

Virtuálna simulácia závodu plachetníc

Katalóg požiadaviek

Alena Kuklicová, Vladimír Tischler, Filip Béreš, Michal Tomášik

OBSAH

1. Úvod.....	3
1.1 Účel katalógu požiadaviek.....	3
1.2 Rozsah systému	3
1.3 Slovník pojmov	3
1.4 Referencie	4
1.5 Prehľad nasledujúcich kapitol.....	4
2. Všeobecný opis systému	4
2.1 Perspektíva systému	4
2.2 Funkcie systému	4
2.3 Charakteristika používateľov	5
2.4 Všeobecné obmedzenia	5
2.5	5
3. Špecifikácia požiadaviek	6
3.1 Loď.....	6
3.2 Trať.....	6
3.3 Sily a javy	7
3.4 Kamery	7
3.5 Ovládanie	7
3.6 Vstupy a Výstupy	8
3.6.1 Vstupy	8
3.6.2 Výstupy.....	8

1. Úvod

1.1 Účel katalógu požiadaviek

Tento dokument bol vytvorený ako katalóg požiadaviek pre systém Virtuálnej simulácie závodu plachetníc. Jeho cieľom je popísať dohodnuté požiadavky tohto systému vyvíjaného v rámci predmetu Tvorba informačných systémov FMFI UK Bratislava v akademickom roku 2024/2025.

Katalóg požiadaviek predstavuje záväznú dohodu medzi zadávateľom projektu a jeho vývojového tímu ohľadom rozsahu funkcionality.

1.2 Rozsah systému

Cieľom projektu je vyvinúť softvér simulácie závodu plachetníc. Softvér by mal okrem simulácie závodu, byť pripravený aj na rôzne rozšírenia. Rozšírenia, ktoré máme na mysli sú určite autonómne riadenie plachetníc pomocou nejakej konfigurácie, možnosť konfigurácie a pridávania máp. Pripraviť priestor nejakým spôsobom pre možnosť učenia nejakej neurónovej siete na vizuálnych dátach.

1.3 Slovník pojmov

Framework - štruktúra na zjednodušenie vývoja softvéru s pripravenými komponentami

Navigačný závod - preteky na otvorenej trase s rôznymi orientačnými bodmi. Pretekári musia navigovať medzi bodmi a prispôsobovať sa meniacim sa podmienkam

Carousel závod - preteky na uzavretom okruhu. Obieha sa niekoľko bóji v stanovenom smere a pretekári musia byť rýchli a obratní, lebo sa neustále vracajú na rovnaké body

Snapshot - záznam stavu plachetnice a jej okolí, obsahujúci smer vetra, pozíciu lode, prúd vody, nastavenie kormidla a plachiet

Autonómne riadenie – riadenie plachetníc pomocou umelej inteligencie

Keel - spodná časť lode, plní vyvažovaciu funkciu

Apparent Vietor / AW – vietor, jeho smer a rýchlosť ako by bol s relatívnou presnosťou nameraný osobou na danej lodi (Apparent Wind)

True Vietor / TW – vietor, jeho skutočný smer a rýchlosť (True Wind)

Chase Kamera – kamera, ktorá loď “naháňa”, zhoduje sa s loďou v smerovaní a drží si od nej konštantnú vzdialenosť

Anemometer

1.4 Referencie

GitHub repozitár projektu: <https://github.com/TIS2024-FMFI/sailing-simulator>

Repozitár podobného systému v C++: <https://github.com/mkohout/sailing-simulator>

Magisterská práca na túto tému:

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1111560/FULLTEXT01.pdf>

Sailboat 2D - fyzikálne aspekty plachetníc:

<https://www.boatdesign.net/threads/sailboat-physics-simulation.56810/>

1.5 Prehľad nasledujúcich kapitol

V kapitole [2](#) všeobecne popisujeme vyvíjaný systém. Kapitola sa pozerá na systém z nadhľadu a stručne vysvetľuje jeho funkcionality, tak aby bolo jasné čo všetko bude robiť. Stručne sa zameriava tiež na charakteristiku používateľov, ako aj obmedzenia a závislosti systému.

