



## **EXPERIMENTÁLNE TESTOVANIE VIDEO DETEKcie POHYBU**

**Martin Ďurovec<sup>1)</sup> Milan Kutaj<sup>2)</sup>**

### **ABSTRAKT**

Autori v článku prezentujú experimentálne skúmania zamerané na video analýzu. Konkrétne boli experimenty zamerané na detekciu pohybu prostredníctvom analýzy obrazu (video detekcia pohybu). V článku je stručne priblížená problematika video detekcie pohybu, opísané sú ciele a postup vykonávania experimentov a následne sú vyhodnotené výsledky meraní.

### **Kľúčové slová:**

Video detekcia pohybu, kamerový systém, experiment

### **ABSTRACT**

Article presents experiment focused on video analysis specifically on video motion detection. Paper shortly described systems for video motion detection its functionality and relations between video analysis and video motion detection. There are also short description of experiment procedure and its results.

### **Key words:**

Video motion detection, Video surveillance system, experiment

## **1 VIDEO DETEKcia POHYBU**

Kamerové bezpečnostné systémy patria do skupiny technických prvkov ochrany osôb a majetku. V súčasnej dobe sú používané nie len na ochranu majetku ale aj vo výrobných, či ďalších aplikáciách.

---

<sup>1)</sup> Martin, Ďurovec Ing., Katedra bezpečnostného manažmentu FBI, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 01 026 Žilina, 041 513 6794, martin.durovec@fbi.uniza.sk

<sup>2)</sup> Milan, Kutaj Ing., Katedra bezpečnostného manažmentu FBI, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 01 026 Žilina, 041 513 6794, milan.kutaj@fbi.uniza.sk

Súčasnú technológiu kamerových bezpečnostných systémov umožňujú nahrávanie vo vysokej kvalite obrazu, ktorá sa neustále zlepšuje a zároveň sa s vyššou dostupnosťou zvyšujú aj počty kamier. S takýmto rastom však súvisia aj masívne množstvá zaznamenávaných video dát, ktorých sledovanie je náročné. Niektoré dáta neboli sledované a nikdy ani nebudú prehrané prevažne z dôvodu nedostatku času. Výsledkom toho je, že niektoré udalosti a incidenty môžu ostať nepovšimnuté a podozrivé správanie nezachytené včas tak, aby sa stihlo predísť alebo zabrániť bezpečnostným incidentom ako napríklad páchaniu zločinov. Kamerové bezpečnostné systémy sa ako aj iné technológie konštantne prispôbujú požiadavkám a trendom trhu. Systémy pôvodne určené len na monitorovanie obrazov z jednotlivých kamier sa zmenili na systémy, ktoré neslúžia len na ochranu majetku, ale tiež na ochranu života a zdravia. Vývoj v tejto oblasti viedol k vývoju tzv. inteligentného videa, alebo video analýzy [1] [2].

## **1.1 VIDEO ANALÝZA**

Video analýza je proces analyzovania video dát s cieľom ich transformácie na inak využiteľné informácie. Systémy na video analýzu využívajú komplexné algoritmy na preklápanie videa do dát a ich analýzu. Typicky sa systémy snažia extrahovať pohybujúce sa objekty alebo iné rozpoznateľné predmety záujmu, zatiaľ čo filtrujú irelevantné aktivity. Výsledné dáta sú ukladané do databáz, z ktorých sú následne vyhľadávané a analyzované aplikovaním súborov pravidiel. Systém rozhoduje o tom, či zaznamenaná udalosť je normálna a nepodstatná alebo má byť označená ako výstraha pre obsluhu kamerového systému.

Tieto systémy majú veľkú výhodu v tom, že sa nikdy neunavia a teda môžu pracovať nepretržite 24 hodín denne 7 dní v týždni, čo výrazne zvyšuje pravdepodobnosť detegovania nežiaducich incidentov. Okrem toho je možné dáta z video dohľadu využívať pri prepojení kamerových systémov s ďalšími aplikáciami či už bezpečnostnými, ako napr. systémami riadenia vstupov, alebo napríklad aj pre manažment obchodu a podobne.

