CHARAKTERISTIKA VÝSKUMOV V OBLASTI VIDEODETEKCIE POHYBU

Martin Ďurovec*)

ABSTRAKT
Článok sa zaoberá oblasťou kamerových systémov so zameraním na funkciu detekcie pohybu. V rámci tejto témy sa sústredíme na výskumy vykonávané s cieľom zisťovať funkčné vlastnosti systémov video detekcie pohybu. Článok poskytuje analýzu a prehľad viacerých prístupov výskumov vykonávaných v tejto oblasti. Popisuje ich zameranie a výsledky, ktoré boli dosiahnuté.

Kľúčové slová
Kamerový dohľadový systém, video detekcia, testovanie

ABSTRACT
The article deals with video motion detection function of video surveillance systems. Article analyse several researches which were focused on video motion detection with purpose to verify its features, possibilities and limits. There are description of approaches and the results which were reached in each research.

Key words:
Video surveillance system, video detection, testing

1 VIDEO DETEKCIA POHYBU

Pod pojmom video detekcia pohybu rozumieme funkciu kamerového dohľadového systému, ktorá slúži na zisťovanie aktivity (pohybu) na snímaných scénach. Tento systém je tiež nazývaný detekcia aktivity. Detekcia pohybu poskytuje elektronickú alternatívu k operátorom sledujúcim obrazovky na dohľadovom stredisku, pričom upozorní na situácie vyžadujúce pozornosť obsluhy. Vo všeobecnosti je možné povedať, že video detekcia pohybu funguje na princípe porovnávania rozdielov vznikajúcich na snímkach po sebe nasledujúcich, alebo

*) Martin, Ďurovec Ing. Fakulta bezpečnostného inžinierstva ŽU, Ul. 1. Mája 32, 01 026 Žilina, 041 5136 6794, martin.durovec@fbi.uniza.sk

rozdielov medzi aktuálnou a referenčnou snímkou. Systém samostatne monitoruje a analyzuje snímané obrazy, vyhodnocuje zmenu, ktorá v nich nastala a rozsah tejto zmeny. Pri zmenách obrazu, ktoré pomocou softvérových algoritmov vyhodnotí ako pohyb, vykoná požadovanú operáciu (alarm, zapnutie nahrávania, nahrávanie s vyšším počtom snímok za sekundu a pod.).

2 VÝSKUMI V OBLASTI VIDEODETEKCIE POHYBU

V oblasti videodetekcie pohybu sa vykonáva mnoho výskumov. Všeobecne možno povedať, že sú zamerané na vytváranie nových algoritmov, vylepšovanie algoritmov a použitých techník, a tým zvyšovanie ich efektivity. Jednotliví autori sa zameriavajú na testovanie rôznych algoritmov detegovania pohybu, porovnávajú ich navzájom za rôznych prevádzkových podmienok. Takými to výskumami sa zaoberali:
Widyawan, Zul M. vo výskume, v ktorom vykonali testovanie systémov s algoritmami dynamického a adaptívneho porovnávania vzorov. Test bol vykonávaný za bežnej prevádzky v priestoroch vestibulu administratívnej budovy s použitím kamier s funkciou PTZ. Oba systémy dosahovali úspešnosť okolo 90% s tým, že systém s adaptívnym porovnávaním vzorov bol úspešnejší v rozsahu do 10% [14].

Hall D. a kol. sa zamerali na porovnanie piatich algoritmov využívajúcich metódu odrátavania pozadia. Na porovnávanie využili zábery z vnútornej scény so zlými svetelnými podmienkami. Jednalo sa o scénu, kde bol zachytávaný pohyb ľudí vo vstupnej hale administratívnej budovy v rôznych častiach dňa. Porovnávané systémy vykazovali takmer zhodné výsledky čo sa týka schopnosti detekcie a pomeru falošných poplachov. Pomer falošných poplachov sa im následne podarilo znížiť využitím ďalšieho softvérového časového filtrovania. To im pomohlo zredukovať aj čas potrebný na výpočty [4].

Brutzer S., Hoferlin B. a Heidemann G. vykonali testy na deviatich algoritmoch na rôznych simulovaných podmienkach. Pri testovaní sa využili zmeny, ktoré sa môžu vyskytovať pri bežnej prevádzke kamerových systémov. Použili postupné a náhle zmeny osvetlenia, pohyblivé pozadie, maskovanie (objekty splývajúce s pozadím), tiene, šum vo videosignále, vytvorenie pozadia zo snímok, ktoré obsahujú objekt (angl. Bootstrapping). Tiež pri testoch skúšali použiť rôznu kompresiu videosignálu. Výskumom zistili, že každý z testovaných algoritmov vykazoval za určitých okolností nedostatky. Snímané scény však neboli z reálnych záberov (boli použité počítačové animácie) a taktiež šum bol vytváraný pomocou softvérových nástrojov [1].
Shanthi C. a Saravanan E. sa zamerali na vylepšenie vybraného algoritmu využívajúceho metódu odrátavania pozadia s dôrazom na zlepšenie jeho výkonu z pohľadu aktualizácie referenčného pozadia a práce v prípadoch, kedy nastávajú otrasy kamery a vznikajú tiene na snímanej scéne. Na testovanie boli využité snímky získané z reálneho prostredia [13].

