

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Tomaz Hožič

**Izbor estetsko optimalne fotografije iz
sekvence podobnih ali skorajda
enakih fotografij**

MAGISTRSKO DELO
MAGISTRSKI PROGRAM
INFORMACIJSKI SISTEMI IN ODLOČANJE

MENTOR: prof. dr. Franc Solina

Ljubljana, avgust 2016



Številka: 161-MAG-ISO/2016

Datum: 06. 04. 2016

Tomaz HOŽIČ, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Ljubljana

Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani izdaja naslednjo magistrsko nalogo

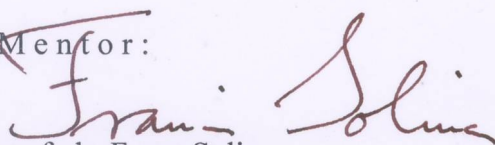
Naslov naloge: **Izbor estetsko optimalne fotografije iz sekvence podobnih ali skorajda enakih fotografij**

Choosing an aesthetically optimal photographic image from a sequence of similar or nearly identical images

Tematika naloge:


Digitalna fotografija je povzročila eksponentno povečanje obsega posnetih fotografij. Pregledovanje in na podlagi estetskih kriterijev utemeljen izbor pravih, najboljših oz. najlepših posnetkov zahteva precej časa. Z metodami strojnega učenja so že dosegli odlične in ponovljive rezultate prepoznavanja obrazov in objektov ter kategorizacije fotografij (portret, pokrajina, makro posnetek, šport idr). Zaradi vse bolj zmogljive strojne opreme, so za iskanje učinkovitih in uspešnih rešitev, ponovno postale zelo zanimive nevronske mreže. Analizirajte obstoječe rešitve oz. orodja, ki omogočajo (pol)avtomatski izbor najbolj estetskih fotografij iz sekvence fotografij. Primerjajte klasični pristop za estetsko ugotavljanje in ocenjevanje s pomočjo metod in orodij strojnega učenja ter trend iskanja estetskih ocen oz. klasifikacij s pomočjo metod in orodij globokih konvolucijskih nevronskih mrež (angl. Deep Convolutional Neural Networks). Na podlagi lastnih profesionalnih fotografskih izkušenj in slikovnega materiala podajte predlog rešitve problema in preverite prototip rešitve.

Mentor:


prof. dr. Franc Solina



Dekan:


prof. dr. Nikolaj Zimic

Rezultati magistrskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavljane ali izkoriščanje rezultatov magistrskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Zahvalil bi se staršem, ki so mi omogočili dodiplomski študij, in svojemu mentorju prof. dr. Francu Solini, ki me je usmerjal pri izdelavi naloge, mi dal mnogo koristnih nasvetov in me spodbujal k njenemu dokončanju. Hvaležen sem članom laboratorija za računalniški vid, še posebej izr. prof. dr. Narviki Boucon in doc. dr. Luki Šajnu za pregled naloge in nasvete ter pripombe. Barbari Ahačič bi se rad zahvalil za lekturo.

Kazalo

Povzetek

Abstract

1	Uvod	1
1.1	Problematika	2
2	Vrednotenje fotografij po estetskih in tehničnih kriterijih	7
2.1	Kako človek ocenjuje estetiko fotografij	7
2.2	Primer portretiranja	11
2.3	Fotografski elementi	16
3	Obstoječe rešitve avtomatskega vrednotenja fotografij	33
3.1	Klasične metode strojnega učenja	33
3.2	Globoke konvolucijske nevronske mreže	38
3.3	Klasifikacija fotografij	40
3.4	Klasifikacija in estetska evalvacija fotografij	45
3.5	Seznam podjetij z rešitvami	48
4	Analiza obstoječih rešitev	51
4.1	Sestava nabora fotografij	51
4.2	Google Photos	53
4.3	Primerjava klasifikacije fotografij s pomočjo aplikacij Caffe, Imagga in Clarifai	60
4.4	The Roll za IOS	66

KAZALO

4.5	Forevery Photo za IOS	69
4.6	Picturesqe	73
4.7	Novosti in napovedi	101
5	Predlog rešitve problema	103
5.1	Klasični pristop ali nevronske mreže?	103
5.2	Metapodatki Exif	110
5.3	Estetsko optimalne fotografije iz sekvence skorajda enakih fotografij	111
5.4	Estetsko optimalne fotografije iz sekvence podobnih fotografij .	113
5.5	Metapodatki Exif za estetsko evalvacijo	115
5.6	Metapodatki XMP	116
6	Pasti uporabe umetne inteligence	117
7	Sklepne ugotovitve in izzivi za nadaljnje delo	123
	Literatura	125

Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
API	Application Programming Interface	Programski vmesnik
CIPA	Camera and Imaging Products Association	Združenje proizvajalcev kamer in programske opreme
CYMK	Cyan Yellow Magenta Black	Cijan Rumena Magenta Črna
DPI	Dots Per Inch	Točke na palec
EV	Exposure Value	Vrednost osvetlitve
Exif	Exchangeable image file format	Izmenljiv format slikovnih datotek
GPS	Global Positioning System	Sistem globalnega pozicioniranja
HDR	High Dynamic Range	Razpon visoke dinamike
ISO	International Organization for Standardization	Mednarodna organizacija za standardizacijo
JEIDA	Japan Electronic Industries Development Association	Japonsko združenje razvoja elektronike
JEITA	Japan Electronics and Information Technology	Japonsko združenje IKT industrije
JPEG	Joint Photographic Experts Group	Strokovno združenje fotografskih strokovnjakov

KAZALO

NEF	Nikon Electronic Format	Nikonov format slikovnih datotek
RGB	Red Green Blue	Rdeča Zelena Modra
XMP	Extensible Metadata Platform	Razširljiva platforma meta-podatkov

Povzetek

Naslov: Izbor estetsko optimalne fotografije iz sekvence podobnih ali skorajda enakih fotografij

Avtor: Tomaž Hožič

Digitalna fotografija je povzročila eksponentno povečanje obsega posnetih fotografij. Pregledovanje in na podlagi estetskih kriterijev utemeljen izbor pravih, najboljših oz. najlepših posnetkov zahteva precej časa. Z metodami strojnega učenja so že dosegli odlične in ponovljive rezultate prepoznavanja obrazov in objektov ter kategorije fotografij (portret, pokrajina, makro posnetek, šport idr.). Zaradi vse bolj zmogljive strojne opreme so za iskanje učinkovitih in uspešnih rešitev ponovno postale zelo zanimive nevronske mreže. Magistrsko delo analizira obstoječe rešitve oz. orodja, ki omogočajo (pol)avtomatski izbor najbolj estetskih fotografij iz sekvence fotografij. V nadaljevanju primerja klasični pristop za estetsko ugotavljanje in ocenjevanje s pomočjo metod in orodij strojnega učenja ter trend iskanja estetskih ocen oz. klasifikacij s pomočjo metod in orodij globokih konvolucijskih nevronskih mrež (angl. Deep Convolutional Neural Networks). Na podlagi lastnih profesionalnih fotografskih izkušenj, lastnega slikovnega materiala in preizkusa komercialnega prototipa je podan predlog rešitve problema.

Ključne besede: fotografija, estetika, estetika fotografije, strojno učenje, konvolucijske nevronske mreže, metapodatki.

Abstract

Title: Choosing an aesthetically optimal photographic image from a sequence of similar or nearly identical images

Author: Tomaž Hožič

Digital Photography has caused an exponential increase of captured images. The process of reviewing and selecting the most beautiful images, in regard to some well-known aesthetic criteria, is a time consuming task. Excellent and repeatable face and object-recognition and image classification tasks of various kinds of images (portrait, landscape, macro, sports) are the result of applied machine learning algorithms. Because of the increase in hardware computing-power deep neural networks are becoming more and more popular. This master thesis analyses solutions and tools which can (semi)automatically find the most aesthetically pleasing images from a sequence of images. In this thesis the methods and tools of classical machine learning and those of deep convolutional neural networks are compared. On the basis of my professional photographic experience and images in various fields of photography (documentary, wedding, sport) a commercial prototype application is tested and some solutions to the problem are suggested.

Keywords: photography, aesthetics, aesthetics of photography, machine learning, convolutional neural networks, metadata.

Poglavje 1

Uvod

Dandanes fotografiramo vse bolj pogosto in tudi obseg fotografij je večji, kot kdajkoli prej. V mesecu dni posnamemo morda zgolj nekaj sto, lahko pa tudi na desettisoče fotografij. Pregledati ustvarjeno in izbrati nekaj najbolj uspelih posnetkov je pogosto zahtevna naloga. Pri tem opravilu si amaterji in fotografi pomagamo z bolj ali manj zmogljivimi orodji, ki v zadnjem času vključujejo tudi dognanja strojnega učenja in računalniškega vida.

Obstoječe aplikacije za organizacijo, klasifikacijo in urejanje fotografij, bodisi kot samostojne aplikacije (Adobe Bridge, Apple Photos) ali kot oblačne rešitve (Google Photos, Dropbox Carousel), še ne izkoriščajo veliko zmožnosti umetne inteligence. Nekatere omogočajo sicer prepoznavo obrazov, prepoznavanje vrst čustev, odkrivanje duplikatov, izločevanje neuspešnih posnetkov ali samodejno izdelavo vizualnih povzetkov (*angl. Visual Summaries*), vendar bi aplikacija, ki bi temeljila na dognanjih in metodah strojnega vida ali nevronskih mrež lahko prevzela dolgotrajno, strokovno zahtevno in tudi utrujajoče pregledovanje tisočih fotografij ter naredila izbor tistih, ki so po mnogih fotografskih pravilih estetsko najboljše. Tvrstna aplikacija bi z modulom utemeljevanja lahko pomembno izboljšala in pohitrila tudi proces učenja fotografiranja.

1.1 Problematika

Eksponentna rast količine digitalnih posnetkov postaja za človeka neobvladljiva in vse bolj so aktualna orodja, ki mu pomagajo obvladati razne vidike dela s posnetki [45]. Pri izboru sledimo estetskim pravilom, ki so v fotografiji že dolgo znana in ki se zelo počasi spreminjajo oz. prilagajajo ter posodabljaajo. Med pravila, ki so v določenih žanrih fotografije lahko enaka ali podobna, lahko pa tudi povsem specifična, sodijo kompozicijska pravila, kot so pravilo tretjin, pravilo zlatega reza, vodeče linije, ravnovesje, harmonija idr. [5, 51]. Nadalje pravila osvetlitve in barvne pravilnosti, barvne harmonije, selektivne (ne)ostrine, razmerja stranic fotografije idr. [10, 54, 61]. Ugotavljanje estetske kakovosti je polno izzivov, tako v izboru reprezentativnih značilnosti, kot tudi v izboru dovolj velike in po možnosti že ocenjene množice fotografij [21]. V sklopu estetike fotografije je kljub napisanim pravilom zelo veliko možnosti za osebno izraznost, kjer se omenjena pravila namenoma prekršijo in s tem želi fotograf posredovati svoje unikatno sporočilo. Estetika je zares nadvse odvisna tudi od konteksta, katerega pa vedno določa človek [56]. Pri ocenjevanju estetske kakovosti fotografij imajo velik vpliv fotografsko predznanje in izkušnje, čut za lepo in tudi čim večje število in delež videnih kakovostnih fotografij. Pri analizah komentarjev ocenjevalcev fotografij so ugotovili, da so najbolj številčno komentirane estetsko nadpovprečne in podpovprečne fotografije. Komentarjev povprečnih fotografij je bilo zelo malo. Ubesediti razloge za določeno oceno je precej težje kot zgolj z enim klikom podati oceno [40].

Pri raznih dogodkih, še posebno tistih, kjer je motiv le kratek čas v kadru in kjer je izjemnega pomena, da fotografu uspe posneti vsaj en estetsko sprejemljiv posnetek, nastane zaradi hitrega zaporednega snemanja (*angl. Burst Mode*) zelo veliko število podobnih ali skorajda enakih fotografij. Današnji fotoaparati zmorejo posneti tudi 15 in več fotografij v sekundi in trend višanja števila posnetkov v sekundi se bo z uveljavitvijo brezrealnih fotoaparatorov zgolj povečeval. Dodatni izziv predstavljajo fotoaparati in videokamere, ki že danes snemajo v ločljivosti 4K in čez čas v ločljivosti 8K s frekvenco 30 ali

60 posnetkov v sekundi. Fotografija se bo spremenila do te mere, da ne bomo več govorili o odločilnem trenutku, izraz odločilni trenutek je vpeljal svetovno znani fotograf Henry Cartier Bresson (1908–2004), temveč o odločilnih trenutkih, saj bo fotograf posnel večsekundni video in potem izmed več stotin posnetkov posameznega kadra izbral optimalnega, tako da bo kompozicijsko, tonalno in osvetlitveno pravilen, ter ostro izrisal želeni objekt oz. subjekt ali celo sestavil novo fotografijo iz večih posnetkov, kot npr. posnetki HDR (*angl. High Dynamic Range*) [49]. Postopek fotografranja se bo s tem močno poenostavil, saj bo fotografu zagotovo oz. s precej večjo verjetnostjo uspelo posneti kakovostno fotografijo, četudi bodo okoliščine za snemanje še tako zahtevne. Dogodki, ki so vsebinsko in predvsem časovno zelo kritični so npr. poroke in drugi spomina vredni in večinoma neponovljivi dogodki, kot tudi športni dogodki.

Z metodami strojnega učenja so že dosegli odlične in ponovljive rezultate prepoznavanja obrazov in objektov ter kategorizacije fotografij (portret, pokrajina, makro posnetek, šport idr.) in tudi estetske klasifikacije [39, 51, 53]. Predvsem nevronske mreže so zaradi vse bolj zmogljive strojne opreme v zadnjem času postale zelo zanimive za iskanje učinkovitih in uspešnih rešitev tudi na področju računalniškega vida [17, 23]. Klasični pristop določanja estetike fotografije z metodami strojnega učenja temelji na tem, da se na podlagi lastnih izkušenj ali izkušenj fotografov izbere tiste parametre, ki so najboljši ali najbolj obetavni pri ocenjevanju estetske kakovosti fotografij z določenega področja [41, 51].

V primeru portretne fotografije so parametri drugačni, kot v primeru pokrajinske fotografije [61]. Z izborom in različnimi pristopi so že dosegli odlične rezultate estetske klasifikacije med podpovprečnimi in nadpovprečnimi posnetki. Ti parametri morajo biti relativno enostavno izračunljivi in za izračun se pogosto uporablja odprtokodno knjižnico OpenCV. S pomočjo orodja za strojno učenje (Orange, Tensorflow, Aerosolve idr.) se parametre preizkusi na bazah fotografij, po možnosti že ocenjenih fotografij (DPChallenge, Flickr, AVA idr.) in ugotavlja primernost in uspešnost posameznih

parametrov pri napovedovanju estetske kakovosti fotografij.

Omenjena klasifikacija poteka raziskovalno na namiznih računalnikih, vse več pa je zmožnosti v samih napravah, ki na podlagi scene in vgrajene baze scen ter ustreznih nastavitev aktivno posežejo v zajem in obdelavo fotografij, nekateri sistemi pa na podlagi scene fotografu tudi svetujejo. Aparat sproži, ko prepozna smejoče se obraze in več njih tudi izostri, na podlagi osvetlitve (histogram) samodejno poveča dinamični razpon (*angl. Dynamic Range*) oz. v aparatu iz nekaj hitro si sledečih fotografij ustvari t.i. fotografijo HDR. Običajni pa so t.i. scenski načini, kjer na podlagi sicer fotografove ročne izbire scenskega načina, ki ustreza motivu (pokrajina, ognjemet, sneg, plaža, nočni portret, portret, otroci idr.), aparat prilagodi zaslonko, čas osvetlitve, vrednost ISO, nasičenost barv in osvetlitev na različnih predelih fotografije. Močno zastopani so različni učinki (*angl. Effects*) obdelave fotografij v aparatih. Novejši aparati podjetja Sony zmorejo tudi nenehno ostriti na oči osebe, četudi spreminjamo kader. Pričakovati je, da se bodo z večanjem procesorske moči v aparatih uporabile vse bolj zmogljive metode strojnega učenja in kasneje še metode nevronske mreže, ki bodo svetovale fotografu in na podlagi njegove izbire ali samodejno izboljševale posnetke [20, 42]. Zaradi odličnih fotografskih zmožnosti pametnih telefonov ter množične mobilne uporabe socialnih omrežij, lahko pričakujemo oblačne rešitve, ki bodo svetovale in dale napotke za snemanje estetsko čim lepših fotografij [62].

Osnovna ideja uporabe nevronske mreže je, da se jim da na vhodih reprezentativne in estetsko kakovostne fotografije z določenega fotografskega področja (portreti) in mreža se sčasoma sama nauči kriterijev kakovosti. Zaželeno končno stanje je, da ko naučeni mreži posredujemo estetsko kakovostne in na drugi strani estetsko neakovostne fotografije, le ta na podlagi naučenih značilnosti, fotografije samodejno estetsko klasificira [43]. Zanimivo področje je tudi ugotavljanje znanja oz. spretnosti fotografiranja na podlagi analize fotografovega portfolia [3].

Magistrska naloga v 2. poglavju obravnava kriterije za določanje estetskih in tehničnih kriterijev za vrednotenje fotografskih posnetkov, v 3. poglavju

pa je pregled najpomembnejših računskih pristopov in obstoječih sistemov za avtomatsko vrednotenje fotografij. V 4. poglavju je podrobnejša performančna analiza avtomatskih sistemov na osnovi velikega števila fotografij iz moje lastne zbirke [30]. V 5. poglavju je podan predlog rešitve obravnavanega problema izbora estetsko optimalne fotografije iz sekvence podobnih ali skorajda enakih fotografij. Sledi še zaključek v 7. poglavju.

Poglavje 2

Vrednotenje fotografij po estetskih in tehničnih kriterijih

Estetika ima v fotografiji, tako kot v drugih umetniških disciplinah, zelo velik pomen. Velja pa tudi, da fotografija, kot eden izmed medijev vseprisotne vizualne komunikacije, tvori pomemben steber estetike. V tem poglavju si najprej ogledamo, kako človek zaznava estetiko, nato nekaj nasvetov za portretiranje oseb, v sklepnem delu se še na kratko dotaknemo zgolj štirih elementov, ki v veliki meri vplivajo na zaznavanje estetike v fotografijah. To so kompozicijski elementi, osvetlitev, ostrina in globinska ostrina fotografije.

2.1 Kako človek ocenjuje estetiko fotografij

Prvo in za človeka najlažje opravilo je prepoznati vsebino fotografije. Na fotografiji je lahko oseba, več oseb, žival, pokrajina, arhitektura, cvetje, rastlinje, predmeti idr. Človek praktično od rojstva naprej iz okolice črpa vidne informacije in to desetletja ponavlja vsak dan življenja in večino dneva v raznih situacijah in svetlobnih pogojih. Neverjetna količina vidnih informacij in naučeni koncepti nam omogočajo v delčku sekunde pravilno prepoznati vsebino fotografije. Morda še pred tem na posnetku opazimo fotografske napake. Na splošno neostri, zamegljeni, pretemni ali presvetli posnetki, ali posnetki,

kjer je horizont zamaknjen, kjer je prikazan zgolj del obraza ali predmeta, sodijo med neuspele posnetke. Težko je postaviti pravila všečnosti oz. estetske kakovosti, saj se še sami fotografi zavestno odločamo, da jih bomo v določenih primerih prekršili. Včasih niti ni dovolj časa, da bi strogo sledili fotografskim pravilom in je imeti posnetek, četudi nepopoln, bolje, kot pa ostati brez posnetka. Morda si lahko deloma pomagamo z namenom vsake fotografije tako, da si jo ogleduje avtor in v izbranem kontekst morda tudi občinstvo. Fotografije so lahko posnete zgolj iz lastnega zadovoljstva in po enkratnem ogledu za leta ali desetletja obležijo na pomnilniškem mediju, ali pa je ista fotografija na ogled milijonom gledalcev. Pomemben je kontekst fotografije, v kakšnem mediju in s kakšnim namenom je objavljena. Pomembno je, ali posreduje samostojno sporočilo ali je zgolj podlaga oz. dopolnitev drugih sporočil. Na podlagi omenjenega konteksta objave se uredniki tudi odločajo, katero fotografijo bodo objavili ob izbranem besedilu.

Če želimo estetsko ocenjevati fotografije, moramo imeti dovolj fotografskega in likovnega predznanja. Vendar to ni dovolj in pravzaprav bi morali „govoriti“ t.i. slikovni jezik, ki proučuje strukturo, vsebino in sporočilnost podob. Znanje razumevanja slikovnih podatkov je v primerjavi z razumevanjem naravnega (govorjenega in pisanega), formalnega (matematika, fizika idr.) in likovnega jezika, žal še vedno zapostavljeno. Zaradi vse večje količine in vseprisotnosti slikovnih podatkov ter njihovega velikega pomena na pravzaprav vseh področjih človekovega delovanja, je skrajni čas, da je slikovni jezik deležen enakopravne obravnave v uporabi in poučevanju. Prav poučevanje slikovnega jezika bi morali vpeljati v vse ravni (formalnega) izobraževanja [18].

Nepismen ni samo ta, ki se ne uči govornega jezika, temveč predvsem tisti, ki se ne uči slikovnega jezika.

Miran Erič in Franc Solina, 2015

Analfabet prihodnosti [...] ne bo samo tisti, ki ne bo znal brati, marveč tudi tisti, ki ne bo znal fotografirati.

László Moholy-Nagy, 1925

Vsak žanr fotografije ima poleg osnovnih zakonitosti, ki so splošne za morda večino fotografij, še neke svoje zakonitosti estetike fotografije. Te slednje zakonitosti se deloma z leti tudi spreminjajo. Morda trajajo zgolj nekaj sezon, do pojavitve drugih, svežih in še nevidenih pristopov. Nove smernice nekega žanra fotografije vpeljujejo bodisi novi fotografi (a ne začetniki), bodisi fotografi z izkušnjami, ki želijo poživiti svoje ustvarjanje in preizkušajo različne pristope, nastavitve opreme, postavitve svetlobnih virov, položaje oseb ali predmetov in različne fotografske filtre.

Dandanes z globokimi nevronskimi mrežami ugotavljajo vsebino fotografij, se pravi kaj je na fotografiji (oseba, avto, žival, katera vrsta živali idr.) manj pa kje v fotografiji se nahaja. Slednje in še mnogo več značilnosti subjektov ali objektov se izračunava na klasičen način s pomočjo pristopov strojnega učenja. Kjer se eksperimentalno oz. na podlagi lastnih izkušenj določi nabor dovolj lahko izračunljivih značilnosti (*angl. features*) ter se jih potem preveri s pomočjo orodij za strojno učenje in velike baze že ocenjenih fotografij. Izračuni vključujejo preverjanje položaja glave glede na pravilo tretjin ali zlatega reza, kot horizonta, delež glave ali obraza v primerjavi s celotno fotografijo, ostrino fotografije, področje selektivne ostrine, število različnih barv in njihova porazdelitev idr.

Človek vsaj zavedno ne opravlja tovrstnih izračunov niti jih ni sposoben (število unikatnih barv in njihova porazdelitev, površina obraza ali glave, odmik od pravila tretjin ali zlatega reza idr.). Hkrati je sam postopek fotografiranja za nepoznavalca ali amaterskega fotografa zapleteno dejanje oz. nepregleden postopek. Dejansko se mora fotograf v relativno kratkem času odločiti za množico parametrov in pri tem v prvi vrsti upoštevati motiv, svetlobo in želeno sporočilnost. Tehnične nastavitve opreme (aparatus, objektiv, svetila idr.) se morajo uskladiti s prvotno omenjenimi dejavniki. Vendar fotografski proces ni nekaj eksaktnega, saj lahko z bolj ali manj spremenjenimi

parametri dosežemo tudi na pogled identične rezultate. V primeru, da pa pride do majhnih odstopanj, pa se to večinoma opazi šele ob vzporedni primerjavi fotografij. Opazovalec, razen morda oseba z izjemnimi sposobnostmi zaznavanja vidnih podrobnosti, iz posnetka ne bo mogel razbrati podatkov, kot so proizvajalec in model aparata ter objektiva, izbrana goriščna razdalja, vrednost ISO, čas osvetlitve in vrednost zaslonke, ali je prišlo do manjših predelav že v aparatu, ali je bil posnetek prvotno narejen v surovem zapisu (RAW) ali v stisnjem zapisu (JPG), kolikšna je bila stopnja stiskanja ipd. In človek bo ob ogledu kakovostne fotografije, četudi je navpičnica sredine obraza oddaljena od linije tretjin za več kot 10 % presodil, da je blizu pravilu tretjin in jo vseeno označil za kakovostno. Gledalec, ne glede na stopnjo poznavanja fotografije, v posnetku ne bo iskal natančno izmerljivih parametrov. Pomembno mu bo, kakšen splošni prvi vtis nanj napravi fotografija. Potem še drugi in tretji vtis, odvisno od tega, koliko časa bo namenil opazovanju različnih parametrov. Bolj kot matematična natančnost mu bodo pomembne enostavnost motiva in scene, ali glavni motiv dovolj izrazito izstopa, (selektivna) neostrina, ostrina celotne fotografije, izris podrobnosti, barvna harmonija, manjše število barv, kompozicija ipd.

Večini opazovalcev manjka fotografskega znanja. Bolj pomembni so jim prvi vtis in preprostost postavitve, izpovednost, žive in ustrezno zastopane barve, dramatičnost, občutek dinamike in vsebina fotografije, ki jim ni preprosto dosegljiva – posnetki oddaljenih in skrajno težko dostopnih krajev, posnetki iz vesolja, iz globin morja, višin, trenutki minljivosti v za človeka izjemno neprijaznih razmerah. Gotovo na estetsko oceno vpliva tudi velikost fotografije saj je precej prijetneje na zaslonu opazovati fotografijo ločljivosti recimo 1600×1200 pikslov (če zaslon podpira vsaj tako ločljivost), kot pa enako fotografijo velikosti 400×300 pikslov. Tudi natisnjene fotografije ob ustrezni kakovosti pustijo svojstven pečat. Natisnjene fotografije dimenzij 75×50 cm delujejo povsem drugače, kot fotografije dimenzije 15×10 cm. Slednje si ogledujemo na razdalji iztegnjene roke, prve pa na razdalji okoli dveh metrov a občutki so povsem drugačni.

Načeloma sama dimenzija fotografije, vsaj kar se tiče regularnih ocenjevanj, ne bi smela vplivati na estetsko oceno.

Vsebina fotografije nedvomno močno vpliva na gledalčev odziv in ocenjevanje estetike oz. všečnosti. Posnetki usod beguncev na poti in v zbirnih ter prehodnih centrih, ter njihova vsakodnevna borba za preživetje in približevanje želeni destinaciji, nas ne pustijo ravnodušne. Čeprav podobnega nismo doživeli, nas tovrstne podobe pretresejo, zdramijo, lahko tudi razjezijo, kako je to v Evropi mogoče. Najbrž se nihče od gledalcev, razen morda urednikov fotografije, ni spraševal o pravilu tretjin, zlatem rezu in harmoniji barv. Žirantje Pulitzerjeve nagrade pa so poleg vsebine nedvomno upoštevali tudi tehnično kakovost fotografij. Slednje seveda niso smele biti obdelane.

2.2 Primer portretiranja

Za primer vzemimo, kako bi se lotili učenja portretiranja oseb. Samo to ozko področje lahko zapolni ne eno, temveč vrsto knjig, zato spodnji seznam napotkov nikakakor ne more zaobjeti celotnega področja. Nekdo, ki bi želel razširiti svoje fotografsko znanje, pa bo že z uporabo zgolj nekaj teh nasvetov ustvaril precej bolj všečne posnetke. Opozoriti velja, da so spodnji napotki zgolj tehnične narave. Pri portretni fotografiji je izjemnega pomena relacija in zaupanje med portretirancem in fotografom. Na sam fotografski proces in posledično tudi na končni rezultat vplivajo vzdušje, okolica, prisotnost drugih (pomočnikov), predmetov, lokacija, vremenske razmere, nenapovedane motnje ali prekinitve.

Namen je osvojitev portretiranja osebe, brez širše okolice, predmetov ali celotnega telesa. Ko osvojimo to prvino, potem se oddaljujemo ali izberemo objektiv z manjšo goriščno razdaljo, ki zajamejo večji zorni kot. Na posnetku naj bo zgolj en obraz brez odsevov ali ogledal. Objektiv naj ima goriščno razdaljo 50 mm ali več.

1. Delež obraza oz. glave nasproti celotni fotografiji naj bo velik.
2. Ostrina na očeh. Ostrina na večini obraza oz. glave.

3. Oči morajo biti prepoznavne, očala ne smejo zakrivati ali temniti predela oči. Belina očesa mora po svetlosti dovolj izstopati.
4. Ozadje je zamegljeno oz. čim bolj barvno enovito.
5. Oči so na tretjini oz. v zlatem rezu. Usta so na tretjini oz. v zlatem rezu. Vertikala čez glavo oz. obraz je na tretjini oz. v zlatem rezu.
6. Pogled osebe v fotografijo oz. iz fotografije.
7. Oddaljenost glave oz. obraza od roba fotografije je manjša od tretjine vodoravnice ali navpičnice fotografije.
8. Na fotografiji je cela glava oz. tako očesi, kot tudi usta.
9. Daljica med očesoma je pod kotom ne večjim od 45 stopinj.
10. Pod nosom ni prevelike sence. Pod brado ali na licu ni prevelike sence.
11. Obe očesi sta vidni v frontalnem pogledu. Sence ne prekrivajo očesa. Ne sme biti prevelike razlike v osvetljenosti obeh oces.
12. Obraz svetlejši od ozadja. Izjema so t.i, High-key posnetki.
13. Harmonične barve - obraz in ozadje. Določena stopnja upada osvetlitve z obraza na ozadje.
14. Dovoljen je nevsiljiv dodaten vir svetlobe, ki delno osvetli obraz oz. ozadje.
15. Naravni toni kože - CMYK vrednosti glede na barvo polti.
16. Na fotografiji poleg obraza ni še drugih ostro izrisanih predmetov.
17. Na fotografiji poleg obraza ni izrazito vidnih linij.
18. Na obrazu ni močno presvetljenih predelov.
19. Na steklih očal so dovoljeni manjši odsevi svetlobe, ki pa ne prekrivajo oces.

20. Okvir očal naj ne prekriva oči. Nič drugega naj ne prekriva oči.
21. Posnetki s tančico naj imajo ostrino na očeh, ne na tkanini.
22. Na posnetku ni močnejših virov svetlobe, ki bi odvrčali pozornost.
23. Na posnetku morajo biti oči, nos in tudi ustnice.
24. Ustnice so v celoti prepoznavne, ne zakrivajo jih roke, ne drugi predmeti.
25. Ne sme biti preveč viden šum.
26. Malo različnih barv in naj bodo dovolj nasičene.

Fotografije za biometrične potne liste, osebne izkaznice in vozniška dovoljenja morajo ustrezati podobnim, a precej strožjim kriterijem. Tako so predpisani zunanji rob fotografije, dimenzija fotografije, priporočljiva lega oči, minimalna in maksimalna velikost obraza. Nadalje so pomembna določila glede formata fotografije, osvetlitve, ostrine, kontrasta, ozadja, kakovosti glede barvne nevtralnosti, ločljivosti DPI (Dots per Inch), nepoškodovanosti, izraza na obrazu, položaju glave, oči in smeri pogleda, nošenja očal, pokrival ter posebnosti pri fotografranju otrok, majhnih otrok in dojenčkov [8].

