

AUTOMATIC ANALYSES AND RECOGNITION OF MOVING OBJECTS IN THE PICTURE BY METHOD OF PHASE CORRELATION

J. Berjak¹, Č. Ondrůšek², M. Druckmüller³

Summary: *This paper deals with introduction to problems of automatic analyses and recognition of moving objects in the picture by phase correlation. The Method of Phase correlation compare spectrum of both images obtained from CCD camera and evaluate all features of the objects. This method is advanced to be applicated in biomedical application.*

1. Úvod

Se stále vzrůstající potřebou automatizovat analyzování objektů v obraze získaných pomocí mikroskopů, počítačové tomografie nebo CCD kamer v medicínské praxi, proto byla vytvořena tato práce. Tento příspěvek slouží jako úvod do problematiky rozpoznávání a analyzování pohybujících se objektů v obraze. Pro tuto aplikaci byla vybrána metoda Křížové korelace, která se nejčastěji používá v oblasti zvuku pro přesné sesazování zvukových stop nebo při přesném spojování snímků pro vytváření panoramat. Tuto metodu budeme testovat na biomedicínské aplikaci. Vzhledem k velkému množství dat je místo spojitého videa použito stacionárních snímků jdoucích po sobě v určitých časových intervalech. K nalezení charakteristických parametrů pohybujících se objektů existuje velké množství metod. Obecně je lze rozdělit do 3 skupin:

1. pouhá detekce – metody indikující jakýkoli detekovaný pohyb. (např. ostraha skladiště).
2. nalezení umístění pohybujících se objektů – tento problém je komplikovanější. Skládá se ze statického umístění kamery a scény s pohybujícími se objekty, nebo ze statické scény a pohybující se kamery. Úkolem je detekce pohybujících se objektů, případně tyto objekty popsat a rozpoznat. Ještě komplikovanějším problémem je detekce pohybujících se objektů a

¹ Ing. Jiří Berjak, UMTMB FSI VUT v Brně, Technická 2, 616 69 Brno; 777 190 551,
e-mail: jiri@berjak.cz

² Doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc., ÚVEE FEKT VUT v Brně, Technická 8, 616 69;
541 142 364, e-mail: ondrusek@feec.vutbr.cz

³ prof RNDr. Miloslav Druckmüller, Csc., UM FSI VUT v Brně, Technická 2, 616 69 Brno;
541 142 727, e-mail: druckmuller@um.fme.vutbr.cz

monitorování jejich trajektorií, případně predikovat jeho další dráhu. Do této oblasti spadá i aplikace této metody. Nejinteligentnější metody této skupiny dovolují pracovat i v případech kdy se pohybuje jak scéna tak i pozorovatel.

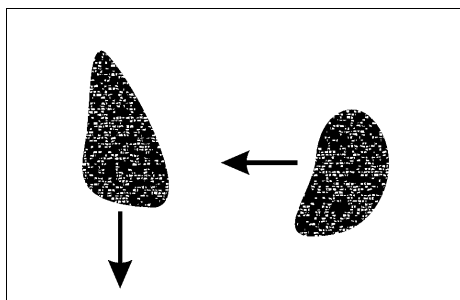
- určení pohybu trojrozměrných objektů - analýza pohybujících se objektů s využitím dvourozměrných projekcí získaných v různých časových okamžicích

2. Formulace problému a postup řešení

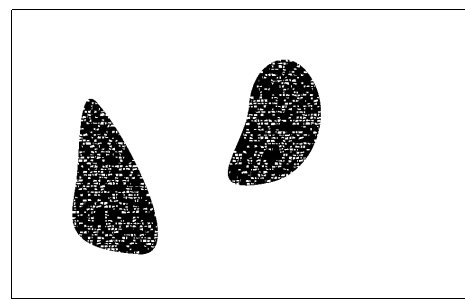
Pro úplné analyzování a rozpoznání pohybujícího se objektu v obraze je třeba určit jeho velikost, tvar, polohu, pootočení a translaci v jednotlivých osách. Metoda Křížové korelace pracuje se spektry obrazů, proto je nutné obrazy transformovat pomocí diskrétní FFT transformace (1).

$$F(u, v) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) e^{-2\pi i \left(\frac{um}{M} + \frac{vn}{N} \right)} \quad (1)$$

Tato spektra se dále zpracovávají. Nejprve se určí natočení a změna měřítka objektů a poté translační pohyb. Sama metoda není schopna určit počáteční natočení a pozice jednotlivých objektů, proto je nutné použít některou jinou metodu (např. metodu Momentových invariantů, metodu Fourierových deskriptorů) pro určení neznámých počátečních parametrů, jako je velikost, tvar, počáteční poloha a úhel který svírá hlavní osa objektu s některou obrazovou osou.