Elgammal A., Harwood D. a Davis L. vykonali experimenty zamerané na porovnanie citlivosti dvoch vybraných algoritmov detekcie pohybu využívajúcich metódu odrátavania pozadia. Boli vykonané dva testy. Pri prvom bolo zisťované ako musia upravovať citlivosť pre zachovanie rovnakého pomeru falošných poplachov pri zvyšujúcom sa kontraste skúšobného cieľa. Pri druhom bolo zisťované ako sa zmenia tieto pomery v prípade, že je na snímanej scéne umiestnený skúšobný testovací objekt

(reflexný disk). Vykonali sa experimenty vo vonkajšom prostredí, ktoré obsahovalo rušivé vplyvy (pohyb konárov stromov alebo krov). Pri experimentoch boli použité testovacie ciele s nízkym kontrastom oproti pozadiu, ktorý sa postupne zvyšoval. Oba algoritmy mali podobné výsledky pri veľmi nízkom kontraste. Pri zvyšujúcom sa kontraste neparametrický model vykazoval lepšie výsledky a tak isto lepšie výsledky vykazoval pri testoch s testovacím objektom v scéne [3].

Kim K. a kol. prezentovali upravený algoritmus, ktorý je porovnali s ďalšími použitím rôznych scén (vnútorných aj vonkajší). Vylepšený algoritmus vykazoval dobré výsledky čo sa týka rýchlosti prepočtov a požiadaviek na operačnú pamäť [6].
Prati A. a kol. vykonali kvantitatívne a kvalitatívne porovnania štyroch vybraných algoritmov zameraných na detekciu pohybujúcich sa tieňov vyskytujúcich sa v obraze. Pri testoch boli použité zábery z vonkajšieho aj vnútorného prostredia. Výsledky ukázali, že každý z testovaných algoritmov pracuje s rôznou úspešnosťou v rôznych podmienkach pričom ani jeden nebol výrazne lepší od ostatných [12].

Karaman M. a kol. porovnávali 9 vybraných algoritmov využívajúcich metódu odrátavania pozadia v rovnakých podmienkach vnútorného a vonkajšieho prostredia. Metódy boli porovnávané z hľadiska používaného prístupu, kvality odrátavania obrazu, výpočtovej zložitosti a potrebnej operačnej pamäte . Pri testoch boli využité aj komprimované a nekomprimované formy obrazu. Výsledky ukázali, že pri použití komprimovaných obrazov vznikali rozdiely a zhoršila sa kvalita odrátavania pozadia. Výsledkom bolo zistenie, že systémy využívajúce farebný obraz sú presnejšie a výkonnejšie ako tie, ktoré používajú obraz v odtieňoch sivej. Tak isto sa potvrdilo, že systémy využívajúce štatistické metódy sú lepšie ako tie, ktoré využívajú jednoduché priemerovanie. Taktiež dospeli k záveru, že výkonnosť závisí od kombinácie používaných informácií, modelu pozadia a od používaných klasifikačných a kombinačných stratégií. A že pre aplikácie na použitie v reálnom čase je potrebná ich ideálna kombinácia a nie vždy je vhodná možnosť, ktorá využíva maximum prepočtových operácií [5].

Marghes C., Bouwmans T. a Vasiu R. predstavili algoritmus, v ktorom spojili dve rôzne metódy pre vytváranie pozadia a detekcie objektov v popredí snímanej scény, pričom poskytovala výhody obidvoch. Následne testovaním dospeli k záveru, že vzniknutý algoritmus vykazuje lepšie výsledky ako samostatné pôvodné metódy [8].

Mittal A. a Paragios N. pri testovaní využívali dva rôzne typy vonkajších scén s obsahom rušivých vplyvov. Testovaný algoritmus bol porovnaný s ďalšími, pričom vykazoval nízky pomer falošných poplachov aj pri použití záznamu vonkajšieho prostredia o dĺžke niekoľkých dní. Tak isto vykazoval schopnosť detegovať pohyb, ktorý sa líšil oproti konštantným pohybom na pozadí len veľmi málo (pohyb na vlniacej sa hladine vody) [9].

