

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра ЕОМ

Модель патрулювання в міських умовах «S-bots» - systems

Кваліфікаційна робота
Другий (магістерський) рівень

Автор:

Кім А.В.
студ. гр. КСМзм-21-1

Керівник:

Токарєв В.В.
доц. каф. ЕОМ

2022

МЕТА І ЗАДАЧІ РОБОТИ

2

МЕТОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ є дослідження моделі патрулювання в міських умовах «S-bots» - systems.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ МЕТИ:

- ❖ провести огляд існуючих методів патрулювання;
- ❖ провести огляд існуючих алгоритмів напрямку руху.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

3

Невід'ємною частиною завдання дослідження території - є картування території. У сучасних «S-bots» - systems завдання картування та локалізації «s-bot» тісно пов'язані і зазвичай вирішуються разом у рамках завдання SLAM.

Завдання SLAM для «s-bots» досліджено помітно гірше, ніж для випадку «s-bot». Інформація, яку збирає «s-bot», залежить від маршруту його руху, оскільки сенсори «s-bot» мають обмежену дальність. Для ефективного використання «s-bots» необхідні алгоритми руху, відмінні від алгоритмів, що використовуються при застосуванні «s-bot».

Таким чином, побудова моделей та розробка алгоритмів для дослідження та патрулювання мінливої місцевості за допомогою «S-bots» - systems з обмеженим обсягом пам'яті є актуальним завданням.

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАТРУЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МОБІЛЬНИМИ «S-BOTS»

4



Назвемо ТД(x) - «туманом дій» у точці X території, що патрулюється. Це час, що минув з моменту останнього спостереження за точкою X цієї території будь-яким з «s-bot». Додатково до цього критерію можуть вводиться додаткові вимоги, наприклад, щоб у кожний момент патрулювання будь-яка точка карти була доступна хоча б одним з «s-bot» за певний час.

$$МТД(t) = \max_{x \in T} ТД(x)$$

де МТД(t) – максимальне значення туману дій серед усіх точок території на момент часу t.

Показано, що в середньому для більшості методів патрулювання існує статистична залежність між середніми значеннями та часом патрулювання.

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПАТРУЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МОБІЛЬНИМИ «S-BOTS»

5

В даний час проводиться поділ методів патрулювання території мобільними «s-bots» на:

- методи, призначені для роботи у приміщеннях;
- методи призначені для роботи поза приміщеннями.



Територію називають закритою, якщо вона природно розбивається на граф, вершини якого відповідають дільницям карти, повністю доступним для одного з «s-bot» у разі його знаходження на цій території, і якщо територія містить безліч вузьких проходів, які «s-bot» використовує для руху (подібні проходи відповідають ребрам графа). Приклад закритої території є, наприклад, офісне приміщення, для якого відвідування будь-якої точки кімнати достатньо для спостереження всієї кімнати.

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПАТРУЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МОБІЛЬНИМИ «S-BOTS»

6

В даний час проводиться поділ методів патрулювання території мобільними «s-bots» на:

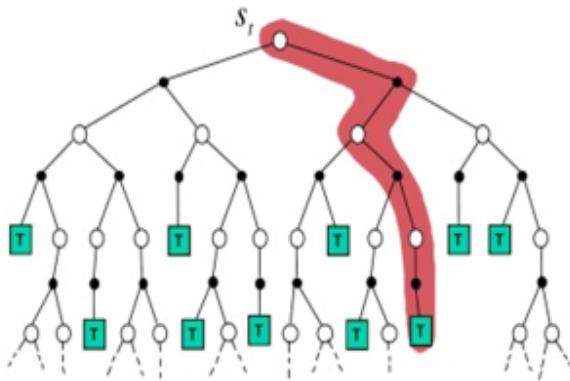
- методи, призначені для роботи у приміщеннях;
- методи призначені для роботи поза приміщеннями.



Коли територія не розбивається природно на граф, то така територія називається відкритою. Території, розташовані поза приміщеннями – відкриті території.