Kapitola [3](#) jasne definuje jednotlivé požiadavky na systém, ktoré boli dohodnuté so zadávateľom projektu.

2. Všeobecný opis systému

2.1 Perspektíva systému

Vyvíjaný systém bude slúžiť ako základná kostra pre virtuálnu simuláciu závodu plachetníc. Cieľom je poskytnúť framework, ktorý umožní nielen jednoduchú simuláciu pretekov, ale aj ich postupné zdokonaľovanie v budúcnosti. V rámci systému budú zadefinované parametre ako sila vetra a vodné prúdy, ktoré budú simulované v 3D prostredí.

Tento systém umožní používateľovi ovládať plachetnice, nastavovať plachty a manipulovať s kormidlom. Systém bude navrhnutý tak aby bol modulárny a dal sa upravovať/vylepšovať v budúcnosti. V budúcnosti sa plánujú vylepšenia ako pridanie nových funkcií, implementácia pokročilých techník pre analýzu pretekov a vylepšenie modelov plachetníc.

2.2 Funkcie systému

Systém na začiatok umožní používateľovi vybrať si medzi dvoma typmi závodu a to Navigačným alebo Carousel. Následne si používateľ zvolí počet plachetníc, ktoré sa závodu zúčastnia. Po výbere typu závodu a počtu plachetníc, používateľ spustí preteky.

Používateľ je schopný prepínať sa medzi plachetnicami s cieľom ich ovládania. Keďže každá loď funguje ako samostatná entita, používateľ môže meniť parametre každej lode bez ohľadu na ostatné. Týmto parametrami budú nastavenia plachiet a kormidla.

Lode budú schopné merať apparent vietor(AW), pričom true vietor(TW) bude definovaný v systéme. Týmto spôsobom dokážu lode vizualizovať AW a následne ho prepočítať na TW. Pre túto funkciu bude na každej lodi anemometer, ktorý presne zachytí aktuálne pôsobiace veterné podmienky. Dané výpočty budú zabezpečené prostredníctvom riadiacich algoritmov a skriptov, ktoré budú súčasťou simulátora.

Každá plachetnica bude plávať po trati určenej bojkami medzi štartovacou a cieľovou líniou. To sa týka obidvoch oboch typov pretekov. V navigačnom závode je trať otvorená a pretekári musia navigovať medzi bójkami rozmiestnenými v rôznych smeroch a vzdialenostiach. Naopak v carousel závode sa plachetnice pohybujú po uzavretom okruhu, kde plachetnice musia obiehať okolo niekoľkých bójok v pevne stanovenom smere. Rozdiel medzi nimi spočíva v tom, že navigačný závod sa odohráva na väčšom území a vyžaduje navigačné zručnosti, zatiaľ čo carousel kladie dôraz na obratnosť a rýchlosť manévrovania v rámci menšieho okruhu.

Bójky sú označené šípkou, ktorá poskytuje vizuálnu informáciu o tom, či sa okolo nich majú točiť lode doprava alebo doľava. Tieto pravidlá platia pre oba typy pretekov.

Vstupom do systému bude súbor, na základe ktorého systém vygeneruje mapu. Počas pretekov budú lode pravidelne vytvárať snapshoty, ktoré budú obsahovať všetky údaje o lodi ako aj o silách ktoré na ňu pôsobia(vietor, vlny). Následne výstupom systému bude víťaz závodu a všetky záznamy o priebehu pretekov, ktoré sa následne v budúcnosti môžu použiť na analýzu a zlepšenie výkonu v budúcnosti.