Fotografije tako ustrezajo dogovorjenim standardom, ki zagotavljajo, da se uradna oseba, ki pregleduje dokumente ukvarja zgolj z osnovnimi vidnimi značilnostmi obravnavane osebe, ne pa s svetlobnimi razmerami, izrazi na obrazu, da si mora odmisлити razna pokrivala oz. predstavljati pravi izgled osebe brez pokrivala, ugibati pravo barvo oči zaradi pogleda vstran idr. Na slikah 2.1, 2.2, 2.4 in 2.3 so prikazana pravila portretiranja za potrebe osebnih dokumentov.

Vsekakor pa omenjena pravila nimajo veliko skupnega s klasičnim pojmovanjem estetske oz. všečne fotografije, kjer je velikokrat lega obraza izven določenih okvirjev, pogled kdaj tudi ni direkten, uporabljena so raznovrstna pokrivala, ozadja ter različne vrste in viri svetlobe.

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA NOTRANJE ZADEVE

FOTOGRAFIJE ZA BIOMETRIČNE POTNE LISTINE, OSEBNE IZKAZNICE IN VOZNIŠKA DOVOLJENJA



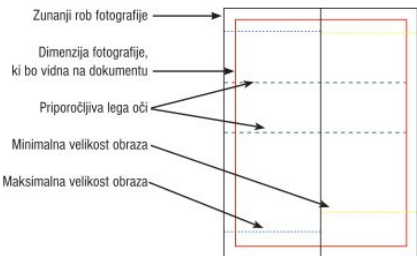
Priporočila in navodila – junij 2009

Mednarodni standardi, tehnične specifikacije in priporočila postavljajo za biometrične potne listine strožja pravila za zajem biometrične fotografije prosilca, ki bo lasersko gravirana na podatkovni strani njegovega potnega lista, obenem pa bo kot biometrični zapis varnostno shranjena v brezkontaktnem čipu.

Biometrična fotografija prosilca se uporablja za preverjanje identitete imetnika potnega lista, kot tudi za zanesljivo računalniško prepoznavo obraza pri prehodu meje. Biometrična fotografija (v strokovni literaturi označena tudi kot Full Frontal) vsebuje celoten imetnikov obraz, del ramen, vrat in v večini primerov vse lase.

Državljan lahko vlogi za izdajo biometrične potne listine, osebne izkaznice ali voziškega dovoljenja priloži fotografijo, izdelano v klasični obliki (3,5 x 4,5 cm), ali pa predloži potrdilo z unikatno referenčno številko e-fotografa, če so za to izpolnjeni predpisani pogoji.

Slika 2.1: Pravila portretnih fotografij za osebne dokumente [8].

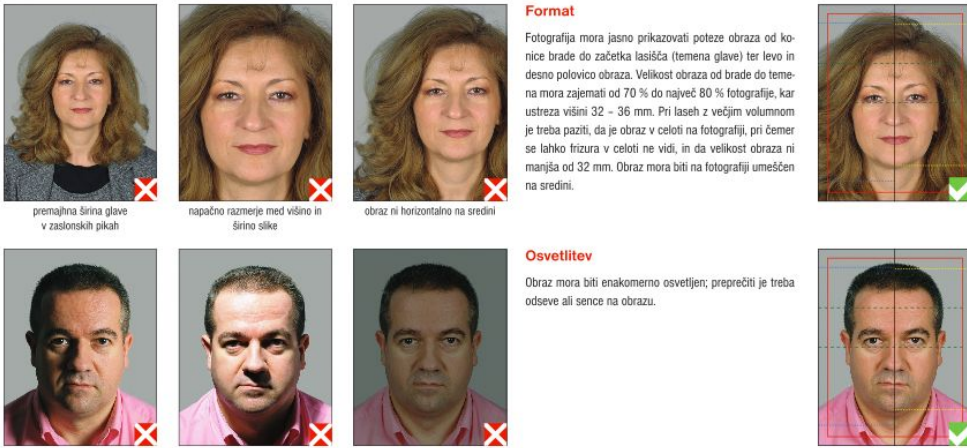


Geometrične lastnosti biometrične fotografije

Fotografija prosilca mora biti poravnana tako, da navidezna vertikalna črta teče ravno iz sredine med očmi, preko sredine nosu do sredine ust, oči morajo biti v navideznem horizontalnem polju.

Ekranska maska

Osnovne zahteve za ustreznost fotografije so določene v Pravilniku o izvrševanju zakona o potnih listinah, Pravilniku o izvrševanju zakona o osebni izkaznici in Pravilniku o voziških dovoljenjih. Fotografija mora kazati pravo podobo osebe in ne sme biti retuširana. Izdelana mora biti na belem tankem sijajnem fotografskem papirju, velikosti 35 x 45 mm, v črno-beli ali barvni tehniki. Fotografija ne sme biti izdelana z napravo za samopostrežno fotografiranje in mora biti primerne kakovosti za biometrično obdelavo. Prosilec mora biti fotografiran od spredaj, z odkritim čelom in obrazom, brez klobuka, čepice ali rute. Ne glede na to, pa smejo biti pripadnice oziroma pripadniki verskih skupnosti ter druge osebe, ki po svojem ljudskem običaju kot sestavni del svojega oblačila oziroma kot sestavni del oblačila verske skupnosti nosijo čepico, ruto ali drugo pokrivalo, fotografirani s čepico, ruto ali drugim pokrivalom, če imajo odkrito čelo in obraz, poleg tega pa mora zadostovati spodaj navedenim zahtevam:



Format

Fotografija mora jasno prikazovati poteze obraza od konic brade do začetka lasišča (temena glave) ter levo in desno polovico obraza. Velikost obraza od brade do temena mora zajemati od 70 % do največ 80 % fotografije, kar ustreza višini 32 – 36 mm. Pri lasih z večjim volumnom je treba paziti, da je obraz v celoti na fotografiji, pri čemer se lahko frizura v celoti ne vidi, in da velikost obraza ni manjša od 32 mm. Obraz mora biti na fotografiji umeščen na sredini.

Osvetlitev

Obraz mora biti enakomerno osvetljen; preprečiti je treba odseve ali sence na obrazu.

premajna širina glave v zaslonkih pikah
napačno razmerje med višino in širino slike
obraz ni horizontalno na sredini
sence na obrazu (osvetlitev ni enakomerna)
sence na obrazu (osvetlitev ni enakomerna)
sivinski profil fotografije

Slika 2.2: Pravila portretnih fotografij za osebne dokumente [8].

 usta so odprta	 slab vertikalni položaj obraza	 obraz ni slikan naravnost od spredaj	Pozicija glave in izraz na obrazu Glava mora biti poravnana, ne nagnjena, obrnjena ali po-vešena. Nos mora biti na sredini. Oseba mora biti foto-grafirana od spredaj. Izraz na obrazu mora biti nevtralen, ustnice zaprte, pogled pa naravnost v kamero.	
 oči niso naravnost	 oči niso odprte	 oči niso odkrite	Oči in smer pogleda Oseba na fotografiji mora gledati naravnost in fotoaparatu, oči morajo biti odprte in jasno vidne, ne smejo jih prekri-vati lasje. Višina oči mora biti pozicionirana vsaj med 50 % in največ 70 % višine fotografije, gledano od spodnjega roba. Edina izjema je pri otrocih, starih pod 10 let, kjer je izjemoma dovoljena spodnja meja 40 %.	
 okvir očal prekriva oči	 temna očala	 odsev bliskavice v očalih	Osebe, ki nosijo očala Oči morajo biti jasno vidne, odsevi na steklih očal ali na okvirju niso dovoljeni. Rob stekel ali okvirji očal ne smejo prekrivati oči, prav tako, razen iz upravičenih zdravstvenih razlogov (vidne poškodbe očesa), niso dovoljena za-temnjena stekla ali sončna očala. Očala z močnimi okvirji niso priporočljiva. Osebo, ki sicer nosi očala, lahko foto-grafiramo tudi brez očal.	
 zakrit obraz	 obraz ni dovolj odkrit	 nedovoljeno pokrivalo	Osebe, ki nosijo pokrivala Prostec mora biti fotografiran brez klobuka, čepice ali rute, razen v posebnih primerih, določenih v veljavnih predpisih. Dopusna je izjema iz religioznih razlogov. V tem primeru mora biti obraz jasno viden in prepoznaven od spodnjega roba brade do zgornjega dela čela ter od levega do desnega roba obraza.	
 nedovoljeno pokrivalo	 pogled vstran od kamere	 nasmeh	Otroci Na fotografiji otrok ne sme biti drugih oseb v ozadju, otroci morajo biti fotografirani z zaprtimi usti in brez igrač preblizu obraza. Pri otrocih do dopolnjenega 10. leta starosti so dovolje-na naslednja odstopanja: višina obraza mora zavzemati 50 - 80 % fotografije. To ustreza višini 22 - 36 mm od konice brade do zgornjega temena glave. Pri tem se upo-števa teme brez frizure. Pogosto se ne da točno določiti zgornjega temena glave na fotografiji za PL, zato slika ni primerna, če je višina obraza manjša za 17 mm in če je večja za 40 mm.	
 barva kože ni naravna	 nepravilna tekstura	 poškodovana	Dojenčki in majhni otroci Pri dojenčkih in otrocih do dopolnjenega tretjega leta starosti so pri dodatno predstavljenih izjemah dopusna odstopanja pri drži glave (ne pri posnetku od spredaj), v izrazu obraza, glede oči in smeri pogleda ter centriranja na sliki. Oči pri dojenčku morajo biti odprte.	

Slika 2.3: Pravila portretnih fotografij za osebne dokumente [8].



Slika 2.4: Pravila portretnih fotografij za osebne dokumente

2.3 Fotografski elementi

Fotografski elementi pomembno vplivajo na to, kako dobro je fotografija posneta. O teh elementih moramo razmišljati še pred pritiskom na sprožilec. Bolje takrat, ko primemo aparat v roke in se namenimo posneti motiv, najbolje pa že takrat, ko šele razmišljamo o tem, kaj bomo posneli. Ob tem je potrebno upoštevati tudi kje, kdaj in kako bomo posneli fotografijo. Fotografski elementi so neodvisni od uporabljene opreme, drži pa, da moramo čim boljše spoznati svojo opremo, njene prednosti in pomanjkljivosti ter kako lahko najboljše izkoristimo njene prednosti in upoštevamo njene pomanjkljivosti.

2.3.1 Kompozicija

Kako oblikovati fotografijo, iz česa naj bo sestavljena, v kakšnem medsebojnem odnosu so elementi, kako je zapolnjen prostor, kako doseči, da vse skupaj deluje enotno.

Paul Strand [22]

Mnogi pri fotografiranju izhajajo zgolj iz intuicije in pričakujejo čim boljši rezultat. Problematiko, ki se pojavlja na vseh področjih (umetniškega) ustvarjanja je na predavanju svojim študentom o barvah in umetnosti lepo povzel Johannes Itten, veliki učitelj Bauhausa med leti 1920 in 1930:

Če ste vi, neuki, zmožni ustvarjati barvne mojstrovine, je neukost lahko vaša pot. Toda, če kot neuki niste zmožni ustvarjati mojstrovine, si morate pridobiti učenost.

Johannes Itten

Kompozicijski elementi so na splošno abstraktni in ne predstavljajo oseb, živali, predmetov temveč govorimo o oglatih in okroglih geometrijskih likih večje ali manjše mase ter velikosti. Nadalje ločimo svetle in temne like, vodoravne, navpične ali poševne usmerjenosti. Govorimo o oblikah, smereh, diagonalah, simetralah, težiščih, ravnotežju, simetriji, ponavljanju, dinamiki, ritmu, perspektivi, kontrastu, (ne)stabilnosti idr. Z ustrezno razporeditvijo enakih ali večinoma različnih kompozicijskih elementov dosežemo želeno dinamiko in sporočilnost. Osebe in predmeti imajo več kompozicijskih elementov in v fotografiji s pogledom na osebo ali predmet dejansko prepoznamo omenjene elemente in jih v prostoru na želeni način kombiniramo in usklajujemo. V mislih pa naredimo miselni preskok, kajti fotografija zmore prostor predstaviti v zgolj dveh dimenzijah. Fotografija ima mnogo zvrsti in nekatera kompozicijska načela so skupna vsem zvrstem, druga zopet so bolj primerna za prav določeno zvrst.

Pri oceni estetike fotografij igra kompozicija eno ključnih vlog. V portretni fotografiji je pomembno, da je na fotografiji celoten obraz, da je ostrina



Slika 2.5: Portretna fotografija [30].

na obeh očesih in da sta očesi seveda vidni, da ni prevelikih senc pod očmi ali nosom, da vrh glave ni odrezan. Pri moški plešavosti se je pred leti večinoma iz kadra izvzelo zgornji del glave, danes pa je pleša že splošno sprejeta in ne predstavlja nekaj, kar bi se iz uvidevnosti moralo zakriti. Obraz naj ne bo čisto na robu fotografije, roke ali predmeti naj ne prekrivajo ne očesi, ne nosa ali ust. Pogled je lahko v kamero ali mimo kamere (zamišljen pogled). Če obraz zapolni kader je kompozicija drugačna, kot pa če se posname doprski portret ali celo postavo. V slednjih dveh primerih je potrebno paziti na ravnotežje v fotografiji in temu ustrezno postaviti portetiranca ali drugače razporediti osebe in predmete. Slika 2.5 prikazuje portret z ostrino na obrazu, ozadje je dovolj neostro in kjer manjši, a oddaljen predmet (cvetlični lonec z rožo) pomaga ohranjati kompozicijsko ravnotežje. Pogled in nagnjenost obraza v notranjost fotografije in proti neznanemu motivu prav tako prispevata k ravnotežju in sporočata dinamiko.

Pokrajinska fotografija prav tako pozna kompozicijski pojem ravnotežja, ki pa je pri tej zvrsti fotografije še toliko bolj pomemben. Vodne gladine rek, jezer in morij morajo biti absolutno vodoravne, kot to prikazuje slika 2.6.



Slika 2.6: Pokrajinska fotografija [30].

Če je možno, motiv izberemo tako, da manjša gora, planota ali zgradba v ospredju nudi ravnotežje večji gori v ozadju in na drugi strani fotografije. Pomembno je, da nas iz ospredja v ozadje fotografije popelje morda vrsta kamnov, skal ali zavita pot. Tudi Sonce in Mesec predstavljata poseben in pomemben kompozicijski element. Naravna ali umetna okna so zanimiv in mnogokrat uporabljen kompozicijski element.

Pri športni fotografiji je zelo zaželen ostro izrisan tekmovalc oz. njegovo tekmovalno sredstvo (motorno kolo, avtomobil, kajak idr.), ozadje pa naj daje občutek gibanja in naj bo neostro oz. zabrisano. Položaj tekmovalca na fotografiji naj bo tak, da je v namišljeni in podaljšani poti gibanja dovolj prostora oz. naj ga bo več, kot pa za tekmovalcem. Marsikdaj je horizont nagnjen, zato tedaj težje govorimo o ravnotežju v fotografiji. Ravnotežje elementov pa lahko s skrbnim izborom kadra vseeno dosežemo. Slika 2.7 prikazuje ostro izrisan motiv ter zamegljeno ozadje, kot posledica spremljanja motiva.

Velikokrat nimamo časa za bolj premišljeno kompozicijo, zato je nujno poznavanje tehničnih zmožnosti aparata in ustreznih nastavitev, da s tem ne



Slika 2.7: Športna fotografija [30].

izgubljammo dragocenega časa.

Format okvirja, naj si bo v razmerju stranic 3:2 ali 4:3, je v vodoravni legi za človeka najbolj naraven način opazovanja. Ležeči format odraža stabilnost in umirjenost, pokončni format pa dinamiko in neke vrste nemir. Pokončni format je zaradi človekove postave večinoma izbran za portrete, medtem ko je ležeči format večinoma izbran pri pokrajinskih posnetkih. Razmerje stranic 1:1 oz. kvadratni okvir odpravlja neodločenost glede izbire pokončnega ali vodoravnega formata in je še posebno primeren za simetrične motive.

Po nastanku fotografije ima njeno obrezovanje pri določanju kompozicije zelo pomembno vlogo. V nalogi predpostavimo, da so fotografije še na pomnilniški kartici ali so bile presnete na računalnik in si jih ogledujemo v nespremenjeni obliki v programu za organizacijo in obdelavo fotografij. Fotografije torej niso obrezane, orientacija je nespremenjena, prav tako so nespremenjene osvetlitev, svetlost, kontrast, ostrina, nasičenost barv idr.

Okvir fotografije naj bi bil z motivom dovolj zapolnjen, seveda če govorimo o namenu prikazati bližino med fotografom in motivom. Povsem možna je majhna zapolnjenost okvirja, še posebno ob uporabi širokokotnega objek-

tiva in večje razdalje do motiva. V tem primeru je bolj pomembna relacija med motivom in njegovo okolico.

Pri pravilu tretjin okvir fotografije po vodoravnici in navpičnici razdelimo na tri enake dele. Večinoma so vsečne fotografije tiste, kjer so glavni in izostreni deli motiva na enem ali več presečiščih teh daljic. V primeru vodoravnega okvirja s stranicama 3:2 vertikalna daljica razdeli vodoravnico v razmerju 1:2. Iz zgodovine poznano in mnogokrat uporabljeno pravilo zlatega reza pa določa razdelitev stranic v razmerju 1:1,618. V procesu fotografiranja se le redko kdo poslužuje pravila tretjin, kaj šele pravila zlatega reza. Aparati zmorejo v iskalu vključiti navidezno mrežo pravila tretjin, po lastnih izkušnjah pa še nisem zasledil navidezne mreže zlatega reza, kar bi sicer bila zelo dobrodošla in preprosta rešitev. Pomagamo si lahko tako, da v primeru ležečega okvirja z razmerjem stranic 3:2, na motiv merimo po pravilu tretjin, pred samo sprožitvijo pa aparat premaknemo tako, da je motiv malenkost pomaknjen od tretjinske vertikale proti središčni vertikali. Razdalja od tretjinske vertikale do motiva mora biti manjša od razdalje motiva do središčne vertikale.

Okvir fotografije predstavlja dvodimenzionalno površino na katero razporejamo kompozicijske elemente. Motiv postavljen v spodnji del okvirja umirja in stabilizira kompozicijo, medtem ko višje postavljen motiv vnaša dinamiko.

Obseg naloge žal ne omogoča obravnave prav vseh kompozicijskih pravil, načel in priporočil. Tako bi lahko podrobneje obravnavali pojme, kot so obzorje, okvir v okvirju, točke, linije, diagonale, ploskve oz. površine, krivulje, vektorji, gibanje, kontrast, barve, oblike, kontrast oblik in barv, dinamična napetost, motiv in ozadje, ritem, ponavljanje, vzorci in teksture, masa in teža, perspektiva, globina, jukstapozicija, vsebina, simbolika, prikrita sporočila idr.

RGB	ZONE	LAB	DESCRIPTION
0	0	0	
11	0	11	<i>Pure black</i>
23		9	
11	I	11	<i>Near black, with slight tonality but no texture</i>
46		18	
11	II	11	<i>Textured black; the darkest part of the image in which slight detail is recorded</i>
70		27	
11	III	11	<i>Average dark materials and low values showing adequate texture</i>
93		36	
11	IV	11	<i>Average dark foliage; dark stone, or landscape shadows</i>
116		45	
11	V	11	<i>Middle gray; clear north sky, dark skin, average weathered wood</i>
139		55	
11	VI	11	<i>Average Caucasian skin; light stone, shadows on snow in sunlit landscapes</i>
162		64	
11	VII	11	<i>Very light skin; shadows in snow with acute side lighting</i>
185		73	
11	VIII	11	<i>Lightest tone with texture; textured snow</i>
209		82	
11	IX	11	<i>Slight tone without texture; glaring snow</i>
232		91	
11	X	11	<i>Pure white; light sources and specular highlights</i>
255		100	

www.martinbaileyphotography.com See <http://mbp.ac/503> for more information...

Slika 2.8: Conski sistem, kot ga je zasnoval Ansel Adams [7].

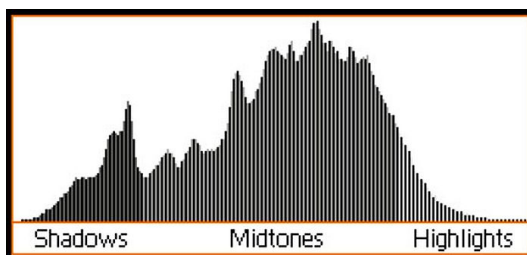
2.3.2 Osvetlitev

Fotografija temelji na zajemu svetlobe različnih valovnih dolžin, tako v za človeka vidnem, kot tudi nevidnem spektru rentgenskih in infrardečih žarkov. Od izuma fotografije leta 1839 dalje, je temeljno vprašanje, kako skozi optični sistem (objektiv) na preparirane steklene ali kovinske plošče, film ali senzorje zajeti od motivov in okolice odbito svetlobo, da bodo motiv in okolica pravilno osvetljeni. Pravilnost osvetlitve pomeni, da fotografija v kar največji možni meri prikazuje to, kar so v trenutku njenega nastanka videle oči in kar so interpretirali možgani fotografa. Ker pa imamo ljudje različne vidne in zaznavne ter zaradi fotografskega (pred)znanja tudi različne interpretacijske

sposobnosti, se je vrsta posameznikov lotila neke vrste standardizacije oz. postavljanja bolj splošno sprejetih pravil oz. smernic ter zgolj nasvetov, kaj pomeni pravilno osvetljena fotografija. Med njimi zavzema pomembno mesto Ansel Adams (1902–1984), ki je vpeljal t.i. *conski sistem* osvetlitve [1]. Definiral je 11 različnih con osvetlitve, kjer cona 0 označuje najbolj temne predele fotografije, v katerih ne moremo zaznati še temnejših tonov, pa vse tja do cone X, ki označuje najbolj svetle predele fotografije, v katerih ne moremo zaznati še svetlejših tonov. Coni 0 in X lahko označimo tudi kot čista črna in čista bela. Cona V predstavlja svetlost srednje sive barve oz. svetlost jasnega neba severne poloble, temno kožo ipd. Slika 2.8 prikazuje posamezne cone in opise običajnih tonov. Conski sistem je uporaben tako v črnobeli, kot tudi barvni fotografiji.

Cilj fotografa je, motiv in sceno zajeti in osvetliti tako, da se na motivu v najsvetlejših predelih in najtemnejših predelih še vedno lahko zazna podrobnosti. To pomeni, da v pomembnih predelih fotografije ni popolnoma temnih (črnih) in svetlih (belih) predelov oz. jih je skrajno malo glede na površino motiva [46]. Seveda so to splošna priporočila, ki nam pogosto pomagajo ustvariti všečno fotografijo, vendar je mnogo primerov motivov, okolice in svetlobnih pogojev, kjer enostavno ne moremo v dovolj veliki meri slediti priporočilom. Pri tem je čas, ki nam je na voljo za ustvarjanje, zelo pomemben dejavnik. V primeru pokrajinske fotografije, je časa za skrbno osvetlitev nedvomno več, kakor pa v primeru športne fotografije. V slednji, zaradi narave samega postopka ustvarjanja, časa za conski sistem, kot ga poznamo iz učbenikov, pravzaprav ni.

Histogram osvetlitve na sliki 2.9, je pomemben pripomoček, ki še pred pritiskom na sprožilec, nedvomno pa takoj zatem, pomaga ugotoviti, kako je posamezna fotografija osvetljena. Vendar prikazuje zgolj stopnjo in porazdelitev osvetlitve brez informacije, kateri predeli fotografije so premalo, ravno prav ali preveč osvetljeni. Slika 2.10 prikazuje porazdelitev v kanalih RGB in skupno porazdelitev osvetlitve, kot jo vidi fotograf na zaslonu LCD. Histogram tako posreduje zgolj splošno informacijo ali je fotografija pravilno,



Slika 2.9: Histogram porazdelitve osvetlitve od temnih tonov, preko srednjih tonov, do svetlih tonov [33].

pod ali preosvetljena in prav to je lahko za nepoznavalca precej zavajajoče.

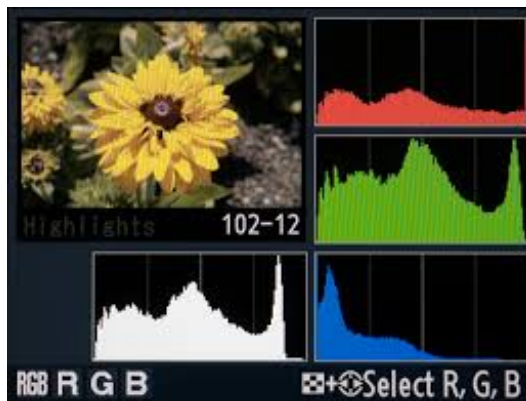
Nekateri motivi in scene enostavno odbijajo več svetlobe in zgrešeno bi bilo sklepati, da je zaradi tega fotografija preosvetljena. Svetlomer v aparatu je tako zasnovan, da poskuša vsako sceno umeriti na srednjo sivo.

Zato si napredni fotografi pomagajo z različnimi osvetlitvenimi programi, kot so:

- povprečno (Average),
- sredinsko uteženo (Center-weighted),
- točkovno (Spot).

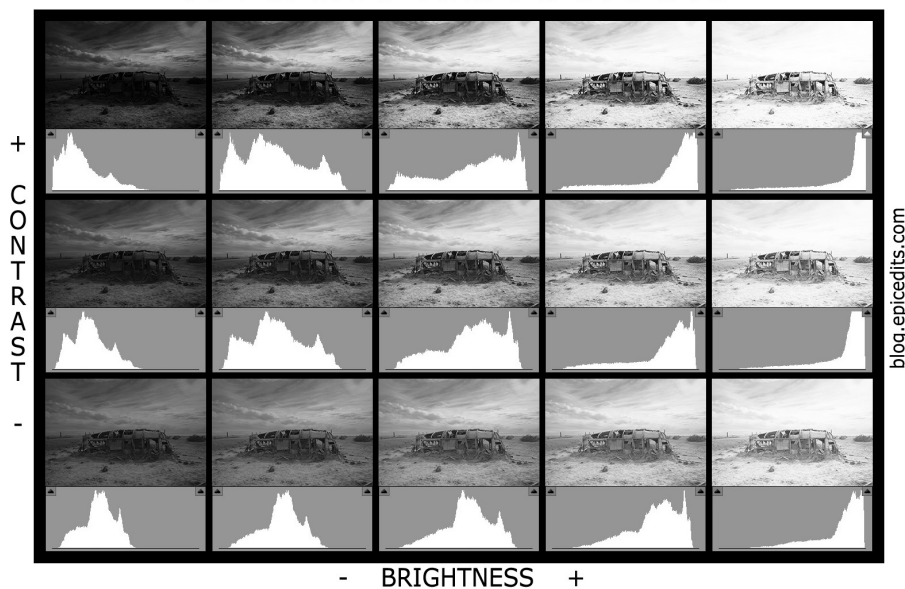
Povprečno merjenje osvetlitve obravnava vse točke v fotografiji z enako pomembnostjo. Sredinsko uteženo merjenje izmeri svetlost vseh točk, vendar pri izračunu obravnava točke v sredinskem območju z večjo pomembnostjo. Točkovno merjenje meri zgolj nekajstopinjski prostorski kot, kar povzroči, da recimo na obrazu portretiranca izmeri osvetljenost zgolj na manjšem delu lica.

Histogram se moramo naučiti brati, kar prikazuje slika 2.11, sicer bo interpretacija scene neustrezna in rezultati naključni ter večinoma neoptimalni [52].



Slika 2.10: Histogram porazdelitve osvetlitve po barvnih kanalih RGB, kot je vidno na LCD prikazovalniku fotoaparata [44]

READING HISTOGRAMS



Slika 2.11: Primeri fotografij različnih kontrastov in osvetlitev z njim ustreznimi histogrami osvetlitve [52].

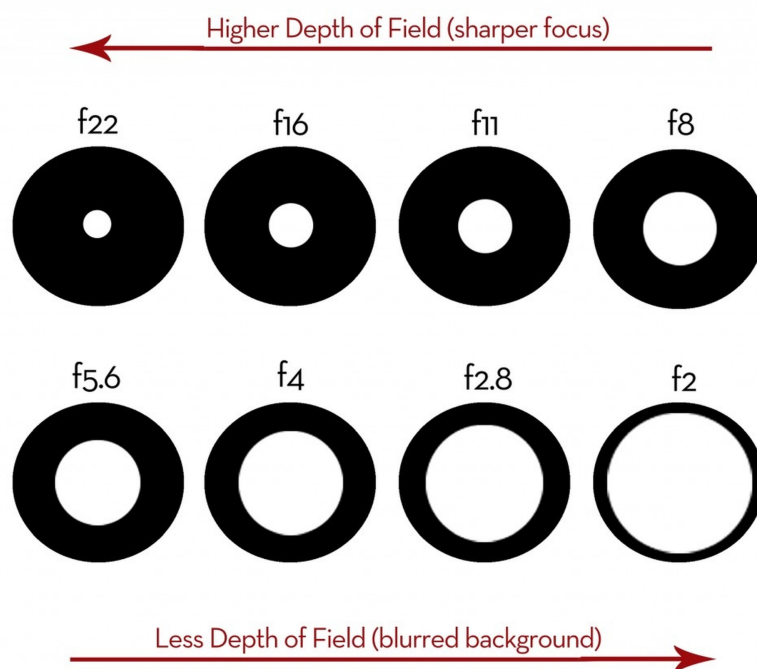
2.3.3 Ostrina in globinska ostrina

Fotografije, na katerih ni nobenega izostrenega predela, kamor bi nas vodil pogled, označujemo za neostre oz. zamegljene in kot take so neprijetne na pogled, saj nimamo neke oporne točke. Dovolj velik del motiva oz. glavni deli motiva morajo biti izostreni, a to ni dovolj. Če je izostren motiv in tudi celotno ozadje, potem različni kompozicijski elementi tekmujejo za gledalčevo pozornost. Seveda je mnogo primerov, ko je to povsem sprejemljivo in se pojavi v primerih, ko je recimo oseba v pokrajini in želimo prikazati odnos med človekom in naravo. V tem primeru je zelo zaželeno, da sta tako človeška postava, kot tudi pokrajina izostrena. V večini primerov pa težimo k temu, da je motiv izostren, ozadje pa neostro in to nam pomaga usmeriti pozornost na motiv.

Neostrino ozadja najlažje dosežemo že med fotografiranjem tako, da izberemo ustrezen objektiv, nastavimo dovolj odprto zaslonko ter določimo primerno razdaljo med aparatom, motivom in ozadjem. Seveda lahko neostrino ozadja ustvarimo kadarkoli kasneje med obdelavo fotografij. Ostrino na zelenih delih motiva dosežemo z izborom ustrezne avtofokusne točke in postavitvijo le te na ustrezno mesto na motivu. Izbrati moramo dovolj kratek osvetlitveni čas, da preprečimo neostrino zaradi premika motiva ali aparata. Pri tem vsaj glede premikanja aparata močno pomagajo razne optične stabilizacije, bodisi senzorjev v aparatih, bodisi leč v objektivih.

Globinska ostrina (*ang. Depth of Field*) je fotografski pojem in označuje prostorski obseg, ki je po globini na fotografiji ostro izrisan. Pri fotografiji želimo ostro izrisati tisti obseg oz. tisto področje, ki je za nas kot fotografa pomembno. Pri tem fotograf večinoma sledi zgolj lastnim predstavam, željam in ciljem, v določenih primerih pa mora ravnati po navodilih naročnika. Globinska ostrina je določena z optičnimi lastnostmi objektiva, z goriščno razdaljo, zaslonko, oddaljenostjo aparata od točke izostritve ter razdalje med objektom in ozadjem.

