

ОПТИМАЛЕН ПЪТ В ГРАФ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА РАЗЛИЧНИ ТОПОЛОГИИ ЗА ОБХОЖДАНЕ НА ОБЕКТИ В ЗОНА ЗА СИГУРНОСТ

Илиян Бойчев

Технически университет Варна

OPTIMAL PATH IN GRAPH WHEN USING DIFFERENT TOPOLOGIES TO OBSERVATION OBJECTS IN A SECURITY ZONE

Iliyan Boychev

Technical university of Varna

Abstract

The article investigates algorithms to find an optimal path by the observation the objects located in a security zone. Unmanned aerial vehicles (drones) are used for this observation. Several different topologies are presented to achieve different viewing modes. The algorithms are based on optimum criteria (distance, maneuvers, time).

Keywords: UAV, drones, GPS points, topologies.

ВЪВЕДЕНИЕ

Безпилотните летателни апарати (UAVs) или дронове, навлизат все повече в нашето ежедневие като непрекъснато се разширяват и областите на приложение [1][2][3][4][5][6][7]. Една от областите, където те биха могли да се използват е и осигуряване на сигурност за множество обекти, когато традиционните методи като видеонаблюдение чрез видеокамери и/или човешки ресурси са слабоефективни или скъпоструващи. Дроните могат да бъдат използвани както сигурност от гледна точка на неоторизиран достъп, но и за сигурност по отношение на повреди по обекти, потенциално възможни бъдещи проблеми (повреди по сгради, опасни предмети и т.н.).

ИЗЛОЖЕНИЕ

В тази статия се представя начин за намиране на оптимален път за обхождане на обекти, разположени в зона за наблюдение и сигурност, базиран на оптимизационна задача от Теория на графите.

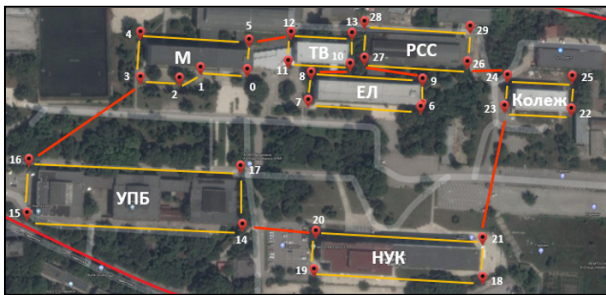
Реализирани са два режима на обхождане на обектите:

- Режим „Пълно обхождане“ – при него трябва всеки обект(всяка сграда) да бъде обходена цялостно, след което да се премине на следваща .

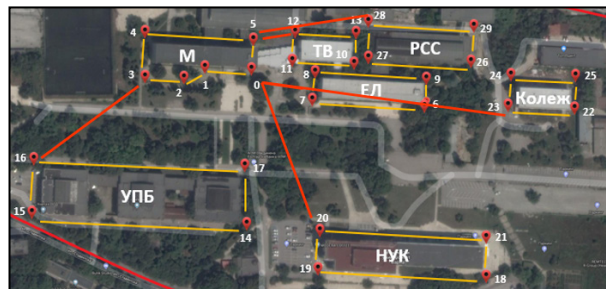
- Режим „Аварийна ситуация“ – при него, трябва да се достигне до мястото на възникналия проблем по най-бързия начин (най-късият път от текущото място до проблемната зона)

За изследването на алгоритмите за намиране на оптимален път при различните топологии, трябва да бъде изграден граф, базиран на GPS точки и разстоянията между тях. За реализирането на графът е използван районът на Технически университет Варна. Процесът на създаване на граф, базиран на реални GPS координати е представен в [8].

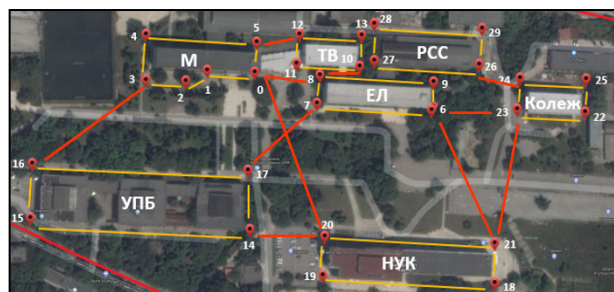
На база избраните обекти, които ще участват в зоната на наблюдение, се формират три топологии: тип кръг (Ring), тип Звезда (Star) и пълна свързаност (Mesh). На фиг. 1 а), б) и в) са представени трите топологии изградени за сградите (обектите) разположени в зоната на ТУ Варна, които на този етап са включени за изследване.



Фиг. 1 а) Топология Ring



Фиг. 1 б) Топология Star



Фиг. 1 в) Топология Mesh

В топологиите участват 7 сгради на Технически университет Варна: М (Машинен Факултет), ТВ (Топла Връзка), ЕЛ (Електрофакултет), НУК (Нов Учебен Корпус), УПБ (Учебно - Производствена База), Колеж и РСС.