2.3 Charakteristika používateľov

V našom softvéri bude jedna rola a to používateľ, ktorý bude ovládať aj viac plachetníc naraz. Bude mať prístup ku všetkým funkciám, ktoré bude softvér ponúkať.

2.4 Všeobecné obmedzenia

Simulácia je obmedzená na dva typy závodov a to Navigačným a Carousel. Súbor s mapami musia byť vo špecifickom definovanom formáte, ktorý bude definovaný pri implementácii systému.

2.5 Predpoklady a závislosti

Hardvér, na ktorom má byť simulácia spustená musí byť dostatočne výkonný pre Unreal Engine 5.4.4.

3. Špecifikácia požiadaviek

3.1 Loď

1. Loď pozostáva z :
 - a. Statického trupu
 - b. Hlavnej plachty ktorej napätie sa dá ovládať(vid' 3.5)
 - i. Vysunutie hlavnej plachty do strany vplyvom vetra sa odzrkadľuje vysunutím hlavnej plachty na modeli lode
 - ii. Napätie hlavnej plachty na modeli viditeľné nie je, je však viditeľné na vertikálnom progress bare :
 1. Progress bar je umiestnený na obrazovke po pravoboku lode
 2. Progress bar sa naplňa zdola nahor
 3. Miera 0-100% napätia plachty bude zodpovedať 1:1 miery do ktorej je progress bar naplnený
 - c. Vedľajšej plachty ktorej napätie a vysunutie sa nedajú ovládať
 - d. Kormidla, ktoré sa dá ovládať a ktorým sa dá upravovať smer lode (vid' 3.5)
 - e. Anemometra ktorého vzhľad zodpovedá vetru ktorý na loď v danej chvíli pôsobí

3.2 Trať

1. Trať pozostáva z :
 - a. Štvorcovej vodnej plochy o veľkosti 5 x 5 km
 - b. Mriežky na vrchu ktorej sa bude závod konať
 - i. Políčka mriežky sú štvorcové
 - ii. Mriežka má rovnaký počet riadkov a stĺpcov
 - iii. Veľkosť mriežky a jednotlivých políčok mriežky sa prispôsobí údajom v konfiguračnom súbore (vid' 3.6)
 - iv. Každé políčko nesie informáciu o hĺbke vody, smere a rýchlosti vetra a smere a rýchlosti vodných prúdov
 1. Tieto údaje sa počas závodu nemenia
 - c. Štartovacej / Koncovej čiary
 - i. Poloha tejto čiary vo svete bude daná polohou jej dvoch koncov podľa konfiguračného súboru
 - d. Bóji
 - i. Poloha každej bóje je definovaná v konfiguračnom súbore
 - ii. Strana po ktorej majú lode bóju oboplávať je definovaná v konfiguračnom súbore

- iii. Strana po ktorej majú lode bóju oboplávať bude používateľovi indikovaná vznášajúcou sa šipkou nad bójou

3.3 Sily a javy

1. Loď má smer a rýchlosť (vektor)
2. Vietor sa opiera o hlavnú plachtu lode
 - a. Vietor má smer a rýchlosť (vektor)
 - b. Plachta má napätie (hodnota)
 - c. Vietor loď posúva dopredu ako nejaký produkt týchto dvoch vektorov
 - i. Zmena vektoru lode
 - d. Vietor vysúva plachtu
3. Kormidlo upravuje smer vektoru lode, nie však jeho veľkosť
 - a. Periodicky, s krátkou periódou updatene smer vektoru o nejakú konštantu, ktorá bude bližšie definovaná v štádiu návrhu na základe testovania
4. Odpor vody periodicky jemne loď spomaľuje, znižuje jej vektor, nemení však smer
5. Prepočty budú realizované funkciami, ktoré sa musia v budúcnosti dať modulárne vymeniť za lepšie fyzikálne aproximácie
6. Prepočty budú bližšie definované v štádiu návrhu

