

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
“ Київський політехнічний інститут ”
Навчально-науковий комплекс
“ Інститут прикладного системного аналізу ”

Дипломна робота бакалавра

на тему: “Система навігації, розпізнавання перепон та побудови маршруту в лабіринті для мобільного робота”

Виконали:

Студенти груп КА-21, КА-24

Шибирин Ігор Олегович

Литвинюк Антон Андрійович

Левчук Святослав Богданович

Науковий керівник:

к.т.н., доцент

Дідковська М.В.

Київ - 2016

Актуальність роботи

- ✓ Елемент складної мережі фізичних об'єктів the Internet of the things
- ✓ Дослідження важкодоступних та небезпечних середовищ;
- ✓ Військова індустрія, розвідувальні апарати;
- ✓ Промислове виробництво, сільсько-господарська сфера, побутова сфера, системи забезпечення безпеки, системи керування автономними транспортними засобами та ін.

Підзадачі:

- ✓ Побудова мапи навколишнього середовища за умови нечітких вхідних даних
- ✓ Побудова маршруту руху
- ✓ Трекінг та пошук об'єктів
- ✓ Локалізація та орієнтація у просторі
- ✓ Задача керування роботом

Мета роботи:

Розробка та дослідження інтелектуальної роботизованої системи, що дозволяє звести до мінімуму участь людини в процесі роботи системи.

Об'єкт дослідження:

Складні інтелектуальні роботизовані системи.

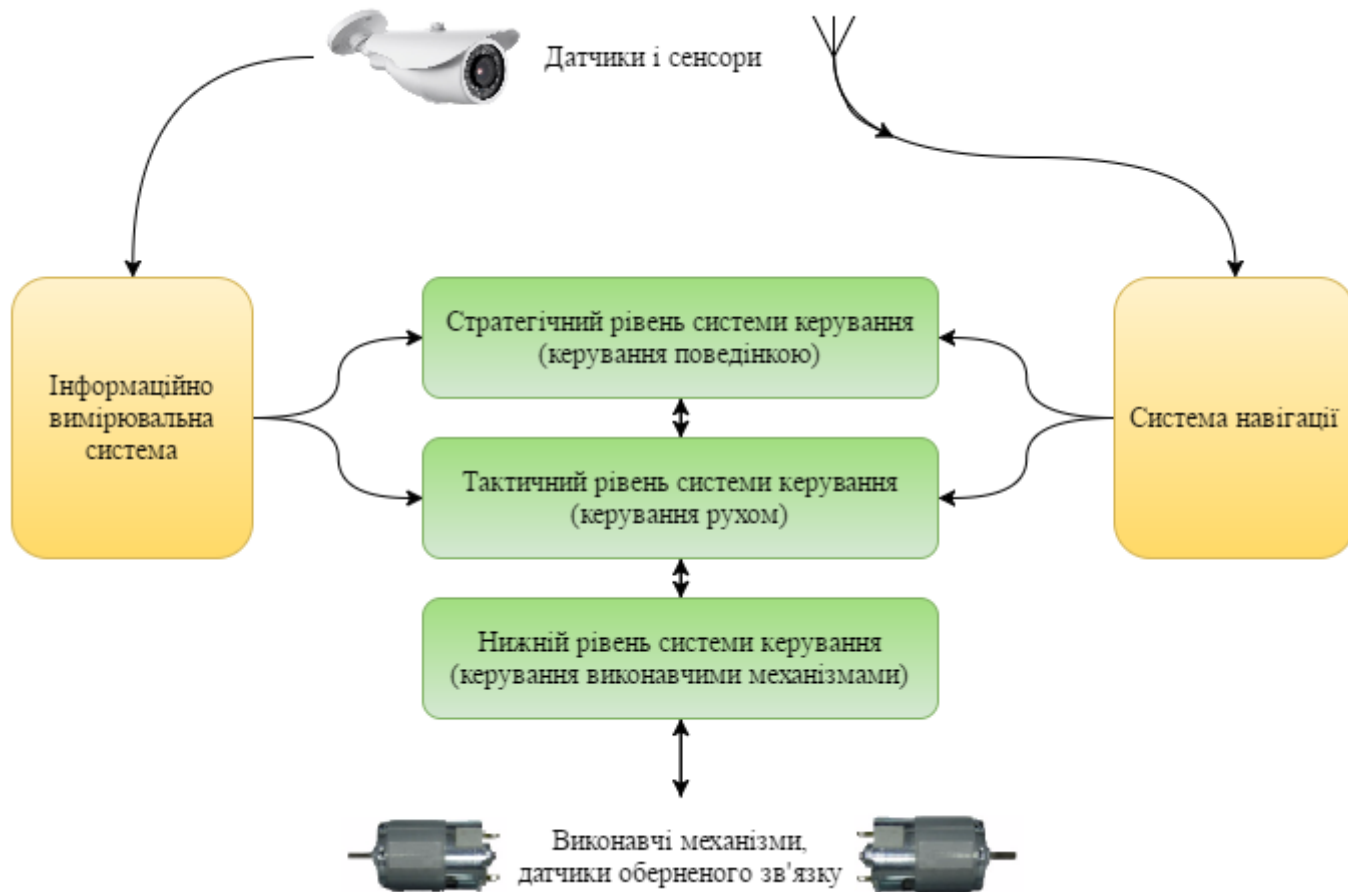
Предмет дослідження:

Системи навігації, розпізнавання об'єктів та побудови маршруту для складних інтелектуальних роботизованих систем.

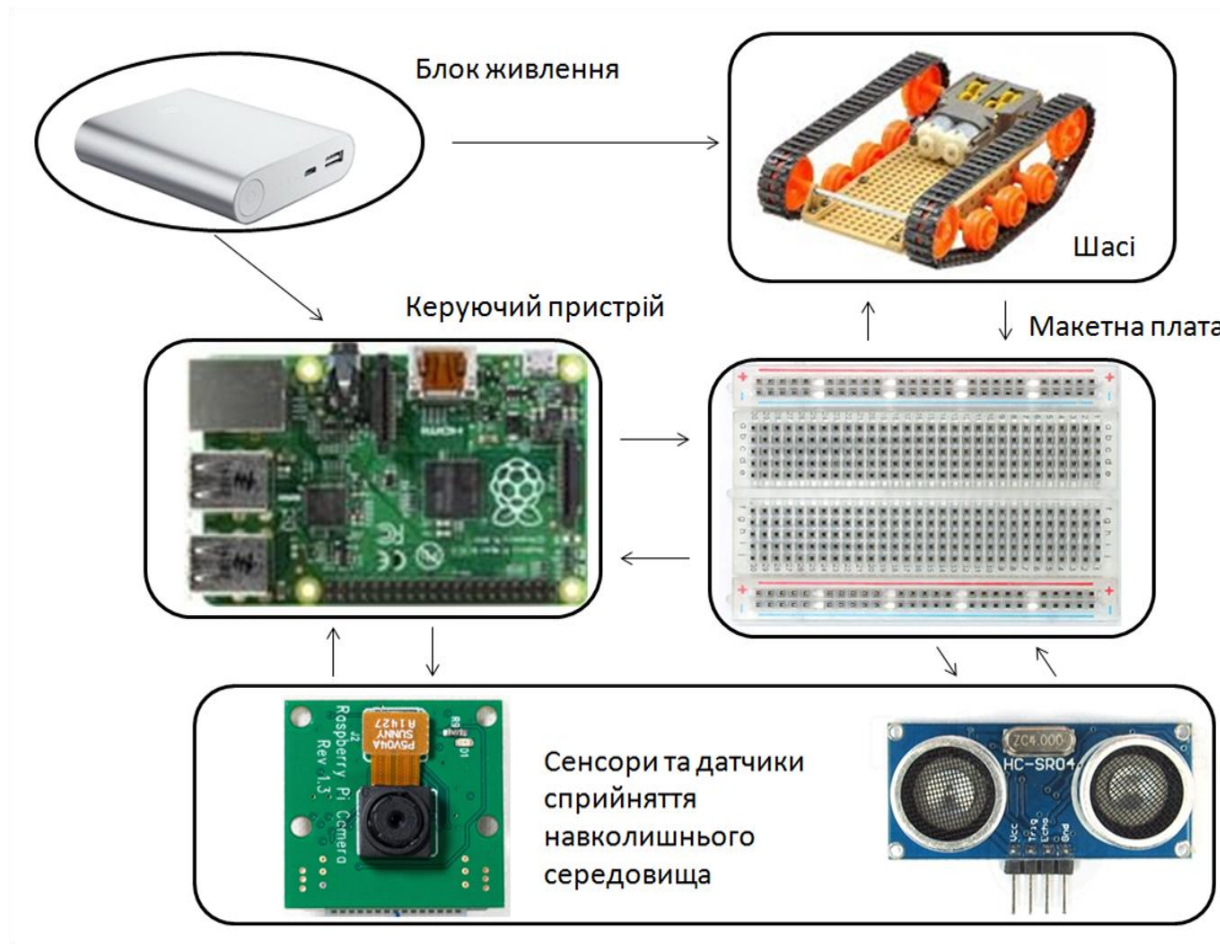
Постановка задачі

- ✓ Розробити та дослідити інтелектуальну роботизовану систему на основі вже існуючих систем.
- ✓ Розробити програмне забезпечення керування інтелектуальною роботизованою системою. Програмне забезпечення має приймати рішення для виконання поставленої задачі на основі даних, що надходять з сенсорів.
- ✓ Розробити інтерфейс для постановки задач інтелектуальній системі.