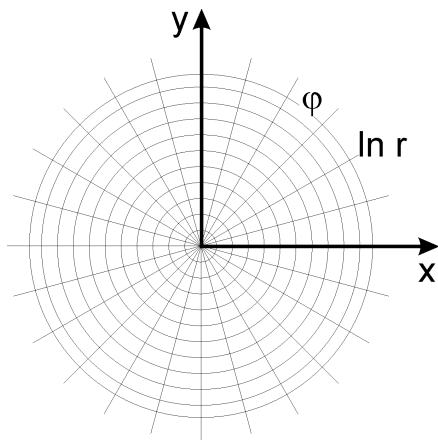
Obr.1: a) První snímek



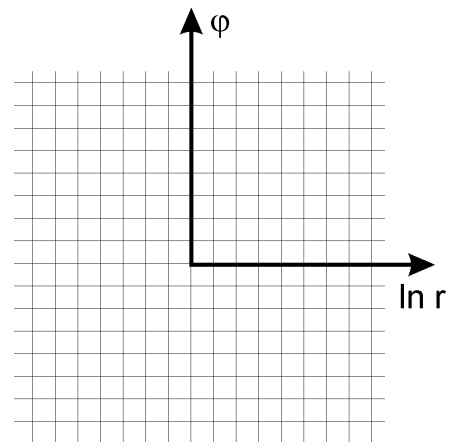
b) Druhý snímek

Po získání obou spekter obrazů je třeba transformovat spektra z pravoúhlých souřadnic na rotační souřadnice. Tím získáme spektra o osách $\ln r - \varphi$ jak je ukázáno na obrázku č.2. Převodeme tím rotační a velikostní úlohu na posuv. Tímto převodem se vyhneme výpočtu Fourierovy transformace v rotačních souřadnicích a usnadníme si práci tím, že použijeme stejný vzorec pro Křížovou korelaci (2) jak pro rotaci tak pro posuv.

$$Q(u, v) = \frac{F(u, v) \cdot G(u, v)^*}{|F(u, v) \cdot G(u, v)^*|} \quad (2)$$

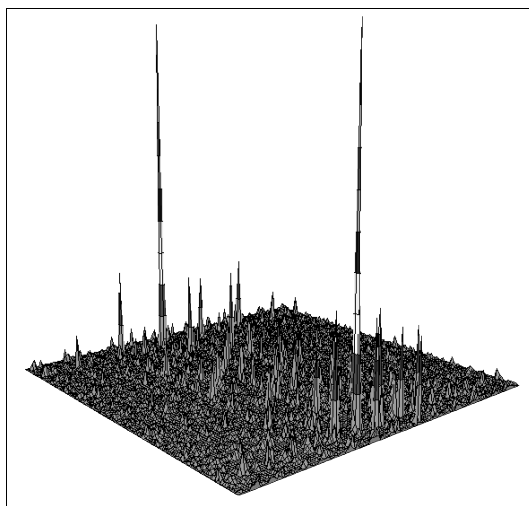


Obr.2: a) První snímek
v pravoúhlých souřadnicích



b) Druhý snímek
po převodu na rotační souřadnice

Po dosažení do vztahu Křížové korelace (2) a zpětné Fourierova transformaci získáme obrázek č.3, kde maxima v obraze reprezentují pootočení a změnu měřítka jednotlivých objektů v obraze. Tento obraz obsahuje 2 objekty a umístění maxim v jedné ose charakterizuje pootočení a v druhé ose změnu měřítka. Po nalezení pootočení a změny měřítka všech objektů otočíme postupně obrazem tak, aby příslušné pootočení u jednotlivých objektů bylo nulové. Pokud-li mají objekty malou plochu, je nutné obrazy filtrovat, protože při pootočení vzniká na hranici objektů roztřepení a to tvoří ve spektru další vrcholy, které zkreslují výsledek. Obdobně se transformuje i změna velikost u jednotlivých objektů tak, aby velikost objektů v obou obrazech byla shodná. Po pootočení a změně měřítka určíme translaci objektů. Obdobně jako u rotace získáme spektra obou obrazů a po dosažení do vztahu Křížové korelace a zpětné Fourierově transformaci získáme obraz, kde pozice maxim charakterizuje pozice objektů. Získali jsme dva obrazy, kdy první reprezentuje rotaci a změnu měřítka a druhý reprezentuje posuv v obou směrech.



Obr.3: Maxima reprezentující pozice objektů

Některé aplikace této metody:

- sledování a předpověď pohybu zvířat při experimentu
- sledování pohybu buněk při experimentu
- sledování pohybu kontrastních těles v lidské nebo zvířecí tkáni
- sledování scény při pohybu robota
- robotická montáž a přesné usazování součástí
- sledování průchodnosti křižovatek v silničním provozu
- vyhledávání a sledování vojenských cílů
- přesné zaměření a sledování vesmírných těles
- analyzování oblačnosti a jiných meteorologických jevů
- atd.

3. Závěr

Nevýhodou dosud používaných metod pro hledání jednotlivých parametrů pohybujících se objektů je v tom, že jsou závislé na hodnotách jednotlivých obrazových bodů, kdežto Křížová korelace je závislá na frekvenčním a fázovém spektru obrazu. Tím je metoda imunní vůči nesourodému osvětlení scény a částečně nezávislá na změně osvětlení během analýzy. Metoda je částečně nezávislá i na šumu v obraze, kdy maxima reprezentující objekty jsou zcela patrné od maxim představující šum jak je vidět na obrázku č. 3. Jestliže obraz obsahuje více jak 15 objektů, dochází k tomu, že některá maxima objektů splývají s maximy šumu. Proto je tato metoda vhodná pro analyzování menšího množství objektů. Metoda dále není vhodná pro analyzování objektů, které mění příliš rychle svůj tvar, protože maximum charakterizující příslušný objekt ze spektra zmizí a tudíž ho metoda neodhalí. Další problém vzniká s okrajovým efektem obrazu. Fourierova funkce je periodická a proto díky velkým přechodům na okraji obrazu vznikají ve spektru další falešná maxima, která představují tuto hranici. Proto je lepší používat obraz, který má na svém okraji plynulý přechod ve tvaru Gaussovy funkce. Tím docílíme toho, že tato falešná maxima způsobená okrajovým efektem zmizí.

Literatura:

Hlaváč, V & Šonka, M (1992) Počítačové vidění. Grada, Praha.

Klíma, M & Bernas, M (1996) Zpracování obrazové informace. ČVUT, Fakulta elektrotechnická

Matula, P. (2002) Image Registration and its Application in Fluorescence Microscopy. PhD thesis, Masaryk University of Brno, Faculty of Informatics.