

Rozšíření aplikace

Aplikace byla rozšířena o:

1. Export do PNG
2. Export do SVG
3. Zrychlení/zpomalení simulace

Export do PNG

Kliknutím na Export To PNG se uloží právě aktuální stav simulace včetně informací o vybraném vesmírném objektu, tj. obsah celého DrawingPanel, do souboru galaxy.png ve složce export ve formátu PNG. Export je řešen vykreslením DrawingPanel do grafického kontextu poskytnutým nově vytvořeným obrázkem a jeho následném uložení do souboru.

Export do SVG

Kliknutím na Export To SVG se uloží právě aktuální stav simulace včetně informací o vybraném vesmírném objektu, tj. obsah celého DrawingPanel, do souboru galaxy.svg ve složce export ve formátu SVG. Pro vytvoření SVG souboru je použita externí knihovna JFreeSVG. Export je řešen vykreslením DrawingPanel do grafického kontextu poskytnutým externí knihovnou a následném uložení získaného SVG elementu do souboru.

Zrychlení/zpomalení simulace

Kliknutím na 2x Faster se simulace dvakrát urychlí. Kliknutím na 2x Slower se simulace dvakrát zpomalí. Kliknutím na Reset se simulace vrátí do výchozí rychlosti. Zrychlení/zpomalení simulace je provedeno zvětšením/zmenšením časového kroku simulace. V případě přílišného urychlení simulace (zvětšení časového skoku) může dojít ke značnému snížení přesnosti simulace z důvodu rozdělení uplynulého simulačního času na stejný počet, ale větších časových úseků.

Návrh aplikace

Vector2D

Třída je využívána skrze celou aplikaci pro uchovávání dvoudimenzionálních hodnot (polohy, rychlosti, akcelerace, ...) a pro práci nad nimi.

SpaceObject

Definuje abstraktního předka všem konkrétním vesmírným objektům (viz dále Planet a Comet). Jelikož instanci SpaceObject jsou známy veškeré potřebné informace o vesmírném objektu a o vesmíru, ve kterém se nachází, provádí se v ní výpočet akcelerace vesmírného objektu vůči ostatním vesmírným objektům v simulovaném vesmíru. Veškeré oddělené vesmírné objekty implementují neimplementovaná rozhraní a neimplementované metody potřebné k zjišťování polohy, rozměrů, vykreslování vesmírného objektu na grafický kontext, pomocným operacím pro vykreslování, realizování hit-testu a reagování na vybrání.

Planet a Comet

Planeta a kometa jsou konkrétní vesmírné objekty. Planeta je reprezentovaná kruhem a kometa čtvercem. Jejich skutečný poloměr je odvozen ze vztahu $m = \rho \cdot V$, kde m je hmotnost vesmírného objektu, ρ je hustota vesmírného objektu, kterou pro případ simulace předpokládám rovnou $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Poloměr vykreslovaného kruhu (planeta je koule v 3D) a strana vykreslovaného čtverce (kometa je krychle v 3D) je tedy pak určen vztahy pro objem koule a krychle. Minimální vykreslovací velikost je pak řešena následovně:

1. Ze známé velikosti celého vesmíru a skutečné velikosti planety/komety se vypočte aktuální velikost.
2. Pokud je velikost dostatečná, nic se nedělá, jinak se spočte potřebné zvětšení objektu a vesmírnému objektu se nastaví příslušný zvětšený vykreslovací poloměr, resp. zvětšená vykreslovací strana.

Ne ve všech případech dojde k zajištění přesné velikosti, nýbrž trochu menší, a to z důvodu, že taková operace může zvětšit celkovou kresbu vesmíru, pakliže se zvětšované vesmírné objekty nachází na okraji obalového obdélníku skutečného vesmíru. Zvětšení je totiž počítáno vzhledem k tomuto skutečnému obalovému obdélníku. Avšak vykreslování vesmíru pak počítá s obalovým obdélníkem kreslených objektů, ne skutečných objektů.

Hit testy (kliknutí na objekt) jsou řešeny pomocí analytické geometrie. Např. pro kruh; bod $[x, y]$ náleží kruhu, pokud splňuje středovou rovnici kruhu:

$$(x - c_x)^2 + (y - c_y)^2 \leq r^2,$$

kde $[c_x, c_y]$ je střed kruhu a r je vykreslovací poloměr kruhu.

Planeta i kometa ukládají své pozice a rychlosti. Pozice jsou pak použity pro vykreslení trajektorie, rychlosti pro zobrazení v grafu. Trajektorie je vykreslena jako zmenšený, zprůhledněný tvar vesmírného objektu. Pozice je zachyceno tolik, aby trajektorie vypadala dostatečně spojitá. Vykreslená trajektorie zachycuje pohyb vesmírného objektu za 1 skutečnou sekundu simulace.