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПАТРУЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МОБІЛЬНИМИ «S-BOTS»

7



Організація патрулювання на закритій території є значно простішим завданням порівняно з відкритою територією. Причина полягає в тому, що патрулювання закритої території фактично полягає у русі за графом (і відвідуючи вершину графа, «s-bot» проводить спостереження за всіма точками території, що відповідають вершині), тоді як на відкритій території допустимі напрями руху практично не обмежені. Однак основні ідеї, що використовуються для організації патрулювання, є схожими.

ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ ПОБУДУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПРИ ПОЧАТКОВОМУ РУСІ МОБІЛЬНИХ «S-BOTS»

8



Алгоритм заснований на методі «нейронна мережа Хопфілда».

Джон Хопфілд зробив великий внесок у розробку теорії та моделей рекурентних НМ, також їм була запропонована загальна модель мережі зі зворотними зв'язками, яка отримала загальноприйнятту назву нейронна мережа Хопфілда. Нейронна мережа Хопфілда визначає ключову властивість – здатність до самоорганізації. Ця властивість дозволяє застосовувати нейронну мережу такого типу для вирішення низки складних завдань, таких як:

- навчання підсистем розпізнавання ситуацій;
- управління рухом мобільних «s-bots» у реальному часі.

ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ ПОБУДУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПРИ ПОЧАТКОВОМУ РУСІ МОБІЛЬНИХ «S-BOTS»

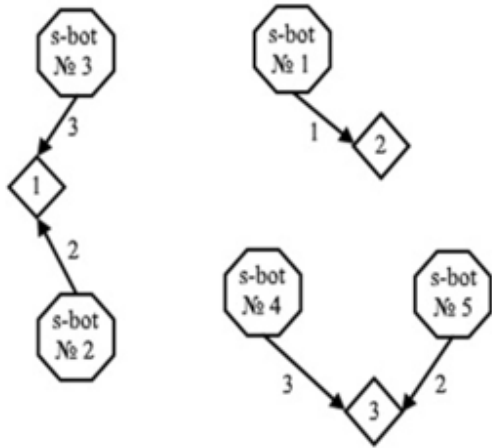
9

Алгоритм заснований на методі «Торги на аукціонах».

«S-bots», що беруть участь у патрулюванні:

- обмінюються повідомленнями;
- визначають точки, які потрібно відвідати;
- залежно від взаємного розташування, колективно розподіляють між собою ці точки.

Такий алгоритм складний та потребує постійної роботи радіозв'язку. Крім того, перехоплюючи повідомлення між «s-bots», злоумисник зможе заздалегідь передбачити їхні наміри.



ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ ПОБУДУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПРИ ПОЧАТКОВОМУ РУСІ МОБІЛЬНИХ «S-BOTS»

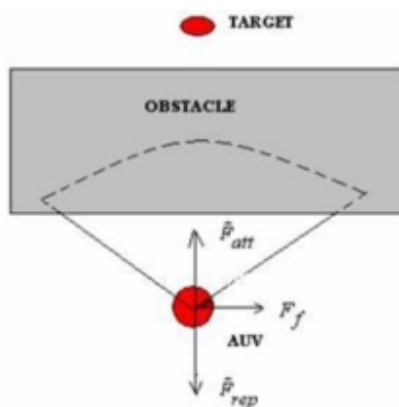
10

Алгоритм заснований на методі «Потенціалів».

Це принципово інший клас алгоритмів управління рухом «s-bots».

Суть цього методу полягає у введенні штучних сил, що діють на «s-bots» з боку різних об'єктів на карті місцевості:

- довільних точок території;
- перешкод;
- орієнтирів;
- пунктів збору.



