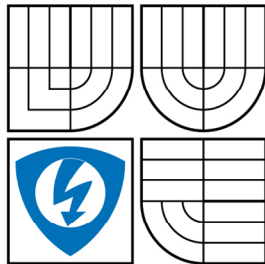


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

2D LOKALIZACE POMOCÍ CCD KAMERY

2D LOCALIZATION BY CCD CAMERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jiří Kubr

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Ilona Kalová, Ph.D.

BRNO 2008

Anotace závěrečné práce:

Tato práce se zabývá porovnáním vlastností metod pro nalezení vzájemného posunu obrazu. Byly testovány dva algoritmy, metoda korelace obrazu a metoda vzájemné korespondence významných bodu. Aby bylo možné rozhodnout o jejich vlastnostech, byly zkoušeny na různých sériích snímku. Dále bylo zjištěno, jak se mění vlastnosti algoritmu (čas výpočtu a úspěšnost nalezení vzájemného posunutí) v závislosti na nastavených parametrech (počet významných bodu). Bylo zjištěno, která metoda detekce hran lépe vyhovuje daným algoritmům.

Klíčová slova: detekce hran v obraze, vzájemná korespondence významných bodu, korelace obrazu

Anotace závěrečné práce ENG:

This thesis is focused on comparison of properties of different methods for finding reciprocal displacement of images. Two algorithms were tested: The image correlation method and The feature point correspondence matching method. Series of images were tested to get properties of tested methods. The results give us information about changes in method properties (computation time and succes in finding of reciprocal displacement) depending on set parameters (the number of feature points). It was determined which method for edge detection better fits one of the tested method.

Klícová slova ENG: edge detection,feature point correspondence matching, image correlation

Bibliografická citace

Kubr, Jiří. *2D lokalizace pomocí CCD kamery* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. s., příloh.
Ing. Ilona Kalová, Ph.D..

P r o h l á š e n í

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „2D lokalizace pomocí CCD kamery“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

P o d ě k o v á n í

Děkuji tímto Ing. Ilona Kalové, Ph.D za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

V Brně dne :

Podpis:

OBSAH

1. ÚVOD	7
1.1 Teoretický úvod	9
1.1.1 Maximální možná rychlost pohybu.	9
1.1.2 Maximální možná velikost zrychlení.....	9
1.1.3 Všechny body se pohybují stejným směrem.	9
1.1.4 Vypočet velikosti pixelu	9
1.1.5 Hledání hran v obraze	10
2. VYPRACOVÁNÍ.....	13
2.1 Metoda vzájemné korelace obrazů.....	13
2.2 Vzájemná korespondence významných bodů	15
2.2.1 Hledání významných bodů	16
2.2.2 Nalezení jednoho páru významných bodů.....	16
3. ZÁVĚR.....	18
4. LITERATURA	20

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.-B druhý soubor pokusných snímků jednoduchá scéna

Obr. 1.-A první soubor snímků složitá scéna

Obr.2. Pokusný soubor po převedení na černobílý obraz a) složitá scéna a b) jednoduchá scéna

Obr. 3. Zobrazuje vztahy mezi proměnnými

Obr. 4. Ukázka moravcova operátoru

Obr. 5. Ukázka laplaceova operátoru

Obr. 6. Ukázka operátoru Prewittové

Obr. 7. Ukázka robinsonova operátoru

Obr. 8. Ukázka sobelova operátoru

Obr. 9. Ukázka krischova operátoru

Obr.10. Princip vzájemné korelace obrazů (posouvání výřezu z prvního snímku nad druhým).

Obr. 11. Zobrazení všech možných kombinací vektoru do nahranovaného obrázku, vlevo složitá scéna a vpravo jednoduchá scéna.

Obr.12. Zobrazení vektorů (pouze těch které ukazují směr posunutí) do nahranovaného obrázku, vlevo složitá scéna a vpravo jednoduchá scéna.

1. ÚVOD

Základem této práce bylo nalezení takového algoritmu, který by byl schopen ze dvou po sobě jdoucích snímků určit jejich vzájemné posunutí v osách X a Y. Jde o případ, kdy se snímací prvek pohybuje a snímaná scéna je statická. Například pokud je letícím vrtulníku umístěna kamera, která snímá krajinu nad kterou vrtulník letí. Pak ze známých proměnných, z výšky letu nad snímanou krajinou a parametry snímací kamery (rychlost snímání, rozlišení zorní úhel velikost snímacího čipu, ohnisková vzdálenost), je možné určit například okamžitou rychlost, vzdálenost jakou vrtulník uletěl, nebo po jaké trajektorii se pohyboval.

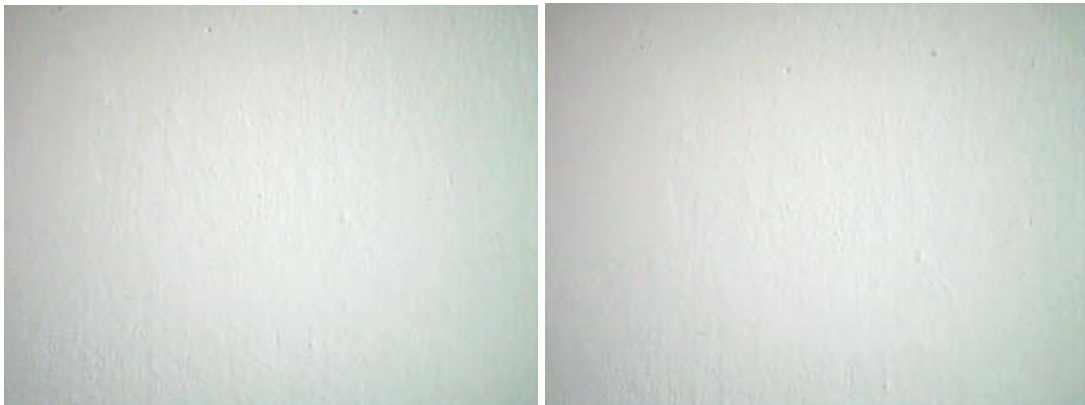
Vzájemný vztah dvou obrazů můžeme vyjádřit pomocí tzv. vektoru posunutí, ten vyjadřuje o kolik pixelů, jsou dva snímky vůči sobě vzájemně posunuty. Pro jeho nalezení existuje více metod, například vzájemná korelace obrazu, vzájemná korespondence významných bodů nebo metoda optického toku. Tato práce se zbývá prvníma dvěma metodami.

Algoritmy byly vyvíjeny a testovány v programu Matlab. Hlavním důvodem pro to byla skutečnost, že je založený na práci s maticemi. Snímky, s nimiž se pracovalo, jsou reprezentovány obrazovými maticemi.

Při vývoji počátečních algoritmů se jejich funkčnost testovala na dvou vytvořených testovacích souborech obrázků s různou složitostí scény (Obr.1.).



Obr. 1.-A první soubor snímků složitá scéna



Obr. 1.-B druhý soubor pokusných snímků jednoduchá scéna

Barevný obraz je reprezentován třírozměrnou maticí, která popisuje hodnotu tří základních barev (červené, modré a zelené) pro každý pixel obrazu. Pro zrychlení výpočtů byl barevný obraz převeden na černobílý, který je reprezentován pouze dvourozměrnou maticí obsahující hodnoty jasu jednotlivých pixelů (Obr.2.). To je pouze jedna třetina dat oproti barevnému obrazu.

Použitý formát obrazu je JPEG. Jasová složka Y se proto vypočítá ze vztahu:

$$Y = 0,299 * R + 0,587 * G + 0,114 * B$$

- kde
- R (red) je červená složka obrazu
 - G (green) je zelená složka obrazu
 - B (blue) je modrá složka obrazu



Obr.2. Pokusný soubor po převedení na černobílý obraz a) složitá scéna a b) jednoduchá scéna

1.1 TEORETICKÝ ÚVOD

Pro popis černobílého statického obrazu se používá obrazová funkce $f(x,y)$, ta popisuje hodnotu jasu pro každý bod (pixel) obrazu. Pro dynamický obraz je obrazová funkce rozšířena o další proměnou a to čas t .

Při hledání vzájemného posunu dvou obrazů, které jsou popsány funkcemi $f_1(x,y)$, $f_2(x,y)$, je možné použít několik metod k nalezení vektoru posunutí. V této práci byly použity:

- 1) Vzájemná korelace obrazu
- 2) Vzájemná korespondence významných bodů

Pro významné urychlení nalezení vektoru posunutí je možné použít omezení vyplívající z fyzikálních vlastností:

1.1.1 Maximální možná rychlost pohybu.

Kamera je umístěna na reálném zařízení a to se nemůže pohybovat neomezenou rychlostí, ale má maximální možnou rychlost pohybu. Ze znalosti této maximální rychlosti pohybu kamery, její výšky nad zemí a rychlosti snímkování je možné určit, o kolik pixelů jsou dva následné obrazy maximálně posunuty.

1.1.2 Maximální možná velikost zrychlení.

Pokud je znám předchozí vektor posunutí, pak díky zákonu setrvačnosti není možné, že by se tento vektor mohl změnit více než o maximální hodnotu.

1.1.3 Všechny body se pohybují stejným směrem.

Protože zjišťují velikost posunutí v osách ve statickém obraze a neuvažují rotaci, je možné říci, že tento předpoklad platí vždy. Pokud tedy najdu alespoň jeden vektor posunutí, pak tento vektor platí pro celý obraz.

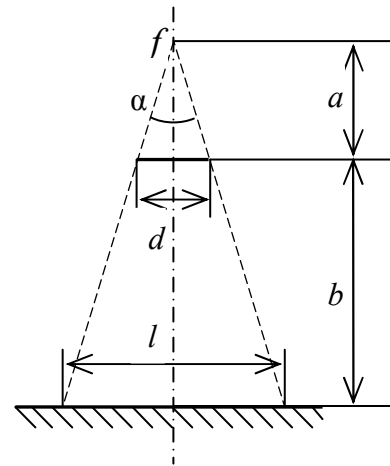
1.1.4 výpočet Velikosti pixelu

Pro výpočet velikosti vzdálenosti l odpovídající jednomu pixelu platí. Vzdálenost l je přímo úměrná vzdáleností scény od ohniska f a velikostí zorného úhlu α . Aby nebylo nutné počítat s úhly, nahradí se tento parametr dvěma jinými parametry, které uchovávají stejnou informaci. Jsou to vzdálenost snímacího čipu

s CCD strukturou na povrchu (dále jen „čipu“) od ohniska a a rozměry tohoto čipu d v dané ose.

Pro výpočet vzdálenosti l za pomoci trojčlenky platí:

$$l = \frac{a+b}{a} * d$$



Obr. 3. Zobrazuje vztahy mezi proměnnými

1.1.5 Hledání hran v obraze

Byly vyzkoušeny různé způsoby nalezení hran v obraze. Metody se liší zejména v tom, zda používají všesměrovou nebo směrovou konvoluční matici. Všesměrová matice určuje hrany bez ohledu na to, z jakého směru přichází (Laplaceův a Moravcův operátor). Zatím co směrová matice, detekuje hrany pouze v určitém směru (horizontální, vertikální nebo v úhlopříčce). U těchto metod bylo pro získání celkové představy o výskytu hran potřeba provést detekci v několika směrech, nejčastěji horizontálně a vertikálně. Výsledný obraz byl součet těchto dílčích obrazů (Krischův, Prewittové, Robinsonův a Sobelův operátor).