Топологиите се описват, предварително във външен файл, където се указват връзките между отделните точки (както за самите сгради, така и между отделните сгради).

Топология Кръг (Ring), свързва сградите последователно една с друга. При звезда (Star), Сграда М е централата и тя има връзка с всяка една от останалите.

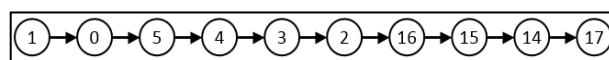
Топология Пълно свързване "Mesh" свързва всички сгради една с друга, като са показани част от връзките, т.к. не е възможно пълното им визуализиране на фигурата.

За реализирането на двата режима на сигурност се използват два основни типа обхождане. При първият режим „Пълно обхождане“, всяка сграда се обхожда цялостно, след което трябва да се премине, към следващата. Известните алгоритми за об-

хождане: в ширина (BFS) и в дълбочина (DFS [9]) не могат да бъдат използвани за този режим. Това е така, поради 2 причини:

- В целият граф точките за всяка сграда образуват цикли
- При изследване на дадена сграда, т.е. завъртане на съответният цикъл, се налага да се премине частично през някои обходени части, за да се стигне до следващата сграда (това основно зависи от избраната текуща топология)

На фиг. 2 а) и б) е показан примерен вариант на обхождане по DFS и Пълно обхождане за сгради М и УПБ:



Фиг. 2 а) Обхождане чрез DFS.



Фиг. 2 б) Пълно обхождане.

Както може да се види на фиг. 2б, при коректното обхождане, след като се изследва сграда М, се налага да се премине, през част от някои точки (1, 2 и 3) за да се премине към УПБ. При DFS, това не се случва, т.к. при този алгоритъм, се обхожда всеки клон от графа, а не се прави завъртане при цикъл, с цел достигане до следващ връх.

За реализирането на правилно обхождане в Режим „Пълно обхождане“ се предлага следният алгоритъм:

1. Избира се сграда (обект) и началната точка на обхождане.
2. Обхожда се текущата сграда, използвайки Хамилтонов цикъл.
3. Намира се най-краткият съществуващ път до следващата сграда (използвайки някои от изследваните алгоритми на Дийкстра или по минимален брой възли).
4. Ако има още сгради (обекти) за обхождане се преминава на точка 2.
5. След обхождане на всички сгради, се получава пълното обхождане на всички обекти.

За обхождането на сградите се използва алгоритъм за Хамилтонов цикъл [10], т.к. по определение това е цикъл включващ всички възли в графа (което е целта на този режим).

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

За всяка топология са проведени експерименти с двата режима на работа.

1. Режим „Пълно обхождане“

При този режим е избрана начална точка 1 и сграда М.

1.1 Топология Кръг (Ring)

01, 02, 03, 04, 05, 00, 01, 02, 03, 16, 17, 14, 15, 16, 15, 14, 20, 21, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 26, 27, 09, 06, 07, 08, 09, 08, 10, 11, 12, 13, 10, 11, 12, 00, 01

Фиг. 3. Път при топология Ring

Пълното обхождане включва 49 възела.

1.2 Топология Звезда:

01, 02, 03, 04, 05, 00, 01, 02, 03, 16, 17, 14, 15, 16, 03, 02, 01, 00, 20, 21, 18, 19, 20, 00, 07, 08, 09, 06, 07, 00, 23, 24, 25, 22, 23, 00, 05, 12, 13, 10, 11, 12, 05, 28, 29, 26, 27, 28, 05, 00, 01

Фиг. 4. Път при топология Star

Пълното обхождане включва 51 възела.

1.3 Топология Пълно свързване:

01, 02, 03, 04, 05, 00, 01, 16, 17, 14, 15, 16, 20, 21, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 26, 09, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 05, 00, 01

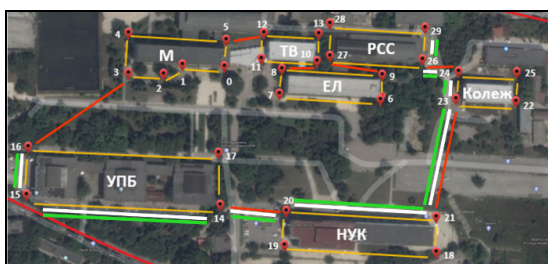
Фиг. 5. Път при топология Mesh

Пълното обхождане включва 39 възела.

