Julio de 2018

Examen de Ingreso ML

Resolución

Andres Corallo
acorallo@gmail.com

Resolución del Problema: Galaxia (Vulcano, Ferengi y Betasoide)

Este documento tiene como objetivos hacer una descripción del razonamiento y la estrategia que utilice para solucionar el problema planteado, hacer un listado de los supuestos e hipótesis que se tuvieron en cuenta y hacer una pequeña referencia de algunos conocimientos básicos matemáticos que se utilizaron.

Este problema probablemente tenga varias soluciones y seguramente se podrán encontrar mejores que está. Con lo cual sería muy grato para mí recibir comentarios y mejoras de quien lo desee.

Diseño de la solución

La solución fue diñada bajo los siguientes conceptos.

Simple
Se utilizaron la menor cantidad de herramientas posibles de forma de no complicar la legibilidad de la aplicación. Es por esto que decidir no utilizar ningún inyector de dependencias (*Unity, Spring*) como así tampoco ninguna herramienta de ORM (*EntityFramework, Hybernate*). A mi criterio, la complejidad de esta solución no lo requería.
Si en cambio se utilizaron herramientas de la matemática para resolver problemas que sin ella hubiesen tenido un impacto en la complejidad algorítmica y consecuentemente un detrimento en términos de desempeño. Más adelante en este documento se explica cada una de ella.

Genérico
Se priorizo la generalización a la hora de plantear la solución a los diferentes problema propuestos por el ejercicio, de forma que, el producto sea versátil a la hora de encarar un cambio en el modelo. A continuación se detallan algunas soluciones específicas en favor de este concepto.

- Galaxia tiene una colección de planetas (no solo tres).
- Los cálculos de alineamiento se hacen para la colección de planetas asociados a la galaxia.

Extensible
Si bien hubo casos, en que, dados los requerimientos del problema no se pudo utilizar la generalidad, entonces se aplica este concepto en favor que un cambio en el requerimiento para una nueva funcionalidad solo se deba escribir la parte necesaria de código y que éste a su vez sea ciento por ciento compatible con lo existente. Por ejemplo, para el cálculo de la geometría triangular formada por los tres planetas se utilizó una estrategia (*Strategy Pattern*) para crear el objeto correspondiente para hacer los cálculos de perímetro y para determinar la ubicación del sol respecto a la figura geométrica formada (Triangulo en este caso).
De esta forma, por ejemplo, rápidamente se podría implementar una solución para un sistema de cuatro planetas, donde la figura geométrica formada por estos sea un cuadrilátero.

Configurable
Para potenciar los conceptos anteriores se creó un esquema de parametrización de la galaxia y sus astros por medio de un archivo *.json* el cual permite configurar aspectos tales como: cantidad de planetas, la velocidad angular, la dirección de giro, la posición inicial y la distancia respecto del sol.
A si vez se hizo una inyección de la dependencia de la configuración para favorecer pruebas del programa.

Supuesto del Problema (Hipótesis)

- El sol es el centro del sistema galáctico y es un punto en la ordenada de origen del plano y nunca cambia su posición.
- Los astros, tanto sol como planetas, son un punto en el espacio representado por coordenadas cartesianas (x,y)
- Se agrega un estado climático llamado arbitrariamente NORMAL. Este se da cuando los planetas del sistema forman un triángulo y el sol esta fuera de su perímetro. Si bien este estado no se lista, se tiene en cuenta para los cambios de periodos de clima.
- Los astros no tiene un radio conocido por el problema. Su alineación estada terminada absolutamente por los puntos que estos representan en el plano.

Resolución de las problemáticas.

A continuación se describe cada una de las problemáticas que se resolvieron para la implementación de la solución de acuerdo a los requerimientos.

Posicionamiento de los planetas

Los planetas tienen un comportamiento dinámico denotado por los siguientes aspectos. Longevidad (l), velocidad de giro (v), dirección de giro (d). Dicho posicionamiento está expresado en grados (entero positivo 0 ~ 360).

Sean:

l: un entero positivo que representa la edad del planeta en días.
v: un entero positivo que representa la cantidad de grados respecto de cada día
d: booleano que indica si gira en sentido horario o contrario a esté.

Entonces f es la función posición

$$f(l,v,d) = \begin{cases} 360 - mod((v * l),360), & d\ verdera \\ mod((v * l),360), & d\ falsa \end{cases}$$

La función mod(a,b) es una función que retorna el resto o residuo de dividir a por b. Nótese que la función mod siempre retorna un valor entre 0 y b. En este caso 0 y 360.

