

# Měření průtoku kapaliny s využitím digitální kamery

Mareš, J., Vacek, M. Koudela, D.

Vysoká škola chemicko-technologická Praha, Ústav počítačové a řídicí techniky,  
Technická 5, 166 28, Praha 6  
e-mail: jan.mares@vscht.cz

**Abstrakt:** *Průtok kapaliny či plynu je v praxi jedna z nejčastěji měřených veličin. Spolehlivou a stále hojně používanou technikou je využití plováčkového rotametru, svislá směrem vzhůru se rozšiřující trubice s plovákem, jehož výška určuje velikost průtoku. Rotometry jsou stavěny tak, aby obsluha viděla plovák a provedla případný zásah, nemají tedy žádný analogový ani digitální výstup a jejich automatizace je problematická.*

*Jednu z možností představuje připojení digitální kamery a on-line sledování polohy plováku v reálném čase.*

**Klíčová slova:** *kamera DragonFly, MATLAB, zpracování obrazu, měření průtoku*

## 1. ÚVOD

Zpracování obrazové informace ve formě statických obrázků nebo videa je v posledních letech velice žádoucí odvětví vědy, které se s úspěchem aplikuje v praxi ( např. snímání biomedicínských dat, zjišťování koncentrace prachových částic v ovzduší, doprava, chemický a potravinářský průmysl, ...). Video je možné v počítači obecně zpracovávat obecně dvěma způsoby:

- a) off-line - pořízení celé sady snímků a jejich následné zpracování,
- b) on-line - zpracování snímku okamžitě po jeho pořízení.

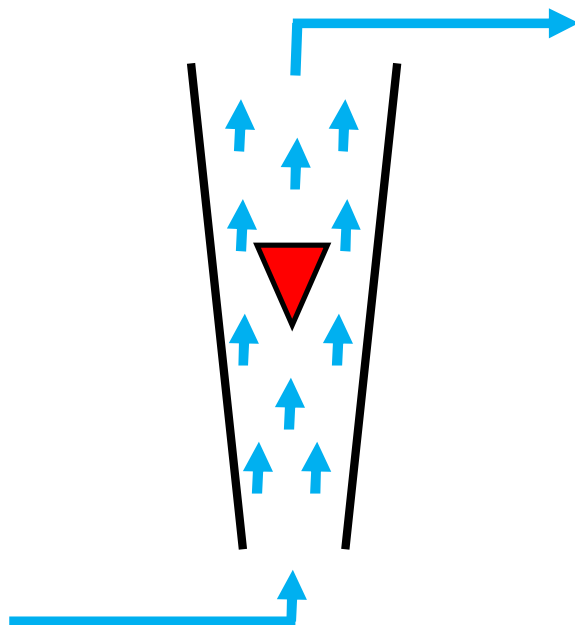
Oba přístupy mají své výhody i nevýhody. Offline přístup umožňuje rychlejší snímkování, online přístup (s okamžitým vyhodnocením) lze s úspěchem využít např. pro potřeby řízení či navigace.

V tomto příspěvku je popsán druhý zmiňovaný způsob, on-line rozpoznání polohy pohybuujícího se předmětu (s aplikací na zjištění polohy plováku průtokoměru).

## 2. POPIS ZAŘÍZENÍ

### 2.1. Průtokoměr

V praxi používaná technika měření průtoku kapaliny spočívá ve využití plováčkového průtokoměru (rotametru), svislá směrem vzhůru se rozšiřující trubice s plovákem, jehož výška určuje velikost průtoku. Snímaná výška plováčku je přímo úměrná průtoku, viz obr. 1.

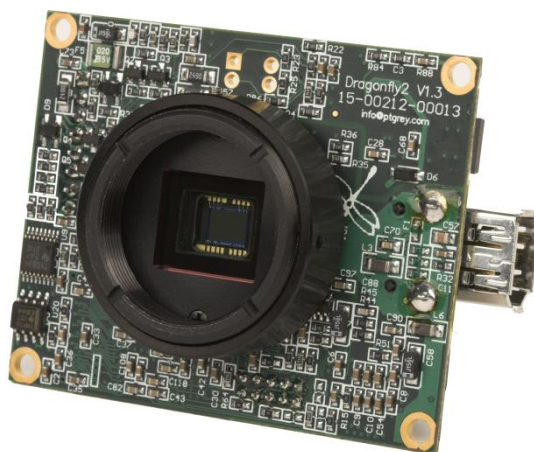


Obrázek 1 – Princip funkce průtokoměru

### 2.2. Digitální kamera

Kamera DragonFly (obrázek 2) je standardní volně dostupná digitální kamera, která umožňuje barevné snímání a ruční ostření. Její základní specifikace jsou:

- rozlišení až 1296x964,
- snímání až 30 snímků za sekundu,
- připojení k PC sběrnicí FireWare.



