

ŽELIMIR RADMILOVIĆ\*, NIKŠA JELOVČIĆ\*\*, IVAN GUNDIĆ\*\*\*

## Mjerenje antropometrijskih karakteristika osobe snimljene videonadzornom kamerom

### Sažetak

*Povijesno različito valorizirana, ali u konačnici odbačena metoda antropološke identifikacije poznata pod imenom Bertillonage, u suvremenim uvjetima mogla bi se, barem na simboličkoj razini, reafirmirati. Naime, Bertillonova metoda, zbog znanstveno-tehnoloških limita, te istodobno nadiruće daktiloskopije, odbačena je i „arhivirana“ kao povijesna znamenitost, gotovo na razini rariteta.*

*U današnjim uvjetima sofisticiranih sigurnosnih računalnih i drugih alata i znatne „pokrivenosti“ javnih prostora različitim oblicima videonadzora, otvara se mogućnost pribavljanja golemih podataka o snimljenim osobama i registriranim događajima, kako u smislu identifikacije tih osoba, tako i u smislu utvrđivanja tijeka i dinamike (okolnosti) događaja.*

*Iako postoje brojni forenzični računalni alati za automatiziranu antropometrijsku identifikaciju, u ovom radu prikazan je dio naših istraživanja o mogućnosti i pouzdanosti mjerenja antropometrijskih karakteristika maskiranih ili na snimci neprepoznatljivih počinitelja kaznenih djela snimljenih sigurnosnim videokamerama, pritom vodeći računa o varijabilnim parametrima poput visine kamere, kuta snimanja, kuta osi objektiva u odnosu na objekt snimanja, udaljenosti objekta od objektiva i dr. te njihovu utjecaju na konačni rezultat mjerenja.*

*Također, u ovom radu prikazat će se relativno jednostavna i pouzdana metoda osiguravanja tzv. nespornog materijala tako da osigurava respektabilnu razinu preciznosti mjerenja visine nepoznate osobe.*

**Ključne riječi:** antropologija, antropometrija, antropometrijske karakteristike, antropometrijska identifikacija, tehničke snimke, videonadzor.

---

\* Želimir Radmilović, univ. spec. crim., Visoka policijska škola, Zagreb, Hrvatska.

\*\* Nikša Jelovčić, prof. pedagogije, Služba za nakladničko-knjižničnu djelatnost i Muzej policije, Policijska akademija „Prvi hrvatski redarstvenik“, Zagreb, Hrvatska.

\*\*\* Ivan Gundić, mag. art., snimatelj/fotograf, Zagreb, Hrvatska.

## 1. UVOD

Ideja nadzora, kao metode općenite i posebne prevencije nedozvoljenih ponašanja, evoluirala je tijekom povijesti od istjerivanja iz plemena u prvobitnoj zajednici, označavanja sakaćenjem i žigosanjem, prvih oblika ograničavanja kretanja prema idejama Tome Akvinskog, preko raznih oblika lišavanja slobode – zatvaranja, do današnjih oblika, suvremenom tehnologijom omogućenih praćenja GPS-om i/ili videonadziranja.

Premreženost suvremenog svijeta ovim najnovijim oblicima nadzora može predstavljati potencijalnu ugrozu demokratskih prava pojedinaca i zasigurno će biti tema rasprava i prijedora u budućnosti, ali iz perspektive tijela istraživanja kaznenih djela i progona njihovih počinitelja predstavlja nešto sasvim drugo.

Naime, mogućnost utvrđivanja gdje se tko nalazio u koje vrijeme (geografskim satelitskim pozicioniranjem), kao i mogućnost utvrđivanja identiteta osoba koje su registrirane na određenom području u određeno vrijeme (videosnimkama), predstavlja izniman potencijal za istraživanje kaznenih djela i utvrđivanje odlučnih činjenica u kaznenom (i drugim) postupcima<sup>1</sup>.

U području identifikacije osobe na temelju biometrijskih svojstava glave i lica evidentan je izniman napredak pa su metode *facial recognition* zaživjele ne samo u područjima sigurnosti i istraživanja kaznenih djela nego i u svakodnevnom životu, primjenom te metode u programskim alatima-preglednicima fotografija kao što su *Picasa* te u popularnim društvenim mrežama poput *Facebooka*, kao i pri identifikaciji korisnika računala ili mobitela te dozvole pristupa.

U ovom radu riječ je o aspektu biometrijske identifikacije koji bi se mogao nazvati antropološko-biometrijskim ili jednostavnije antropometrijskim<sup>2</sup>. Svaki čovjek, ljudska jedinka individualno je određen izgledom ili kriminalistički, osobnim opisom. Metoda identifikacije koja se temelji na tome zove se prepoznavanje. Prepoznavanje je, pak, za razliku od biometrijskih i drugih metoda, egzaktna znanstvena metoda utvrđivanja činjenica tzv. materijalnim izvorima dokaza, metoda utvrđivanja činjenica tzv. personalnim izvorima dokaza, a u odnosu na vjerodostojnost i pouzdanost personalnih izvora dokaza postoje brojna ograničenja i dvojbe.

---

<sup>1</sup> U sferi sprječavanja kaznenih djela, naglašeno terorizma, detektiranjem sumnjivog ponašanja i identifikacijom ranije evidentiranih počinitelja – terorista, primjena metoda neinvazivnog nadzora poput video-snimanja, predstavlja iznimno vrijedan alat. Preliminarno „prepoznati“ na snimci u zračnoj luci, na stadionu ili na drugom javnom mjestu gdje boravi mnogo ljudi, osobu koja bi prema svojim antropološko-biometrijskim svojstvima mogla biti evidentirana kao počinitelj kaznenih djela s obilježjima nasilja ili terorist, osoba koja se potražuje, odnosno osoba koja ponašanjem upućuje na mogućnost počinjenja kaznenoga djela. Takva mogućnost utvrđivanja tjelesnih i ponašajnih biometrijskih svojstava nepoznate osobe, potencijalnog počinitelja kaznenog djela i preliminarne identifikacije te osobe u najkraćem vremenu, bila bi važna za sprječavanje počinjenja kaznenih djela i uhićenje kriminalaca u bijegu, što se ne može i ne smije ignorirati.

<sup>2</sup> Antropometrija (grč. ἄνθρωπος – *anthropos* = čovjek + μέτρον – *metron* = mjera) biometrijska metoda proučavanja ljudi po kvantitativnim osobinama, po kriteriju mjera (dimenzija) i broja.

Mogućnostima egzaktne i znanstveno utemeljene identifikacije osobe na osnovi tjelesnih mjera i odnosa kriminalistika se tijekom povijesti puno bavila. Od Lombrosove teorije o rođenom, genetski uvjetovanom zločincu, prema kojoj se na temelju određenih tjelesnih karakteristika kriminalca moglo prepoznati i tipizirati sklonosti prema vršenju nekog oblika kriminaliteta<sup>3</sup>, preko Bertillonove antropometrijske identifikacije, do recentnih nastojanja da se primjenom novih tehnologija registracije i preciznog mjerenja<sup>4</sup> **oživotvori mogućnost identifikacije osobe** na temelju antropometrijskih karakteristika.