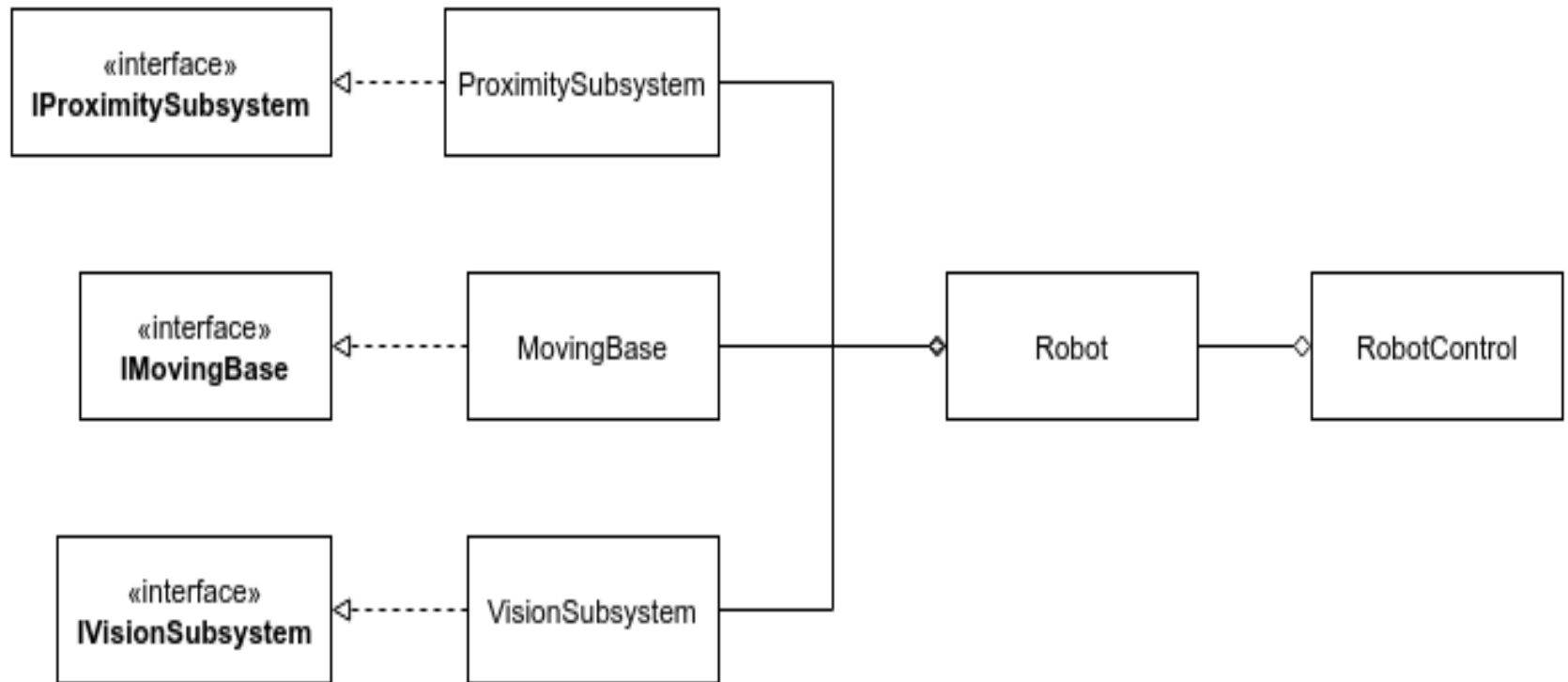
Класична схема управління ІРС



Функціональна схема



Програмна архітектура



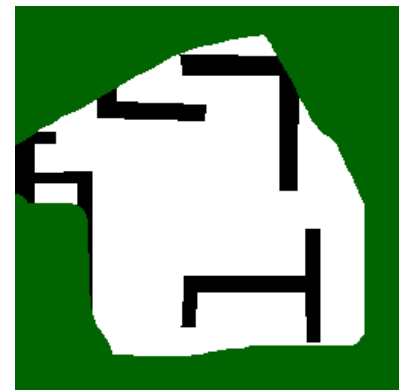
МОДУЛЬ НАВІГАЦІЇ МОБІЛЬНОГО РОБОТА В ЛАБІРИНТІ

Шибирин Ігор

Обробка вхідних даних

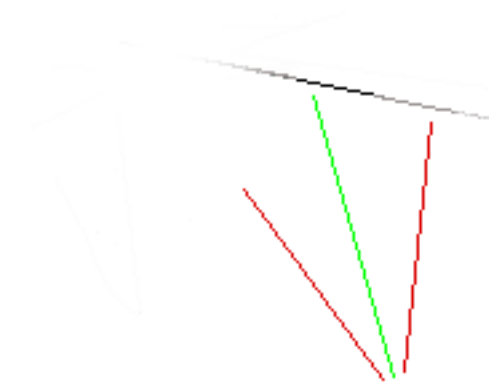
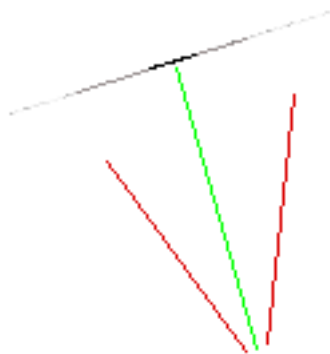


Дистанція



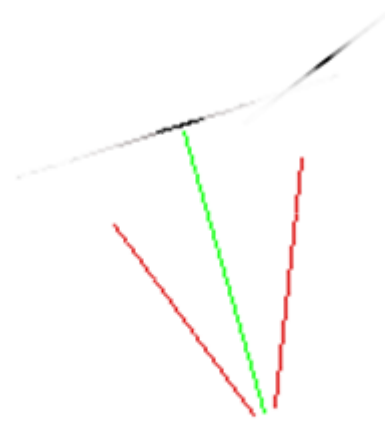
Побудова мапи за умови нечітких вхідних даних

Для роботи з нечіткими даними буде
використано апарат нечітких чисел.

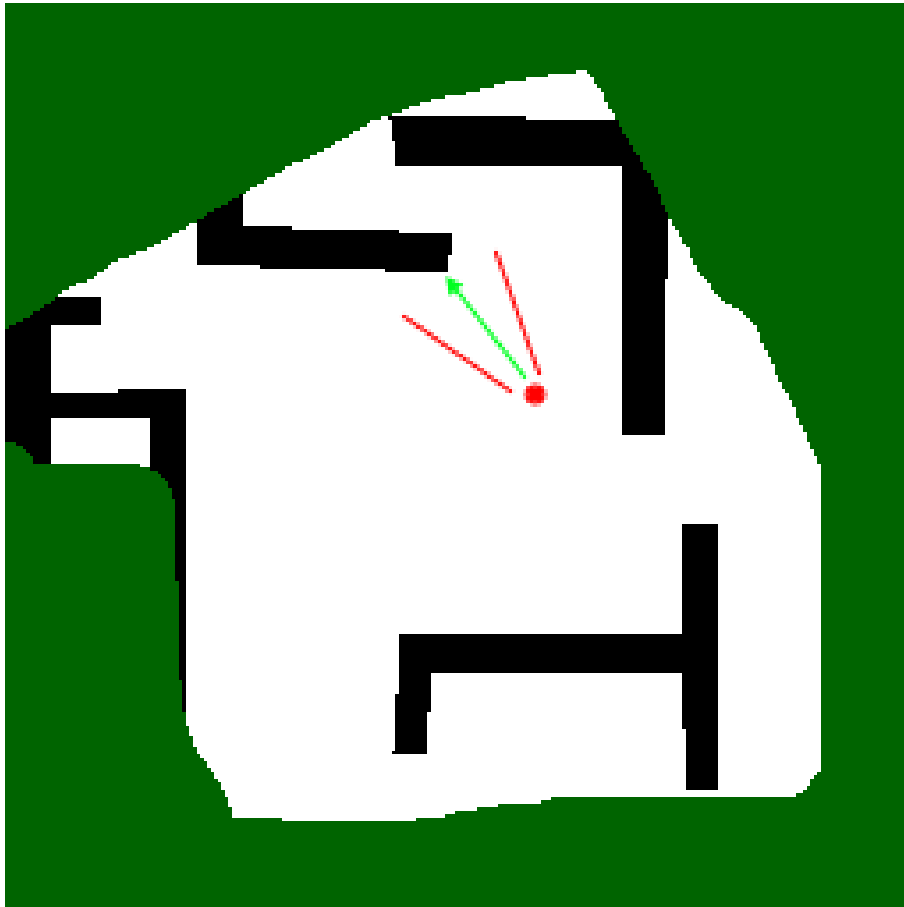


Оновлення мапи

При отриманні нових даних з датчиків відбувається оновлення мапи.