3.4 Kamery

1. Každá loď bude mať svoju Chase kameru
 - a. Používateľ bude vždy vidieť naraz Chase kameru iba jednej lode
2. Nad celým závodom sa bude pohybovať Kinematická kamera
 - a. Táto kamera sa bude pohybovať po krivke danej konfiguračným súborom, s rotáciou danou vektorom tiež definovaným v konfiguračnom súbore
3. V pravom dolnom rohu bude viditeľná mapa
 - a. Mapa bude emulovať ortogonálnu kameru
 - b. Na mape budú real-time zobrazené všetky lode
4. Možnosť dodefinovať si novú kameru v konfiguračnom súbore
 - a. Týchto kamier môže byť najviac 9
 - b. Tieto kamery majú statickú polohu a smer

3.5 Ovládanie

1. Ovládanie lode
 - a. Používateľ vždy ovláda práve tú loď, cez ktorej Chase kameru sa pozerá
 - b. Hlavná plachta

- i. Klávesa “W” plachtu napína
 - ii. Klávesa “S” plachtu uvoľňuje
- c. Kormidlo
 - i. Klávesa “A” smerovanie lode upraví smerom vľavo
 - ii. Klávesa “D” smerovanie lode upraví smerom vpravo
- 2. Ovládanie kamier
 - a. Prepínanie medzi kamerami definovanými používateľom v konfiguračnom súbore obsluhujú klávesy “1”-“9”
 - i. Počas pohľadu z jednej z týchto kamier nie je možné ovládať žiadnu loď
 - b. Klávesa “R” používateľa prepne na Chase kameru poslednej zvolenej lode
 - c. Klávesa “C” používateľa prepína medzi Cinematickou kamerou a Chase kamerou poslednej zvolenej lode
 - i. Počas pohľadu z Cinematickej kamery nie je možné ovládať žiadnu loď
- 3. Mapa
 - a. Kliknutím ľavého tlačidla myši na loď na mape sa používateľ prepne na Chase kameru tejto lode

3.6 Vstupy a Výstupy

3.6.1 Vstupy

1. Každá trať je daná konfiguračným súborom v nasledovnom formáte
2. Každý riadok konfiguračného súboru sa začína nižšie jedným z nižšie definovaných kľúčových slov podľa ktorých sa riadky pri načítaní spracovávajú
3. Vstupný konfiguračný súbor je členený na tri časti :
 - a. Prvá časť definuje trať, mriežku s poveternostnými a podvodnými podmienkami, pozície bójí a štartovnej línie
 - b. Druhá časť definuje najviac 9 používateľom definovaných kamier, nasledovaných traťou cinematickej kamery pričom táto trať :
 - i. Je definovaná postupnosťou bodov a rotácii kamery v každom bode
 - c. Tretia časť definuje rôzne nastavenia :
 - i. Frekvencia snapshotov vykonávaných loďami
 - ii. Odpor vody
4. Počet lodí v závode si používateľ bude môcť vybrať pri výbere závodu

3.6.2 Výstupy

1. Každý závod vytvorí adresár :
 - a. Každá loď má v rámci tohoto adresára svoj podadresár

- i. V podadresári bude výstupný xml súbor so snapshotmi v tomto formáte:
 - 1. Každý riadok obsahuje čas od začiatku závodu kedy bol snapshot vyhotovený
 - 2. Rýchlosť a smer vetra pôsobiaceho na loď v danom momente
 - 3. Rýchlosť a smer vodných prúdov pôsobiacich na loď v danom momente
 - 4. Miera napätia a otočenia hlavnej plachty v danom momente
 - 5. Otočenie kormidla v danom momente
 - 6. Svoje súradnice v danom momente
 - 7. Smer lode v danom momente
- ii. Pre každý záznam v súbore so snapshotmi bude zároveň "screenshot" z Chase kamery danej lode v danom momente
 - 1. Tieto snímky budú pomenované podľa času od začiatku závodu