



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

**WYDZIAŁ INFORMATYKI, ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI**

**KATEDRA INFORMATYKI**

**PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA**

Koordinacja ruchu pojazdów na skrzyżowaniu dróg wielopasmowych  
algorytmem planowania wielowariantowego

Autor:  
Kierunek studiów:  
Opiekun pracy:

***Piotr Kala***  
***Informatyka***  
***dr inż. Wojciech Turek***

Kraków, 2016

Uprzedzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.): „ Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystyczne wykonanie albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, a także uprzedzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211 ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r. poz. 572, z późn. zm.) „Za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyny uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym dalej „sądem koleżeńskim”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy.

.....

SKŁADAM SZCZEGÓLNE PODZIĘKOWANIA MOJEMU  
PROMOTOROWI, DR HAB INŻ. ?????,  
PROFESOROWI NADZWYCZAJNEMU AGH ZA  
ŻYCZLIWOŚĆ, CENNE UWAGI MERYTORYCZNE,  
WSZECHESTRONNĄ POMOC ORAZ POŚWIĘCONY  
CZAS.



# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>7</b>
1.1	Podrozdział . . . . .	7
1.2	Podrozdział . . . . .	7
1.3	Podrozdział . . . . .	8
<b>2</b>	<b>State of the art</b>	<b>9</b>
2.1	Planowanie ruchu na skrzyżowaniach . . . . .	9
2.2	Planowanie ruchu przy użyciu świateł drogowych . . . . .	10
2.3	Planowanie ruchu bez sygnalizacji świetlnej . . . . .	11
2.4	Użycie algorytmu A* do planowania ruchu . . . . .	12
2.5	Modyfikacje A* . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Teza</b>	<b>14</b>
3.1	Podrozdział . . . . .	14
3.2	Podrozdział . . . . .	15
3.3	Podrozdział . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Implementacja</b>	<b>16</b>
4.1	Podrozdział . . . . .	16
4.2	Podrozdział . . . . .	16
4.3	Podrozdział . . . . .	17
4.4	Podrozdział . . . . .	17

<b>5</b>	<b>Wyniki</b>	<b>18</b>
5.1	Podrozdział . . . . .	18
5.2	Podrozdział . . . . .	18
5.3	Podrozdział . . . . .	19
<b>6</b>	<b>Wnioski</b>	<b>20</b>
6.1	Podrozdział . . . . .	20
6.2	Podrozdział . . . . .	20
6.3	Podrozdział . . . . .	21
	<b>Spis rysunków</b>	<b>22</b>
	<b>List of Algorithms</b>	<b>22</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>23</b>

# Rozdział 1

## Wstęp

### 1.1 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 1.2 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed

interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **1.3 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



# Rozdział 2

## State of the art

### 2.1 Planowanie ruchu na skrzyżowaniach

CEL:

- wskazanie tematyki literatury jaka będzie omawiana
- jakie algorytmy w literaturze są stosowane do planowania ruchu drogowego
- algorytmy heurystyczne są preferowane ze względu na złożoność

Zależność wydajności od rozmiaru problemu

- Metody planujące są zawsze zależne od rozmiaru problemu
- Duża złożoność powoduje stosowanie algorytmów heurystycznych
- Pokazanie złożoności na przykładowych algorytmach

Szybkość zmian w środowisku uniemożliwia użycia algorytmu zajmującego dużo czasu

- Duża złożoność problemu powoduje, że jeżeli zajdzie zmiana w środowisku, algorytm musi natychmiast wyliczyć poprawny plan
- Algorytmy heurystyczne są w stanie działać w środowisku, gdzie zmiany zachodzą szybko

Rozważana klasa problemów

- Omówienie klasy problemów planowania ruchu na skrzyżowaniach

- Omówienie modeli środowisk i wiążących się z nimi złożoności

## **2.2 Planowanie ruchu przy użyciu świateł drogowych**

CEL:

- omówienie literatury rozwiązującej ruch drogowy przy użyciu świateł drogowych
- światła drogowe wprowadzają opóźnienie spowodowane światłem pomarańczowym
- omówienie optymalizacji świateł drogowych, które mimo wszystko powodują opóźnienia

Opis optymalizacji wprowadzonych do zarządzania sygnalizacją świetlną na podstawie artykułu [2]:

- Synchronized Traffic Lights
- Green Wave
- Random Offset

Porównanie powyższych optymalizacji na podstawie artykułu [2]

- która optymalizacja co wnosi
- jak niewielowane są opóźnienia
- która z nich daje najlepsze wyniki
- opóźnienia i tak są spowodowane przez użycie świateł (światło pomarańczowe)

Opis koordynacji ruchu przy użyciu algorytmu REAL TIME QUEUE LENGTH ESTIMATION: THE APTTC ALGORITHM na podstawie artykułu [1]:

- Sterowanie adaptacyjne
- Statystyczna optymalizacja
- Estymacja na podstawie długości dynamicznej kolejki

Porównanie powyższego rozwiązania z synchroniczną zmianą świateł.