Objektivi z manjšo goriščno razdaljo (manj kot 50 mm) omogočajo večjo globinsko ostrino in obratno, objektivi z večjo goriščno razdaljo (več ali enako



Slika 2.12: Stopnje odprtosti zaslonke. Od najbolj zaprte zaslonke F22, ki povzroči največjo globinsko ostrino, pa vse tja do najbolj odprte zaslonke F2, ki povzroči najmanjšo globinsko ostrino [6].

50 mm) omogočajo manjšo globinsko ostrino. Objektive s fiksno goriščno razdaljo 50 mm imenujemo normalne objektivne in njihov zorni kot v stopinjah je približno enak zornemu kotu pogleda človeka. Zaslonka predstavlja odprtino, skozi katero vpadna svetloba potuje proti senzorju. Vsak objektiv ima zaslonko in za fotografa je poleg ostalih pomembnih tehničnih lastnosti objektivna najbolj zanimivo, kolikšna je lahko največja odprtina zaslonke.

Odprtina zaslonke se meri v korakih F-stop in manjše število predstavlja bolj odprto zaslonko (na senzor pade več svetlobe), večje število pa predstavlja bolj zaprto zaslonko (na senzor pade manj svetlobe). Profesionalni objektivni imajo maksimalno odprto zaslonko pri vrednostih F2.8, F1.4, F1.2, ali celo F1.0. Najbolj zaprte zaslonke pa imajo vrednost F22, F32 ali še več, odvisno zopet od izbranega objektivu. Slika 2.12 prikazuje posamezne

stopnje odprtosti zaslonke.

Slike 2.13, 2.14 in 2.15 sicer nazorno, a zgolj približno ponazarjajo, kako zapiranje zaslonke z vrednosti F2.8 pa vse tja do F11, poveča globino ostrine [55].

Za izračun dejanske globinske ostrine lahko uporabimo mobilno aplikacijo Simple DoF Calculator (Slika 2.16) ali spletno aplikacijo DOFMaster (Slika 2.17). Slika 2.16 prikazuje izračun globinske ostrine preko spletne aplikacije. Izbrali smo ustrezno skupino aparatov Nikon, goriščno razdaljo (focal length), zaslonko (f-stop) ter oddaljenost do motiva (subject distance). Izračun pokaže, da je globina ostrine zgolj 11 cm in to 5 cm pred motivom in 6 cm za motivom.



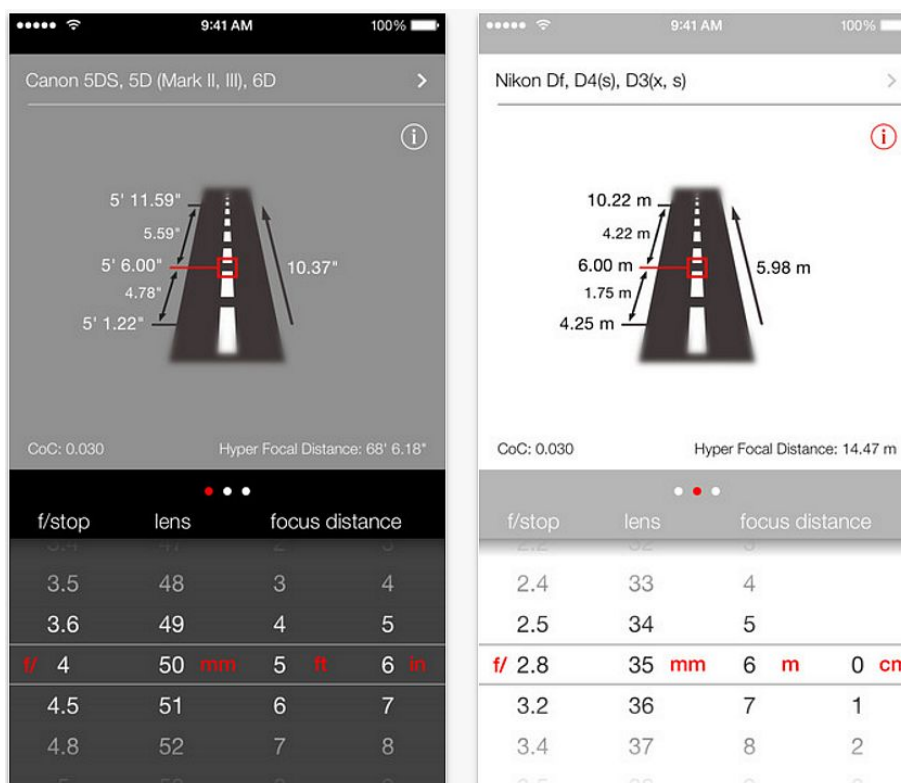
Slika 2.13: Globina ostrine pri zaslonki F2.8, kjer je izostrena zgolj prva oseba v vrsti [55].



Slika 2.14: Globina ostrine pri zaslonki F4.0, kjer sta izostreni prvi dve osebi v vrsti [55].



Slika 2.15: Globina ostrine pri zaslonki F11, kjer so izostrene vse osebe v vrsti [55].




Slika 2.16: Izračun globinske ostrine s pomočjo mobilne aplikacije Simple DoF Calculator [15].

Depth of Field Calculator

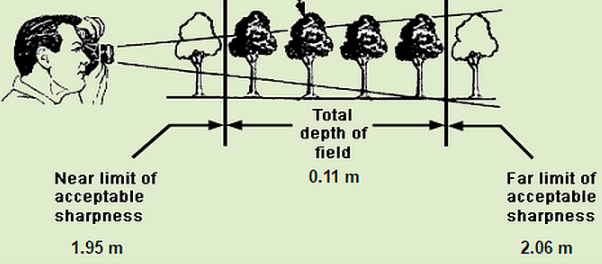
Camera, film format, or circle of confusion <input type="text" value="Nikon D300, D300s, D200, D100"/>	Subject distance 2 m
Focal length (mm) <input type="text" value="50"/>	Depth of field
Selected f-stop <input type="text" value="f/1.8"/>	Near limit 1.95 m
Subject distance <input type="text" value="2"/> meters	Far limit 2.06 m
<input type="button" value="Calculate"/>	Total 0.11 m
	In front of subject 0.05 m (49%) Behind subject 0.06 m (51%)
	Hyperfocal distance 70.2 m Circle of confusion 0.02 mm

[AdChoices](#) [Camera](#) [Olympus](#) [Canon 5](#) [Bokeh Lens](#)


 Use the actual focal length of the lens for depth of field calculations. The calculator will automatically adjust for any "focal length multiplier" or "field of view crop" for the selected camera.

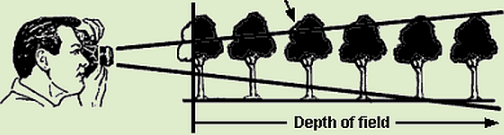
Focal lengths of digital camera lenses are listed [here](#).

Focus at the subject distance, 2 m



Near limit of acceptable sharpness 1.95 m
Total depth of field 0.11 m
Far limit of acceptable sharpness 2.06 m

Focus at the hyperfocal distance, 70.2 m



Depth of field extends from 35.1 m to infinity

Slika 2.17: Izračun globinske ostrine pri izbranem aparatu, goriščni razdalji, zaslonki in razdalji do motiva s spletno aplikacijo DOFMaster [16].

Poglavje 3

Obstoječe rešitve avtomatskega vrednotenja fotografij

Na področju samodejne kategorizacije in estetske evalvacije fotografij poteka ostra konkurenca med velikani, kot so Google, Facebook in Microsoft ter množico manjših visokotehnoloških podjetij. Vsako od teh podjetij, predvsem pa Google in Facebook, razpolaga z velikansko količino fotografij, katere so in še bodo prispevali končni uporabniki. Fotografije sicer niso kategorizirane in ne evalvirane, vendar je tok konstanten in vse večji. Za omenjena opravila bodo in že uporabljajo metode strojnega učenja, kot tudi metode globokih konvolucijskih nevronskih mrež. Veliki igralci od tretjih podjetij pospešeno kupujejo tehnologijo ali podjetja v celoti prevzamejo.

3.1 Klasične metode strojnega učenja

Raziskovalci so v zadnjih desetletjih vložili izjemno veliko napora v iskanje kar najbolj ustreznih in relativno lahko izračunljivih značilnosti fotografij, s ciljem, da bi lahko računalnik naučili razlikovati med bolj in manj kakovostnimi fotografijami. Posvetovali so se s fotografi, psihologi, medijskimi strokovnjaki ter drugimi strokovnjaki in raziskovali, kako dobro izbrane značilnosti opisujejo kakovost oz. estetiko fotografij. Še fotografi si mnogokrat nismo edini,

zakaj je izbrana fotografija boljša od druge. Mnogokrat niti ne moremo ubesediti občutkov ali podati vse razloge.

Mnogokrat se preverja skladnost s kompozicijskim pravilom tretjin, ki je bilo leta 1797 predlagano s strani Johna Thomasa Smitha. Trdil je, da je to razmerje za fotografije pokrajin in podeželja najbolj primerno [5]. Od tedaj pravilo tretjin predstavlja pomemben princip prostorske kompozicije umetniških del. Vse raziskave upoštevajo in preverjajo mnogo značilnosti in samo pravilo tretjin nima odločilne teže, kot si predstavljamo [5, 39, 41, 51]. Če pravilo uporabimo, fotografija še ne bo nujno uspela in če pravila ne uporabimo, fotografija ne bo nujno manj kakovostna. Pravilo predstavlja dobro izhodišče za nekoga, ki želi napredovati v znanju kompozicije.

Pomen kompozicije kot celote je velik, poleg tega preprostost fotografije in ustrezno majhno število barv. Med visokonivojskimi značilnostmi je tudi globinska ostrina, med nizkonivojskimi pa svetlost, kontrast, šum, zamegljenost in prostorska porazdelitev robov [51].

Izobraževanje o teoriji fotografije se je z leti preselilo z računalnikov [31], na številne spletne strani in v zadnjem času na mobilne naprave. Pojavljajo se že avtonomni mobilni sistemi [20, 42, 62], ki uporabniku pomagajo pri kompoziciji in nastavitvah naprave (vrednosti EV in ISO). Poleg kompozicijskih elementov merijo preprostost fotografije, svetlost, barvni kontrast in barvno harmonijo, upoštevajo področja pomembnosti oz. področja pozornosti (salient region). To so področja, kjer se dejansko nahaja motiv. Pri tem sistem svetuje na podlagi rudarjena socialnih podatkov in vzpostavljanju korelacij med vrstami uporabnikov in značilnostmi fotografij [20]. Raziskava [42] ne upošteva pravila tretjin temveč kompozicijo robov, nadalje kontrast med objektom in ozadjem, bogatost (večje spremembe v horizontalni in vertikalni smeri), distribucijo in število barv ter nasičenost barv. Natančnost ugotavljanja estetsko kakovostnih fotografij leži pri 89 %. Že dlje časa je opazno nasprotje med tem, da uporabniki z malo fotografskega znanja, na družabnih omrežjih objavljajo vse več fotografij. Pomembna je hitrost, sprejemljiva kakovost posnetka in želja po dokumentiranju dogodka. Raziskava [62] predlaga

sistem, ki bi uporabniku na podlagi njegove geolokacije, trenutnega časa in vremenskih razmer na mestu fotografiranja s pomočjo fotografskega modela podobnih posnetkov s tega ali bližnjega mesta svetoval, kako naj ustvari kompozicijo posnetka, s kakšne perspektive naj fotografira in s kakšnimi nastavitvami (vrednost ISO, osvetlitveni čas). Fotografski model je naučen s strani fotografij drugih uporabnikov družabnega omrežja.

Zanimivi so poizkusi meritve centroidov barv [39], saj naj bi imela vsaka barva različno vizualno težo. Rdeča barva ima večjo težo kot pa rumena barva in s prostorsko lokalizacijo barvnega centroida preverjajo ravnotežje v fotografiji. Pomembni sta tudi kompleksnost in zamegljenost ozadja, šum, simetrija in presenetljivo tudi ali je fotografija črno-bela ali ne. Pravzaprav je dober dodaten kriterij, ker drži, da če je fotografija črno-bela je z večjo verjetnostjo kakovostna. Črno-bele fotografije večinoma ustvarjajo izkušeni fotografi, zato je delež kakovostnih fotografij med črno-belimi precej velik. S kombinacijo značilnosti so dosegli tudi 82,38 % natančnost. Določeni pristopi raziskujejo tudi kompozicijski element diagonalne dominancije [45].

Raziskava, s katero so želeli ugotoviti, ali lahko iz fotografovega portfolia (začetnik, amater, napredni amater, ekspert) ocenjenega s strani ocenjevalcev z različnim fotografskim predznanjem, sklepamo na znanje in spretnosti fotografa, je pokazala, da ni možno vzpostaviti močne korelacije med portfoliom in ocenami. Ugotovili so tudi, da ni močne korelacije med številom všečkanih fotografij in predznanjem ocenjevalcev. So pa eksperti manj pogosto všečkali fotografije, kot so to storili ocenjevalci z manj znanja in izkušnjami [3].

Raziskave vpliva velikosti fotografije na oceno estetike potrjujejo, da obstaja korelacija med velikostjo fotografije in všečnostjo [10]. Vendar povezave niso mogli potrditi za vse obravnavane zvrsti fotografije (umetnost, živali, arhitektura, ljudje, objekti, pokrajine in šport). Ugotovili so, da je na zaslonu opazovalca bolj pomembna velikost fotografije v palcih (cm), kot pa ločljivost v pikslih. Radi si ogledujemo kakovostne fotografije in tudi v večjem formatu, tiste slabše pa ponavadi, če že, raje v manjši velikosti. Fotografije slabše kakovosti ob povečavah na večje dimenzije razkrijejo neostrino, prezapletenost

ozadja, ne dovolj nasičene barve idr.

Pri raziskavi subjektivnosti v ocenjevanju estetike [40] so analizirali tako ocene uporabnikov, bolj podrobno pa vsebino komentarjev, da bi odkrili morebitne izvore subjektivnosti. Iz baze DPChallenge so uporabili fotografije tematik portret, pokrajina, arhitektura, živali, rastline ter cesta. Največ fotografij in komentarjev je bilo s področja portretov. Veliko je bilo tudi komentarjev fotografij pokrajine in živali, precej manj pa komentarjev arhitekture. Po eni strani razumljivo, saj na naravo in živali se pravzaprav spozna večina ljudi, na arhitekturo precej manj ljudi. Ugotovili so, da so najbolj komentirane tako najboljše, kot tudi najslabše ocenjene fotografije, precej manj je bilo komentarjev povprečnih fotografij. Besede, uporabljene v komentarjih so razvrstili v kategorije *pozitivno*, *kreativno*, *negativno*, *osebno mnenje*, *oboje in elementarno*. Ugotovili so močno korelacijo med besedami v kategoriji kreativno in fotografijami portretov. Kljub temu, da vidimo dnevno največ portretov, kreativnost pozitivno vpliva na všečnost. Kategorija kreativno pa ni imela močne korelacije s fotografijami pokrajine ali živali. Ugotovili so, da kreativnost oz. nenavadnost v fotografijah sočasno s pozitivnimi in negativnimi aspekti povzroča subjektivnost estetske ocene.

Najbolj uspešni sistemi upoštevajo značilnosti posamezne zvrsti fotografije in nedvomno so pristopi pri pokrajinski fotografiji drugačni, kot pri portretni, kjer je nujna detekcija oseb. Zanimiv pristop podaja raziskava [61], ki izpostavlja značilnost barvne harmonizacije oz. relativnega položaja vsake barve v prostoru. Pri portretni fotografiji so dosegli odlične rezultate, če so značilnosti za to zvrst fotografije uporabili ne zgolj na celotni fotografiji temveč tudi na ključnih predelih portreta, kot so predel obraza, oči in ust [41]. Na te predele obraza tudi človek najprej usmeri pogled, ker mu sporočajo čustveno stanje opazovane osebe. Portretne fotografije imajo pogosto ostre robove na predelu obraza in zamegljeno ozadje, oči so ostro izrisane, kontrastne in dobro osvetljene. Ugotovili so, da je najbolje vseh 15 značilnosti, ki so si jih zamislili, uporabiti na predelu oči. Tudi raziskave, ki so povsem usmerjene v portrete [54] poudarjajo, da je potrebno zasnovati

namenski sistem, ki bo upošteval čim več specifičnih značilnosti portretnih fotografij. Spol, starost, barva oči, nošenje očal in rasa ne vplivajo na oceno estetike fotografij. Obstaja pa pozitivna korelacija med originalnostjo in unikatnostjo ter estetiko. Izpostavljajo, da so zelo pomembni ostrina na očeh, dobra osvetlitev obraza, ter kontrast ostrine med obrazom in ozadjem.

Estetika je odvisna od konteksta fotografije [56] in za najboljše rezultate je potrebno selektivno preverjati značilnosti tako v ospredju fotografije oz. področjih zanimanja (motiv), kot tudi na preostalih področjih. Preveriti je potrebno tudi značilnosti, ki povezujejo obe področji. Predlagajo preverjanja lokacije motiva, razdaljo motiva do središča fotografije, barvne razlike, ostrino in nasičenost barv motiva. Kakovostne fotografije imajo ponavadi manjše število barv in te so dovolj nasičene. Manj kakovostne pa imajo večje število premalo nasičenih barv. Pri ocenjevanju fotografij različnih zvrsti (portret, narava, živali, mesto) obdržijo vedno zgolj 7 najbolj uspešnih značilnosti. Izpostavljajo, da nevronske mreže pri izboru najbolj estetskih fotografij dosegajo najboljše rezultate, vendar ne morejo razložiti, katere značilnosti do katere mere vplivajo na oceno fotografije.

Pomemben temelj raziskav predstavljajo baze uporabljenih fotografij, kot so DPChallenge, Photo.net, CUHKPQ, MIRFlickr, AVA idr. [21]. Vse omenjene baze, razen baze CUHKPQ, sestavljajo ocenjene fotografije, katere so ustvarili neprofesionalni fotografi. Bazo fotografij CUHKPQ sestavljajo profesionalne fotografije, katere so izbirali amaterji. Raziskovalci predlagajo neke vrste *zlat standard* ali nabor fotografij posnetih s strani profesionalcev in izbranih s strani drugih profesionalcev. Med globalnimi značilnostmi upoštevajo povprečno svetlost in nasičenost pikslov, zamegljenost (blur) celotne fotografije, kompozicijsko geometrijo, komplementarne barve, barvno harmonijo, število unikatnih barv, prostorsko porazdelitev robov ter barvni in svetlobni kontrast celotne fotografije. Med lokalnimi značilnostmi upoštevajo svetlobni kontrast med segmenti, horizontalno koordinato masnega središča celotne fotografije, regionalno kompozicijo, čistost predelov obraza, osvetljenost, svetlost ter razliko med subjektom in ozadjem.

Danes vsakdo ustvarja vsebine in mnogi jih tudi objavljajo na družabnih omrežjih. Ponudniki družabnih omrežij in podjetja želijo o uporabnikih izvedeti vse več osebnih podatkov. V doktorski dizertaciji [53] avtorica predlaga, da se pri snovanju sistemov za semantično in estetsko iskanje fotografij ne upošteva zgolj že omenjenih značilnosti fotografij, temveč, da se upošteva tudi pozicija avtorja fotografij v družabnem omrežju, koliko povezav ima, kako zanimive so bile njegove predhodne fotografije ipd. Upoštevati bi morali tudi vsebino fotografije, ker so določene vsebine, glede na kulturno in nacionalno pripadnost gledalcev, za nekoga bolj zanimive, za druge manj. Pomembna naj bi bila tudi lokacija posnetka.

Poskuša se že estetsko ocenjevati video posnetke a naloga je precej zahtevna, ker je obseg slikovnih informacij občutno večji in tudi datoteke so izjemno velike [49]. Nalogo otežuje dejstvo, da še ne obstaja že ocenjena baza videoposnetkov. Snemanje videa si s fotografijo deli zgolj nekaj konceptov, v bistvu pa ima svoje specifične zakonitosti. Gibanje je eden izmed temeljnih dejavnikov in to ne zgolj motivov, večinoma tudi kamere. Ustvarjalci razločujejo gibanje ospredja in ozadja, pogosto se spreminja smer, perspektiva, zoom ter fokus. Na kakovostnih posnetkih zaznamo manj tresenja, kot na manj kakovostnih posnetkih in motiv mora imeti dovolj prostora v smeri gibanja.

3.2 Globoke konvolucijske nevronske mreže

V zadnjem času s pomočjo globokih konvolucijskih nevronske mreže dosega dobre rezultate, tako pri ugotavljanju vsebine fotografije, kot tudi pri estetski evalvaciji. Ker je zasnova kar najbolj ustreznih in relativno lahko izračunljivih značilnosti fotografij časovno zelo zamudno in ker morda še niso niti našli najboljših značilnosti, po katerih bi ocenjevali fotografije različnih zvrsti, je zelo priročno, če se iskanje, prepoznavo in učenje teh značilnosti prepusti kar računalniku.

Zavoljo dejstva, da trenutne nevronske mreže ne moremo sočasno upo-

rabljati tako za globalne značilnosti (pravilo tretjin idr.), kot tudi lokalne značilnosti (ostrina na motivu idr.) so eksperimentalno zasnovali sistem RAPID (Rating Pictorial Aesthetics using Deep Learning) [43]. Sistem kombinira kar dve nevronske mreže, prvo za globalne, drugo za lokalne značilnosti. Globalna mreža prejme na vходу celotno fotografijo, lokalna zgolj naključne izreze te iste fotografije. Po nekaj plasteh transformacij mreže združijo. Poleg običajnih značilnosti so vpeljali še značilnosti, kot so komplementarne barve, makro in zamegljenost zaradi gibanja. Uporabili so fotografije iz baze AVA.

V povezavi z družabnimi omrežji je raziskava [17] želela preveriti, ali lahko nevronska mreža na podlagi števila ogledov, všečkov in komentarjev fotografij, napove njihovo popularnost. Uporabili so fotografije baze Flickr 100M. Izkazalo se je, da pristop z nevronske mreže, na tak način, kot so jo uporabili oz. zasnovali, ni bil uspešen. Ne dvomijo pa, da je bila izbira nevronske mreže pravilna. Uporabili so mrežo, ki se je izkazala pri klasifikaciji fotografij glede na njihov stil. Trdijo, da sta zaznava in učenje visokonivojskih značilnosti podobni, tako pri ugotavljanju stila fotografije, kot tudi pri napovedovanju njene popularnosti. Del krivde za delni neuspeh pripisujejo pomanjkanju časa in uporabi že prej naučene mreže. Ker je izpostavljen pomen konteksta, fotografije najverjetneje ne vsebujejo značilnosti, iz katerih bi se dalo sklepati na njihovo popularnost. Morda bi lahko prepoznali potencialno popularnost določene fotografije. Od zunanjih dejavnikov pa je odvisno, ali se napovedana popularnost v resnici tudi potrdi.

Zanimiva je tudi uporaba nevronske mreže na področju slikarstva in fotografije [23]. Algoritem, kako človek kombinira vsebino in stil, da ustvari izvirno slikarsko delo, nam še ni poznan. Zasnovali so mrežo, ki je sposobna iz fotografije nekega umetniškega dela ločiti vsebino in umetniški stil. S pomočjo kombiniranja naučenega umetniškega stila na fotografijah z ustrezno podobno vsebino so dosegli nove umetniške stvaritve.

3.3 Klasifikacija fotografij

Pri klasifikaciji fotografij poskušajo algoritmi strojnega učenja oz. nevronskih mrež ugotoviti, kaj je vsebina fotografije in ponavadi vrnejo tudi oceno verjetnosti. Fotografijam podelijo značke, ki naj bi kar najbolj opisale fotografije. V nadaljevanju so navedene nekatere aplikacije za klasifikacijo fotografij. Izstopa aplikacija podjetja Clarifai, ki zmore ugotoviti tudi vsebino video posnetkov.

3.3.1 Aplikacija Caffe

Na spletni strani Caffe (demo.caffe.berkeleyvision.org) lahko preizkušamo uspešnost klasifikacije s pomočjo globokih konvolucijskih nevronskih mrež [9]. Lahko podamo pot do datoteke ali naslov URL. Med rezultati vrne najverjetnejše značke, bodisi najbolj natančne (angl. *Maximally accurate*) bodisi najbolj določene (angl. *Maximally specific*). Rezultat vrne večinoma v manj kot desetinki sekunde. Slika 3.1 prikazuje uporabniški vmesnik aplikacije Caffe.

3.3.2 Google Photos

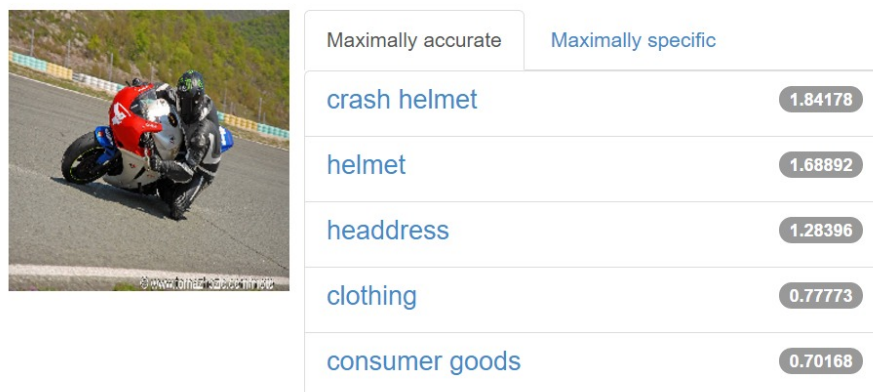
Google je po ukinitvi storitve Google Picasa predstavil novo spletno shrambo in okolje za urejanje fotografij (google.com/photos/about), imenovano Google Photos. Fotografije do ločljivosti 16 mega pik lahko prenesemo v oblak v neomejenih količinah, za fotografije večjih ločljivosti pa moramo izbrati enega od naročniških in plačljivih modelov shrambe. Videoposnetke lahko shranimo v polni oz. ločljivosti Full-HD. S področja strojnega učenja in globokih nevronskih mrež je najbolj poznan njihov odprtokodni projekt Google Tensorflow [58], razvit s strani skupine Google Brain Team. Prilagodljiva arhitektura z enotnim API-jem omogoča porazdelitev računskih operacij med eno ali več CPE in GPE namiznega računalnika, strežnika ali mobilne naprave. Na oblakni platformi Google Cloud Platform [25] sta od orodij strojnega učenja najbolj zanimivi Cloud Machine Learning Platform (v alfa inačici)

Caffe Demos

The [Caffe](#) neural network library makes implementing state-of-the-art computer vision systems easy.

Classification

[Click for a Quick Example](#)



	Maximally accurate	Maximally specific
crash helmet	1.84178	
helmet	1.68892	
headdress	1.28396	
clothing	0.77773	
consumer goods	0.70168	

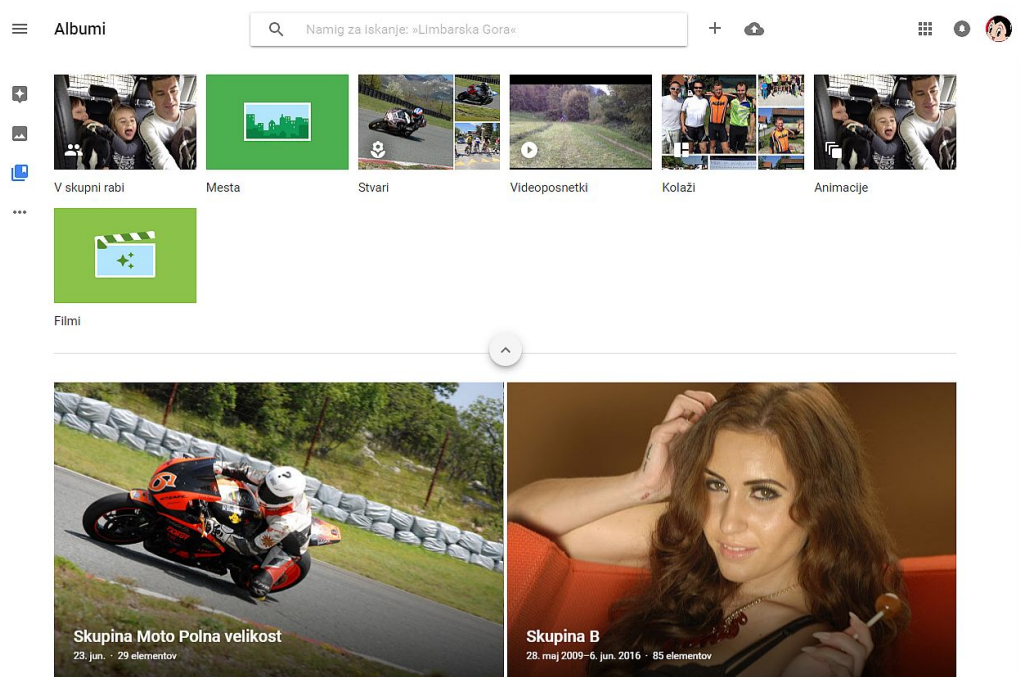
CNN took 0.074 seconds.

Slika 3.1: Klasifikacija fotografij s pomočjo spletne aplikacije Caffe [9].

ter Vision API. Aplikacija Google Photos zmore iz posnetih fotografij samodejno ustvariti nov album, novo stilizirano fotografijo ali posnetek HDR. Najbolj zanimiva pa je samodejna klasifikacija fotografij. Slika 3.2 prikazuje uporabniški vmesnik aplikacije.

3.3.3 Imagga

Bolgarsko podjetje Imagga [34] je specializirano za rešitve računalniškega vida, samodejne prepoznavne, klasifikacije fotografij ter ekstrakcije metapodatkov. Njihove rešitve so preko vmesnikov API uporabljene na področjih procesiranja fotografij, oglaševanja, arhitekture, oblikovanja in komercialnih baz fotografij (Stock Photography). Trenutno ponujajo mobilno aplikacijo za okolje Windows Phone. Na njihovi spletni strani je preizkusna aplikacija

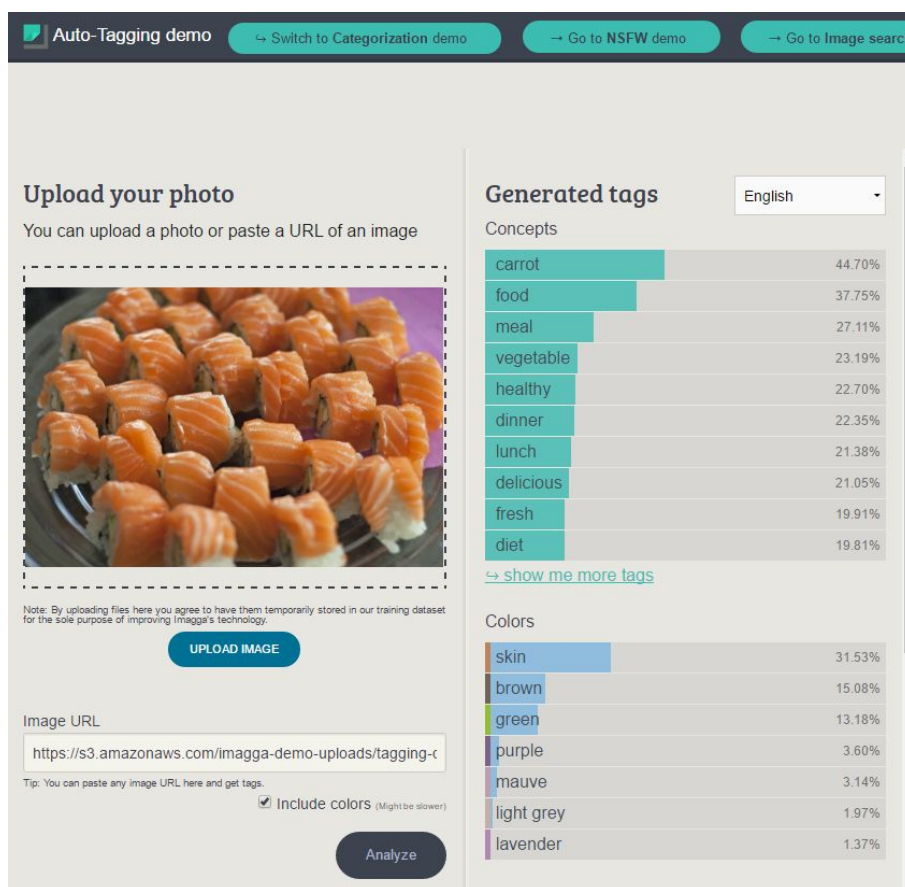


Slika 3.2: Organizacija in klasifikacija fotografij s pomočjo oblačne storitve Google Photos. Na podlagi naloženih fotografij, aplikacija samodejno izdela tudi video zgodbe in krajše animacije [26].

