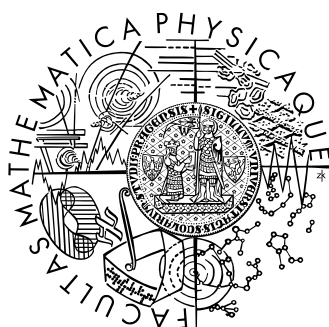


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Tomáš Makara

Počítačový model astrolábu pražského orloje

Astronomický ústav UK

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Martin Šolc, CSc.

Studijní program: Informatika - Programování

2009

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce, doc. RNDr. Martinovi Šolcovi, CSc, za vedenie pri vypracovávaní tejto práce, za jeho vzácny čas, usmernenia, invenciu a užitočné rady, ktoré mi pomohli pri jej tvorbe.

Prehlasujem, že som svoju bakalársku prácu napísal samostatne a výhradne s použitím citovaných prameňov. Súhlasím so zapožičiavaním práce a jej zverejňovaním.

V Prahe dňa 25.5.2008

Tomáš Makara

Obsah

1	Úvod	6
1.1	Motivácia	6
1.2	Popis orloja	6
1.2.1	Koncepcia ciferníka	6
1.2.2	Slnčná rafia, mesačná rafia a ekliptika	7
1.2.3	Poloha Slnka, rovnodennosť a slnovrat.....	7
1.2.4	Babylonské hodiny.....	8
1.2.5	Staročeský čas.....	8
1.2.6	Stredoeurópsky čas	8
1.2.7	Hviezdny čas.....	8
1.2.8	Východ, západ a fázy Mesiaca.....	8
1.2.9	Poloha Slnka a Mesiaca na ekliptike.....	9
1.2.10	Stroje a mechanizmy orloja.....	9
1.2.11	Stereografická projekcia nebeskej sféry.....	10
2	Implementácia	13
2.1	Cieľové požiadavky kladené na program.....	13
2.1.1	Grafické rozhranie	13
2.1.2	Vizuálny model astrolábu	13
2.1.3	Mechanický model astrolábu	13
2.1.4	Teoretický model astrolábu.....	13
2.2	Nastavenie astrolábu	14
2.3	Simulácia teoretického modelu	15
2.3.1	Nastavenie slnečnej rafie	15
2.3.2	Nastavenie ekliptiky.....	15
2.3.3	Nastavenie mesačnej rafie.....	15
2.3.4	Nastavenie mesačnej gule	15
2.3.5	Nastavenie štyriadvadsiatnika	16
2.4	Simulácia mechanického modelu.....	16
2.4.1	Základné princípy	16
2.4.2	Nastavenie slnečnej rafie	16
2.4.3	Nastavenie ekliptiky.....	16
2.4.4	Nastavenie mesačnej rafie.....	16
2.4.5	Nastavenie mesačnej gule	16
2.4.6	Nastavenie štyriadvadsiatnika	17
2.5	Grafický model	17
2.5.1	Koncepcia modelu	17
2.5.2	Geometria a štruktúra modelu	19
2.5.3	Textúry.....	19
2.5.4	Atribúty modelu	19
2.6	Architektúra programu	19
2.6.1	Základné princípy	19
2.6.2	Popis hlavných častí programu	20
2.6.3	Adresárová štruktúra aplikácie.....	22

3	Užívateľská dokumentácia	23
3.1	Požiadavky na HW a SW	23
3.2	Inštalácia a spustenie.....	23
3.3	Užívateľské prostredie	23
3.3.1	Popis prostredia.....	23
3.3.2	Hlavné menu	23
3.3.3	Postranné panely	24
3.3.4	Horná a dolná lišta	25
3.3.5	Ovládanie	25
4	Záver	26
5	Literatúra	27
6	Príloha – obsah priloženého CD	28

Názov práce: Počítačový model astrolábu pražského orloja

Autor: Tomáš Makara

Katedra (ústav): Astronomický ústav UK

Vedúci bakalárskej práce: doc. RNDr. Martin Šolc, Csc.

e-mail vedúceho: martin.solc@mff.cuni.cz

Abstrakt: Predmetom tejto práce je vytvoriť počítačovú simuláciu astrolábu pražského orloja. Výsledok práce bude slúžiť ako didaktická pomôcka pre spoznanie a pochopenie astrolábu pražského orloja. Úlohou je zhotoviť čo najvernejší trojdimenzionálny model astrolábu a na tomto modeli implementovať všetky pohyby, ktoré skutočný astroláb vykonáva. Aplikácia poskytne trojrozmernú realistickú vizualizáciu astrolábu, popis častí astrolábu, projekciu nebeskej sféry na ciferník astrolábu a informácie, ktoré je možné z ciferníka astrolábu odčítať. Umožní užívateľovi prezrieť si animáciu astrolábu alebo nastavenie astrolábu na ľubovoľný čas a dátum.

Kľúčové slová: astroláb, orloj, Praha, simulácia, vizualizácia

Title: Simulation of the astrolabe of the Prague astronomical clock for PC

Author: Tomáš Makara

Department: Astronomical Institute of the Charles University

Supervisor: doc. RNDr. Martin Šolc, Csc.

Supervisor's e-mail address: martin.solc@mff.cuni.cz

Abstract: In this work we create a computer simulation of the astrolabe of the Prague astronomical clock. The result of this work will be a didactic instrument which will help users discover and understand the astronomical clock. The task is to create a realistic three-dimensional computer model of the astronomical clock and also to implement all movement of the clock. The application will offer three-dimensional realistic visualization of the astronomical clock, description of the clock's parts, and projection of the celestial sphere on the astronomical dial and information which can be read from the dial. The application will provide a possibility to see animation of the astronomical clock and also to set the clock to an arbitrary time during the year.

Keywords: astronomical clock, astrolabe, Prague, simulation, visualization

1 Úvod

1.1 Motivácia

Staromestský orloj je jedna z najatraktívnejších a najpozoruhodnejších pamiatok nielen v Prahe, ale v celej strednej Európe. Táto historická pamiatka priťahuje ročne veľké množstvo ľudí z celého sveta. Je situovaná na južnej stene budovy staromestskej radnice. Pozostáva z troch hlavných častí, a to astrolábu, kalendárneho kolesa a pohyblivých figúr. Turisticky najatraktívnejšiu časť predstavujú pohyblivé figúrky dvanástich apoštolov, avšak najvýznamnejšou a zároveň najstaršou časťou orloja je astroláb. Táto časť orloja zobrazuje pohyb a polohu astronomických telies. Astroláb je technický skvost danej doby. Pre zhotovenie tejto časti orloja museli autori preukázať veľkú dávku umu, dômyselnosti, technickej zručnosti a hlavne astronomických znalostí. Z astrolábu je možné odčítať veľké množstvo informácií ako napríklad staročeský čas, planetárny čas, civilný čas, hviezdny čas, čas západu Slnka, polohu Slnka a Mesiaca na ekliptike, fázy Mesiaca a mnoho ďalších. Napriek veľkému záujmu ľudí o toto dielo, v dnešnej dobe už len málokto vie, aké informácie astroláb zobrazujú a ako je možné tieto informácie z neho odčítať. Keďže neviem o žiadnej aplikácii, ktorá by ľudom poskytla trojrozmerný realistický vizuálny model astrolábu a taktiež ukazovala informácie zobrazované astroláбом, umožňovala nastavenia astrolábu na ľubovoľný dátum a čas, rozhodol som sa takúto aplikáciu urobiť. Aplikáciu, ktorá by v príťažlivej podobe pomohla užívateľovi spoznať astronomické hodiny pražského orloja bez toho, aby ich musel vôbec navštíviť.