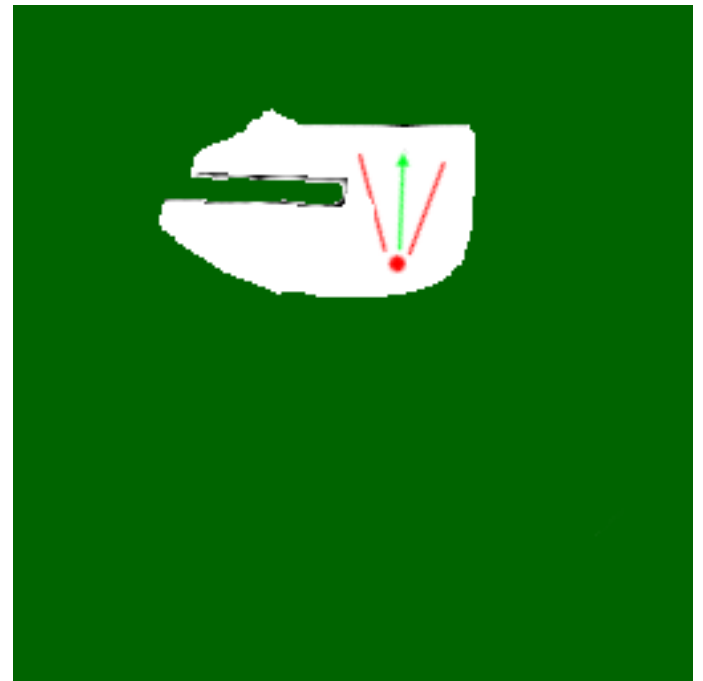
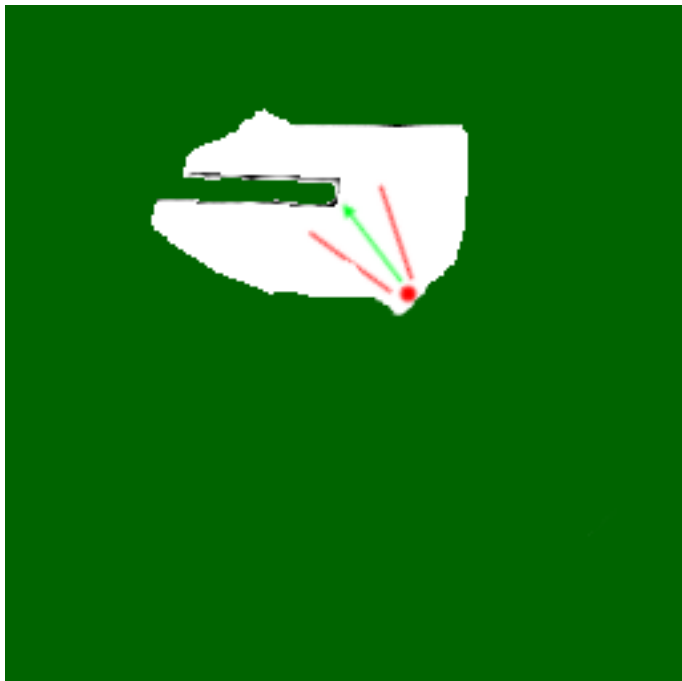


Локалізація та орієнтація



Зелений – невідома зона;
Чорний – перешкода;
Білий – прохідна зона;
Червоне коло – робот;
Зелена стрілка –
напрямок погляду
робота.