Vlastností těchto operací s obrazem je, že čím jsou citlivější, tím mají pro stejně velkou změnu ve snímku větší výstupní hodnotu. Takže najdou i méně výrazné hrany. Tím se také více zvýrazní šum, který se ve snímku mohl vyskytnout. To by se mohlo stát zejména u Krischova operátoru, který má ze všech použitých největší citlivost.

Výsledné obrazy operátoru Prewittové, Robinsonova a Sobelova si jsou velmi podobné a jsou méně citlivé jak Krischův operátoru.

1.1.5.1 Moravcuv operátor

$$f(i, j) = \frac{1}{8} \sum_{n=i-1}^{i+1} \sum_{m=j-1}^{j+1} |g(n, m) - g(i, j)|$$

Je nejméně citliví na hrany ze všech testovaných operátorů. Ale zvýrazňuje samostatné body.

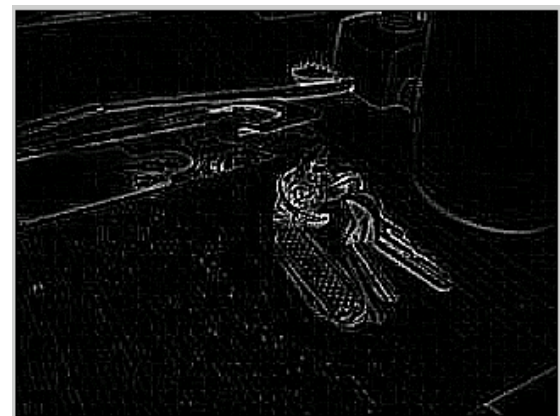


Obr. 4. Ukázka moravcova operátoru

1.1.5.2 Laplaceov operátor

$$h = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Hledá ze všech operátorů nejtenčí hrany. Zároveň je ze všech operátorů nejrychlejší.



Obr. 5. Ukázka laplaceova operátoru

1.1.5.3 Operátor Prewittové

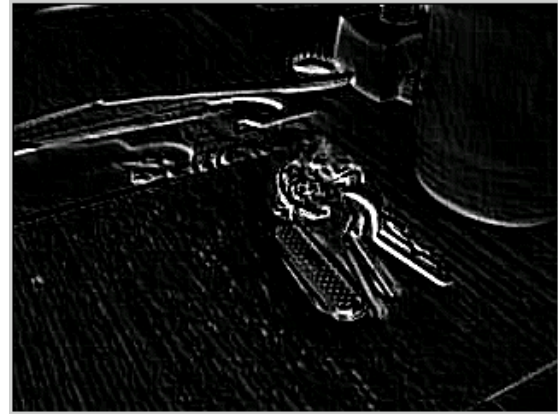
$$h_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad h_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Obr. 6. Ukázka operátoru Prewittové

1.1.5.4 Robinsonův operátor

$$h_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad h_x = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Obr. 7. Ukázka robinsonova operátoru

1.1.5.5 Sobelův operátor

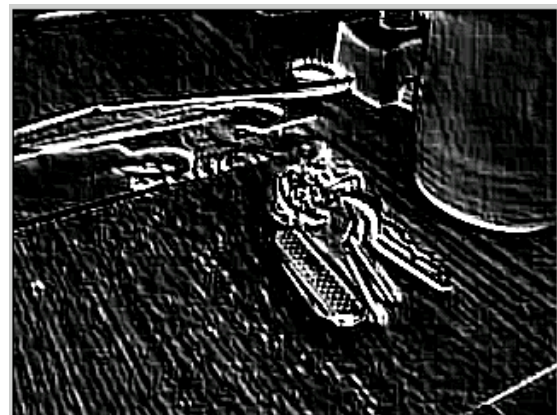
$$h_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad h_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Obr. 8. Ukázka sobelova operátoru

1.1.5.6 Krischův operátor

$$h_y = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 3 \\ -5 & -5 & -5 \end{bmatrix} \quad h_x = \begin{bmatrix} -5 & 3 & 3 \\ -5 & 0 & 3 \\ -5 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

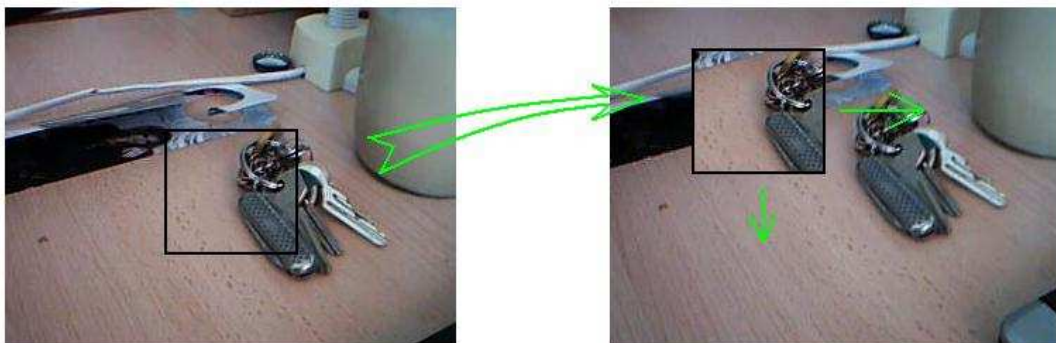


Obr. 9. Ukázka krischova operátoru

2. VYPRACOVÁNÍ

2.1 METODA VZÁJEMNÉ KORELACE OBRAZŮ

Tato metoda je založena na postupném porovnávání dvou snímků a hledání mezi nimi podobnosti, či dokonce schodu. Jeden snímek zůstává statický a druhý se nad ním postupně posouvá. Po každém posunutí se vyhodnotí aktuální podobnost snímku. Je také možné použít pouze výřez z druhého snímku, tedy toho, který se pohybuje. Tímto se získají dvě matice o stejné velikosti. Jedna matice obsahuje prvky z prvního obrazu, nad kterými je právě umístěn výřez a druhá matice obsahuje prvky výřezu.



Obr.10. Princip vzájemné korelace obrazů (posouvání výřezu z prvního snímku nad druhým).

V každé vzájemné poloze snímků se vypočte velikost aktuální chyby. Tato chyba se vypočte jako součet absolutních hodnot rozdílu vzájemně si odpovídajících prvků obou obrazových matic. A uloží se do matice chyb na danou, aktuální pozici, která odpovídá vzájemným polohám obou snímků.

$$p(i, j) = \sum_{m=1}^{vx} \sum_{n=1}^{vy} |f_1(m, n) - f_2(m, n)|,$$

kde $p(i, j)$ je aktuální prvek pomocné matice
 $f_1(m, n)$ a $f_2(m, n)$ jsou hodnoty obrazových matic
 vx a vy udávají velikost výřezu obrazu v daných osách

Místo součtu absolutní hodnoty je možné použít součet druhých mocnin chyb. Pak se větším chybám hodnotám chyb přiřkládá větší váha. Pokud bude většina chyb malá a jen pár chyb bude mít velkou hodnotu, pak celková chyba bude větší než v případě kdy by byly všechny chyby podobné. A to i v případě, že součet absolutních chyb je v obou případech stejný.

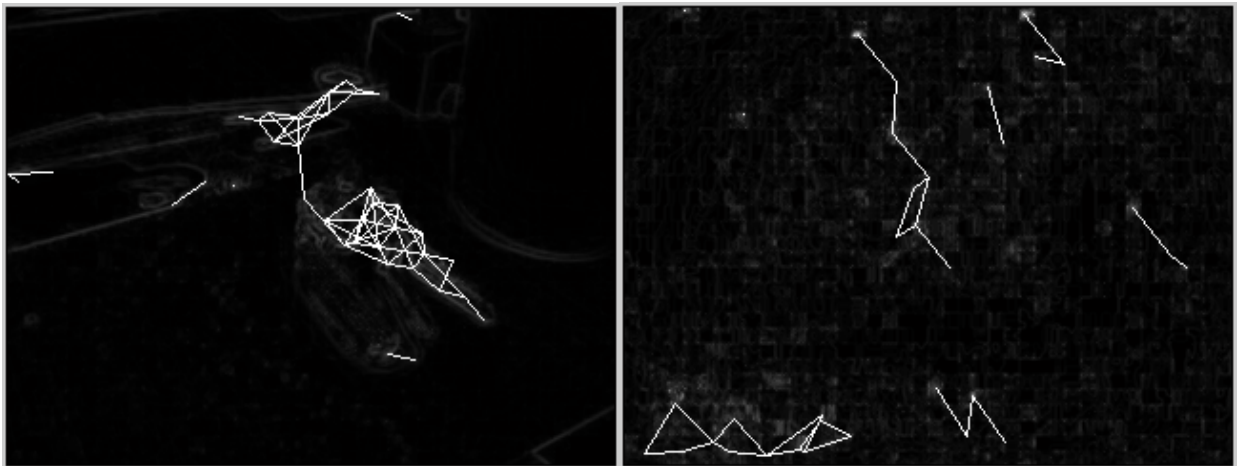
$$p(i, j) = \sum_{m=1}^{vx} \sum_{n=1}^{vy} (f_1(m, n) - f_2(m, n))^2,$$

Pomocná matice p obsahuje informace o tom, jak moc se od sebe dané dvě obrazové matice lišily (jak velká byla chyba), když měly právě danou pozici vůči sobě. Z této vzájemné polohy matic je možné určit vzájemné posunutí. Nyní stačí najít minimum této matice p a k němu odpovídající vektor posunutí. Nevýhodou použití této pomocné matice je, že se vypočtou všechny možné kombinace. I kdyby byla minimální hodnota vypočtena jako první, tak se musí celá matice dopočítat. To zpomaluje nalezení vektoru posunutí.