1.2 Popis orloja

1.2.1 Konceptcia ciferníka

Ciferník astrolábu predstavuje pohyblivú mapu oblohy. Návrh ciferníka bol ovplyvnený dobou, v ktorej bol orloj skonštruovaný. Vznik orloja sa datuje k roku 1410. Autorom astronomickej koncepcie bol Jan Ondřejův volaný Šindel (Ioannes Andreae), profesor pražskej univerzity a hodinársku prácu vykonal Mikuláš z Kadaně [1]. Pre zhotovenie ciferníka bolo použitá stereografická projekcia zo severného svetového pólu [6]. Použitie tejto projekcie malo za následok to, že na ciferníku sa premietla mapa južnej oblohy. Táto projekcia je typická pre staršie orloje. Orloje zhotovené neskôr, približne po polovici 15. storočia, používali projekciu z južného svetového pólu [7]. Projekcia zo severného svetového pólu mala svoje výhody a nevýhody. Výhoda projekcie spočívala v tom, že pri pohybe Slnka po ciferníku Slnko opisalo v lete počas dňa väčšiu kružnicu a v zime menšiu, čo je pre pohyb Slnka v prírode prirodzené. Nevýhodou tejto projekcie bola poloha južnej oblohy v strede ciferníka, keďže južné súhvezdia boli pre väčšinu ľudí neznáme. Avšak táto

skutočnosť nebola problematická, pretože na staromestskom orloji nie sú zobrazené žiadne hviezdy. Ciferník orloja bol zostavený v geocentrickej sústave. Uprostred ciferníka sa dnes nachádza obraz Zeme. Zem je natočená takým spôsobom, že mesto Praha sa nachádza v strede ciferníka a severný pól je natočený smerom dolu. Na ciferníku sú zobrazené tri sústredné kružnice. Najväčšia predstavuje obratník Raka, stredná rovník a najmenšia obratník Kozorožca.

1.2.2 Slnčná rafia, mesačná rafia a ekliptika

Slnčná rafia, mesačná rafia a ekliptika sú hlavnými otočnými časťami na orloji. Os otáčania všetkých troch častí je kolmá na rovinu ciferníka a nachádza sa v geometrickom strede ciferníka orloja. Slnčná rafia nesie pozlátený symbol Slnka, ktorý je k nej pripevnený pohyblivo. Slnko sa po rafii môže kĺzať v rozpätí obratníka Raka a Kozorožca. Tento pohyb po slnečnej rafii je zabezpečený tyčkou, ktorá spája stred kotúča ekliptiky so samotným Slnkom. Koniec slnečnej rafie je zakončený zlatou rukou. Rafia Mesiaca je vybavená obdobným mechanizmom, kĺže po nej dvojfarebná guľa symbolizujúca Mesiac. Kotúč, ktorý znázorňuje ekliptiku, je umiestnený vzhľadom k svojej osi otáčania excentricky. K svojmu hriadeľu je uchytený pomocou dvoch na seba kolmých tyčí. Kratšia tyč je predĺžená mimo kotúč a na jej okraji je pripevnená šesťcípá hviezda, ktorá ukazuje hviezdny čas. Kotúč ekliptiky sa dotýka kružnice obratníka Raka a Kozorožca v ľubovoľnom natočení. Ekliptika je rozdelená na dvanásť častí. Tieto časti sú delené ešte jemnejšou stupnicou na šesť dielov. V každej z dvanástich častí ekliptiky je znázornené znamenie zverokruhu.

1.2.3 Poloha Slnka, rovník a slnovrat

Nepohyblivá časť ciferníka je rozdelená na tri hlavné oblasti. Prvá oblasť sa nachádza v hornej polovici, je vyznačená odtieňmi modrej farby a predstavuje deň. Hnedá farba vyznačuje v ľavej polovici ciferníka oblasť úsvitu a v pravej polovici oblasť súmraku. Posledná oblasť, vyznačená čiernou farbou, je astronomická noc, teda doba, počas ktorej je Slnko pod obzorom viac ako 18 stupňov. Na ciferníku sa nachádzajú štyri nápisy v latinčine. Nápisy ORTUS a OCCASUS znamenajú východ a západ Slnka. Sú umiestnené nad čiarami ležiacimi na rozhraní modrej a hnedej farby. Ďalšie dva nápisy sa nachádzajú na rozhraní hnedej a čiernej farby. Nápis AURORA je vľavo a znamená svitanie a nápis CREPUSCULUM je vpravo a znamená súmrak. Denná doba sa určuje na základe polohy Slnka na ciferníku. Natočenie slnečnej rafie a ekliptiky určuje zimný a letný slnovrat alebo jarnú a jesennú rovníkovú. Ak sa slnečná rafia prekrýva s dlhšou tyčou ekliptiky, nastáva slnovrat a v prípade, že sa prekrýva s kratšou tyčou ekliptiky, nastáva rovníkovosť.

1.2.4 Babylonské hodiny

Babylonské hodiny – tiež nerovnaké, temporárne alebo planetárne hodiny – delia čas medzi východom a západom Slnka na dvanásť dielov. Dĺžka týchto dielov nie je rovnaká, počas roka sa mení. V zime sú tieto hodiny kratšie a v lete naopak dlhšie. Babylonské hodiny sú zobrazené na ciferníku orloja v modrej oblasti, teda oblasti, ktorá predstavuje deň. Táto oblasť, od východu po západ Slnka, je rozdelená zlatými čiarami na dvanásť častí. Každá časť je označená arabskými číslicami. Babylonské hodiny na ciferníku odčítame pomocou symbolu Slnka umiestneného na slnečnej rafii.

1.2.5 Staročeský čas

Staročeský čas – tiež taliansky čas – delí deň na dvadsaťštyri rovnakých hodín. Tento čas začínal západom Slnka. Staročeský čas je zobrazený na vonkajšom tmavom pohyblivom kotúči tzv. štyriadvadsiatniku, na ktorom sú hodiny vyznačené zlatými gotickými číslicami. Staročeský čas ukazuje zlatá ruka pripevnená na konci slnečnej rafie.

1.2.6 Stredoeurópsky čas

Orloj sa v súčasnej dobe riadi stredoeurópskym časom, teda stredným slnečným časom na pätnástom poludníku. Pôvodne bol orloj postavený so zámerom ukazovať miestny slnečný čas. Táto zmena z miestneho slnečného času na stredoeurópsky prebehla v roku 1912 [2]. Stredoeurópsky čas ukazuje zlatá ruka. Odčítava sa na stupnici s rímskymi číslicami od jednej po dvanásť. Stupnica je zobrazená na ľavej aj pravej strane ciferníka. Dokopy ju tvorí dvadsaťštyri číslic, pričom začiatok dňa sa odčítava od rímskej číslice dvanásť umiestnenej v dolnej časti.

1.2.7 Hviezdny čas

Hviezdny čas – tiež siderický čas – je definovaný ako hodinový uhol jarného bodu. Tento čas je ukazovaný symbolom hviezdy pripevnenej na ekliptike. Odčítava sa na rímskej stupnici.

1.2.8 Východ, západ a fázy Mesiaca

Mesiace je na orloji znázornený guľou pohyblivo pripevnenou na mesačnej rafii. Mesačná rafia opíše jeden okruh za dobu 24 hodín, 50 minút a 28 sekúnd, čo je doba od kulminácie ku kulminácii Mesiaca na oblohe. Tak isto ako u Slnka, tak aj u Mesiaca sa dá určiť jeho poloha na oblohe. Taktiež je možné odčítať čas východu a západu Mesiaca. Čas východu Mesiaca sa odčíta na rímskej stupnici a to tak, že uhol medzi slnečnou a mesačnou rafiou sa zafixuje a mesačná rafia sa pootočí do polohy, v ktorej je Mesiac na čiare znázorňujúcej východ nebeského telesa [5]. Čas západu sa určí obdobne, avšak mesačná rafia sa pootočí tak, aby sa Mesiac nachádzal na čiare západu nebeského telesa.