ЗАСТОСУВАННЯ ДАТЧИКІВ ПРИ ПАТРУЛЮВАННІ ТЕРИТОРІЇ МОБІЛЬНИМИ «S-BOTS»

При розробці алгоритмів початкового руху мобільні «s-bots» використовують показання різних датчиків:

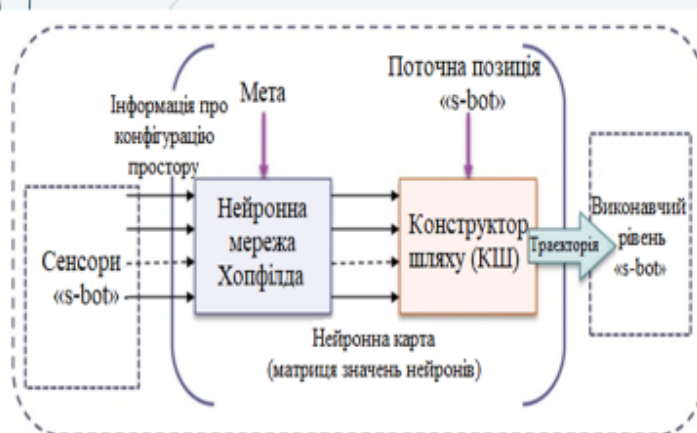
- стереопари (з використанням щільних алгоритмів стереосуставлення);
- лазерного далекоміра;
- радара;
- сонара.

Приклад різних конфігурацій перешкод, що призводять до однакового показання сонара.



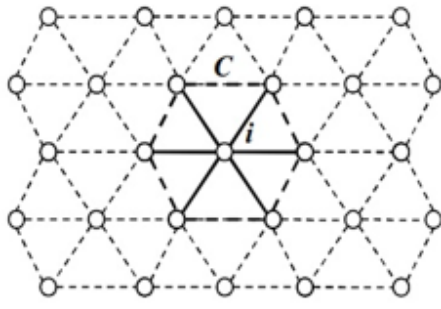
ПОБУДУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ В МІСЬКИХ УМОВАХ «S-BOTS» - SYSTEMS

Розробка траєкторії руху мобільних «s-bots» за допомогою нейронної карти.

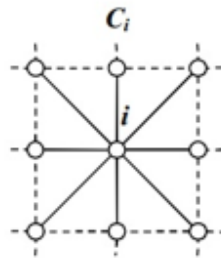


Основна ідея методу планування руху мобільних «s-bots» за допомогою нейронної мережі Хопфілда полягає в тому, щоб використовувати нейронну карту як динамічне представлення двовимірного дискретного робочого простору. Таким чином, нейронна мережа, що використовується для вирішення задачі планування, матиме певну топологію, а кількість нейронів у мережі буде дорівнює кількості дискретних комірок робочого простору.

СТРУКТУРА «НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА»



Топологія мережі для 2-мірного простору – **гексагональна**



Топологія мережі для 2-мірного простору – **ортогональна**

Для аналізованої у складі системи планування «нейронної мережі Хопфілда» нейрон i характеризується:

- вхідним вектором Y ;
- сигналом власного зворотного зв'язку v_i ;
- вихідними сигналами зв'язаних нейронів v_{ij} , де n - розмірність мережі;
- матрицею вагових коефіцієнтів W ;
- сумарним (мережним) сигналом u_i ;
- функцією активації Φ ;
- вхідним сигналом I_i ;
- власним вихідним сигналом стану v_{out}

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ «НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХОПФІЛДА»

Виходячи з обраної топології, функція відстані між нейронами i та j в мережі, що описується, є функція евклідової відстані:

$$d(i, j) = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$$

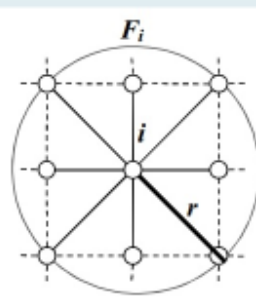
Доменна структура мережі гарантує, що кожен нейрон i з'єднаний лише з підмножиною сусідніх нейронів, утворюючи домен F_i , а кожна нейронна область F – тільки з підмножиною сусідніх нейронних областей. У межах домену значення ваги та «сусідство» для кожного нейрона визначає функція $f(d)$:

$$f(d) = \begin{cases} \frac{1}{d}, & 0 < d \leq r \\ 0, & d = 0 \vee d > r \end{cases}$$