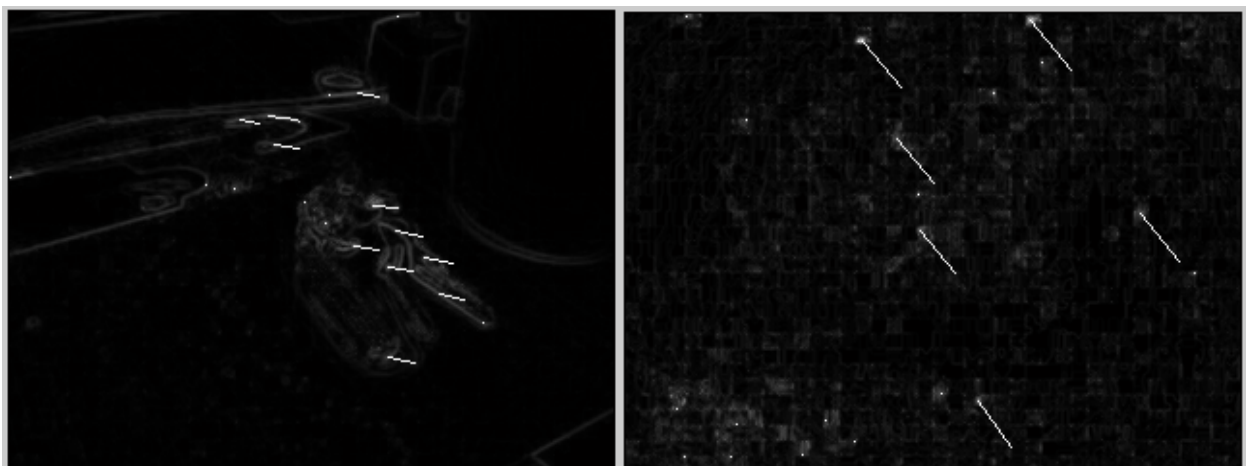
Tomuto zpomalování se dá zabránit tak, že výpočet je ukončen, jakmile klesne absolutní hodnota rozdílu vzájemně si odpovídajících prvků obou obrazových matic pod předem stanovený práh. Při této metodě ovšem není jisté, zda nalezený vektor skutečně odpovídá možnosti, kdy si jsou obrazové matice nejvíce podobné. Naproti tomu při použití pomocné matice, se najde vždy ten nejpodobnější případ. Přesnost nalezení správného vektoru posunutí záleží na vhodném zvolení prahové konstanty. Také může nastat případ, kdy je zvolená konstanta příliš malá a algoritmus není schopen vzájemný vztah vypočítat. Proto byla při pokusech používána pomocná matice. To způsobilo, že během výpočtu je nutné při každém kroku počítat se všemi prvky, které obsahuje výřez z obrazu (obrazová matice). Čím bude mít tento výřez méně prvků, tím rychleji se vypočte vektor posunutí. Bohužel s klesajícím počtem prvků může při porovnávání obrazů s jednoduchou scénou nastat situace, kdy už tato metoda nebude schopna nalézt právě jedno řešení.

2.2 VZÁJEMNÁ KORESPONDENCE VÝZNAMNÝCH BODŮ

Metoda je založena na vyhledání významných bodů v obou obrazech, jejich vzájemné porovnání a určení, které dva body si navzájem odpovídají. Před samotným hledáním významných bodů v obraze bylo nutno si obrazy předpřipravit. V obraze byly hledány hrany. Aby bylo možné nalézt optimální metodu vyhledávání vyzkoušelo se více metod hledání hran. V takto upraveném obraze se hledaly významné body. Následně byly vytvořeny všechny možné kombinace významných bodů tak, aby jejich vzdálenost nebyla větší jak maximální posun (Obr.11.). Poté bylo nutné odstranit nadbytečné kombinace bodů, tedy ty, které se vyskytují zcela náhodně tak, aby si byly zbývající vektory podobné ve směru a velikosti (Obr.12.).



Obr. 11. Zobrazení všech možných kombinací vektoru do nahranovaného obrázku, vlevo složitá scéna a vpravo jednoduchá scéna.



Obr.12. Zobrazení vektorů (pouze těch které ukazují směr posunutí) do nahranovaného obrázku, vlevo složitá scéna a vpravo jednoduchá scéna.

2.2.1 Hledání významných bodů

Významné body se hledaly v předpřipraveném obraze na, který byla použita jedna z metod na nalezení hran.

Nejdříve byla testována možnost použití prahování. Ve snímku, ve kterém byly nalezeny hrany, došlo k odstranění všech bodů (byly vynulovány), jejichž hodnota byla menší než zvolený práh. Tím ovšem nebyly získány jednotlivé body, ale jejich seskupení.

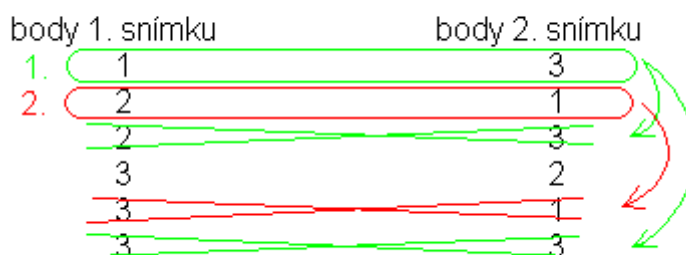
Nakonec byla pro nalezení významných bodů použita speciální funkce se třemi parametry. První parametr je snímek, kde se mají maxima hledat, druhý udává kolik maxim se má nalézt a třetí parametr jak blízko mohou u sebe dvě maxima ležet. Tato funkce už byla schopna nalézt jednotlivé body.

2.2.2 nalezení jednoho páru významných bodů

Jakmile byly získány všechny možné kombinace bodů, musely být odstraněny všechny nadbytečné kombinace tak, aby právě jednomu bodu z prvního snímku odpovídal právě jeden z druhého. Pro tento účel byly vytvořeny tři metody.

První metoda potřebovala mezi všemi kombinacemi bodu nalézt takový

Všechny možné kombinace bodů



případ, kdy právě jeden bod v prvním snímku ukazuje na právě jeden bod v druhém snímku. Pokud se tento druhý bod spolu s dalšími body objevuje v dalších kombinacích. Jelikož se

hledá právě jeden pár a pro první případ existuje pouze jediná možná kombinace, ale

v dalších případech jsou i další možnosti. Bylo možné odstranit všechny ostatní kombinace s tímto bodem z druhého snímku. Takto se dají postupně odstranit všechny nadbytečné kombinace. Bohužel pokud po nalezení všech možných kombinací neexistuje právě tato kombinace, nemá tento algoritmus kde začít a je nepoužitelný. Další nesplněný předpoklad je, že první pár má právě ten správný vektor posunutí, jinak by totiž při zjednodušování mohl odstranit ten správný vektor.

V druhé metodě byly porovnávány hodnoty obrazových funkcí v daných významných bodech obrazů. Byly nalezeny hodnoty obrazových funkcí f_1 a f_2 na pozicích odpovídajících zkoumanému páru významných bodů a porovnány mezi sebou. Pokud se jejich hodnoty navzájem příliš nelišily tak byl tento pár prohlášen za hledanou kombinaci. Pro zaručení funkčnosti si musí být hodnoty velice podobné.

Nakonec byla zvolena metoda využívající histogram pro nalezení nejčastěji se vyskytujícího vektoru. Zvolená funkce pro nalezení významných bodů umožňuje nastavit jejich minimální vzájemnou vzdálenost. Pak je možné vhodnou volbou tohoto parametru dosáhnout toho, že nalezená kombinace bodů bude správná nebo úplně náhodná. Pokud je pomocí histogramu získána nejčastější hodnota, vektory které se od ní liší, jsou vyloučeny a ze zbývajících vektorů je vypočten algebraický průměr a jeho hodnota odpovídá hledanému vektoru posunutí.

3. ZÁVĚR

Při své práci na tomto projektu jsem se seznámil se základními možnostmi zpracování obrazu a metodami pro detekci pohybu v obraze.

Pomocí funkcí *tic* a *toc* jsem mohl sledovat, jak dlouho trvá vykonání určitého algoritmu. Například jak se mění rychlost výpočtu podle velikosti matice s výřezem obrazu (Tab.12.) nebo jaká je závislost doby vykonávání algoritmu na počtu významných bodů (Tab.9.).

Během mých pokusů s algoritmem korelace jsem si ověřil jak, se mění úspěšnost nalezení vektoru posunutí podle měnících se podmínek. Pokud zmenším velikost matic s výřezy snímků, pod určitou mez, není už algoritmus schopn nalézt vektor posunutí.

Hlavní podmínkou funkčnosti metody vzájemné korespondence významných bodů je nalezení dostatečného počtu bodů. K nalezení vektoru posunutí s dostatečnou přesností stačí 3 vektory. Funkce, která se používá k nalezení významných bodů je schopna překrýt hledaný významný bod, pokud se v blízkosti bodu odpovídajícímu minule nalezenému významnému bodu objeví jiný s větší hodnotou. Toto překrytí hledaného bodu způsobí, že v okolí minulého bodu není jemu odpovídající bod, ale bod který způsobil jeho překrytí. To vede k nalezení špatného vektoru posunutí. Bylo použito 15 bodů na snímku velikosti 240x320 bodů.

Pro hledání hran jsem otestoval více metod využívající konvoluční masky. Z těchto metod se nejrychleji vykonávala metoda s Laplaceovim operátorem 0,15s, následoval Moravcův operátor 0,23s. V tomto výpočtu je použito dělení, které tuto metodu zpomaluje. Zbývající metody používají dvě konvoluční masky. Jednu ve směru osy x a druhou ve směru osy y. Výsledkem je jejich součet. Tyto metody trvají okolo 0,45s.

Ovšem, když jsem použil Laplaceov operátor na místo Moravcova tak se výletky podstatně zhoršili. Může to být způsobeno tím, že Moravcův operátor vyhledává spíše singulární body, ale Laplaceov operátor vyhledává spíše hrany, takže zvýrazní okolí singulárního bodu (roh,...) na stejnou úroveň. Proto nešlo nalézt stejné významné body v po sobě jdoucích snímcích. Je to patrné v tabulce 8 na 12.

Sérii snímků. Algoritmus s Moravcovým operátorem našel všech 9 vektorů posunutí, ale algoritmus s Laplaceovým operátorem našel maximálně 4.

Pokud porovnáme obě použité metody tak metoda korelace dává přesnější výsledný vektor posunutí. Je to způsobeno porovnáváním mnohem většího počtu bodů. To ale tuto metodu dosti zpomaluje, záleží na počtu porovnávaných prvků. Metoda vzájemné korespondence nalézá vektor posunutí, většinou s menší přesností. A velmi u ní záleží na sledované scéně. Je to způsobeno tím, že se snímky navzájem poněkud liší. Například změnou úhlu pohledu nebo osvětlení obrazu, dochází k tomu, že významné body odpovídající maximální změně hodnoty jasu v obraze se posunou do sousední pozice. Ovšem tato metoda je použitelná na mnohem jednodušší scéně, než metoda korelace, stačí jí nalézt v této scéně několik mírně se lišících stabilních bodů. Rychlosti obou metod, se liší podle nastavených parametrů. Dále této metodě největší scéně s výraznými liniemi. Mnohem lépe si vede ve scénách s výraznými body.