Mesačná guľa pozostáva z dvoch farebných častí, svetlej a tmavej. Tieto časti symbolizujú osvetlenú a neosvetlenú časť Mesiaca. Vďaka otáčaniu Mesiaca okolo osi rovnobežnej s jeho rafiou, je možné odčítať fázy Mesiaca. Fázy Mesiaca sa dajú odčítať nielen na základe natočenia mesačnej gule, ale taktiež na základe uhla, ktorý zvierá mesačná a slnečná rafia. Ak sa mesačná rafia kryje so slnečnou, Mesiac je v nove. Naopak, ak tieto rafie zvierajú priamy uhol, tak Mesiac je v splne.

1.2.9 Poloha Slnka a Mesiaca na ekliptike

Na základe natočenia slnečnej a mesačnej rafie vzhľadom ku ekliptike sa dajú určiť znamenia zverokruhu, v ktorých sa Slnko a Mesiac nachádza. Tieto znamenia odčítame na zvieratníku. Behom roka prejde symbol Slnka cez všetky znamenia zvieratníka, keďže slnečná rafia sa otočí za jeden rok práve o jedenkrát viac ako ekliptika.

1.2.10 Stroje a mechanizmy orloja

Funkčnosť orloja je zabezpečená strojom orloja. Jedná sa o komplikovaný systém pozostávajúci z viacerých strojov a mechanizmov, pričom niektoré stroje pracujú samostatne, iné si vymieňajú impulzy. Celý stroj je dnes rozdelený na základe funkčnosti do nasledujúcich strojov: stroj kalendárny, stroj pre pohyby apoštolov a sošiek, bicí stroj, stroj štyriadvadsiatnika, hlavný stroj vypúšťaný každú minútu signálom z chronometra vo vedľajšej skrini, a opravný stroj pre pohyb Mesiaca. Kalendárny stroj zabezpečuje správne nastavenie kalendárnej dosky, bicí stroj odbíjanie hodín a stroj pre apoštolov a sošky zabezpečuje procesiu dvanástich apoštolov a pohyb sošiek. Medzi stroje a mechanizmy starajúce sa o nastavenie astrolábu patria hlavný stroj, stroj štyriadvadsiatnika a taktiež dômyselný mechanizmus ukrytý v mesačnej guli pre demonštráciu mesačných fáz.

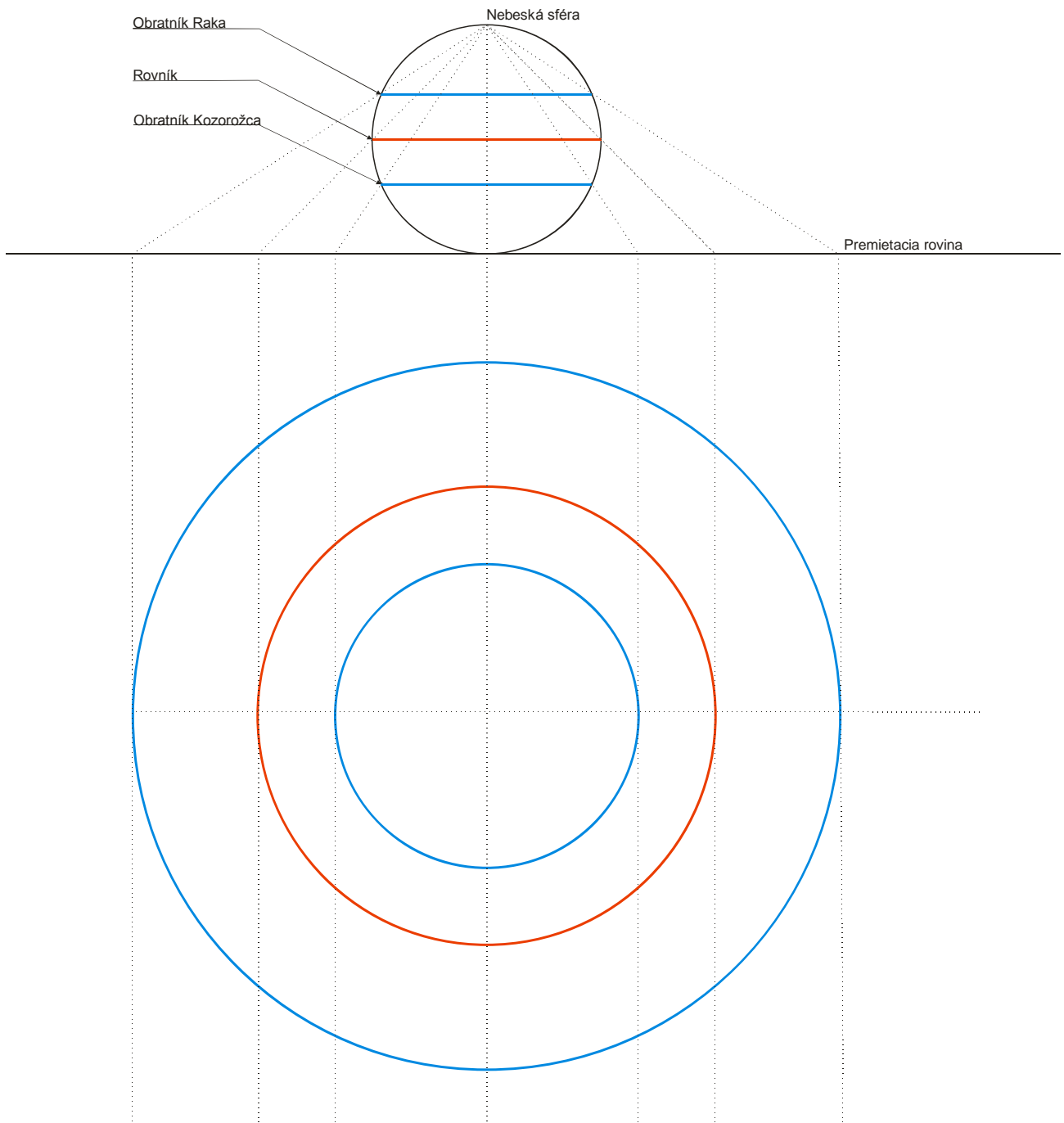
Hlavný stroj je základným strojom orloja. Tento stroj sa stará o otáčanie slnečnej rafie, mesačnej rafie a ekliptiky. Pôvodným vývodom hlavného stroja bol hriadeľ s pastorkom, do ktorého zapadali tri ozubené kolesá: pre otáčanie slnečnej rafie, mesačnej rafie a ekliptiky. Pastorok mal 24 zubov a otáčal sa tak, aby ozubené koleso slnečnej rafie s 366 zubmi sa otočilo raz za 24 hodín. Ozubené koleso ekliptiky má 365 zubov a ozubené koleso mesačnej rafie má 379 zubov [4]. Pohyb týchto troch kolies bol a i dnes je vyvedený pomocou troch dutých hriadel'ov na ciferník astrolábu. Vonkajší hriadeľ, ktorý je s najväčším polomerom, patrí mesačnej rafii. V tomto hriadeli je umiestnený hriadeľ slnečnej rafie. Vnútorň hriadeľ predstavuje hriadeľ poháňajúci ekliptiku. V súčasnosti je toto usporiadanie pozmenené. Hriadeľ Mesiaca bol vymenený za dômyselnejšie zariadenie, ktoré zmenšilo nepresnosť orloja.