Základnou a prevládajúcou aplikáciou video analýzy v kamerových systémoch je video detekcia pohybu [1] [2].

## **1.2 VIDEO DETEKCIA POHYBU**

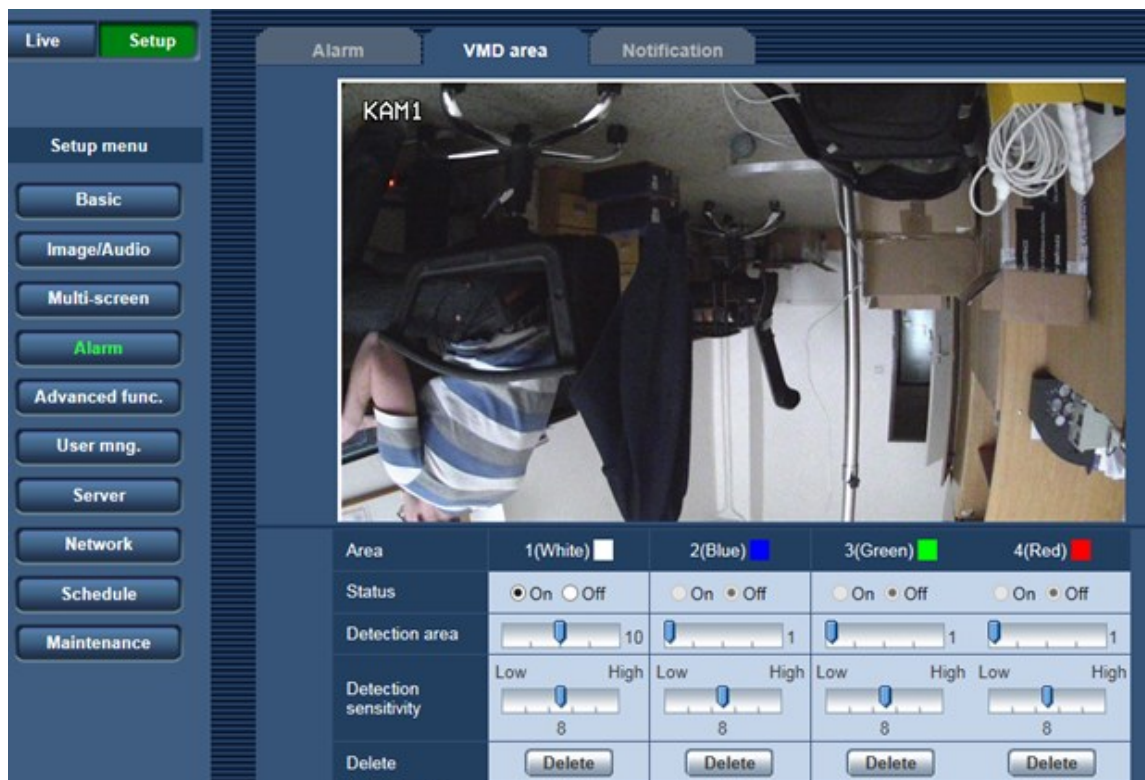
Video detekcia pohybu je primárne určená na redukciu množstva ukladaných dát. Je využívaná aj ako upozornenie obsluhy kamerového systému na nežiaduce aktivity a je aj základom pre veľké množstvo vyspelejších aplikácií video analýzy ako napr. počítanie ľudí, sledovanie pohybu v obraze (auto tracking), prekročenie línie, sledovanie objektov a pod. Video detekcia pohybu je už bežná funkcia systémov video manažmentu kamerových bezpečnostných systémov.

Zo začiatku systémy rozpoznávali pohyb jednoducho, na základe sledovania zmien jednotlivých zobrazovacích bodov v sériách snímok. Avšak tieto systémy mali množstvo falošných poplachov spôsobených nepodstatnými udalosťami (napr. zmenou osvetlenia alebo pohybom rastlinstva). Vyspelejšie systémy video detekcie pohybu využívajú sofistikovanejšie algoritmy na analýzu, ktoré nesledujú len jednotlivé zobrazovacie body samostatne, ale aj súbory zobrazovacích bodov spoločne. Ide o spôsob definovania aktivity na sledovanej scéne pomocou analýzy dát v obraze a rozdielov. Takýmito postupmi systém dokáže rozpoznávať, či sa jedná o väčší objekt ako napríklad osoba alebo auto, čo znižuje počet falošných poplachov.

