

Ocenjevanje digitalnih kamer za uporabo v dermatologiji

Bogdan Dugonik¹, Aleksandra Dugonik², Denis Špelič¹

1 Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru

2 Oddelek za kožne in spolne bolezni UKC Maribor

E-pošta: bogdan.dugonik@um.si

Evaluation of digital cameras for use in dermatology

Abstract. *A digital camera is an important tool used in everyday dermatological practice. Embedded in a digital dermatoscope, it supports doctors in the detection of a skin cancer. An assessment was performed by a group of dermatoscopy-trained dermatologists to evaluate the quality of testing images, in comparison to a laboratory evaluation test with regard to parameters like image sharpness, colour representation and illumination. The assessment was performed with a side-by-side comparison of images of available dermatoscopy systems, a digital camera available on the market, and a smartphone camera. The assessment and the laboratory test showed that a contemporary average camera available model on market, or a camera from a smartphone can capture images with a high image colour reproducibility, exposure correctness and sharpness which are compatible with the results from professional dermatoscopy systems.*

1 Uvod

Digitalne naprave za zajemanje statičnih ali dinamičnih slik so v celoti nadomestile analogne naprave. Razvoj digitalnih tehnologij je omogočil, da že enostavne naprave dajo dobre rezultate. Med te uvrščamo tudi mobilne telefone z vgrajeno foto in video kamero. Vse bolj priljubljeni so tudi za uporabo v najrazličnejših poklicnih področjih, uporabljajo se tudi za dokumentiranje v medicini. V dermatologiji, je uporaba telefona s kamero, za zajemanje kliničnih slik različnih bolezni, že nekaj povsem običajnega.

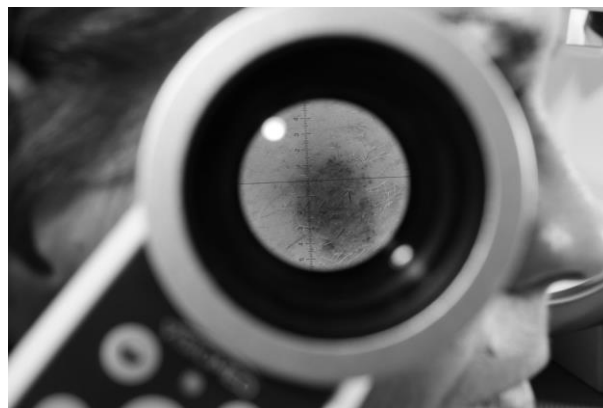
Digitalna dermatoskopija je metoda za zgodnje odkrivanje kožnega raka [1], natančneje malignega melanoma, ki se lahko razvije iz navadnih pigmentnih znamenj kože, oziroma je v svoji zgodnjem stadiju podoben le tem. Z zajemanjem slik, povečavo in spremljanjem znamenj skozi časovna obdobja, je omogočeno prepoznati melanom v zelo zgodnjem stadiju bolezni [2]. Digitalni dermatoskop je naprava, ki vključuje računalniški sistem s programsko opremo in kamero za zajem kliničnih (makro) in dermatoskopskih (mikro) slik. Strošek nakupa digitalnega dermatoskopa je visok, zato vse več dermatoloških ambulant išče ugodnejše, alternativne sisteme. V raziskavi smo primerjali kakovost slik, posnetih s profesionalnimi digitalnimi dermatoskopi in jih primerjali s slikami,

posnetimi s klasičnimi digitalnimi fotoaparati in mobilnimi telefoni.

S testom želimo ugotoviti, ali so slike narejene s sodobnimi digitalnimi fotoaparati iz srednjega cenovnega razreda in kamer v mobilnih telefonih lahko po kakovosti enakovredne in primerljive s slikami profesionalnih digitalnih dermatoskopov. Laboratorijske rezultate meritev smo primerjali s subjektivnimi ocenami. Pri ocenjevanju je sodelovalo enajst slovenskih dermatologov, ki redno uporabljajo digitalno dermatoskopijo v klinični praksi. Primerjali in ocenjevali smo nabor kliničnih slik (makro) in dermatoskopskih slik (mikro) v kontroliranem okolju naslednjih naprav: Molemax II [3], FotoFinder [4], Visiomed [5], Iphone 5S sklopljen na ročni dermatoskop Heine Delta 20T [6], in sistem e-Derma s fotokamero Samsung NX1000 sklopljen na dermatoskop DermLite 3Gen Foto [7]. Sledi predstavitev kriterijev in postopka za subjektivno ocenjevanje, prikaz laboratorijskih merilnih postopkov in predstavitev rezultatov.