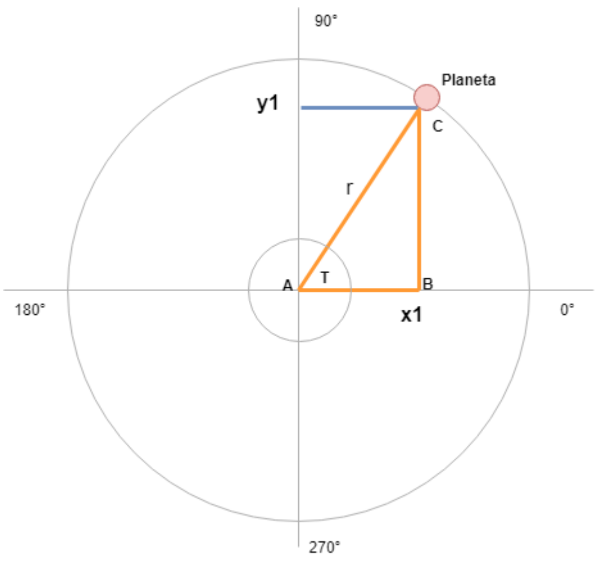
Se utilizó el principio algebraico de congruencia modular para estandarizar entre (0 y 360) el resultado del producto de la longevidad con la velocidad angular.

Conversiones polares a cartesianos.

Tal como se planea en la hipótesis del problema, el mismo está pensado en un plano, con lo cual, cada planeta ocupa una posición cartesiana (x,y).
Para la conversión entre la posición angular y la posición cartesiana se utilizó el principio del famoso teorema de Pitágoras.

Sea el triángulo ABC, el triángulo formado por la hipotenusa **r** (AC) que es la distancia conocida respecto del sol y **T** el ángulo conocido por la posición.
Entonces se determina:

x1 = r cos (t) = AB
y1 = r sen (t) = BC



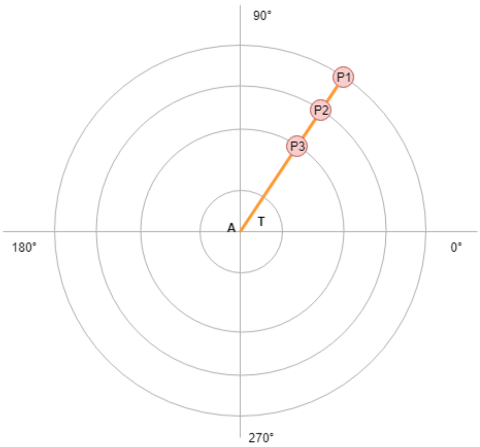
Posicionamiento de los Astros.

Alineación de los planetas entre si incluyendo el sol.

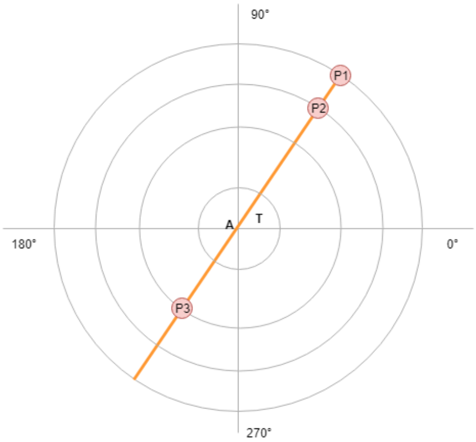
Sean uno o más planetas alineados con el sol (coordenadas de origen) si la congruencia modula a 180 del valor de su ángulo posicional es la misma. Nuevamente como en el problema anterior se utiliza la congruencia modular la normalizar el valor del ángulo entre (0° ~ 180°)

Sea P1 y P2 la alineación de dos planetas y Tita sus respectivos ángulos entonces tenemos.