(imaggga.com/auto-tagging-demo), s katero je možno preizkusiti klasifikacijo fotografij ter v bazi iskati fotografije z določeno stopnjo natančnosti ujemanja značk. Na voljo je preverjanje, ali je podoba na fotografiji nevarna za delo (angl. *Not Safe To Work*). Slika 3.3 prikazuje uporabniški vmesnik aplikacije.

3.3.4 Clarifai

Podjetje Clarifai [12] je bilo ustanovljeno leta 2013 in je na tekmovanju klasifikacije fotografij ImageNet 2013 (Image-net.org) zasedlo prvih pet mest. Rešitve podjetja Clarifai samodejno organizirajo tako fotografije kot tudi video posnetke in so uporabne predvsem v rešitvah založništva, medijev, spletne prodaje in nadzora vsebin za odrasle. Na spletni strani je dosegljiva preizkusna inačica, ki sprejme fotografijo, video ali URL povezavo do vira.



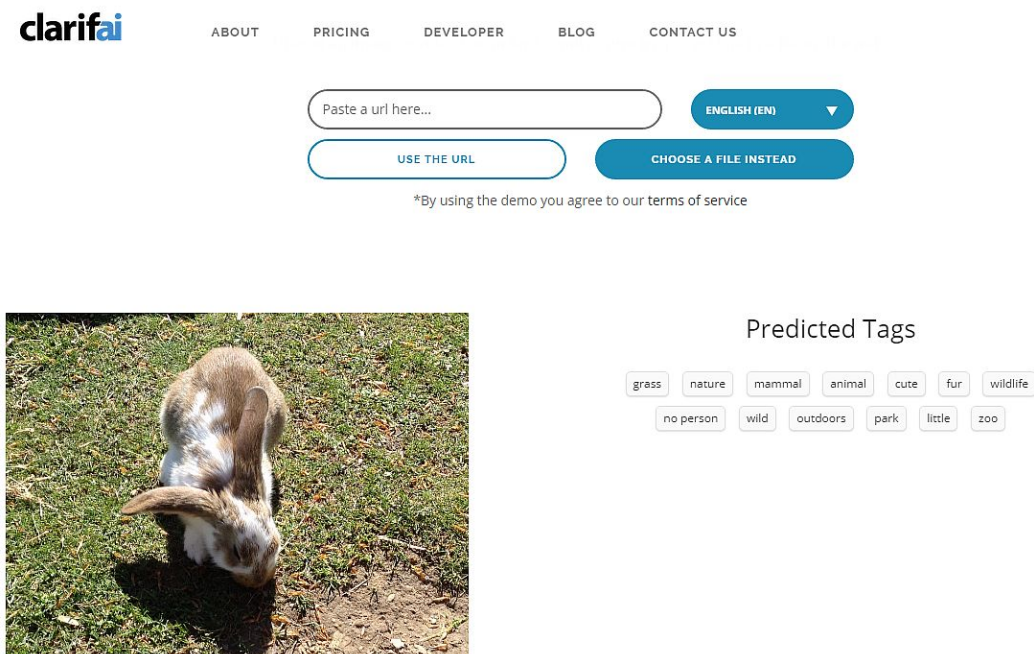
Slika 3.3: Klasifikacija fotografij s pomočjo aplikacije Imagga [34].

Velikost datoteke je lahko do 100 MB in čas klasifikacije ter prikaza ključnih besed je zelo kratek. Orodja so razvita v programskih jezikih C, CUDA C [14] ter Python.

V enem učnem procesu se osredotočijo zgolj na prepoznavo objekta in kategorizacijo oz. določitev najverjetnejših značk. Za lokalizacijo objekta v fotografiji, morajo učenje ponoviti na drugačen način.

Večina programske kode nevronske mreže je napisanih v jeziku Python, za izdelavo komercialnih programskih vmesnikov API pa podjetje Clarifai kodo raje pretvori v kodo jezika GO [24]. Po njihovih navedbah so na ta način bolj učinkoviti. Poleg tega je bil programski jezik GO razvit za paralelno procesiranje in s tem izkoriščanje večih jeder hkrati.

Ker prejemajo ogromne količine podatkov, postaja učna faza ozko grlo, zato uporabljajo najsodobnejše grafične procesorje, ki so okoli 30-krat hitrejši od CPE. S pomočjo obratnega postopka imenovanega *Deconvolutional Neural Networks* so želeli ugotoviti, koliko se posamezna plast v resnici nauči. Z zmanjševanjem filtra dimenzije 11×11 pikslov na 7×7 pikslov in zamika (*stride*) s 4 na 2 piksela so dosegli, da se že druga plast precej več nauči. Ugotovili so, da besedilo na fotografijah povzroči še posebno močne aktivacije. Pričakovati je, da se bo s pomočjo hitrejše strojne opreme okno na nižjih plasteh (bliže vhodni fotografiji) lahko zmanjšalo, morda celo do nivoja posameznega piksela in s tem se bo zmanjšal tudi zamik na en piksel. Pojavljajo se že bolj zapleteni pojmi, kot so *veselje*, *biti skupaj*, *zapuščeno*, *že pečeno ipd.* Na spletni strani podjetja (www.clarifai.com) je možno preizkusiti klasifikacijo fotografij. Podjetje Clarifai je svoje nevronske mreže naučilo že več kot 11.000 kategorij značilik [63]. Slika 3.4 prikazuje uporabniški vmesnik aplikacije.



Slika 3.4: Klasifikacija fotografij s pomočjo aplikacije Clarifai [12].

3.4 Klasifikacija in estetska evalvacija fotografij

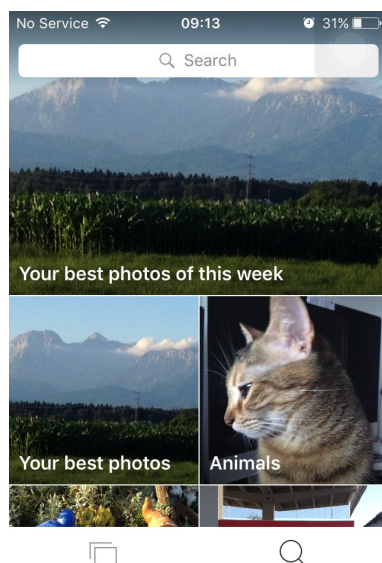
V nadaljevanju opisane aplikacije zmorejo poleg klasifikacije, fotografije tudi estetsko evalvirati. Aplikaciji *Forevery Photo* in *The Roll* sta namenjeni mobilnim napravam, aplikacija *Picturesq* pa osebnim računalnikom.

3.4.1 The Roll za IOS

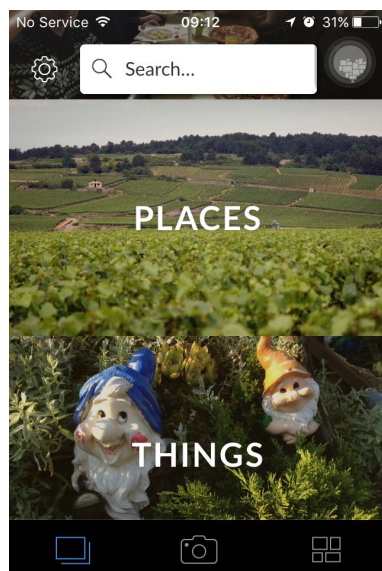
Mobilna aplikacija podjetja *EyeEm* za naprave z okoljem IOS [19], dosegljiva na naslovu (www.theroll.eyeem.com), samodejno klasificira fotografije glede na kategorije, kot so živali, portret, mesto, umetnost, barva, pokrajina, rože, narava, drevo, arhitektura, nebo, rastline, voda idr. Najboljše fotografije tedna uvrsti na vrh uporabniškega vmesnika, prav tako najboljše fotografije izmed vseh posnetih. Uporabniški vmesnik je preprost in pregleden (Slika 3.5), vendar oblikovno ne tako dodelan, kakor uporabniški vmesnik aplikacije *Forevery Photo*.

3.4.2 Forevery Photo za IOS

Mobilna aplikacija podjetja *Clarifai* za naprave z okoljem IOS, dosegljiva na naslovu (www.forevery.com), podobno kot aplikacija *The Roll*, fotografije samodejno klasificira glede na kategorije, kot so ljudje, lokacije, stvari, čustva in jih organizira glede na čas, lokacijo ali vizualno podobnost. Pri tem uvrsti estetsko najbolj uspele posnetke na začetek vsake kategorije. Predvsem je impresivna kategorija *Things*, ki vključuje zares mnogo kategorij. Omenimo zgolj kategorije kipi, mačke, človek, poletje, vožnja, barva, narava, mladiči, sesalci, prisrčno, narava, most, portret, letni časi, prijateljstvo, plaža, hrana idr. Samodejno izdeluje tudi foto zgodbe, uporabnik pa lahko fotografijam dodaja lastne značke in tako pomaga izboljševati prepoznavo. Uporabniški vmesnik je preprost, všečen in pregleden (Slika 3.6).

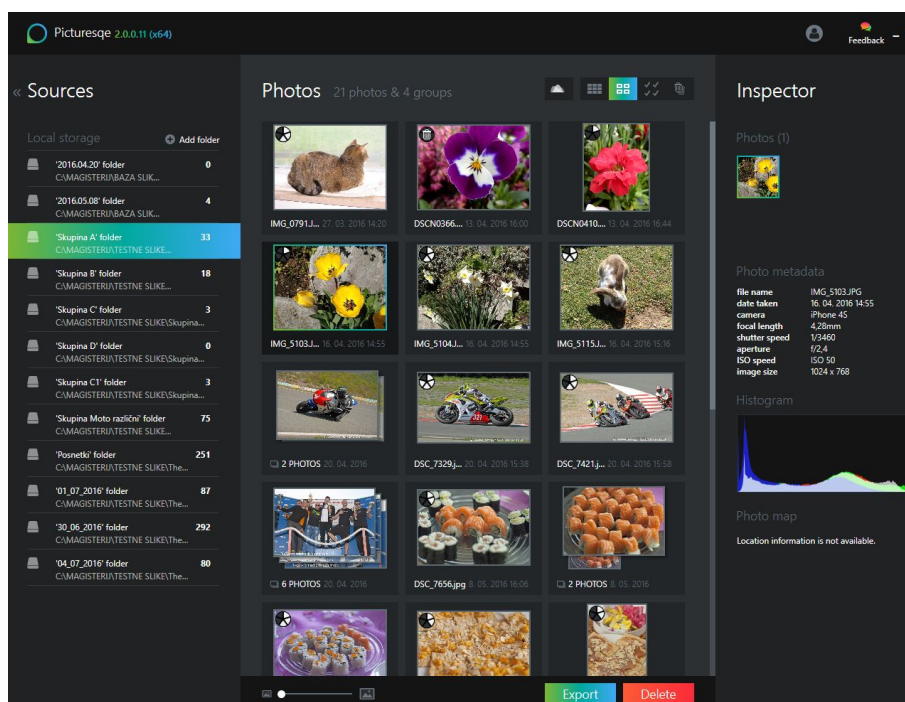


Slika 3.5: Klasifikacija in estetska evalvacija s pomočjo mobilne aplikacije The Roll za okolje IOS. Na vrhu zaslona predlaga najboljše fotografije, katere smo posneli v zadnjem tednu, malce niže pa absolutno najboljše fotografije. Sledijo klasifikacije fotografij [30].



Slika 3.6: Klasifikacija in estetska evalvacija fotografij s pomočjo mobilne aplikacije Forevery Photo za okolje IOS. Na vrhnjem nivoju so kategorije *Recents*, *People*, *Places*, *Things*, *Times* in *Favorites* [30].

3.4.3 Picturesque



Slika 3.7: Klasifikacija in estetska evalvacija s pomočjo aplikacije Picturesque za okolje Windows. Levo podokno je namenjeno dodajanju map s fotografijami, osrednje okno pregledu (ne)klasificiranih fotografij in desno okno podatkom Exif ter histogramu osvetlitve [30].

Aplikacija je namenjena amaterskim, predvsem pa profesionalnim fotografom, ki morajo tudi izmed več deset ali več sto posnetki izbrati estetsko najboljše [50]. Podobne fotografije grupira in vsaki poda estetsko oceno. Zelo zanimiva zmožnost je t.i. *intelligentni zoom*, ki pri vzporednem pregledu večih fotografij, na vsaki izmed njih približa isti objekt. Tako lahko zelo hitro preverimo kakovost odlikave motiva. Uporabniški vmesnik je preprost in pregleden (Slika 3.7). Na levi strani je podokno za izbor mape fotografij, osrednji del zaslona je namenjen prikazu vseh oz. grupiranih fotografij, desno podokno pa prikazu histograma osvetlitve in nekaterih metapodatkov. Trenutno je na voljo zgolj inčica za Windows okolje, v razvoju pa je inačica

za MacOS okolje.

3.5 Seznam podjetij z rešitvami

Seznam vidnejših podjetij s področja uporabe umetne inteligence na področju računalniškega vida:

1. Google Cloud Platform,
<https://cloud.google.com/>
2. Google DeepMind,
<https://deepmind.com/>
3. Google Photos,
<https://photos.google.com>
4. Google Tensorflow,
<https://www.tensorflow.org/>
5. Microsoft Research Lab,
<http://research.microsoft.com/>
6. Facebook Big Sur,
<https://code.facebook.com/>
7. Clarifai,
<https://www.clarifai.com/>
8. NVIDIA Accelerated Computing,
<https://developer.nvidia.com/deep-learning>
9. EyeEm,
<https://www.eyeem.com/>
10. Picturesque,
<https://picturesque.com/>

11. Nervana,
<https://www.nervanasys.com/>
12. NEUROtechnology,
<http://www.neurotechnology.com/>
13. Bitfusion,
<http://www.bitfusion.io>
14. Vipermetrix,
<http://www.vipermetrix.com/>
15. PELTARION,
<http://peltarion.com/>
16. Afectiva,
<http://www.afectiva.com/>
17. Deepomatic,
<https://www.deepomatic.com/>
18. Descartes Labs,
<http://www.descarteslabs.com/>
19. Tractable,
<http://www.tractable.io/>
20. Hyperverge,
<http://hyperverge.co/>
21. Ersatz Labs,
<http://www.ersatzlabs.com/>

Večina podjetij ponuja rešitve kategorizacije fotografij, le redka podjetja ponujajo rešitve ali zametke estetske evalvacije in rangiranja. V nadaljevanju so v prvem delu predstavljeni rezultati posameznih orodij pri kategorizaciji, v drugem delu rezultati uspešnosti estetskega rangiranja.

Poglavje 4

Analiza obstoječih rešitev

V poglavju so predstavljeni rezultati uspešnosti klasifikacije fotografij in njihove estetske evalvacije ter vtis dela z aplikacijami.

4.1 Sestava nabora fotografij

Za potrebe magistrskega dela sem se odločil, da sestavim lasten nabor fotografij [30], s katerim bom lahko preveril uspešnost kategorizacije fotografij trenutno dostopnih orodij ter v nadaljevanju preveril uspešnost samodejne estetske evalvacije.

Ob pregledu literature in člankov sem se odločil za fotografije raznovrstnih zvrsti ter največje ločljivosti 1500 pikslov po daljši stranici. Nekatera spletna orodja omogočajo uporabo fotografij zgolj do ločljivosti 1024 pikslov po daljši stranici in temu primerno sem fotografijam spremenil velikost. Pretvorbo sem opravil s 64-bitno inačico programa Irfanview [36].

Prvotni zapis fotografij je bil tako izvorni Nikonov zapis NEF, kot tudi zapis JPG. Vse fotografije so bile posnete v obdobju od leta 2006 do leta 2016 s pomočjo zrcalno-refleksnih aparatov Nikon D70s in Nikon D200. Uporabljeni so bili različni objektivni in pri podobnih fotografijah je bil lahko uporabljen različen objektiv, pri skorajda enakih fotografijah seveda isti objektiv.

Seznam uporabljenih objektivov:

- Nikkor 50 mm 1.8 D,
- Nikkor 18-70 3.5-4.5 DX,
- Nikkor 70-300 4-5.6 G.

Če je bila uporabljena bliskavica, je bila ena od spodnjih:

- vgrajena v aparat,
- Speedlight SB-600,
- Speedlight SB-800.

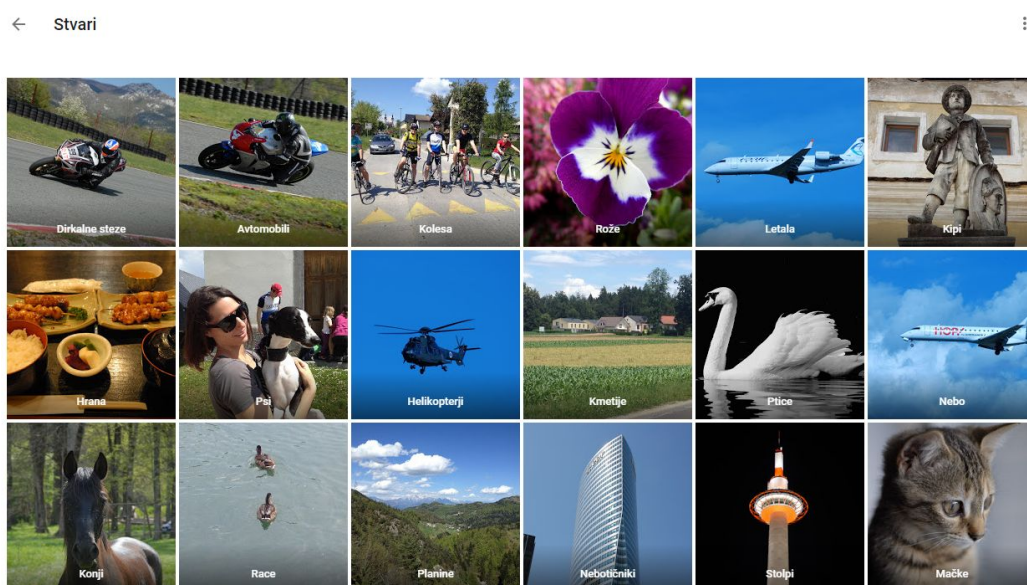
Pri pretvorbi iz zapisa NEF v zapis JPG in pri pomanjšavi ločljivosti sem ohranil prvotne podatke Exif in podatke IPTC [35], stopnjo stiskanja pa sem nastavil na 80% kakovosti prvotne fotografije. Tako sem dosegel, da se je prvotna fotografija velikosti 15 MB po pomanjšavi in stiskanju skrčila na okoli 200 KB. Pri pomanjšavi sem ponastavil (*resetiral*) orientacijo fotografije, saj si pokončne posnetke ogledujemo v pokončni postavitvi, na samo kakovost posnetka pa orientacija ne vpliva. Seveda, če se z ležečo ali pokončno postavitvijo aparata zajame identični kader (subjekt oz. objekt in ozadje).

Testne fotografije za preizkus mobilnih aplikacij *The Roll* in *Foreverly Photos* sem posnel s telefonom iPhone 4s. Omenjene in druge fotografije iz nabora [30], sem uporabil tudi pri preizkusu aplikacije *Picturesqe*.

Za preverjanje kategorizacije sem sestavil bazo dobrih 8.400 fotografij sledečih kategorij: *abstraktno, arhitektura, avtomat, avtomobili, cerkev, dvo-rec, flora, fotoaparati, glasba, grad, hrana, inštrument, ladja, ljudje, lutke, mlin, motorji, načrt, nakit, ognjemet, orožje, označbe, park, pokopališče, pokrajina, portret, postaja, prodajalna, reka, risba, salon, skulptura, slika, sodi, stanovanje, streha, svetišče, šport, table, tehnika, ulica, umetnost, utrip, vlak, živali*.

Fotografije so bile posnete v Sloveniji in na mojih potovanjih po Japonski. Fotografije ob navedbi avtorstva prilagam magistrskemu delu pod licenco Creative Commons v nekomercialne in zgolj raziskovalne namene Fakultete za računalništvo in informatiko v Ljubljani.

4.2 Google Photos

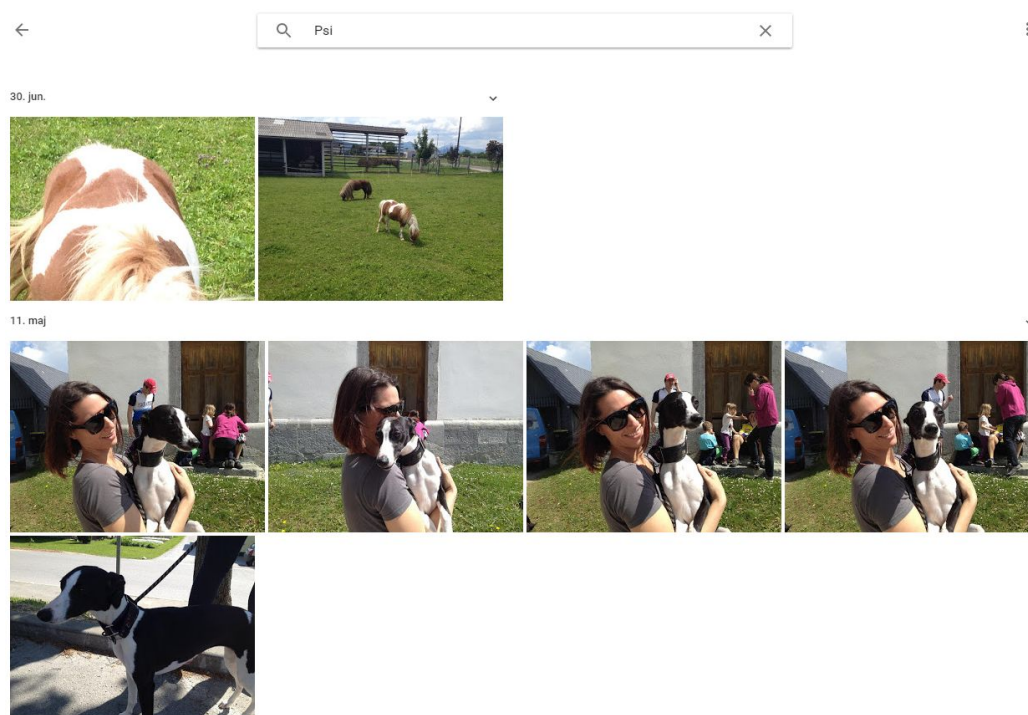


Slika 4.1: Klasifikacija fotografij s pomočjo aplikacije Google Photos [26]. Na podlagi naloženih fotografij, so predlagane kategorije *dirkalne steze*, *avtomobili*, *kolesa*, *rože*, *letala*, *kipi*, *hrana*, *psi*, *helikopterji*, *kmetije*, *ptice*, *nebo*, *konji*, *race*, *planine*, *nebotičniki*, *stolpi* in *mačke*.

Kljub temu da je med testnimi fotografijami precej takih z osebami, Google Photos ne ustvari kategorije portret ali ljudje. Na sliki 4.1 vidimo, da so z izjemo kategorije avtomobilov, vse ostale naslovne fotografije albumov pravilno določene.

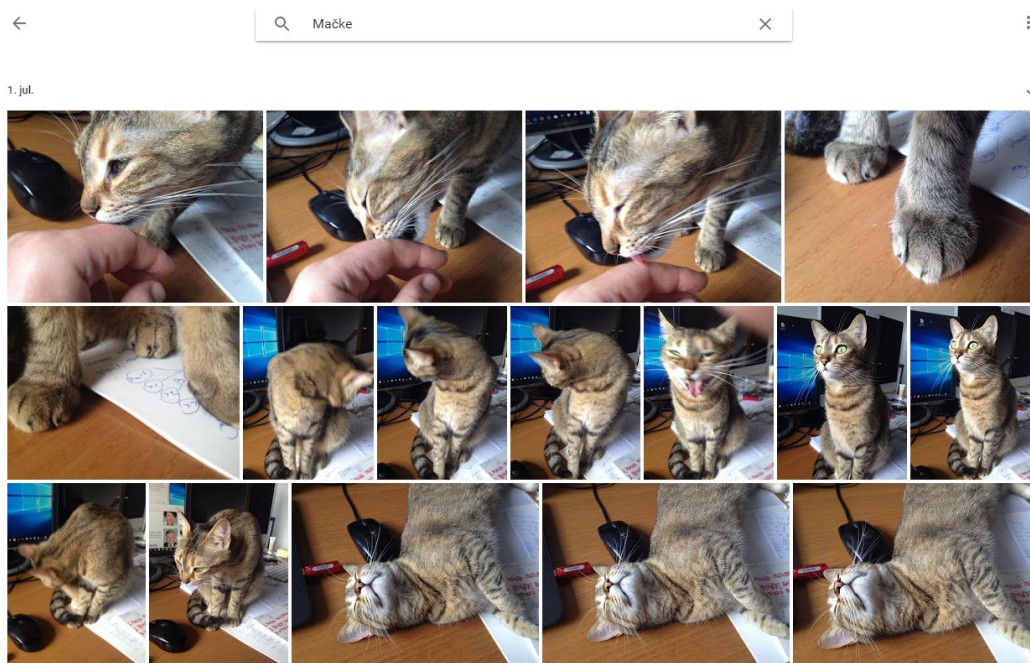
V nadaljevanju si oglejmo uspešnost klasifikacije kategorij *psi*, *mačke*, *kolesa*, *avtomobili*, *dirkalne steze* in *kmetije*.

Posnetki z dne 11. maja so bili odlično klasificirani. Na posnetkih je



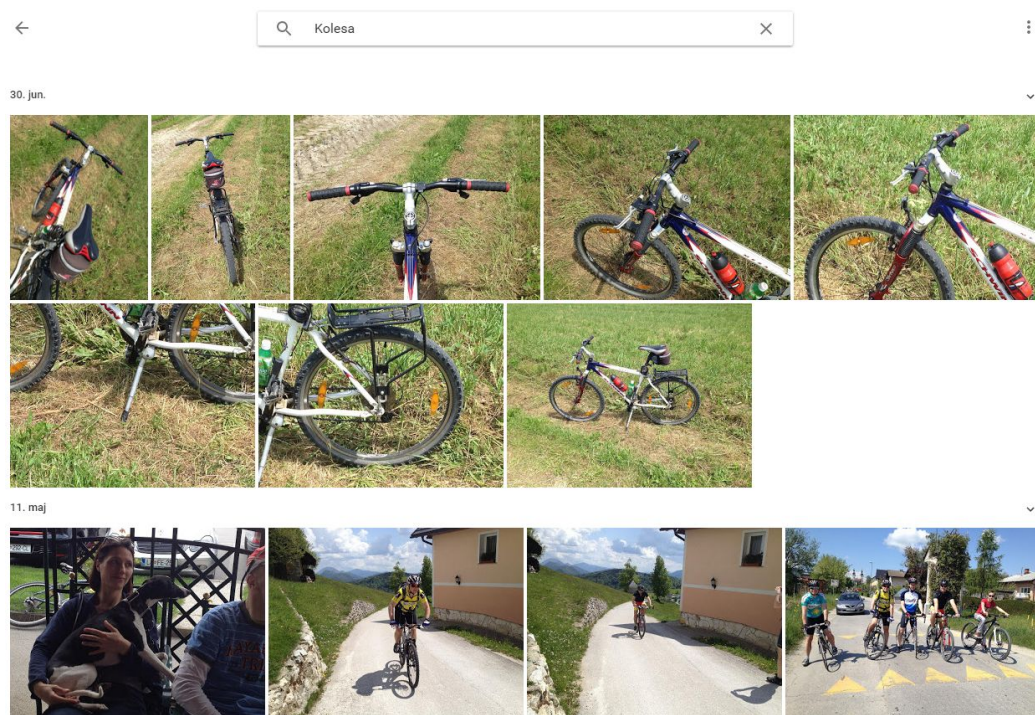
Slika 4.2: Aplikacija Google Photos – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *psi* [30].

prepoznan pes, tudi v primeru razgibanega ozadja z osebami in tudi v primeru, ko sta glava osebe in psa zelo blizu. Kasnejši posnetki manjših konj oz. ponijev so se napačno uvrstili. Iz tega zornega kota obstaja precejšnja podobnost med manjšimi konji in večjimi psi in ker med posnetki ni bilo drugih posnetkov podobnih živali, je razvrstitev takšna, kot je.



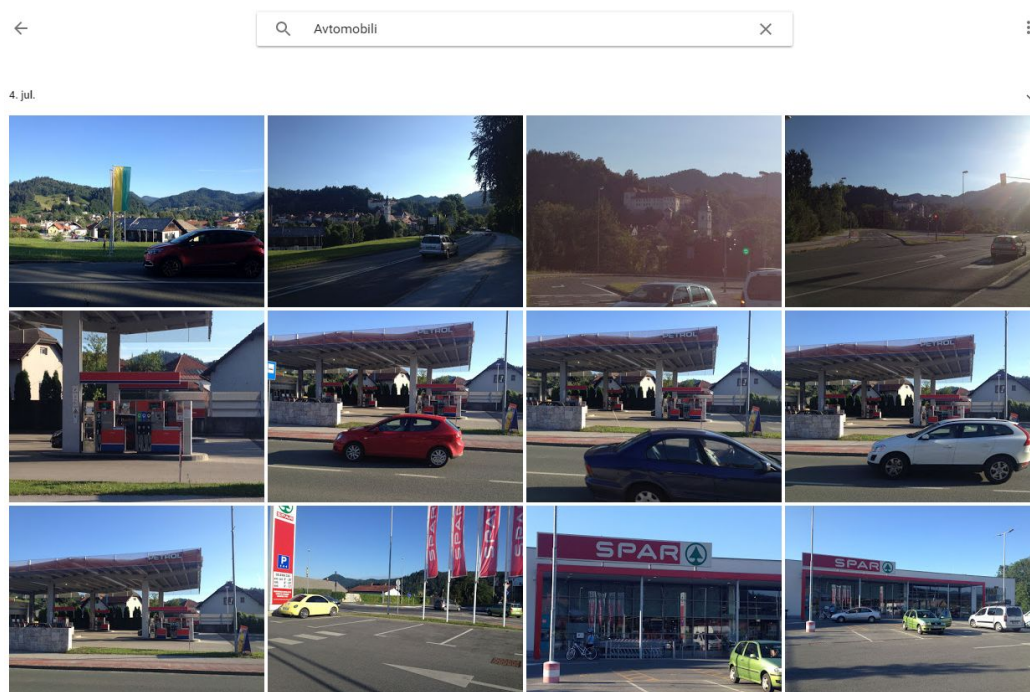
Slika 4.3: Aplikacija Google Photos – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *mačke* [30].

