

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

Харківський національний університет
радіоелектроніки

Метод забезпечення надійності полінгової мережі у поставарійному стані високомобільного рою БПЛА

Виконав:
магістр групи СПм-22-1 Шостак А.Р.

Керівник:
доц. Ткачов В.М.



Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра ЕОМ

Постановка задачі

2

- Огляд комунікаційних архітектур рою БПЛА;
- Огляд протоколів маршрутизації;
- Огляд стратегій забезпечення надійності мережі;
- Огляд існуючих методів забезпечення надійності мережі;
- Вибір методики та засобів дослідження;
- Розробка методу забезпечення надійності полінгової мережі в поставарійному стані;
- Проведення експериментальних досліджень;

Огляд предметної області

3

Політкової мережі для рою БПЛА - архітектурна система для управління роєм БПЛА.

Основна риса політкової мережі:

- Централізоване управління головним вузлом, що ініціює комунікацію та контроль.

Механізм взаємодії:

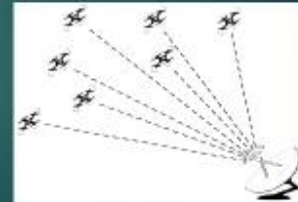
- Запити та відповіді між головним вузлом та підлеглими БПЛА.
- Ініціатива та контроль:
- Головний вузол керує комунікацією та поведінкою підлеглих БПЛА.

Періодичні запити для інформації:

- Регулярні запити головного вузла для збору інформації від підлеглих вузлів.

Керування поведінкою підлеглих вузлів:

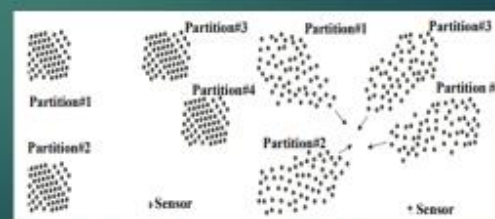
- Головний вузол керує діями підлеглих БПЛА на основі отриманої інформації.



Огляд відомих методів

4

- **Autonomous Recovery (AuR)**
- **Round-table negotiation (RTN)**



Метод забезпечення надійності політрової мережі у поставарійному стані високочобільного рою БПЛА

5

Залежність швидкості вузла

$$\begin{cases} q_i(t) = v_i(t) \\ 0 \leq \|v_i(t)\| \leq V_{max} \end{cases}$$

де $v_i(t) \in \mathbb{R}^3$ - вектор, який позначає швидкість вузла u_i на час t ;

$V_{max} \in \mathbb{R}$ - максимальна швидкість польоту БПЛА;

$q_i(t) \in \mathbb{R}^3$ позначає положення вузла БПЛА u_i в момент часу t ;

Коли мережа серйозно пошкоджена, вузли повинні переміщатися у відповідне місце зі швидкістю $v_i(t)$, щоб швидко об'єднати декілька непересічних підмереж у з'єднану мережу.

Метод забезпечення надійності політрової мережі у поставарійному стані високочобільного рою БПЛА

6

Час який потрібний для відновлення мережі

$$T_{recovery} = \max_{S_i(t) \in S} (t_{recovery}^i - t_{damaged}),$$

$t_{damaged}$ - час, коли мережу пошкоджено;

$t_{recovery}^i$ - час, коли i -та підмережа відновлюється до нормального робочого стану;

$S_i(t)$ - i -та підключена підмережа;

Метод забезпечення надійності полігрової мережі у поставарійному стані високomobilного рою БПЛА

7

Залежність часу відновлення від швидкості вузла

$$v(t) = \underset{v(t)}{\operatorname{arg\,min}} T_{\text{recovery}}$$

де T_{recovery} - час який потрібний для відновлення мережі;

$v(t)$ - вектор, який позначає швидкість вузла на час t ;

Для відновлення мережі, кожен ущільний вузол повинен рухатися в певне місце з відповідною швидкістю, щоб мережу можна було відновити до нормально робочого стану.

Дані для побудови моделі

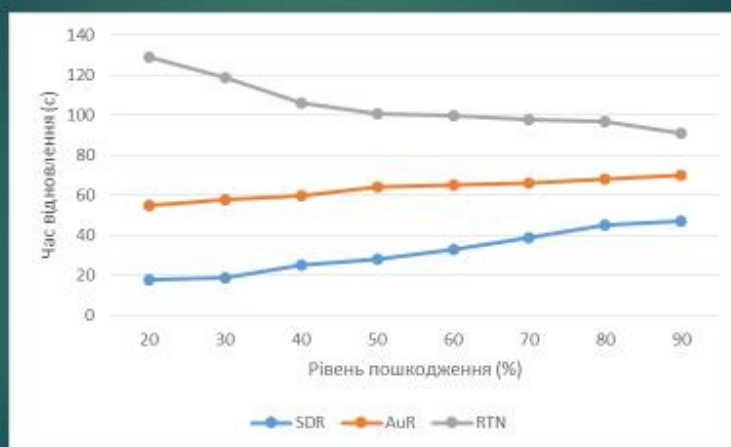
8

Параметр	Значення
Simulation Area (<i>length</i> × <i>width</i> × <i>height</i>)	10km × 10km × 2 km
Routing Algorithm	OLSR
Data rate of link	54 Mbps
Transmission range (R)	200 m
Maximum flight speed (V max)	20 m/s
Node density (D)	45 nodes/km ²
Poll interval (T poll)	5 s
Retransmission Timeout (RTO)	1 s
Round Trip Time (RTT)	0.1 s
Merging Time (τ)	5 s
Retransmission times (k)	3
Distributed election algorithm	Bully