- jakie zalety i wady dają oba te rozwiązania

- którego rozwiązania używać a jakiej sytuacji

## **2.3 Planowanie ruchu bez sygnalizacji świetlnej**

CEL:

- przedstawienie algorytmów bez sygnalizacji świetlnej, których można użyć do planowania ruchu
- porównanie tych rozwiązań między sobą
- zastosowania tych rozwiązań, przykłady

Znajdowanie ścieżki za pomocą algorytmu Dijkstr'y na podstawie artykułu [6]

- opisanie sposobu zastosowanie dijkstry w planowaniu ruchu
- ograniczenia algorytmu

Unikanie kolizji przy użyciu algorytmu Dijkstry' na podstawie artykułu [6]

Autonomiczne podejście - użycie Automated Guided Vehicels.

- zmiana podejścia - zarządzanie pojedynczym samochodem zamiast algorytm dla wszystkich
- wady i zalety takiego rozwiązania

Planowanie ruchu oraz unikanie kolizji przy użyciu AGV na podstawie artykułu [7]

- opis zastosowanego rozwiązania
- opis sposobu unikania kolizji

Omówienie przykładu z użyciem AGV na podstawie artykułu [7]

Omówienie i porównanie algorytmów stosowanych do planowania drogi na podstawie artykułu [4]:

- Dijkstra's Algorithm
- Priority Queues
- Bidirectional Search
- A\*

## 2.4 Użycie algorytmu A\* do planowania ruchu

CEL:

- przytoczenie użyc A\* do planowania ruchu
- pokazanie ograniczeń użytych A\*

Omówienie algorytmu A\* na podstawie artykułu [3]

- omówienie optymalności
- omówienie funkcji heurystyki

Planowanie ruchu za pomocą zmodyfikowanego algorytmu A\* na podstawie artykułu [5]

- opis sposobu wprowadzenia zmodyfikowanego algorytmu A\* do koordynowania ruchu na skrzyżowaniach
- wady, zalety i ograniczenia

Planowanie ruchu za pomocą wielostanowego algorytmu A\* oraz Wavefront na podstawie artykułu [8]

- omówienie zastosowania tych dwóch algorytmów do planowania ruchu

Omówienie przykładu użycia Multi-Entity A\* na podstawie artykułu [8]

- przytoczenie przykładu
- omówienie wad, zalet i ograniczeń

Omówienie złożoności Multi-Entity  $A^*$  na powyższym przykładzie.

- złożoność jest zależna od liczby stanów w  $A^*$
- obliczenie złożoności i pokazania jak ona rośnie

## **2.5 Modyfikacje $A^*$**

CEL:

- przytoczenie modyfikacji  $A^*$  (nie ma takiej modyfikacji jak moja)

Opis wielostanowego  $A^*$  na podstawie artykułu [8]

Opis modyfikacji  $A^*$  w artykule [5]

## Rozdział 3

### Teza

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

#### 3.1 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet

aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## **3.2 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## **3.3 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Rozdział 4

# Implementacja

### 4.1 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 4.2 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed



interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **4.3 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **4.4 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Rozdział 5

### Wyniki

#### 5.1 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

#### 5.2 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed

interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **5.3 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

# Rozdział 6

## Wnioski

### 6.1 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 6.2 Podrozdział

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed

interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## **6.3 Podrozdział**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## **Spis rysunków**

## **List of Algorithms**

# Bibliografia

- [1] Athmaraman N., Soundararajan S.: Adaptive predictive traffic timer control algorithm. In: *Proceedings of the 2005 Mid-Continent Transportation Research Symposium*. 2005.
- [2] Brockfeld E., Barlovic R., Schadschneider A., Schreckenberg M.: Optimizing traffic lights in a cellular automaton model for city traffic. In: *Physical Review E*, vol. 64(5), p. 056132, 2001.
- [3] Dechter R., Pearl J.: Generalized best-first search strategies and the optimality of A. In: *Journal of the ACM (JACM)*, vol. 32(3), pp. 505–536, 1985.
- [4] Delling D., Sanders P., Schultes D., Wagner D.: Engineering route planning algorithms. In: *Algorithmics of large and complex networks*, pp. 117–139. Springer, 2009.
- [5] Muntean P.: Mobile Robot Navigation on Partially Known Maps using a Fast A Algorithm Version. In: .
- [6] Shaikh E.A., Dhale A.: AGV Path Planning and Obstacle Avoidance Using Dijkstra's Algorithm. In: *International Journal of Application in Engineering and Mangement (IJAIEEM)*, 2013.
- [7] Szczerba R.J., Galkowski P., Glicktein I., Ternullo N.: Robust algorithm for real-time route planning. In: *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 36(3), pp. 869–878, 2000.
- [8] Wojnicki I., Ernst S., Turek W.: A robust planning algorithm for groups of entities in discrete spaces. In: *Entropy*, vol. 17(8), pp. 5422–5436, 2015.