P1 == P2 ⬄ mod (Titap1, 180) == mod (Titap2, 180)



Caso trivial: *los planetas están alienados al sol y entre si ya que todos tiene el mismo ángulo. Donde se observa* mod(45, 180) = 45

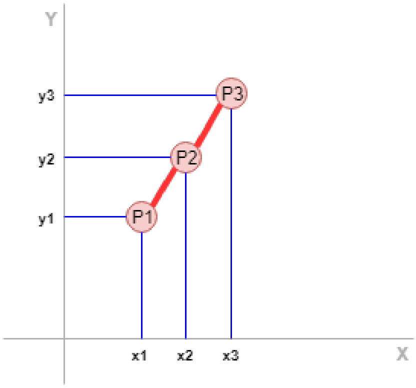


Caso opuestos: los planetas están alineados al sol y entre si ya que. P1 y P2 tiene un ángulo de 45° y P3 un ángulo de 225°
Donde se observa mod(225, 180) = 45

Alineación de los Planetas entre sí (sin considerar el sol)

Para determinar si tres o más planetas están alineado entre sí (está claro que uno o dos planetas siempre lo están) se toma las pendientes de las semirrectas que unen los puntos entre sí. Si todas ellas tienen la misma pendiente entonces se puede probar la alineación de los mismos.

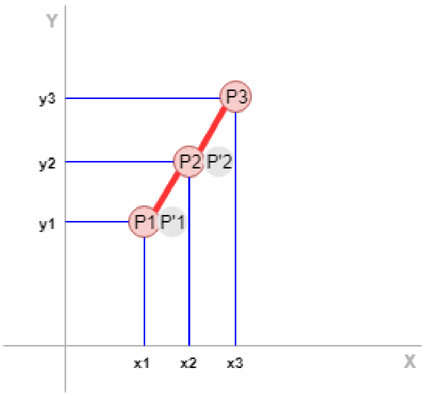
Para obtener la pendiente entre las rectas que forman los puntos de dos planetas se aplica la formula siguiente.



$$pendiente\ (\overline{p_1 p_2}) = \frac{\text{y2} - \text{y1}}{\text{x2} - \text{x1}}$$

Si pendiente (p_1p_2) = (p_2p_3) entonces los planetas están alineados.

Si bien la definición es bastante clara y la implementación parece simple existe un problema. Dado que la entrada del problema es discreta, es decir dia_0, dia_1, dia_n, es casi imposible que las rectas tengan la misma pendiente dado que la igualación de las rectas se puede dar entre el dia_n y el dia_{n+1}. Sin embargo esas posiciones no están contempladas en la solución.
Para solucionar esto se toma el intervalo entre la pendiente de la recta P_1P_2 y P_1'P_2' donde P_1' y P_2' es la posición del día siguiente de P_1 y P_2. Entonces finalmente se toma la siguiente ecuación.



$$\frac{\text{y2}-\text{y1}}{\text{x2}-\text{x1}} < \frac{\text{y3}-\text{y2}}{\text{x3}-\text{x2}} < \frac{\text{y}\prime 2-\text{y}\prime 1}{\text{x}\prime 2-\text{x}\prime 1}$$

Dicho de una forma más coloquial, si en algún momento del día la pendiente P_2P_3 se intersecta con el intervalo generado P_1P_2 en un día completo entonces los planetas estuvieron alineados. En este caso se da el fenómeno de condiciones óptimas de presión y temperatura.

Calculo de la geometría triangular

Cálculo del perímetro del triángulo

Para el cálculo del perímetro del triángulo nuevamente se utiliza el teorema de Pitágoras.

$$\overline{AB} = \sqrt[2]{(x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2}$$
$$\overline{BC} = \sqrt[2]{(x3 - x2)^2 + (y3 - y2)^2}$$
$$\overline{CA} = \sqrt[2]{(x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2}$$
$$perímetro = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CA}$$

Calculo para determinar si el origen está dentro del perímetro del triángulo.

Para determinar si el origen (sol) está dentro del perímetro del triángulo generado por la posición angular de los tres planetas se emplea el siguiente teorema.

Se toma la diferencia en módulo de todos los pares de ángulos. Es decir.