Serijsko bolj ali manj uspešnih posnetkov mačke z različnih zornih kotov in položaji glave ter detajli. Na prvih fotografijah je zgolj del glave v stranskem pogledu in tudi okolica je razgibana in izostrena. Tudi detajle tačk je aplikacija pravilno prepoznala.



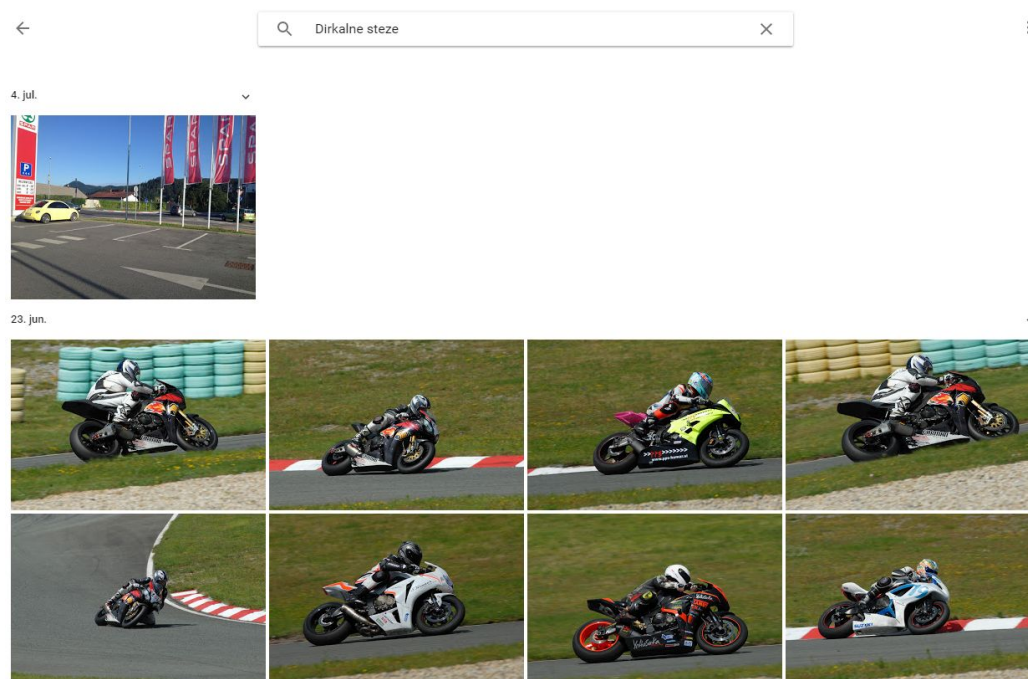
Slika 4.4: Aplikacija Google Photos – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *kolesa* [30].

Kolo, fotografirano z različnih zornih kotov, in detajli so pravilno prepoznani. Prav tako posamezni kolesarji, skupina kolesarjev in celo posnetek, kjer se za sedečo osebo s psom v naročju vidi zgolj del kolesa.



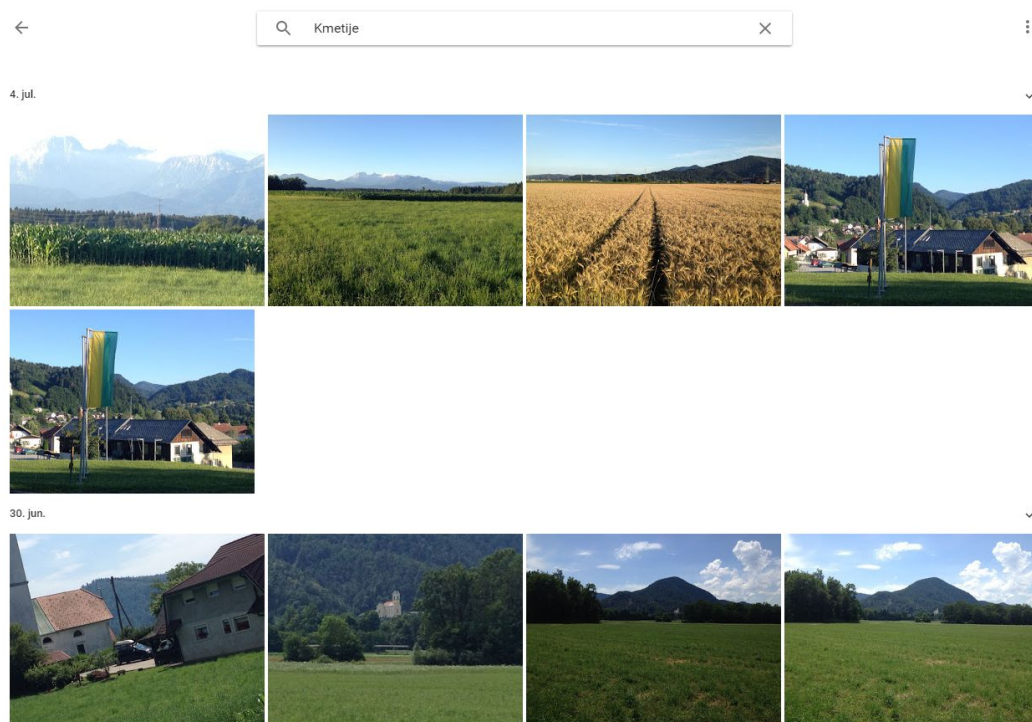
Slika 4.5: Aplikacija Google Photos – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *avtomobili* [30].

Odlična prepoznavava avtomobilov v zahtevnih svetlobnih razmerah, kjer je za prepoznavo dovolj že samo del vozila. Avtomobil je prepoznan na bencinski črpalki, kjer je večji del vozila skrit za polnilno postajo.



Slika 4.6: Aplikacija Google Photos – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *dirkalne steze* [30].

Odlična prepoznavna dirkalne steze. Najbrž upošteva kombinacijo asfalta, talnih označb, zaščitnih ograj in motorna kolesa v različnih legah. Posnetek parkirišča je napačno uvrščen, morda tudi zaradi ponavljajočih se vzorcev zastav.



Slika 4.7: Aplikacija Google Photos – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *kmetije* [30].

Posnetki pokrajine, kjer so v ospredju polja in travniki, je aplikacija razvrstila med kmetije. Preseneča uvrstitev večje stavbe, kjer so v ospredju zastave. Na fotografiji oddaljena cerkev ni prepoznana.

4.3 Primerjava klasifikacije fotografij s pomočjo aplikacij Caffè, Imagga in Clarifai

V tej primerjavi sem izbral nekaj posnetkov iz testne baze [30] in jih naložil spletnim aplikacijam Caffè, Imagga ter Clarifai v prepoznavo in klasifikacijo.



Slika 4.8: Vrtni palčki [30].

Tabela 4.1: Klasifikacija fotografije 4.8 s pomočjo besednih značk

Caffè	Imagga	Clarifai
structure, building, vehicle, totem pole, emblem	garden, birdhouse, shelter, protective covering, architecture, house, summer, grass, yard, tree, sky, plot, park, rural, flower	garden, tree, no person, people, flower, one, food, landscape, summer, leaf, adult, yard, nature

Caffè, kot bomo videli v nadaljevanju, prepozna oz. predlaga precej manj značk, kot pa aplikaciji Imagga in Clarifai. Imagga predlaga tudi več kot 30 značk, Clarifai nekje do 14 značk. Slednji aplikaciji sta zelo natančni in precej dobro prepoznata vsebino fotografij. Letni čas je nedvomno prepoznan

iz datuma posnetkov. Če je na voljo metapodatek o geolokaciji, še toliko bolj natančno. Preseneča značka *sky* (Imagga), ko na fotografiji ni nobenih elementov neba. Značka *food* (Clarifai) je morda predlagana, ker ocenjuje, da je na fotografiji vrt in s tem morda pridelki.



Slika 4.9: Izložbena lutka [30].

Tabela 4.3: Klasifikacija fotografije 4.9 s pomočjo besednih značk

Caffe	Imagga	Clarifai
equipment, covering, consumer goods, container, commodity	male, people, man, caucasian, person, adult, portrait, smile, happy, attractive, smiling, handsome, lifestyle, face, business	people, adult, business, portrait, person, man, one, education, woman

Primer na sliki 4.9 preveri, kako dobro aplikacije razločijo lutke in osebe. Obraz lutke ni povsem podoben človeškemu obrazu. Ni izrazitih oči, ustnic, obrvi in površina nikakor ne ustreza koži. Caffe je morda celo najboljše prepoznal vsebino, ker ni ponudil značk, ki bi spominjale na človeka, osebo ali moškega. Značka *equipment* povsem ustreza. Če bi kombinirali odsotnost elementov prave osebe (oči, obrvi, ustnice, koža), bi lahko zaradi oblikovne

podobnosti sklepali na lutko. Preseneča, da aplikacije niso prepoznale števk 6, 9 in tekstila oz. obleke lutke v ozadju. Clarifai ponudi značko *one*, očitno daje večji poudarek ospredju fotografije.



Slika 4.10: Dirkalno motorno kolo na stezi [30].

Tabela 4.5: Klasifikacija fotografije 4.10 s pomočjo besednih značk

Caffe	Imagga	Clarifai
crash helmet, helmet, headdress, clothing, consumer goods	motorcycle, helmet, wheeled vehicle, gokart, motor vehicle, vehicle, crash helmet, car, racing, headdress, sport, speed, clothing, transportation, racer, bike, wheel	race, bike, track, hurry, championship, drive, competition, fast, driver, circuit, vehicle, racer, tournament

Najboljšo prepoznavo fotografije 4.10 je opravila aplikacija Clarifai. Predlagala je zanimive značke *hurry*, *championship*, *competition* in *tournament*, ki označujejo dogajanje in ne zgolj objekta ter njegovih lastnosti. Imagga tudi zelo natančno prepozna vsebino in lastnosti fotografije, z izjemo značke *gokart*, ker imajo tovrstna vozila štiri kolesa.

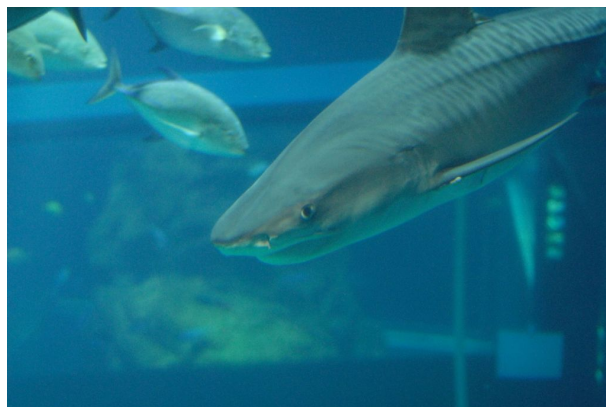


Slika 4.11: Suši [30].

Tabela 4.7: Klasifikacija fotografije 4.11 s pomočjo besednih značk

Caffe	Imagga	Clarifai
fungus, matter, decapod crustacean, food, crustacean	sushi, dish, food, nutriment, gourmet, meal, dinner, seafood, fish, healthy, lunch, restaurant, raw, appetizer, salmon, rice, japanese	sushi, rice, seaweed, fish, maki, wasabi, seafood, tuna, sashimi, food, nori, avocado, shrimp, dinner, roll, eel, ginger, traditional, lunch

Caffe je jed na sliki 4.11 precej skromno označil z značko *food*. Imagga in Clarifai sta zelo dobro prepoznala vrsto jedi, Clarifai še posebno dobro podvrsto jedi (maki sushi) ter njene sestavine. In to kljub temu, da ni ostrine na omenjeni jedi. Znački *dinner* in *lunch* se pojavljata skupaj, ker čas posnetka okoli 17h ne dovoljuje natančne oznake, za katero vrsto obroka gre.



Slika 4.12: Morski pes v akvariju [30].

Tabela 4.9: Klasifikacija fotografije 4.12 s pomočjo besednih značk

Caffe	Imagga	Clarifai
ni odprl datoteke	tiger shark, shark, fish, ganoid, hammerhead, sturgeon, water, sea, ocean, underwater, marine, dolphinfish, diving, swimming, animal	underwater, fish, no person, swimming, shark, water, ocean, aquarium, submarine, one, exploration, sea, wildlife

Imagga je bolj natančno prepoznala vrsto morskega psa na sliki 4.12, Clarifai pa dejstvo, da je bil posnetek narejen v akvariju in da ni prisotnih oseb. Najbrž je aplikacija Clarifai prepoznala pravilne linije ozadja. Prepoznane so tudi ribe. Caffe ni zmožal odpreti datoteke in vzrok ni znan.



Slika 4.13: Pokrajina [30].

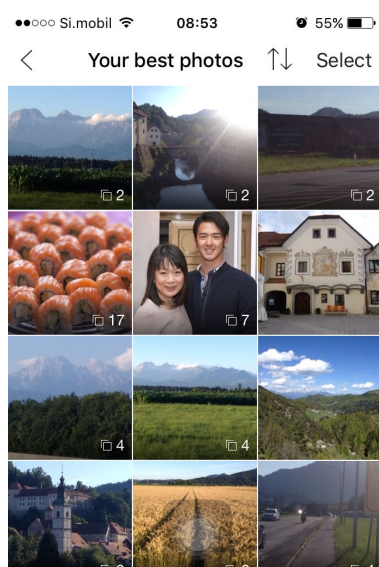
Tabela 4.11: Klasifikacija fotografije 4.13 s pomočjo besednih značk

Caffe	Imagga	Clarifai
geological formation, valley, natural depression, mountain, natural elevation	mountain, valley, mountains, landscape, range, sky, forest, slope, peak, scenic, travel, highland, geological formation, trees, natural elevation, scenery, snow, alp, clouds	no person, mountain, travel, landscape, nature, sky, wood, outdoors, tree, hill, summer, scenic, valley, grass

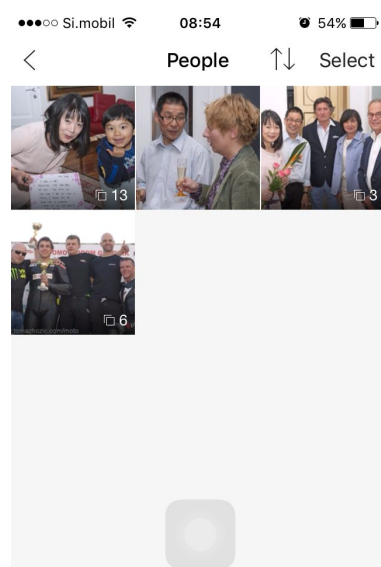
Na sliki 4.13 je preprost posnetek z modrim nebom in belimi oblaki. Po pričakovanjih sta se tudi v tem primeru najbolje izkazali aplikaciji Imagga in Clarifai. Za odtenek bolje Imagga, ker je ponudila tudi značko *clouds*. Pokrajina je ena izmed najbolj pogostih tem, takoj za portreti oseb in (domačih) živali, zato ne preseneča dejstvo, da so mreže dobro naučene na podlagi izjemno velike množice fotografij.

4.4 The Roll za IOS

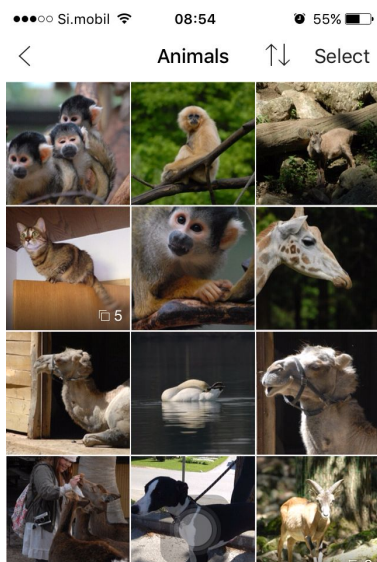
Na mobilnem telefonu teže pregledujemo stotine fotografij, zato so orodja, ki zmorejo grupirati podobne ali enake fotografije, toliko bolj priročne. Grupiranje oseb ne deluje kot bi pričakovali. Iz zares velike množice podob z obrazi je aplikacija izbrala zgolj manjšo podmnožico. Odlično grupiranje zasledimo pravzaprav pri večini ostalih kategorij. Aplikacija je preprosta, opravi glavno nalogo in kljub temu, da fotografijam ne moremo pripisati lastnih značk, je nadvse uporabna.



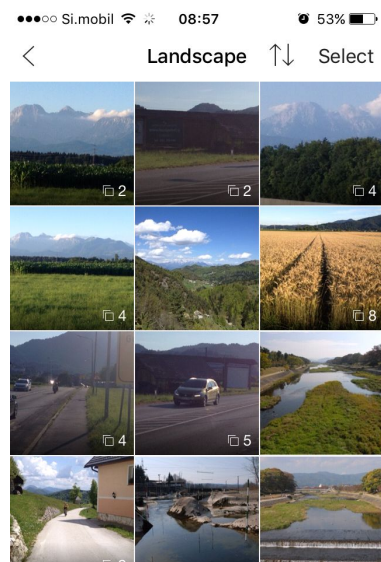
Slika 4.14: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *najbolj uspele* [30].



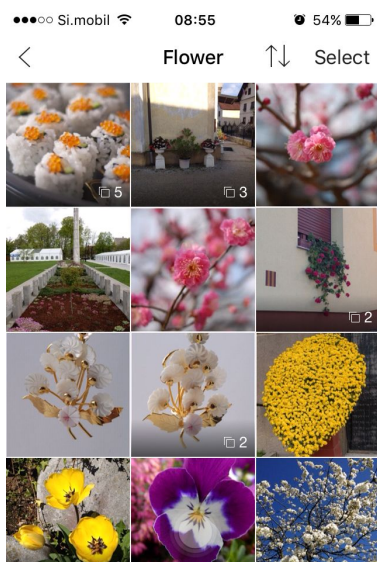
Slika 4.15: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *ljudje* [30].



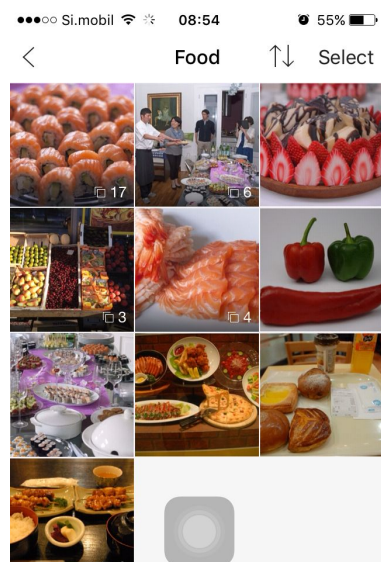
Slika 4.16: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *živali* [30].



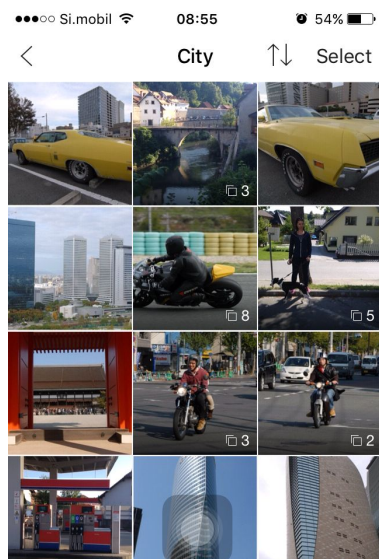
Slika 4.17: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *pokrajina* [30].



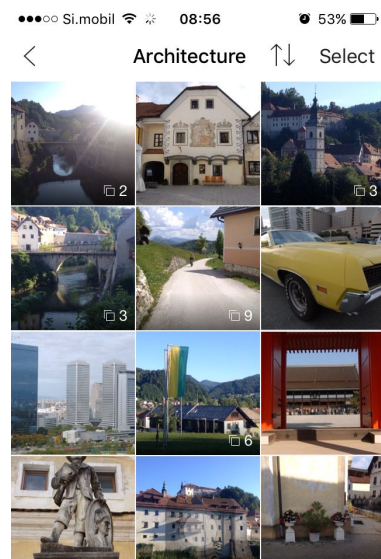
Slika 4.18: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *cvetje* [30].



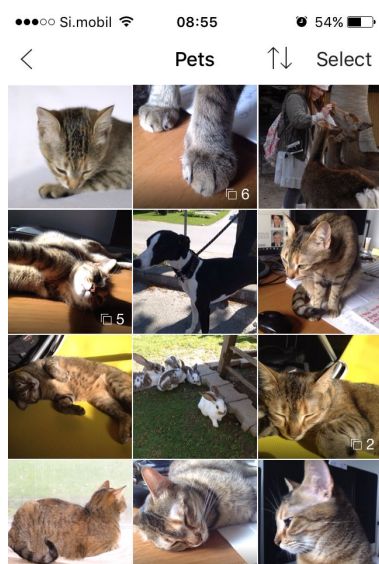
Slika 4.19: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *hrana* [30].



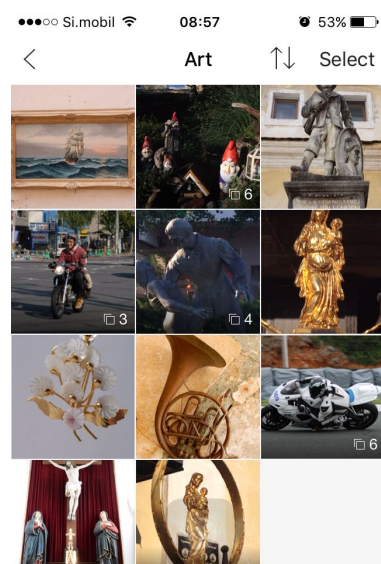
Slika 4.20: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *mesto* [30].



Slika 4.21: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *arhitektura* [30].



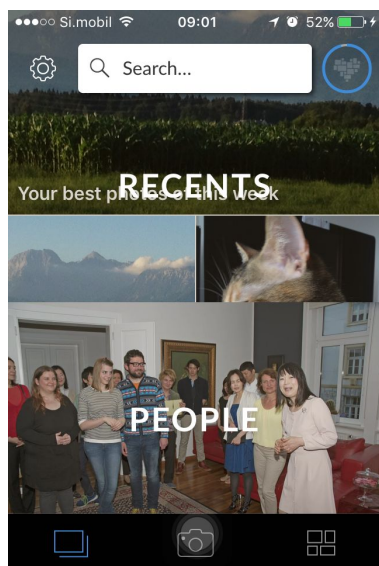
Slika 4.22: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *domače živali* [30].



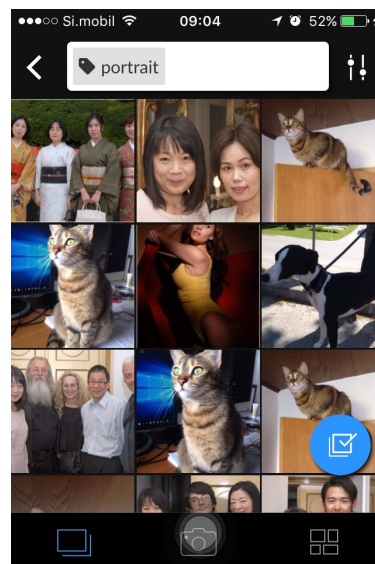
Slika 4.23: Aplikacija The Roll – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *umetnost* [30].

4.5 Forevery Photo za IOS

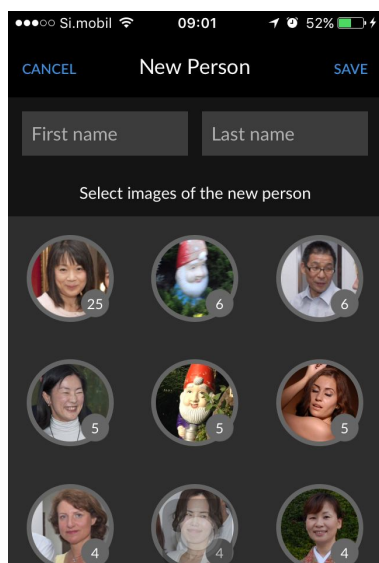
Aplikacija podjetja Clarifai je zelo dodelana in omogoča vrsto nastavitvev. Uvodni zaslon prikazuje zgolj nekaj glavnih kategorij, kot so *Recents*, *People*, *Places*, *Things*, *Times* in *Favourites*. V kategoriji *People* prikaže vse obraze oseb in posameznemu obrazu lahko dodelimo ime in priimek, kar v nadaljevanju močno poenostavi iskanje in pregledovanje zelenih oseb. Kategorija *Things* je z značkami izjemno bogata in to ne preseneča, saj podjetje od aprila 2016 dalje, obravnava že več kot 11.000 različnih kategorij. Fotografijam lahko dodelimo tudi lastne značke. Kategorije so tudi *togetherness*, *teamwork*, *friendship*, *idyllic*, *emergency*, *looking*, *fun*, *enjoyment*, *sleep*, *closeup*, *delicious*, *adorable* idr. Natančnost grupiranja je izjemna, včasih pa zna biti pregledovanje vseh fotografij kar zahtevno, saj neko fotografijo prikaže v več grupah. Aplikacija je zelo učinkovita in uporaba je nadvse zabavna, še posebej zato, ker samodejno izdeluje fotozgodbe, katerim dodeli zabavne naslove.



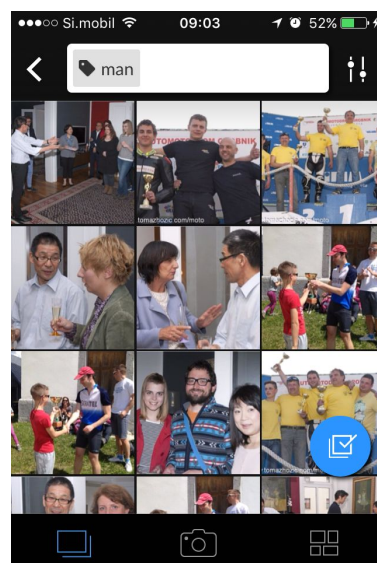
Slika 4.24: Aplikacija Forevery Photo – glavni zaslon.



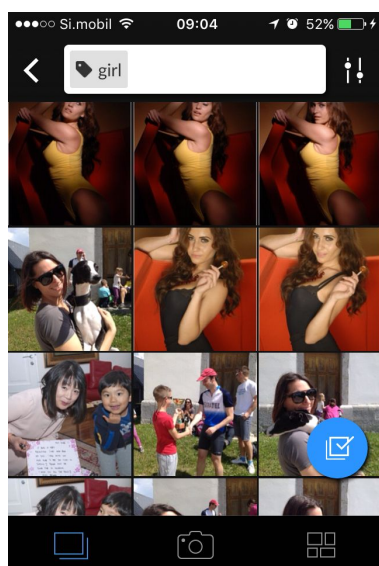
Slika 4.25: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *portreti* [30].



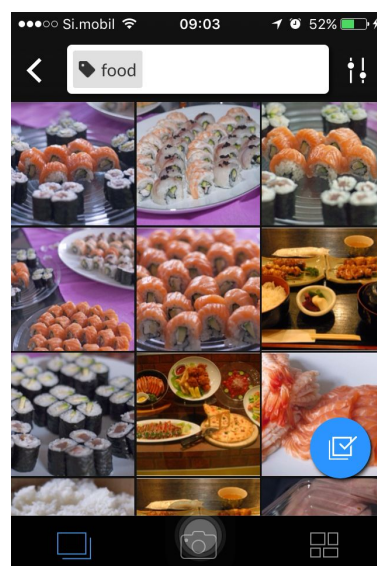
Slika 4.26: Aplikacija Forevery Photo – označevanje obrazov z imeni in priimki [30].



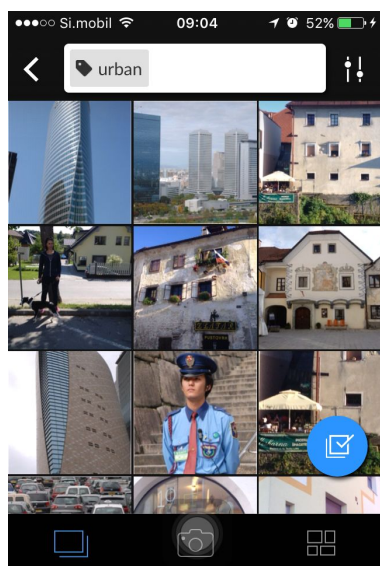
Slika 4.27: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *moški* [30].



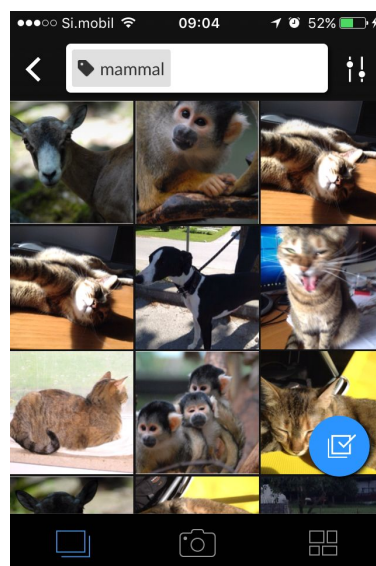
Slika 4.28: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *dekle* [30].



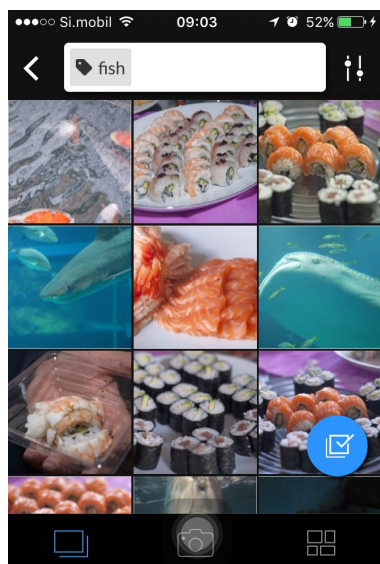
Slika 4.29: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *hrana* [30].



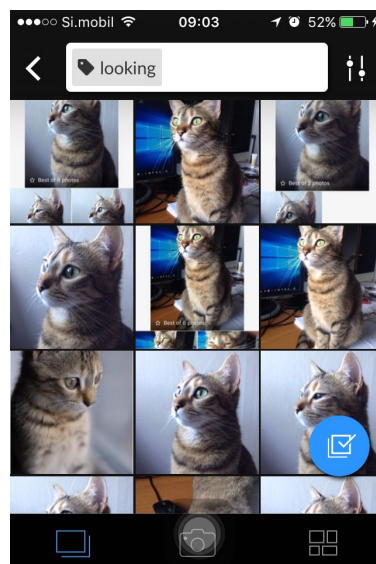
Slika 4.30: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *urbano* [30].



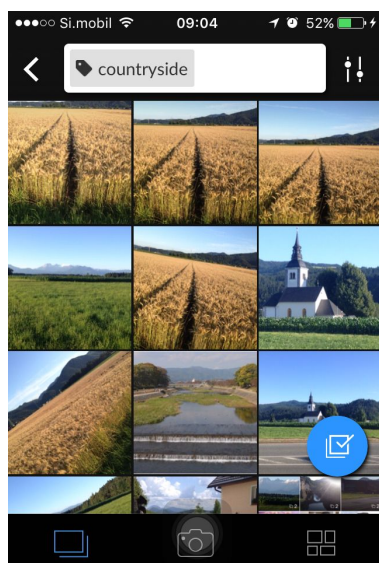
Slika 4.31: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *sesalec* [30].