Suvremene i danas uvriježene metode mjerenja provode se primjenom stereofotogrametrije ili laserskog 3D skeniranja, odnosno mjerenjem poznatih dimenzija u prostoru u kojem je snimljena i osoba čije antropometrijske mjere treba utvrditi. Usporedbom tih dimenzija (npr. visine dovratka, namještaja, snimljene poznate osobe i sl.) s dimenzijama nepoznate osobe procjenjuju se visina i druge antropometrijske mjere te osobe. Preciznost mjerenja, odnosno procjene ovisi o različitim okolnostima koje smanjuju pouzdanost mjerenja.

Naizgled jednostavna zadaća, identificirati osobu koja je registrirana, snimljena nekim oblikom tehničkog snimanja, najčešće videokamerom, čak i kad je istovjetnost u izgledu snimljene i stvarne osobe notorna, samo je naizgled jednostavna. Brojna su ograničenja na putu koji bi trebao osigurati da se od subjektivnog dojma o sličnosti ili istovjetnosti dođe do pouzdane i egzaktne, znanstveno utemeljene i provjerljive metode identifikacije.

Prvi kompleks ograničenja odnosi se na karakteristike snimke koju određuju vrsta kamere, kvaliteta objektiva, žarišna daljina, dubinska oštrina, vidni kut, svjetlosna jačina, rezolucija, broj frameova u sekundi, kvaliteta pohrane i sl. Drugi se odnosi na način postavljanja kamere, svjetlosne i druge uvjete snimanja (udaljenost od objekta, kut u odnosu na vodoravnu os, svjetlosni uvjeti, protusvjetlo i sl.), a treći na ograničenja vezana uz mogućnost određivanja antropometrijskih točaka na tijelu osobe koju se želi „izmjeriti“, s obzirom na položaj tijela snimljene osobe, odnosno odjeću, obuću i pokrivala za glavu, koja dijelom prikrivaju točan položaj nekih od tih točaka.

Kako bi se empirijski utvrdilo koliki je utjecaj nekih od nabrojanih ograničenja na preciznost mjerenja antropometrijskih odrednica osobe snimljene videonadzornom kamerom, proveden je niz eksperimenata, dio kojih će biti opisan u nastavku ovog rada.

## 2. EKSPERIMENTALNI DIO

### 2.1. Problem

O samog početka razvoja fotografije razvidno je da je veličina snimljenih objekata, koji su u naravi istih dimenzija, na fotografijama različita. Objekti snimljeni na istom pravcu, ali na različitim udaljenostima od objektiva, od najbližeg do najudaljenijeg sve su manji. Dimenzije objekata koji se nalaze u središnjem dijelu snimke u pravilu su različite od onih koji se nalaze na rubnim dijelovima. Postavlja se pitanje – postoje li u tim odstupanjima u dimenzijama objekata koji se nalaze na različitim dijelovima snimke određene zakonitosti

<sup>3</sup> Lombroso, Cesare: *L'Uomo Delinquente*, 1876, Milano.

<sup>4</sup> Stereofotogrametrija i Lasersko 3-D skeniranje.

i je li moguće, vodeći računa o položaju kamere, karakteristikama objektivna, snimljenog prostora i objekata, egzaktno izraziti i predvidjeti ta odstupanja.

Tehničke karakteristike uređaja za snimanje na mjestu događaja često su neodređene, nepouzdana ili netočno deklarirane pa je u realnim uvjetima nemoguće pouzdano se osloniti na zakonitosti u prikazu, tako da karakteristike kamere mogu biti samo okvirni pokazatelj odstupanja veličina na videozapisu. Tako objekti istovjetnih stvarnih dimenzija snimani na istim pozicijama s kamerama različitih tehničkih karakteristika u konačnici daju različite izmjere dimenzija na slici. Od vrste i kvalitete objektivna (njegova vidnog kuta, dubinske oštine i svjetlosne osjetljivosti – blende) te karakteristika fotoosjetljivog senzora, odgovornog za konačnu veličinu (rezoluciju) videozapisa, ovisi i rezultat odnosno snimka – fotografija koja je predmet ispitivanja.

Postupci kojima se kalibracijom mogu utvrditi karakteristike kamere, a nakon toga i ukloniti distorzije snimke nisu ni praktične ni pogodne za stvarne situacije jer zahtijevaju pristup nadzornoj kameri i promjenu njezina položaja radi dobivanja snimki objekta iz različitih kutova.

## 2.2. Cilj istraživanja

Eksperimenti su provedeni radi utvrđivanja utjecaja nekih opisanih ograničavajućih karakteristika kao što su: položaj i kut snimanja kamere, karakteristike objektivna kamere te karakteristike snimljenog prostora i objekata na pouzdanost mjerenja i utvrđivanje razine preciznosti mjerenja visine objekata, kao i utjecaj istih elemenata na procjene stvarne visine usporedbom s visinom novog elementa, mjerne letve.

## 3. INSTRUMENTARIJ

Za potrebe ovog istraživanja korišteni su sljedeći uređaji i oprema:

1. Nadzorna videokamera HIKVISION DS-2CD2055FWD-I (2.8 mm)<sup>5</sup> rezolucije do 5 megapiksela (3840 × 2160 piksela) s horizontalnim vidnim kutom od 97°. Videozapis je kodiran H.265 standardom (High Efficiency Video Coding) pri 20 fps. Za potrebe usporedbe iz videozapisa su „izvučene“ fotografije rezolucije 3840 × 2160 piksela.

2. DSLR6 fotoaparata s CMOS<sup>7</sup> sa senzorom punog kadra (20,2 megapiksela) Canon EOS 6D<sup>8</sup> i širokokutnim objektivom Canon EF 17-40mm f/4 L USM s vidnim kutom 104°-57° 30'. Rezolucija fotografija je 5472 x 3648 piksela. Fotoaparata je postavljen u mod ručnog izoštravanja, osjetljivosti ISO-800, otvora blende f/5.6, vremena ekspozicije 1/80 sec i žarišnom duljinom od 17 mm, tj. horizontalnim vidnim kutom od 104°.

3. Mjerne letve<sup>9</sup> visine 210 cm s mjernom trakom i podjelama na polja visine 5 cm (Slika 1.) koje su postavljene na prije označene točke u koordinatnoj mreži.

<sup>5</sup> <https://www.hikvision-hrvatska.com/kamera-ds-2cd2055fwd-i-2-8mm.html>.