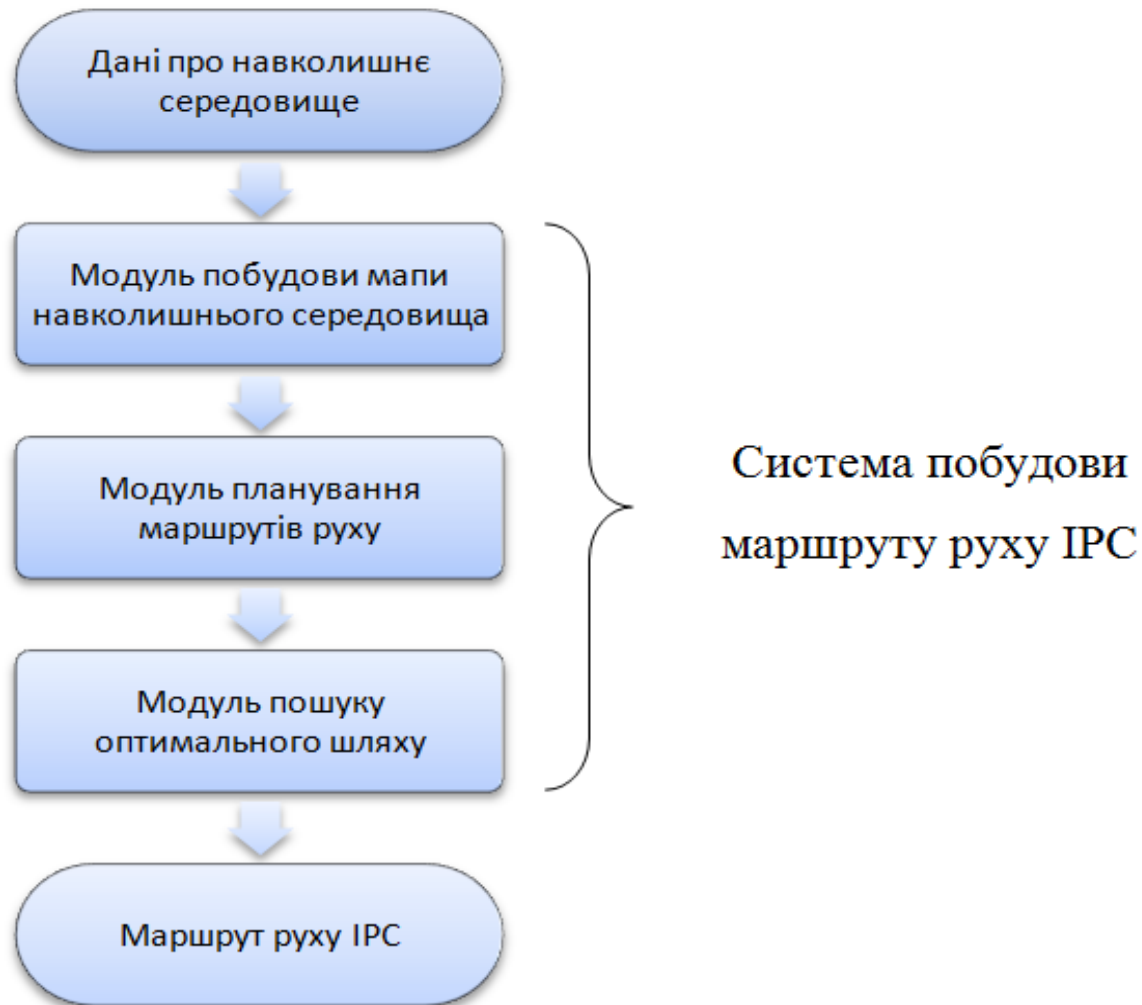
Результат роботи програми



МОДУЛЬ ПОБУДОВИ МАРШРУТУ РУХУ

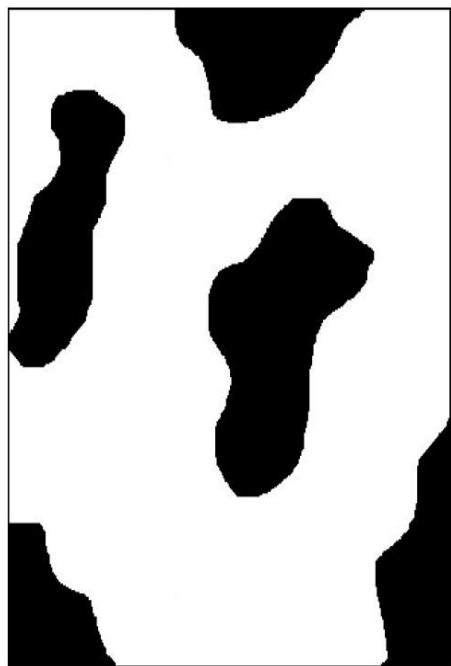
Литвинюк Антон

Система побудови маршруту руху ІРС

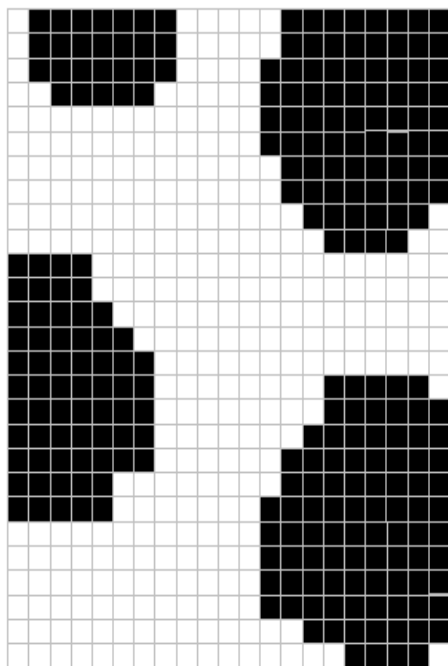


Методи побудови мапи навколишнього середовища

Метод декомпозиції

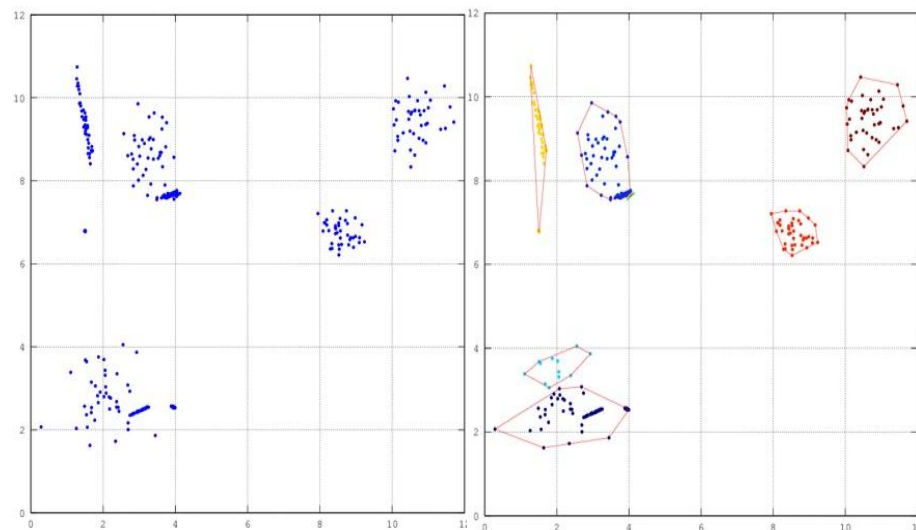


Представлення даних
при використанні
методу декомпозиції



Сітка представлення
даних при
використанні методу
декомпозиції

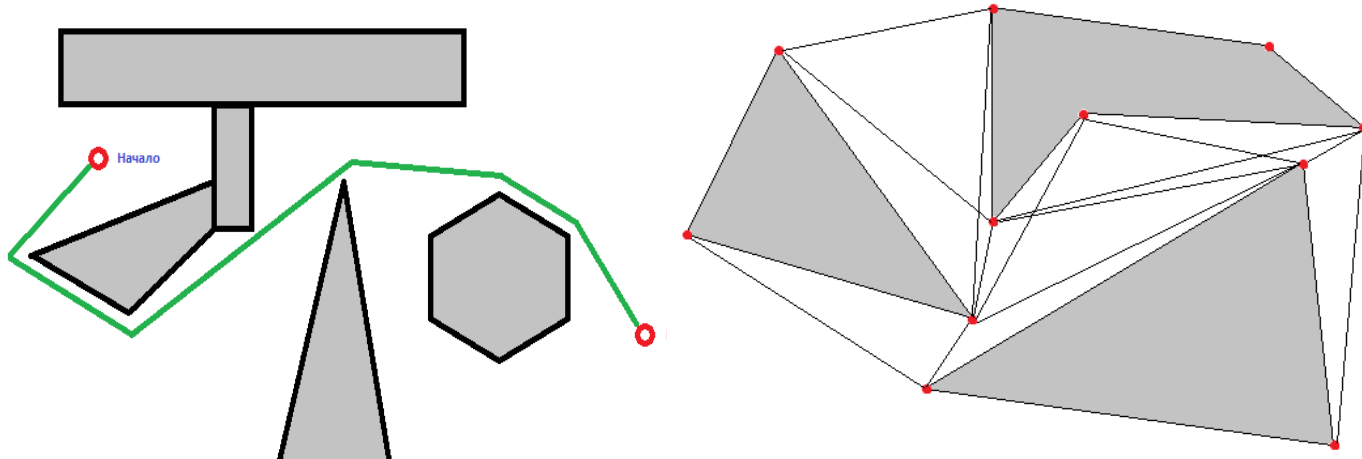
Нейронна мережа



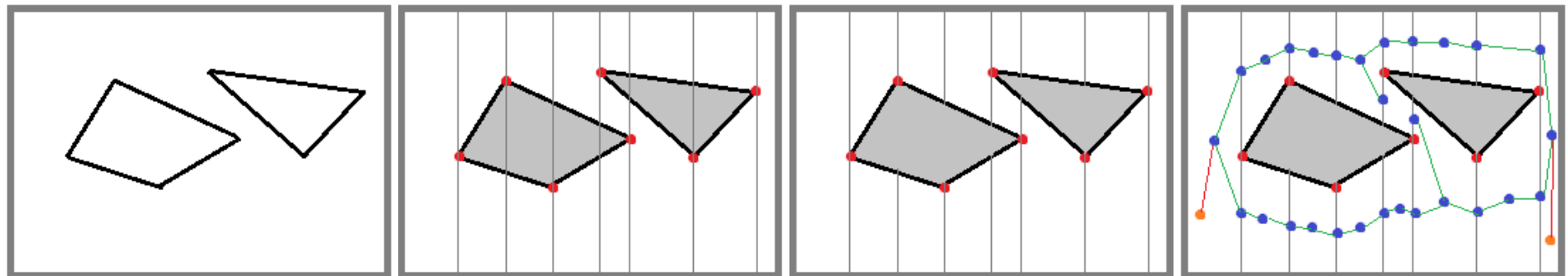
Набір даних до кластеризації
нейронною мережею Кохонена та
після кластеризації

Методи планування маршрутів руху інтелектуальних роботизованих систем

Граф видимості



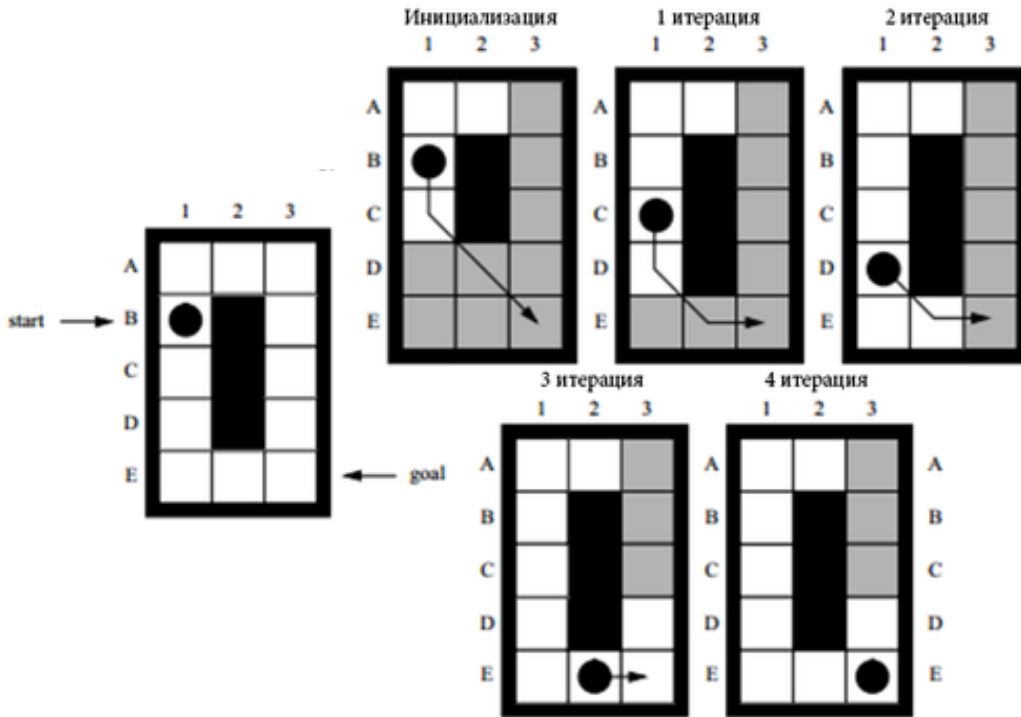
Дорожні мапи



Побудова дорожньої мапи

Методи пошуку найкоротшого шляху

Приклад роботи алгоритму D*

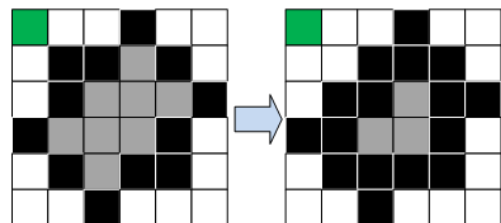
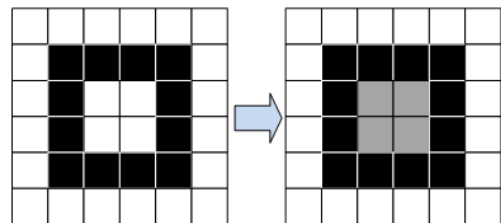
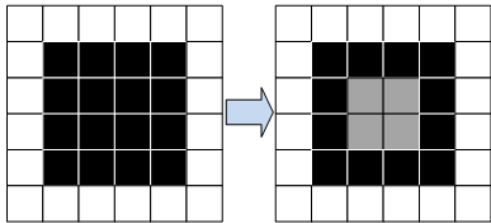
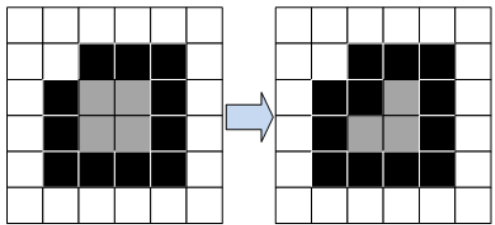


