

# PROSTOROVÉ SNÍMÁNÍ RUKY S VYUŽITÍM WEBKAMERY

**Jakub Takáč**

*Katedra informatiky a počítačů, Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity v Ostravě,  
30. dubna 22, +420640522829, [r09382@student.osu.cz](mailto:r09382@student.osu.cz)*

## Abstrakt

Článek se zabývá výzkumem detekce objektů v obraze. Konkrétně zkoumá, zdali je možné využít webkameru takový způsobem, abychom byli schopni pomocí pohybů ruky vytvořit periferii poskytující informace o ruce počítači. Tyto informace by měly obsahovat její prostorové souřadnice (x, y, z) a také počet ukazujících prstů.

**Klíčová slova:** webkamera, detekce, ruka, stín, počítačové vidění.

## Úvod

V dnešním světě existuje spousta řešení, jak ovládat počítač pomocí periferních zařízení. Avšak majoritní část z nich pracuje pouze ve dvou osách, či jsou zaměřena pouze na specifické činnosti, anebo je jejich cena pro běžného uživatele až příliš vysoká. Naše řešení navazuje na [1] a je schopno tyto nedostatky v určité míře potlačit a poskytnout jeho uživateli levnou, třidimenzionální a rozšiřitelnou platformu.

Snímanou třetí osu pohybu lze využít například pro práci s objekty v třidimenzionálním prostoru, nebo zcela odlišně např. pro snímání prostorových gest, které mohou počítači reprezentovat libovolnou událost.

Detailnější informace o řešené problematice lze nalézt v [2].

## Lokalizace ruky a stínu

Aby mohli být ruka i stín korektně lokalizovány, je nutné předem kalibrovat software pro danou scénu. Kalibrace se skládá z několika kroků, jako například nastavení rozmístění jednotlivých hardwarových komponent a přizpůsobení pro stávající světelné podmínky prostředí. Druhým zmíněným krokem je myšleno nastavení hledaného odstínu ruky, kdy se na vybranou oblast uplatní následující vzorec.

$$YCC_{avg} = \frac{\sum_1^X \sum_1^Y YCC_{XY}}{XY}$$

V zásadě se jedná o zprůměrování všech intenzit ve vybrané oblasti. Pracujeme se složkami barevného systému YCbCr.

Po kalibraci je již možné přistoupit k samotné detekci. V obraze z videosignálu kamery se hledají body odstínu, jež spadají do určité tolerance dané hodnotami  $YCC_{low}$  a  $YCC_{top}$ , které přičítáme nebo odečítáme od  $YCC_{avg}$ .

$$YCC_{avg} - YCC_{low} < YCC_{out} < YCC_{avg} + YCC_{top}$$

Výstupem této funkce pro nás je takzvaná maska, reprezentující 2D matici intenzit. My předpokládáme, že body s maximální intenzitou odpovídají oblasti, kde se vyskytuje ruka. Pro navazující funkcionalitu je však zapotřebí znalosti přesného obrysu ruky, které je získáno pomocí technologií detekce kontur v obraze [3]. Zkráceně je kontura pouhou sekvencí za sebou jdoucích bodů, jež obtékají určitou plochu skupiny intenzit v matici.

