno Mundial**.
 - El envío periódico de intentos de captura por parte de los **cazarrecompensas**.
 - La validación de entregas por parte de la **Marina** y el **Submundo**.
 - La ejecución de eventos aleatorios como intentos de escape de piratas, redadas de la Marina y fraudes en el Submundo.
- Interacción entre entidades: El **Gobierno Mundial** debe ser capaz de gestionar múltiples cazarrecompensas simultáneamente, manteniendo un registro en memoria de cada captura. Asimismo, la **Marina** y el **Submundo** deben procesar solicitudes de entrega, asegurando que las transacciones se manejen correctamente.
- Persistencia en memoria: Se deberá mantener un **registro en memoria** con los siguientes datos clave:
 - Estado actual de los piratas buscados.
 - Registro de capturas y entregas realizadas por los cazarrecompensas.
 - Historial de reputación de cada cazarrecompensas en función de sus transacciones con la Marina y el Submundo.
 - Balance financiero de cada entidad, reflejando ganancias y pérdidas.
- Formato de entrada y salida: Se proporcionarán ejemplos de archivos de entrada con **listas de piratas buscados** para que los cazarrecompensas consulten y tomen decisiones. Del mismo modo, se espera que el sistema genere archivos de salida con los resultados de las capturas y transacciones realizadas.
- Revisión y evaluación del laboratorio:
 - El laboratorio será evaluado en las máquinas virtuales proporcionadas, por lo que todos los archivos necesarios deben estar correctamente almacenados en ellas.
 - No se aceptarán entregas que no puedan ejecutarse desde una consola de comandos.
 - Se aplicará un descuento en la nota por cada error de ejecución o fallo en la implementación de la comunicación entre entidades.
- Consultas y soporte:
 - Se realizará una ayudantía para explicar los detalles del laboratorio y responder dudas.
 - Consultas deben realizarse en el foro habilitado en Aula o a los siguientes correos electrónicos:
 - * `felipe.marchantv@usm.cl`
 - * `maximiliano.tapiac@usm.cl`
 - Se responderán consultas hasta **48 horas antes de la fecha de entrega**.

9 Reglas de Entrega

- La tarea se entrega en grupos de 2 personas previamente asignados en aula.
- La fecha de entrega es el día **lunes 14 de Abril 23:59 hrs.**
- La tarea se revisará en las máquinas virtuales, por lo que los archivos necesarios para la correcta ejecución de esta deben estar en ellas. Recuerde que el código debe estar indentado, comentado, sin warnings y sin errores.
- Se aplicará un descuento de 5 puntos al total de la nota por cada Warning, Error o Problema de Ejecución.
- Se realizará un forms para que puedan enviar sus cuentas de github y así agregarlos a la organización para que cada grupo tenga su repositorio.
- Además de los códigos en las máquinas virtuales y github, deberán subir un archivo comprimido que contenga todos los códigos desarrollados en carpetas separadas por entidad en formato **.zip** con el nombre **GrupoXX-LabY.zip**. Donde XX es el número de su grupo e Y es el número del laboratorio. Ejemplo: *Grupo08-Lab1.zip*.
- **Debe** dejar un **MAKEFILE** o similar en cada máquina virtual asignada a su grupo para la ejecución de cada entidad. Este debe manejarse de la siguiente forma:
 - `make docker-marina`: Iniciará el código hecho en Docker para el sistema de la Marina.
 - `make docker-gobierno`: Iniciará el código hecho en Docker para el sistema del Gobierno Mundial.
 - `make docker-cazarrecompensas`: Iniciará el código hecho en Docker para los cazarrecompensas.
 - `make docker-submundo`: Iniciará el código hecho en Docker para el submundo.
- Debe dejar un **README** en la entrega asignada a su grupo con nombre y rol de cada integrante, además de la información necesaria para ejecutar los archivos. La no entrega de este archivo conlleva un descuento de 20 puntos en la nota final.
- No se aceptan entregas que no puedan ser ejecutadas desde una consola de comandos. Incumplimiento de esta regla significa nota 0.
- Cada hora o fracción de atraso se penalizará con un descuento de 10 puntos.
- El uso de **Docker** es **obligatorio**. Teniendo nota 0 aquellas implementaciones que no hagan uso de Docker.
- Copias serán evaluadas con nota 0. Serán notificadas al profesor y las autoridades pertinentes.

