



Proyecto I. 2-2016: Comunicación y Sincronización entre Procesos

Objetivo

Poner en práctica, a través de la resolución de un problema, los conocimientos adquiridos sobre el manejo de procesos concurrentes, utilizando herramientas para la sincronización y comunicación entre procesos.

Condiciones

- La entrega estará comprendida por un informe técnico en el que se explique el problema y su abordaje en cuanto al uso de las primitivas, así como la identificación de los recursos críticos, secciones críticas y procesos o hilos. El código debe ser un anexo del informe. Igualmente deben especificar las etapas del proceso de desarrollo y las tecnologías utilizadas para soportar las mismas.
- Para la sincronización se debe utilizar la herramienta semáforo.
- El código deberá ser desarrollado en Lenguaje *ANSI C*, y estar intradocumentado.
- Se deben elaborar casos de prueba que permitan evaluar las funcionalidades del programa.
- Cada módulo debe especificar las entradas requeridas y las salidas generadas para otros módulos.
- Un desarrollo colectivo y en colaboración exige que la corrección de un módulo solo se realice si éste funciona correctamente y, por consiguiente, los módulos relacionados al mismo también lo hagan.
- El proyecto debe ser capaz de correr en la plataforma de los laboratorios.
- No se evaluarán proyectos que no compilen.

MARS MINING OPERATIONS

Desde que los viajes interplanetarios se hicieron posibles las empresas especializadas en la búsqueda y explotación de recursos minerales han buscado la manera de expandir sus horizontes a otros planetas ricos en minerales y metales preciosos, que no se pueden conseguir en la Tierra. Dos empresas han tomado la iniciativa, comprando los derechos para explotar yacimientos en los dos planetas más cercanos a la tierra. La empresa **VRU** (Venus Resources Unlimited) en Venus, en sus primeros meses de operación ha reportado ganancias equivalentes a millones de **Vcoins** ($1V = 100.000\$$). **MMO** (Mars Mining Operations) quiere hacer lo mismo en el planeta Marte, pero antes de empezar con las operaciones quieren asegurarse de que sean viables, ya que esto significaría una inversión gigantesca. Para ello, desean desarrollar un sistema que simule las operaciones de la corporación MMO, atendiendo a la siguiente descripción:

La Corporación MMO está interesada en extraer 3 tipos de materiales puesto que se necesitan para la fabricación de componentes cuánticos para la construcción de circuitos integrados tridimensionales (con arquitectura eléctrica no limitada a las típicas placas de circuitos), así como para dispositivos fotónicos ajustables y adaptativos. Entre los materiales que presentan dichas características se tienen: *Endurium*, *Prometium*, *Terbium*, con un precio establecido por unidad en el mercado de $0.04V$, $0.07V$ y $0.15V$, respectivamente.

1. OPERACIÓN DE MINERÍA

Una de las actividades más importantes es la búsqueda y extracción de los recursos, la cual será llevada a cabo por un grupo de robots. Se prevén varios tipos de robots encargados de diferentes tareas:

- **Explorador:** viaja a través de la mina en busca de materia prima y en caso de encontrar alguna, verifica su *tipo* y envía una señal al robot **extractor** más cercano, si no hay ninguno desocupado en ese momento, el robot explorador deberá

esperar a que algún extractor atienda su señal para seguir con la búsqueda de recursos.

- **Extractores:** al recibir una señal del robot explorador se dirige a la localización del nuevo recurso encontrado, lo extrae y envía una señal al robot de **transportador**.
- **Transportador:** mueve los recursos que acaban de ser extraídos al almacén.
- **Reparador:** luego de hacer cierta cantidad de tareas cada robot se quedará sin combustible o necesitará mantenimiento y enviará una señal. El robot reparador tendrá una cola de solicitudes y las atenderá en orden de llegada. Asimismo, no se queda sin combustible ni necesita mantenimiento.