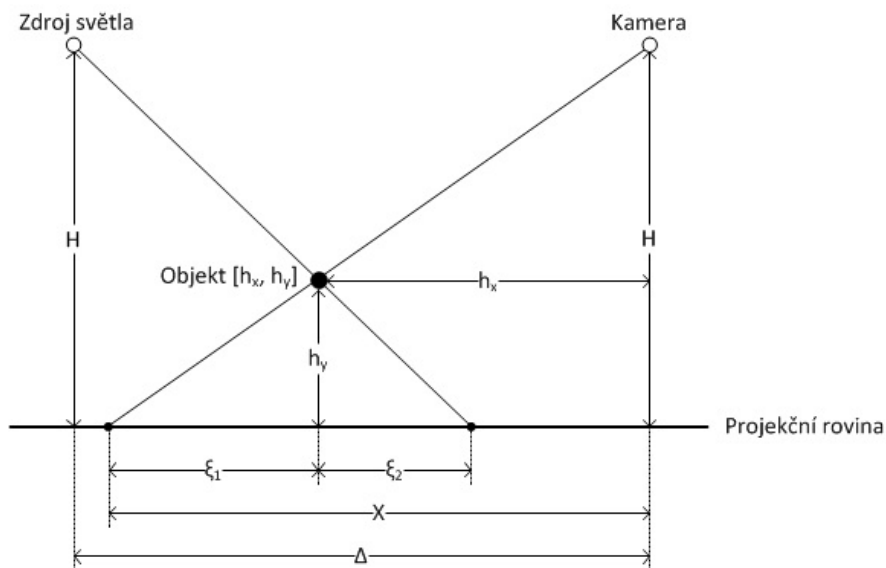


**Obrázek 1.** Nalevo snímaná scéna. Napravo detekovaná ruka se svou konturou.

Stín detekujeme obdobně, s tím rozdílem, že u něj není zapotřebí jeho kontury, proto je tento krok vynechán.

### Výpočet prostorových souřadnic ruky

Navazujícím postupem je využití informací z detekce pro určení prostorových souřadnic ruky. Vycházíme ze scény uvedené v [4] rozšířené o souřadnici  $h_x$ , která představuje relativní polohu skutečné pozice objektu oproti levému kraji snímané scény.



**Obrázek 2.** Vizuální reprezentace scény.

Z kalibrace systému již známe  $H$ , symbolizující vzdálenost kamery a zdroje světla od projekční roviny (např. stěna, plátno) a  $\Delta$ , symbolizující vzájemnou vzdálenost kamery a zdroje světla. Detekcí z obrazu získáme součet  $\epsilon_1$  a  $\epsilon_2$ , představující vzdálenost v projekce ruky a jejího stínu v pixelech.

$$h_y = \frac{H * (\epsilon_1 + \epsilon_2)}{\Delta + (\epsilon_1 + \epsilon_2)}$$

Za užití výše zmíněného vzorce, vycházejícího z podobnosti trojúhelníků, lze ze známých proměnných vypočítat skutečnou vzdálenost objektu od projekční roviny. Obdobným způsobem za využití znalosti  $h_y$  lze dopočítat také  $h_x$ :

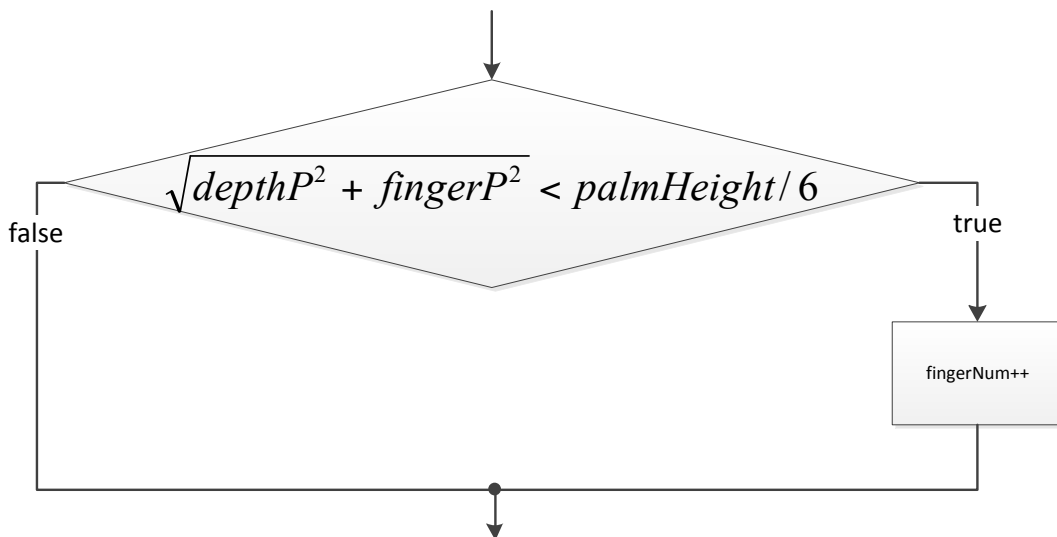
$$h_x = X * \left(1 - \frac{h_y}{H}\right)$$

V tomto bodě tedy již známe souřadnice ruky v prostoru.

