

Semestrální práce – Vesmír, část 1: Animace

Simulace pohybu vesmírných objektů

Úkolem bylo vytvořit simulaci pohybu vesmírných objektů. Základní třídy pro tuto simulaci jsou:

SpaceObj – třída, jejíž instance reprezentuje jeden vesmírný objekt.

Space – třída, jejíž instance reprezentuje vesmír, kde se vyskytují všechny vesmírné objekty.

DrawingPanel – třída, která zajišťuje vykreslení vesmíru a jeho vesmírných objektů.

CSVLoader – třída, která nám načte data z csv souboru a vytvoří z nich instanci vesmíru.

Coord2D – třída, která reprezentuje XY souřadnice. Využívá se návrhového vzoru přepravka.

Galaxy_SP2022 – hlavní třída, která zajistí inicializaci programu, ošetření uživatelských vstupů a opakované překreslení instance třídy DrawingPanel

Před začátkem simulace se nejdříve načtou data pomocí třídy CSVLoader. Tato třída pomocí metody `parseDataToSpace` načte data z poskytnutých souborů, které jsou ve formátu CSV a z nich vytvoří instanci třídy `Space`, která bude obsahovat její gravitační konstantu, krok v čase a všechny vesmírné objekty popsané v načteném souboru.

Třída `Space` obsahuje simulační čas, který se dá získat metodou `getSimulationTime`. Jeden z funkčních požadavků je pozastavení simulace. Ve třídě `Galaxy_SP2022` je nastavený `KeyboardFocusManager`, který detekuje stisknutí mezerníku. Při stisknutí se vyvolá metoda `startPause/stopPause`, která nám zastaví/obnoví simulaci.

Pozastavení nám zajišťují metody `startPause`, `getCurrentTime`, `stopPause`. Jelikož je simulační čas závislý na metodě `System.currentTimeMillis`, musíme začít počítat uběhnutou dobu od pozastavení simulace. Tuto dobu odečteme od simulačního času a takto „pozastavíme“ čas. Aby pozastavení fungovalo vícekrát, musíme odečítat od simulačního času sumu všech „uběhnutých dob od pozastavení simulace“. Například: první pauza trvala 3 sekundy, druhá pauza trvala 7 sekund, třetí pauza trvala 4 sekundy... Suma těchto dob je 14 sekund a toto odečítáme od simulačního času.

Simulační čas je také ovlivněn krokem v čase, který určuje kolik simulačních sekund proběhne za sekundu. Metoda `getSimulationTime()` toto zajišťuje vynásobením simulačního času v sekundách tímto krokem v čase.

V této třídě je také implementovaná simulace pohybů vesmírných objektů. Metoda `updateSystem` si načte uběhnutý čas od poslední doby, kdy byla tato metoda vyvolána a provede kalkulaci všech pozic a rychlostí za tento čas. Předtím než se vypočítá budoucí pozice a rychlosti, tak se vypočítá zrychlení všech vesmírných objektů pomocí metody `getAcceleration`.

Třída `DrawingPanel` si pomocí konstruktoru uloží referenci na instanci třídy `Space`. Zde zajišťuje vykreslování planet metoda `drawPlanets`. Úplnou viditelnost objektů v každém čase a maximální vyplnění dostupného prostoru okna nám zajišťují metody `getScale` a `getMinMaxBounds` (které se ale již vyvolává v metodě `getScale`). Metoda `getMinMaxBounds` nám vypočítá levý horní roh a pravý dolní roh, které ohraničují náš vesmír. Obdélník stvořený z těchto dvou bodů reprezentuje nejmenší možný obdélník, který v sobě obsahuje všechny vesmírné objekty. Tato metoda využívá i velikosti vesmírných objektů pro vypočítání těchto bodů.

Metoda `getScale` nám vypočítá vhodnou hodnotu pro metodu `Graphics.Scale` se kterou můžeme vhodně vyplnit dostupný prostor okna se zachováním poměru stran. K vycentrování vesmíru využijeme metodu `Graphics.translate` a atributy `offsetX` a `offsetY` jako parametry této metody, které jsme vhodně vypočítali v metodě `paint`. Pomocí `getScale` a atributů `offsetX` a `offsetY` jsme si také zajistili responzivitu našeho okna.

V pravém horním rohu okna se vypisuje aktuální simulační čas pomocí metody `drawTime`, která využívá metodu `getSimulationTime` z instance třídy `Space`.

Poloměr objektů určuje metoda `getRadius` ze třídy `SpaceObj`. Předpokládá se jednotková hustota všech objektů a využívá se vzorec pro objem koule.

Ve třídě GalaxySP_2022 byl také přidán MouseListener na instanci třídy DrawingPanel. Při stisknutí levého tlačítka na myši se vyvolá metoda getSelected(Coord2D coord), kde parametry jsou relativní souřadnice (vůči panelu) myši při stisknutí reprezentovány instancí třídy Coord2D. Metoda getSelected detekuje, zda tyto souřadnice nejsou obsaženy v jednom z našich vesmírných objektů. Pokud ano, do atributu DrawingPanel.selected se uloží reference na instanci této třídy. Metodou drawSelected se pak vypíší informace o tomto objektu v prostřední dolní části okna.

Momentální omezení a zjednodušení simulace

Simulace využívá vzorce N-objektů pro výpočet pozice v daném časovém úseku. Nejdřív se vypočítá zrychlení všech planet, všechna zrychlení se uloží do pole. Pak se vypočítají pozice a rychlosti planet využitím tohoto pole.

Simulace momentálně nemusí fungovat správně, pokud nastane kolize mezi planetami. Řešením je implementovat kód, který sloučí planety, pokud jsou si moc blízko sebe. Kolize mezi planetami bude ošetřena a implementována v části 2 semestrální práce, jelikož část 1 toto nevyžaduje.

Pro vypočítání poloměru se předpokládá jednotková hustota naší planety. Jelikož je známá hustota a hmotnost planety, využije se vzorec pro vypočítání hustoty:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Kde m je hmotnost planety a V je objem planety. Jeden z možných problémů je, pokud objem interpretujeme jako obsah kružnice. V tomto případě bude poloměr Slunce větší než jakákoliv vzdálenost libovolné planety od Slunce. Pak se planety nemusí vykreslit ideálně, protože Slunce bude překrývat všechny naše planety. Z tohoto důvodu byl v programu využit vzorec pro objem koule místo vzorce pro obsah kružnice.