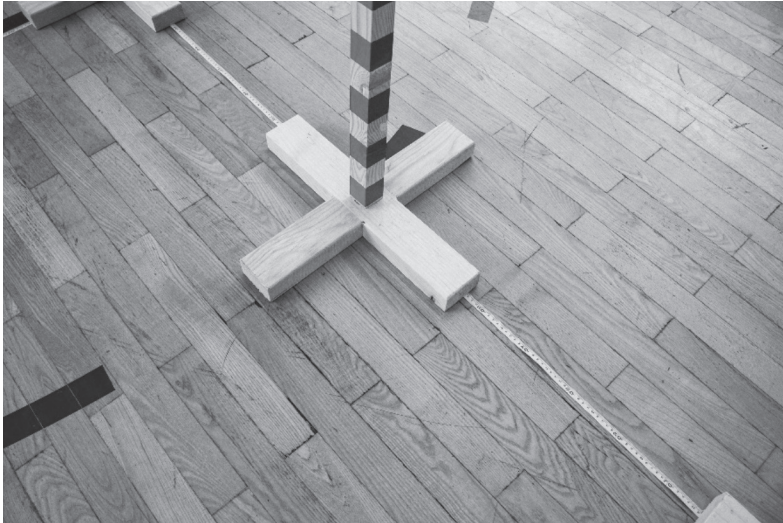
<sup>6</sup> Digital single-lens reflex.

<sup>7</sup> CMOS (complementary metal oxide semiconductor) image sensor.

<sup>8</sup> [https://www.canon.hr/for\\_home/product\\_finder/cameras/digital\\_slr/eos\\_6d/](https://www.canon.hr/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_6d/).

<sup>9</sup> Mjerna letva je izrađena kao modificirani oblik geodetske nivelmanske letve.

4. Mjerne trake
5. Računalo
6. Računalni program VLC Player
7. Računalni program Adobe Photoshop CS6

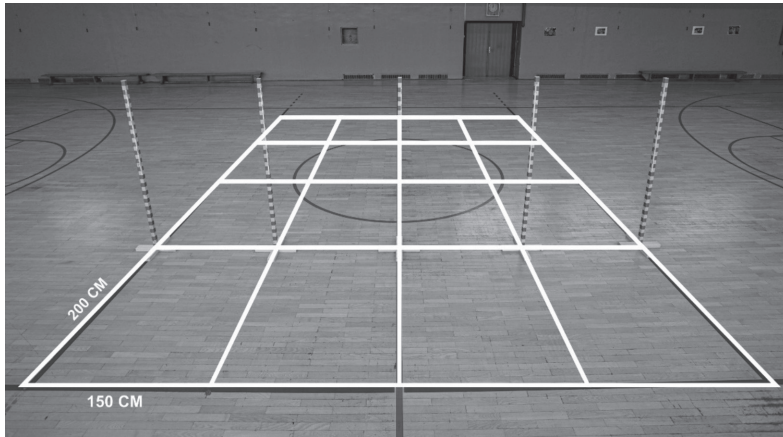


*Slika 1: Mjerna letva postavljena u koordinatnoj mreži*

#### **4. METODOLOGIJA/METODA**

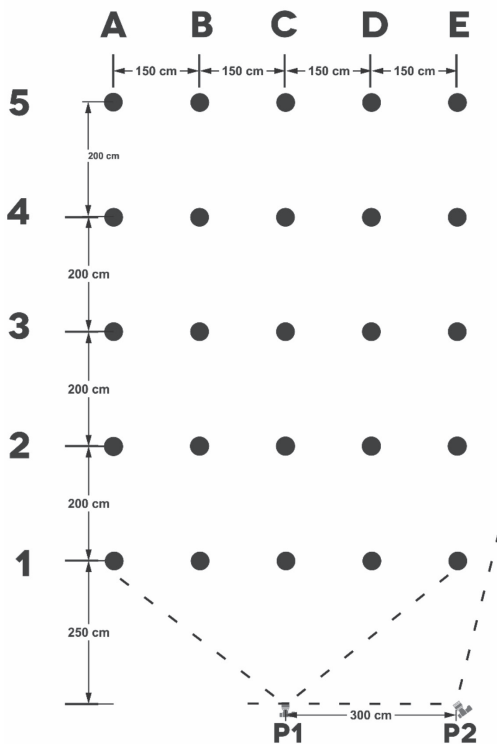
U ovom radu provedena su snimanja objekata/entiteta poznatih dimenzija (mjerne letve i osobe) videonadzornom kamerom natprosječne kvalitete, solidno deklariranih tehničkih karakteristika (pretpostavka je da se za potrebe sigurnosnog videonadzora pretežito koriste kamere sličnih tehničkih karakteristika, visoke svjetlosne osjetljivosti i velikog područja snimanja odnosno vidnog kuta kamere) uz istodobno kontrolno snimanje fotografskim aparatom vrhunske kvalitete precizno deklariranih tehničkih karakteristika. Snimanja su provedena u kontroliranim i unaprijed definiranim uvjetima i parametrima.

Za ispitivanje utjecaja različitih čimbenika poput udaljenosti snimanja, kutova snimanja ili vrste objektiva na promjenu visine snimljenog objekta, u ravninu je projicirana mreža koordinatnog sustava. Na vodoravnoj podlozi veličine 600 cm x 800 cm konstruirana je koordinatna mreža s 5 mjernih udaljenosti u pomacima od 200 cm od kamere, a sjecišta pravaca mreže predstavljaju ukupno 25 mjernih točaka (Slika 2.).



Slika 2: Koordinatni sustav projiciran na vodoravnoj površini

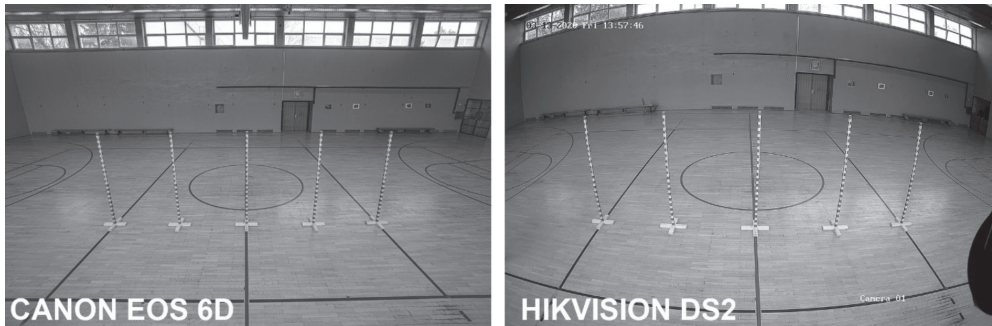
U pripremnom stadiju eksperimenta na mjerne točke postavljene su vertikalne mjerne letve visine 210 cm. Prvi red mjernih točaka udaljen je od kamere 250 cm, a nadalje su redovi postavljani na svakih 200 cm (drugi red 450 cm, treći red 650 cm, četvrti red 850 cm, peti red 1050 cm od kamere), dok su slijeva nadesno mjerne točke postavljene u razmaku od 150 cm (Crtež 1).



Crtež 1: shematski prikaz koordinatnog sustava i pozicija kamere

Snimano je s dvije kamere i to: DSLR fotoaparatom Canon EOS 6D i videokamerom za videonadzor Hikvision DS-2CD2055FWD-I.

