

ДОДАТОК А**Перелік посилань відповідно до наукових досліджень кафедри**

10. Vlasenko, L.A., Rutkas, A.G. On a differential game in a system described by an implicit differential-operator equation // Diff. Equations 2015 №51, pp. 798–807.

17. Vlasenko, L.A., Rutkas, A.G. , Chikrii, A.A. On a Differential Game in a Stochastic System Proc. of the Steklov Inst. of Mathematics, 2020, 309, c. S185-S198

ДОДАТОК Б

Слайди презентації

Дослідження методів динамічних ігор
для розробки програмного забезпечення
математичних моделей конфліктно
керованих процесів

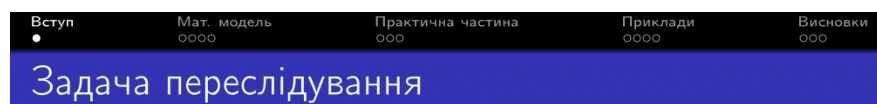
ст. гр. ПЗСм-19-1 Юрченко М.Р.

Керівник: д.т.н., проф. каф. ПІ Власенко Л.А.

18.12.2020

1/16

Рисунок Б.1 – Титульний аркуш



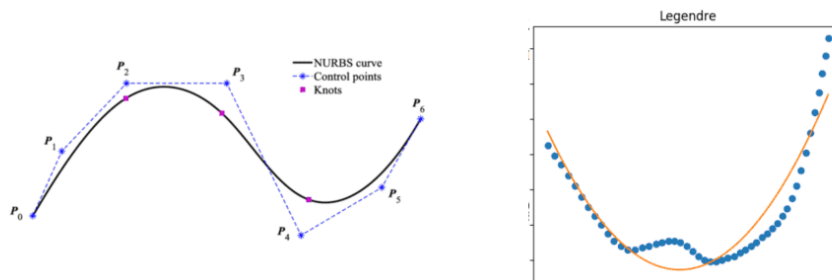
- Ворожий дрон виконує небажані операції
- Його можна відстежити з наземної станції керування
- Для захисту існують кілька швидких перехоплювачів
- Дрон починає тікати
- Необхідно перехопити втікача
- Складності:
 - Треба діяти на випередження
 - Треба передбачати шлях втікача



2/16

Рисунок Б.2 – Задача переслідування

- В реальному плануванні маневрів використовується, наприклад, NURBS
- Однак, в ньому будується цілий маршрут
- Натомість, апроксимуємо менший відрізок шістьма ортогональними поліномами
- З них обрано поліном Лежандра



3/16

Рисунок Б.3 – Екстраполяція маневру втікача

- Динамічна система
 $s'(t) = F(t, s(t), x(t), y(t)), s_0 = s(t_0)$
- $x(t)$ - переслідувач, $y(t)$ - втікач
- Керування $u_p(t) = x'(t)$, $u_e(t) = y'(t)$
- Різниця $z(t) = x(t) - 1_n \otimes y(t)$
- Відповідно, $z'(t) = u_e(t) - 1_n \otimes u_p(t)$
- Обмеження швидкості $|u_e(t)| \leq \gamma$, $|u_p(t)| \leq \sigma$
- Гра триває від t_0 до T
- Область завершення d
- Оператор проектування $\pi : E_m \rightarrow E_k, k \leq m$
- Оптимізація - пошук сідлової точки
 $\sup_{y(\cdot)} \inf_{x(\cdot)} \|\pi s(T)\| \leq d$

4/16

Рисунок Б.4 – Гра переслідування

- Якщо гра з ненульовою сумою, два функціонали якості
- Функціонал переслідування

$$J_p = \frac{1}{2} k_{pf} z^T(t_f) z(t_f) + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} \begin{bmatrix} z(t) \\ u_p(t) \\ \mathbf{1}_n \otimes u_e(t) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} q_p I & 0 & 0 \\ 0 & r_p I & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z(t) \\ u_p(t) \\ \mathbf{1}_n \otimes u_e(t) \end{bmatrix} dt$$

- Функціонал втікання

$$J_e = -\frac{1}{2} k_{ef} z^T(t_f) z(t_f) + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} \begin{bmatrix} z(t) \\ u_p(t) \\ \mathbf{1}_n \otimes u_e(t) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} -q_e I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_e I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z(t) \\ u_p(t) \\ \mathbf{1}_n \otimes u_e(t) \end{bmatrix} dt$$

- Параметри ресурсів $r_e = \frac{1}{\gamma}$, $r_p = \frac{1}{\sigma}$
- Параметри переваги $\frac{q_p}{q_e}$