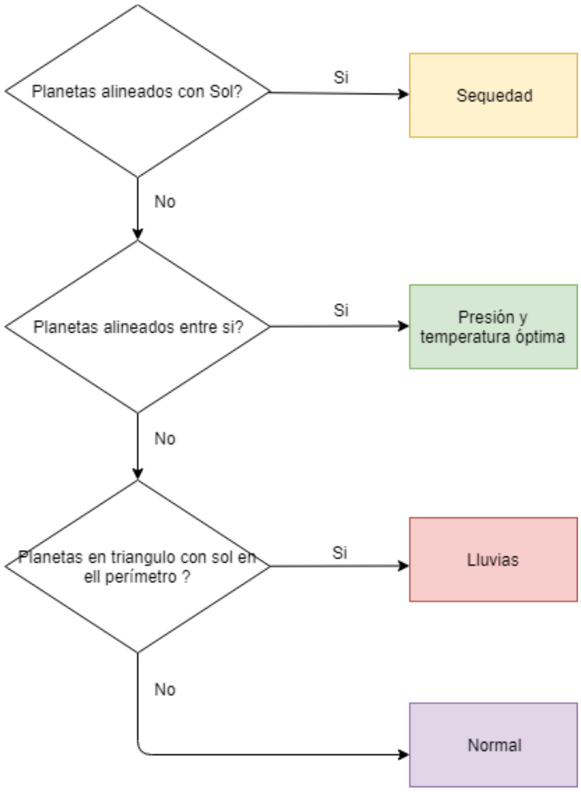
$$|\varphi_1 - \varphi_2| = d_1$$
$$|\varphi_2 - \varphi_3| = d_2$$
$$|\varphi_1 - \varphi_3| = d_3$$

Entonces el centro está incluido en él sí ⇔sí una sola de las diferencias es mayor a 180°

Determinación del clima dado un día determinado.

Como se analizó en la problemática de la solución, se puede determinar la posición de los planetas dado un día específico. Para esto no es necesario hacer un cálculo sobre los días previos. El cálculo de un día en particular es instantáneo.

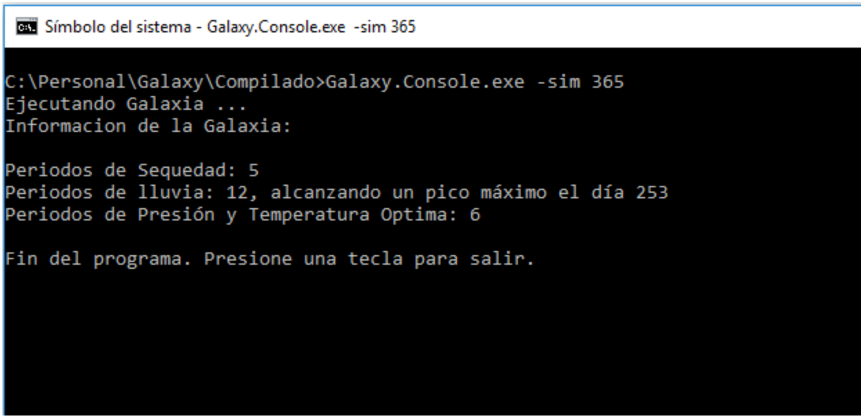
A continuación el algoritmo de decisión dado un día determinado.



Ejecución del programa.

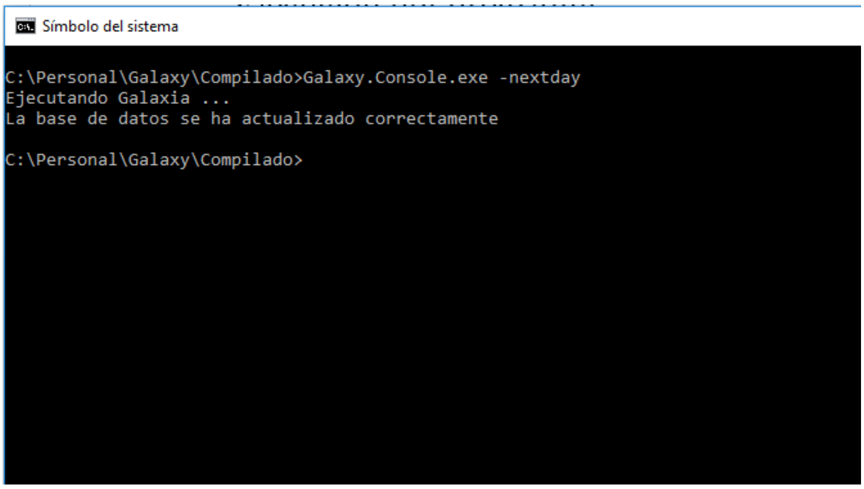
Junto con el paquete del programa entrará la carpeta Compilado.
En esta carpeta está el programa compilado en una aplicación de consola que permite probar el programa.

Para probar la aplicación se debe ejecutar el siguiente comando.



En este ejemplo se está haciendo una simulación de 365 días y se está almacenando la información en el archivo galaxia.mdf

Adicionalmente se puede probar también el siguiente comando.



Este comando genera un día más de información en el mismo archivo de base de datos.

Código de fuentes de la solución.

Puede encontrar el código de fuentes completo de la solución en

https://github.com/acorallo/galaxy