Patel N. vo svojom výskume predstavil algoritmus, kde na zlepšenie detekčnej schopnosti okrem samotnej metódy časových rozdielov využíval aj sledovanie a overovanie objektu. Metóda vykazovala pri testovaní lepšie výsledky v prípadoch, kedy by sa menší pohyb nezaznamenal kvôli nastaveným prahom pre zmenu v zobrazovacích bodoch. V prípade veľmi malého pohybu bol objekt veľmi ľahko detegovaný pomocou sledovania variácie zobrazovacích bodov na nasledovných snímkach [11].

Nikolov B. a Kostov N. predstavili a testovali dve varianty upraveného algoritmu, ktorý využíva metódu odrátavania pozadia. V testoch boli porovnávané staršia a dve nové varianty algoritmu, pričom boli použité tri videá reprezentujúce rôzne typy scén (deň, noc, veterno). Výsledky ukázali, že výkonnosť variantov bola závislá od typu snímanej scény, pričom oba pracovali lepšie za rôznych podmienok [10].

Lavanya P. vytvorila a testovala nový algoritmus využívajúci metódu odrátavania pozadia. Hlavnou úlohou bolo získať algoritmus, ktorý by pracoval s dobrými výsledkami v reálnom čase pri použití kamier vo vnútorných priestoroch. Funkčnosť algoritmu mala byť nezávislá na tom, kde je kamera umiestnená, a aby systém správne pracoval aj v prípadoch, kedy sa na scéne vyskytujú rôzne odlesky, tiene, zmeny osvetlenia, pohybujúce sa dvere a podobné rušivé vplyvy. Pri testoch algoritmus vykazoval dobú funkčnosť s nízkym pomerom falošných poplachov [7].
Cucchiara R. a kol. prezentovali a testovali algoritmus, ktorý je časťou systému na sledovanie pohybu v obraze (angl. tracking). Predstavený algoritmus bol zameraný na detegovanie pohybujúcich sa objektov, tieňov a „duchov“. Algoritmus umožnil redukciu výpočtového zaťaženia a kompenzáciu vznikajúcich chýb modulu pre detekciu [2].

Okrem výskumov na zlepšovanie detekčnej schopnosti alebo znižovania pomeru falošných poplachov sa vykonávajú aj iné, ktoré sú zamerané na výkonnostné parametre systémov videodetekcie pohybu, z pohľadu nárokov na zariadenia alebo sieť. Takými sú napríklad vytváranie algoritmov, ktoré znižujú čas potrebný na prepočty a množstvo operačnej pamäte potrebnej na vykonávanie procesov. Iné sú vytvárané tak, aby prenos videa v reálnom čase zaberal čo najmenšiu šírku pásma na sieti alebo sa znížila energetická náročnosť pri zachovaní výkonnosti videodetekcie.
Veľa autorov sa zameriava na vytváranie vlastných algoritmov a prezentujú výsledky, ktoré dosahujú. Testovanie sa realizuje na úrovni softvérového testovania s použitím vopred získaných záznamov, testami počas reálnej prevádzky (tzv. online), alebo sú tiež využívané animácie simulujúce snímanú scénu. Každý z autorov nových alebo vylepšených algoritmov prezentuje výsledky, ktoré sú v prospech ich algoritmov oproti porovnávaným. Ako je vidieť testovanie sa vykonáva za rôznych podmienok, v rôznych prostrediach a pod. pričom porovnanie výsledkov jednotlivých výskumov by nebolo objektívne.

Pre lepšie a objektívnejšie porovnávanie by bolo vhodnejšie využitie jednotnej metodiky, ktorá by zahŕňala snímanie v rôznych scénach a v rôznych podmienkach. Na základe výsledkov by bolo možné lepšie porovnávanie algoritmov na detekciu pohybu. Takáto metodika v súčasnosti nie je vytvorená. Požiadavky na kamerové systémy z ktorej by mala vychádzať sú technické štandardy pre bezpečnostné kamerové systémy. Ide teda hlavne o európske technické normy skupiny EN 50132 a v súčasnosti zavádzané normy skupiny EN 62676. Tie definujú požiadavky na obrazové systémy, prenos obrazu a prenosové protokoly a pokyny na používanie týchto systémov.

Na základe výsledkov získaných testovaním podľa takejto metodiky by bolo možné navrhovať odporúčania, ktoré by pomohli zvyšovať efektivitu a spoľahlivosť týchto systémov. Tieto opatrenia by mohli byť následne zakomponované do technických štandardov, zhrnuté do metodického usmernenia pre oblasť video detekcie

pohybu, alebo ako podklady pre ďalšie vylepšovania algoritmov určených na video detekciu pohybu.