2 Opis dermatoskopa

Ročni dermatoskop je povečevalno steklo z 20×-30× povečavo (Slika 1) [8]. Digitalni dermatoskop je nadgradnja ročnega, saj omogoča tudi zajemanje in prikazovanje slike na zaslonu, ter shranjevanje v pomnilnik računalnika. Digitalni dermatoskop tako omogoča zaznavanje minimalnih sprememb struktur znamenja, kar napoveduje veliko verjetnost, da se je znamenje transformiralo v melanom. Po drugi strani, ob ne zaznavanju dermatoskopskih sprememb, preprečimo nepotrebno izrezovanje znamenj.



Slika 1. Prikaz povečave pigmentnega znamenja z ročnim dermatoskopom Visiomed.

Večina digitalnih dermatoskopov ima vgrajeno videokamero z ločljivostjo 1920×1080 točk, ki omogočajo prikaz slike na zaslon. Sliko shranimo v pomnilnik računalnika tako, da video sliko »zamrzemo«. Za klinični pregled stanja dermatolog zajamejo še makro sliko. Na teh se označijo mesta nahajanja znamenj oz. njihovih dermatoskopskih posnetkov (mikro slik).



Slika 2. Ročni dermatoskop povezan z digitalno kamero.

Dermatoskopsko kamero lahko nadomestimo s digitalnim fotoaparatom ali kamero mobilnega telefona, ki ga s posebnim nastavkom pritrdimo na ročni dermatoskop (Slika 2). Za dokumentiranje, analizo in prikaz lahko uporabimo namensko programskih aplikacijo.

2.1 Opis testiranih naprav

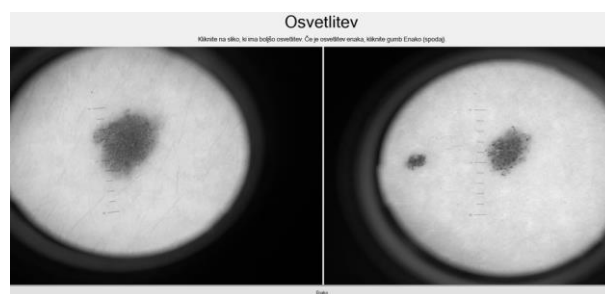
Visoka ločljivost, kakovost posnetih barv in pravilna osvetlitev so glavni kriteriji za izbor kamere za digitalni dermatoskop. Za namen dermatoskopije smo preizkusili preko 40 modelov digitalnih fotoaparotov, telefonov in tablic z vgrajeno kamero. Za raziskavo smo izbor omejili na digitalno kamero Samsung NX1000 in telefon Iphone 5S in ju kombinirali z naslednjimi ročnimi dermatoskopi: Visomed, Heine AG in DermLite 3Gen Foto. Za povezavo smo izdelali različne mehanske vmesnike, ki so povezovali ročne dermatoskope z objektivom kamere in mobilnega telefona.

2.2 Primerjalno ocenjevanje slik

S medsebojno primerjavo dermatoloških slik, tako kliničnih kot dermatoskopskih, smo želeli najprej pridobiti subjektivno mnenje dermatologov. Dermatologi so slike ocenjevali glede na naslednje parametre: barvna usklajenost, pravilnost osvetlitve in ločljivost in ostrino slike [25]. V nabor smo vključili 40 slik, od teh 20 kliničnih in 20 dermatoskopskih. Slike so bile posnete v različnih dermatoloških ambulantah z različnimi digitalnimi dermatoskopi v času meseca dni. Za klinične slike smo poskrbeli, da so vse bile posnete