5/16

Рисунок Б.5 – Оптимізація

- Тоді оптимальне керування втікача

$$u_e^*(t) = -\frac{1}{nr_e} (\mathbf{1}_n^T \otimes I_{m \times m}) K_e z(t)$$

- Переслідувачів $u_p^*(t) = -\frac{1}{r_p} K_p z(t)$

- Де K_p , K_e утворюють систему ДР Ріккати

$$\begin{cases} K_p' = -q_p I - \frac{1}{nr_e} K_e^T (\mathbf{1}_n^T \otimes \mathbf{1}_n \otimes I_{m \times m}) K_p \\ \quad - \frac{1}{nr_e} K_p (\mathbf{1}_n \otimes \mathbf{1}_n^T \otimes I_{m \times m}) K_e + \frac{1}{r_p} K_p K_p \\ K_e' = -q_e I + \frac{1}{r_p} K_p^T K_e + \frac{1}{r_p} K_e K_p \\ \quad - \frac{1}{nr_e} K_e (\mathbf{1}_n \otimes \mathbf{1}_n^T \otimes I_{m \times m}) K_e \\ K_p(t_f) = k_{pf} \\ K_e(t_f) = k_{ef} I \end{cases}$$

- Для вирішення задачі треба розв'язати цю систему

6/16

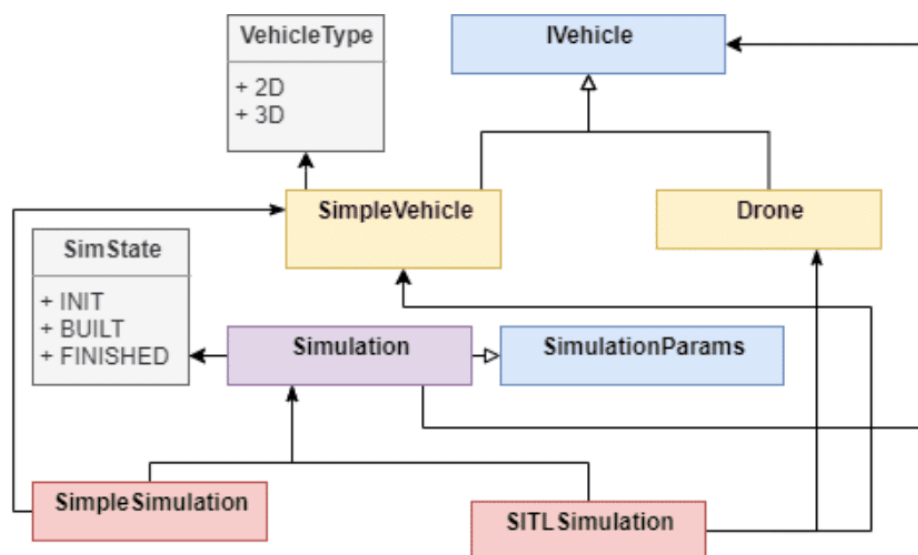
Рисунок Б.6 – Синтез керування

- Python
- NumPy
- SciPy
- Matplotlib
- MAVLINK
- ArduCopter
- SITL
- APM Planner 2



7/16

Рисунок Б.7 – Технології



8/16

Рисунок Б.8 – Проектування

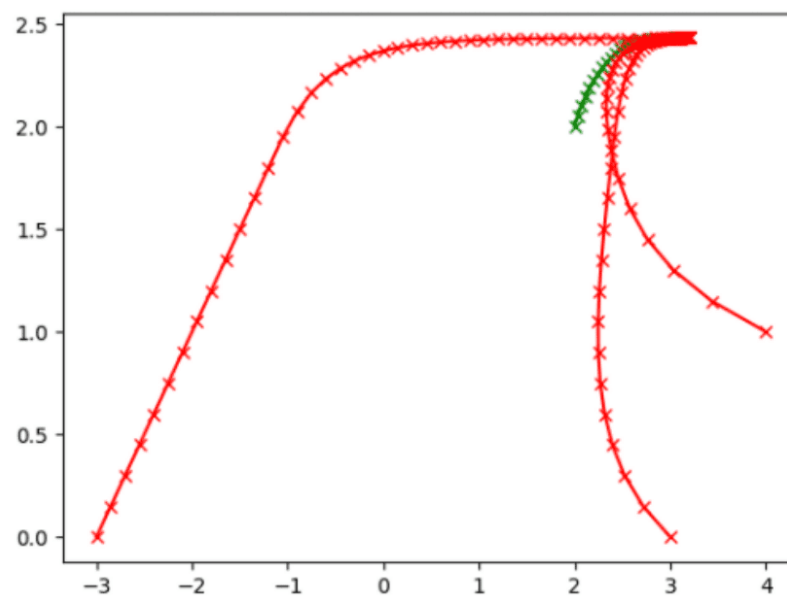
Програмна реалізація

- Режими
 - Попереднього планування
 - Прямого керування
 - Симуляції
- Платформи
 - Станція наземного керування
 - Бортовий комп'ютер (напр. RaspberryPi)
- IVehicle
 - SimpleVehicle
 - 2D/3D
 - Noised/Unnoised
 - Drone (MAVLINK)
 - (Rover, Submarine, Boat, ...)