10 Anexo

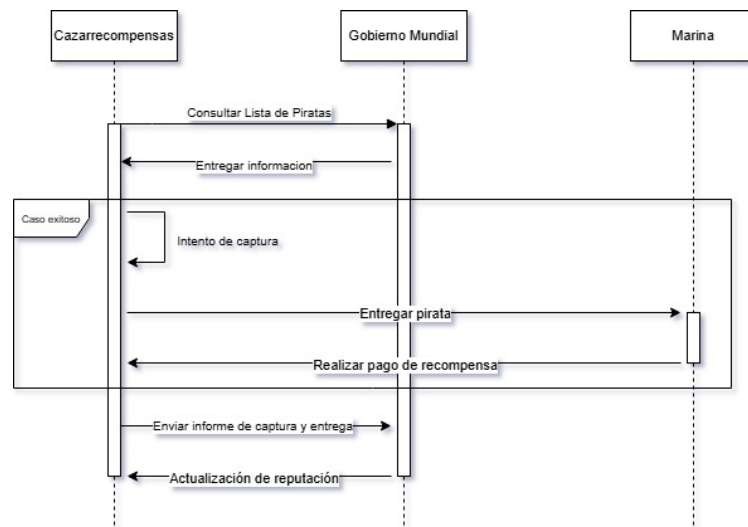


Figure 2: Diagrama de secuencia que ilustra el caso de éxito para los cazarrecompensas con la Marina.

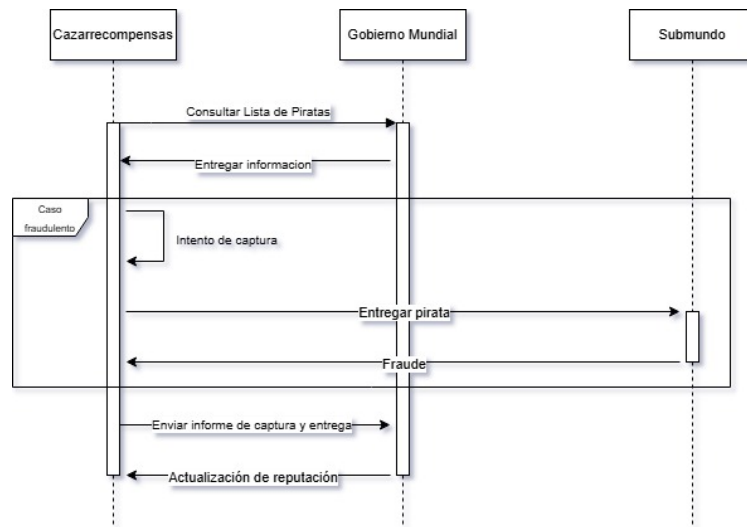


Figure 3: Diagrama de secuencia que ilustra el caso de fraude para los cazarrecompensas con el Submundo.

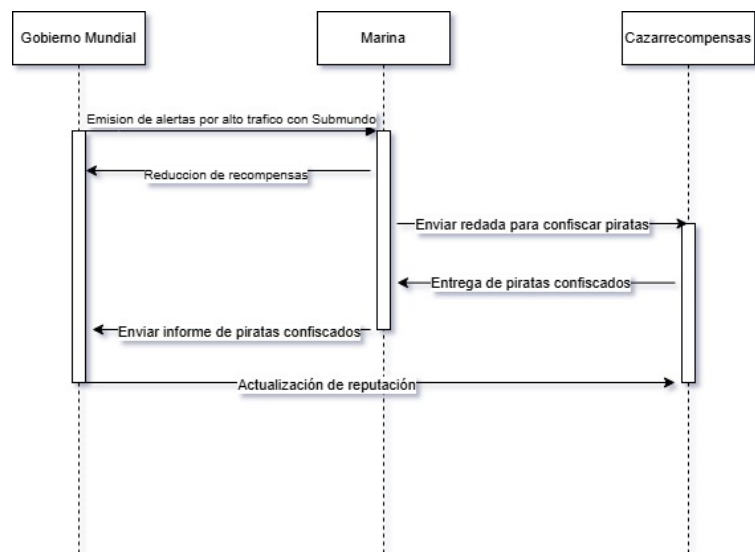


Figure 4: Diagrama de secuencia que ilustra la emision de alertas en caso de alto trafico con el Submundo.