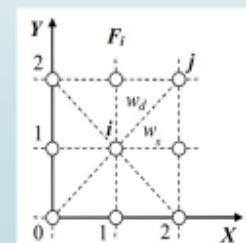
Приймемо ваги для зв'язків прямої дії (w) у межах нейронної області F рівними 1.

$$d(i, j) = \sqrt{(1-2)^2 + (1-2)^2} = \sqrt{2} = 1.4142$$

Нейронна область F_i



Нейронна область F у двовимірній системі координат



МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАНУВАННЯ РУХУ В МІСЬКИХ УМОВАХ «S-BOTS» - SYSTEMS

15

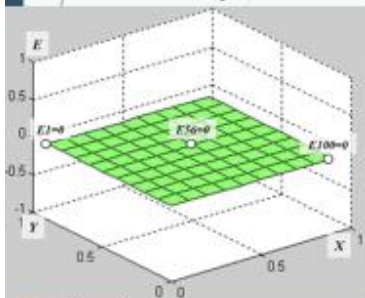
Значення матриці активації для випадку ($156 = 1$), які отримані за допомогою програми-сценарію системи моделювання Matlab

0.0034	0.0071	0.0113	0.0155	0.0187	0.0198	0.0185	0.0151	0.0104	0.0052
0.0071	0.0153	0.0249	0.0349	0.0429	0.0459	0.0426	0.0341	0.0229	0.0113
0.0113	0.0249	0.0423	0.0625	0.0799	0.0868	0.0794	0.0612	0.0393	0.0187
0.0155	0.0349	0.0625	0.1017	0.1417	0.1598	0.1412	0.1001	0.0585	0.0267
0.0187	0.0429	0.0799	0.1411	0.2591	0.3103	0.2585	0.1398	0.0752	0.0330
0.0198	0.0459	0.0868	0.1598	0.3103	1.0000	0.3097	0.1578	0.0819	0.0355
0.0185	0.0426	0.0794	0.1412	0.2585	0.3097	0.2579	0.1393	0.0748	0.0328
0.0151	0.0341	0.0612	0.1001	0.1398	0.1578	0.1393	0.0985	0.0573	0.0261
0.0104	0.0229	0.0393	0.0585	0.0752	0.0819	0.0748	0.0573	0.0366	0.0173
0.0052	0.0113	0.0187	0.0267	0.330	0.0355	0.0328	0.0261	0.0173	0.0085

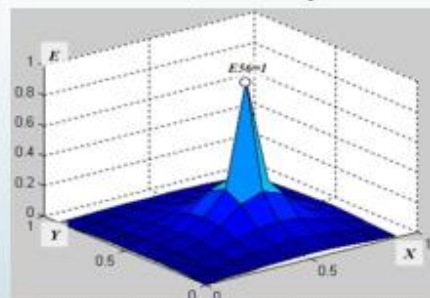
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАНУВАННЯ РУХУ В МІСЬКИХ УМОВАХ «S-BOTS» - SYSTEMS

16

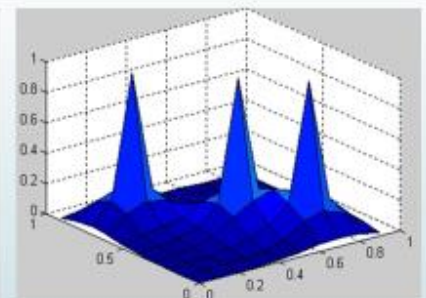
Нульовий стан мережі Хопфілда зі 100 нейронів