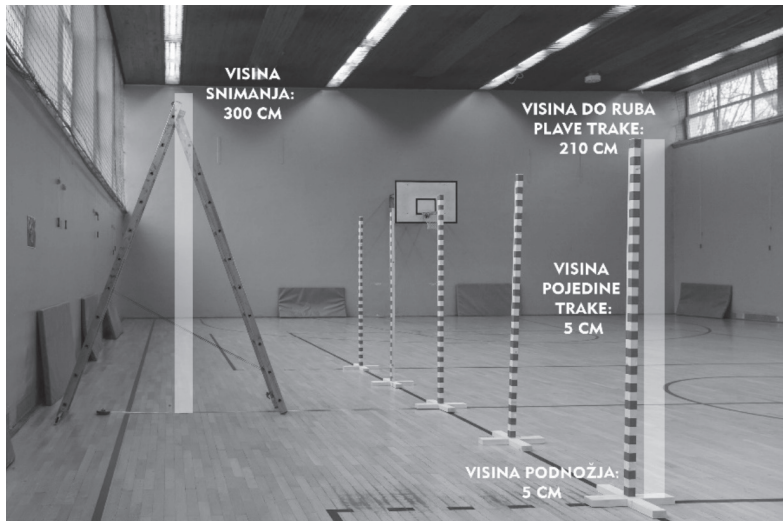
Iako prema deklariranim tehničkim karakteristikama kamere imaju različite kutove snimanja: Canon =  $104^\circ$ , Hikvision =  $97^\circ$ , u stvarnosti obje kamere pokrivaju gotovo jednako horizontalno područje (Slika 3.) dok je kod pokrivenosti vertikalnog područja kod kamere Hikvision vidljiva bačvasta (*engl. barrel*) distorzija.



Slika 3: Usporedba vidnog polja dviju kamera

## 5. POSTUPAK

Za potrebe snimanja obje su kamere fiksirane na visinu od 300 cm (Slika 4.).



Slika 4: Pozicija kamere P1

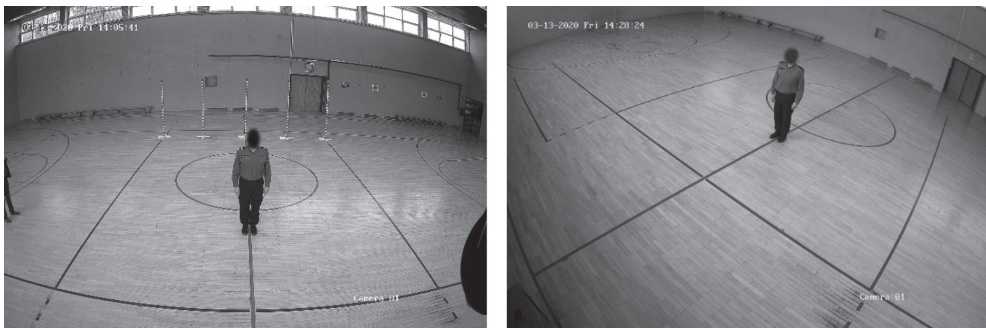
Snimanje i fotografiranje izvršeno je s dvije pozicije P1 i P2 (vidi Crtež 1.) da bi se utvrdio utjecaj kuta snimanja na distorziju objekta na fotografiji. *Distorzija ili iskrivljenje je aberacija nesavršenosti optičkog sustava, a nastaje izvan područja osi objektiva. Ne utječe na oštrinu slike, već samo na rubovima mijenja njezin oblik. Dio slike izvan optičke osi*

ne reproducira se u istoj dimenziji kao dio na osi objektivna, već dobiva različita linearna povećanja.<sup>10</sup> Radi izmjere i usporedbe visine, objekt snimanja u prvom su setu bile mjerne letve dok je u drugom setu snimana osoba visine 180 cm.

Prvi set snimanja proveden je postavljanjem kamera u središnjem dijelu mreže (simuliranje zida nasuprot kao mjesta postavljanja kamera), a os objektivna „dijeli“ prostor simetrično (Crtež 1 pozicija P1). Zatim je pod istim uvjetima na mjestima postavljenih mjernih letvi snimana osoba u mirovanju (Slika 5.).

Drugi set snimanja proveden je postavljanjem kamera u desni kut mreže (simuliranje kuta prostorije kao mjesta postavljanja kamere), a os objektivna „dijeli“ prostor po dijagonali. (Crtež 1 pozicija P2). Zatim je pod istim uvjetima na mjestima postavljenih mjernih letvi snimana osoba u mirovanju (Slika 5.).

Mjerne letve udaljavane su od kamere po koordinatnoj mreži u koracima od 200 cm, dok je kod snimanja osobe ona stala na svako od 25 mjernih točaka.



Slika 5: Snimka osobe u mirovanju u točki C3 snimana s pozicija P1 (lijevo) i P2 (desno)

## 6. REZULTATI I RASPRAVA

Na videozapisu s kamere Hikvision jasno je uočljivo elipsoidno iskrivljenje slike, koje je posljedica građe objektivna, dok kod fotografija dobivenih kvalitetnijim objektivom Canonova fotoaparata ta iskrivljenja nisu jasno uočljiva (Slika 3). Fotografije dobivene DSLR fotoaparatom Canon EOS 6D su rezolucije 5472 x 3648 piksela, a one dobivene iz videozapisa Hikvisionove kamere rezolucije su 3840 x 2160 piksela.

U tablicama su prikazane dimenzije mjernih letvi izmjerenih na dobivenim fotografijama. Tablice 1 i 3 prikazuju rezultate mjerenja dimenzije mjernih letvi s fotografija dobivenih DSLR kamerom Canon EOS 6D s pozicija P1 i P2, a tablice 2 i 4 prikazuju rezultate mjerenja dimenzije mjernih letvi s fotografija dobivenih nadzornom kamerom Hikvision DS-2 s pozicija P1 i P2.

<sup>10</sup> OPTIČKE ABERACIJE. *Filmska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2019. Pristupljeno 3. 6. 2022. <<http://filmska.lzmk.hr/Natuknica.aspx?ID=3849>>



**Tablica 1: Rezultati izmjere veličina za Canon EOS 6D s pozicije – P1 (linija C)**

	A	B	C	D	E
<b>5</b>	67,7	67,7	<b>68</b>	67,5	67,7
<b>%</b>	99,56 %	99,56 %	<b>100,00 %</b>	99,26 %	99,56 %
<b>4</b>	92,8	92,8	<b>93</b>	92,8	92,7
<b>%</b>	99,78 %	99,78 %	<b>100,00 %</b>	99,78 %	99,68 %
<b>3</b>	102,8	102,8	<b>102,8</b>	102,8	102,3
<b>%</b>	100,00 %	100,00 %	<b>100,00 %</b>	100,00 %	99,51 %
<b>2</b>	137,1	137,4	<b>136,8</b>	137,4	135,5
<b>%</b>	100,22 %	100,44 %	<b>100,00 %</b>	100,44 %	99,05 %
<b>1</b>	209,4	204	<b>210</b>	202,4	205,1
<b>%</b>	99,71 %	97,14 %	<b>100,00 %</b>	96,38 %	97,67 %

*Brojčana oznaka = računski dobivena vrijednost usporedbom izmjerenih veličina s fotografije % = odnos veličine na izmjerenoj točki u odnosu na točku u osi snimanja (točke C1-C5)*

Iz rezultata dobivenih u Tablici 1 vidljivo je da se izmjerene dimenzije objekta s fotografija dobivenih Canonom EOS 6D (pozicija P1 – linija C) u liniji 1 na najbližim mjernim točkama smanjuju u točki B1 97,14% i mjernoj točki D1 na 96,38% pa se prema rubovima fotografije odstupanje smanjuje na 99,71% centralne veličine na lijevoj te 99,67% na desnoj stani. Izmjerene dimenzije u sljedećim linijama pokazuju manja odstupanja pa je tako u liniji 3 koja se nalazi u središtu osi objektiva, a na udaljenosti 650 cm, ta razlika nepostojeća ili zanemariva u četiri točke mjerenja, dok u krajnjoj desnoj točki mjerenja odstupanje iznosi 0,49%.