Приклад роботи алгоритму A*

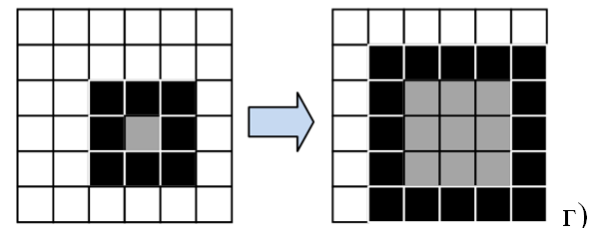
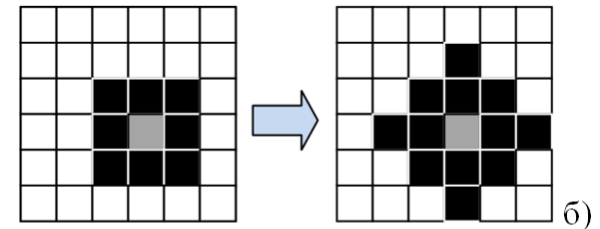
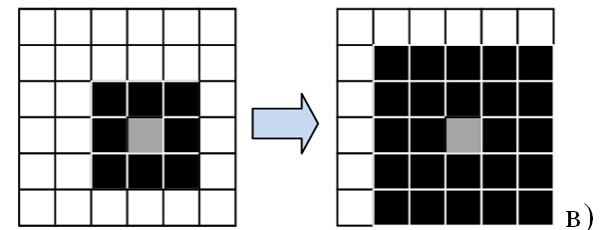
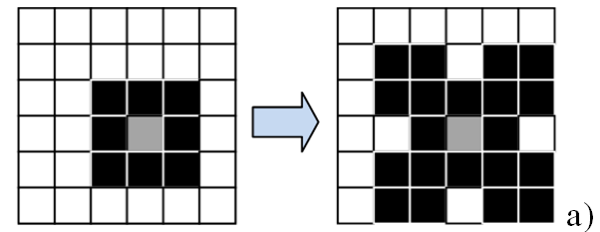


Запропонований алгоритм побудови мапи навколишнього середовища

Попередня обробка даних

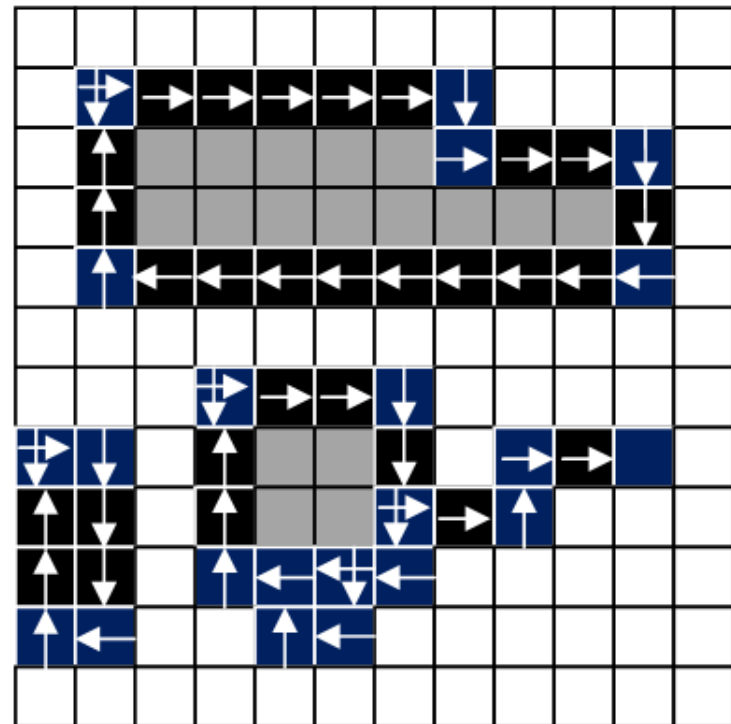
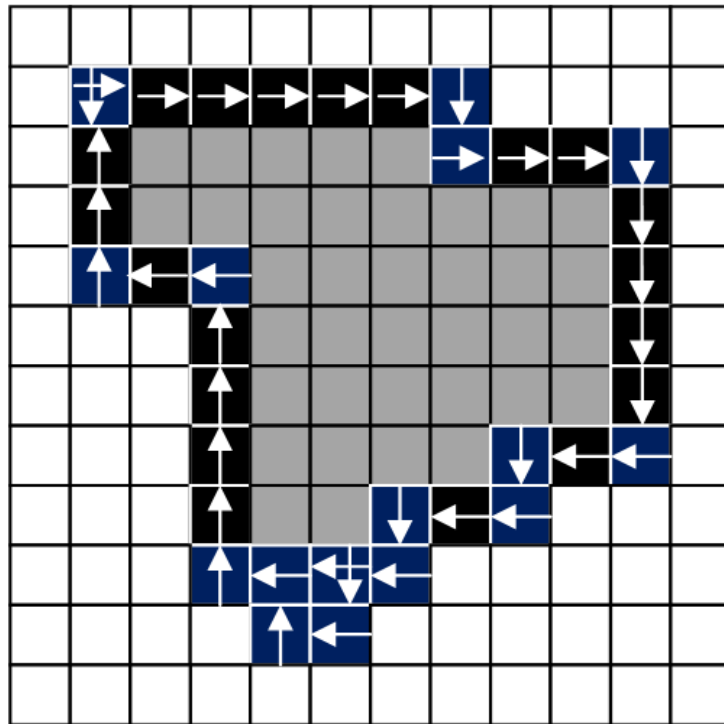


Розширення перешкод



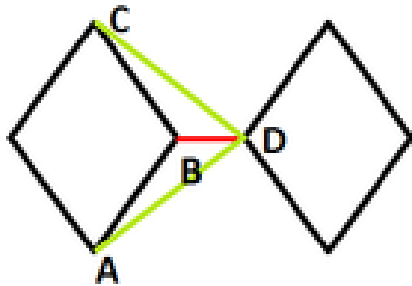
Запропонований алгоритм планування руху інтелектуальної роботизованої системи