2. OPERACIÓN DE ALMACÉN

El montacarguista del almacén carga las naves que llegan desde la Tierra, con las rocas que los robots guardan constantemente en el mismo. Es el único humano de la base de Marte y por lo tanto, no trabaja con la misma rapidez que sus compañeros robots, ni posee la misma energía. Para evitar la fatiga, se establecieron las siguientes condiciones laborales:

- ✓ Verifica si el almacén está lleno al menos en un 40% y que hayan al menos 10 naves esperando a ser cargadas, para comenzar su trabajo.
- ✓ Las naves se atienden en orden de llegada y pueden ser cargadas con cualquier tipo de materia prima, el montacarguista simplemente toma la primera materia prima que consigue en el almacén y carga la nave hasta llenarla, para luego continuar con la siguiente.
- ✓ El montacarguista sigue haciendo su trabajo hasta que se acabe la materia prima en el almacén o hasta que no queden naves por atender, al suceder esto vuelve a descansar.
- ✓ Reporta periódicamente la cantidad de cada material.
- ✓ Comienza a trabajar de nuevo cuando se cumplan las condiciones mencionadas anteriormente.

3. NAVES

Las naves son una parte vital de la operación, ya que se encargan de transportar las tan preciadas materias primas desde Marte hasta la Tierra. Debido a esto, la corporación contará con un gran número de naves de diferentes capacidades y velocidades:

- **Phoenix:** tiene una capacidad reducida (5 unidades de materia prima), pero son rápidas (de 3 a 6 días viajando) y ocupan poco espacio (8 m²).
- **Vengeance:** son unas máquinas increíblemente rápidas. Tienen el doble de capacidad de las **Phoenix** y ocupan el doble del espacio, pero viajan 3 veces más rápido.
- **Goliath:** son las naves con mayor capacidad, pero también las más lentas, y que ocupan más espacio. Sus viajes pueden tardar de 7 a 14 días y tienen un tamaño de 32 m², pero pueden transportar 60 unidades de materia prima en cada viaje.

Al llegar a Marte solo se encargan de avisar al montacarguista que se encuentran disponibles para ser cargadas. Para aterrizar en la Tierra y descargar no es el mismo caso, ya que deben esperar a que el controlador aéreo de la base terrestre, las autorice para el aterrizaje.

4. CONTROLADOR AÉREO

Es el encargado de organizar el aterrizaje de cada nave de cargamento, proveniente de Marte. El aeropuerto tiene dos (02) pistas y el controlador autoriza el aterrizaje en orden de prioridad, de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Prioridad 1** (mayor): cualquier nave cuyo contenido equivalga a 3V o más.
- **Prioridad 2:** cualquier nave cuyo contenido supere 1V y esté por debajo de 3V.
- **Prioridad 3** (menor): naves cuyo contenido esté por debajo de 1V.

Siempre se le concederá el permiso de aterrizaje a la nave con mayor prioridad y cuya carga tenga el mayor equivalente monetario. Una vez aterrizan las naves se dirigen al hangar de descarga.

5. OPERACIÓN DE HANGAR DE DESCARGA

La plataforma de descarga en la Tierra es mucho más reducida en comparación al de carga en Marte, por lo que solo un número determinado de naves pueden aterrizar y esperar a ser descargadas. La plataforma tiene un tamaño de 128 m² y, como norma de seguridad, fue establecido que solo pueden estar en proceso de descarga, a lo sumo 10 naves al mismo tiempo. El acceso al hangar es autorizado de acuerdo al orden de aterrizaje, si llegan dos naves a la vez con la misma prioridad y solo queda un puesto en el hangar, el controlador aéreo toma la decisión sobre la nave que descargará y la que esperará.

6. OPERACIÓN TALLER

Luego de que cada nave es descargada, pasa por el taller para realizar el mantenimiento pertinente. En este momento, se está probando un nuevo sistema compuesto por tres dispositivos; una plataforma, unos rieles y un robot reparador. Su funcionamiento es el siguiente:

- **Plataforma:** se encarga del acoplamiento de la nave al llegar. Una vez acoplada, ésta avisa al sistema de rieles para que mueva la nave. Al finalizar la plataforma se queda esperando a que se le avise que puede desacoplar la nave.
- **Robot Reparador:** permanece a la espera de que se le avise la existencia de una nave en posición para su mantenimiento. Tras realizarlo, el robot reparador avisa a los rieles para que muevan la nave a la posición de salida. La duración del proceso de reparación dependerá del tipo de nave.
- **Rieles:** se encargan de mover la nave adecuadamente y permanecen inicialmente a la espera. Éstos son activados por primera vez por la plataforma una vez que ésta ha acoplado la nave. A continuación, los rieles permanecen a la espera hasta que el robot reparador informa que el mantenimiento ha finalizado, momento en el que vuelven a moverse para colocar a la nave en la posición de salida. Finalmente, el sistema de rieles avisa a la plataforma para que proceda a desacoplar nave, y de

esta manera, la nave puede volver a Marte en busca de más materia prima. Solamente se atenderá una nave a la vez y serán atendidas en orden de llegada.