Universe

Vesmír reprezentuje simulovaný vesmír vesmírných objektů. Stará se o detekování a o řešení kolizí vesmírných objektů. Pokud dojde ke kolizi několika vesmírných objektů, vznikne nový vesmírný objekt se jménem vesmírného objektu s dominantní hybností. Tento nově vzniklý vesmírný objekt má hybnost rovnou součtu hybností sražených vesmírných objektů.

Simulation

Simulace (simulátor) se stará o běh simulace. Z důvodu, že složitost algoritmu kroku simulace patří do $\theta(n^2)$, rozhodl jsem se pro dělení kroku simulace na časové úseky následovně.

- Vesmírných objektů je méně nebo rovno 10, pak je uplynulý simulační čas rozdělen na 1000 úseků. To zajišťuje relativně dobrou přesnost simulace, a přesto výpočty trvají relativně krátkou dobu.
- Vesmírných objektů je méně nebo rovno 100, pak je uplynulý simulační čas rozdělen na 100 úseků. To také zajišťuje relativně dobrou přesnost simulace více vesmírných objektů, a přesto výpočty trvají relativně krátkou dobu.
- Vesmírných objektů je více než 100, pak je uplynulý simulační čas rozdělen na 10 úseků. To také zajišťuje relativně dobrou přesnost simulace, a přesto výpočty trvají relativně krátkou dobu pro zadané datové soubory. Avšak pro jiné, mnohem rozsáhlejší datové soubory by ani toto nepomohlo a problém by se musel řešit jinak.

Provádí jednotlivé kroky simulace, tj.:

1. Pro každý vesmírný objekt ze simulovaného vesmíru spočítá aktuální akceleraci vůči ostatním objektům.
2. Každému vesmírnému objektu
 - a. zvýší rychlost o polovinu aktuální akcelerace vynásobené simulačním časovým krokem,
 - b. změní pozici o aktuální rychlost vynásobenou simulačním časovým krokem
 - c. a zvýší rychlost o polovinu aktuální akcelerace vynásobené simulačním časovým krokem.

DrawingPanel

Obstarává vykreslování simulace. Canvas je oblast panelu, která obaluje kresbu simulovaného vesmíru.

DrawingPanel se stará o jeho správné škálování a pozicování na střed panelu. Při každém vykreslení vykreslí aktuální stav simulovaného vesmíru, simulační čas a popř. informace o vybraném vesmírném objektu. Také se stará o ono vybírání vesmírných objektů a to následovně.

1. Absolutní pozice v panelu, kam bylo kliknuto, se přepočte pomocí knihovni metody `AffineTransform.inverseTransform` s parametrem transformace “vesmír -> canvas” na pozici ve skutečném vesmíru.
2. Pro každý vesmírný objekt ze simulovaného vesmíru se provede hit-test se získanou skutečnou pozicí v simulovaném vesmíru. Pokud žádný neprojde, znamená to, že bylo kliknuto mimo jakýkoliv vesmírný objekt, jinak bylo kliknuto na vesmírný objekt, jehož hit-test prošel a procházecký cyklus je ukončen.
3. Pokud bylo kliknuto mimo jakýkoliv vesmírný objekt, výběr se vynuluje, jinak je odvybrán předchozí vybraný objekt (pokud nějaký byl doteď vybraný) a vybere se nový.

Po kliknutí na vesmírný objekt se také vytvoří nové okno s grafem rychlosti vesmírného objektu.

Galaxy_SP2022

Aplikační třída. Zajistí spuštění aplikace, tj.:

1. Vytvoří aplikační objekt.
2. Spustí aplikaci, tj.:
 - a. Zaregistruje posluchače událostí kliknutí na panel pro výběr vesmírného objektu, zmáčknutí mezerníku pro pozastavení/obnovení simulace.
 - b. Spustí časovač periodické aktualizace aplikace. Ten zajišťuje periodické krokování simulace a překreslování panelu.
 - c. Spustí simulaci.

AHistory, PositionHistory, VelocityHistory

Starají se o ukládání aktuálních hodnot a udržují takto historická data o pozici (trajektorie) a o rychlosti.

Historie rychlosti je pak použita jako datová sada pro vykreslení grafu historie rychlosti vesmírného objektu.

VelocityChartFrame

Stará se o vytvoření okna obsahující graf rychlosti. Graf zachycuje rychlost vesmírného objektu v kmh^{-1} za posledních 30 skutečných sekund. Graf se periodicky obnovuje, aby vždy zobrazoval aktuální stav

historických hodnot. Graf je vykreslen pomocí externí knihovny JFreeChart. Oken s grafy může být libovolné množství, a to i pro jeden vesmírný objekt. V případě, že se vesmírný objekt, jehož graf je zobrazován, srazí s jiným vesmírným objektem, je postaráno o to, že okna zobrazující graf jeho rychlosti budou zobrazovat graf rychlosti nově vzniklého vesmírného objektu.