Maksimalno uvećanje po linijama je +0,44% izmjereno u točki B2, a maksimalno umanjenje je -3,62% izmjereno u točki D1.

U osi snimanja s pozicije P1 (linija C) izmjerene dimenzije smanjuju se povećanjem udaljenosti snimanog objekta te izmjerene dimenzije objekta u najudaljenijoj točki C5 iznose 32,38% početne dimenzije (C1=210 : C5=68,0).

**Tablica 2:** Rezultati izmjere veličina za Hikvision DS-2 s pozicije – P1 (linija C)

	A	B	C	D	E
<b>5</b>	73,7	75,1	<b>75,4</b>	75,1	73
<b>%</b>	97,75 %	99,60 %	<b>100,00 %</b>	99,60 %	96,82 %
<b>4</b>	88,6	90,7	<b>91,2</b>	89,8	86,9
<b>%</b>	97,15 %	99,45 %	<b>100,00 %</b>	98,46 %	95,29 %
<b>3</b>	108,7	114	<b>115,2</b>	113,3	107
<b>%</b>	94,36 %	98,96 %	<b>100,00 %</b>	98,35 %	92,88 %
<b>2</b>	139,2	148,8	<b>150,7</b>	146,9	133,4
<b>%</b>	92,37 %	98,74 %	<b>100,00 %</b>	97,48 %	88,52 %
<b>1</b>	180	199,2	<b>210</b>	196,3	172,3
<b>%</b>	85,71 %	94,86 %	<b>100,00 %</b>	93,48 %	82,05 %

*Brojčana oznaka = računski dobivena vrijednost usporedbom izmjerenih veličina s fotografije % = odnos veličine na izmjerenoj točki u odnosu na točku u osi snimanja (točke C1-C5)*

Kod rezultata iz Tablice 2 dobivenih mjerenjem dimenzija objekta s fotografija učinjenim videonadzornom kamerom Hikvision DS-2 (pozicija P1 – linija C) u liniji 1 uočljivo je veće odstupanje rubnih veličina nego u snimanju DSLR kamerom Canon EOS 6D, pa je tako na lijevom rubu izmjereno 85,71% centralne veličine, a na desnoj 82,05%. U rezultatima dobivenim na linijama 2, 3, 4 i 5 vidljivo je postupno smanjenje odstupanja veličina pa je tako u liniji 5, udaljenoj od kamere 1050 cm, na lijevoj krajnjoj točki A5 izmjereno 97,75% centralne veličine, a na desnoj krajnjoj točki D5 96,82%. Iz ovih je rezultata vidljivo da nije bilo uvećanja, nego samo smanjenja mjerenih dimenzija objekta.

U osi snimanja s pozicije P1 (linija C) izmjerene dimenzije se smanjuju povećanjem udaljenosti snimanog objekta te izmjerene dimenzije objekta u najdaljoj točki C5 iznose 35,90% početne dimenzije (C1=210 : C5=75,4).

**Tablica 3: Rezultati izmjere veličina za Canon EOS 6D s pozicije – P2 (linija E)**

	A	B	C	D	E
<b>5</b>	58	62,9	68,7	76,9	<b>86,4</b>
<b>%</b>	67,13 %	72,80 %	79,51 %	89,00 %	<b>100,00 %</b>
<b>4</b>	64,8	70,6	78,1	88,3	<b>101,6</b>
<b>%</b>	63,78 %	69,49 %	76,87 %	86,91 %	<b>100,00 %</b>
<b>3</b>	73,4	81,3	90,4	104,5	<b>122,1</b>
<b>%</b>	60,11 %	66,58 %	74,04 %	85,59 %	<b>100,00 %</b>
<b>2</b>	85	95,3	107,6	127	<b>153,3</b>
<b>%</b>	55,45 %	62,17 %	70,19 %	82,84 %	<b>100,00 %</b>
<b>1</b>	101,1	115,1	134	159,8	<b>210</b>
<b>%</b>	48,14 %	54,81 %	63,81 %	76,10 %	<b>100,00 %</b>

*Brojčana oznaka = računski dobivena vrijednost usporedbom izmjerenih veličina s fotografije % = odnos veličine na izmjerenoj točki u odnosu na točku u osi snimanja (točke E1-E5)*

U Tablici 3 izmjerene dimenzije objekta s fotografija dobivenih Canonom EOS 6D (pozicija P2 – linija E) u liniji 1, koja je najbliža linija snimanja, smanjuju se povećanjem udaljenosti snimanog objekta. Izmjerene dimenzije objekta u točki A1, koja se nalazi na lijevom rubu vidnog kuta objektiva, iznose 48,14% početne dimenzije. U rezultatima dobivenim na linijama 2, 3, 4 i 5 vidljivo je postupno smanjenje odstupanja veličina u odnosu na rezultate dobivene na liniji 1 pa je tako u liniji 5, udaljenoj od kamere 1050 cm, na lijevoj krajnjoj točki A5 izmjereno 67,13% veličine izmjerene u točki E5.

U osi snimanja s pozicije P2 (linija E) izmjerene dimenzije smanjuju se povećanjem udaljenosti snimanog objekta te izmjerene dimenzije objekta u najdaljoj točki E5 iznose 41,14% početne dimenzije ( $E1=210 : E5=86,4$ ).

U dijagonali E1 – A5 zabilježeno je najveće smanjenje izmjerenih dimenzija koje u točki A5 iznosi 27,62% ( $E1=210 : A5=58$ ).