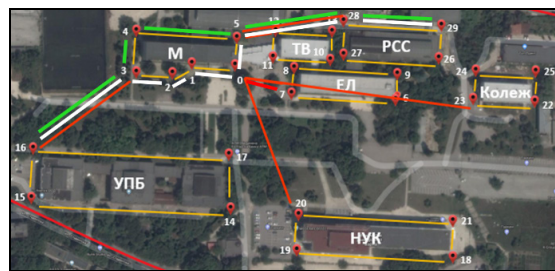
2. Режим „Аварийна ситуация“.

Избрани са няколко варианта от една до друга точка при различните топологии мрежи. На фигурите графично са нанесени резултатните пътища за двата алгоритъма, като зелената линия е за алгоритъм на Дийкстра, а бялата линия за другият

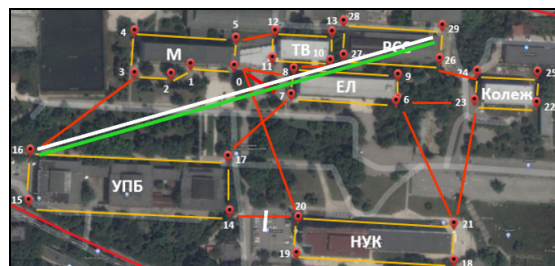
2.1 Експериментален тест 1: начална точка 16 (УПБ) – крайна точка 29 (РСС)



Фиг. 6 а) Топология Ring



Фиг. 6 б) Топология Star



Фиг. 6 в) Топология Mesh

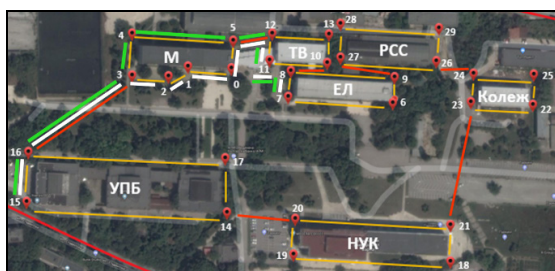
Таблица 1. Резултати при Експ. тест 1

При този тест, единствено има разлика

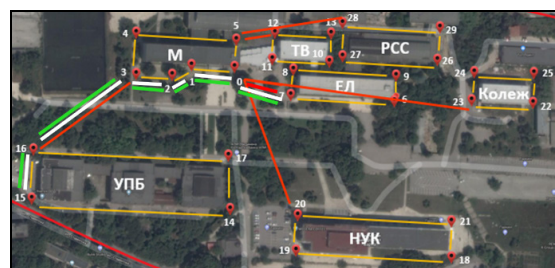
Дийкстра			
Топ.	Път	Възли	Разст.
Ring	16 15 14 20 21 23 24 26 29	9	611.773
Star	16 3 2 1 0 5 28 29	8	417.248
Mesh	16 29	2	380.478
Мин. Брой възли			
Топ.	Път	Възли	Разст.
Ring	16 15 14 20 21 23 24 26 29	9	611.773
Star	16 3 4 5 28 29	6	425.044
Mesh	16 29	2	380.478

при топология Star.

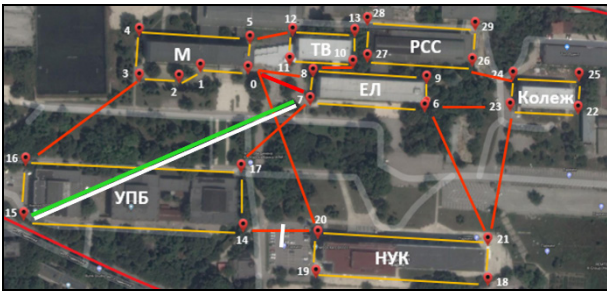
2.2 Експериментален тест 2: начална точка 15 (УПБ) – крайна точка 7 (ЕЛ)