Класифікація перешкод як окремих об'єктів

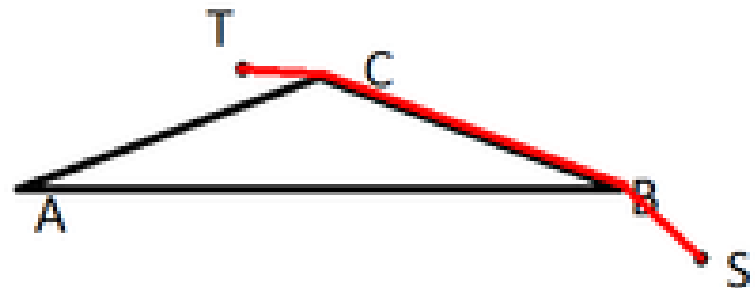


Запропонований алгоритм планування руху інтелектуальної роботизованої системи

Запропонована модифікація графу видимості



Випадок, коли видаляємо ребра

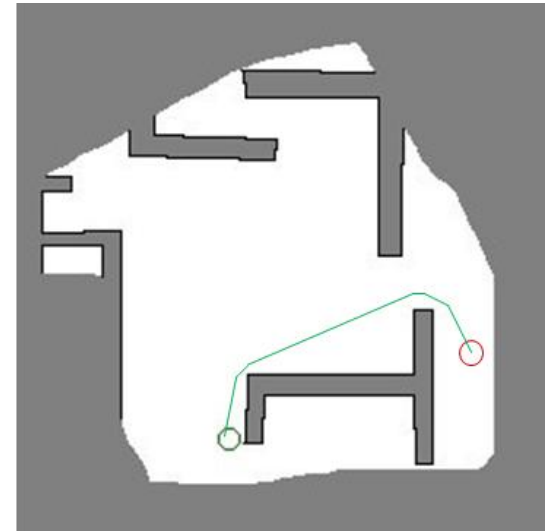
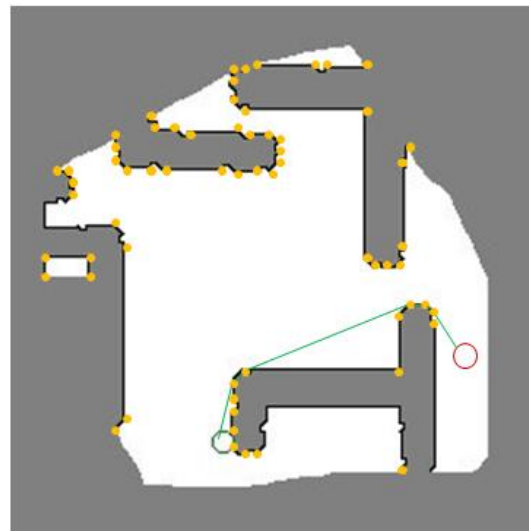
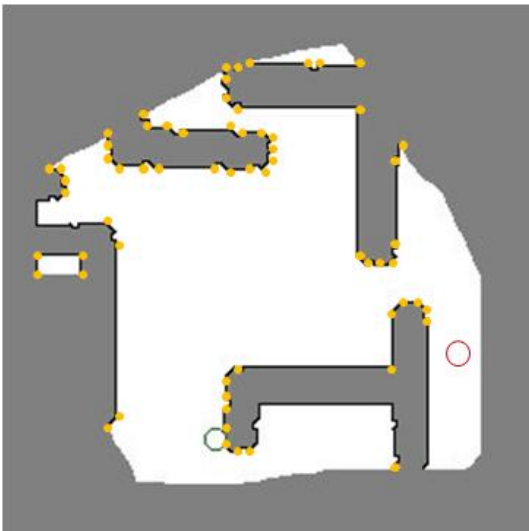
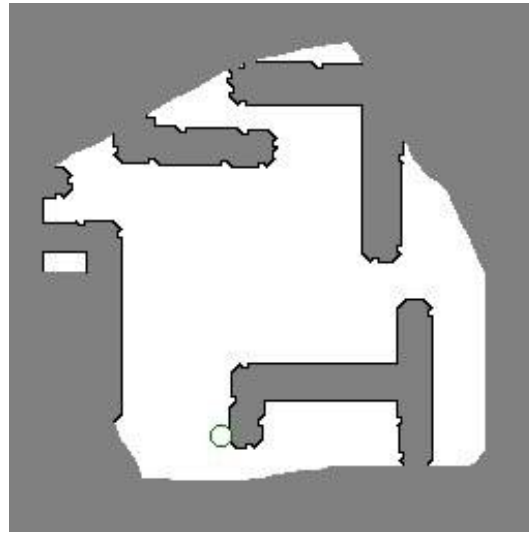
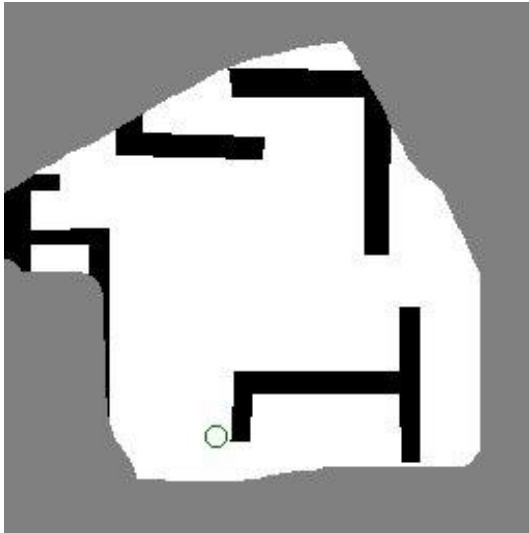


Випадок, коли не видаляємо ребра

Запропонована евристика алгоритму A*

$$d(a, b) = \sqrt{(a.x - b.x)^2 + (a.y - b.y)^2}$$

Приклад роботи системи побудови маршруту руху

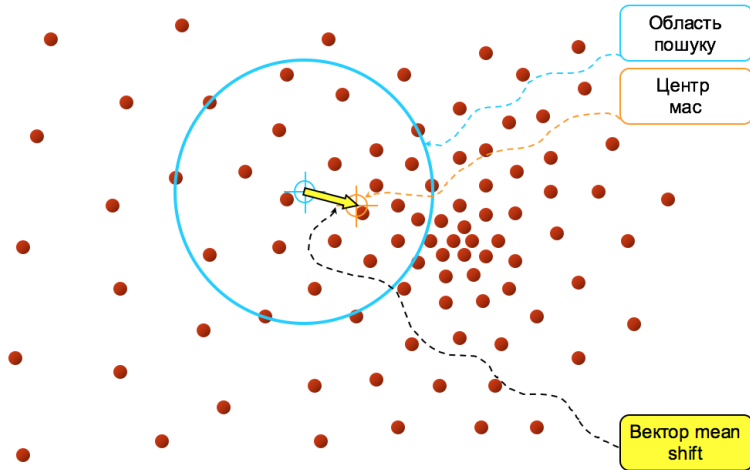


Перспективи подальших досліджень

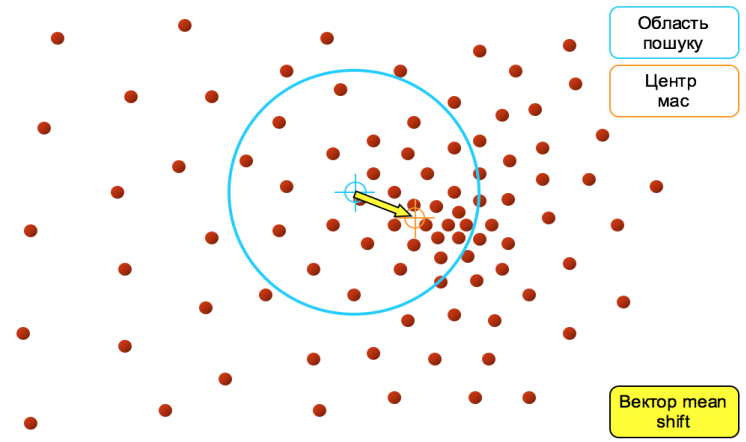


- ✓ Оптимізація алгоритму побудови графу видимості;
- ✓ Використання різних алгоритмів пошуку в залежності від поставленої задачі та повноти даних про навколишнє середовище.

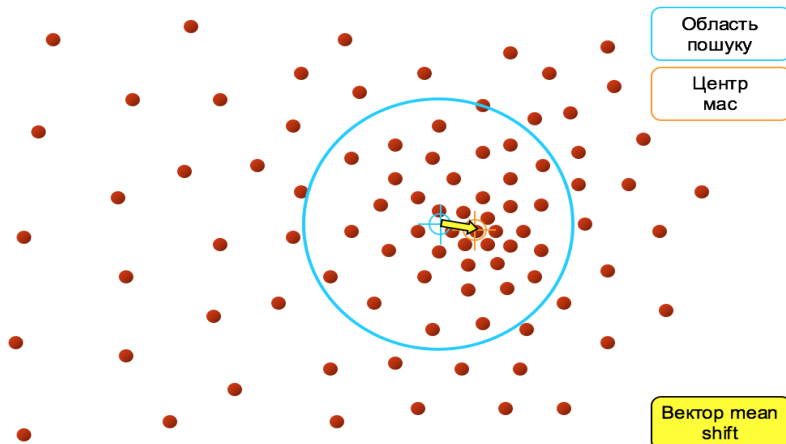
Метод зсуву середнього



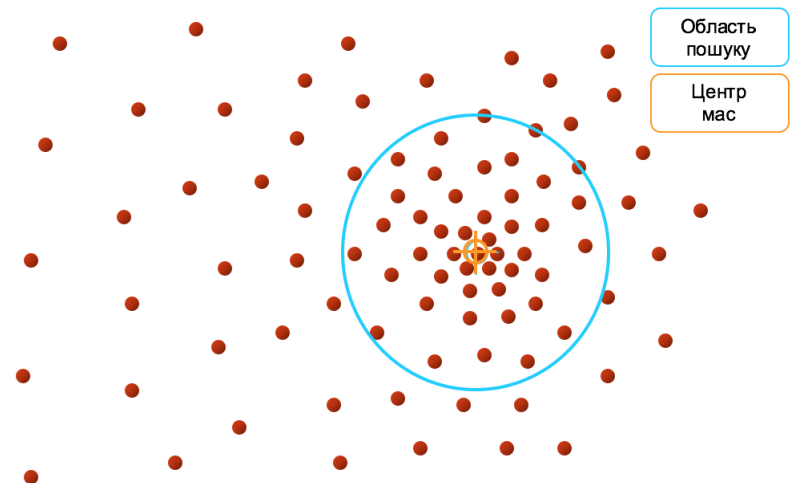
Задача: Знайти область з найбільшою густиною