Stroj štyriadvadsiatnika slúži k natáčaniu štyriadvadsiatnika. Natáča vonkajší kotúč ciferníka, na ktorom je zobrazená stupnica pre staročeský čas. Táto stupnica je natočená tak, aby v čase západu Slnka slnečná rafia ukazovala na gotickú číslicu 24. Stupnica sa v priebehu roka otáča v rozpätí približne 60 stupňov.

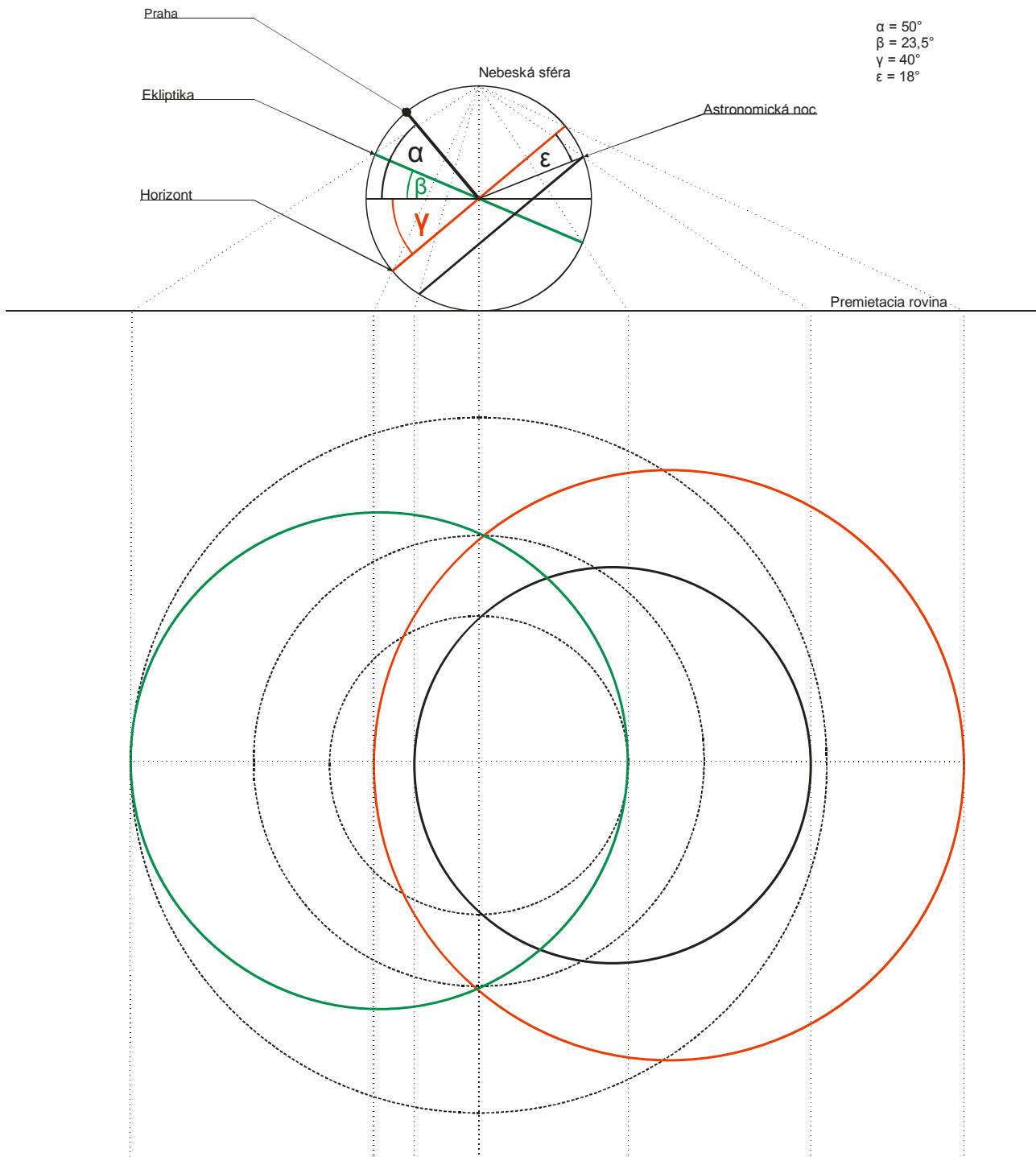
Mechanizmus mesačnej gule otáča guľu Mesiaca okolo osi rovnobežnej s mesačnou rafiou. Ide o dômyselný mechanizmus ukrytý vo vnútri mesačnej gule. Mesačnú guľu natáča pohyblivo pripevnené závažie prostredníctvom zubov, umiestnených na vnútornej strane gule. Počet týchto zubov je 57 [4]. Pri jednom otočení mesačnej rafie sa guľa otočí o 2 zuby vnútorného ozubenia.

1.2.11 Stereografická projekcia nebeskej sféry

Ciferník astrolábu vychádza zo stereografickej projekcie nebeskej sféry. Premieta sa zo severného pólu na rovinu, ktorá sa dotýka nebeskej sféry v mieste južného pólu. Výhodou tejto projekcie je, že ľubovoľná kružnica na guli sa zobrazí na projekčnej rovine ako kružnica (s výnimkou kružníc prechádzajúcich projekčným pólom). Touto projekciou vzniklo na ciferníku päť kružníc predstavujúcich obratník Raka, rovník, obratník Kozorožca, horizont a rozhranie astronomickej noci a súmraku. Projekcia obratníka Raka, rovníka a obratníka Kozorožca je zobrazená na obrázku 1. Projekcia ekliptiky, horizontu a astronomickej noci je zobrazená na obrázku 2.



Obrázok 1: Stereografická projekcia obratníka Raka, rovníka a obratníka Kozorožca



Obrázok 2: Stereografická projekcia ekliptiky, horizontu a astronomickej noci

2 Implementácia

2.1 Ciel'ové požiadavky kladené na program

2.1.1 Grafické rozhranie

Program má didaktický charakter, a preto by jeho užívateľské rozhranie malo byť maximálne príjemné a názorné. Teda mal by mať prívetivé grafické užívateľské rozhranie. Ovládanie programu by malo byť dostatočne jednoduché, aby bolo zvládnuteľné aj pre bežného užívateľa. Tiež by malo byť intuitívne a malo by mať „klikací“ charakter, pričom by bolo zvládnuteľné bez akéhokoľvek štúdia manuálu. Grafické rozhranie by zobrazovalo základné informácie odčítateľné z astrolábu. Umožňovalo by užívateľovi nastaviť čas, ktorý ma orloj zobrazovať, s možnosťou výberu mechanického alebo teoretického nastavenia astrolábu. Ďalej by ponúklo užívateľovi spustiť animáciu astrolábu a ponúkalo by možnosť prezrieť si nielen samotný vizuálny model astrolábu, ale aj stereografickú projekciu nebeskej sféry na ciferník astrolábu.

2.1.2 Vizuálny model astrolábu

Vizuálny model astrolábu by mal čo v najväčšej miere zodpovedať svojej reálnej predlohe. Dôraz sa kladie na zachovanie rozmerov tých častí astrolábu, ktoré sú dôležité pre správne odčítanie informácií, ktoré astroláb poskytuje. Umiestnenie a zoradenie jednotlivých nápisov a stupníc by malo korešpondovať so skutočnosťou. Farebná vernosť modelu nie je podstatná, stačí, aby približne zodpovedala predlohe. Pre lepšiu názornosť modelu by mala byť použitá trojdimenzionálna vizualizácia. Model astrolábu by mal mať štruktúru, ktorá by umožnila správne nastavenie všetkých pohyblivých častí. Súčasťou modelu by mala byť taktiež stereografická projekcia nebeskej sféry.

