

# Slovenská Technická Univerzita v Bratislave

Fakulta Informatiky a Informačných Technológií

---

**FIIT-XXXX-XXXXX**

Meno Priezvisko

**Title Slovak**

Bakalárska práca

**Štúdijný program:** Informatika

**Štúdijný odbor:** 9.2.1 Informatika

**Miesto vypracovania:** Ústav počítačového inžinierstva a aplikovanej informatiky,  
FIIT STU, Bratislava

**Vedúci práce:** Supervisor

Máj 2017



## **ČESTNÉ PREHLÁSENIE**

Čestne prehlasujem, že predloženú bakalársku prácu som vypracoval samostatne pod vedením Ing. Mareka Jakaba a uviedol v zozname literatúry všetky použité odborné zdroje.

V Bratislave, 9.5.2017

.....

Meno Priezvisko



## **Podakovanie**

Moje podakovanie patrí najmä vedúcemu práce, Ing. Marekovi Jakobovi, za jeho ľudský prístup, ochotu, odborné vedenie, metodickú pomoc a cenné rady, ktoré mi poskytol počas jej vypracovania.

Osobitné podakovanie patrí mojim rodičom a mojim najbližším, za ich podporu, pomoc a vytvorenie podmienok pre vypracovanie bakalárskej práce.

Marek Števuliak



# Anotácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave

FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Študijný program: Informatika

Autor: Meno Priezvisko

Bakalárska práca: Title Slovak

Vedúci bakalárskej práce: Supervisor

Máj 2017

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.





# Annotation

Slovak University of Technology in Bratislava

FACULTY OF INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Degree course: Informatics

Author: Meno Priezvisko

Bachelor's thesis: Title English

Supervisor: Supervisor

May 2017

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.



# Obsah

---

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 Analýza problematiky</b>	<b>3</b>
2.1 Podsekcia 1	3
2.1.1 Podsekcia 2	5
2.1.1.1 Podsekcia 3	5
2.1.1.2 Podsekcia 3	6
<b>3 Návrh</b>	<b>7</b>
3.1 Podsekcia 1	7
<b>4 Implementácia</b>	<b>11</b>
4.1 Podsekcia 1	11
<b>5 Testovanie</b>	<b>13</b>
<b>6 Záverečné zhodnotenie</b>	<b>15</b>
<b>Použitá literatúra</b>	<b>17</b>
<b>A Technická dokumentácia</b>	<b>A-1</b>
<b>B Používateľská príručka</b>	<b>B-1</b>
<b>C Obsah priloženého CD nosiča</b>	<b>C-1</b>
<b>D Plán práce na riešení projektu</b>	<b>D-1</b>
D.1 Prvá etapa projektu	D-1
D.2 Druhá etapa projektu	D-2



# 1 Úvod

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc

elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

## 2 Analýza problematiky

---

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

### 2.1 Podsekcia 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tinci-

dunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta



tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Segmentácia obrazu sa v dnešnej dobe využíva veľmi často v medicíne napr. pri snímkach mozgu [4], pri detekcii objektov, pri rozpoznávaní tváre [22] a v neposlednom rade pri vyhľadávaní snímok na základe obsahu [12].

### **2.1.1 Podsekcia 2**

Zoznam:

- Položka 1
- Položka 2

#### **2.1.1.1 Podsekcia 3**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.



Obr. 1: Ukážka pred a po aplikácii Sobel operátora pri detekcii hrán<sup>1</sup>

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 2.1.1.2 Podsekcia 3

S algoritmom prichádza funkcia energie  $E(s)$ , ktorá ohodnocuje kvalitu špecifického rozdelenia obrazu a má tvar:

$$E(s) = H(s) + \gamma G(s) \quad (1)$$

---

<sup>1</sup>Zdroj: WeekMedia, [Abid Rahman K](#)

## 3 Návrh

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 3.1 Podsekcia 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper

vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed

vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

...