9/16

Рисунок Б.9 – Програмна реалізація

Симуляція трьох переслідувачів

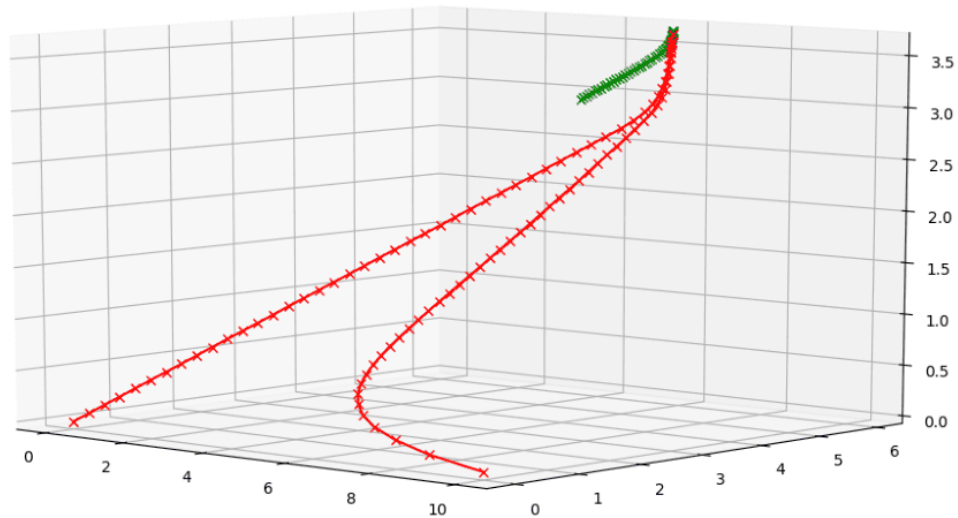


10/16

Рисунок Б.10 – Гра трьох переслідувачів

Вступ ○	Мат. модель ○○○○	Практична частина ○○○	Приклади ○○○○	Висновки ○○○
------------	---------------------	--------------------------	------------------	-----------------

Тривимірна симуляція

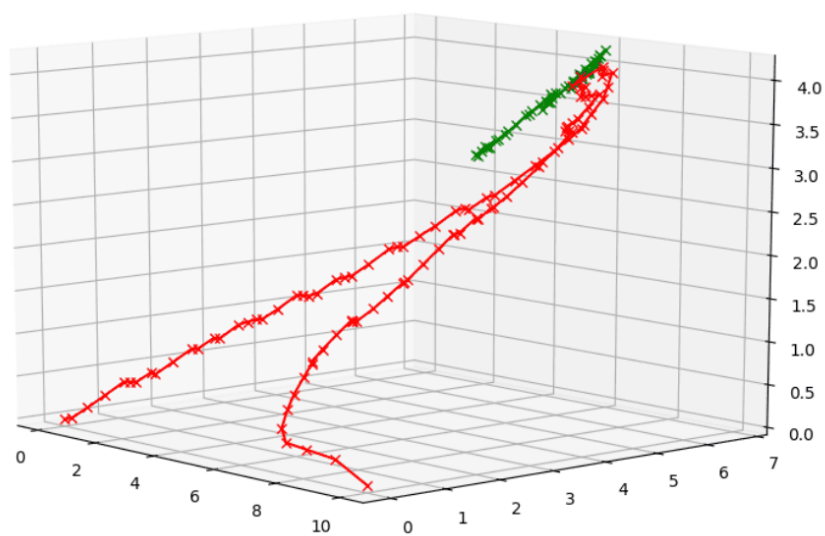


11/16

Рисунок Б.11 – Тривимірна симуляція

Вступ ○	Мат. модель ○○○○	Практична частина ○○○	Приклади ○○○○	Висновки ○○○
------------	---------------------	--------------------------	------------------	-----------------

Тривимірна симуляція з шумом

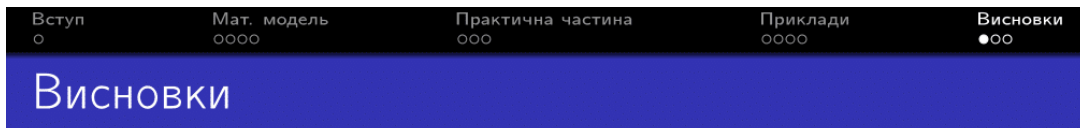


12/16

Рисунок Б.12 – Тривимірна симуляція з шумом



Рисунок Б.13 – SITL симуляція



- **Результати:**
 - Виконано постановку задачі
 - Підібрано засіб апроксимації
 - Підібрано та адаптовано мат. модель диференційної динамічної гри
 - Розроблено портатбельний програмний багаторежимний засіб для планування маршруту, автоматизованого керування та моделювання
- **Подальший розвиток:**
 - Гра з неповною інформацією
 - Гра з оминанням перешкод
 - Використання пропріетарних протоколів керування
 - Ровери, наводні та підводні човни

Рисунок Б.14 – Висновки

ДОДАТОК В
Електронні матеріали (CD)

ДОДАТОК Г
Відгук та рецензія