4. LITERATURA

- [1] **HLAVÁČ V., ŠUNKA M.: POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ. PRAHA: GRADA,1992**
- [2] **PETYOVSKÝ P.:PŘEDNÁŠKA KURZU MPOV, REPREZENTACE A VLASTNOSTI OBRAZOVÝCH DAT , FEKT**

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Použité scény s různou složitostí
- Příloha 2 Tabulka1- účinnost korelační metody na zvolené scény.
(velikost výřezu obrazu je 80 x 80 pixelů).
- Příloha 3 Tabulka2 -účinnost metody vzájemné korespondence
významných bodů na zvolené scény (při hledání 15 významných
bodů).
- Příloha 4 Tabulka3- Časová náročnost korelační metoda (velikost výřezu
obrazu je 80 x 80 pixelů).
Tabulka4- Časová náročnost metody vzájemné korespondence
významných bodů (při hledání 15 významných bodů).
- Příloha 5 Tabulka5 -Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na
počtu významných bodů. -Vypočtené hodnoty.
Tabulka 6- Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na
počtu významných bodů. –Vypočteny chyby (počet bodu 6 až
12).
Tabulka 7 - Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na
počtu významných bodů. –Vypočteny chyby (počet bodu 14 až
20).
Tabulka 8 Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na
počtu významných bodů. –počet úspěšně nalezených vektorů.
(maximální úspěšnost 9 nalezených vektoru posunutí, 0 znamená
že nebyl v celé sériji snímku nalezen žádný vektor posunutí).
- Příloha 6 Tabulka 9 -Závislost trvání algoritmu na počtu významných bodů.
- Příloha 7 Tabulka 10- Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí
velikosti výřezu obrazu. Velikost matice 160x160 až 100x100
pixelů.
Tabulka 11- Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí
velikosti výřezu obrazu. Velikost matice 80x80 až 20x20 pixelů.
- Příloha 8 Tabulka 12 Závislost trvání výpočtu algoritmu na velikosti
výřezu obrazu.

...

.

Příloha 1 Ukázka použitých snímků s různou složitostí scény

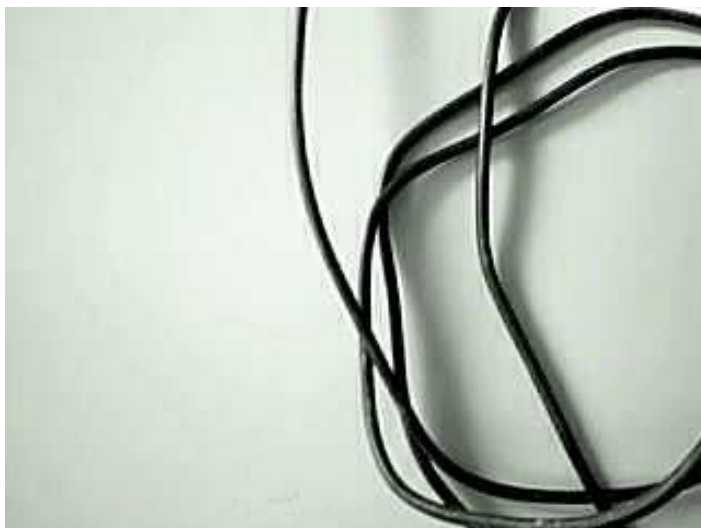
Snímek ze série č.2



Snímek ze série č.8



Snímek ze série č.10



Snímek ze série č.11



Snímek ze série č.12



Snímek ze série č.13



Snímek ze série č.14



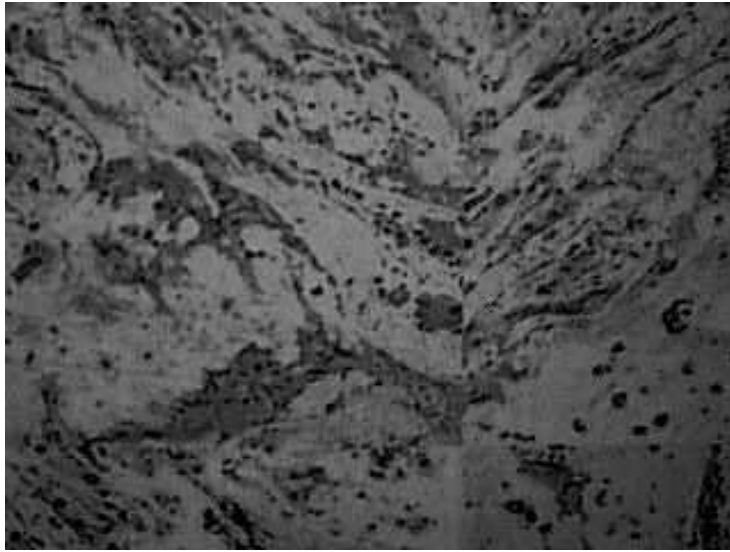
Snímek ze série č.15



Snímek ze série č.17



Snímek ze série č.18



**Příloha 1 – Tabulka 1 účinnost korelační metody na zvolené scény.
(velikost výřezu obrazu je 80 x 80 pixelů).**

Série snímků	posun v ose	Skutečná hodnota [pixel]	Vypočtené hodnoty [pixel]		Chyba [pixel]	
			Moravcův operátor	Laplaseov operátor	Moravcův operátor	Laplaseov operátor
2	x	-21	-21	-21	0	0
		-17	-17	-17	0	0
		-19	-19	-19	0	0
		-20	-19	-19	-1	-1
		-18	-18	-18	0	0
		-20	-20	-20	0	0
		-19	-19	-19	0	0
		-17	-17	-17	0	0
	y	-20	-20	-20	0	0
		-9	-9	-9	0	0
		2	2	2	0	0
		2	2	2	0	0
		3	3	3	0	0
		-8	-8	-8	0	0
		-5	-6	-6	1	1
		11	11	11	0	0
8	x	-1	-1	-1	0	0
		0	0	0	0	0
		-5	-5	-5	0	0
		-23	-23	-23	0	0
		-14	-14	-14	0	0
		-24	-24	-24	0	0
		-19	-19	-19	0	0
		-20	-20	-20	0	0
	y	-19	-19	-18	0	-1
		-24	-24	-24	0	0
		-18	-18	-18	0	0
		-14	-15	-15	1	1
		10	10	10	0	0
		-3	-3	-3	0	0
		-3	-3	-3	0	0
		10	10	10	0	0
10	x	-21	-21	-21	0	0
		-5	-5	-5	0	0
		-4	-4	-4	0	0
		2	2	2	0	0
		22	22	22	0	0
		22	22	22	0	0
		22	22	22	0	0
		22	22	22	0	0
	y	20	20	20	0	0
		16	16	17	0	-1
		20	20	20	0	0
		20	20	20	0	0
		22	22	22	0	0
		8	7	7	1	1
		3	3	4	0	-1
		3	3	3	0	0
	y	-2	-2	-1	0	-1
		-4	-5	-3	1	-1

			-2	-2	0	0	-2	
			5	4	5	1	0	
			-8	-8	-8	0	0	
			7	7	7	0	0	
Série snímků 11	posun v ose	Skutečná hodnota [pixel]	Vypočtené hodnoty [pixel]		Chyba [pixel]			
			Moravcův operátor	Laplaceov operátor	Moravcův operátor	Laplaceov operátor		
	x		-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-19	-20	-20	1	1	
			-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-17	-17	-17	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-21	0	1	
	y		-21	-21	-21	0	0	
			5	4	5	1	0	
			-2	-2	-2	0	0	
			-5	-5	-5	0	0	
			-7	-7	-7	0	0	
			-1	-1	-1	0	0	
			3	3	3	0	0	
			-8	-8	-8	0	0	
	12	x		4	4	3	0	1
				-3	-3	-3	0	0
			22	22	22	0	0	
			19	19	19	0	0	
			23	23	23	0	0	
			20	20	20	0	0	
			19	19	18	0	1	
			19	20	19	-1	0	
y			20	21	20	-1	0	
			20	21	21	-1	-1	
			18	19	19	-1	-1	
			2	2	2	0	0	
			3	4	4	-1	-1	
			0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	
13	x		-2	-2	-2	0	0	
			7	7	6	0	1	
			-11	-10	-10	-1	-1	
			0	0	0	0	0	
			1	1	1	0	0	
			-22	-22	-22	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
	y		-20	-19	-20	-1	0	
			-19	-19	-19	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-20	0	0	
			-20	-20	-19	0	-1	
			-8	-8	-8	0	0	
	4	4	4	0	0			
	-1	-1	-1	0	0			
	6	6	6	0	0			
	6	6	6	0	0			
	-3	-3	-3	0	0			

		0	0	0	0	0
		-4	-4	-4	0	0
		-5	-5	-5	0	0
Série snímků	posun v ose	Skutečná hodnota [pixel]	Vypočtené hodnoty [pixel]		Chyba [pixel]	
			Moravcův operátor	Laplaceov operátor	Moravcův operátor	Laplaceov operátor
14	x	22	22	22	0	0
		21	21	21	0	0
		21	21	21	0	0
		18	18	18	0	0
		21	21	21	0	0
		20	20	20	0	0
		19	19	18	0	1
		20	21	20	-1	0
	20	20	20	0	0	
	y	4	2	2	2	2
		-4	-4	-4	0	0
		-4	-4	-4	0	0
		12	12	12	0	0
		1	1	1	0	0
-11		-10	-10	-1	-1	
4	4	4	0	0		
-4	-4	-4	0	0		
6	5	6	1	0		
15	x	-23	-24	-25	1	2
		-22	-22	-22	0	0
		-22	-22	-22	0	0
		-23	-22	-22	-1	-1
		-20	-19	-19	-1	-1
		-22	-21	-21	-1	-1
		-22	-22	-22	0	0
		-21	-20	-20	-1	-1
	-22	-20	-20	-2	-2	
	y	-15	-24	-24	9	9
		18	19	19	-1	-1
		-18	-18	-18	0	0
		8	8	8	0	0
		7	7	7	0	0
6		5	5	1	1	
0	0	0	0	0		
-14	-16	-16	2	2		
10	8	8	2	2		
17	x	24	25	25	-1	-1
		17	18	18	-1	-1
		20	21	-25	-1	45
		20	19	-9	1	29
		17	18	-5	-1	22
		20	20	20	0	0
		19	16	-25	3	44
		18	19	19	-1	-1
	18	19	19	-1	-1	
	y	7	10	10	-3	-3
		3	3	3	0	0
		-4	-1	-5	-3	1
		-6	-3	-6	-3	0
		-4	-4	-6	0	2
-2		-1	-1	-1	-1	
-4	-1	-14	-3	10		

		6	5	5	1	1
		-3	-3	-3	0	0
18	x	18	18	18	0	0
		18	18	18	0	0
		19	19	19	0	0
		18	18	18	0	0
		19	19	19	0	0
		18	18	18	0	0
		18	17	18	1	0
		18	18	18	0	0
		18	19	18	-1	0
	y	0	0	0	0	0
		12	12	12	0	0
		-4	-4	-4	0	0
		-4	-4	-4	0	0
		-2	-2	-2	0	0
		4	4	4	0	0
		9	9	9	0	0
		2	2	2	0	0
		-7	-7	-7	0	0

Příloha 3 – Tabulka 2 účinnost metody vzájemné korespondence významných bodů na zvolené scéně (při hledání 15 významných bodů).