Obrázek 2 – Kamera DragonFly

### 2.3. Počítač s výpočetním systémem Matlab

Programově je veškerá komunikace PC s kamerou zajišťována z prostředí MATLAB, kde byl využit Image Acquisition Toolbox, který obsahuje základní skripty a programy, pro komunikaci se zařízením typu kamera, [1].

### 3. POPIS METODY

Princip použité metody rozpoznání pohybujícího se předmětu je založen na myšlence vzájemného odčítání obrázků. Na úvod se pořídí obrázek samotného pozadí, který se v každém intervalu vzorkování odečte od aktuálního obrázku. Statické části snímku (pozadí) se vzájemně odečtou a zůstane pouze daný předmět.

Po odečtení snímků a rozpoznání předmětu je nutné najít jeho střed a určit souřadnice. Střed objektu se nalezne tak, že z obrázku vyřízneme jeho podmnožinu ohraničenou krajními body sledovaného objektu, střed objektu je tedy dán středem nově vzniklé matice.

Pro určení reálné výšky plováku je nezbytná kalibrace kamery, která převede konkrétní hodnotu polohy z pixelů na žádanou fyzikálně interpretovatelnou jednotku (výšku plováku nebo průtok).

**Celkový algoritmus je tedy možné zapsat:**

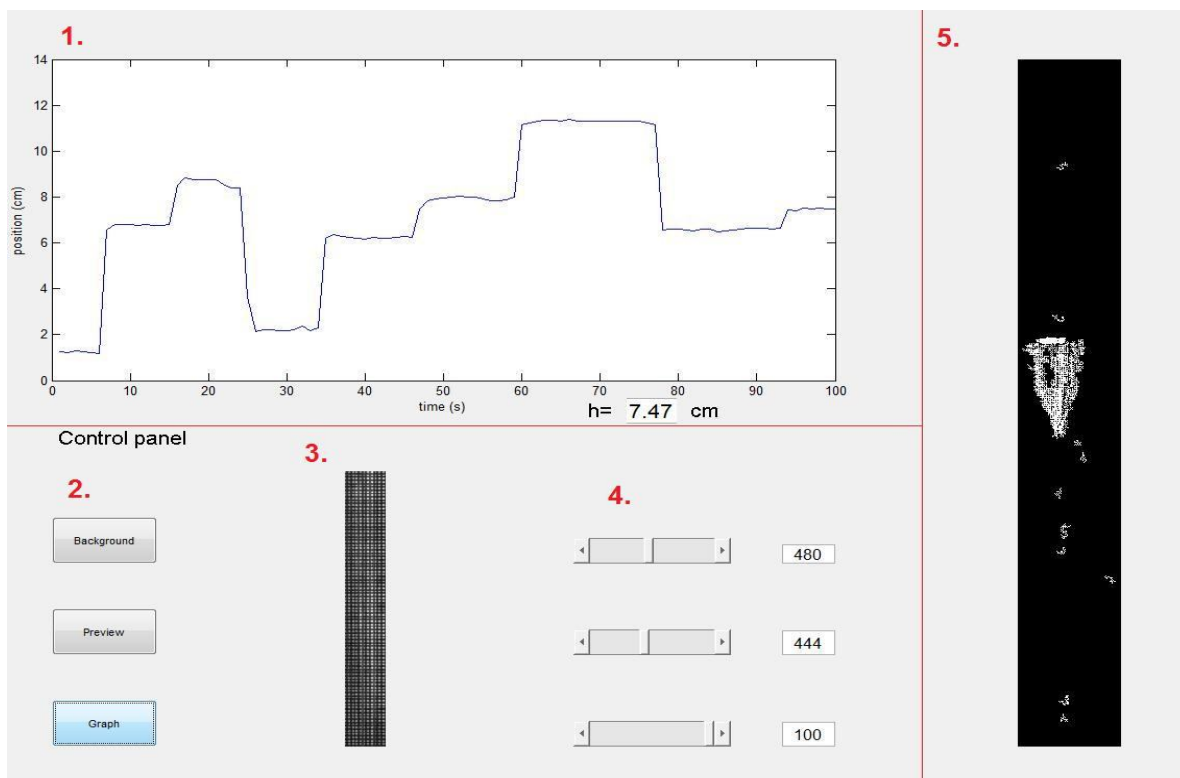
- 1) inicializace a kalibrace zařízení
- 2) pořízení snímku pozadí bez pohybujícího se předmětu
- 3) snímání polohy pohybujícího se předmětu
  - a) pořízení snímku
  - b) odečtení snímku pozadí
  - c) nalezení středu předmětu
  - d) přepočet na výšku v cm

### 4. POPIS PROGRAMU

Aktuálně jsou k dispozici dvě verze programu:

- offline demoverze, která se skládá ze souborů *offline.m*, *offline.fig*, *sequence\_dragon.mat* a *background\_dragon.mat*.