**Tablica 4:** Rezultati izmjere veličina za Hikvision DS-2 s pozicije – P2 (linija E)

	A	B	C	D	E
<b>5</b>	62,1	65,3	68,1	70,2	<b>71,8</b>
<b>%</b>	86,49 %	90,95 %	94,85 %	97,77 %	<b>100,00 %</b>
<b>4</b>	71,8	77,1	81,4	85,6	<b>86,9</b>
<b>%</b>	82,62 %	88,72 %	93,67 %	98,50 %	<b>100,00 %</b>
<b>3</b>	84,2	92,9	101,2	107,6	<b>110,4</b>
<b>%</b>	76,27 %	84,15 %	91,67 %	97,46 %	<b>100,00 %</b>
<b>2</b>	99,4	114	129	142,8	<b>147</b>
<b>%</b>	67,62 %	77,55 %	87,76 %	97,14 %	<b>100,00 %</b>
<b>1</b>	115	139,4	167	191,4	<b>210</b>
<b>%</b>	54,76 %	66,38 %	79,52 %	91,14 %	<b>100,00 %</b>

*Brojčana oznaka = računski dobivena vrijednost usporedbom izmjerenih veličina s fotografije %  
 = % = odnos veličine na izmjerenoj točki u odnosu na točku u osi snimanja (točke E1-E5)*

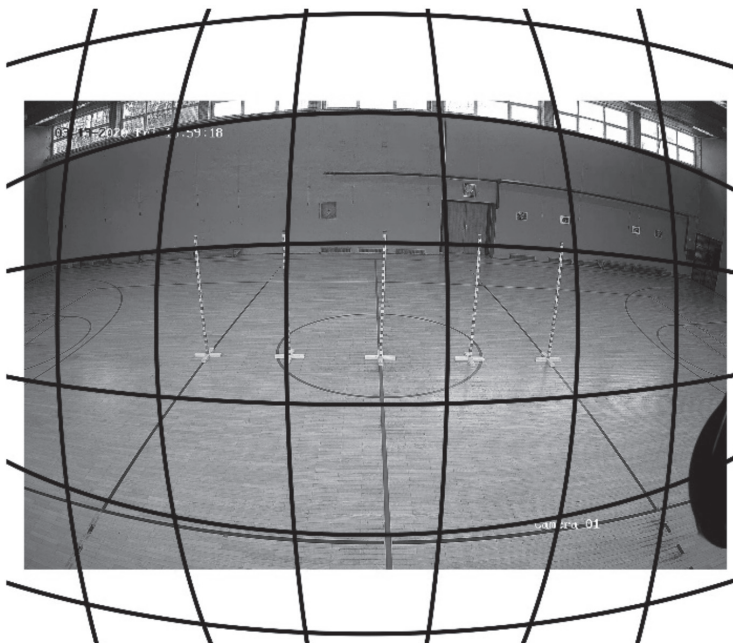
U Tablici 4 rezultati dobiveni mjerenjem dimenzija objekta s fotografija učinjenih videonadzornom kamerom Hikvision DS-2 (pozicija P2 – linija E) u liniji 1 izmjerene dimenzije smanjuju se povećanjem udaljenosti snimanog objekta te izmjerene dimenzije objekta u najdaljoj točki A1 iznose 54,76% početne dimenzije. U rezultatima dobivenim na linijama 2, 3, 4 i 5 vidljivo je postupno smanjenje odstupanja veličina u odnosu na rezultate dobivene na liniji 1 pa je tako u liniji 5, na lijevoj krajnjoj točki A5 izmjereno 86,49% veličine izmjerene u točki D5.

U osi snimanja s pozicije P2 (linija E) izmjerene dimenzije smanjuju se povećanjem udaljenosti snimanog objekta te izmjerene dimenzije objekta u najdaljoj točki E5 iznose 34,19% početne dimenzije ( $E1=210 : E5=71,8$ ).

U dijagonali E1 – A5 zabilježeno je najveće smanjenje izmjerenih dimenzija koje u točki A5 iznosi 29,57% ( $E1=210 : A5=62,1$ ).

Dobiveni rezultati u svim mjerenjima pokazuju očekivano smanjenje izmjerenih veličina objekta u odnosu na poziciju snimanja. Iz brojčane vrijednosti dimenzija objekta dobivenih mjerenjem snimki zaslona videozapisa kamerom za videonadzor Hikvision DS-2 s pozicija P1 – linija C (Tablica 2.) smanjenje brojčanih vrijednosti izmjerenih rubnih veličina na svim se udaljenostima najjasnije uočava. To smanjenje izravna je posljedica konstrukcijske nesimetrije objektivna i odabira leća koje čine objektiv.

Radi pokrivanja veće vidne površine u komercijalnim videonadzornim kamerama najčešće se susrećemo s takvim kamerama i širokokutnim objektivima koji su kompromis između kvalitete i cijene. Kod širokokutnih objektivna, kao što je na ovoj kameri, čiji je vidni kut 97°, dolazi do bačvaste (*engl. barrel*) distorzije koja za posljedicu ima vizualno mijenjanje oblika objekta snimanja na snimci od centralne osi snimanja prema rubovima (Slika 6), a koja je potvrđena rezultatima iz tablica 2 i 4.



*Slika 6: Bačvasta distorzija Hikvision DS-2 (pozicija P1) – snimka zaslona*

Mjerenjem visine snimljenih objekata utvrđena su odstupanja u dimenzijama tih objekata na pojedinim dijelovima snimki, odnosno s obzirom na njihov položaj u snimljenom prostoru.

Iz dobivenih rezultata razvidno je da na konačni rezultat izmjere veličine objekta snimanja utječu vrsta objektiva, kut snimanja, udaljenost objekta snimanja od objektiva i drugo, pa je za što točniji rezultat izmjere bilo potrebno smanjiti, odnosno neutralizirati utjecaj tih čimbenika.

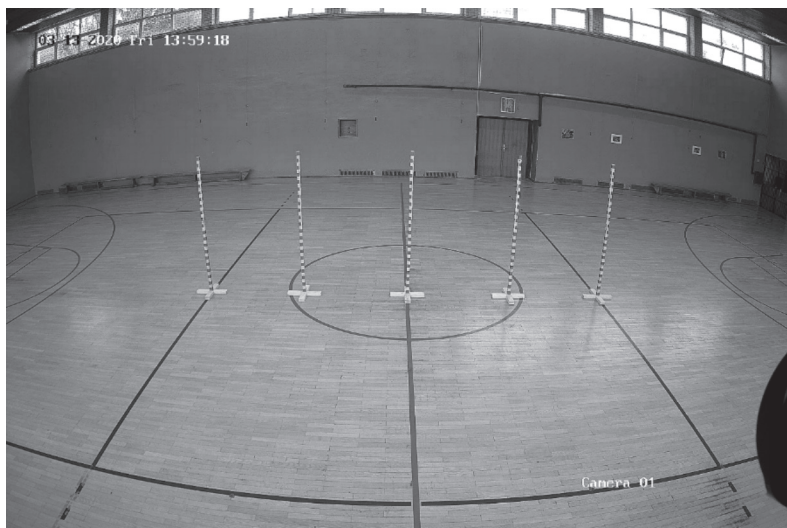
Odnos utvrđenih dimenzija snimljenih objekata, s obzirom na tehničke parametre snimanja i njihov položaj u prostoru, upućuje na određene oscilacije vezane uz udaljenost od objektiva, kut snimanja (vertikalni i horizontalni), oblik objektiva kamere nalik na elipsoid te se njihovo povećanje ili smanjenje izmjerene dimenzije može predvidjeti s određenom razinom sigurnosti.