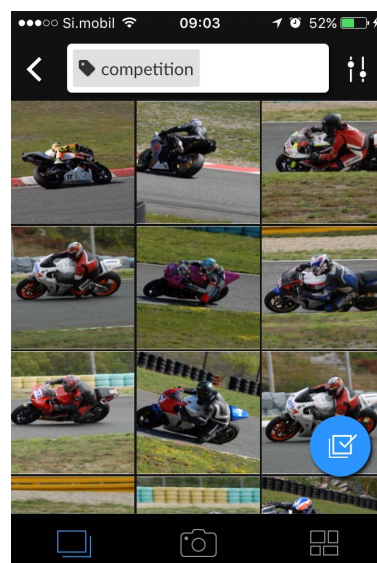
Slika 4.32: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *ribe* [30].



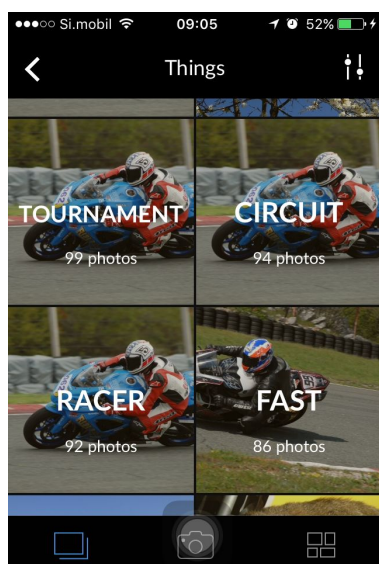
Slika 4.33: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *pogled* [30].



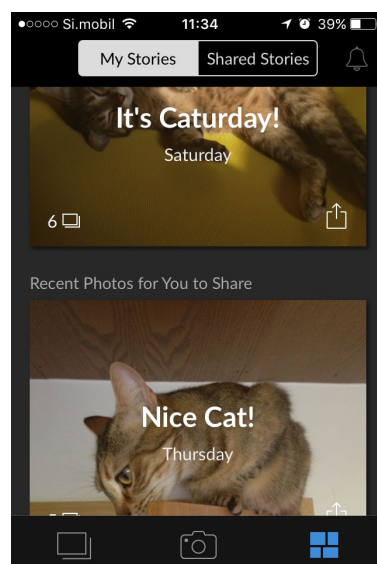
Slika 4.34: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *podeželje* [30].



Slika 4.35: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *tekmovanje* [30].

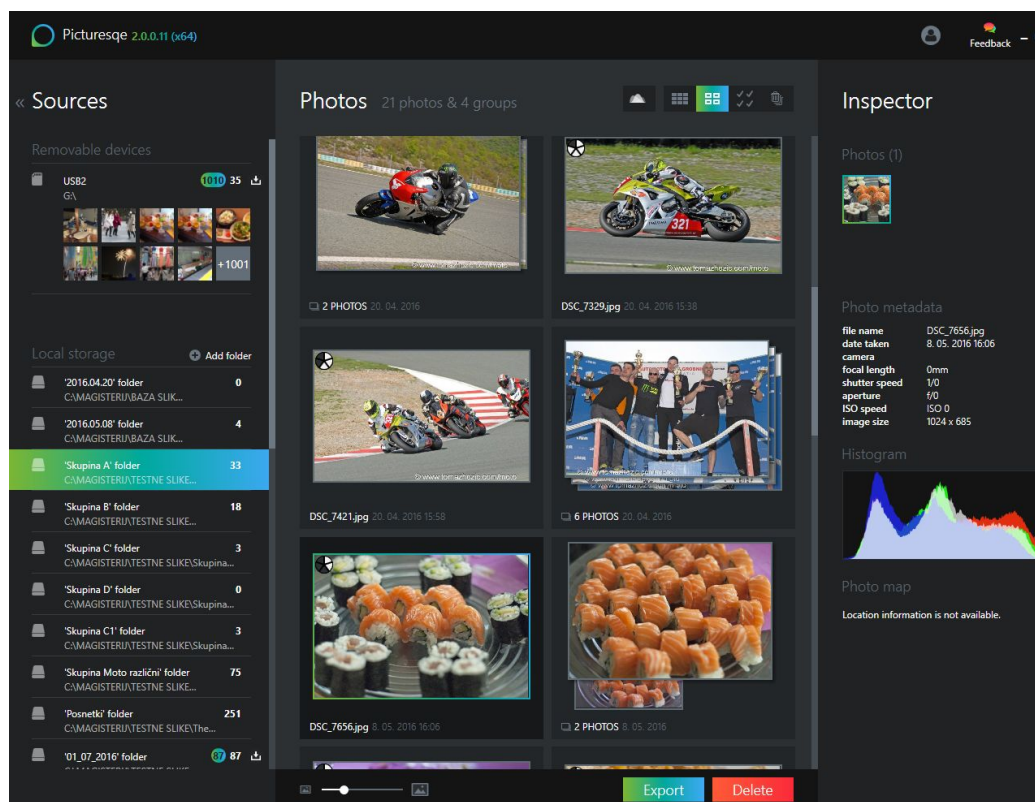


Slika 4.36: Aplikacija Forevery Photo – rezultat klasifikacije fotografij v kategorijo *stvari* [30].



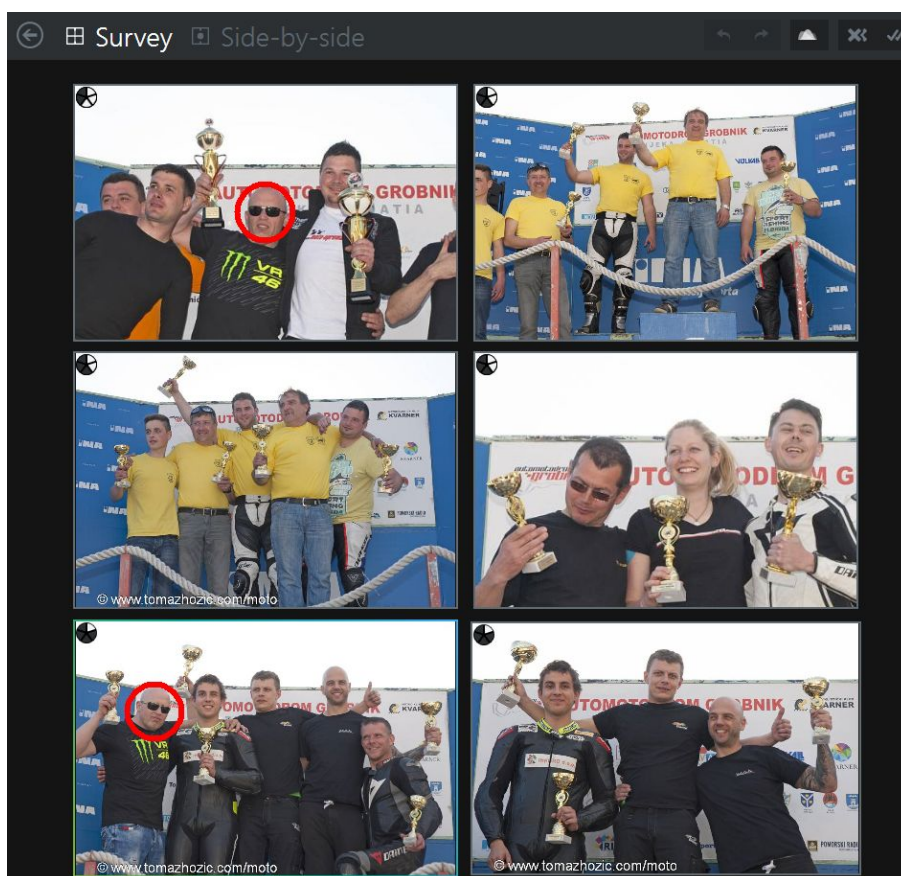
Slika 4.37: Aplikacija Forevery Photo – samodejno izdelane foto zgodbe [30].

4.6 Picturesqe



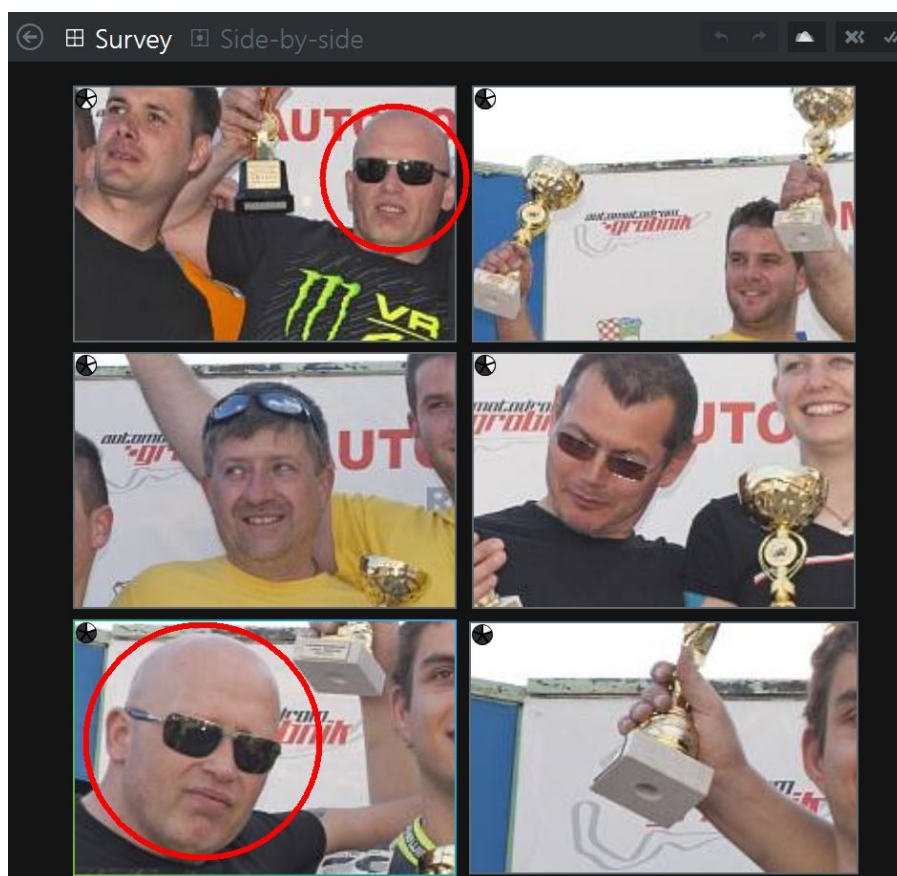
Slika 4.38: Aplikacija za grupiranje in estetsko evalvacijo fotografij – Picturesqe [50].

Zaradi pomanjkanja časa in predznanja s področja računalniškega vida, sem pri izdelavi magistrske naloge namesto lastnega prototipa aplikacije uporabil že obstoječo aplikacijo Picturesqe (*picturesqe.com*), ki je po mojem vedenju edina tovrstna javno dostopna aplikacija, ki relativno uspešno grupira podobne ali enake fotografije in jih estetsko evalvira [50]. Aplikacija Picturesqe je ravno tako prototip, vendar rezultat množice razvijalcev z izkušnjami tako pri razvoju kot tudi na področju strojnega učenja in nevronske mreže. Čeprav aplikacija nima vgrajene pomoči, jo je zelo enostavno uporabljati. Najbolj moteče je, da v oblak skoraj nikoli ne uvozi vseh izbranih fotografij. Ponavadi se prikaže okno z obvestilom, da so nekatere fotografije že bile pre-



Slika 4.39: Izbran obraz za preizkus funkcije *Intelligent zoom* [30].

nesene. Še bolj neprijetno je bilo, da so se po odstranitvi mape iz aplikacije izbrisale tudi datoteke s trdega diska. Podjetje Picturesque sem opozoril na obe pomanjkljivosti in glede brisanja datotek so na moj predlog dodali okence z opozorilom o brisanju. Možno je tudi odstraniti mapo iz aplikacije in datoteke ostanejo na trdem disku. Glede vzroka nepopolnega uvoza fotografij žal nisem dobil odgovora. Grupiranje fotografij zelo različnih vsebin je dalo delno dobre rezultate, ker vseh istovrstnih motivov še ne more popolnoma grupirati. Najprej združi v grupo nekaj motornih koles, potem ji sledita grupi fotografij hrane ali oseb, nato zopet motorna kolesa ipd. Znotraj grup motornih koles je bilo opaziti, da zmore grupirati različna motorna kolesa na skorajda enaki ali podobni poziciji v fotografiji in okolici. Inteligentni zoom

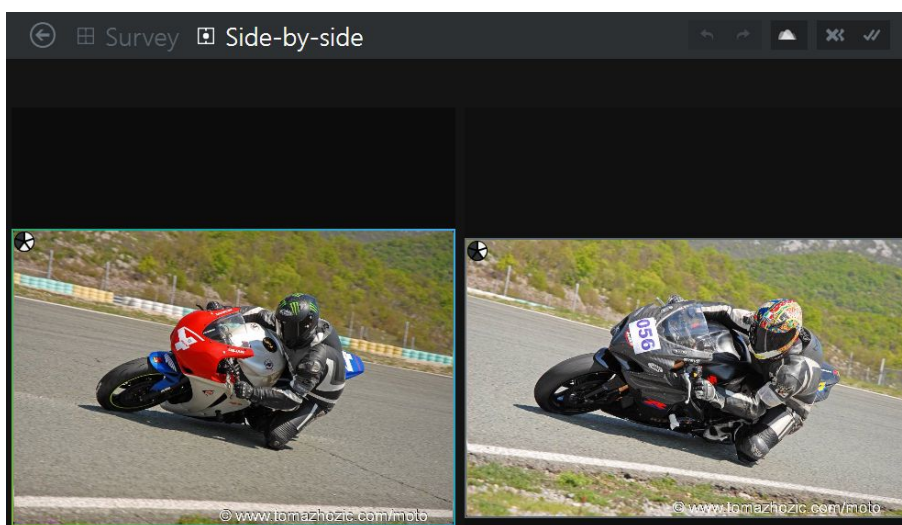


Slika 4.40: Uspešno prepoznani in približani obraz [30].

odlično deluje in poišče iste obraze in objekte ter jih približa. Na sliki 4.39 je označen obraz osebe, ki stoji na različnih posnetkih na drugačnem mestu. Inteligentni zoom uspešno približa obe pojavitvi kot prikazuje slika 4.40.

Smiselno bi bilo vključiti *navadni zoom*, ki bi na večih fotografijah hkrati približal enak izrez. Tako bi fotograf lahko kombiniral oba pristopa.

Slika 4.41 prikazuje grupirani različni motorni kolesi v skorajda identičnem položaju. Kot kaže slika 4.42 sta si histograma podobna, a leva fotografija je bolj konzervativno osvetljena oz. malo podosvetljena. Aplikacija je prvi fotografiji podelila oceno 3, sosednji pa oceno 2. Po izkušnjah z drugimi motivi, aplikacija bolje ocenjuje malo manj osvetljene fotografije, kot pa malo bolj osvetljene. Pri tem moramo izpostaviti, da histogram ne prikazuje, kako je



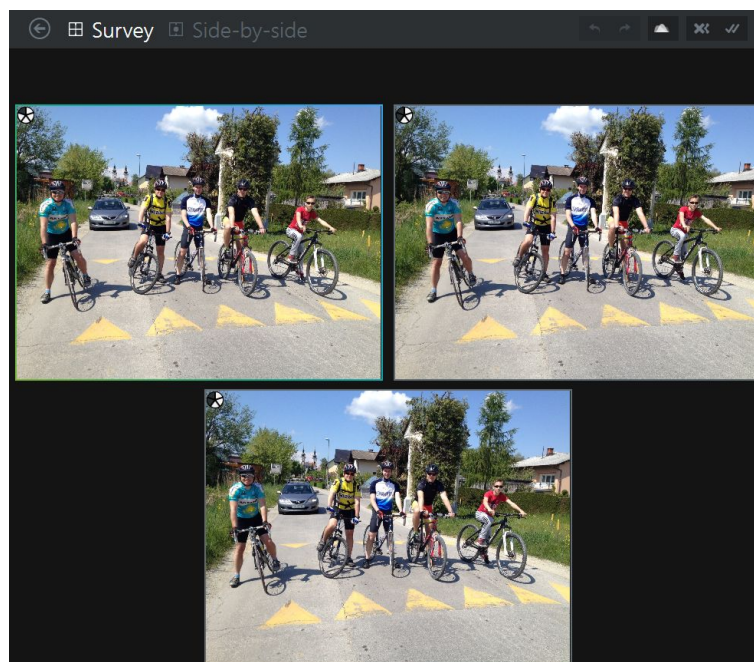
Slika 4.41: Grupirani različni motorni kolesi na podobni poziciji dirkalne steze [30].



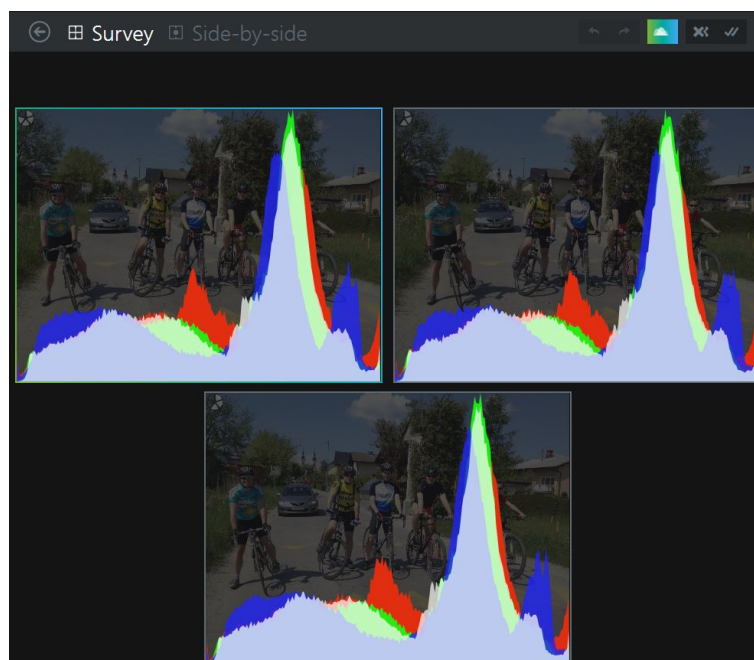
Slika 4.42: Histograma tonalne porazdelitve fotografij [30].

osvetljen določen predel fotografije, temveč podaja zgolj informacijo o tem, kako so porazdeljene tonske vrednosti.

Picturesque najlaže grupira motive, ki so bili posneti v kratkem časovnem razmaku in ki so skorajda identični, kot prikazuje slika 4.43. Glavni kriteriji grupiranja so lahko ime datoteke, razlika v časih posnetka in histogram osvetlitve.

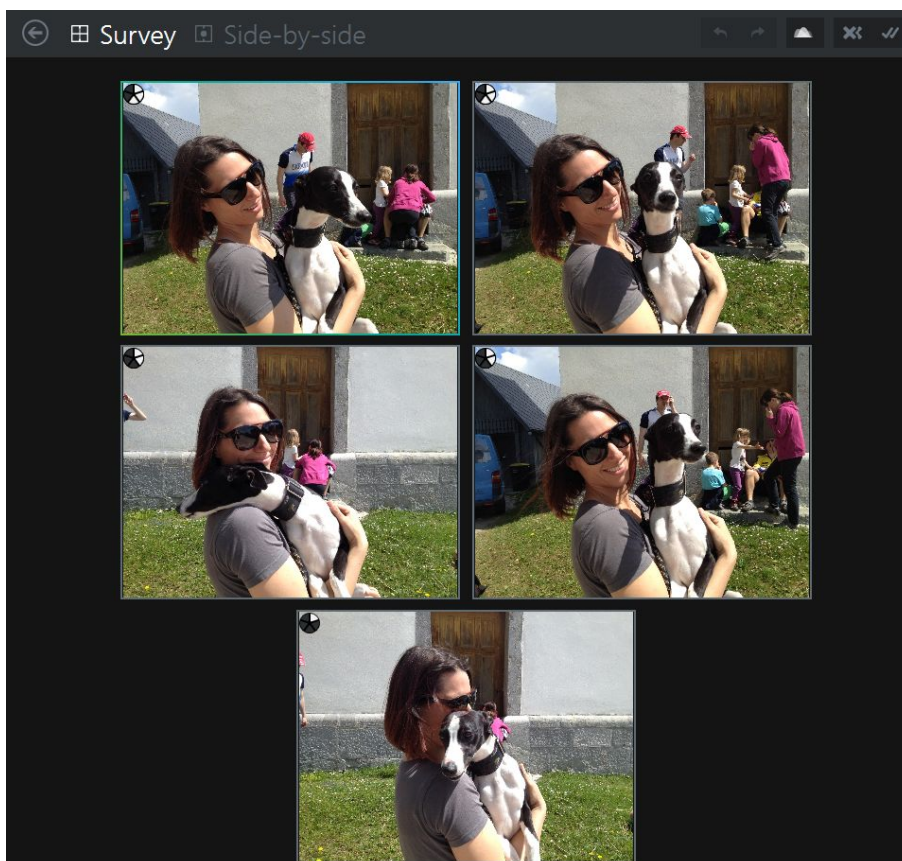


Slika 4.43: Grupiranje skorajda enakih fotografij kolesarjev pred rekreativno dirko [30].



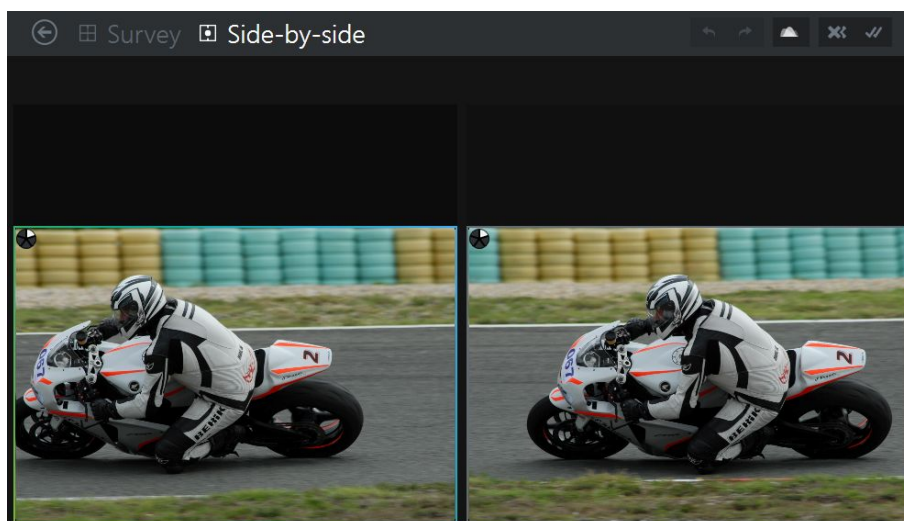
Slika 4.44: Histogrami skorajda enakih fotografij na sliki 4.43.

Pri estetski oceni podobnih fotografij aplikacija očitno bolj upošteva ospredje, kot pa ozadje, saj so fotografije z bolj razgibanim ozadjem, a lepšo kompozicijo ospredja, bolj ocenjene, kot to prikazuje slika 4.45. Najslabše ocenjena je zadnja fotografija, kjer je ozadje sicer bolj preprosto, a glava psa prekriva obraz osebe.



Slika 4.45: Estetske ocene na podlagi kompozicijsko lepšega ospredja [30].

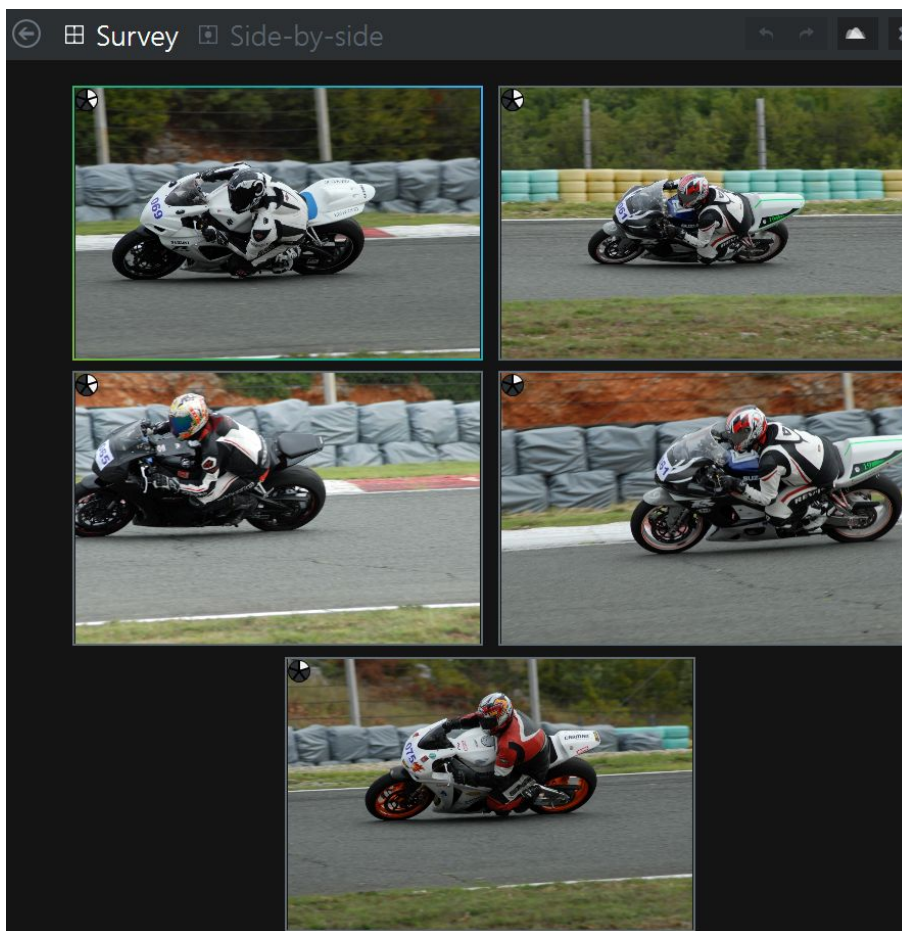
Zanimivo je, kako aplikacija včasih poda nizko estetsko oceno skorajda enakima posnetkoma, kljub temu da na enem posnetku motiv ni prikazan v celoti oz. je bližje robu fotografije.



Slika 4.46: Estetska ocena je neodvisna od oddaljenosti od roba fotografije [30].

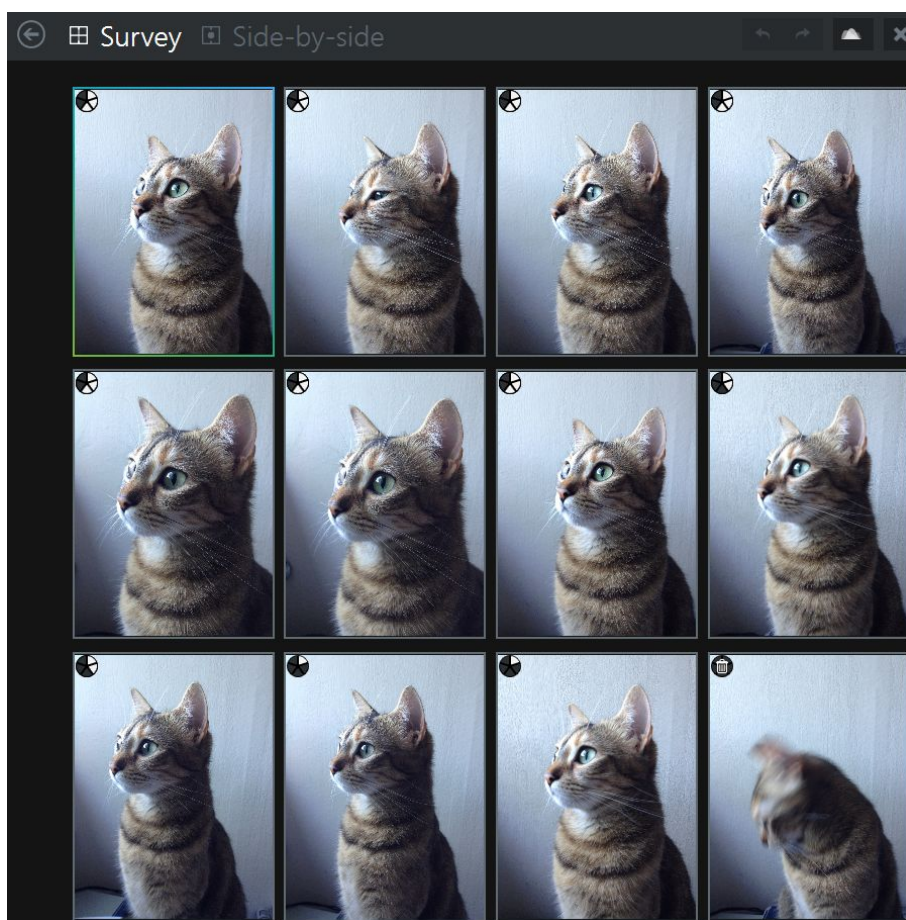


Slika 4.47: Histograma skorajda enakih fotografij.



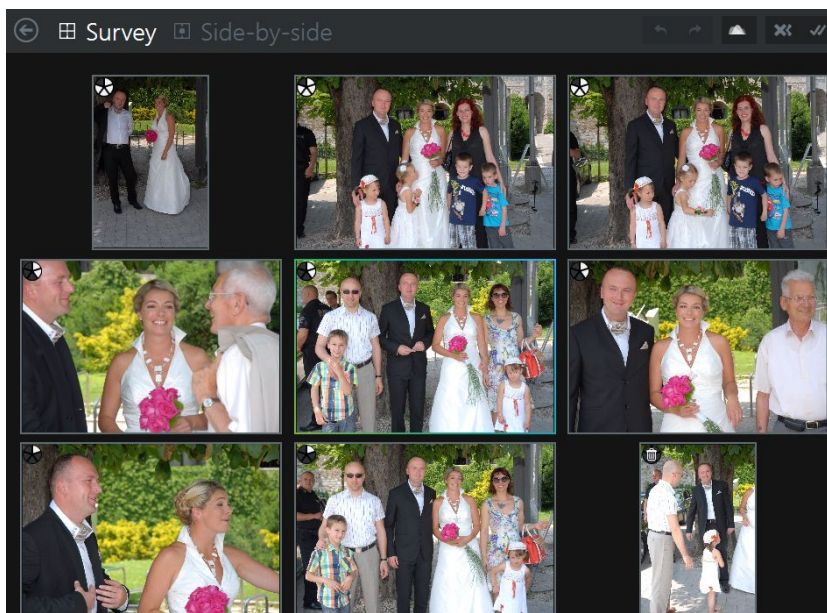
Slika 4.48: Grupiranje in estetska evalvacija različnih vozil [30].

Podobno je razvidno na sliki 4.48, kjer na prvem posnetku v drugi vrsti, motiv nima dovolj prostora v smeri gibanja oz. je na skrajnem levem robu.