## 4 Implementácia

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 4.1 Podsekcia 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

---

**Algoritmus 1** Načítanie údajov

---

**Vstupy:** *depthMat*, *colorMat*

**Výstupy:** *depthMat*, *colorMat*

```
1: procedure GETMAPPEDCOLORDATA
2:   if getFrame(frame) = success then
3:     mapData(frame, mapped)
4:     if getColor(frame, colorFrame) = success then
5:       copyFrameData(colorFrame, colorData)
6:       for i < width(color) do
7:         for j < height(color) do
8:           depthSpacePoint  $\leftarrow$  mapped[i][j]
9:           if visible(depthSpacePoint)  $\neq$  success then
10:            depthMat[i][j]  $\leftarrow$  -1
11:          else
12:            index  $\leftarrow$  getIndex(depthSpacePoint)
13:            depthMat[i][j]  $\leftarrow$  depthData[index]
14:          end if
15:          colorMat[i][j]  $\leftarrow$  colorData[i][j]
16:        end for
17:      end for
18:    end if
19:  end if
20: end procedure
```

---

V prvom pseudokóde so vstupnými a výstupnými parametrami typu **Mat** (typ reprezentujúci maticu definovaný v OpenCV) sme použili následovné metódy: . . .



## **5 Testovanie**

---



## 6 Závěrečné zhodnotenie

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida solli-

citudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

## Použitá literatura

---

- [1] ACHANTA, R., SHAJI, A., SMITH, K., LUCCHI, A., FUA, P., AND SÜSSTRUNK, S. SLIC Superpixels Compared to State-of-the-Art Superpixel Methods. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 34, 11 (Nov 2012), 2274–2282.
- [2] ARIFIN, A. Z., AND ASANO, A. Image segmentation by histogram thresholding using hierarchical cluster analysis. *Pattern Recognition Letters* 27, 13 (2006), 1515 – 1521.
- [3] ESTER, M., KRIEGEL, H.-P., SANDER, J., AND XU, X. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In *Proc. 2nd Int. Conf. Knowl. Discovery Data Mining (KDD)* (1996), AAAI Press, pp. 226–231.
- [4] FOROUZANFAR, M., FORGHANI, N., AND TESHNEHLAB, M. Parameter optimization of improved fuzzy c-means clustering algorithm for brain {MR} image segmentation. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 23, 2 (2010), 160 – 168.
- [5] GANGULY, A., HENRY, D. P., YUNE, H. Y., PRATT, J., GRIM, C., DONOHUE, J. P., AND WEINBERGER, M. H. Diagnosis and localization of pheochromocytoma. *The American Journal of Medicine* 67, 1 (1979), 21 – 26.
- [6] INTEL CORP. OpenCV online documentation. <http://opencv.org>. Accessed: 2016-10-04.
- [7] JENIFER, A., AND RAAJAN, N. R. Superpixel Based K-MEANS clustering on Chemical Bonding Structure Analysis. *Rasayan J. Chem.* 8, 1 (Jan. 2015), 105–108.
- [8] LI, Z., AND CHEN, J. Superpixel segmentation using Linear Spectral Clustering. In *2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (June 2015), pp. 1356–1363.

- [9] MARTIN, D., FOWLKES, C., TAL, D., AND MALIK, J. A Database of Human Segmented Natural Images and its Application to Evaluating Segmentation Algorithms and Measuring Ecological Statistics. In *Proc. 8th Int'l Conf. Computer Vision* (July 2001), vol. 2, pp. 416–423.
- [10] MICROSOFT CORP. Microsoft Kinect hardware specifications. <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect/hardware>. Accessed: 2016-09-30.
- [11] NASA. *Ranger 7 photographs of the moon*. SP-61, SP-62, and SP-63. NASA Series Publications, Washington, D.C., Sept. 1964 - 1965.
- [12] OZDEN, M., AND POLAT, E. A Color Image Segmentation Approach for Content-based Image Retrieval. *Pattern Recogn.* 40, 4 (Apr. 2007), 1318–1325.
- [13] REN, X. Superpixel: Empirical Studies and Applications. <http://ttic.uchicago.edu/~xren/research/superpixel/>. Accessed: 2016-11-17.
- [14] SHEN, J., HAO, X., LIANG, Z., LIU, Y., WANG, W., AND SHAO, L. Real-time superpixel segmentation by dbscan clustering algorithm. *IEEE Transactions on Image Processing* 25, 12 (Dec 2016), 5933–5942.
- [15] SHI, J., AND MALIK, J. Normalized cuts and image segmentation. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 22, 8 (Aug. 2000), 888–905.
- [16] STOCKMAN, G., AND SHAPIRO, L. G. *Computer Vision*, 1st ed. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA, 2001.
- [17] STUTZ, D. Superpixel Segmentation: An Evaluation. In *Pattern Recognition*, J. Gall, P. Gehler, and B. Leibe, Eds., vol. 9358 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, 2015, pp. 555 – 562.
- [18] STUTZ, D., HERMANS, A., AND LEIBE, B. Superpixel segmentation using depth information. <http://davidstutz.de/>, September 2014.
- [19] TATIRAJU, S., AND MEHTA, A. Image Segmentation Using K-means Clustering, Em and Normalized Cuts.