Вид нейронної карти при активації 56-го нейрона

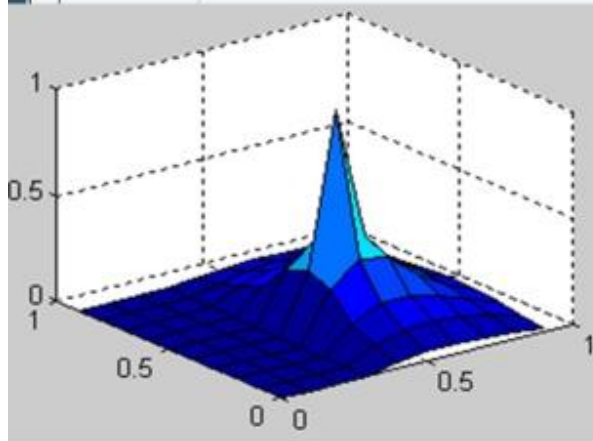


Форма поверхні при 3-х точках активації

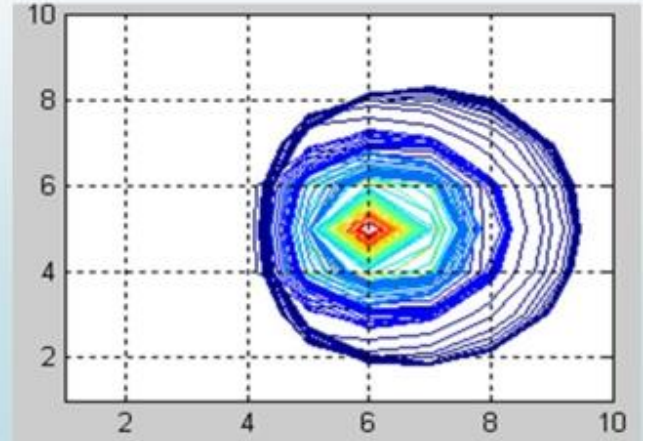


МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАНУВАННЯ РУХУ В МІСЬКИХ УМОВАХ «S-BOTS» - SYSTEMS 17

Поверхня активації при закритій перешкоді



Графічне подання хвильового характеру розповсюдження активації при закритій перешкоді



АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ 18

www.konferenciaonline.org.ua

Міжнародна наукова інтернет-конференція

Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення

(випуск 70)

ISSN 2522-932X

Google Scholar

22-23 вересня 2022 р.

Тернопіль, Україна - Перелазівський Палац, 2022

Кім Андрій Валерійович, магістр, Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

МОДЕЛЬ ПАТРУЛЮВАННЯ В МІСЬКИХ УМОВАХ «S-BOTS» - SYSTEMS

Мета моделювання мережі БПЛА полягає у виборі її параметрів, що забезпечують задану якість обслуговування трафіку. Якість обслуговування трафіку в контексті даного завдання визначається часом доставки даних від вузла сенсорної мережі на сервер. Параметрами мережі є пропускна здатність каналу передачі даних і кількість БПЛА, необхідних для виконання поставленого завдання.

Для побудови моделі зробимо такі припущення. Будемо вважати, що потрібно передати дані від групи з n сенсорних вузлів. Вузли розташовані випадковим чином і утворюють пуассонівське поле. Кожен з сенсорних вузлів виробляє фіксований обсяг даних v (байт), що представляє собою набір значень, отриманих від різних датчиків. Дані від кожного з вузлів повинні бути доставлені на сервер збору даних за деякий час, що не перевищує.

Структура мережі включає в себе сегмент сенсорних вузлів, сегмент мережі доступу, реалізований за допомогою БПЛА, шлюз і сегмент мережі передачі даних між шлюзом та сервером послуги. Будемо вважати, що вузьким місцем в даній структурі є сегмент мережі доступу. Надалі будемо розглядати тільки параметри сегменту доступу, вважаючи, що параметри інших елементів мережі мають значний запас пропускної здатності. Мережа доступу будеться на базі вузлів зв'язку, розміщених на БПЛА. У загальному випадку в зоні обслуговування може перебувати k БПЛА, причому області покриття

ВИСНОВКИ

ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ була досліджена модель патрулювання в міських умовах «S-bots» - systems.

В КВАЛІФІКАЦІЙНІЙ РОБОТІ ВИРІШЕНІ ТАКІ ЗАДАЧІ:

- ❖ проведено огляд існуючих методів патрулювання;
- ❖ проведено огляд існуючих алгоритмів напрямку руху.