LITERATÚRA

[1] BRUTZER S., HÖFERLIN, B. HEIDEMENN, G. [n.d.] *Comparison of target detection algorithms using adaptive background models* [on line]. IEEE [2014-10-13]. Dostupné na: http://www.vis.uni-stuttgart.de/uploads/tx_vispublications/Brutzer2011-2.pdf

[2] CUCCHIARA, R. GRANA, C. PICCARDI, M. PRATI, A. [n.d.] *Detecting Objects, Shadows and Ghosts in Video Streams by Exploiting Color and Motion Information* [on line]. [2014-10-17]. Dostupné na: http://imagelab.ing.unimore.it/imagelab/pubblicazioni/iciap2001.pdf

[3] ELGAMMAL, A. HARWOOD D. DAVIS, L. [n.d.] *Non-parametric Model for Background Subtraction [on line]. University of Maryland* [2014-10-24]. Dostupné na: https://www.cs.umd.edu/users/elgammal/docs/eccv2000.pdf

[4] HALL, D. NASCIMENTO, J. RIBERIO, P. ANDRADE, E. MORENO, P. PESNEL, S. LIST, T. EMONET, R. FISHER, R. B. SANTOS, V. J. CROWLEY, J. l. [n.d.] *Comparison of target detection algorithms using adaptive background models* [on line]. [2014-12-04]. Dostupné na: http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CAVIAR/PAPERS/dhpets05.pdf

[5] KARAMAN, M. GOLDMANN, L. YU, D. SIKORA, T. [n.d.] *Comparison of Static Background Segmentation Methods [on line]. Department of Communication Systems* [2014-10-15]. Dostupné na: http://elvera.nue.tu-berlin.de/files/0744Karaman2005.pdf

[6] KIM, K. CHALIDABHONGSE, T. H. HARWOOD, D. DAVIS, L. 2005. *Real-time foreground–background segmentation using codebook model on line]. Elsevier* [2014-10-19]. Dostupné na: http://www.umiacs.umd.edu/users/knkim/paper/Kim-RTI2005-FinalPublished.pdf

[7] LAVANYA, M. P. 2014. *Real Time Motion Detection Using Background Subtraction Method and Frame Difference* [on line]. International Journal of Science and Research [2014-10-13]. ISSN 2319-7064 Dostupné na: http://www.ijsr.net/archive/v3i6/MDIwMTQ2NjE%3D.pdf

[8] MARGHES C., BOUWMANS T. A VASIU R. [n.d.] *Background Modeling and Foreground Detection via a Reconstructive and Discriminative Subspace Learning Approach* [on line]. [2014-10-15]. Dostupné na: http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2012/IPC2109.pdf

[9] MITTAL, A. a PARAGIOS, N. 2004. *Motion-Based Background Subtraction using Adaptive Kernel Density Estimation* [on line]. [2014-10-22]. Dostupné na: http://www.cse.iitm.ac.in/~amittal/cvpr2004.pdf

[10] NIKOLOV, B. KOSTOV, N. [n.d.] *Motion Detection Using Adaptive Temporal Averaging Method* [on line]. Department of Communication Technologies [2014-10-18]. Dostupné na: http://www.radioeng.cz/fulltexts/2014/14_02_0652_0658.pdf

[11] PATEL, N. 2012. *Motion Detection based on Multi Frame Video under Surveillance System* [on line]. International Journal of Emerging Technology and

Advanced Engineering [2014-10-12]. ISSN 2250-2459 Dostupné na: http://www.ijetae.com/files/Volume2Issue1/IJETAE_0112_24.pdf

[12] PRATI, A. MIKIĆ, I. TRIVEDI, M.M. CUCCHIARA, R. [n.d.] *Detecting Moving Shadows: Formulation, Algorithms and Evaluation* [on line]. [2014-10-22]. Dostupné na: http://cvrr.ucsd.edu/aton/publications/pdfpapers/TRshadow.pdf

[13] SHANTHI, C. a SARAVANAN, E. 2013. *Background Subtraction Techniques: Systematic Evaluation and Comparative Analysis* [on line]. International Journal of Modern Engineering Research [2014-10-13]. ISSN 2249-6645. Dostupné na: http://www.vis.uni-stuttgart.de/uploads/tx_vispublications/Brutzer2011-2.pdf

[14] WIDYAWAN. ZUL, I. M. 2012. *Adaptive Motion Detection Algorithm using Frame Differencesand Dynamic Template Matching Method [on line]. Daejeon Convention Center* [2014-10-20]. Dostupné na: http://www.academia.edu/3245918/Adaptive_Motion_Detection_Algorithm_using_Frame_Differences_and_Dynamic_Template_Matching_Method3 pt)

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.