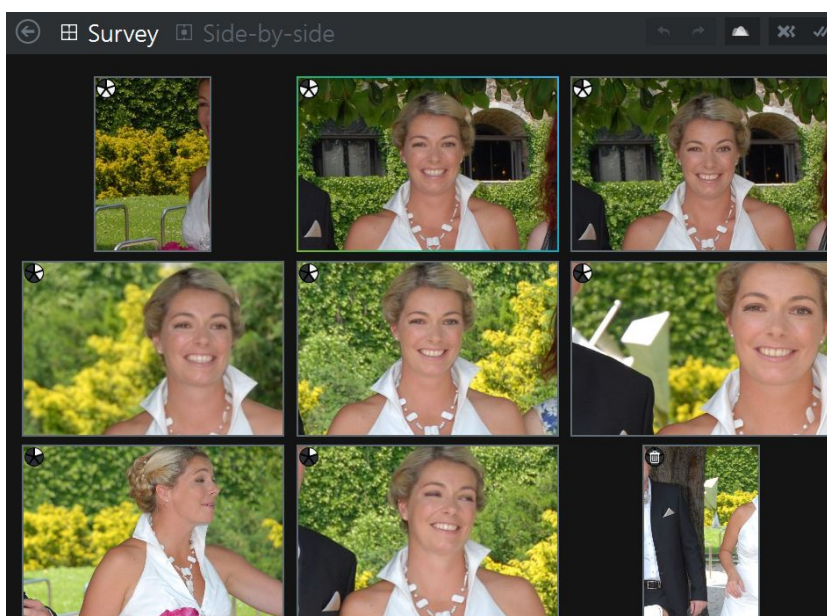


Slika 4.49: Estetske ocene skorajda enakih fotografij [30].

Na sliki 4.49 so razvidne estetske ocene zelo podobnih oz. skorajda enakih fotografij. Odprtost oči očitno nima bistvenega vpliva, ozadje pa, saj so posnetki v tretji vrsti slabše ocenjeni. Neostrina zaradi gibanja je izločitven kriterij.



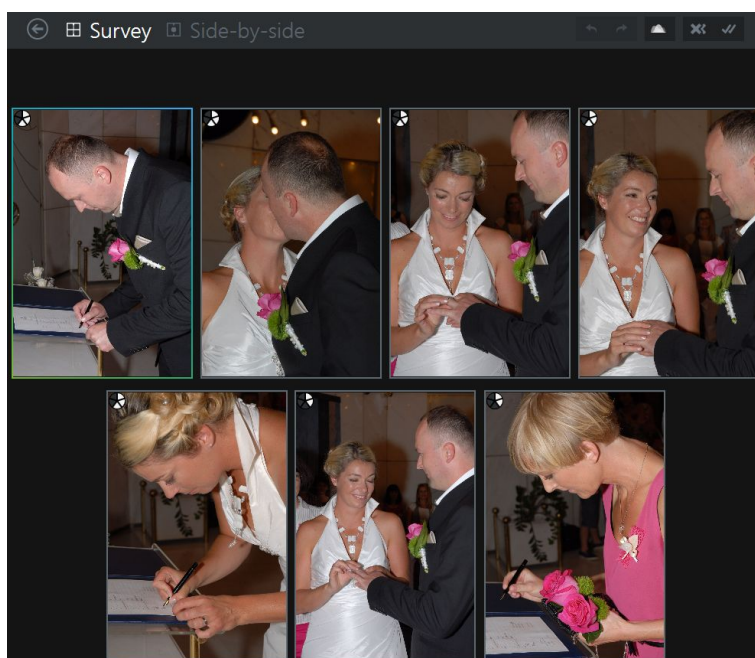
Slika 4.50: Grupiranje in estetska ocena poročnih slik [30].



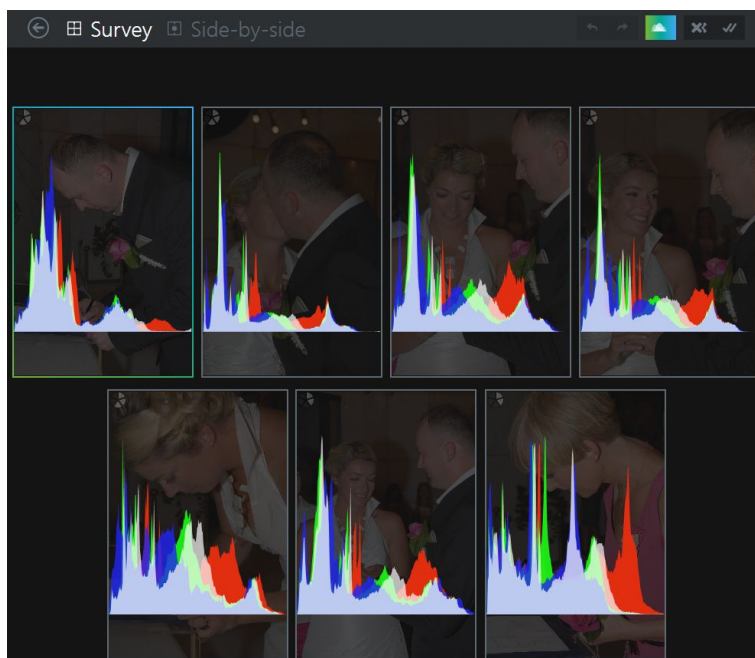
Slika 4.51: Inteligentni zoom na obraz osebe [30].

Poročna fotografija je zelo zahtevno področje fotografije, kjer je kakovost zelo pomembna. Fotograf hkrati posname nekaj sto ali celo tisoč in več posnetkov, zato pregledovanje ter estetski izbor zahtevata obilo časa. Na večini posnetkov zmore aplikacija približati izbrani obraz, kar precej olajša izbor najbolj kakovostnih posnetkov. Sliki 4.50 in 4.51 prikazujeta rezultat grupiranja in inteligentni zoom.

Izmenjava prstanov in podpis poročne pogodbe sta zelo pomembna trenutka, kot prikazujeta sliki 4.52 in 4.53.



Slika 4.52: Grupiranje in estetska ocena poročnih slik [30].



Slika 4.53: Histograma skorajda enakih fotografij [30].

V sklepnem delu preizkusa aplikacije Picturesque me je zanimalo, kako dobro aplikacija grupira fotografije pridobljene iz različnih virov s spleta, kjer si ne more pomagati z metapodatki. Tako ni informacije o zaporedju imen datotek, ni podatkov GPS in ne časa nastanka fotografije. Histogrami osvetlitve so si zaradi različnih obdelav podobni, ne pa identični. Aplikacija mora tako zares upoštevati kompozicijske elemente, podobnost pomembnih in izrazitih področij, barvno porazdelitev idr. S pomočjo iskalnika [27] sem iz različnih virov naključno izbral fotografije avtorjev Ansel Adamsa (52 fotografij), Helmuta Newtona (73 fotografij), Mana Raya (19 fotografij) in Davida LaChapella (26 fotografij).

Slike 4.54 in 4.55 prikazujeta rezultat grupiranja fotografij Ansel Adamsa.

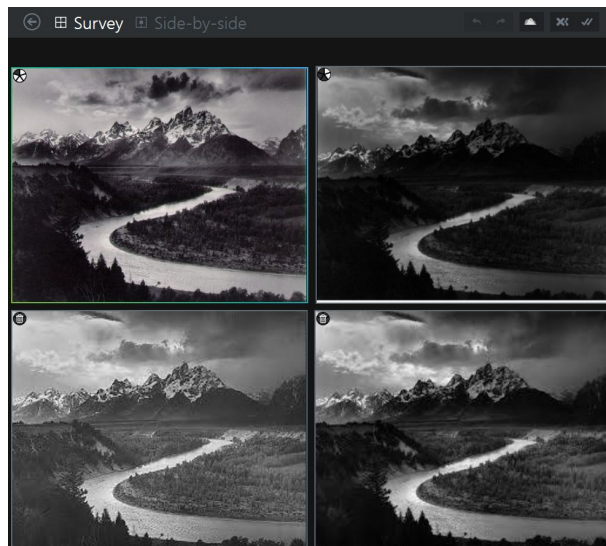
Slike 4.56, 4.57, 4.58 in 4.59 prikazujejo rezultate grupiranja fotografij Helmuta Newtona.

Slike 4.60, 4.61, 4.62 in 4.63 prikazujejo rezultate grupiranja fotografij Mana Raya.

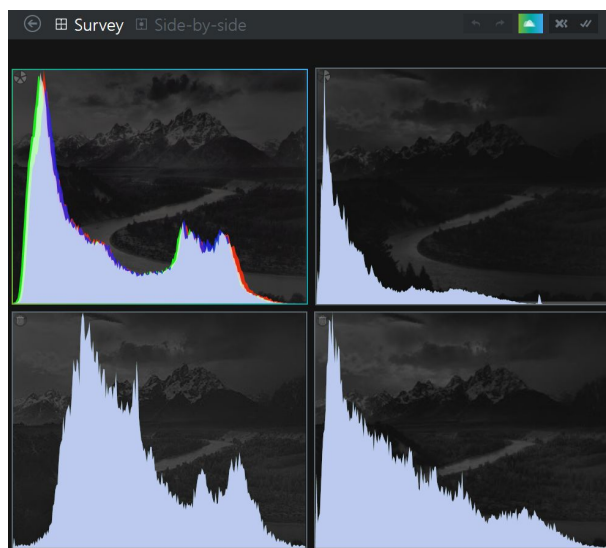
Slike 4.64 in 4.65 prikazujeta rezultate grupiranja fotografij Davida LaChapella.

Umetniške fotografije prej kot ne kršijo običajna fotografska pravila, saj se želi avtor izraziti na svojstven, izviren in morda še neviden način. Močan poudarek je na sporočilnosti fotografije. Po navedbah avtorjev aplikacija še ne premore kakovostne estetske klasifikacije tovrstnih fotografij.

Pri fotografijah Ansel Adamsa 4.54, 4.55 opazimo, da je najboljše ocenjena fotografija, kjer so ohranjene informacije v spektru RGB in ki ima močnejši kontrast ter več informacij v temnih predelih. Zadnji dve fotografiji v seriji imata precej nižji kontrast in sta celo označeni za brisanje.

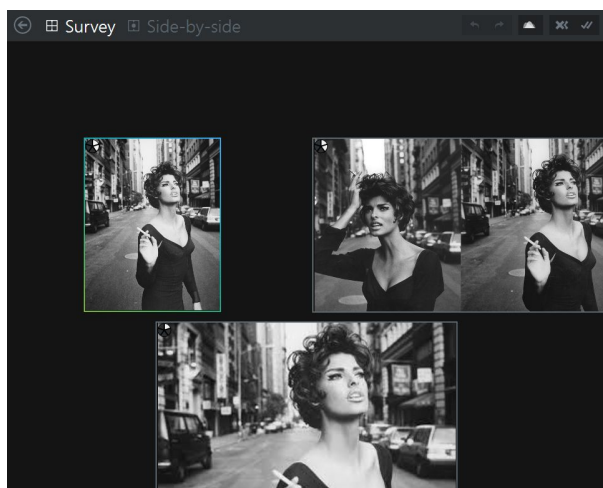


Slika 4.54: Grupiranje enakih fotografij Ansela Adamsa [27].

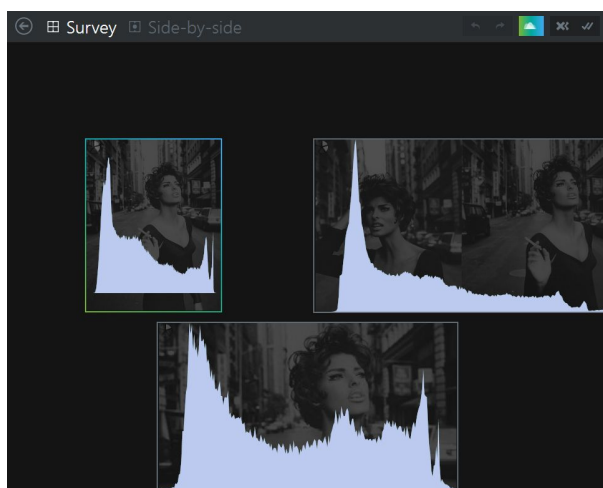


Slika 4.55: Histogrami enakih fotografij s slike 4.54.

Pri potrehtih Helmut Newtona na slikah 4.56, 4.57, 4.58 in 4.59 je zopet razvidno, da aplikacija bolje ocenjuje fotografije, ki so bolj kontrastne. Zadnja fotografija v seriji na sliki 4.56 ima bolj enakomerno porazdelitev osvetlitve in je označena za izbris.

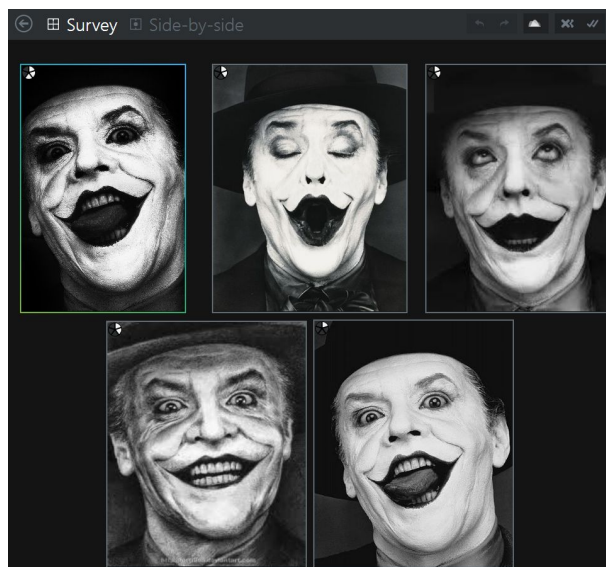


Slika 4.56: Grupiranje enakih fotografij Helmut Newtona [27].

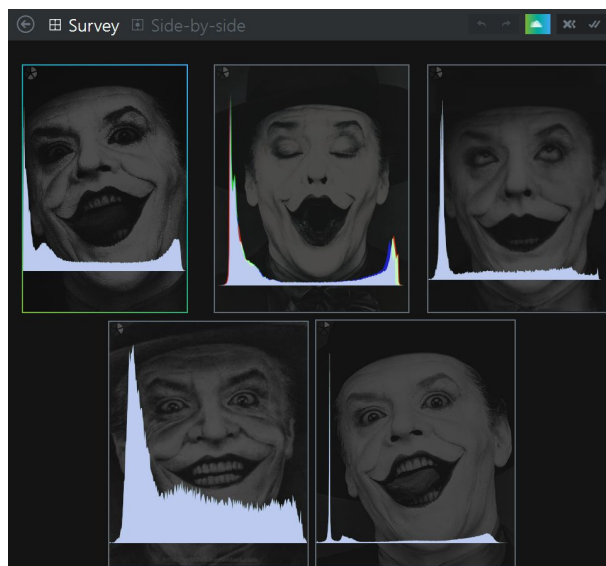


Slika 4.57: Histogrami enakih fotografij.

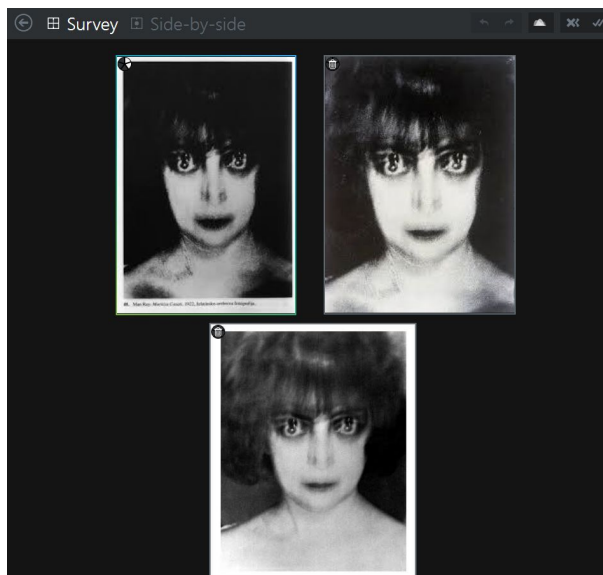
Na slikah 4.60, 4.61 Mana Raya sta za izbris označeni najbolj neostri fotografiji. Po klasičnih fotografskih pravilih bi enako oceno morala prejeti sicer tudi najboljše ocenjena fotografija.



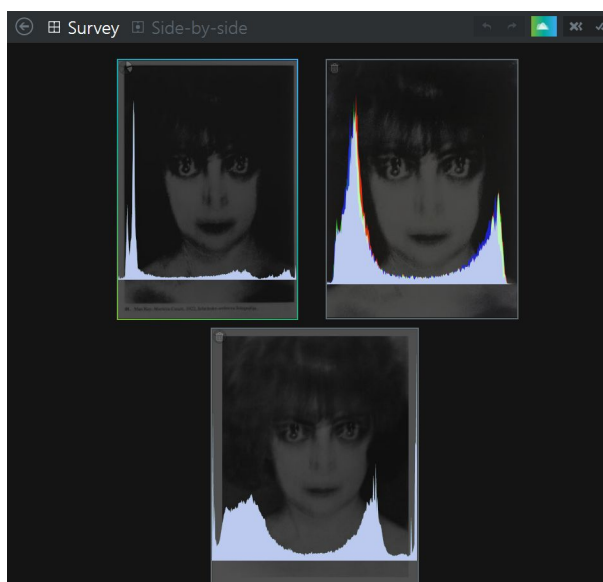
Slika 4.58: Grupiranje podobnih fotografij Helmut Newtona [27].



Slika 4.59: Histogrami podobnih fotografij.



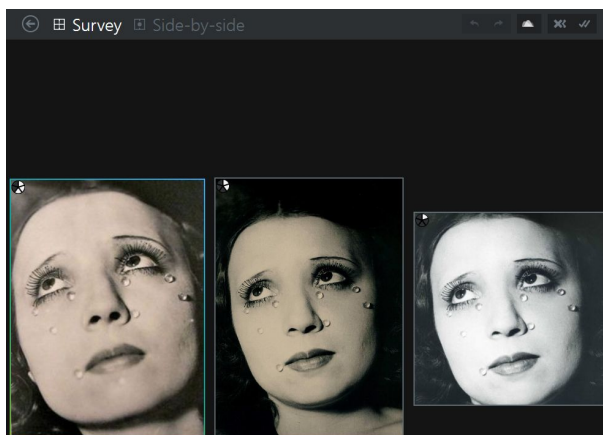
Slika 4.60: Grupiranje enakih fotografij Man Raya [27].



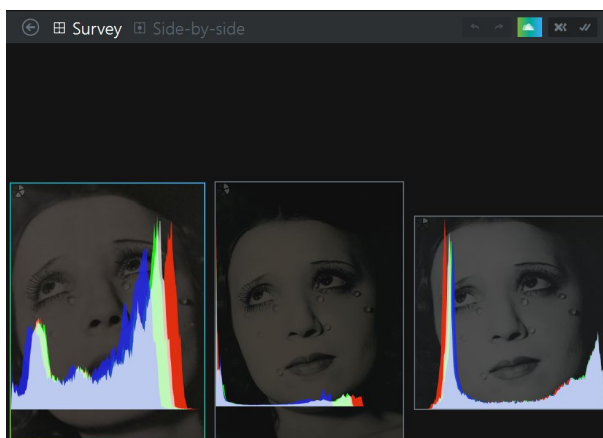
Slika 4.61: Histogrami enakih fotografij.

Na slikah 4.62 in 4.63 je najbolje ocenjena fotografija, ki ima največjo površino pod krivuljo histograma in to kljub dejstvu, da v seriji ni najbolj kontrastna.

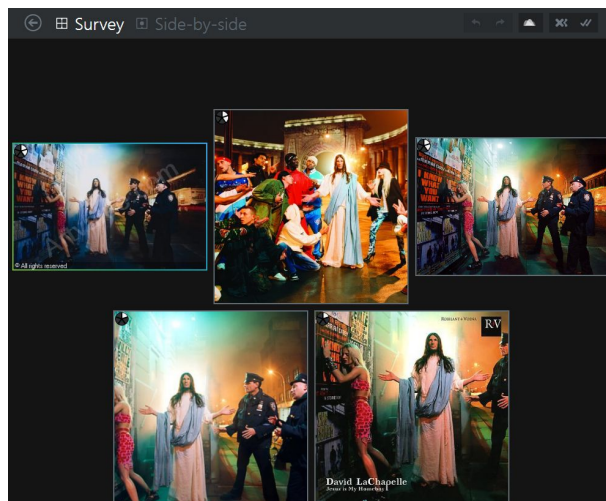
Na slikah 4.64 in 4.65 umetnika Davida LaChapella je najslabše ocenjena fotografija z reklamnim besedilom. Na prvih treh fotografijah, kjer je Jezus močno osvetljen in s tem poudarjen, pa opazimo upoštevanje pravila tretjin oz. pravila zlatega reza.



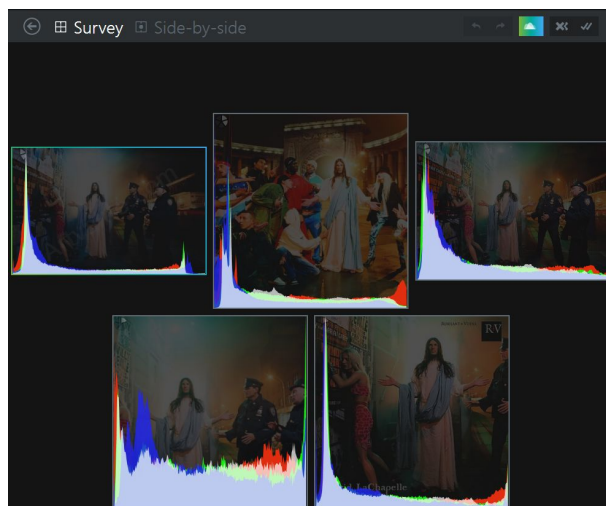
Slika 4.62: Grupiranje enakih fotografij Man Raya [27].



Slika 4.63: Histogrami enakih fotografij.



Slika 4.64: Grupiranje podobnih fotografij David LaChapella [27].



Slika 4.65: Histogrami podobnih fotografij.

Zelo podobne fotografije aplikacija dobro grupira, tudi če ji metapodatki niso na voljo. To je še posebno opazno pri navedenih primerih grupiranja umetniških fotografij. Za lastno uporabo močno pogrešam zmožnost grupiranja fotografij identičnih objektov, ki so na fotografijah v različnih položajih in imajo različna ozadja.

Na podlagi 2794 uporabljenih fotografij, ki so si tudi po vsebini precej različne ter rezultatov grupiranja sem mnenja, da aplikacija ne daje velike teže pravilu tretjin in/ali pravilu zlatega reza, prav tako bistveno ne upošteva barvne preprostosti in neostrine ozadja. Bolj se osredotoča na pomembna področja, torej na ospredje, saj v tem delu išče optimalno kompozicijo oz. jasno izrisane predele, brez motečih prekrivanj. Kot prikazuje slika 4.66 dirkalnih vozil, ki imajo izrazite, lahko prepoznavne (sponzorske) označbe in barvne kombinacije, še ne zmore dovolj natančno grupirati.

Algoritem strojnega učenja grupira na podlagi vizualnih podobnosti, kot so barve, scene in obrazi in ne ugotavlja vsebine fotografij. Po navedbah avtorjev trenutno še ne preverjajo ostrine, barvne harmonije in kompozicije. Ker so navedbe na spletnih straneh ponavadi zastarele in ne odražajo zadnjih zmožnosti aplikacij, sem preveril, ali aplikacija pri estetski evalvaciji upošteva kompozicijo in ostrino. V aplikacijo Picturessq sem naložil skupno 2794 fotografij, od tega 1157 poročnih fotografij z dveh poročnih slavji. Preostalih 1637 v aplikacijo naloženih fotografij je bilo s področij *motorna kolesa*, *cvetje*, *osebe*, *nakit*, *avtomobili*, *kolesa*, *umetnost* in *živali*. Tabela 4.13 prikazuje delež grupiranih poročnih fotografij in povprečno število fotografij v posamezni grupi.

Na splošno izdelava preveč manjših grup z od 2 do 4 fotografijami, kar potem onemogoča hitro pregledovanje, še posebno, če je v grupi preveč napačno prepoznanih posnetkov. Potem je že bolj učinkovito posnetke pregledati po običajni poti v programu Adobe Bridge ali Adobe Lightroom. Žal ne uporablja predpomnenja, saj odpiranje iste grupe posnetkov vedno traja enako dolgo in v primeru manjših grup (do 4 posnetke) kdaj tudi 4 ali 5 sekund. Da so se prikazale vse fotografije iz največje grupe 17-tih posnetkov, je tra-

Tabela 4.13: Uspešnost grupiranja fotografij iz dveh naborov različnih poročnih slavij.

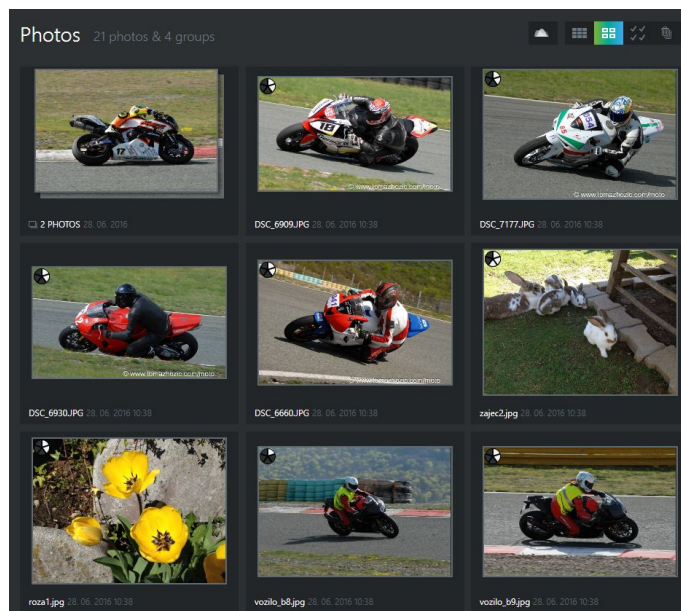
	Poroka 1	Poroka 2
štev. vseh fotografij	819	338
negrupiranih fotografij	164	55
grupiranih fotografij	655	283
grup	170	67
delež grupiranih fotografij	79,98%	83,73%
povp. štev. fotografij v grupi	3,85	4,2

jalo kar 8 sekund. Tak način dela pri tisoč in več posnetkih enostavno ni učinkovit. Poleg tega bi morali imeti pri grupiranju nadzor nad tem, kateri obraz ali objekt želimo imeti v prikazu, prav tako pa tudi filtrirne pogoje kot so IN, ALI in NE. Sicer aplikacija grupira po vizualni podobnosti v ospredju fotografije, tudi če je področje zanimanja bolj na robu fotografije. V tem trenutku še ne upošteva določenih kompozicijskih načel.

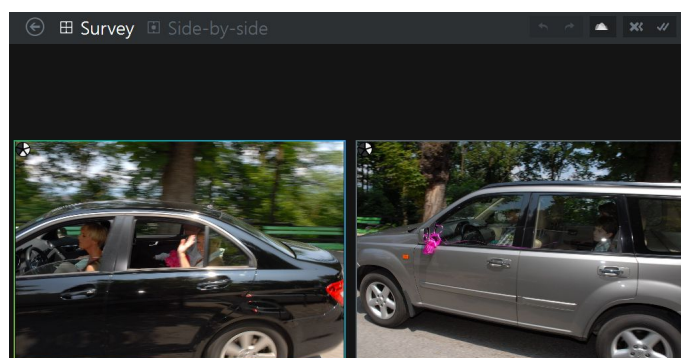
Zanimivo je tudi, kako podaja ocene estetike. Zamegljenosti ozadja (Motion Blur) in hkratne neostrine motiva ne zazna in fotografijo ne predlaga za izbris kot kaže slika 4.67.

Bolj konzervativno osvetljenim fotografijam, kjer je večina točk histograma osvetlitve malo pod srednjo sivo, daje višje ocene, kot pa fotografijam, ki imajo porazdelitev malo nad srednjo sivo kot to prikazujeta sliki 4.68 in 4.69.

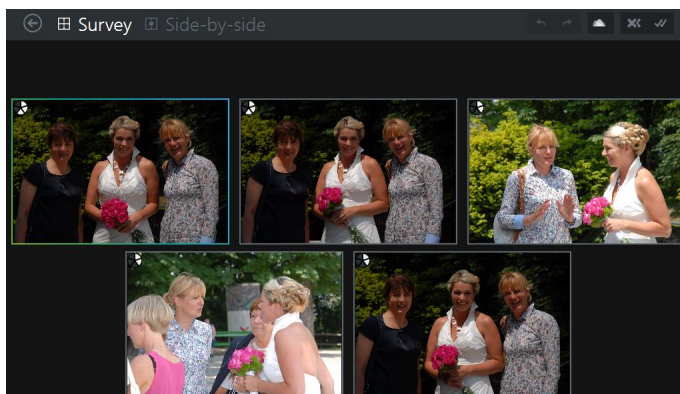
Če je v temnih tonih prišlo do izgube detajlov (*Clipping*), potem ocene pravzaprav ne zniža. Obratno, če je fotografija že tako malo svetlejša in če je prišlo do izgube detajlov v svetlih tonih, potem fotografijo takoj niže oceni. V primeru, da je fotografija precej preosvetljena in je hkrati prišlo do izgube detajlov, predlaga izbris. Če ima fotografija sicer več tonalnih informacij oz. večjo površino pod krivuljo histograma in je hkrati prišlo do izgube detajlov v temnih tonih, jo bo slabše ocenil.



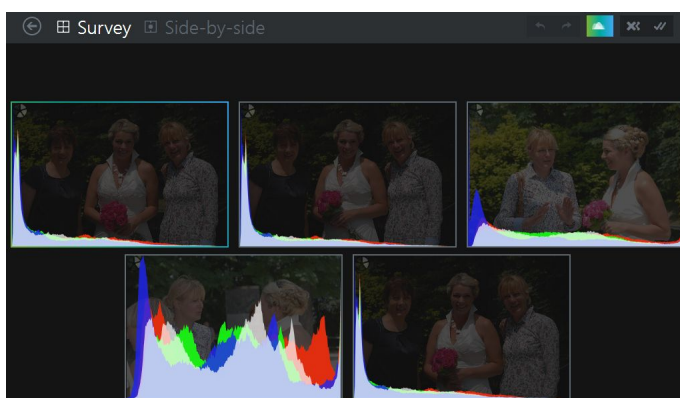
Slika 4.66: Grupiranje enakih vrst vozil še ne deluje dovolj natančno, prav tako tudi ne grupiranje istih vozil. Ker ne prepozna besedilnih označb, ne more najti vizualne podobnosti [30].



Slika 4.67: Fotografiji z avtomobili sta grupirani skupaj, vendar je levi fotografiji, kljub očitni neostri avtomobila, podeljena višja ocena, kakor desni fotografiji, kjer je avtomobil ostro izrisan. Leva fotografija pa ima lepše zabrisano ozadje [30].



Slika 4.68: Podosvetljene fotografije so prejele višjo estetsko oceno, kot pa fotografije bolj uravnotežene osvetlitve [30].



Slika 4.69: Histogram razkrije, da ima prva fotografija v drugi vrsti precej bolj enakomerno porazdelitev osvetlitve, vendar je zaradi osebe, ki nosi rdečo obleko, opaziti izrazit vrh rdečega kanala v skrajno svetlih predelih fotografije. To je lastnost scene in ne pomeni, da ima fotografija preveč rdečega spektra [30].

Pri primerjavi fotografij daje fotografijam višjo oceno, če so razlike med posameznimi vrednostmi RGB kanalov manjše (čim bolj enako število pikslov enakih po vrednosti RGB čez celoten obseg od 0 do 255) in tistim, ki so hkrati bolj konzervativno osvetljene. Če krivulja rdečega kanala močno presega krivuljo modre ali zelene barve, potem fotografijo slabše oceni kot prikazuje slika 4.70.

Pri podobnih ali skorajda enakih fotografijah daje prednost tistim, ki imajo več površine pod krivuljo histograma, kjer vrednosti pokrivajo širši obseg od 0 do 255 in tistim, kjer je več informacije v srednjem delu histograma. Če je fotografija močno podosvetljena in so vse točke histograma levo od sredinske sive in če prisotna izguba detajlov, potem predlaga fotografijo v izbris. Generalno neostrim fotografijam presenetljivo dodeli celo oceno 1 ali 2 od možnih 5 točk in ne predlaga brisanja fotografije.