2.1.3 Mechanický model astrolábu

Program by mal umožniť simuláciu astrolábu na základe strojov a mechanizmov, ktoré slúžia na pohyb ciferníka astrolábu. Cieľom nie je simulovať súčasný stav, ale zjednodušený model. V tomto modeli je vývodom hlavného stroja hriadeľ, ktorý poháňa ozubené kolesá slnečnej rafie, mesačnej rafie a ekliptiky. Tiež by sa mal zohľadniť mechanizmus určený k natáčaniu mesačnej gule. Mechanický model by mal ďalej umožňovať korekciu mechanického nastavenia astrolábu podľa teoretického modelu v užívateľom stanovený čas.

2.1.4 Teoretický model astrolábu

Program by mal umožniť nastavenie astrolábu, ktoré by vychádzalo zo zjednodušených astronomických výpočtov. Cieľom nie je poskytnúť informácie s veľkou presnosťou, ale ukázať užívateľovi presnejšie nastavenie

orloja, ako poskytuje mechanický model a zobrazit' odchýlku mechanického modelu od teoretického modelu.

2.2 Nastavenie astrolábu

Základnou úlohou je nastavenie astrolábu pre daný dátum a čas. Pojem *nastavenie astrolábu* sa chápe ako natočenie alebo posunutie všetkých pohyblivých častí ciferníka astrolábu do určitej polohy, na základe zadaného dátumu a času. Zadáva sa stredoeurópsky čas. Ciferník astrolábu vykonáva deväť pohybov, a to sedem otáčavých a dva posuvné. Medzi otáčavé pohyby patrí otáčanie slnečnej rafie, mesačnej rafie a kotúča ekliptiky. Os otáčania týchto troch pohybov sa nachádza v strede ciferníka a je kolmá na rovinu ciferníka. Otáčavé pohyby vykonávajú tiež pomocné tyče, ktoré spájajú stred kotúča ekliptiky so symbolom Slnka a symbolom Mesiaca. Tieto tyče udržujú symbol Slnka a symbol Mesiaca na ekliptike. Jedna tyč je natočená vždy smerom k symbolu Slnka a druhá smerom k symbolu Mesiaca. Os otáčania obidvoch tyčí je kolmá na rovinu ciferníka. Poloha tejto osi otáčania nie je pevná, je závislá na natočení ekliptiky. Os sa pohybuje po ciferníku po kruhovej dráhe. Polomer dráhy sa rovná vzdialenosti medzi stredom kotúča ekliptiky a stredom ciferníka astrolábu. Ďalší otáčavý pohyb vykonáva kotúč štyriadvadsiatnika. Otáča sa okolo osi umiestnenej v strede orloja. Jeho točenie je závislé na čase západu Slnka. Posledný otáčavý pohyb vykonáva symbol Mesiaca, teda mesačná guľa, ktorá sa otáča okolo osi, ktorá prechádza cez stred gule a je rovnobežná s mesačnou rafiou. Guľa sa natáča na základe fázy Mesiaca. Posuvné pohyby na ciferníku vykonáva symbol Slnka a Mesiaca. Posúvajú sa po svojej rafii v rozsahu kružníc predstavujúcich obratníky Raka a Kozorožca. Symboly sa posúvajú tak, aby ležali na ekliptike. Vzdialenosť symbolov od stredu ciferníka je závislá na natočení kotúča ekliptiky voči slnečnej rafii a mesačnej rafii. Z tohto popisu vyplýva, že poloha symbolu Slnka a Mesiaca a taktiež natočenie pomocných tyčí je jednoznačne určené natočením kotúča ekliptiky a slnečnej, respektíve mesačnej rafie. Tento fakt platí ako pre simuláciu mechanického modelu, tak aj pre simuláciu teoretického modelu astrolábu. Preto sa pri nastavení astrolábu najprv vypočítajú uhly pre natočenie slnečnej rafie, mesačnej rafie, kotúča ekliptiky, štyriadvadsiatnika a mesačnej gule. Potom sa dopočíta nastavenie polohy symbolu Slnka a Mesiaca na slnečnej a mesačnej rafii a natočenie pomocných tyčí na základe uhlov, ktoré sa vypočítali v predošlom kroku.

2.3 Simulácia teoretického modelu

2.3.1 Nastavenie slnečnej rafie

Slnečná rafia sa neriadi pravým slnečným časom, ale stredným slnečným časom pre pätnásty poludník východnej dĺžky, čo predstavuje stredoeurópsky čas. Posun času zo zimného času na letný čas a naopak sa nezohľadňuje. Stredoeurópsky čas sa odčítava na rímskej stupnici, ktorá je rozdelená na dvadsaťštyri dielov. Každý diel predstavuje jednu hodinu. Rímska číslica dvanásť, predstavujúca polnoc, sa nachádza na stupnici dole. Na nastavenie slnečnej rafie nie je potrebný dátum, postačuje čas, ktorý je zadaný a nie je potrebné ho nijakým spôsobom upravovať alebo prevádzať.

2.3.2 Nastavenie ekliptiky

Nastavenie ekliptiky sa riadi hviezdny časom. Symbol hviezdy, pevne pripevnený ku kotúču ekliptiky, ukazuje miestny hviezdny čas pre pätnásty poludník východnej dĺžky. Miestny hviezdny čas sa vypočíta v dvoch krokoch. V prvom kroku sa vstupný dátum a čas prevedie na juliánsky dátum. Použije sa algoritmus *juliánsky dátum z občianskeho dátumu* [3, str. 7-8]. V druhom kroku sa na základe juliánskeho dátumu vypočíta miestny hviezdny čas s použitím algoritmu *miestny hviezdny čas* [3, str. 10-11]. Symbol hviezdy sa nastaví tak, aby na stupnici z rímskych číslic, ukazoval vypočítaný hviezdny čas. Nultá hodina sa na ciferníku nachádza na rímskej číslici dvanásť, umiestnenej hore.

2.3.3 Nastavenie mesačnej rafie

Nastavenie mesačnej rafie vychádza z nasledujúcej skutočnosti: V čase novu Mesiaca zvierajú mesačná rafia so slnečnou rafiou uhol nula stupňov, teda rafie sú rovnako natočené. Takéto nastavenie nastáva len pre nov. Natočenie mesačnej rafie v nove je preto zrejmé. Natočenie rafie na ľubovoľný dátum a čas sa dostane s využitím faktu, že v dobe medzi dvoma novmi sa slnečná rafia otočí práve o jedenkrát viac ako mesačná rafia. Takto získané natočenie mesačnej rafie nie je úplne presné, keďže obbeh Mesiaca okolo Zeme nie je rovnomerný. Avšak chyba, ktorej sa dopúšťame, ne-diverguje. Chyba sa vyruší po každom mesačnom cykle. Pre tento výpočet je potrebné zistiť dátum a čas najbližšieho novu pred a po zadanom dátume a čase. K výpočtu dátumu a času novu Mesiaca sa použije algoritmus pre výpočet fáz Mesiaca [3, str. 60-61].

2.3.4 Nastavenie mesačnej gule

Mesačná guľa sa riadi fázami Mesiaca. V nove Mesiaca je guľa natočená svetlou časťou k ciferníku a tmavou k pozorovateľovi. Od jedného novu po nasledujúci nov sa mesačná guľa otočí o uhol 360 stupňov. Vypočíta sa najbližší čas a dátum novu Mesiaca pred a po zadanom dátume a čase. Natočenie mesačnej gule sa získa lineárnou interpoláciou uhla medzi dvoma

novmi. V tomto výpočte dochádza k obdobnej chybe ako v predošlom prípade, keďže rotácia Mesiaca okolo vlastnej osi nie je rovnomerná.