Задача: Знайти область з найбільшою густиною

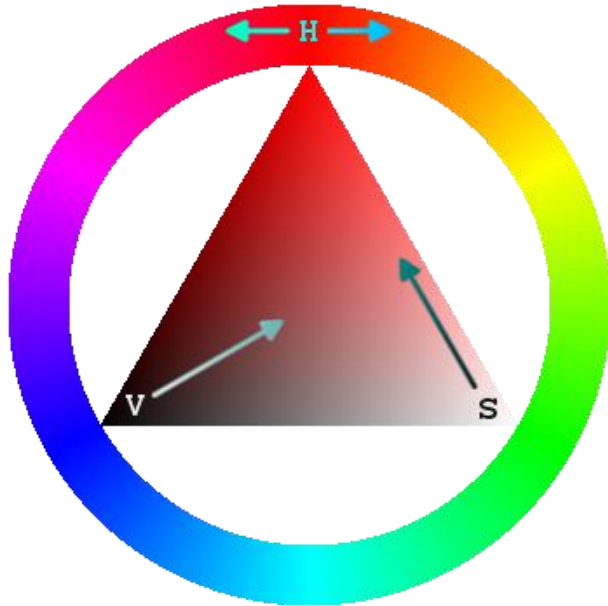


Задача: Знайти область з найбільшою густиною



Задача: Знайти область з найбільшою густиною

Колірні схеми



Формули для вирахування значень параметрів колірної схеми HSV

min - найменші значення з *r*, *g*, *b*

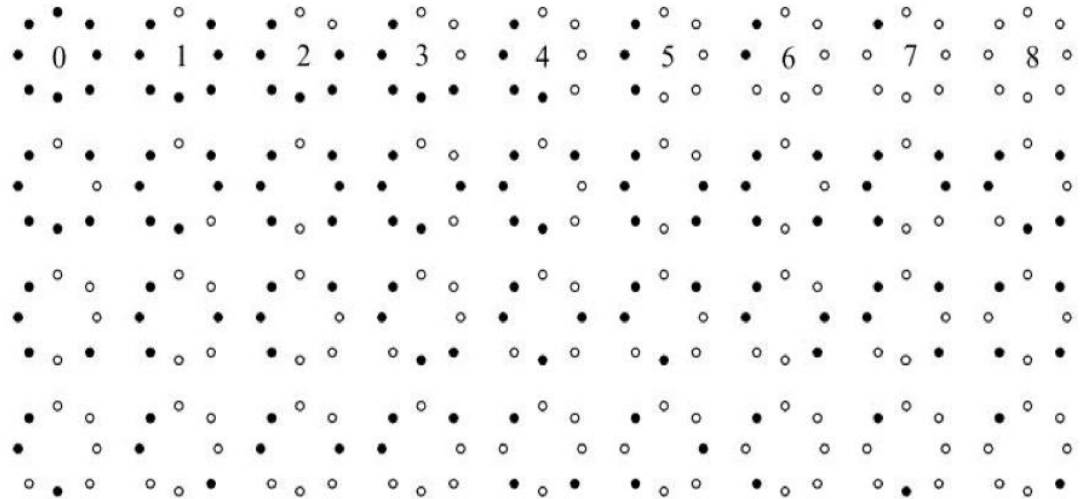
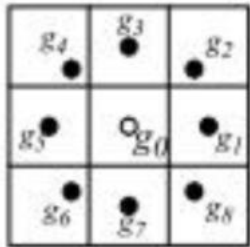
max - найбільші значення з *r*, *g*, *b*

$$h = \begin{cases} 0, & \text{if } \max = \min \\ \left(60^\circ * \frac{g - b}{\max - \min} + 360^\circ\right) \bmod 360^\circ, & \text{if } \max = r \\ 60^\circ * \frac{b - r}{\max - \min} + 120^\circ, & \text{if } \max = g \\ 60^\circ * \frac{r - g}{\max - \min} + 240^\circ, & \text{if } \max = b \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0, & \text{if } \max = 0 \\ \frac{\max - \min}{\max} = 1 - \frac{\min}{\max}, & \text{у всіх інших випадках} \end{cases}$$

$$v = \max$$

Метод локального бінарного шаблону



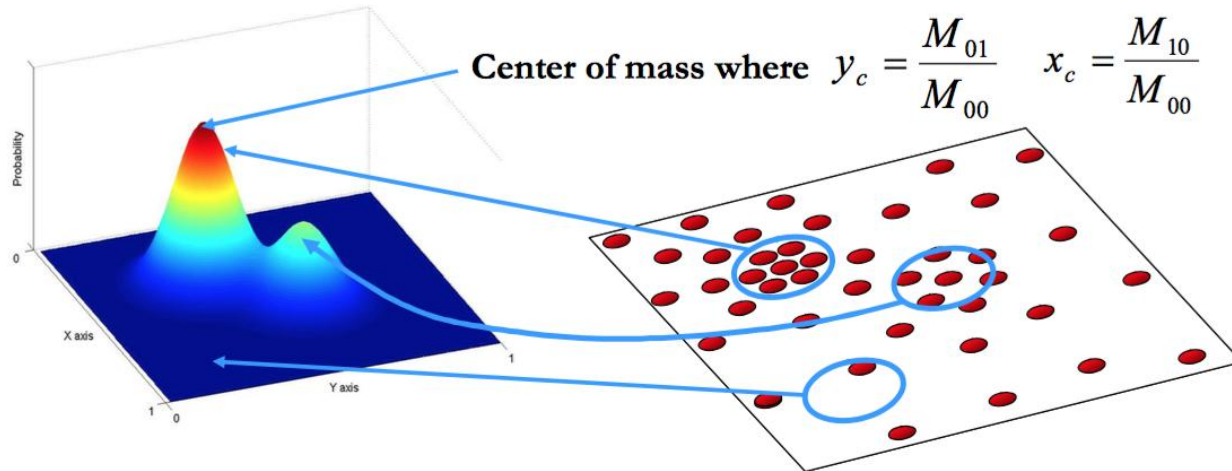
$$LBP_8 = \sum_{i=1}^8 s(g_i - g_0) 2^{i-1}$$

