

# OPTICAL MOTION CAPTURE SYSTEM

**Marek Šolony**

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xsolon00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Igor Potůček

E-mail: potucek@fit.vutbr.cz

## ABSTRACT

Computer animation techniques used to create a movement of object (human being) are time consuming and mostly result in unrealistic look. Aim of this article is to suggest optical motion capturing (MC) system using markers attached to human body and at least one pair of calibrated cameras. Such system will be able to determine positions of markers in 3d space.

## 1. ÚVOD

Dnešné motion capture (MC) systémy slúžia ako efektívne nástroje na dosiahnutie takmer realistickej animácie ľudskej postavy. Herec má na povrchu tela, na miestach pre animáciu relevantných (kĺby, končatiny), umiestnené špeciálne markery, a pohybuje sa v oblasti sledovanej sériou detektorov. Podľa spôsobu lokalizovania markerov sa MC systémy delia na optické, magnetické a mechanické. V mojej práci som sa rozhodol napodobiť pasívny optický MC systém, kde scéna je snímaná minimálne jedným párom kalibrovaných kamier a markery sú v obraze rozoznávané od okolia na základe ich farby. Medzi výhody optického MC patrí relatívne ľahká dostupnosť vybavenia, ale prináša so sebou aj sériu problémov spomínaných ďalej v článku.

## 2. ROZBOR

Cieľom práce je vytvorenie programu s grafickým užívateľským rozhraním, pomocou ktorého by sa na základe kalibračných dát vytvoril v každom časovom okamihu zdrojových videí záznam, ktorý by obsahoval informácie o polohe markerov v 3D priestore, ich aktuálnej rýchlosti a zrýchlení.

### 2.1. KALIBRÁCIA KAMIER

Ešte pred samotným snímaním videa je potrebné poznať vonkajšie a vnútorné parametre kamier ktorými je snímaná scéna. Vonkajšie parametre kamery určujú polohu a natočenie kamery. Medzi vnútorné parametre kamery patrí ohnisková vzdialenosť, hlavný bod, skosenie a distordia. Kalibráciou kamier pomocou série snímok s kalibračným predmetom (v tomto prípade šachovnicou) s využitím funkcií z knižnice Intel OpenCV možno získať všetky potrebné parametre.



a)



b)

**Obrázok 1:** a) Príklad jedného z kalibračných snímok pre výpočet vnútorných parametrov, b) lokalizačný záber pre výpočet vonkajších parametrov kamery

## 2.2. DETEKCIA MARKEROV V OBRAZE

Pri optickom MC systéme sú markery detekované na základe farby, ktorá ich odlišuje od okolia. Samotná detekcia pozostáva z prevodu obrázku do vhodného farebného priestoru a prahovania s parametrami pre hľadajú farbu.

## 2.3. PROBLÉM KOREŠPONDENCIE MARKEROV MEDZI SNÍMKAMI Z DVOCH KAMIER

Ako náhle poznáme 2d pozície markerov na snímkach z kamier v tom istom čase, je nutné riešiť ďalší problém. Rekonštrukcia markeru do 3d priestoru vyžaduje, aby sme pre každý marker poznali jeho navzájom si zodpovedajúce pozície  $[x_1, y_1]$  v snímku z jednej kamery a  $[x_2, y_2]$  v snímku z druhej. Riešenie tohto problému sa dá dosiahnuť pomocou fundamentálnej matice a poznatkov z epipolárnej geometrie.

Fundamentálna matica je matica o rozmeroch  $3 \times 3$ , a vyjadruje vzťah medzi zodpovedajúcimi si bodmi v snímkach z dvoch rôznych polôh. Na zostavenie fundamentálnej matice je potrebné poznať minimálne sedem dvojíc zodpovedajúcich si bodov medzi snímkami, ktoré je možné získať buď feature matching metódami, alebo keďže sú známe vonkajšie a vnútorné parametre kamier, projekciou 3d bodov do projekčných plôch kamier.

V epipolárnej geometrii platí:

$$x_1^T F x_2 = 0 \quad (1)$$

$$l_2 = F x_1 \quad (2)$$

kde  $x_1$  a  $x_2$  sú zodpovedajúce si body,  $F$  je fundamentálna matica a  $l_2$  je epipolárna priamka vypočítaná pomocou bodu  $x_1$ .

