

RECOGNITION OF MATERIAL BY ROBOTIC HAND

Radim Luža

Master Degree Programme (1), FIT VUT

E-mail: xluzar00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: František Vítězslav Zbořil

E-mail: zboril@fit.vutbr.cz

ABSTRACT

The article deals with a project of recognition of material by robotic hand. It shortly describes hardware and hardware related problems and a software part of proposed recognizer, particularly inputs filtering, material recognition and some experiments.

1. ÚVOD

V článku je stručně popsán projekt rozpoznávání materiálu robotickou rukou, realizovaný jako dílčí cíl v rámci projektu využití robotického ramene pro studium umělé inteligence. Rozpoznávání materiálu je v tomto projektu chápáno jako určení materiálu objektu, který je právě uchopen robotickou rukou. Takový princip rozpoznávání lze přirovnat k lidskému hmatu, byť v podání umělé robotické ruky značně omezenému. Motivací pro řešení tohoto problému je ochrana jak uchopovaných objektů, tak i samotné ruky.

2. ROZBOR

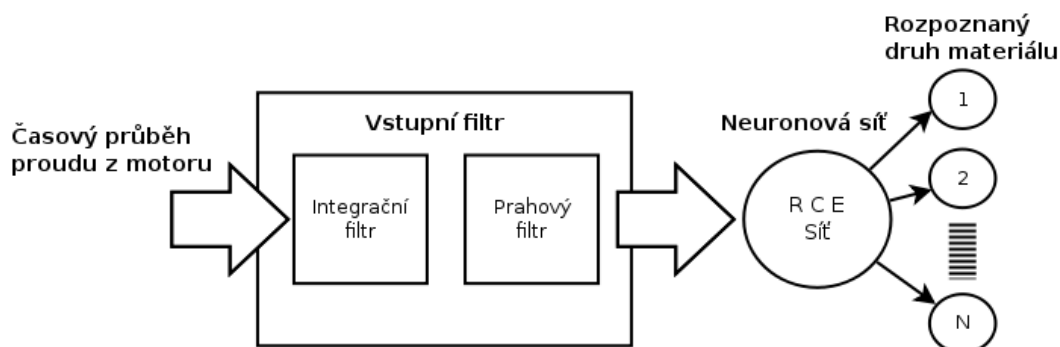
Rozpoznávání je realizováno pomocí dvouprstého robotického chapadla SCHUNK PG70, které je podrobně popsáno v [1] a [2], připojeného pomocí rozhraní RS-232 k řídicímu počítači. Vzhledem k tomu, že chapadlo nemá přímé měření síly, bylo nutné jako vstup pro rozpoznávač použít vzorky naměřených hodnot proudového odběru jeho motoru. Aktuálně odebíraný proud je proto periodicky vzorkován. Samotný rozpoznávač pak lze rozdělit na dvě části – vstupní filtr a neuronovou síť (Obrázek.1).

2.1. VSTUPNÍ FILTR

Chapadlo reguluje rychlost pohybu nejen pomocí proudu do motoru, ale také pomocí brzdy, a proto průběh proudu obsahuje špičky a šum. Navržený vstupní filtr, který se ukázal být nutností, je složen ze dvou sériově spojených filtrů – integračního a prahového. Integrační filtr vyhladí zašuměný průběh odebíraného proudu potlačením vysokých frekvencí. Váha integrační složky filtru je však shora omezená nutností detekovat rychlé změny proudu u tvrdých materiálů. Z toho důvodu byl zapojen za integrační filtr filtr prahový. Ten nahradí integrovaný klidový proud dokonalou nulou a tím silně omezí chyby rozpoznání vlivem šumu v klidovém proudu. Vhodnost filtru byla ověřena sérií experimentů.

2.2. NEURONOVÁ SÍŤ

K vlastnímu rozpoznávání byla použita neuronová síť RCE [3]. Algoritmus RCE vymezí pro každou třídu hyperkulový prostor, který představuje prostor pro zobecňování. Hyperkoule různých tříd se mohou i překrývat, a pokud se pak vstupní vzorek „trefí“ do prostoru sdíleného hyperkoulemi různých tříd, lze to interpretovat jako nejistotu – materiál s nějakou pravděpodobností náleží každé z protínajících se tříd, což je přirozenější, než ostrá hranice. Vstupem neuronové sítě je výstup vyfiltrovaného vstupního signálu – posledních k hodnot před tím, než ruku zastaví interní omezení proudu (Nejlepší výsledky byly získány s $k = 110$).