Série snímků		Skutečná hodnota [pixel]		Vypočtená hodnota [pixel]		chyba [pixel]		počet nalezených vektorů [-]	Našel vektor posunutí? [-]	nalezeno vektorů posunutí v sérii [-]
2	Moravcův operátor	-9	-21	-9	-22	0	1	10	a	7
		2	-17	3	-17	-1	0	8	a	
		2	-19	2	-18	0	-1	7	a	
		3	-20	9	-18	-6	-2	2	n	
		-8	-18	-8	-18	0	0	7	a	
		-5	-20	-6	-20	1	0	8	a	
		11	-19	N	N	#####	#####	0	n	
		-1	-17	-1	-17	0	0	5	a	
		0	-20	1	-20	-1	0	7	a	
	Laplaceov operátor	-9	-21	-9	-21	0	0	4	a	6
		2	-17	2	-18	0	1	6	a	
		2	-19	2	-19	0	0	5	a	
		3	-20	3	-20	0	0	4	a	
		-8	-18	-8	-18	0	0	5	a	
		-5	-20	-5	-21	0	1	3	a	
		11	-19	-8	-14	19	-5	3	n	
		-1	-17	-22	-16	21	-1	1	n	
		0	-20	-17	13	17	-33	1	n	
8	Moravcův operátor	-14	-5	-13	-10	-1	5	2	n	4
		10	-23	10	-23	0	0	3	a	
		-3	-14	-3	-15	0	1	6	a	
		-3	-24	-17	-21	14	-3	2	n	
		10	-19	-4	-20	14	1	4	n	
		-21	-20	-20	-21	-1	1	1	n	
		-5	-19	-16	8	11	-27	1	n	
		-4	-24	-5	-24	1	0	3	a	
	2	-18	3	-19	-1	1	4	a		
	Laplaceov operátor	-14	-5	-18	-8	4	3	1	n	1
		10	-23	N	N	#####	#####	0	n	
		-3	-14	-3	-7	0	-7	2	n	
		-3	-24	-2	-24	-1	0	2	n	
		10	-19	-16	-25	26	6	1	n	
		-21	-20	-20	-25	-1	5	1	n	
-5		-19	N	N	#####	#####	0	n		
-4	-24	-4	-24	0	0	3	a			
2	-18	N	N	#####	#####	0	n			
10	Moravcův operátor	8	22	8	22	0	0	5	a	5
		3	22	5	23	-2	-1	5	a	
		3	22	5	22	-2	0	7	a	
		-2	22	-17	23	15	-1	1	n	
		-4	20	-21	22	17	-2	1	n	
		-2	16	-18	10	16	6	3	n	
		5	20	6	20	-1	0	8	a	
		-8	20	-7	20	-1	0	8	a	
		7	22	-22	21	29	1	2	n	
8	22	19	16	-11	6	2	n	3		

	Laplaceov operátor	3	22	4	23	-1	-1	9	a	
	Laplaceov operátor	3	22	N	N	#####	#####	0	n	
	Laplaceov operátor	-2	22	0	23	-2	-1	5	a	
	Laplaceov operátor	-4	20	N	N	#####	#####	0	n	
	Laplaceov operátor	-2	16	0	17	-2	-1	9	a	
	Laplaceov operátor	5	20	-25	21	30	-1	1	n	
	Laplaceov operátor	-8	20	-18	19	10	1	1	n	
	Laplaceov operátor	7	22	-16	21	23	1	1	n	
-	_Série snímků							počet nalezených vektorů [-]	Našel vektor posunutí? [-]	nalezeno vektorů posunutí v sérii [-]
11	Moravcův operátor	5	-20	5	-20	0	0	5	a	7
	Moravcův operátor	-2	-20	-17	-18	15	-2	1	n	
	Moravcův operátor	-5	-19	-5	-19	0	0	5	a	
	Moravcův operátor	-7	-20	-22	-19	15	-1	2	n	
	Moravcův operátor	-1	-20	-1	-20	0	0	6	a	
	Moravcův operátor	3	-17	4	-17	-1	0	5	a	
	Moravcův operátor	-8	-20	-8	-19	0	-1	4	a	
	Moravcův operátor	4	-20	5	-22	-1	2	5	a	
	Moravcův operátor	-3	-21	-4	-21	1	0	6	a	
	Laplaceov operátor	5	-20	2	-21	3	1	1	n	6
	Laplaceov operátor	-2	-20	-2	-20	0	0	1	n	
	Laplaceov operátor	-5	-19	-6	-20	1	1	4	a	
	Laplaceov operátor	-7	-20	-7	-19	0	-1	6	a	
	Laplaceov operátor	-1	-20	0	-19	-1	-1	6	a	
	Laplaceov operátor	3	-17	N	N	#####	#####	0	n	
	Laplaceov operátor	-8	-20	-8	-19	0	-1	4	a	
	Laplaceov operátor	4	-20	4	-21	0	1	8	a	
	Laplaceov operátor	-3	-21	-4	-23	1	2	4	a	
12	Moravcův operátor	2	22	2	23	0	-1	9	a	9
	Moravcův operátor	3	19	4	19	-1	0	9	a	
	Moravcův operátor	0	23	0	23	0	0	7	a	
	Moravcův operátor	0	20	-1	20	1	0	5	a	
	Moravcův operátor	-2	19	-3	19	1	0	6	a	
	Moravcův operátor	7	19	7	19	0	0	10	a	
	Moravcův operátor	-11	20	-11	21	0	-1	7	a	
	Moravcův operátor	0	20	0	21	0	-1	6	a	
	Moravcův operátor	1	18	1	17	0	1	7	a	
	Laplaceov operátor	2	22	2	19	0	3	6	n	1
	Laplaceov operátor	3	19	-2	1	5	18	3	n	
	Laplaceov operátor	0	23	-1	1	1	22	4	n	
	Laplaceov operátor	0	20	1	-15	-1	35	3	n	
	Laplaceov operátor	-2	19	0	-8	-2	27	1	n	
	Laplaceov operátor	7	19	0	-21	7	40	2	n	
	Laplaceov operátor	-11	20	-11	-9	0	29	1	n	
	Laplaceov operátor	0	20	0	-16	0	36	3	n	
	Laplaceov operátor	1	18	1	16	0	2	8	a	
13	Moravcův operátor	-8	-22	-24	-14	16	-8	1	n	2
	Moravcův operátor	4	-20	N	N	#####	#####	0	n	
	Moravcův operátor	-1	-20	-1	-21	0	1	7	a	
	Moravcův operátor	6	-20	-21	10	27	-30	2	n	
	Moravcův operátor	6	-19	N	N	#####	#####	0	n	
	Moravcův operátor	-3	-20	N	N	#####	#####	0	n	
	Moravcův operátor	0	-20	N	N	#####	#####	0	n	
	Moravcův operátor	-4	-20	-18	-24	14	4	2	n	
	Moravcův operátor	-5	-20	-5	-20	0	0	4	a	
	Moravcův operátor	-8	-22	N	N	#####	#####	0	n	0
	Moravcův operátor	4	-20	-25	-23	29	3	1	n	

	Laplaceov operátor	-1	-20	-25	12	24	-32	1	n	
		6	-20	-14	-22	20	2	1	n	
		6	-19	N	N	#####	#####	0	n	
		-3	-20	N	N	#####	#####	0	n	
		0	-20	5	-20	-5	0	2	n	
		-4	-20	-24	-23	20	3	1	n	
		-5	-20	-16	8	11	-28	1	n	
-	_Série snímků							počet nalezených vektorů [-]	Našel vektor posunutí? [-]	nalezeno vektorů posunutí v sérii [-]
14	Moravcův operátor	4	22	N	N	#####	#####	0	n	1
		-4	21	24	-12	-28	33	1	n	
		-4	21	-13	-21	9	42	1	n	
		12	18	N	N	#####	#####	0	n	
		1	21	1	21	0	0	4	a	
		-11	20	N	N	#####	#####	0	n	
		4	19	-9	10	13	9	1	n	
		-4	20	1	1	-5	19	1	n	
	Laplaceov operátor	6	20	N	N	#####	#####	0	n	1
		4	22	-12	-2	16	24	2	n	
		-4	21	N	N	#####	#####	0	n	
		-4	21	3	1	-7	20	2	n	
		12	18	N	N	#####	#####	0	n	
		1	21	1	22	0	-1	3	a	
		-11	20	N	N	#####	#####	0	n	
		4	19	N	N	#####	#####	0	n	
	-4	20	N	N	#####	#####	0	n		
	6	20	N	N	#####	#####	0	n		
15	Moravcův operátor	-15	-8	-15	-14	0	6	2	n	6
		18	-22	N	N	#####	#####	0	n	
		-18	-22	-19	-22	1	0	8	a	
		8	-23	-16	-16	24	-7	1	n	
		7	-20	7	-19	0	-1	10	a	
		6	-22	6	-22	0	0	9	a	
		0	-22	0	-22	0	0	10	a	
		-14	-21	-13	-21	-1	0	5	a	
	10	-22	9	-21	1	-1	11	a		
	Laplaceov operátor	-15	-8	-25	-23	10	15	5	n	2
		18	-22	-3	-25	21	3	1	n	
		-18	-22	-17	-23	-1	1	6	a	
		8	-23	N	N	#####	#####	0	n	
		7	-20	N	N	#####	#####	0	n	
		6	-22	N	N	#####	#####	0	n	
		0	-22	2	-23	-2	1	8	a	
		-14	-21	3	-18	-17	-3	1	n	
	10	-22	-4	-23	14	1	1	n		
17	Moravcův operátor	-16	-25	N	N	#####	#####	0	n	0
		3	17	0	-22	3	39	1	n	
		-4	-15	2	-10	-6	-5	1	n	
		-6	-10	-3	-19	-3	9	2	n	
		-4	17	-3	-16	-1	33	1	n	
		-2	20	1	-7	-3	27	1	n	
		-4	-19	1	-4	-5	-15	1	n	
		6	18	N	N	#####	#####	0	n	
	-3	18	N	N	#####	#####	0	n		
	Laplaceov	-16	-25	-13	9	-3	-34	4	n	2
		3	17	1	-16	2	33	2	n	
		-4	-15	-3	-8	-1	-7	2	n	

	operátor	-6	-10	-5	-4	-1	-6	5	n	
		-4	17	-5	-12	1	29	5	n	
		-2	20	-2	20	0	0	7	a	
		-4	-19	-9	16	5	-35	1	n	
		6	18	4	-21	2	39	3	n	
		-3	18	-3	18	0	0	7	a	
18	Moravcův operátor	0	18	N	N	#####	#####	0	n	1
		12	18	5	-17	7	35	2	n	
		-4	19	5	4	-9	15	1	n	
		-4	18	-2	-11	-2	29	2	n	
		-2	19	-17	19	15	0	2	n	
		4	18	N	N	#####	#####	0	n	
		9	18	9	17	0	1	7	a	
		2	18	N	N	#####	#####	0	n	
	-7	18	-16	15	9	3	1	n		
	Laplaceov operátor	0	18	0	19	0	-1	7	a	1
		12	18	1	-3	11	21	1	n	
		-4	19	-12	17	8	2	1	n	
		-4	18	-4	19	0	-1	2	n	
		-2	19	-24	-4	22	23	1	n	
4		18	4	0	0	18	1	n		
9		18	15	-8	-6	26	2	n		
2		18	0	-23	2	41	3	n		
-7	18	-15	-5	8	23	2	n			