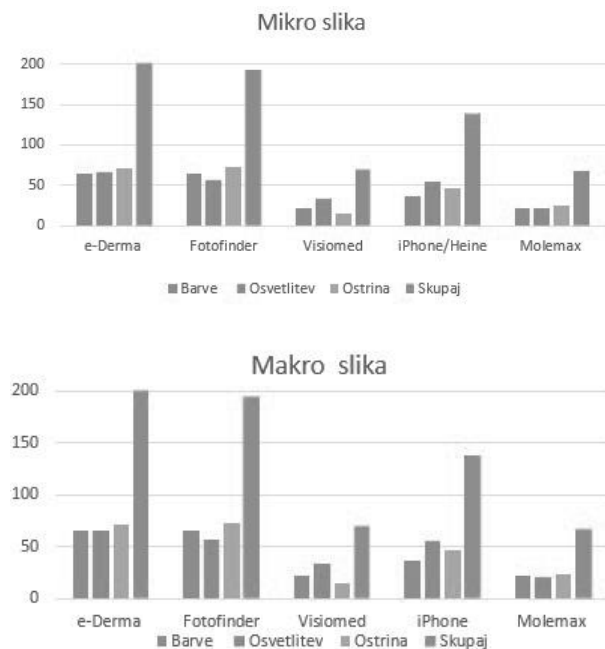
pri enakih svetlobnih pogojih (umetna luč s temperaturo 4000° K), osvetlitev smo merili z merilnikom svetlobe Gossen.

Ocenjevanje slik smo izvedli na kalibriranem, 24 palčnem monitorju z ločljivostjo 1920×1080. V ta namen smo posebej izdelali aplikacijo (Slika 3), ki ocenjevalcu samodejno in naključno prikazuje pare slik, samodejno zbere in analizira ocene za rezultat ankete.



Slika 3. Aplikacija za subjektivno ocenjevanje kakovosti slik.

Dermatologi so glede na dan kriterij določili sliko, za katero menili da izkazuje boljši rezultat. Izbrana slika pridobi eno točko, v primeru da je rezultata neodločen, pridobita obe prikazani sliki po eno točko. Rezultati ankete so prikazani v grafu na Sliki 4. Največ toč pri ocenjevanju sta prejela sistem eDerma, s kamero Samsung NX1000, in digitalni dermatoskop Visomed.



Slika 4. Rezultati subjektivne anketne ocene glede na podane kriterije.

Prvi kriterij pri ocenjevanju je bila ločljivost in ostrina slike. Dermatologi so mnenja, da še ta posebej pomembna pri kliničnih slikah, saj se te zelo pogosto naknadno še povečujejo. Pričakujejo, da s povečavo podrobnosti v sliki ostanejo še zmeraj jasno razvidne.

Če ima slika nizko ločljivost, se s povečavo podrobnosti izgubijo. Naslednje je ocenjevanje barv. Vsi testirani sistemi nivo beline nastavijo samodejno in pri večini ročna nastavitvev sploh ni možna. Vse klinične fotografije smo zato posneli s svetlobo barvne temperature 4000° K, dermatoskopske slike pa s svetlobo, ki jo generira sam dermatoskop. Zadnji kriterij ocenjevanja je osvetlitev. Pri preveč osvetljenih slikah se informacija v svetlih predelih slike lahko v celoti izgubi, prav tako pri temnih slikah detajli niso jasni.

V testni nabor smo vključili le navidezno ostre slike, čeprav se pri zajemanju slik pogosto dogaja, da so slike le pogojno ostre. Vzrok neostrih slik je tresenje ročaja med zajemanjem, lahko tudi zaradi slabše kakovosti optike. Ugotovili smo, da je pri zajemanju slik več previdnosti potrebne pri sistemih ki imajo vgrajeno video kamero, kajti prožilni čas v trajanju 1/50s velja pri zajemanju za relativno dolgega.

3 Laboratorijske meritve

Na razpolago je več orodij za meritve kakovosti optičnih sistemov, temeljijo na standardiziranih testnih podlagah (tarče) in algoritmih [10]. Za namen našega testiranja smo sestavili testno polje prikazano na Sliki 5 in vključuje barvno polje X-Rite ColorChecker [11] za barvno oceno, nevtralnno sivinsko podlago za merjenje osvetlitve, in standardno podlago NBS 1010 T-10 za merjenje ločljivosti slike [12,13]. Testno polje smo osvetlili z lučmi jakosti 100 cd/m² z barvno temperaturo 4000° K. Enakomernost osvetlitve smo preverjali na 9 točkah polja z merilnikom svetlobe Gossen Digisky.

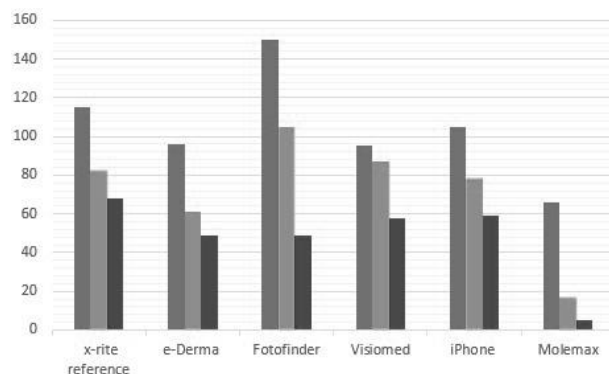


Slika 5. Prikaz testnega polja.