Obrázek 1: Blokové schéma rozpoznávače

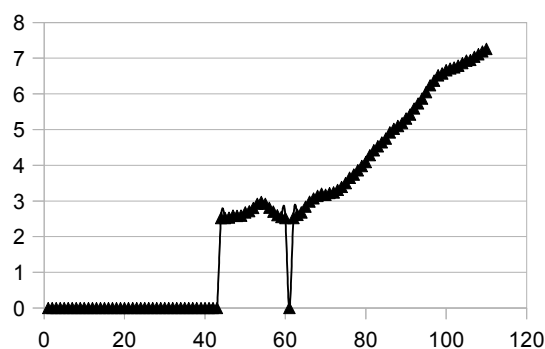
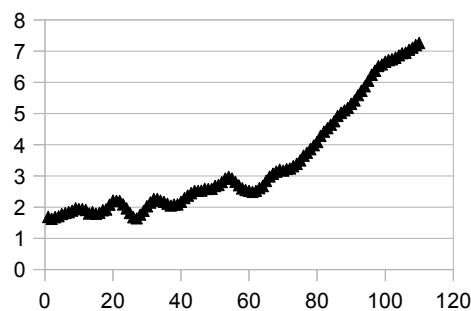
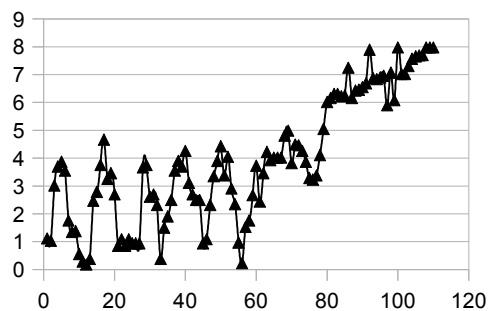
3. REÁLNÉ EXPERIMENTY

Rozpoznávač byl laděn a testován na sadě vzorků pěti materiálů: Dřeva, tvrzené gumy, lepenky (kartonu), polystyrenu a pěnové gumy (postupně od nejtvrďšího k nejměkčímu). Záměrně byly vybrány materiály, které lze rozlišit jen na základě silového působení. Robotická ruka nevnímá vlastnosti povrchu a proto jejím prostřednictvím nelze rozpoznat některé lidským hmatem snadno rozpoznatelné materiály, jako jsou například tvrdé dřevo a sklo. Výsledky experimentů jsou uvedeny v následující tabulce.

Vstupní filtr	Chybně rozpoznáno / nerozpoznáno [%]
Žádný	0,0/93,3
Integrace	0,0/13,3
Integrace a prahování	0,0/6,7

Tabulka 1: Vliv filtrace na úspěšnost rozpoznávání

V grafech 1 až 3 je znázorněn vliv filtrace na vzorek vstupního průběhu. V původním nefiltrovaném průběhu se v klidové fázi – v čase od 0 do přibližně 60 – projevuje regulace rychlosti pohybu prstů na konstantní rychlost za pomoci motoru a brzdy. Toto je jedna z hlavních příčin špatné rozlišitelnosti průběhů proudového odběru pro jednotlivé materiály.



Graf 3: Integračním i prahový filtr

V grafech 1,2 a 3 jsou ukázány průběhy proudového signálu před a po filtraci - grafy popisují závislost okamžité velikosti proudu odebíraného motorem chapadla [A] na normovaném čase [bezrozměrný].

4. ZÁVĚR

Reálné experimenty ukázaly, že rozpoznávač dosahuje úspěšnosti použitelné pro další nadřazené systémy. Především se jedná o systém regulace síly stisku robotické ruky. Přesto se však u rozpoznávače objevují nežádoucí vlastnosti, jako občasná neschopnost klasifikovat materiál – vhodnější by byla neurčitá klasifikace více materiálů současně. Další vývoj rozpoznávače se nyní zaměřuje na neuronovou síť, kdy připadá v úvahu vícevrstvá síť a také jiná forma vstupu signálu do neuronové sítě. V konečném výsledku by měl rozpoznávač sloužit jako „poradní hlas“ při regulaci síly stisku chapadla.

PODĚKOVÁNÍ:

Tato práce vznikla částečně za podpory grantu VUT FIT, FIT-S-10-1 a specifického výzkumu MSM0021630528.

LITERATURA

- [1] Schunk GmbH & Co KG, Lauffen/Neckar: PG70 Assembly and Operating Manual, EN, 2006
- [2] Schunk GmbH & Co KG (Tschakarow R., Gaiser F.), Lauffen/Neckar: Plustronic Manual complete, EN, 2003, s. 30-45
- [3] Zbořil, F.: Studijní materiály předmětu SFC – 08sfc_04.ppt, Fakulta Informačních Technologií VUT Brno, s. 8-14