Na základe rovnice (2) môžeme pre bod  $x_1$  ležiaci v snímku1 vypočítať priamku pre snímok2, na ktorej leží bod  $x_2$ , zodpovedajúci bodu  $x_1$ .



**Obrázok 2:** Body a pomocou nich vypočítané epipolárne priamky.

## 2.4. REKON-

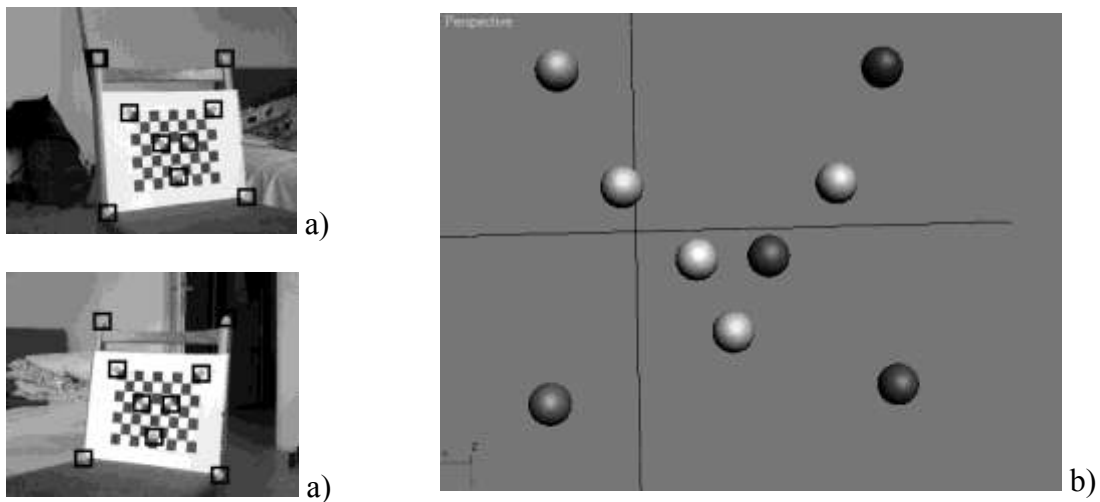
## ŠTRUKCIA MARKERU DO 3D PRIESTORU

V tomto momente máme všetky potrebné dáta (vonkajšie a vnútorné parametre kamier, pozície zodpovedajúcich si bodov), aby mohol byť aplikovaný lineárny triangulačný algoritmus.

### 2.5. PROBLÉM KOREŠPONDENCIE MARKEROV MEDZI SNÍMKAMI V ČASE

Sledované markery menia v čase svoju pozíciu, majú svoju rýchlosť a zrýchlenie. Aby boli dáta pre motion capturing kompletne, je potrebné všetky tieto informácie pre každý marker ukladať. Nesmie sa stať že informácie o markere1 omylom budú priradené markeru2. Na sledovanie korešpondencie markerov medzi snímkami v čase možné použiť Kalmanov filter. Program využíva implementáciu Kalmanovho filtra z knižnice Intel OpenCV.

## 3. VÝSLEDKY A ZÁVER



**Obrázok 3:** a) záber z ľavej a pravej kamery, b) detekované pozície markerov zobrazené v 3d priestore

Navrhnutý systém je schopný detekovať 3D pozície markerov z videosekvencií zaznamenaných dvomi a viacerými kamerami. Na zvýšenie presnosti a úspešnosti bude nutné vyriešiť problémy spojené s miznutím markerov vplyvom prekrytia, určenia korešpondencií markerov v čase a medzi snímkami z kamier, presnou detekciou pozície markerov v obraze a ďalšie. Výsledky by mohli byť potom využiteľné pri realistickej animácii postáv, biomechanickom výskume, alebo ako zdroj dát pre sport science.

## LITERATURA

[1] Hartley, R.~I. and Zisserman, A.: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2000, ISBN: 0521623049

[2] Intel OpenCV documentation, <http://opencvlibrary.sourceforge.net>