- [20] VAN DEN BERGH, M., BOIX, X., ROIG, G., DE CAPITANI, B., AND VAN GOOL, L. Seeds: Superpixels extracted via energy-driven sampling. In *Proceedings of the 12th European Conference on Computer Vision - Volume Part VII* (Berlin, Heidelberg, 2012), ECCV'12, Springer-Verlag, pp. 13–26.
- [21] WEIKERSDORFER, D., GOSSOW, D., AND BEETZ, M. Depth-adaptive superpixels. In *Proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012)* (Nov 2012), pp. 2087–2090.
- [22] YANG, M.-H., AND AHUJA, N. Detecting human faces in color images. In *Image Processing, 1998. ICIP 98. Proceedings. 1998 International Conference on* (Oct 1998), vol. 1, pp. 127–130 vol.1.
- [23] ZHU, S., CAO, D., JIANG, S., WU, Y., AND HU, P. Fast superpixel segmentation by iterative edge refinement. *Electronics Letters* 51, 3 (2015), 230–232.

## A Technická dokumentácia

---

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

blabla

### Item 1

Knižnica je uvedená ako voľne dostupná pre stiahnutie na konkrétnej webovej adrese <http://opencv.org/releases.html>. Na stránke nájdeme jednotlivé verzie knižnice pre platformy Windows, Linux/OSX, Android a iOS.

### Item 2

Knižnica je uvedená ako voľne dostupná pre stiahnutie na oficiálnej webovej adrese spoločnosti Microsoft <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>. Daná knižnica je primárne určená pre platformu Windows.



## B Používateľská príručka

---

Aplikáciu superpixel segmentácie s *.exe* príponou spustíme jednoducho pomocou príkazového riadku v prostredí Windows. Pri spustení s parametrom *-h*, sa zobrazí informácia pre správne použitie aplikácie.

---

```
.\BP_xstevuliakm_vizualna_segmentacia_objektov.exe -h

BP_xstevuliakm_vizualna_segmentacia_objektov.exe <parameter>

moznosti <parameter>:
-i:          zobrazenie informacii o programe
-h:          zobrazenie pomocnej prirucky
ziadny:      superpixel segmentacia
```

---

Ak zvolíme parameter *-i*, zobrazia sa nám dodatočné informácie o aplikácii obsahujúce názov, meno autora a druh projektu.

---

```
.\BP_xstevuliakm_vizualna_segmentacia_objektov.exe -i

Nazov programu: 3D DBSCAN superpixel segmentacia
Autor:          Marek Stevuliak
Druh projektu:  Bakalarky projekt, FIIT STU 2017
```

---

V prípade spustenia aplikácie bez parametra máme na výber z volieb, ktoré sú zobrazené formou jednoduchého menu. Vybranú voľbu zadáme ako jej poradové číslo a potvrdíme ju klávesou ENTER. Konkrétne si môžeme vybrať spomedzi:

1. Výstup segmentácie využitím hĺbkovej informácie uložený do .png súboru 16-bitových hodnôt v aktuálnom adresári.
2. Výstup segmentácie využitím hĺbkovej informácie zobrazený priamo na obrazovku.
3. Výstup segmentácie bez použitia hĺbkovej informácie uložený do .png súboru 16-bitových hodnôt v aktuálnom adresári.
4. Výstup segmentácie bez použitia hĺbkovej informácie zobrazený priamo na obrazovku.

---

Volba:

- 1 3D Segmentacia do suboru
- 2 3D Segmentacia na obrazovku
- 3 2D Segmentacia do suboru
- 4 2D Segmentacia na obrazovku

Zadajte cislo volby:

---

Po zvolení typu segmentácie, máme možnosť definovať veľkosť škály obrazu, ktorou bude ovplyvnená jeho šírka 1920 a výška 1080 bodov. Škála predstavuje kladnú hodnotu od 0 po 1.

---

Zvolte skalu obrazu <0 - 1>:  
Cakam na data ...

---

Aplikácia následovne čaká na dáta zo zariadenia Kinect, nad ktorými bude prevedená zvolená superpixel segmentácia.

---

Zvolte skalu obrazu <0 - 1>:  
Cakam na data ... OK

---

Úspešné obdržanie dát je ohlásené príznakom OK. Následne získavame výslednú segmentáciu vo zvolenej forme s informáciou o úspechu a čase vykonávania segmentácie v milisekundách.