2.3.5 Nastavenie štyriadvadsiatnika

Nastavenie štyriadvadsiatnika sa riadi geometrickým západom Slnka. Štyriadvadsiatnik sa natočí do takej polohy, aby slnečná rafia smerovala v čase geometrického západu Slnka na gotickú číslicu dvadsaťštyri. Geometrický západ Slnka sa vypočíta pomocou vzorca pre začiatok a koniec súmraku [3, str. 19-20], pričom sa za parameter h_s dosadí nula stupňov a zanedbá sa časová rovnica.

2.4 Simulácia mechanického modelu

2.4.1 Základné princípy

Zjednodušený mechanický model je založený na nasledujúcich princípoch: Vývodom hlavného stroja je hriadeľ, ktorý poháňa ozubené kolesá slnečnej rafie, mesačnej rafie a ekliptiky. Hriadeľ vykonáva rovnomerný otáčavý pohyb. Otočí sa za 24 hodín 15,25 krát a má 24 zubov. K nastaveniu astrolábu podľa mechanického modelu sa zadáva čas, na ktorý sa nastaví astroláb a čas poslednej korekcie astrolábu podľa teoretického modelu. Úlohou je vypočítať veľkosť uhlov, o ktoré sa otočia jednotlivé časti astrolábu od času poslednej korekcie.

Označme čas, ktorý ubehol od poslednej korekcie, Δt , teda $\Delta t = t - t_0$, kde t_0 je čas poslednej korekcie a t je čas, na ktorý sa astroláb nastavuje. Uhlová rýchlosť hriadeľa je $\omega_h = 15,25 \cdot 360^\circ / 86400$ s a počet zubov hriadeľa je $n_h = 24$.

2.4.2 Nastavenie slnečnej rafie

Počet zubov ozubeného kolesa slnečnej rafie je $n_s = 366$. Za čas Δt sa slnečná rafia otočí o uhol $\alpha_s = \omega_h \cdot n_h / n_s \cdot \Delta t$

2.4.3 Nastavenie ekliptiky

Počet zubov ozubeného kolesa ekliptiky je $n_e = 365$. Za čas Δt sa ekliptika otočí o uhol $\alpha_e = \omega_h \cdot n_h / n_e \cdot \Delta t$

2.4.4 Nastavenie mesačnej rafie

Počet zubov ozubeného kolesa mesačnej rafie je $n_m = 379$. Za čas Δt sa ekliptika otočí o uhol $\alpha_m = \omega_h \cdot n_h / n_m \cdot \Delta t$

2.4.5 Nastavenie mesačnej gule

Otáčanie mesačnej gule je závislé na otáčaní mesačnej rafie. Mesačná guľa má na vnútornej strane po svojom obvode 57 zubov. Mechanizmus mesačnej gule

pootočí guľu o 2 zuby za jeden obeh mesačnej rafie. Za čas Δt sa mesačná guľa otočí okolo svojej osi o uhol $\alpha_g = \omega_h \cdot n_h / n_m \cdot 2/57 \cdot \Delta t$

2.4.6 Nastavenie štyriadvadsiatnika

Pohyb a nastavenie štyriadvadsiatnika je založené výhradne na teoretickom modeli, keďže reálny stroj zabezpečujúci tento pohyb je značne komplikovaný a teda náročný na simuláciu.

2.5 Grafický model

2.5.1 Koncepcia modelu

V programe je použitý trojrozmerný počítačový model astrolábu, ktorý poskytuje užívateľovi čo najväčšiu názornosť. K dosiahnutiu čo najpresnejšieho grafického modelu sa použili dve metódy. Prvá metóda je založená na skutočnosti, že ciferník astrolábu bol zhotovený pomocou stereografickej projekcie nebeskej sféry. Jednotlivé polomery a umiestnenia kružníc sú získané premietnutím jednotkovej gule s príslušnými kružnicami na premietaciu rovinu. Geometrická konštrukcia kružníc vychádza z obrázku č. 1 a obrázku č. 2. Využitím tejto metódy boli zostrojené časti predstavujúce obratník Kozorožca, rovník, obratník Raka, ekliptiku, horizont a rozhranie súmraku a astronomickej noci. Časti reprezentujúce samotné stereografické premietanie sú taktiež súčasťou modelu a sú zhotovené prvou metódou. Časti modelu astrolábu, ktoré nie sú presne definované, sú vymodelované pomocou fotografických predlôh astrolábu. Grafický model astrolábu je vytvorený pomocou programu 3D Studio MAX. Na obrázku č. 3 sa nachádza porovnanie počítačového modelu so skutočnou predlohou.



Obrázok 3: Hore počítačový model, dole fotografia orloja

2.5.2 Geometria a štruktúra modelu

Grafický model astrolábu využíva povrchovú reprezentáciu, pozostávajúcu z vrcholov, hrán, polygónov a normál. Väčšina častí astrolábu má oblý povrch. Tento charakter povrchu vyžaduje použitie veľkého množstva polygónov na jeho dostatočnú aproximáciu. Keďže výpočtová náročnosť potrebná pre vizualizáciu trojrozmerného modelu výrazne rastie s množstvom polygónov, boli jednotlivé časti modelu optimalizované. Polygóny nachádzajúce sa na zadnej strane modelu sú odstránené. Geometria malých alebo nepodstatných častí modelu je značne zjednodušená tak, aby obsahovala nízky počet polygónov. K uloženiu grafického modelu je použitý formát OBJ.

Časti modelu sú rozdelené do skupín na základe ich vizuálnych vlastností, významu a funkčnosti. Táto štruktúra umožňuje priradiť jednotlivým skupinám modelu adekvátne vizuálne atribúty, správne simulovanie otáčania a posúvania pohyblivých skupín a skrývanie a vyznačenie požadovaných skupín modelu.

2.5.3 Textúry

K zobrazeniu symbolov, číslíc a popisov sú použité dvojrozmerné textúry namapované na obdĺžnikových geometrických objektoch. Textúry predstavujú transparentnú masku, ktorá zobrazuje len požadovanú časť obdĺžnika. Textúry sú uložené vo formáte PNG a sú zhotovené na základe fotografickej predlohy.

2.5.4 Atribúty modelu

Vlastnosti jednotlivých častí modelu sú uložené v externom textovom súbore *attributes.txt*. Ku každej časti modelu sú priradené vizuálne vlastnosti a skupina, do ktorej daná časť patrí.

2.6 Architektúra programu

2.6.1 Základné princípy

Program beží na platforme Java [8]. Hlavné dôvody k výberu tejto platformy sú predovšetkým to, že platforma poskytuje knižnice pre tvorbu plnohodnotných aplikácií využívajúcich trojdimenzionálnu grafiku a obsahuje nástroje pre tvorbu „oknoidného“ grafického užívateľského prostredia.

Trojdimenzionálna grafika je založená na knižnici Java 3D API [9]. Táto knižnica umožňuje použitie grafických knižníc ako DirectX alebo OpenGL. Triedy poskytované touto knižnicou sa v aplikácii používajú ako podklad pre reprezentáciu scény, pre manipuláciu a nastavenie grafických objektov a taktiež k vykresľovaniu scény.

2.6.2 Popis hlavných častí programu

Trieda *OrlojGeo*

Trieda *OrlojGeo* je najrozsiahlejšia časť programu. Reprezentuje vizuálny model astrolábu. Jej úlohou je načítanie modelu astrolábu a jeho súčastí, zostavenie hierarchie modelu, zmena vizuálnych vlastností modelu a transformácia modelu.

Pre zostavenie modelu je potrebné načítať geometriu orloja, textúry a atribúty modelu. Geometria modelu je uložená v externom súbore typu OBJ. K načítaniu tohto súboru sa využíva trieda *ObjectFile* pochádzajúca z knižnice Java 3D. Po načítaní geometrie modelu sa každej časti astrolábu priradia jej vlastnosti a ak jej povrch obsahuje textúru, dôjde k jej načítaniu a následnému namapovaniu. Ku generovaniu súradníc pre mapovanie textúr sa nepoužíva editor, v ktorom bol model zostrojený. Súradnice si generuje samotná trieda. Hierarchia modelu sa zostaví na základe informácií z enumerácií *Parts*, *Transforms* a *Groups*.