- online verze, která je určena pro online sledování s využitím kamery (skládá se ze souboru *software.m* a *software.fig*).



Obrázek 3 – Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní softwaru pro sledování polohy pohybujícího se objektu lze pustit stisknutím tlačítka Play po otevření m-souboru v Matlabu. GUI lze rozdělit na několik částí:

### 1. Oblast grafu

Graf zobrazuje vypočítanou polohu plováčku v cm v závislosti na čase. Aktuální číselná hodnota, ve které se plováček nachází se zobrazuje vpravo dole pod grafem, zaokrouhlená na dvě desetinná místa.

### 2. Ovládací tlačítka

Funkce některých ovládacích tlačítek se v offline demoverzi a verzi, která je určena pro snímání polohy v reálném čase liší.

Tlačítko **Background** v demoverzi nemá žádnou funkci. Je určené pro sejmutí pozadí před započítáním vlastního měření, přičemž pro účely demoverze je pozadí připravené předem v souboru *background\_dragon.mat*.

Tlačítko **Preview** má v obou verzích stejnou funkci. Po jeho stisknutí se v grafu u bodu 3. zobrazí aktuálně nastavený výřez z pozadí, jehož rozměry se nastavují pomocí jezdců z bodu 4.

Tlačítko **Graph** spustí výpočet polohy plováku, její zaznamenávání do grafu a zobrazování aktuální polohy v pravé straně GUI.

Rozdíl mezi verzemi offline a online spočívá ve skutečnosti, že pro verzi offline se zpracovávají data z předem připraveného souboru *sequence\_dragon.mat* (slouží pro

vyzkoušení a ladění programu), zatímco při online sledování se pokaždé sejme aktuální obrázek přímo ze sledovacího zařízení.

### 3. Náhled

V náhledu se po stisknutí tlačítka Preview zobrazí výřez z obrazu dle aktuálního nastavení jezdců z bodu 4. Vhodným oříznutím obrazu lze docílit zvýšení přesnosti a rychlosti vyhodnocování.

### 4. Ovládací jezdec

První jezdec nastavuje kolik pixelů bude z obrazu odříznuto vlevo. Druhý slouží k nastavení počtu pixelů odříznutých z pravého okraje obrazu. Třetí jezdec nastavuje dobu, po kterou bude probíhat sledování pohybujícího se objektu, nebo v případě offline verze kolik obrazů (v připravené sekvenci je 100 obrazů) bude načteno a vyhodnoceno. Hodnoty jezdců závisí na rozměrech snímaného obrazu a na tom, jak dlouho potřebujeme snímat. Hodnoty se dají jednoduše upravit v GUI, kam se lze dostat po zadání příkazu *guide('nazevsouboru.fig')* do příkazové řádky MATABu.

### 5. Sledování plováčku

V grafu je zde vykreslován aktuální rozdíl mezi pozadím a právě vyhodnocovaným snímkem, na kterém je dobře vidět aktuální poloha plováčku.

## 7. ZÁVĚR

Problematika zpracování obrazů i zjišťování polohy, řízení a navigace pohybujících se předmětů je v současné době velice aktuální a diskutovaná a její praktické využití je nesporné.

Tento příspěvek si klade za cíl seznámit s on-line rozpoznáním polohy plováku, a zjištění průtoku tekutiny. Ke snímání polohy se využila jedna digitální videokamera DragonFly, [2].

Základní výhodou tohoto přístupu je použití videokamery jako senzoru polohy, neboť kamera snímá polohu bez nutnosti jakéhokoliv spojení s předmětem a funguje i na relativně velké vzdálenosti. Popsaný postup je zcela univerzální a použitelný pro rozpoznání předmětů na rozličných statických pozadích.

Tato práce byla vypracována za podpory programu MSM 6046137306.

## POUŽITÁ LITERATURA

[1] <http://blinkdagger.com/matlab/matlab-gui-graphical-user-interface-tutorial-for-beginners/> (přístup 28. dubna 2011).

[2] PAVELKA, A., KUBÍČEK, M., PROCHÁZKA, A. Motion Observation and Modelling in the Virtual Reality Environment. In *Sborník MATLAB 2005*. VŠCHT Praha, 2005.