7. SKYLAB

Las naves serán descargadas una por una y en orden de llegada. Se extraerá una materia prima a la vez y se colocará en una cinta transportadora, que las llevará al SkyLab en donde serán refinadas para obtener otros materiales más caros. Estos materiales son:

- **Promerium:** puede venderse a un precio establecido de **0,25V** la unidad. Para su producción son necesarias 10 unidades de **Prometium** y 10 de **Endurium**.
- **Duranium:** necesita 20 rocas de **Endurium** y 10 de **Terbium**. Tiene un precio establecido de **0,30V** cada unidad.
- **Prometid:** para su producción son necesarias 20 unidades de **Prometium** y 10 de **Endurium**, y son vendidas al precio establecido de **40V** por unidad.
- **Semprom:** es el material más valioso y, por lo tanto, el más difícil de producir. Para generar una unidad se ameritan 5 unidades de cada uno de los otros 3 materiales que son refinados en el SkyLab. El precio es **1000V** por unidad.
- **Desechum:** Es cualquiera de los materiales (*Endurium, Prometium, Terbium*) en formato pulverizado con menores prestaciones **0,10V por 100 unidades**.

Hay un robot encargado de la producción de cada uno de estos materiales, los cuales generan una unidad de su respectivo producto, cada vez que tengan la suficiente cantidad de materia prima. En el laboratorio se aplican pruebas de calidad las cuales consisten en la inspección por atributos con muestreo aleatorio. Si no cumple con las características de calidad el lote es rechazado y pulverizado para su venta como *Desechum*.

8. OPERACIÓN COMERCIANTES

A pesar de que cada unidad de materia prima cuenta con un precio establecido, éste puede variar dependiendo de su existencia. Se tiene que, al haber mayor existencia de

cierta materia prima, su precio disminuirá, y sucederá lo contrario cuando esté escasa. Para calcularlo se aplica la siguiente Fórmula:

$$\text{Precio Actual} = PE - PE * x$$

$$X = NP' - NP / NP$$

Donde:

- **NP** es la cantidad unidades que debería haber de cada tipo materia refinada. Se asume que debería ser equitativa, por ejemplo, si **N = 100** y hay 4 tipos de materia prima, entonces **NP = 25**.
- **NP'** es la cantidad de unidades disponibles de la materia a la que se le está calculando el precio.
- **PE** es el precio establecido de cada materia, mencionado al comienzo.

Cada vez que haya una cantidad **N** de unidades de materia prima refinadas en el almacén, los precios serán recalculados por unidad de cada tipo de materia prima para ser vendida.

9. CENTRO DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE MARS MINNING OPERATIONS

El Centro de Administración y Gestión de MMO está conformado por un grupo multidisciplinario de expertos en diversas áreas de interés para la corporación. Este grupo toma decisiones sobre diferentes aspectos, de acuerdo a los reportes por hora enviados por cada unidad de operación.

- Si hay mucho material siendo pulverizado, instruye a la operación de minería para ubicar una nueva cantera de material con mejor calidad.
- Si luego de T unidades de tiempo no se han producido materiales refinados se reporta a la Operación de Minería la situación para que sea resuelta.
- Si hay poca venta de un material ordena una rebaja de los precios, para así no acumular un inventario superior al 40% de la capacidad del almacén.

- Si hay una cantidad importante de naves fuera de operación (20% del total por tipo), revisa los precios del mercado para las naves a fin de sustituir las que presenten mayor cantidad de averías.
- Al finalizar la ejecución del sistema de simulación, se debe mostrar toda la información relacionada con las ganancias generadas (asumiendo que todos los materiales procesados en el SkyLab son vendidos), viajes realizados por cada nave (cantidad y tiempo total en viaje), el historial de permisos concedidos por el Controlador Aéreo, la cantidad de unidades por tipo de materia prima que fueron extraídas en Marte, así como también las generadas en el SkyLab.
- Asimismo, se deben mostrar los gastos de inversión realizados por las operaciones de la corporación.