Štandardne je možné pre video detekciu nastavovať tieto parametre:

- rozsah - aký veľký objekt resp. zmenu má systém detegovať
- čas - ako dlho by sa mal (sa môže) pohybovať objekt v snímanej scéne
- citlivosť - s akou má systém reagovať na zmeny v obraze.

Detekcia pohybu môže byť vykonávaná v ktorejkoľvek časti obrazu, pričom jednotlivé časti môžu mať nastavenú rôznu citlivosť [1] [2].



Obrázok 1 Príklad možnosti nastavenia video detekcie pohybu – 4 zóny s možnosťou nastavenia úrovne citlivosti a veľkosti zmeny (zdroj: autori)

## 2 EXPERIMENTY

Pravdepodobnosť detekcie, s ktorou pracujú systémy na video detekciu pohybu nie je výrobcami udávaná. Hlavným dôvodom je to, že sa jedná o veličinu, ktorú výrazne ovplyvňujú vlastnosti prostredia, ktoré je kamerou sledované a tiež spôsob nastavenia kamerového systému. Pravdepodobnosť detekcie pohybu je však potrebné

poznať v prípade, že by bol kamerový systém využívaný napríklad ako detekčný systém narušenia objektu. Pri hodnotení systému by sa o pravdepodobnosti rovnajúcej sa, alebo aspoň blížiacej sa k hodnotám 1 (teda 100%-ná detekcia) dalo uvažovať v prípade, že bude kamerový systém nastavený bezchybne, bude technicky a technologicky dokonalý, spoľahlivý, bezporuchový, atď. [3] [4].

V experimentoch sme sa zamerali na overenie rôznych parametrov, či už prostredia alebo systému, ktoré by mohli ovplyvniť vlastnosti video detekcie. Nastavenie systémov, ako už bolo spomenuté, je individuálne a závisí aj od prostredia, v ktorom je kamerový systém inštalovaný. Zároveň môže tiež byť ovplyvnený požiadavkami i zásahmi používateľov systému. Optimálnemu nastaveniu systémov by mali napomôcť technické predpisy venované kamerovým systémom. Ide o európske technické normy skupiny 50132 Poplachové systémy. Sledovacie systémy CCTV na používanie v bezpečnostných aplikáciách., ktoré sú postupne nahrádzané novšími normami skupiny 62676 Obrazové sledovacie systémy na používanie v bezpečnostných aplikáciách.

V analýze týchto predpisov sme vyčlenili tie parametre, ktoré v nich nie sú špecifikované alebo sú špecifikované len čiastočne. Zamerali sme sa na overenie, či zmenou takýchto parametrov by mohla nastať výrazná zmena v úspešnosti detekcie a tým aj pravdepodobnosti, že nežiaduci incident by bol včas zachytený alebo zaznamenaný. Jednalo sa o parametre ako smer pohybu voči kamere, spôsob pohybu (chôdza plazenie), rýchlosť pohybu, druh oblečenia (kontrastné alebo nekontrastné s pozadím) a pod [5] [6].

Okrem toho sme vykonali aj testy, ktorými sme chceli overiť, či požiadavky noriem sú dostatočné a systémy sú schopné detekcie aj v takýchto podmienkach.

Všetky testovania v rámci experimentov sa vykonávali v interiéri so stabilným osvetlením. Tým sa vylúčil vznik možných falošných poplachov spôsobených meniacimi sa svetelnými podmienkami alebo pohybujúcimi sa objektmi v sledovanej scéne, ktoré by ovplyvnili výsledky testovania.