Результати модельного експерименту

9

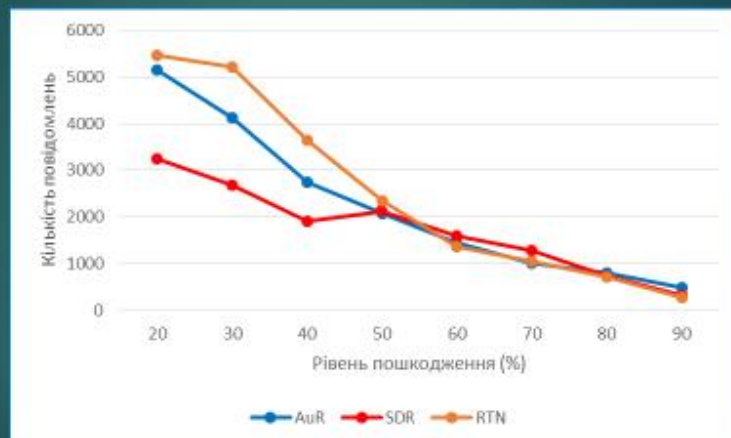
Залежність часу відновлення від рівню пошкодження



Результати модельного експерименту

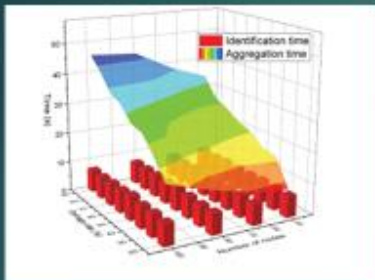
10

Залежність кількості повідомлень від рівню пошкодження

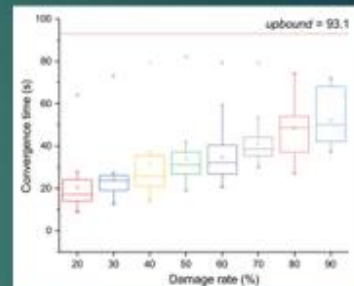


Результати модельного експерименту (продовження)

11



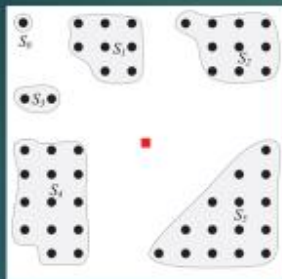
Час ідентифікації та агрегації з різною кількістю вузлів і рівнем пошкоджень



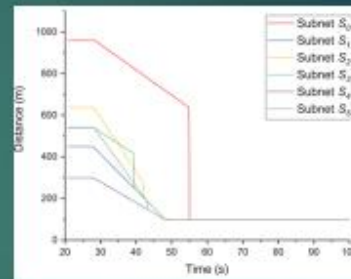
Розсіювання часу конвергенції з різними рівнями пошкодження, коли кількість вузлів становить 81

Результати модельного експерименту (продовження)

12



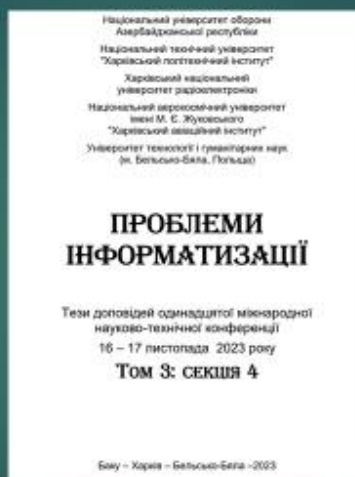
Пошкоджена мережа рою



Процес відновлення

Апробація отриманих результатів

13



Результати кваліфікаційної роботи апробовані на науково-технічній конференції "Проблеми інформатизації".

Висновки

14

- Проаналізовано комунікаційні архітектури рою БПЛА;
- Досліджено протоколи маршрутизації;
- Вивчено стратегії забезпечення надійності мережі;
- Розроблено метод, який здатен забезпечити надійність політрової мережі в поставаріному стані вісокомобільного рою БПЛА;
- Поставлено модельний експеримент;

Напрямки подальших досліджень

1. Адаптація методу до інших умов, зокрема, в умовах дефіциту обчислювальних ресурсів.
2. Застосування технологій автоматизації та штучного інтелекту.