Trieda umožňuje meniť vizuálne vlastnosti jednotlivých častí modelu astrolábu. Medzi tieto vlastnosti patrí zmena difúznej farby, farby odrazu a ambientnej farby. Stará sa taktiež o zmenu koeficientov lesklosti a priehľadnosti povrchu a umožňuje skrývanie a zobrazovanie častí orloja, či už jednotlivo alebo po skupinách.

Transformácie častí modelu astrolábu slúžia k nastaveniu modelu do správnej polohy. Používajú sa dve transformácie, a to translácia a rotácia. Trieda sa nestará o výpočet uhlov k nastaveniu ekliptiky, mesačnej rafie, slnečnej rafie a štyriadvadsiatnika. Tieto uhly získava ako vstup z triedy *TimeMachine*. Trieda si však dopočítava uhly pre nastavenie pomocných tyčí. Vypočítava aj polohu symbolu Mesiaca a Slnka na slnečnej a mesačnej rafii. Tieto výpočty vychádzajú z uhlov získaných na vstupe. Transformácie sa starajú taktiež o rotáciu modelu a jeho približovanie a vzdďalovanie od pozorovateľa.

Trieda *Scene3D*

Trieda *Scene3D* reprezentuje scénu, v ktorej je umiestnený samotný model astrolábu. Trieda určuje polohu objektov, ktoré obsahuje. V scéne je umiestnený model astrolábu, kamera predstavujúca pozorovateľa a svetlá. Scéna má dve svetlá, a to bodové a ambientné. Bodové svetlo nasvecuje model sprava zhora. Ambientné svetlo poskytuje rovnomerné osvetlenie celého modelu zo všetkých smerov.

Trieda *TimeMachine*

Trieda *TimeMachine* obsahuje výpočty pre nastavenie astrolábu na základe teoretického a mechanického modelu. Súčasťou triedy sú algoritmy pre výpočet hviezdneho času, času západu Slnka, času splnu Mesiaca, planetárneho času, staromestského času a algoritmus pre prevod juliánskeho dátumu na občiansky a opačne. Hlavnou úlohou triedy je vypočítavať časy

zobrazované astrolábom a nastavenie astrolábu na základe zadaného vstupu. Vstup pozostáva z dátumu, času a intervalu časovej korekcie.

Enumerácie *Parts*, *Groups*, *Transforms*

Statické enumerácie *Parts*, *Transforms*, *Groups* určujú hierarchiu geometrického modelu astrolábu. Hierarchia modelu má stromovú štruktúru. Uzлами stromu sú jednotlivé časti modelu, skupiny alebo transformácie. Koreňom tohto stromu je hlavná transformácia, cez ktorú sa celá štruktúra pripája k okolitej scéne. Listami stromu sú časti modelu. Uzol predstavujúci transformáciu alebo skupinu, má za rodiča len transformáciu. Uzly predstavujúce jednotlivé časti sú potomkami výhradne skupín.

Enumerácia *Parts* obsahuje všetky časti geometrického modelu. Súčasťou každej časti je kľúč – textový reťazec, zodpovedajúci názvu časti modelu v súbore, z ktorého sa načítava geometria modelu. Všetky časti majú určenú príslušnosť ku skupine.

Enumerácia *Groups* obsahuje všetky skupiny geometrického modelu. Každá skupina má určenú transformáciu (predka v strome), na ktorú je viazaná.

Enumerácia *Transforms* pozostáva z transformácií. Niektoré transformácie majú určený posun po x -ovej alebo y -ovej osi pre správne počiatočné umiestnenie v modeli. Až na koreňovú transformáciu má každá transformácia určeného svojho predka.

Užívateľské rozhranie

Užívateľské rozhranie je postavené na knižnici Swing, ktorá poskytuje štandardné grafické komponenty pre ovládanie programu. Prostredie je navrhnuté v programe NetBeans. Najdôležitejší komponent grafického rozhrania je komponent Canvas3D. Cez tento komponent sa zabezpečuje grafický výstup vizualizácie orloja.

Užívateľské rozhranie obsahuje vizuálne znázornenie fáz Mesiaca. Toto znázornenie nie je riešené trojrozmerným modelom a jeho následným nasvietením. Celá vizualizácia mesačného cyklu je rozdelená na šesťdesiat častí, ktoré sú dopredu vykreslené ako dvojrozmerné obrázky. V užívateľskom prostredí sa zobrazí jeden zo šesťdesiatich obrázkov, zodpovedajúci danej mesačnej fáze.

Popis modelu astrolábu, ktorý sa zobrazuje v užívateľskom prostredí je načítaný z externého textového súboru *titles.txt*.

2.6.3 Adresárová štruktúra aplikácie

Koreňový adresár aplikácie vyzerá nasledovne:

- *model/* - obsahuje súbor s grafickým modelom astrolábu, atribútmi modelu a popismi modelu
- *angles/* - textúry uhlov
- *bnumbers/* – textúry číslíc planetárneho číselníka
- *rnumbers/* – textúry číslíc rímskeho číselníka
- *onumbers/* – textúry číslíc štyriadvadsiatnika
- *titles/* – textúry nápisov na astrolábe
- *zodiac/* – textúry znamení zverokruhu
- *moonphases/* – obrázky fáz Mesiaca
- *astrolab.jar* – spustiteľný súbor
- *j3dcore-d3d.dll* – knižnica pre prácu s DirectX
- *j3dcore-ogl.dll* – knižnica pre prácu s OpenGL
- *j3dcore-ogl-cg.dll* – knižnica pre prácu s OpenGL
- *j3dcore-ogl-chk.dll* – knižnica pre prácu s OpenGL

3 Uživatelská dokumentácia

3.1 Požiadavky na HW a SW

Program k vykresľovaniu astrolábu využíva knižnicu Java 3D. Táto knižnica vyžaduje grafický akcelerátor. Java 3D spolupracuje s knižnicami DirectX a OpenGL. Program bol testovaný na zostave s procesorom Intel Core 2 DUO, grafickou kartou ATI Radeon 3450 a operačnou pamäťou 2GB. Na tejto konfigurácii bol beh programu plynulý, bez akéhokoľvek zasekávania. Program je spustiteľný pod operačným systémom Windows XP a VISTA, k spusteniu je potrebné mať nainštalované JRE (Java Runtime Environment).

3.2 Inštalácia a spustenie

K inštalácii programu je potrebné skopírovať zložku *astrolab*, umiestnenú na priloženom médiu, na lokálny disk. Program sa spúšťa cez súbor *astrolab.jar*, umiestnený v zložke *astrolab*.

3.3 Uživatelské prostredie

3.3.1 Popis prostredia

Prostredie programu pozostáva z hlavného menu, postranných panelov, plochy, na ktorú sa vykresľuje model astrolábu, hornej lišty a dolnej lišty. Program má dva režimy, a to režim *Time* a režim *Projection*. Režim *Time* umožňuje prezeranie astrolábu a jeho nastavenie. Režim *Projection* ponúka stereografickú projekciu nebeskej sféry na ciferník astrolábu. Uživatelské prostredie je v anglickom jazyku.