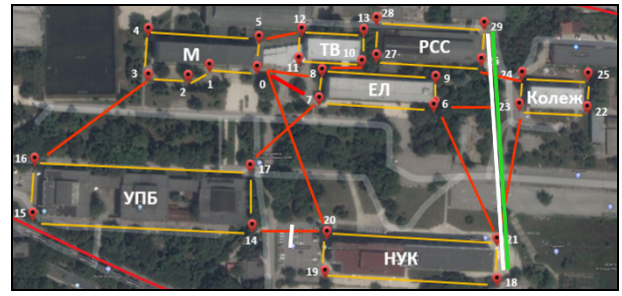
Фиг. 7 а) Топология Ring



Фиг. 7 б) Топология Star



Фиг. 7 в) Топология Mesh



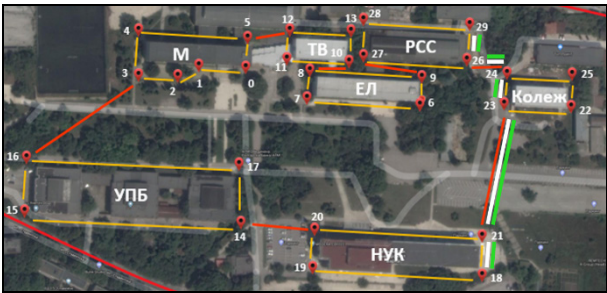
Фиг. 8 в) Топология Mesh

Таблица 2. Резултати при Експ. тест 2

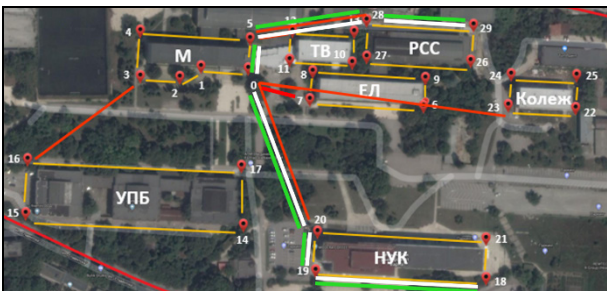
Дийкстра			
Топ.	Път	Възли	Разст.
Ring	15 16 3 2 1 0 5 12 11 10 8 7	12	442.429
Star	15 16 3 2 1 0 7	7	304.607
Mesh	15 7	2	247.761
Мин. Брой възли			
Топ.	Път	Възли	Разст.
Ring	15 16 3 4 5 12 11 10 8 7	10	450.225
Star	15 16 3 2 1 0 7	7	304.607
Mesh	15 7	2	247.761

При този тест, разликата е при Топология Ring. При нам намаляване с 3 пътя броя точки при Mesh спрямо Star, разстоянието спада само с около 50 метра.

2.3 Експериментален тест 3: начална точка 18 (НУК) – крайна точка 29 (РСС)



Фиг. 8 а) Топология Ring



Фиг. 8 б) Топология Star

Таблица 3. Резултати при Експ. тест 3

Дийкстра			
Топ.	Път	Възли	Разст.
Ring	18 21 23 24 26 29	6	228.899
Star	18 19 20 0 5 28 29	7	520.284
Mesh	18 29	2	203.675
Мин. Брой възли			
Топ.	Път	Възли	Разст.
Ring	18 21 23 24 26 29	6	228.899
Star	18 19 20 0 5 28 29	7	520.284
Mesh	18 29	2	203.675

При тези възли и двата алгоритъма дават едни и същи резултатни пътища за съответната топология. При Star има 1 възел повече в сравнение със Ring, но почти двойно по-голямо разстояние,

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният метод за пълно обхождане на обектите използва метода за най-кратък път по брой възли за преход от една града към друга. т.к. е по-бърз от алгоритъма на Дийкстра [1]. За реализирането на възможно най-оптимален път, за връзка между две сгради, трябва се използва алгоритъм, който да дава минимален път и по други критерии (например, минимално разстояние).

Бъдещи насоки:

- Подобряване на метода за пълно обхождане
- Добавяне на различни критерии за оптимален път (максимален процент видимост на обекта (сградата) при обхождане)
- Автоматично изграждане на връзките между отделните сгради

REFERENCE

- [1]. J. Lee, J. Wang, D. Crandall, S. Sabanovic and G. Fox. Real Time Object Detection for Unmanned Aerial Vehicles based on Cloud-based Convolutional Neural Networks, 2017 First IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), 10-12 April 2017
- [2] It Nun Thiang, Dr. Lu Maw, Hla Myo Tun. Vision-Based Object Tracking Algorithm With AR. Drone, International Journal of Scientific & Technology Research Vol. 5, Issue 06, June 2016
- [3] T. Kryjak, M. Komorkiewicz, M. Gorgon. Real-time Implementation of Foreground Object Detection From a Moving Camera Using the ViBE Algorithm. Computer Science and Information Systems 11(4):1617–1637
- [4] Qikai Huang (Bruce Wingo), Mathematical Modeling of Quadcopter Dynamics. Rose-Hulman Institute of Technology
- [5] G. Ngoc; Kwang-Seok Moon; Suk-Hwan Lee; Ki-Ryong Kwon, GIS Map Encryption Algorithm for Drone Security Based on Geographical Features, 2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), Year: 2016 Pages: 1422 – 1423
- [6] R. Akram; K. Markantonakis; K. Mayes; O. Habachi; D. Sauveron; A. Steyven; S. Chaumette. Security, privacy and safety evaluation of dynamic and static fleets of drones. 2017 IEEE/AIAA 36th Digital Avionics Systems Conference (DASC) Year: 2017 Pages: 1 - 12
- [7] R. Carlon. Tracking tagged fish using a wave glider. OCEANS
- [8] I. Boychev. Research algorithms to optimize the drone route used for security. XXVII International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria
- [9] P. Nakov, P. Dobrikov. Programming Book Programming = ++ Algorithms
- [10] https://en.wikipedia.org/wiki/Hamiltonian_path