**Příloha 4 – Tabulka3 Časová náročnost korelační metoda
(velikost výřezu obrazu je 80 x 80 pixelů).**

serie snímku	Čas trvání výpočtu [ms]									
	2	8	10	11	12	13	14	15	17	18
Moravcův operátor	1992	2028	1964	2033	1985	2007	1996	1965	1961	2003
	1929	1929	1912	1938	1913	1923	1933	1926	1921	1930
	1925	1920	1932	1928	1929	1907	1919	1916	1910	1913
	1945	1911	1926	1937	1914	1916	1924	1915	1917	1921
	1928	1913	1935	1992	1923	1907	1943	1921	1915	1927
	1918	1923	1961	1907	1915	1923	1923	1913	1924	1933
	1921	1908	1949	1917	1910	1910	1928	1916	1925	1907
	1910	1921	1912	1903	1924	1912	1921	1908	1911	1916
Laplaceov operátor	1916	1911	1908	1918	1915	1927	1928	1923	1926	1912
	1981	1967	1973	1958	1975	1964	2009	1983	1967	1961
	1953	1982	1964	1944	1952	1981	1973	1972	1968	1961
	1975	1960	1963	1981	1963	1978	1994	1997	1969	1959
	1971	1963	1979	1949	1961	1976	1981	1979	1965	1964
	1959	1946	1992	1964	1957	1990	1986	1993	1977	1954
	1975	1969	1997	1946	1968	1970	1986	1999	1971	1969
	1951	1963	1967	1946	1963	2004	1954	1985	1967	1984
1986	1954	2022	1956	1964	1976	1980	1992	1975	1958	
1967	1972	1976	1948	1982	2008	1977	1989	1971	1976	

Tabulka4 Časová náročnost metody vzájemné korespondence významných bodů (při hledání 15 významných bodů).

serie snímku	Čas trvání výpočtu [ms]									
	2	8	10	11	12	13	14	15	17	18
Moravcův operátor	1210	881	937	870	865	846	824	1036	869	836
	519	356	359	329	369	364	357	546	371	356
	492	347	365	341	350	343	376	462	350	336
	488	342	365	342	350	348	340	446	349	349
	439	349	371	335	344	347	353	453	351	337
	485	361	379	359	371	349	351	462	352	341
	438	353	394	350	363	351	340	461	355	351
	466	344	383	347	495	350	347	508	356	348
Laplaceov operátor	547	372	406	344	799	367	360	471	353	344
	1346	628	633	613	717	627	599	763	773	678
	578	362	374	347	449	373	359	439	401	401
	9088	351	368	347	404	375	359	403	400	375
	2848	347	375	345	439	358	366	401	401	353
	3189	374	501	356	519	384	375	393	422	350
	3576	354	446	382	704	374	368	390	483	366
	519	355	466	356	526	377	360	417	412	368
979	359	483	362	1143	362	388	434	407	392	
12565	374	526	377	2590	402	785	414	478	367	

Příloha 5 – Tabulka 5 Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na počtu významných bodů. -Vypočtené hodnoty.

použitá série snímků	skutečná hodnota [pixel]	Vypočtené hodnoty na počet významných bodů [pixel]																	
		6		8		10		12		14		16		18		20			
10	Morav. oper.	22	8	23	-6	22	8	22	8	22	8	22	8	22	8	22	8	24	-6
		22	3	23	-2	22	3	20	5	20	5	23	5	23	5	23	5	23	5
		22	3	24	-20	22	4	22	4	22	5	22	5	22	4	22	5	22	5
		22	-2	21	-1	21	-1	23	-17	23	-17	23	-17	23	-17	23	-17	23	-17
		20	-4	21	-4	21	-3	21	-3	22	-21	22	-21	21	-3	19	-20	22	-21
		16	-2	-7	-3	11	1	N	N	10	-18	10	-18	10	-18	10	-18	17	0
		20	5	20	6	20	6	19	-12	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5
		20	-8	20	-8	20	-8	20	-8	20	-8	20	-7	20	-7	20	-7	20	-7
	22	7	7	-22	13	-23	14	-23	23	-23	21	-22	21	-22	21	-22	21	-22	
	Lapl. oper.	22	8	-8	-14	N	N	N	N	N	16	19	16	19	23	6	23	5	
		22	3	21	-19	21	-19	21	-19	22	-20	23	4	23	4	23	4	23	4
		22	3	N	N	5	5	5	-25	17	-20	N	N	N	N	24	-9	23	-9
		22	-2	N	N	N	N	N	N	24	8	24	8	23	1	23	1	23	1
		20	-4	11	-25	N	N	18	-12	19	-15	N	N	21	5	19	5	20	19
		16	-2	N	N	16	-9	13	-25	15	-24	17	0	17	0	17	-2	17	-1
		20	5	18	-19	19	-19	19	-19	19	-19	21	-25	21	-25	20	-22	20	-1
20		-8	20	-23	21	-3	21	-3	21	-3	19	-18	19	-18	19	-18	19	-18	
22	7	13	8	21	-16	21	-16	21	-16	21	-16	21	-16	13	-14	10	8		
2	Morav. oper.	-21	-9	23	-6	22	8	22	8	22	8	22	8	22	8	22	8	24	-6
		-17	2	23	-2	22	3	20	5	20	5	23	5	23	5	23	5	23	5
		-19	2	24	-20	22	4	22	4	22	5	22	5	22	4	22	5	22	5
		-20	3	21	-1	21	-1	23	-17	23	-17	23	-17	23	-17	23	-17	23	-17
		-18	-8	21	-4	21	-3	21	-3	22	-21	22	-21	21	-3	19	-20	22	-21
		-20	-5	-7	-3	11	1	N	N	10	-18	10	-18	10	-18	10	-18	17	0
		-19	11	20	6	20	6	19	-12	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5
		-17	-1	20	-8	20	-8	20	-8	20	-8	20	-7	20	-7	20	-7	20	-7
	-20	0	7	-22	13	-23	14	-23	23	-23	21	-22	21	-22	21	-22	21	-22	
	Lapl. oper.	-21	-9	-8	-14	N	N	N	N	N	16	19	16	19	23	6	23	5	
		-17	2	21	-19	21	-19	21	-19	22	-20	23	4	23	4	23	4	23	4
		-19	2	N	N	5	5	5	-25	17	-20	N	N	N	N	24	-9	23	-9
		-20	3	N	N	N	N	N	N	24	8	24	8	23	1	23	1	23	1
		-18	-8	11	-25	N	N	18	-12	19	-15	N	N	21	5	19	5	20	19
		-20	-5	N	N	16	-9	13	-25	15	-24	17	0	17	0	17	-2	17	-1
		-19	11	18	-19	19	-19	19	-19	19	-19	21	-25	21	-25	20	-22	20	-1
-17		-1	20	-23	21	-3	21	-3	21	-3	19	-18	19	-18	19	-18	19	-18	
-20	0	13	8	21	-16	21	-16	21	-16	21	-16	21	-16	13	-14	10	8		
12	Morav. oper.	22	2	-15	-19	-15	-19	22	2	23	2	23	2	23	2	23	2	22	2
		19	3	19	4	19	4	19	4	19	3	19	4	19	4	19	4	19	3
		23	0	-3	1	22	-1	22	-1	23	-1	23	0	23	0	23	0	23	-1
		20	0	21	-7	21	-1	21	-1	22	-6	20	-1	20	-1	20	-1	20	-1
		19	-2	3	-5	19	-3	18	-3	18	-3	19	-3	18	-3	18	-2	18	-2
		19	7	N	N	N	N	19	7	19	7	19	7	19	7	19	7	19	6
		20	-11	N	N	21	-11	21	-11	21	-1	21	-11	21	-11	21	-11	21	-11
		20	0	N	N	N	N	21	0	21	0	21	0	20	0	20	0	20	0
	18	1	N	N	17	1	17	0	17	1	17	1	17	1	17	1	17	1	
	Lapl. oper.	22	2	21	-14	19	3	19	2	19	2	19	2	19	2	-1	1	-1	2
		19	3	15	17	15	2	15	2	15	2	15	2	1	-2	1	-2	1	-2
		23	0	22	0	22	0	22	0	2	-2	1	-1	16	0	1	-1	1	-1
		20	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	1	1	1	1	1	1
		19	-2	19	-2	19	-2	19	-2	19	-2	-8	0	-8	0	18	-2	-21	1

		19	7	4	5	11	4	-2	8	-2	8	-2	8	-21	0	-21	0	0	-1
		20	-11	18	-3	N	N	N	N	-9	-11	-9	-11	-10	0	-10	0	14	0
		20	0	20	0	19	-1	0	-3	0	-2	0	-2	-16	0	23	1	23	1
		18	1	17	2	0	0	17	1	17	1	16	1	16	1	16	1	16	1
18	Morav. oper.	18	0	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-21	-11	17	-1	17	-1
		18	12	N	N	N	N	-17	5	-17	5	-17	5	-17	5	-17	5	-11	-17
		19	-4	-9	7	-9	7	N	N	22	7	22	7	N	N	-1	7	19	-4
		18	-4	N	N	18	-4	-24	-6	-10	-1	-10	-1	-11	-2	-11	-2	-11	-2
		19	-2	-18	-14	-20	8	-20	8	18	-1	19	-17	19	-17	19	-17	18	-17
		18	4	-14	-12	-6	-16	N	N	-6	0	-6	0	N	N	19	23	21	-11
		18	9	N	N	2	7	2	7	N	N	17	9	17	9	17	9	N	N
		18	2	N	N	16	-24	N	N	N	N	-23	18	N	N	17	2	17	2
		18	-7	N	N	0	-22	-2	-20	-2	-20	N	N	15	-16	15	-16	17	-18
	Lapl. oper.	18	0	N	N	N	N	19	0	-10	1	-10	1	-10	1	-10	1	-8	2
		18	12	14	1	14	1	14	1	-15	-2	-3	1	-3	1	-15	-2	-22	-2
		19	-4	16	-12	N	N	N	N	N	17	-12	20	-5	9	-3	20	-5	
		18	-4	N	N	19	-4	19	-4	18	-23	19	-4	19	-4	19	-4	-16	-3
		19	-2	-6	-20	N	N	N	N	N	-4	-24	N	N	23	-10	23	-9	
		18	4	N	N	1	23	-17	-9	-16	3	0	4	0	4	-15	3	-15	3
		18	9	N	N	-7	-18	N	N	9	13	-8	15	-7	15	-7	15	-7	-10
		18	2	-21	-1	-21	-1	N	N	-22	0	-23	0	-23	0	-24	1	17	2
		18	-7	10	-12	10	-12	N	N	N	N	1	-15	-5	-15	-5	-15	-5	-15

Tabulka 6 Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na počtu významných bodů. –Vypočteny chyby (počet bodu 6 až 12).