### Detekce gesta

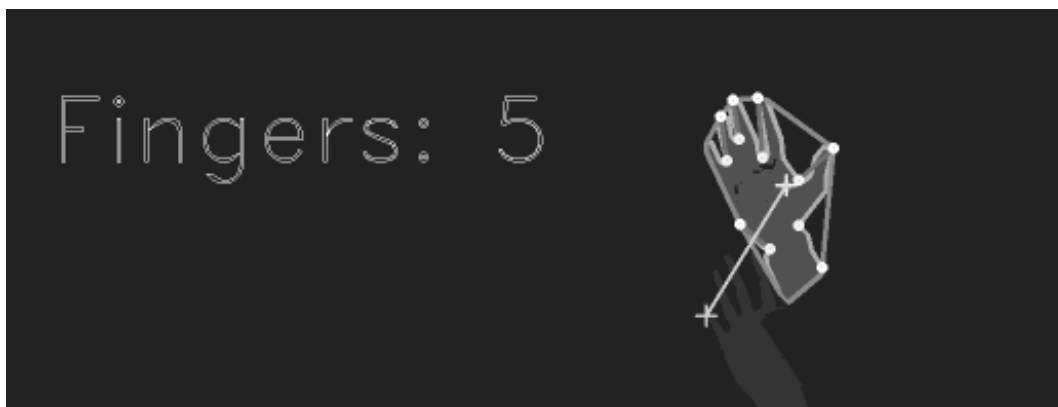
Ke spuštění libovolné akce (kliknutí myši apod.) je potřeba počítači sdělit nějaký spouštěč, například detekování určitého gesta. Jedním z nejběžnějších gest je detekce zvednutých prstů, které teoreticky poskytuje možnost až pět různých akcí pro jednu ruku.

V implementovaném software je detekce prstů řešena pomocí již nalezené kontury ruky, za pomoci jejího konvexního obalu. Prakticky se skutečnost, že je určitý prst vzpřímený zjistí prozkoumáním sekvence bodů kontury mezi dvěma vrcholy jejího konvexního obalu. Z této části sekvence lze určit nejhlubší bod (*depthP*) a na základě vzdálenosti tohoto bodu a vrcholu konvexního obalu (*fingerP*) jde říci, zda je prst vzpřímený nebo ne.



**Obrázek 3.** Diagram podmínky vyhodnocující zda-li je prst vzpřímený.

Nejvíce dostačujících výsledku bylo dosaženo v případě, kdy vzdálenost těchto bodů musela být rovna minimálně 1/6 velikosti dlaně (*palmHeight*). Diagram zobrazený na obrázku 3 popisuje algoritmus pro vyhodnocení, zda je prst vzpřímený, či ne. Popsaný algoritmus je postupně aplikován na všechny nalezené kombinace *depthP* a *fingerP*. Po detekování všech prstů nám je poskytnut výstup jako na obrázku 4.



**Obrázek 4.** Detekovaná ruka se svým stínem se správně detekovaným počtem vzpřímených prstů.

### **Závěr**

Podařilo se prozkoumat souvislosti spojené s řešeným problémem a následné odvození či naměření proměnných potřebných ke správné funkčnosti algoritmu. Také se podařilo naimplementovat software, který demonstruje uživateli, jak funguje tato problematika v praxi. Díky čemuž lze konstatovat, že za dodržení určitých podmínek je možné i běžnou webkameru použít jakožto nástroj schopný ovládat dnešní počítače.

Největším problémem řešení je nestabilita vůči variabilním prostředím, která pro budoucí použití bude muset být řešená užitím spolehlivějších technik lokalizace objektů v obraze s neprimitivním, dynamickým pozadím.

### **Poděkování**

Závěrem bych rád poděkoval vedoucímu mé práce Mgr. Pavlu Vlašánekovi za ochotnou pomoc a nápady při řešení dané problematiky.

### **Literatura**

- [1] VLAŠÁNEK, Pavel. *Usage of the webcam as 3D input device*. Ostrava, 2010. University of Ostrava.
- [2] TAKÁČ, Jakub. *Prostorové snímání ruky s využitím webkamery*. Ostrava, 2012. Bakalářská práce. Ostravská Univerzita.
- [3] BRADSKI, G. a KAEHLER, A. *Learning OpenCV*. Gravenstein Highway North: O'Reilly, 2008.
- [4] VLAŠÁNEK, Pavel. *Nástroje interaktivního 3D vstupu*. Ostrava, 2010. Diplomová práce. Ostravská Univerzita.