3.3.2 Hlavné menu

Hlavné menu pozostáva zo sekcií *File*, *Settings* a *Help*. Sekcia *File* obsahuje položku *Close* pre ukončenie programu. Sekcia *Settings* je rozdelená na dve časti. Prvá časť umožňuje nastaviť veľkosť hlavného okna v pixeloch. K nastaveniu veľkosti okna je k dispozícii päť veľkostí. Druhá časť ponúka nastavenie osvetlenia modelu. Obsahuje položky *Point light* a *Ambient light*. *Point light* – bodové svetlo – osvetľuje model sprava zhora, vytvára na modeli lesk a tieňovanie. Tento typ osvetlenia dodáva modelu realistický vzhľad. *Ambient light* – ambientné svetlo – osvetľuje model rovnomerne zo všetkých strán, pričom povrch modelu je netieňovaný a bez lesku. Toto osvetlenie je vhodné pre režim *Projection*, v ktorom sú odlesky a tieňovanie nežiaduce a preferuje sa schematické zobrazenie. Posledná sekcia *Help* pozostáva z jednej položky *About*, ktorá poskytuje štandardné informácie o programe.

3.3.3 Postranné panely

Postranné panely sú rozdelené na nasledujúce časti:

Time information

Panel *Time information* obsahuje dátum a časové informácie odčítateľné z ciferníka astrolábu. Medzi tieto informácie patrí:

- *Date* – dátum
- *Civil time* – stredoeurópsky čas
- *Sidereal time* – miestny hviezdny čas
- *Old Bohemian time* – staročeský čas
- *Planet time* – planetárny čas
- *Zodiac sign of Sun* – znamenie Slnka na ekliptike
- *Zodiac sign of Moon* – znamenie Mesiaca na ekliptike
- *Moon phase* – fáza mesiaca

Time settings

Panel *Time settings* slúži k nastaveniu času. Obsahuje políčko *Central European Time*, do ktorého sa zadáva dátum a stredoeurópsky čas. Model astrolábu sa nastaví na zadaný dátum a čas automaticky, pri každej zmene obsahu tejto položky.

Panel ďalej obsahuje možnosť nastavenia položky *Time mode* a *Time Correction*.

Time mode umožňuje nasledujúce voľby:

- *Theoretical* – nastavenie astrolábu podľa teoretického modelu
- *Mechanical* – nastavenie astrolábu podľa mechanického modelu

Time Correction slúži k určeniu časového intervalu pre korekciu nastavenia astrolábu podľa teoretického modelu. Dá sa nastaviť len v režime *Mechanical*. Korekcia prebehne v čase nula hodín, nula minút každý:

- *Day* – deň
- *Week* – prvý deň v týždni
- *Month* – prvý deň v mesiaci
- *Year* – prvý deň v roku

Animation

Panel *Animation* slúži k ovládaniu animácie astrolábu. Tlačítko *Start/Stop* spustí/zastaví animáciu. Ponuka *Animation Speed* umožňuje nastavenie rýchlosti animácie. V ponuke sú štyri rýchlosti:

- *Speed 1 (real speed)* – animácia beží v reálnej rýchlosti
- *Speed 2* – každých desať milisekúnd sa čas posunie o jednu minútu
- *Speed 3* – každých desať milisekúnd sa čas posunie o desať minút
- *Speed 4* – každých desať milisekúnd sa čas posunie o jeden deň

Time highlight

Panel *Time highlight* ponúka možnosť zvýrazniť na modeli časy a znamenia, ktoré astroláb ukazuje.

- *Civil time* – zvýrazní občiansky čas
- *Old Bohemian time* – zvýrazní staročeský čas
- *Planet time* – zvýrazní planetárny čas
- *Sidereal time* – zvýrazní hviezdny čas
- *Sun sign* – zvýrazní znamenie, v ktorom sa nachádza Slnko
- *Moon sign* – zvýrazní znamenie, v ktorom sa nachádza Mesiac

Hide

Panel *Hide* slúži ku skrytiu jednotlivých častí astrolábu.

- *Hide ecliptic* – skryje kotúč ekliptiky
- *Hide sun hand* – skryje slnečnú rafiú
- *Hide moon hand* – skryje mesačnú rafiú

Navigation

Panel *Navigation* obsahuje tlačidlá pre prepínanie režimov a prezeranie modelu. Tlačidlá panelu *Navigation*:

- *Left* – natáčanie modelu okolo zvislej osi vľavo
- *Right* – natáčanie modelu okolo zvislej osi vpravo
- *Up* – natáčanie modelu okolo horizontálnej osi smerom hore
- *Down* – natáčanie modelu okolo horizontálnej osi smerom dolu
- *Zoom in* – priblíženie modelu
- *Zoom out* – vzdialenie modelu
- *Front view* – nastavenie čelného pohľadu
- *Left view* – nastavenie bočného pohľadu zľava
- *Time* – prepnutie do režimu *Time*
- *Projection* – prepnutie do režimu *Projection*

3.3.4 Horná a dolná lišta

Horná lišta ukazuje aktuálny režim programu. Dolná lišta zobrazuje popis jednotlivých častí modelu. Popis časti modelu sa zobrazí, ak kurzor myši prejde nad nejakou časťou modelu.

3.3.5 Ovládanie

Program je navrhnutý pre ovládanie pomocou myši. Pri pohybe kurzora nad modelom astrolábu je možné natáčať model vľavo, vpravo, hore a dole pomocou držania pravého tlačidla myši a pohybu kurzora v príslušných smeroch. Približovanie a vzdďalovanie modelu je možné pomocou kolieska myši. V režime *Projection* je možné kliknutím na časti nebeskej sféry zobrazit' projekciu príslušnej časti na ciferník astrolábu.

4 Záver

Cieľom práce bolo vytvoriť program, ktorý by pomohol užívateľovi oboznámiť sa s astrolábom pražského orloja, nielen s jeho vzhľadom, ale aj s jeho významom a funkčnosťou. Program, ktorý vznikol, tento cieľ do veľkej miery spĺňa. Poskytuje prehľadné užívateľské prostredie a intuitívne ovládanie, vhodné pre široké spektrum užívateľov. Obsahuje trojdimenzionálny model astrolábu a projekcie nebeskej sféry na ciferník astrolábu. Užívateľovi umožňuje nastavenie astrolábu na takmer ľubovoľný čas a dátum. Obsahuje taktiež animáciu astrolábu a sprostredkováva informácie, ktoré astroláb zobrazuje. Prínos aplikácie je o to väčší, že v súčasnosti neexistuje program s podobným zameraním.

5 Literatúra

- [1] Rosický, V.: *Staroměstský orloj v Praze*, Otto, Praha, 1923
- [2] Malina, J.: *Praha Esoterická Staroměstský orloj*, Eminent, Praha, 2005
- [3] Pokorný, Z.: *Astronomické algoritmy pro kalkulátory*, Hvězdárna a planetarium hl. Města Prahy, Praha, 1988
- [4] Horský, Z.: *Pražský orloj*, Panorama, Praha, 1988
- [5] Analýza ciferníku orloje
<http://www.pf.jcu.cz/cabri/examples/orloj-cifernik.htm>
- [6] Šíma, Z.: Orloje – hi-tech 14. století (první díl), *Instantní astronomické noviny*, vydání 352., 2001
http://www.ian.cz/detart_fr.php?id=557
- [7] Šíma, Z.: Orloje – hi-tech 14. století (druhý díl), *Instantní astronomické noviny*, vydání 352., 2001
http://www.ian.cz/detart_fr.php?id=560
- [8] Java Platform
<http://java.sun.com/javase/technologies>
- [9] Java 3D API
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/java3d>

6 Príloha – obsah priloženého CD

Na priloženom CD sa nachádzajú zložky:

- ***program*** – obsahuje spustiteľný program
- ***projekt*** – obsahuje projekt prostredia NetBeans so zdrojovými kódmi
- ***dokumentácia*** – obsahuje programátorskú dokumentáciu
- ***bakalárska práca*** – obsahuje elektronickú podobu bakalárskej práce
- ***model*** – obsahuje grafický model astrolábu