Sledovaným objektom bola osoba (splňajúca podmienky na štandardný detekčný cieľ stanovené v norme) pohybujúca sa v zornom poli kamery vopred určeným spôsobom. Okrem testov na zisťovanie vplyvu rýchlosti a spôsobu pohybu na detekčnú schopnosť sa osoba pohybovala bežnou chôdzou priemernou rýchlosťou 1,11 m/s. Následne sa vyhodnocovalo či pri jednotlivých opakovaníach pohybu v detekčnej zóne (zornom poli) systém zaznamenal pohyb alebo nie.

Pre meranie boli využité dostupné kamerové systémy od rôznych výrobcov. Vždy sa však jednalo o IP kamerové systémy. Zastúpené boli zariadenia od lacných čínskych výrobcov po vysoko kvalitné kamery renomovaných výrobcov. Vybrané boli značky Axis Communication, Hikvision, Dahua, Panasonic, Zavio a neznámy čínsky výrobca. Pre jednotlivé druhy zariadení boli použité rovnaké postupy merania.

## 2.1 VPLYV ZMENY PARAMETROV NA DETEKČNÚ SCHOPNOSŤ SYSTÉMOV

Na základe získaných výsledkov možno povedať, že testované systémy mali odlišné detekčné schopnosti, avšak sú vlastnosti, ktoré boli pri všetkých systémoch rovnaké. Systémy lacnejších výrobcov vykazovali všeobecne horšie výsledky detekcie. Niektoré zo systémov nedosahovali ani približné hodnoty predpísané normami.

Technické predpisy určujú, že na detekciu by malo postačovať rozlíšenie 25 zobrazovacích bodov na jeden meter. Túto hodnotu však väčšina testovaných systémov nedosahovala. Systémy Panasonic, Axis Communications, Hikvision boli schopné detegovať aj vo vzdialenosti 50 metrov od kamery zatiaľ čo kamery Dahua, Zavio a kamera od neznámeho čínskeho výrobcu mali detekčnú schopnosť do 15 až 20 metrov čo po prepočte na rozlíšenie zobrazovacie body na meter nespĺňalo požiadavky noriem.

Na druhej strane však boli parametre, ktoré ovplyvňovali všetky systémy ako napríklad uhol pohybu voči kamere (tabuľka 1) alebo rýchlosť pohybu (tabuľka 2).

*Tabuľka 1 Vzdialenosť detekcie pohybu v metoch pri rôznom uhle pohybu detekčného cieľa voči kamere*

	Axis	Čína	Dahua	Hikvision1	Hikvision2	Panasonic	ZAVIO
priečny pohyb 90°	10	13	9	14	12	9	10
Pohyb v uhle 45°	8,64	9,18	7,7	7	13,34	5,4	8,64
Pohyb v uhle 25°	8,14	7	7,16	6,94	12,98	4,92	7,32
Pohyb na kameru 0°	7,04	2,14	5,44	6,76	7,78	3,22	3,8

*Tabuľka 2 úspešnosť detekcie pohybu kamerou pri zmene rýchlosti pohybu*

Rýchlosť pohybu (m/s)	Axis	Čína	Dahua	Hikvision1	Hikvision2	Panasonic	ZAVIO
1	100	100	68	100	100	100	100
0,5	68	32	0	76	84	16	59
0,25	48	4	0	28	48	0	10

Zmena rýchlosti pohybu mala vplyv na detekčnú schopnosť všetkých systémov. Čím nižšia rýchlosť pohybujúceho sa objektu, tým horšie výsledky mali systémy, a to aj pri maximálnej citlivosti video detekcie.

Pri testovaní sa zistilo, že systémy pracujú najlepšie čo sa týka vzdialenosti, ak sa objekt pohybuje kolmo na smer, ktorým je kamera nasmerovaná. Pri takomto pohybe objekt vytvára najväčšiu zmenu na obraze a tak lepšie detekčné podmienky. Na druhej strane však pri pohybe objektu v smere kamery systémy zachytia pohyb vždy čo pri kolmom pohybe nie pretože je obmedzený vzdialenosťou do ktorej je systém schopný detegovať.

V miestach, kde systémy detegovali pohyb objektu bežnou chôdzou sa pri zmene pohybu na pohyb v drepe alebo plazením znížila úspešnosť detekcie (Tabuľka 3).