použitá série snímků	body[-]	Chyba			Vekt.			S			Chyba			Vekt.			S			Chyba			Vekt.			S		
		[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]	[pixel]	[-]	[-]
10	Morav. oper.	6			8			10			12																	
		-1	14	1	n	0	0	4	a	0	0	4	a	0	0	5	a											
		-1	5	1	n	0	0	3	a	2	-2	3	a	2	-2	3	a											
		-2	23	1	n	0	-1	4	a	0	-1	4	a	0	-2	7	a											
		1	-1	4	a	1	-1	4	a	-1	15	1	n	-1	15	1	n											
		-1	0	3	a	-1	-1	5	a	-1	-1	6	a	-2	17	1	n											
		23	1	1	n	5	-3	2	n	####	####	0	n	6	16	3	n											
		0	-1	3	a	0	-1	4	a	1	17	1	n	0	0	7	a											
		0	0	4	a	0	0	4	a	0	0	6	a	0	0	7	a											
	15	29	1	n	9	30	2	n	8	30	3	n	-1	30	1	n												
	Lapl. oper.	30	22	1	n	####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n											
		1	22	2	n	1	22	2	n	1	22	2	n	0	23	1	n											
		####	####	0	n	17	-2	1	n	17	28	1	n	5	23	2	n											
		####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n	-2	-10	3	n											
		9	21	1	n	####	####	0	n	2	8	3	n	1	11	4	n											
		####	####	0	n	0	7	2	n	3	23	1	n	1	22	2	n											
		2	24	1	n	1	24	2	n	1	24	2	n	1	24	2	n											
		0	15	1	n	-1	-5	2	n	-1	-5	2	n	-1	-5	2	n											
9		-1	1	n	1	23	1	n	1	23	1	n	1	23	1	n												
2	Morav. oper.	-44	-3	1	n	-43	-17	4	n	-43	-17	4	n	-43	-17	5	n											
		-40	4	1	n	-39	-1	3	n	-37	-3	3	n	-37	-3	3	n											
		-43	22	1	n	-41	-2	4	n	-41	-2	4	n	-41	-3	7	n											
		-41	4	4	n	-41	4	4	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n											

					-39	-4	3	n	-39	-5	5	n	-39	-5	6	n	-40	13	1	n
					-13	-2	1	n	-31	-6	2	n	####	####	0	n	-30	13	3	n
					-39	5	3	n	-39	5	4	n	-38	23	1	n	-39	6	7	n
					-37	7	4	n	-37	7	4	n	-37	7	6	n	-37	7	7	n
					-27	22	1	n	-33	23	2	n	-34	23	3	n	-43	23	1	n
					-13	5	1	n	####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n
					-38	21	2	n	-38	21	2	n	-38	21	2	n	-39	22	1	n
					####	####	0	n	-24	-3	1	n	-24	27	1	n	-36	22	2	n
					####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n	-44	-5	3	n
					-29	17	1	n	####	####	0	n	-36	4	3	n	-37	7	4	n
					####	####	0	n	-36	4	2	n	-33	20	1	n	-35	19	2	n
					-37	30	1	n	-38	30	2	n	-38	30	2	n	-38	30	2	n
					-37	22	1	n	-38	2	2	n	-38	2	2	n	-38	2	2	n
					-33	-8	1	n	-41	16	1	n	-41	16	1	n	-41	16	1	n
					37	21	1	n	37	21	1	n	0	0	5	a	-1	0	7	a
					0	-1	4	a	0	-1	6	a	0	-1	6	a	0	0	7	a
					26	-1	1	n	1	1	3	a	1	1	3	a	0	1	4	a
					-1	7	1	n	-1	1	3	a	-1	1	3	a	-2	6	2	n
					16	3	1	n	0	1	2	n	1	1	4	a	1	1	5	a
					####	####	0	n	####	####	0	n	0	0	7	a	0	0	8	a
					####	####	0	n	-1	0	3	a	-1	0	4	a	-1	-10	2	n
					####	####	0	n	####	####	0	n	-1	0	4	a	-1	0	4	a
					####	####	0	n	1	0	4	a	1	1	6	a	1	0	6	a
					1	16	1	n	3	-1	5	n	3	0	6	a	3	0	6	n
					4	-14	2	n	4	1	1	n	4	1	1	n	4	1	1	n
					1	0	4	a	1	0	5	a	1	0	5	a	21	2	2	n
					5	0	3	n	5	0	3	n	5	0	3	n	5	0	3	n
					0	0	4	a	0	0	5	a	0	0	6	a	0	0	6	a
					15	2	1	n	8	3	1	n	21	-1	1	n	21	-1	1	n
					2	-8	1	n	####	####	0	n	####	####	0	n	29	0	1	n
					0	0	3	a	1	1	5	a	20	3	2	n	20	2	3	n
					1	-1	3	a	18	1	1	n	1	0	5	a	1	0	5	a
					####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n
					####	####	0	n	####	####	0	n	35	7	2	n	35	7	2	n
					28	-11	1	n	28	-11	1	n	####	####	0	n	-3	-11	1	n
					####	####	0	n	0	0	2	n	42	2	1	n	28	-3	1	n
					37	12	1	n	39	-10	2	n	39	-10	2	n	1	-1	3	a
					32	16	1	n	24	20	1	n	####	####	0	n	24	4	1	n
					####	####	0	n	16	2	1	n	16	2	1	n	####	####	0	n
					####	####	0	n	2	26	1	n	####	####	0	n	####	####	0	n
					####	####	0	n	18	15	2	n	20	13	2	n	20	13	2	n
					####	####	0	n	####	####	0	n	-1	0	6	a	28	-1	1	n
					4	11	1	n	4	11	1	n	4	11	1	n	33	14	2	n
					3	8	2	n	####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n
					####	####	0	n	-1	0	2	n	-1	0	2	n	0	19	2	n
					25	18	1	n	####	####	0	n	####	####	0	n	####	####	0	n
					####	####	0	n	17	-19	1	n	35	13	1	n	34	1	4	n
					####	####	0	n	25	27	1	n	####	####	0	n	9	-4	2	n
					39	3	2	n	39	3	2	n	####	####	0	n	40	2	1	n
					8	5	1	n	8	5	1	n	####	####	0	n	####	####	0	n

Tabulka 7 Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí na počtu významných bodů. –Vypočteny chyby (počet bodu 14 až 20).

použitá série snímků	body[-]	Chyba [pixel]				Vekt. [-]				S [-]				Chyba [pixel]				Vekt. [-]				S [-]											
		14				16				18				20																			
10	Morav. oper.	0	0	5	a	0	0	6	a	0	0	7	a	-2	14	2	n	0	0	5	a	0	0	6	a	0	0	7	a	-2	14	2	n
		-1	-2	5	a	-1	-2	6	a	-1	-2	8	a	-1	-2	9	a	-1	-2	5	a	-1	-2	6	a	-1	-2	8	a	-1	-2	9	a
		0	-2	7	a	0	-1	7	a	0	-2	10	a	0	-2	10	a	0	-2	7	a	0	-1	7	a	0	-2	10	a	0	-2	10	a
		-1	15	1	n	-1	15	1	n	-1	15	1	n	-1	15	1	n	-1	15	1	n	-1	15	1	n	-1	15	1	n	-1	15	1	n
		-2	17	1	n	-1	-1	12	a	1	16	2	n	-2	17	1	n	-1	-1	12	a	1	16	2	n	-2	17	1	n	-1	-1	12	a
		6	16	3	n	6	16	3	n	6	16	4	n	-1	-2	8	a	6	16	3	n	6	16	3	n	6	16	4	n	-1	-2	8	a
		0	0	7	a	0	0	9	a	0	0	10	a	0	0	12	a	0	0	7	a	0	0	9	a	0	0	10	a	0	0	12	a
		0	-1	8	a	0	-1	8	a	0	-1	8	a	0	-1	9	a	0	-1	8	a	0	-1	8	a	0	-1	8	a	0	-1	9	a
	1	29	2	n	1	29	2	n	1	29	2	n	1	29	2	n	1	29	2	n	1	29	2	n	1	29	2	n	1	29	2	n	
	Lapl. oper.	6	-11	2	n	6	-11	2	n	-1	2	6	a	-1	3	7	n	6	-11	2	n	6	-11	2	n	-1	2	6	a	-1	3	7	n
		-1	-1	9	a	-1	-1	9	a	-1	-1	10	a	-1	-1	10	a	-1	-1	9	a	-1	-1	9	a	-1	-1	10	a	-1	-1	10	a
		####	####	0	n	####	####	0	n	-2	12	1	n	-1	12	2	n	####	####	0	n	####	####	0	n	-2	12	1	n	-1	12	2	n
		-2	-10	3	n	-1	-3	6	n	-1	-3	6	n	-1	-3	6	n	-2	-10	3	n	-1	-3	6	n	-1	-3	6	n	-1	-3	6	n
		####	####	0	n	-1	-9	3	n	1	-9	5	n	0	-23	8	n	####	####	0	n	-1	-9	3	n	1	-9	5	n	0	-23	8	n
		-1	-2	9	a	-1	-2	9	a	-1	0	8	a	-1	-1	10	a	-1	-2	9	a	-1	-2	9	a	-1	0	8	a	-1	-1	10	a
		-1	30	1	n	-1	30	1	n	0	27	2	n	0	6	6	n	-1	30	1	n	-1	30	1	n	0	27	2	n	0	6	6	n
		1	10	1	n	1	10	1	n	1	10	1	n	1	10	1	n	1	10	1	n	1	10	1	n	1	10	1	n	1	10	1	n
	1	23	1	n	1	23	1	n	9	21	1	n	12	-1	2	n	1	23	1	n	1	23	1	n	9	21	1	n	12	-1	2	n	
2	Morav. oper.	-43	-17	5	n	-43	-17	6	n	-43	-17	7	n	-45	-3	2	n	-43	-17	5	n	-43	-17	6	n	-43	-17	7	n	-45	-3	2	n
		-40	-3	5	n	-40	-3	6	n	-40	-3	8	n	-40	-3	9	n	-40	-3	5	n	-40	-3	6	n	-40	-3	8	n	-40	-3	9	n
		-41	-3	7	n	-41	-2	7	n	-41	-3	10	n	-41	-3	10	n	-41	-3	7	n	-41	-2	7	n	-41	-3	10	n	-41	-3	10	n
		-43	20	1	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n	-43	20	1	n
		-40	13	1	n	-39	-5	12	n	-37	12	2	n	-40	13	1	n	-40	13	1	n	-39	-5	12	n	-37	12	2	n	-40	13	1	n
		-30	13	3	n	-30	13	3	n	-30	13	4	n	-37	-5	8	n	-30	13	3	n	-30	13	3	n	-30	13	4	n	-37	-5	8	n
		-39	6	7	n	-39	6	9	n	-39	6	10	n	-39	6	12	n	-39	6	7	n	-39	6	9	n	-39	6	10	n	-39	6	12	n
		-37	6	8	n	-37	6	8	n	-37	6	8	n	-37	6	9	n	-37	6	8	n	-37	6	8	n	-37	6	8	n	-37	6	9	n
	-41	22	2	n	-41	22	2	n	-41	22	2	n	-41	22	2	n	-41	22	2	n	-41	22	2	n	-41	22	2	n	-41	22	2	n	
	Lapl. oper.	-37	-28	2	n	-37	-28	2	n	-44	-15	6	n	-44	-14	7	n	-37	-28	2	n	-37	-28	2	n	-44	-15	6	n	-44	-14	7	n
		-40	-2	9	n	-40	-2	9	n	-40	-2	10	n	-40	-2	10	n	-40	-2	9	n	-40	-2	9	n	-40	-2	10	n	-40	-2	10	n
		####	####	0	n	####	####	0	n	-43	11	1	n	-42	11	2	n	####	####	0	n	####	####	0	n	-43	11	1	n	-42	11	2	n
		-44	-5	3	n	-43	2	6	n	-43	2	6	n	-43	2	6	n	-44	-5	3	n	-43	2	6	n	-43	2	6	n	-43	2	6	n
		####	####	0	n	-39	-13	3	n	-37	-13	5	n	-38	-27	8	n	####	####	0	n	-39	-13	3	n	-37	-13	5	n	-38	-27	8	n
-37		-5	9	n	-37	-5	9	n	-37	-3	8	n	-37	-4	10	n	-37	-5	9	n	-37	-5	9	n	-37	-3	8	n	-37	-4	10	n	
12	Morav. oper.	-1	0	9	a	-1	0	10	a	-1	0	11	a	0	0	13	a	-1	0	9	a	-1	0	10	a	-1	0	11	a	0	0	13	a
		0	-1	9	a	0	-1	9	a	0	-1	9	a	0	0	13	a	0	-1	9	a	0	-1	9	a	0	-1	9	a	0	0	13	a
		0	0	6	a	0	0	8	a	0	0	9	a	0	1	11	a	0	0	6	a	0	0	8	a	0	0	9	a	0	1	11	a
		0	1	5	a	0	1	7	a	0	1	9	a	0	1	12	a	0	1	5	a	0	1	7	a	0	1	9	a	0	1	12	a
		0	1	6	a	1	1	7	a	1	0	9	a	1	0	10	a	0	1	6	a	1	1	7	a	1	0	9	a	1	0	10	a
		0	0	9	a	0	0	11	a	0	0	13	a	0	1	15	a	0	0	9	a	0	0	11	a	0	0	13	a	0	1	15	a
		-1	0	6	a	-1	0	7	a	-1	0	8	a	-1	0	12	a	-1	0	6	a	-1	0	7	a	-1	0	8	a	-1	0	12	a
		-1	0	6	a	0	0	7	a	0	0	8	a	0	0	8	a	-1	0	6	a	0	0	7	a	0	0	8	a	0	0	8	a