3.1 Barvna reprodukcija

Natančnost barvne reprodukcije smo ugotavljali s primerjanjem dobljenega rezultata z vrednostjo uporabljenih barvnih značk [10]. Vrednosti posameznih barv smo iz zajetih slik določili s programom Adobe Photoshop CC in jih primerjali z znanimi referenčnimi vrednostmi uporabljenega testnega polja X-Rite ColorChecker 24 [11]. Primerjali smo 12 barv, na Sliki

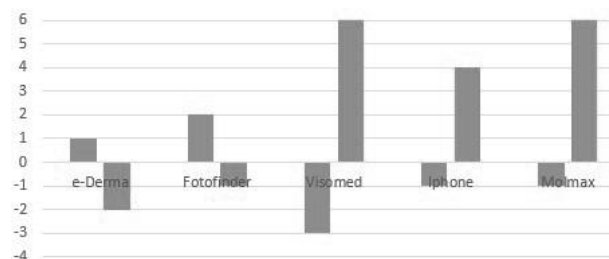
6 so prikazani rezultati meritev za barvo kože in odstopanja po posameznem barvnem kanalu RGB glede na barve iz znački referenčne vrednosti podlage X-rite.



Slika 6. Odstopanje barv glede na referenčne vrednosti .

3.2 Osvetlitev

Osvetlitev se je pri vseh napravah v testu nastavila samodejno, uporabnik na to praviloma ne more vplivati (razen pri določenih napravah). Težavne so predvsem presvetljene slike, kajti informacija se na bolj osvetljenih delih slike povsem izgubi [14]. Tudi v primeru kadar so slike pod osvetljene so detajli sicer nevidni, vendar jih je mogoče z naknadnim procesiranjem slike deloma povrniti. Za meritve smo uporabili 18% sivinsko podlago in merili, kako natančno posamezni sistemi nastavijo nivo osvetlitve. Posnetek sivinske podlage smo nato primerjali z referenčno vrednostjo osvetlitve in določili odstopanja Slika 7 prikazuje rezultate odstopanj podane v odstotkih. Negativna vrednost pomeni premalo osvetljeno sliko, pozitivna pa da je bila slika presvetljena.

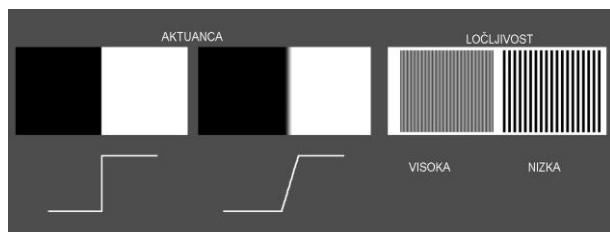


Slika 7. Odstopanje v osvetlitvi.

3.3 Ločljivost in ostrina

Pogoj za prikaz podrobnosti v sliki je ostrina slike. Za občutek ostrine je pomembno, da sta izpolnjena dva pogoja: visoka ločljivost (angl. »resolution«) in strma krivulja naklona prehoda med temnim in svetlim poljem (angl. »actuanace«), kot to prikazuje Slika 8. Bolj kot je krivulja pri prehodu iz temnega v svetlo polje strma, bolj jasno so definirane meje prehoda na slik. Visoko vrednost »aktuance« dosežemo z velikim številom slikovnimi točkami na senzorju, kakovostno optiko in z naknadnim procesiranjem slike. Samo podatek o številu točk na senzorju je kot merilo za ostrino slike nepopoln, lahko je tudi zavajajoč. S pomočjo standardiziranih testnih podlag smo izmerili ločljivost

slike za sisteme v testu. Izmerili smo število vrstic na milimeter (lp/mm), ki jih je bilo mogoče razločiti s posameznim sistemom. Na voljo je nekaj programskih orodij (Imatest, Image Engineering, Quick MTF), ki na standardnih testnih podlagah (ISO 12233, ISO 3334, T-10 NBS1010A) in po metodi MTF izračunajo ločljivost sistema od sredine do roba slike [15, 16].