*Tabuľka 3 Úspešnosť detekcie pohybu kamerou pri zmene spôsobu pohybu*

	Axis	Čína	Dahua	Hikvision1	Hikviison2	Panasonic	ZAVIO
Prirodzená chôdza	100	100	100	100	100	100	100
Pohyb v drepe	20	28	76	84	36	48	32
Pohyb plazením	16	13	12	40	20	0	25

Rozdiely v detekčnej schopnosti sa preukázali aj pri rôznych druhoch oblečenia. Pri testoch sa využili tri druhy, čierne, svetlé a maskáčové. Čím vyšší je kontrast oblečenia s pozadím, tým lepšiu detekčnú schopnosť majú systémy.

Pri meraniach sa tiež zistilo, že aj malá zmena svetelných podmienok vedela ovplyvniť výsledky detekcie. Rozdiel v svetelnosti o 300 luxov umožnil detekciu v miestach, kde už systém nebol schopný zachytiť pohyb.

### **3 ZÁVER**

Problematika video detekcie pohybu je zaujímavá a aktuálna téma. V súvislosti so zvyšujúcimi sa požiadavkami na bezpečnosť osôb a majetku bude jej význam rásť. Je jednou zo základných funkcií dnešných kamerových systémov a je základom pre vyspelejšie funkcie video analýzy. Z dôvodu zvyšovania kvality video detekcie je potrebné poznať princípy, ako tieto systémy pracujú, podmienky a nastavenia, ktoré ich ovplyvňujú a majú tak závažný vplyv na ich funkčnosť.

Podstata fungovania video detekčných systémov je analyzovanie zaznamenaných zmien v obraze. Ako sa dalo predpokladať, testovaním sa preukázalo, že malá zmena v obraze, napríklad pri pomalom pohybe je systémami vyhodnocovaná problémovo. Vo všeobecnosti mali skúmané zmeny do určitej miery vplyv na všetky systémy bez výnimky, aj napriek tomu, že využívajú rôzne algoritmy vyhodnocovania. Každý kamerový bezpečnostný systém je potrebné nastavovať individuálne podľa situácie, ako však z výsledkov vyplýva, sú parametre, ktoré treba všeobecne zohľadňovať pri každom prípade. Poznanie vplyvu rôznych podmienok prostredia a parametrov, ktoré by mohli ovplyvniť video detekciu napomôže lepšiemu nastaveniu systému v praxi, preto výsledky skúmania tejto oblasti môžu napomôcť zvýšeniu bezpečnosti objektov.

Článok bol publikovaný s podporou projektu VEGA č. 1/0455/16 s názvom Analýza možností zvyšovania bezpečnosti občanov a ich majetku v obciach prostredníctvom preventívnych opatrení a inštitucionálneho grantového projektu Žilinskej univerzity v Žiline, Fakulty bezpečnostného inžinierstva 201515.

## LITERATÚRA

- [1] CAPUTO, C. A.: Digital Video Surveillance and Security. Druhé vydanie Oxford: Elsevier, 2014. ISBN 978-0-12-420042-5
- [2] NILSSON, F.: Intelligent Network Video. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 13: 978-1-4200-6156-7
- [3] LOVEČEK, T. – REITŠPÍS, J.: Projektovanie a hodnotenia systémov ochrany objektov. Žilina: EDIS – vydavateľstvo Žilinskej univerzity, 2011. ISBN: 978-80-554-0457-8
- [4] HOFREITER, L., VELAS, A.: Príspevok k hodnoteniu činiteľov ochrany objektov, Contribution to the evaluation factors of object protection. In: Požární ochrana 2015: sborník přednášek XXIV. ročníku mezinárodní konference, Ostrava. ISSN 1803-1803 Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2015. ISBN 978-80-7385-163-7
- [5] STN EN 50132-7 Poplachové systémy. Sledovacie systémy CCTV na používanie v bezpečnostných aplikáciách. Časť 7: Pokyny na používanie
- [6] STN EN 62676-1-1 Obrazové sledovacie systémy na používanie v bezpečnostných aplikáciách. Časť 1-1: Požiadavky na obrazové systémy