Příloha 6 - Tabulka 9 Závislost trvání algoritmu na počtu významných bodů

Poučítá serie snímků		Počet významných bodů							
		6	8	10	12	14	16	18	20
2	Moravcův operátor	3382	1789	1594	2124	1741	2274	1920	1767
		495	438	403	719	379	408	400	405
		389	346	363	368	377	359	374	392
		354	355	358	375	374	388	434	409
		367	345	346	371	376	404	396	383
		375	377	364	391	529	420	422	444
		347	357	450	379	393	399	437	443
		361	360	363	379	381	419	442	480
	370	364	372	405	408	465	466	460	
	Laplasův operátor	708	624	624	787	599	637	691	676
		392	357	395	420	388	426	423	432
		355	369	360	357	340	392	433	468
		363	357	372	375	370	406	397	425
		395	400	395	441	469	510	539	553
		372	375	423	403	432	465	565	557
		377	396	436	434	473	490	495	3519
382		403	515	465	454	466	472	35554	
356	384	401	404	423	514	513	483		
10	Moravcův operátor	1676	1665	1686	1665	1699	1730	1718	1720
		419	395	420	399	399	413	383	415
		338	341	347	358	354	377	379	391
		330	341	348	370	376	382	386	389
		333	342	335	361	363	378	391	398
		345	364	351	389	372	394	405	424
		337	354	367	395	389	424	430	464
		339	363	344	376	387	392	403	479
	345	371	371	442	394	446	472	473	
	Laplaceov operátor	575	619	609	667	648	655	687	703
		341	369	355	375	379	419	423	439
		342	345	359	377	364	377	434	481
		334	367	360	425	391	396	404	438
		352	357	379	483	469	491	545	572
		387	385	386	432	431	446	566	591
		366	392	403	448	442	494	490	3718
354		399	458	526	937	455	456	36504	
341	372	768	440	421	523	506	548		
12	Moravcův operátor	1284	969	1112	863	900	826	890	1076
		402	365	443	513	417	365	507	383
		372	355	376	373	516	352	357	377
		417	396	419	528	406	401	377	397
		384	383	397	418	376	585	360	377
		399	391	415	404	366	368	385	378
		774	760	758	769	754	764	778	719
		831	849	788	795	844	857	827	1256
	1179	1195	1130	1166	1153	1210	1176	1100	
	Laplasův operátor	3659	3520	3488	3442	3556	3390	3422	3465
		474	421	428	461	428	430	435	437
		1488	1394	1374	1443	1443	1454	1419	1425
		1798	1797	1751	1775	1717	1840	1703	1698
		8595	8390	8284	8216	8053	8343	8317	8365

		8061	8083	7847	7554	7920	8175	7901	7856
		5782	5964	5742	5695	5703	5848	5575	5847
		1416	1446	1374	1406	1423	1422	1421	1414
		12158	12039	11686	11431	11838	11372	11785	12249
18	Moravcův operátor	1087	1004	935	816	937	857	1218	1145
		374	370	341	368	354	341	523	419
		376	377	342	343	358	342	371	340
		362	344	330	330	508	367	339	338
		370	365	352	479	447	356	400	355
		383	371	340	549	349	338	356	356
		379	380	340	351	344	541	356	353
		360	388	348	353	352	543	374	376
	386	374	349	351	358	391	357	348	
	Laplasův operátor	894	810	858	803	756	806	825	772
		476	500	469	470	479	468	499	447
		460	454	451	418	502	420	458	421
		383	391	389	351	344	350	369	341
		400	408	421	363	418	378	400	358
		414	404	413	381	381	392	377	377
		396	412	392	373	359	387	444	360
		428	446	410	392	425	429	440	378
	444	452	425	437	412	409	500	386	

Lapl. oper.	2	22	2	22	2	22	2	22	2	23	0	0	0	0	0	0	0	-1	
	3	19	3	19	3	19	3	19	3	19	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	
	-2	19	-2	19	-2	19	-2	18	-2	18	0	0	0	0	0	1	0	1	
	7	19	7	19	6	19	6	19	6	19	0	0	1	0	1	0	1	0	
	-11	20	-11	20	-11	20	-11	20	-10	20	0	0	0	0	0	0	-1	0	
	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	Morav. oper.	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	0	0	0	0	0	0	
		12	18	12	18	12	18	12	18	12	18	0	0	0	0	0	0	0	
		-4	19	-4	19	-4	19	-4	19	-4	19	0	0	0	0	0	0	0	
		-4	18	-4	18	-4	18	-4	18	-4	18	0	0	0	0	0	0	0	
		-2	19	-2	19	-2	19	-2	19	-2	19	0	0	0	0	0	0	0	
		4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	0	0	0	0	0	0	0	
		9	18	9	18	9	18	9	17	9	17	0	0	0	0	0	1	0	1
		2	18	2	18	2	18	2	18	2	18	0	0	0	0	0	0	0	0
		-7	18	-7	18	-7	18	-7	18	-7	18	0	0	0	0	0	0	0	0
Lapl. oper.	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
	12	18	12	18	12	18	12	18	12	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
	-4	19	-4	19	-4	19	-4	19	-4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	
	-4	18	-4	18	-4	18	-4	18	-4	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
	-2	19	-2	19	-2	19	-2	19	-2	19	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9	18	9	18	9	17	9	17	9	17	0	0	0	1	0	1	0	1	
	2	18	2	18	2	18	2	18	2	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
	-7	18	-7	18	-7	18	-7	18	-7	18	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabulka 11 Závislost úspěšnosti nalezení vektoru posunutí velikosti výřezu obrazu. Velikost matice 80x80 až 20x20 pixelů.

Použitá série	skutečná hodnota	vypočtené hodnoty [pixel]								Chyba [pixel]									
		80		60		40		20		80		60		40		20			
10	Morav. oper.	8	22	7	22	7	22	8	22	11	22	1	0	1	0	0	0	-3	0
		3	22	2	22	3	22	3	22	5	22	1	0	0	0	0	0	-2	0
		3	22	3	22	3	22	3	22	2	22	0	0	0	0	0	0	1	0
		-2	22	-2	22	-2	22	-1	22	0	22	0	0	0	0	-1	0	-2	0
		-4	20	-5	20	-5	20	-4	20	1	21	1	0	1	0	0	0	-5	-1
		-2	16	-2	16	-2	16	-2	16	-1	16	0	0	0	0	0	0	-1	0
		5	20	5	20	5	20	5	20	6	20	0	0	0	0	0	0	-1	0
		-8	20	-8	20	-8	20	-8	20	-6	20	0	0	0	0	0	0	-2	0
		7	22	7	22	7	22	7	22	7	22	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lapl. oper.	8	22	7	22	7	22	8	22	10	22	1	0	1	0	0	0	-2	0
		3	22	2	22	2	22	3	22	5	22	1	0	1	0	0	0	-2	0
		3	22	3	22	3	22	3	22	5	22	0	0	0	0	0	0	-2	0
		-2	22	-2	22	-2	22	-3	22	-2	22	0	0	0	0	1	0	0	0
		-4	20	-5	20	-5	20	-5	20	-5	20	1	0	1	0	1	0	1	0
		-2	16	0	17	0	17	0	17	0	17	-2	-1	-2	-1	-2	-1	-2	-1
5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-8	20	-8	20	-8	20	-8	20	-8	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	22	7	22	7	22	7	22	7	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2		-9	-21	-9	-21	-9	-21	-9	-21	-9	-21	0	0	0	0	0	0	0	

Příloha 8 - Tabulka 12 Závislost trvání výpočtu algoritmu na velikosti výřezu obrazu.

	série obrazů	velikost matice výřezu z obrazu a odpovídající čas [ms]							
		160	140	120	100	80	60	40	20
Morav. oper.	10	7224	5629	4119	2943	2001	1299	803	559
	2	7302	5633	4104	3200	2002	1291	808	560
	12	7294	5586	4107	3132	2053	1297	808	562
	18	7300	5586	4104	3127	2126	1290	808	564
	průměr	7280	5609	4108	3100	2045	1294	807	561
Lapl. oper.	10	7728	5641	4196	2997	2071	1336	848	594
	2	7366	5671	4156	3255	2054	1340	843	593
	12	7371	5661	4178	3195	2299	1335	848	597
	18	7379	5664	4172	3200	2181	1343	852	595
	průměr	7461	5659	4176	3162	2151	1339	848	595