Kako je za matematički izračun visine objekta snimanja potrebno znati parametre kamere, vidni kut objektiva kamere, distorziju po visini i širini, točnu udaljenost objekta snimanja od objektiva kamere, visinu postavljene kamere, dakle parametre koji se ne mogu sa sigurnošću dobiti na mjestu događaja/očevida, za utvrđivanje visine objekta razrađen je eksperimentalni postupak izmjere usporedbom fotografija s osobom nepoznate visine i objektom (mjernom letvom) poznate visine.

**Postupak izmjere visine objekta** proveden je usporedbom osobe nepoznate visine (Slika 7) te mjerne letve postavljene na istome mjestu (Slika 8).



*Slika 7: Osoba na poziciji – Hikvision DS-2 (pozicija P1 – linija C) – snimka zaslona*



*Slika 8: Mjerne letve na poziciji – Hikvision DS-2 (pozicija P1 – linija C) – snimka zaslona*

Iz videozapisa učinjenog videonadzornom kamerom Hikvision DS-2 izvučene su snimke zaslona (*eng. screenshot*) osobe te mjernih letvi u istoj poziciji u rezoluciji 3072 x 2048 piksela.

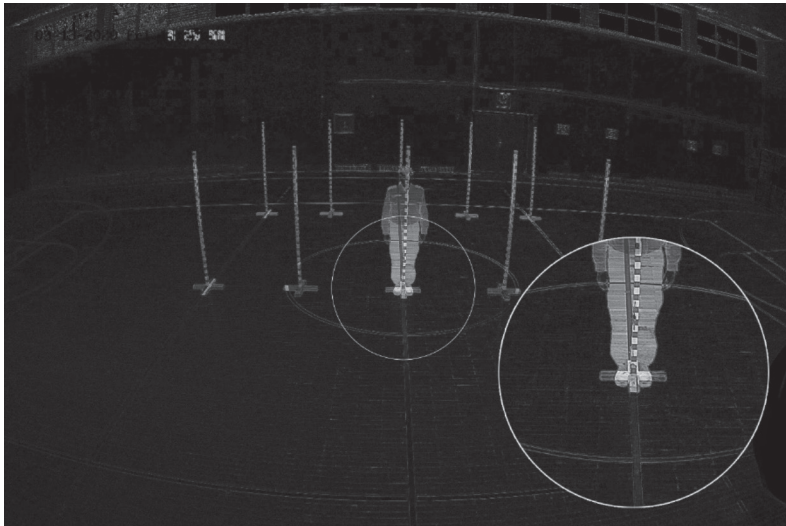
Radi provjere istovjetnosti kamere korištene za snimanje te kuta i pozicije snimanja kamere, u računalnom programu Adobe Photoshop CS6 dobivene snimke zaslona preklopljene su kao zasebni slojevi (layeri) te je na gornjoj fotografiji korišten način miješanja Razlika (*Difference blend mode*).<sup>11</sup>

Dobiveni rezultat, vidljiv na Slici 9, potvrđuje da su obje snimke učinjene istom kamerom te da od vremena snimanja osobe do vremena snimanja mjerne letve nije bilo nikakvih pomicanja kamere niti odstupanja u poziciji snimanja.

Veličina snimke (rezolucija) također je nepromijenjena.

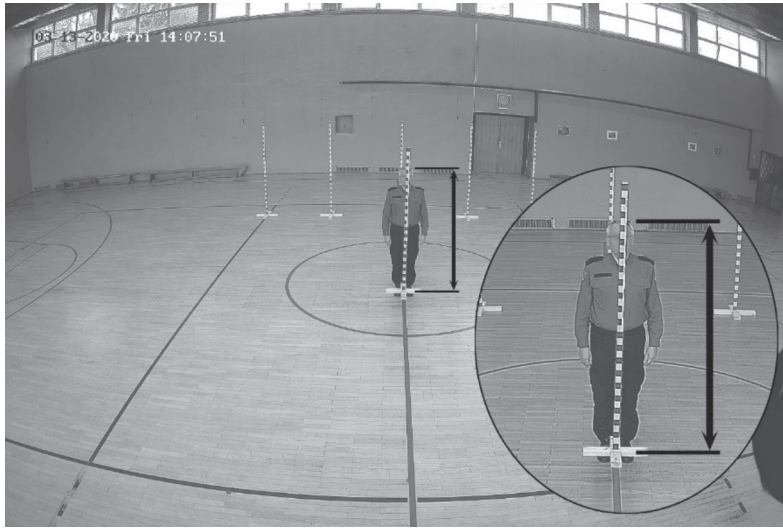
Kod ovog postupka potrebno je obratiti pozornost na rubove objekata čije su pozicije stalne ili nepromijenjene između dviju snimki, kao što su rubovi zidova, prozora, namještaja ili u ovom slučaju linija na podlozi.

U povećanom kružnom isječku Slike 9 vidljivo je da se osi osobe i mjerne letve nalaze u istoj točki. Prilikom stvaranja snimke zaslona iz videozapisa osobe korisno je na površini pronaći jasnu i upadljivu točku na kojoj osoba stoji ili preko koje se kreće, a na koju će se postaviti mjerna letva. Za točnije pozicioniranje potrebno je mjernu letvu postaviti na više pozicija oko točke koju smo prethodno odredili kako bismo dobili više snimki. Time se osigurava preciznije poklapanje pozicije osobe i mjerne letve te u konačnici i točniji rezultat.



Slika 9: Preklapanje dviju fotografija radi utvrđivanja istovjetnosti

<sup>11</sup> Razlika: gleda informacije o boji u svakom kanalu i oduzima boju mješavine od osnovne boje ili onu osnovnu od boje miješanja, ovisno o tome koja ima veću vrijednost svjetline. Miješanje s bijelom invertira vrijednosti osnovne boje; miješanje s crnom ne proizvodi nikakve promjene. Izvor: <https://helpx.adobe.com/photoshop/using/blending-modes.html>.



*Slika 10: Izmjera s fotografije*

Nakon što je potvrđeno da su obje snimke snimljene istom kamerom s istim kutom i pozicijom snimanja, sa snimke je podesnim alatom u računalnom programu Adobe Photoshop CS6 izdvojena slika mjerne letve. Za postupak izdvajanja koristili smo neke alate Adobe Photoshopa kao što su Pen Tool, Mask, Quick Selection Tool i sl. Potrebno je dobiti sliku mjerne letve izdvojenu od pozadine bez njezina pomicanja u prostoru. Tako dobivenu sliku izdvojene mjerne letve postavljamo sloj (layer) iznad snimke osobe, kao što je to vidljivo na Slici 10, te s mjerne letve iščitavamo visinu osobe. U konkretnoj izmjeri s mjerne smo letve iščitavali visinu od 183 cm, odnosno s umanjenjem za visinu poplata cipela 180 cm, što je i stvarna visina mjerene osobe.