Slika 8. Strmina kontrastnega prehoda in ločljivost.

Za meritev ločljivosti in ostrine smo uporabili testno podlago T-10 NBS1010A. V tabeli 1 so rezultati meritev. V prvem stolpcu je navedeno ime naprave, v drugem število slikovnih točk vgrajenega senzorja, v stolpcu tri in štiri so podatki o številu vertikalno in horizontalno razbranih vrstic za centralni del slike, v stolpcu pet in šest pa je podan rezultat za rob slike. Iz rezultata je razvidno, da so razlik v ločljivosti velike, kajti k boljši ločljivosti v veliki meri doprinese prav večje število slikovnih točk na senzorju. Strinjamo se, da bi bilo pravičnejše, če bi lahko med seboj primerjali le naprave s primerljivim številom slikovnimi točkami na senzorju.

Tabela 1. Ločljivost slike digitalnih kamer.

Sistem	Ločljivost	lp/mm V/S	lp/mm V/R	lp/mm H/S	lp/mm H/S
Molemax	640 × 480	131	109	147	111
Visomed	768 × 576	145	133	148	138
Fotofinder	1920 × 1080	297	287	280	251
Iphone 5S	3264 × 2448	370	312	370	300
e-Derma	5472 × 3648	1419	1311	1430	1313

4 Zaključek

Zaradi naraščanja pojavnosti malignega melanoma, ki ga zaznavajo povsod po svetu, je nujno, da so sodobne dermatološke ambulante opremljene z digitalnim dermatoskopom. Zaradi njihove visoke nabavne vrednosti so vse bolj priljubljeni alternativni sistemi, npr. digitalni fotoaparati ali mobilni telefoni povezani z ročnim dermatoskopom. Z laboratorijskimi meritvami in subjektivnim ocenjevanjem slik smo dokazali, da je kakovost slik posnetih s povprečnim sodobnim

digitalnim fotoaparatom ali s kamero mobilnega telefona na visoki ravni in povsem primerna za uporabo v dermatologiji. Če je h kameri dodana še ustrezna programska oprema za analizo, dokumentiranje in shranjevanje slik, tvori kakovosten digitalni dermatoskop, ki je cenovno dostopen tudi za manjše dermatološke ambulante.

Zahvala: za sodelovanje se zahvaljujemo zdravnikom Oddelka za kožne in spolne bolezni UKC Maribor, Dermatološki ambulanti Maja Kalač Pandurovič in Dermatološkemu centru ArsDerma.

Literatura

- [1] Nikolaou V, Stratigos A: Emerging trends in the epidemiology of melanoma, 2014, British Journal of Dermatology.
- [2] Goodson AG, Grossman D, 2009, Strategies for early melanoma detection: Approaches to the patient with nevi. Journal of the American Academy of Dermatology.
- [3] Derma Medical: MoleMax, <http://www.dermamedicalsystems.com/>
- [4] FotoFinder, <http://www.fotofinder.de/>
- [5] Visiomed, <http://www.visiomedag.com/>
- [6] Heine, <http://www.heine.com>.
- [7] Dermlite, <http://dermlite.com/>
- [8] Vestergaard M, Macaskill P, Holt P, Menzies S, 2008, Dermoscopy compared with naked eye examination for the diagnosis of primary melanoma: a meta-analysis of studies performed in a clinical setting. British Journal of Dermatology.
- [9] Bittorf A, Fartasch M, Schuler G, Diepgen TL, 1997, Resolution requirements for digital images in dermatology, Journal of the American Academy of Dermatology.
- [10] Wueller D, Kejser UB, 2016, Standardization of Image Quality Analysis—ISO 19264. Archiving Conference, Society for Imaging Science and Technology.
- [11] X-Rite ColorChecker. <http://xritephoto.com/colorchecker-classic>.
- [12] Lens Testing for Resolution, Chromatic Aberration and Distortion. http://bobatkings.com/photography/technical/lens_sharpness.html.
- [13] Imatest - Sharpness. <http://www.imatest.com/docs/sharpness/>.
- [14] Image engineering – Exposure, <http://www.image-engineering.de/library/video-tutorials/663-video-tutorial-exposure>.
- [15] ISO 12233:2014 - Photography: Electronic still picture imaging - Resolution and spatial frequency responses. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12233:ed-2:v1:en>.
- [16] NBS-1010A RESOLUTION TEST. <https://www.appliedimage.com/using-nbs-1010a-resolution-test-target>.