$$LBP_8 = \sum_{i=1}^8 s(g_i - (g_0 + S_i)) 2^{i-1}$$

$$LBP_8^{36} = \min\{ROT(LBP_8, i) \mid i = 0, 1, \dots, 7\}$$

$$S_i = \frac{StdDev(V(x, y))}{C}, \text{ де } C = 12$$

Метод CAMShift

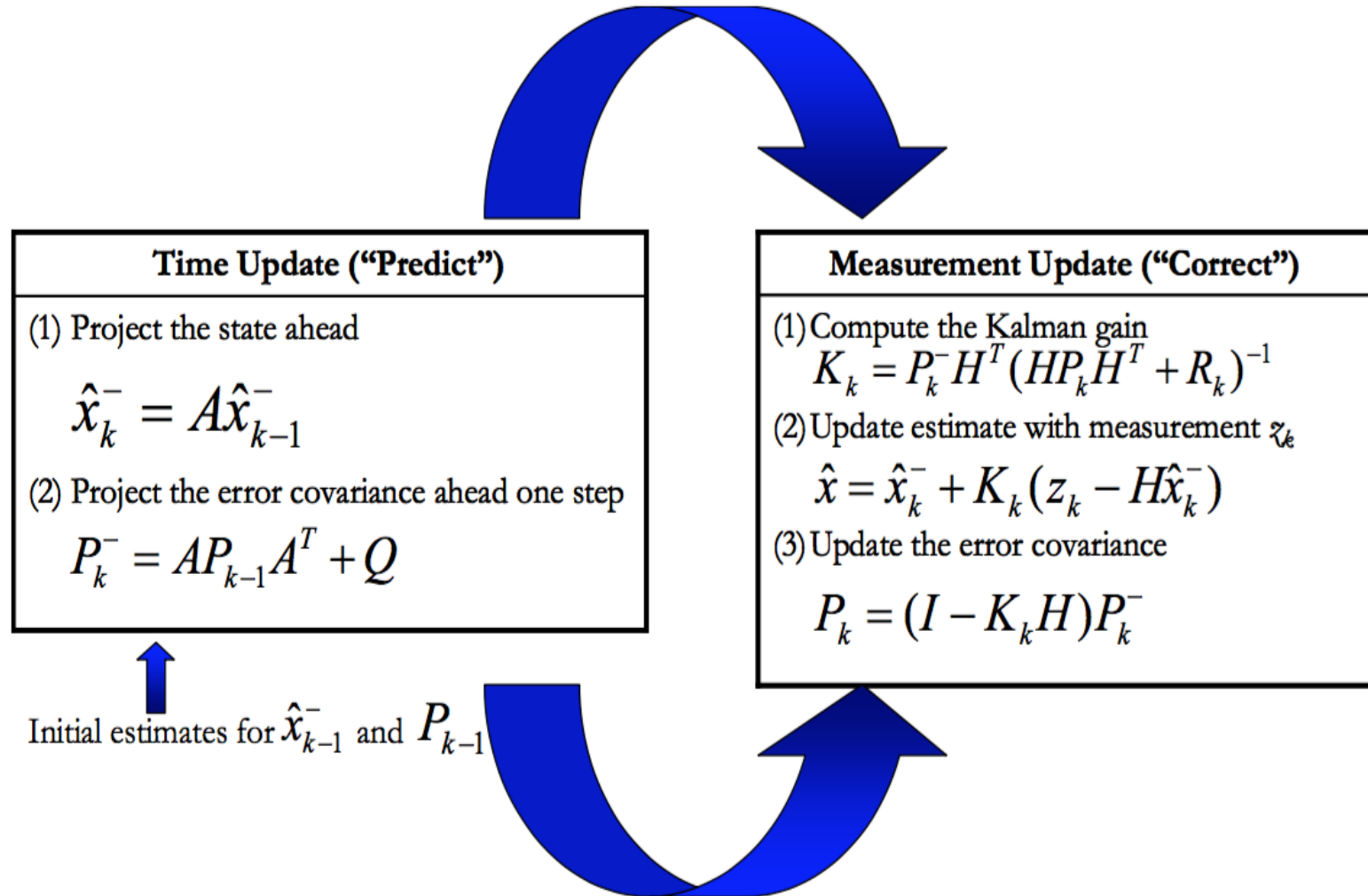


$$M_{00} = \sum_x \sum_y P(x, y) \text{ — нульовий момент}$$

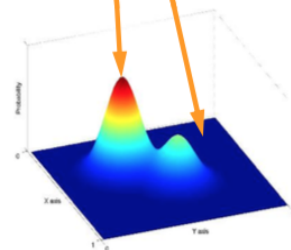
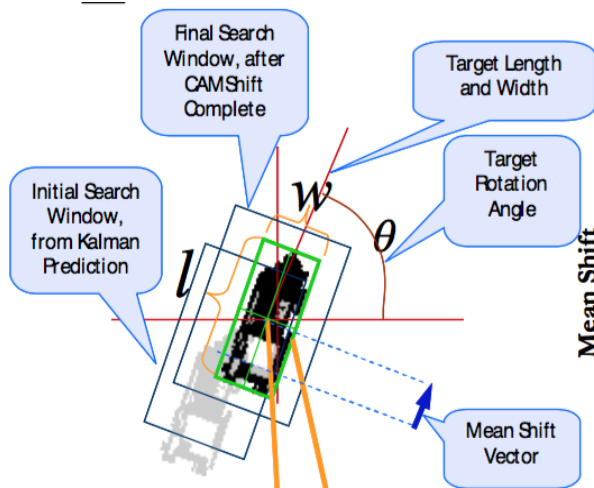
$$M_{10} = \sum_x \sum_y xP(x, y) \text{ — момент першого порядку}$$

$$M_{01} = \sum_x \sum_y yP(x, y) \text{ — момент першого порядку}$$

Фільтр Калмана



Алгоритм CAMShift з використанням фільтру Калмана



$$P(x, y) = h(I(x, y))$$

Image represented by its Back Projection probability map.

Target center of mass found using image moments from $P(x, y)$ for each dimension over initial window x & y . Window is re-centered on new x_c and y_c by Mean Shift vector and process is repeated until x_c and y_c no longer change (i.e. peak is found).

$$x_c = \frac{M_{10}}{M_{00}} \quad M_{00} = \sum_x \sum_y P(x, y) \quad M_{20} = \sum_x \sum_y x^2 P(x, y)$$

$$y_c = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad M_{10} = \sum_x \sum_y x P(x, y) \quad M_{02} = \sum_x \sum_y y^2 P(x, y)$$

$$M_{01} = \sum_x \sum_y y P(x, y)$$

Mean Shift

Target size found using image Eigenvalues to represent the minor and major axis. Let:

$$a = \frac{M_{20}}{M_{00}} - x_c^2 \quad b = 2 \left(\frac{M_{11}}{M_{00}} - x_c y_c \right) \quad c = \frac{M_{02}}{M_{00}} - y_c^2$$

Where covariance matrix is of form:

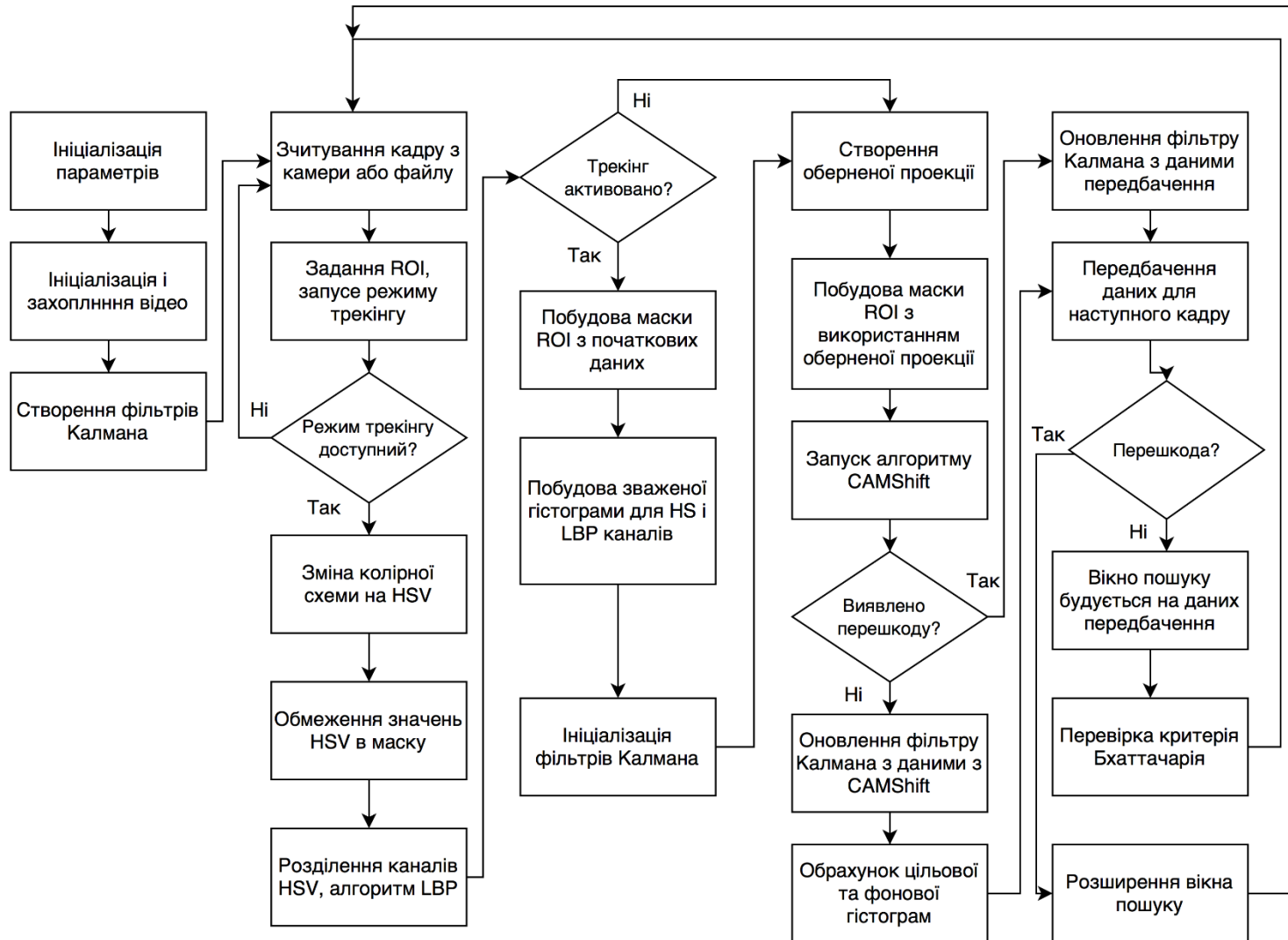
$$\text{cov}(P(x, y)) = \begin{bmatrix} a & b \\ b & c \end{bmatrix}$$

Then target size (width, height) and Rotation Angle are found as:

$$w = \sqrt{\frac{(a+c) - \sqrt{b^2 + (a-c)^2}}{2}} \quad l = \sqrt{\frac{(a+c) + \sqrt{b^2 + (a-c)^2}}{2}} \quad \theta = \frac{\arctan\left(\frac{2b}{a-c}\right)}{2}$$

CAM Shift

Алгоритм програми



Результати роботи



Дякую за увагу!