

# Rekonstrukcija 3D modela objekta koristeći više slika

---

**Peharda, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:149166>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-24**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

**Rekonstrukcija 3D modela objekta koristeći više slika**

**Diplomski rad**

**Ivan Peharda**

**Osijek, 2015.**

|         |                                                                       |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Uvod .....                                                            | 1  |
| 1.1.    | Područje primjene .....                                               | 2  |
| 1.2.    | Autonomna navigacija robota: slam .....                               | 3  |
| 1.2.1.  | Prošireni Kalmanov filter .....                                       | 3  |
| 1.2.2.  | Proces SLAM .....                                                     | 3  |
| 1.2.3.  | Laser .....                                                           | 4  |
| 1.2.4.  | Podaci odometrije .....                                               | 5  |
| 1.2.5.  | Orijentiri .....                                                      | 5  |
| 1.3.    | Kalibracija kamere .....                                              | 7  |
| 2.      | Metode za rekonstrukciju 3D modela objekta koristeći više slika ..... | 9  |
| 2.1.    | Multi view stereo.....                                                | 9  |
| 2.1.1.  | 1. korak: generiranje <i>depth</i> mapa .....                         | 9  |
| 2.1.2.  | 2. korak: spajanje depth mapa .....                                   | 10 |
| 2.1.3.  | Primjeri rekonstrukcije pomoću multi view stereo algoritma .....      | 11 |
| 2.2.    | Afina rekonstrukcija .....                                            | 12 |
| 2.2.1.  | Projektivna kamera .....                                              | 12 |
| 2.2.2.  | Kamera s konačnim centrom: perspektivna projekcija .....              | 13 |
| 2.2.3.  | Pinhole kamera.....                                                   | 13 |
| 2.2.4.  | Ortografska projekcija .....                                          | 14 |
| 2.2.5.  | Afina kamera .....                                                    | 15 |
| 2.2.6.  | Afina rekonstrukcija.....                                             | 16 |
| 2.2.7.  | Faktorizacijski algoritam .....                                       | 16 |
| 2.2.8.  | SVD( <i>Singular value decomposition</i> ).....                       | 18 |
| 2.2.9.  | Algoritam za SVD .....                                                | 20 |
| 2.2.10. | Relacija između SVD i mjerenih matrica.....                           | 21 |
| 2.2.11. | Rezultati afina rekonstrukcije.....                                   | 22 |
| 2.3.    | Euklidska rekonstrukcija.....                                         | 25 |
| 2.3.1.  | Pronalazak žarišne duljine za dodatne slike .....                     | 25 |
| 2.3.2.  | Euklidska rekonstrukcija .....                                        | 25 |
| 2.3.3.  | Rezultati.....                                                        | 26 |
| 2.4.    | Projektivna rekonstrukcija.....                                       | 28 |
| 2.4.1.  | Fundamentalna (temeljna) matrica.....                                 | 28 |
| 2.4.2.  | Projektivna rekonstrukcija.....                                       | 28 |

|        |                                                                   |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.3. | Usavršavanje rekonstrukcije .....                                 | 29 |
| 2.4.6. | Triangulacija .....                                               | 31 |
| 2.4.7. | Implementacija projektivne rekonstrukcije .....                   | 32 |
| 2.5.   | Rekonstrukcija slike pomoću zrcala.....                           | 36 |
| 2.5.1. | Geometrija zrcala slike .....                                     | 36 |
| 2.5.2. | Pronalaženje orijentacije zrcala.....                             | 37 |
| 2.5.3. | Utvrđivanje udaljenosti od zrcala.....                            | 39 |
| 2.5.4. | Volumno križanje.....                                             | 41 |
| 2.5.5. | Algoritam .....                                                   | 41 |
| 3.     | Programi za rekonstrukciju modela korištenjem slijeda slika ..... | 43 |
| 3.1.   | Photosynth .....                                                  | 43 |
| 3.2.   | Photo modeler.....                                                | 45 |
| 4.     | Zaključak.....                                                    | 48 |
|        | Literatura .....                                                  | 49 |
|        | Sažetak .....                                                     | 51 |
|        | ABSTRACT .....                                                    | 52 |
|        | Životopis .....                                                   | 53 |

## SAŽETAK

U ovom radu dan je pregled metoda za 3D rekonstrukciju objekta korištenjem više slika, te su opisana područja upotrebe takve rekonstrukcije. Ova metoda najviše se koristi u području računalnog vida. Za područje računalnog vida prikazana je metoda SLAM, to je metoda za simultanu lokaciju i mapiranje. Prikazan je način kalibracije kamere što je potrebno napraviti kako bi dobili stvarnu sliku predmeta. Prikazane su neke od najkorištenijih metoda 3D rekonstrukcije kao što je afina rekonstrukcija, te euklidska i projektivna rekonstrukcija koje se vežu na afina rekonstrukciju. Implementirana je projektivna rekonstrukcija. Prikazan je primjer rekonstrukcije za svaku metodu, te objašnjen način korištenja od svake navedene metode. U završnom dijelu rada prikazani su programi Photosynth i Photo modeler. Photosynth je program koji je oblikovan tako da svi ljudi mogu staviti svoje slike u program i on na temelju tih slika daje 3D model predmeta na slikama, a Photo modeler je program koji rekonstruira samo odabrani predmet.

Ključne riječi: 3D rekonstrukcija, kamera, objekt, metoda, matrica, lokacija, točka, žarišna duljina

## ABSTRACT

In this graduation thesis we have an overview of the methods of 3D objects reconstruction using multiple images and the areas where this type of reconstruction is used. This method is used mostly for computer sight. SLAM method is shown being used for computer sight, it is an abbreviation for Simultaneous Location And Mapping. We can see the way camera is calibrated in order to give a true image of an object. Some of the most widely used methods for 3d reconstruction are also shown, such as Affina reconstruction, Euclidean and Projective reconstruction which build upon the Affina reconstruction. Projective reconstruction is implemented. An example of every reconstruction is shown as well as the way of using each of the methods. In the final part of the essay we can learn about Photosynth and Photo Modeler programs. Photosynth is a program made in a way to enable every user to upload their images, and based on them, the program creates a 3D model of the object shown. Photo Modeler is a program which only reconstructs a selected object.

Keywords: 3D reconstruction, camera, object, method, matrix, location, point, focal length