---

Zvolte skalu obrazu <0 - 1>:  
Cakam na data ... OK  
Segmentacia uspesna: \_cas\_ ms

---

## C Obsah priloženého CD nosiča

---

Priložený CD nosič obsahuje nasledovné priečinky:

- **doc** – obsahom priečinka je vypracovaná bakalárska práca vo formátoch PDF a TEX.
- **src** – priečinok obsahuje implementáciu resp. zdrojový kód
  - **3D\_DBSCAN** – aplikácia superpixel segmentácie využívajúca hĺbkovú informáciu
  - **SKRIPT** – MATLAB skript použitý v etape testovania pri konverzii výslednej segmentácie z png a bmp formátu do súborov s príponou mat.
- **dataset** – obsahuje nami vytvorený dataset pre účely testovania
  - **groundTruth** – nami vytvorená ľudská segmentácia použitých scén vo formátoch bmp a mat.
  - **scene** – jednotlivé scény v jpg formáte, na ktorých bolo prevedené testovanie.

## D Plán práce na riešení projektu (tabulky si vieme generovať online)

---

### D.1 Prvá etapa projektu

Na tabuľke 1 je vyznačený plán práce na riešení projektu počas prvej etapy.

Tabuľka 1: Rozvrh práce na 1. časti projektu

Týždeň semestra:	Plán práce:	Vyjadrenie k splneniu plánu:
1.	Oboznámiť sa s oblasťou počítačového videnia.	Plán pre daný týždeň bol splnený.
2.	Zkvalitniť svoje poznatky v oblasti segmentácie	Plán pre daný týždeň bol splnený.
3.	Zozbierať relevantné zdroje k superpixel segmentácii	Plán pre daný týždeň bol splnený.
4.	Analyzovať zozbierané zdroje	Plán pre daný týždeň bol splnený.
5.	Vypracovať aspoň na 50% prvú kapitolu práce	Plán pre daný týždeň bol splnený.
6.	Dokončiť prvú kapitolu práce	Plán pre daný týždeň bol splnený.
7.	Spracovať v druhej kapitole aspoň tretinu ponúkaných metód	Plán pre daný týždeň bol splnený.
8.	Spracovať v druhej kapitole ostatné ponúkané metódy	Plán pre daný týždeň bol splnený.
9.	Dokončiť kapitolu dva a analyzovať riešenia 3D segmentácie	Plán pre daný týždeň bol splnený.
10.	Dokončiť kapitolu dva ponúkanými 3D riešeniami	Plán pre daný týždeň bol splnený.
11.	Práca na štylistickej stránke dokumentu	Plán pre daný týždeň bol splnený.
12.	Zhodnotenie možnosti v návrhu aplikácie superpixel segmentácie.	Plán pre daný týždeň bol splnený.

## D.2 Druhá etapa projektu

Na tabuľke 2 je vyznačený plán práce na riešení projektu počas druhe etapy.

Tabuľka 2: Rozvrh práce na 2. časti projektu

Týždeň semestra:	Plán práce:	Vyjadrenie k splneniu plánu:
1.	Rozhodnúť sa na základe analýzy, ktorá superpixel metóda bude rozšírená v rámci projektu.	Plán pre daný týždeň bol splnený.
2.	Čiastočne implementovať zvolenú superpixel metódu prístup	Plán pre daný týždeň bol splnený.
3.	Zredukovať prehľadávanie algoritmu na štvorsusednosť	Plán pre daný týždeň bol splnený.
4.	Zabezpečiť komunikáciu so zariadením Kinect v2	Plán pre daný týždeň bol splnený.
5.	Práca na možnostiach integrácie hĺbkovej informácie.	Plán pre daný týždeň bol splnený.
6.	Pridať hĺbkovú informáciu do algoritmu a otestovať vhodné parametre	Plán pre daný týždeň bol splnený.
7.	Implementovať fázu spájania na základe hĺbkovej informácie	Plán pre daný týždeň bol splnený.
8.	Posúdiť možné alternatívy testovania	Plán pre daný týždeň bol splnený.
9.	Vytvoriť dataset pre účely testovania a porovnať výsledky medzi viacerými prístupmi	Plán pre daný týždeň bol splnený.
10.	Zdokumentovať etapu návrhu a implementácie	Plán pre daný týždeň bol splnený.
11.	Zdokumentovať etapu testovania spolu s možnosťami vylepšenia	Plán pre daný týždeň bol splnený.
12.	Upraviť formát dokumentu do požadovanej podoby.	Plán pre daný týždeň bol splnený.