## **7. ZAKLJUČAK**

Rezultati istraživanja u znatnom dijelu potvrđuju početne hipoteze vezane uz parametre koji ograničavaju pouzdanost utvrđivanja visine snimljene osobe na temelju videonadzorne snimke. Uz ranije elaborirana ograničenja vezana uz kvalitetu kamere, način njezina postavljanja, opće uvjete snimanja i mogućnost utvrđivanja antropometrijskih točaka koje treba mjeriti, pojavio se i dodatni problem vezan uz nedostupnost preciznih tehničkih karakteristika objektiva korištene videokamere.

Unatoč ograničenjima, provedeni eksperiment dao je odgovore na neka pitanja, poput pozicioniranja mjernih antropometrijskih točaka (početne i završne točke mjerenja), stupnja distorzije snimke s obzirom na vertikalni kut snimanja (položaj kamere u odnosu na vodoravnu podlogu), horizontalni kut objektiva kamere (vidni kut) i udaljenost objekta od objektiva.

Dobiveni rezultati mjerenja vidljivi u grafičkim prikazima i njihova distribucija u 25 točaka snimljenog prostora upućuju na promjene visine na snimci prema očekivanim



obrascima, specifičnim za vrstu korištenog objektiva, položaj kamere i druge uvjete snimanja.

Mjerenjem dimenzija objekata – visina (mjerne letve i osobe) na videonadzornim snimkama i njihovom usporedbom s visinom tih objekata u stvarnosti, potvrđena je zadovoljavajuća razina točnosti mjerenja i procjene stvarne visine na temelju visina izmjerenih na snimkama.

I konačno, eksperimentalni rezultati naše osmišljene i opisane metode određivanja visine osobe radi osiguravanja tzv. nespornog uzorka upućuju na njezinu pouzdanost i primjenjivost u praksi. Postavljanjem i snimanjem mjerne letve na mjestu gdje je, prema uvidu u snimku videonadzorne kamere, tijekom spornog događaja stajala osoba čiju visinu radi identifikacije treba odrediti, uz istu opremu i ostale uvjete snimanja kao u vrijeme događaja, naknadnim preklapanjem sporne i nesporne snimke dobivaju se respektabilni i precizni rezultati mjerenja.

## LITERATURA

1. Benabdelkader, Ch., Davis, L. S., Estimation of Anthropomeasures from a Single Calibrated Camera, 7th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition FGR 2006.
2. Britannica, The Editors of Encyclopaedia. „Alphonse Bertillon“. *Encyclopedia Britannica* <https://www.britannica.com/biography/Alphonse-Bertillon>, pristupljeno 21. veljače 2022.
3. Derenčinović, D., Roksandić Vidlička, S., Dragičević Prtenjača, M., „Projekti neudžnosti“ i naknadna DNK vještačenja u Republici Hrvatskoj – moguća stvarnost ili nedostižna želja, Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu, Vol. 67 No. 3-4, Zagreb, 2017.
4. Edmond, G., Biber, K., Kemp, R., Porter, G., Laws looking glass: Expert Identification Evidence Derived from Photographic and Video Images, Journal of the Institute of Criminology Volume 20 Number 3, Sidney, 2009.
5. Krista F. Kleinberg, F., K., Vanezis, P., Burton, M., Failure of Anthropometry as a Facial Identification Technique Using High&Quality Photographs, 17th Meeting of the International Association of Forensic Sciences, London, 2005.
6. Larsen, P. K., Hansen, L., Simonsen, E. B., Lynnerup, N., Variability of Bodily Measures of Normally Dressed People Using PhotoModeler\_Pro 5\*, J. Forensic Sci, Vol. 53, No 6, 2008.
7. Lucas, T., Kumaratilake, J. Henneberg, M., Metric Identification of the Same People from Images: How Reliabe Is It?, Journal of Anthropology, Hindawi, London, 2016.
8. Munsell C., B., Temlyakov, A., Qu, Ch., Wang, S., Person Identification Using Full-Body Motion and Anthropometric Biometrics from Kinect Videos, Claflin University, Orangeburg, SC. 29115 2 University of South Carolina, Columbia, SC. 29208, 2012.
9. National Health and Nutrition Examination Survey III, Body Measurements (Anthropometry)- Manual, Westat, Inc. Rockville, MD, USA, 1988.

10. Piazza P., Podrijetlo forenzičke znanosti, Alphonse Bertillon, preteča znanosti o kriminalu, É d. Karthala, koli. Muškarci i društva, Pariz, 2011.
11. Policija i sigurnost, godina 18. broj 1, Zagreb, 2009.
12. Popovic, S., Bjelica, D., Molnar, S., Jaksic, D., Akpinar, S., Body height and its estimation utilizing arm span Measurements in Serbian adults. *International Journal of Morphology.*, 31(1):271-279, 2013.
13. Radmilović, Ž., Biometrijska identifikacija, Policija i sigurnost, godina 17., broj 3-4, Zagreb, 2008.
14. Radmilović, Ž., O nekim mogućnostima identifikacije maskiranih počinitelja kaznenih djela; <https://hrcak.srce.hr/clanak/117878>
15. Scoleri, T., Henneberg, M., View-independent prediction of body dimensions in crowded environments, *International Conference on Digital Image Computing Techniques and Applications (DICTA)*, IEEE, Fremantle, WA, Australia, 2012.
16. Stančić, I., Sustav za mjerenje i vrednovanje antropometrijskih parametara i kinematike ljudskog kretanja, doktorska disertacija, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, Split, 2012.
17. Yingying, L., Arcot, S., Khamis, H., Single camera multi-view anthropometric measurement of human height and mid-upper arm circumference using linear regression, *PJ.*; <https://doaj.org/article/1d858efd0aed435485e1874a0ded9c7f>
18. Zeng, J., Su, X., Jin, G., Incorporating lens distortion into the design of undistorted catadioptric omnidirectional cameras, *Applied Optics*, Vol. 45, Issue 30, pp. 7778-7784, 2006.

---

## Abstract

**Želimir Radmilović, Nikša Jelovčić, Ivan Gundić**

### **Measurements of Anthropometric Characteristics of Persons from Video Surveillance**

The method of anthropological identification, known as Bertillonage, has been differently valued throughout history, only to be ultimately rejected. Due to scientific and technological limits and surpassing dactyloscopy, Bertillon's method was rejected and "archived" as a historical landmark, almost at the level of rarities. However, the method could be reaffirmed in current conditions, at least symbolically.

Today's sophisticated security technology tools and public video surveillance (CCTV) as a more widespread feature are opening an opportunity to collect data about the persons and events recorded, not only the identity of those persons but also to determine the course and circumstances of the event.

Although there are numerous forensic software tools for automated anthropometric identification, this paper empirically tests the possibility of measuring anthropometric characteristics of masked or unrecognized perpetrators of crimes recorded by security video cameras, taking into account various parameters such as camera height, angle shooting, the angle of the lens axis in relation to the shooting object, the height of the camera, the distance of the object from the lens, and their impact on the final measurement result.

This paper introduces a relatively simple and reliable method of securing the so-called undisputed material to ensure a respectable level of measurement precision.

**Keywords:** *anthropometry, anthropometric characteristics, anthropometric identification, technical recordings, video surveillance.*