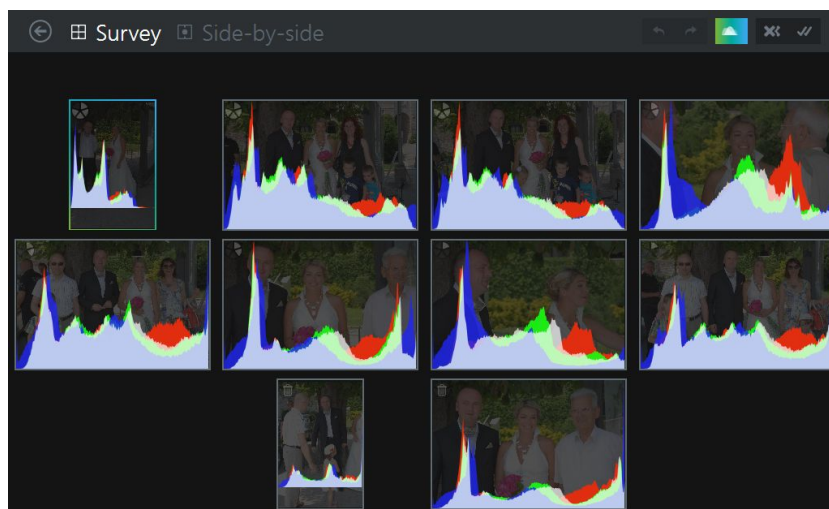
Pri podpisu poročne pogodbe je aplikacija posnetke z istega zornega kota in z enako zapolnjenostjo kadra grupirala tako, da so bile v grupi nevesta in dve ženski priči, ženin pa izven grupe, kot kaže slika 4.71. Po histogramu sodeč je bil odločilni kriterij relativna podobnost histograma, saj so imele ženske svetla oblačila, ženin pa temno, kot kaže slika 4.72.

Tudi pri posnetkih z zabave je aplikacija v isti grupi zbrala posnetke različni oseb v podobnih položajih plesa (plesalci so tvorili verigo), kot prikazuje slika 4.73.

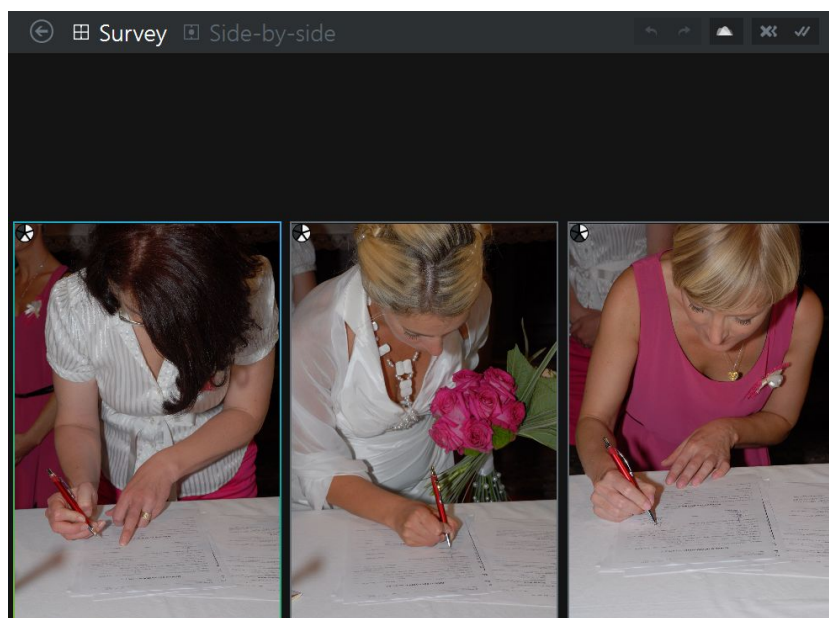
Nadalje ne uporablja podatkov GPS. Dveh posnetkov obcestne table, fotografirane z istega mesta, z enakim izrezom in posledično z identičnim histogramom ni uspela grupirati skupaj, kot prikazuje slika 4.74. Bolj uspešno grupira posnetke pokrajine.

Grupiranje fotografij, na katerih so v pretežni meri obrazi, poteka precej bolje in lahko pomaga fotografu, da prihrani nekaj časa. Natančnost grupiranja pa še ni na ustrezni ravni.

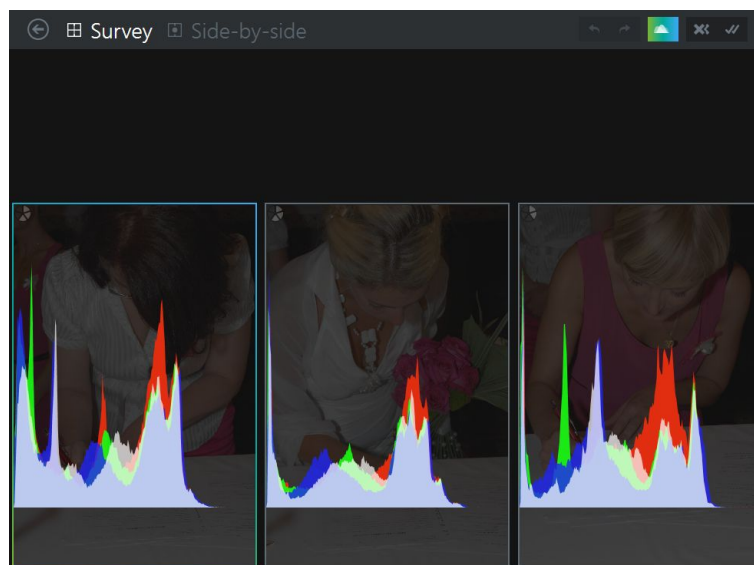
Po intenzivni uporabi lahko zaključim, da aplikacija meseca julija 2016 in v inačici 2.0.0.11 še ni komercialno uporabna. Zelo moteče je, da ne uvozi vseh zelenih fotografij in tudi za povsem nove fotografije javlja, da so bile



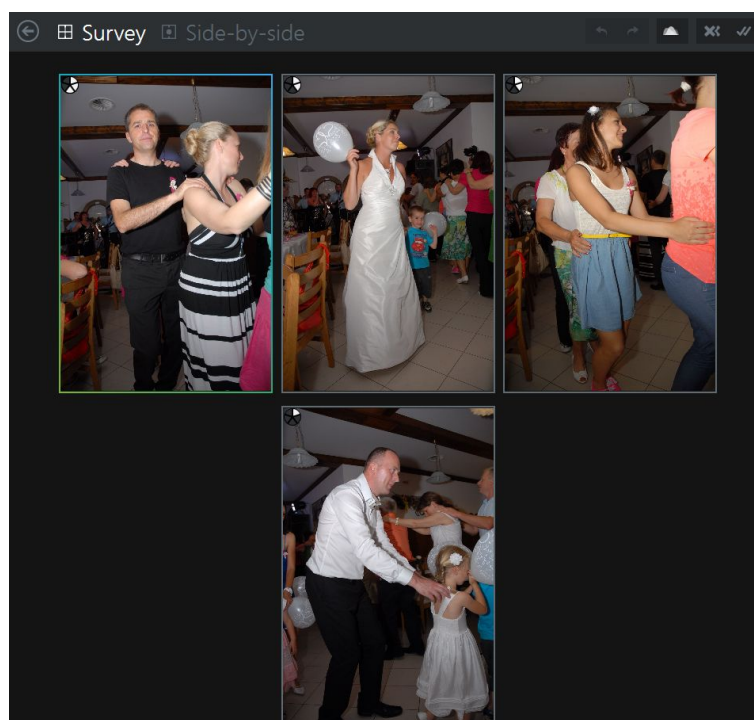
Slika 4.70: Fotografije, kjer je krivulja rdečega kanala močno presega krivulji zelenega in modrega kanala so slabše ocenjene. Razvidno je na fotografijah od vključno 4. pa vse do zadnje fotografije [30].



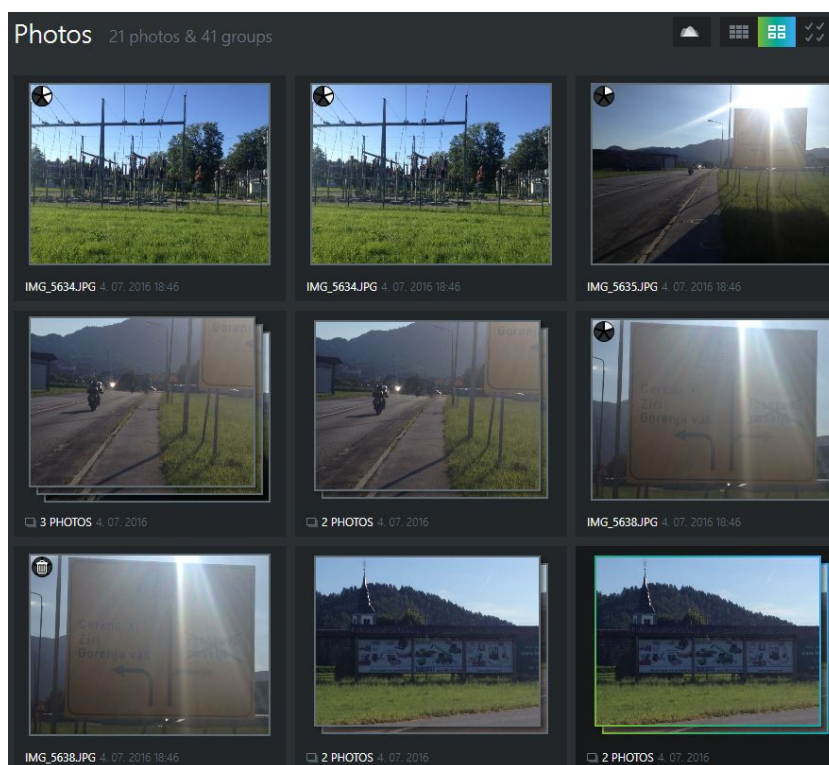
Slika 4.71: Aplikacija Picturesque – grupiranje podobnih poročnih fotografij, kjer ženin ni v isti grupi [30].



Slika 4.72: Histogrami fotografij podpisa pogodbe kažejo na precejšnjo podobnost oz. ujemanje. Vzrok so podobno svetla oblačila, ki zapolnjujejo fotografijo [30].



Slika 4.73: Grupirane so fotografije različnih oseb v podobnih položajih plesa [30].



Slika 4.74: Aplikacija Picturesque ima tudi težave pri grupiranju skorajda identičnih fotografij. Kot je razvidno, ni dovolj dobro grupirala fotografij obcestne usmerjevalne table in fotografij kozolca [30].

že naložene v oblak. Sicer je aplikacija idejno zelo dobro zasnovana, a ji manjka tista stopnja natančnosti, ki bi bila zares v profesionalno pomoč. Zanimivo pa je bilo raziskovati, kako deluje in čemu pri odločitvah o grupiranju in estetski klasifikaciji daje prednost. Tako imenovani *intelligentni zoom* deluje zelo dobro, zelo priročna pa je tudi vzporedna primerjava fotografij s pripadajočimi histogrami.

Za preizkus aplikacij Caffè, Imagga in Clarifai sem zaradi zamudnosti ročnega nalaganja fotografij izbral zgolj šest različnih preizkusnih fotografij, na katerih pa sem lahko naredil zanimive primerjave. V tem primeru ne gre za ugotavljanje uspešnosti prepoznavne določenega objekta izmed nekaj deset tisoč fotografij, ki vsebujejo ali ne vsebujejo izbranega objekta, temveč zato, da se na primeru zgolj peščice fotografij dobi prvi vtis, kako izčrpno in na-

tančno aplikacije uspejo klasificirati fotografije z nekaterih različnih področij. Glavni namen pa je bil preizkusiti prototip, se pravi aplikacijo Picturesq. Na poti do tega cilja sem vključil še dodatne aplikacije, kot so The Roll, Forevery Photo ter Google Photos, katerim sem lahko v klasifikacijo in estetsko presojo hitreje podal precej več fotografij, kakor je to bilo možno v primeru aplikacij Caffé, Imagga in Clarifai. Ker se določene skupine testnih fotografij prekrivajo, lahko govorimo o nekje 3000 različnih fotografijah. V aplikacijo Picturesq je bilo naloženih 2794 različnih fotografij. Tabela 4.14 prikazuje število v preizkusu uporabljenih fotografij za posamezno aplikacijo.

Tabela 4.14: Število uporabljenih testnih fotografij po posamezni aplikaciji.

Aplikacija	Štev. uporabljenih fotografij
Caffé	6
Imagga	6
Clarifai	6
The Roll	559
Forevery Photo	559
Google Photos	1199
Picturesq	2794

4.7 Novosti in napovedi

Pri obrezovanju fotografij z zamaknjenim horizontom se zaradi rotacije včasih odstrani kar precejšen del ozadja. V posodobljeno inačico aplikacije Photoshop CC so vključili možnost zapolnitve izgubljenega ozadja. Druga zmožnost je t.i. *Face-aware liquify*, ki prepozna značilnosti obraza in omogoča selektivno spremembo oblike nosu ali ust.

Apple bo v novih operacijskih sistemih IOS 10 ter macOS Sierra izboljšal obstoječo aplikacijo Apple Photos ter uporabil napredne tehnologije

računalniškega vida, ki bodo omogočale grupiranje fotografij na podlagi vsebine. Aplikacija naj bi prepoznala osebe, predmete in scene, podobne med njimi grupirala in omogočala iskanje s pomočjo izbrane fotografije. Vključena bo zmožnost *Memories*, ki naj bi na podlagi oseb, lokacij in dogodkov samodejno izdelala video posnetke oz. video povzetke. Za razliko od Google Photos aplikacija ne bo zahtevala prenosa fotografij v oblak, temveč bo logika prepoznavne, grupiranja in iskanja vgrajena v aplikacijo samo, tako se bo odvijala lokalno in ne bo potrebe po internetni povezavi.

Poglavje 5

Predlog rešitve problema

Poglavje skuša odgovoriti, kateri pristop k izboru estetsko optimalne fotografije iz sekvence podobnih ali skorajda enakih fotografij naj bi bil najbolj optimalen, kako naj bi se naloge lotili na primeru portretne in športne fotografije in katere metapodatke velja uporabiti.

5.1 Klasični pristop ali nevronske mreže?

Oba pristopa imata svoje prednosti in pomanjkljivosti in napovedi so še posebno na področju računalništva in informatike zelo nevhvaležno opravilo. Na podlagi obravnavanih znanstvenih objav, preizkusa zmožnosti nekaterih aplikacij in splošnega trenda razvoja umetne inteligence na področju računalniškega vida sem mnenja, da bo vsaj kratkoročno, dokler učinkovitost in natančnost nevronske mreže ne bo dosegla dovolj visoke stopnje, najbolj učinkovita kombinacija obeh pristopov. Morda nekaterih nalog enostavno ne bo mogoče dovolj uspešno rešiti z nevronske mreže. Pri estetski evalvaciji fotografij je zelo pomembno, da prepoznamo vsebino fotografije, se pravi, kaj je na njej. Šele na podlagi te informacije lahko kar najbolj preverimo različne značilnosti, ki odlikujejo kakovostne fotografije. Drži, da je kar nekaj značilnosti splošnih in uporabnih v različnih zvrsteh fotografije, a ko fotografiramo odrasle, otroke, živali, naravo, arhitekturo, predmete, de-

tajle, tihožitja, festivale, slapove, vozila, ognjemete, hrano, športne dogodke idr. v različnih okoljih, letnih časih, delih dneva in ob različnih svetlobnih virih in svetlobnih pogojih, izberemo povsem drugačne pristope. Motiv, okolica, pogoji fotografiranja in namen fotografa oblikujejo fotografijo in ji poleg tehnične kakovosti dodajo še sporočilno vrednost.

Nevronske mreže imajo zaradi delovanja, ki se do neke mere zgleduje po človeških možganih, svetlo prihodnost in menim, da bi morali učinkovitost in uspešnost klasičnega pristopa pripeljati do optimalne oz. najvišje možne mere, hkrati pa nevrnske mreže snovati tako, da se bodo v najkrajšem možnem času in s čim manj primeri uspele naučiti različnih vsebin. Nekoč bodo nevrnske mreže po sposobnostih dosegle človeka (točka singularnosti), ko bo na vhodu dovolj zgolj ena fotografija objekta oz. subjekta in bo mreža znala prepoznati isti ali podoben objekt oz. subjekt, z visoko stopnjo gotovosti v različnih položajih in svetlobnih pogojih in precej hitreje, kot to zmore človek. Podobno kot glavna igralka Leelo (Milla Jovovich), ki si v filmu „Peti element“ režiserja Luc Bessona iz leta 1997, na TV-sprejemniku ogleduje hitro izmenjajoče se podobe človekove zgodovine in se vsega v hipu nauči.

Zelo obetavne so kombinacije dveh ali več nevrnskih mrež [43], ki bodo močno pospešile učni proces. Podprte bodo z vse bolj zmogljivo in tudi cenovno bolj dostopno strojno opremo in povsem novimi programskimi jeziki, prilagojeni za področje umetne inteligence. Tudi slikovnega učnega materiala ne bo primanjkovalo.

Dandanes so procesorji v fotoaparatih še premalo zmogljivi, da bi lahko implementirali nevrnske mreže. Vse trenutne mobilne ali namizne aplikacije pošiljajo fotografije preko spleta do strežnikov, kjer se ugotavlja vsebina fotografij. Ker vemo, kako hiter je bil razvoj strojne in programske opreme, je samo še vprašanje časa, kdaj bomo grafično in siceršnje procesno moč nosili v žepu, na zapestju ali v raznovrstnih slikovnih napravah.

Zaradi zahtevnosti področja predlagam osredotočenje na eno zvrst fotografije in sestavo splošnih značilnosti ter za izbrano zvrst tudi specifičnih

značilnosti. Te specifične značilnosti potem preizkušamo in cilj je najti optimalni nabor značilnosti, ki z največjo stopnjo natančnosti prepoznajo estetsko kakovostne fotografije. V nadaljevanju se bom omejil na značilnosti, ki so uporabne v portretni fotografiji in dotaknil tudi področja športne fotografije. Za natančno preverjanje zelo pomembnih kompozicijskih in barvnih oz. tonalnih značilnosti, je klasični način najbolj primeren. V prostorsko omejenem magistrskem delu lahko navedem zgolj manjšo podmnožico siceršnjih značilnosti.

Splošne značilnosti:

- jasno izraženo področje zanimanja,
- ostrina na ključnih predelih področja zanimanja,
- jasno ločeni področji zanimanja in ozadja,
- neostrina ozadja,
- manjše število različnih barv ozadja,
- področje zanimanja je v prikazano v celoti,
- področje zanimanja se ne nahaja blizu ali na skrajnih robovih fotografije,
- ni močnejši virov svetlobe z veliko površino,
- ni večjih območij izjemne ali skrajne svetlosti,
- fotografija barvno in tonalno pravilno prikazuje dejansko stanje,
- ni prevelikega šuma.

5.1.1 Portretna fotografija

Daljši seznam specifičnih značilnosti je obravnavanih v poglavju 2.2. Primer portretiranja. Ključna je osredotočenost na postavo (v primeru portreta

celotne višine), obraz, oči in usta. Najbolj pomembna je barva kože, njen naraven in zdrav izgled. Še posebno težavni so primeri napačne meritve ali nastavitve vrste svetlobe oz. neustrezne izbire beline svetlobe (White Balance). Napaka vpliva na celoten izgled fotografije in temperatura barve v Kelvinih ne ustreza motivu, kot smo ga v resnici videli. Popravek je sicer zelo enostaven in se opravi v programu za obdelavo fotografij s spremembo temperature barve. Če je oseba obkrožena z zelenjem, bo zaradi odboja zelene barve od obraza, koža preveč rumeno obarvana. Aditivni sistem RGB, kot nam ga prikazuje LCD zaslon na aparatu in histogram v programih za obdelavo fotografij, za namene ugotavljanja barvne pravilnosti kože ni najbolj primeren. Veliko bolj primeren je subtraktivni sistem CMYK (Cyan Magenta Yellow Black), ki se uporablja pri tisku [60]. Iz barvne kombinacije RGB [205,129,113] najbrž nihče ne more ugotoviti, kakšna barva je to in ali je barva kože pravilno prikazana.

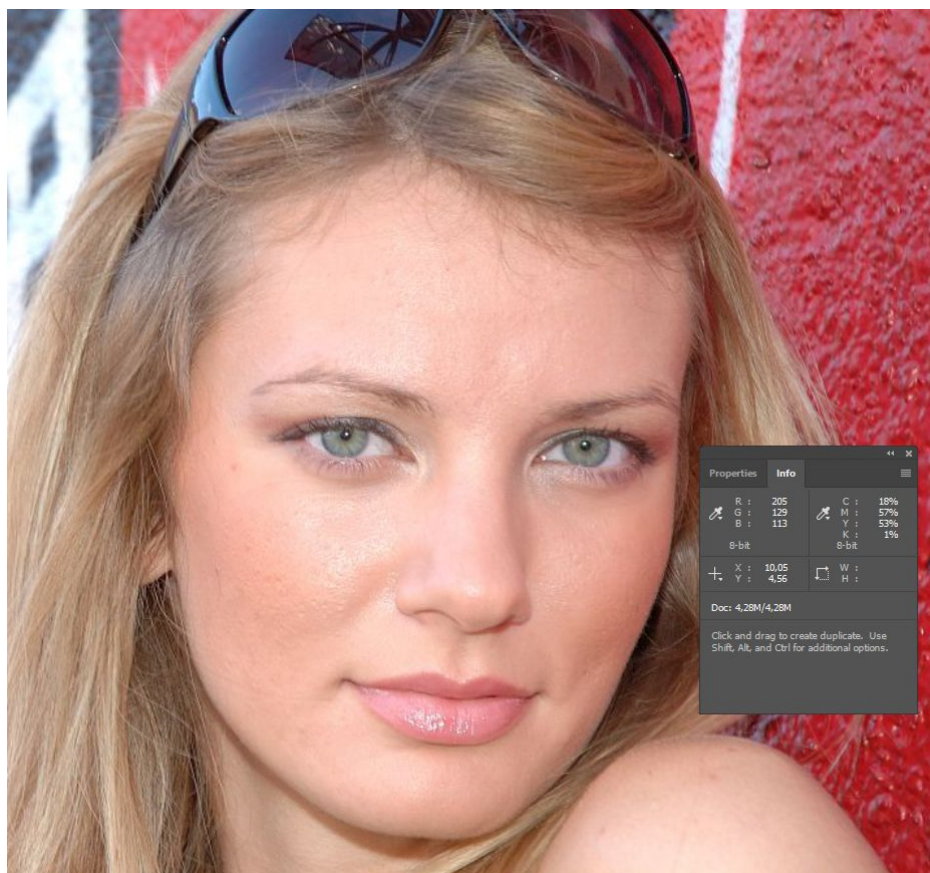
Podatek za povprečen ton kože odrasle osebe kavkaškega tipa je, da sta vrednosti za M (magenta) in Y (rumena) približno enaki, morda je rumene barve do 10 % enot več kot pa magente. Vrednost C (cijan) je od $\frac{1}{4}$ do največ $\frac{1}{3}$ vrednosti Y (rumena) ali vrednosti M (magenta) [60].

Ko postavimo oba sistema enega ob drugega, hitro razumemo, kako sta povezana (Tabela 5.1).

Tabela 5.1

Sistem RGB	Sistem CMYK
Red	Cyan
Green	Magenta
Blue	Yellow
	Black

Če povišamo vrednost R (rdeča) se zmanjša vrednost C (cijan). Če zmanjšamo vrednost C (cijan), se poveča vrednost R (rdeča). In ustrezno enako pravilo velja pri kombinacijah G (zelena) – M (magenta) ter B (modra)



Slika 5.1: Odčitavanje vrednosti RGB in CMYK na različnih predelih obraza portretiranke [30].

– Y (rumena).

Majhni otroci in dojenčki imajo ponavadi svetlejšo polt in višjo vrednost M (magenta), vendar naj vrednost M (magenta) ne bo enaka ali višja od vrednosti Y (rumena).

Kožni toni temnopoltih oseb ponavadi lepše izgledajo, če je vrednost M (magenta) malo višja, kot pa pri belopoltih, a ne višja, kot vrednost Y (rumena). Temnejša polt ima ponavadi višje vrednosti C (cijan) [60].

Azijci imajo ponavadi višjo vrednost Y (rumena). Če je oseba obdana z zelenjem (trava, listje) potem ima na koži lahko močan rumenkast odtenek oz. v fotografskem žargonu t.i. „barvni štih“. Ker se na polt odbija veliko zelene

barve, se s tem zmanjša delež magente, kar povzroči še bolj rumeno kožo. Zmanjšati je potrebno vrednost G (zelena), da se dvigne delež M (magenta), ali pa vrednost M (magenta) povečati.

Barve in naše zaznavanje le teh je zelo pomembno. Vsak portretiranec želi, da je na fotografiji njegova polt pravilno in lepo prikazana. Tudi, da izgleda zdravo. Med fotografiranjem, lahko zaradi napačne meritve svetlobe ali odboja okoliških barv različnih valovnih dolžin, pride do že omenjenih barvnih nepravilnosti.

Različne kulture različno interpretirajo barve. Na primer, Kitajci in Japonci na fotografijah same sebe raje vidijo z malce svetlejšo poltjo, kakor je v resnici. Evropejcem, severnim Američanom in še kakšnemu narodu ali ljudstvu pa je, kljub opozorilom dermatologov, vseeno ljubše, če na fotografijah njihova polt ni povsem svetla, temveč vsaj malo zagorela. Najbrž imajo na omenjene osebne preference precejšen vpliv tudi modna, kozmetična in oglaševalska industrija.

Pri snovanju sistema, bi bilo potrebno upoštevati okvirne barvne vrednosti CMYK vseh vrst polti tako, da bi lahko aplikacija prepoznala barvne napake, ki so posledica napačnih nastavitvev in/ali meritev aparata oz. naknadne neustrezne (ne)obdelave fotografij. Določiti ali izbrati povprečne vrednosti CMYK za katerokoli polt pa je izjemno težko, ker nastopa polt, v tako izjemni raznolikosti in ker je mnenje o pravih tonalnih vrednostih posamezne polti pogojeno s kulturnim ozadjem, tradicionalnimi estetskimi vzorci in osebnimi preferencami. In glavni kriterij všečnosti je pravzaprav mnenje samega portretiranca, kako samega sebe vidi na fotografiji.

Vsak kompozicijski element, ki je uporabljen, mora voditi pogled do točke zanimanja – na obraz in še posebno na oči. Pri tem si lahko pomagamo s prepoznavanjem elementov, kot so ravne ali zavite linije, diagonale ali paralele [13]. Tudi pri portretni fotografiji so bistveni elementi oblike, teksture, vzorci, svetli in temni toni, tonalni razpon, osrednje, sredina in ozadje, perspektiva in okvirji [29, 32, 57].

Črna bela fotografija, z odsotnostjo barv in s tonalnimi vrednostmi od

skrajne črne, preko srednje sive do skrajne bele, je sporočilno bolj neposredna. Ukvarja se z oblikami, teksturami, kdaj bolj, kdaj manj ostrimi prehodi med svetlobo in senco in bolj neposredno posreduje sporočilo. Barve lahko marsikdaj zavedejo, lepšujejo, lahko povzročajo celo sporočilni šum oz. nas odvrtačajo od bistva [28, 48].

Pravilo tretjin oz. zlatega reza naj ne bosta najpomembnejša kriterija estetike, prav pa je, da se ju upošteva.

5.1.2 Športna fotografija

Na primeru motociklizma bom predstavil nekatere specifične značilnosti, ki lahko pomagajo ugotavljati estetiko fotografij. Voznik in motorno kolo tvorita celoto in ju obravnavamo kot en motiv.

Specifične značilnosti:

- bližnji posnetki motiva – lahko tudi zgolj voznik in del motornega kolesa,
- ostrina na čim večjem predelu motiva,
- zaradi gibanja zamegljeno ozadje (Motion Blur),
- dinamika motiva v primerjavi s horizontom,
- pogosto nagnjen horizont,
- voznik ni zravnán, temveč sklonjen in objema motorno kolo,
- voznik se s kolenom in/ali komolcem dotika vozišča,
- motiv zapolnjuje večino površine fotografije,
- na vozišču so stranske (rdečo-bele) označbe ukrivljene,
- sprednje kolo je rahlo dvignjeno nad vozišče,
- sprednje kolo je močno dvignjeno nad vozišče (wheeley; okoli 45 stopinj),

- zadnje kolo je malce dvignjeno nad vozišče (zaviranje),
- več motornih koles na kratki razdalji v skupini,
- nagnjenosti navpičnih osi vozila, telesa in čelade voznika so čimbolj različne,
- pred motivom je v smeri vožnje dovolj prostora za namišljeno gibanje,
- več prostora pred motivom, kot pa za motivom (izjema so skupine motivov).



Slika 5.2: Športni motociklizem [30].

5.2 Metapodatki Exif

Exif (*Exchangeable image file format*) je glede na JEITA (*Japan Electronics and Information Technology Industries Association*) [38] in CIPA (*Camera & Imaging Products Association*) [11] standard, ki določa oblike zapisa slikovnih in zvočnih informacij ter t.i. značk (*tags*) s strani digitalnih kamer, optičnih čitalcev in drugih podobnih naprav, ki zmorejo beležiti fotografije in

zvok v digitalni obliki. Standard je bil prvič objavljen leta 1995 in je predpisal format zapisa slikovnih podatkov, definiral strukturo atributov informacij oz. značk ter vzpostavil osnovno definicijo značk. Skozi leta se je standard posodabljal in določil nove značke, povečal število barvnih prostorov (*Color Space*), dodal podatke GPS in pomanjšane sličice (*thumbnails*). S pomočjo ExifPrint je izboljšal kakovost tiskanja glede kontrasta, ostrine idr. Leta 2003 je bil standard razširjen z informacijami o proženju bliskavice ter vrsti zajete scene (portret, pokrajina, šport idr.). Standard so v večji meri sprejeli predstavniki in razvijalci podjetij Canon, Nikon, Sony, Olympus, Casio, Samsung, HP, Kodak idr. Standard pa ni sprejet s strani organizacije ISO (*International Organization for Standardization*). Zaradi pomembnosti standardiziranih meta podatkov slikovnih datotek prihaja tudi do povezav med ustanovami in združenji, kot sta npr. *Library of Congress* in *Stock Artists Alliance* ter pobud promoviranja zasnove in uporabe metapodatkov [47].

Tabela 5.2 prikazuje značke, ki so zanimive za ugotavljanje podobnosti ali enakosti fotografij.

5.3 Estetsko optimalne fotografije iz sekvence skorajda enakih fotografij

Pri skorajda enakih fotografijah je izbor lažji kot pa v primeru podobnih fotografij. Skorajda enake fotografije so v primeru športne fotografije posnete v zelo kratkem časovnem razmaku. Pri serijskem fotografiranju s hitrostjo 15 fotografij v sekundi je razmik med posnetki zgolj 1/15 sekunde. Z razvojem tehnike se bo hitrost fotografiranja povečevala na več deset fotografij v sekundi. Ker je človek najpočasnejši člen, premik telesa in s tem aparata ne more bistveno spremeniti kadra, niti, če se med fotografiranjem uporabi t.i. zumiranje oz. sprememba goriščne razdalje. V tako kratkem časovnem razmaku fotograf ne spreminja časa osvetlitve, zaslonke, razdalje do motiva, vrednosti ISO (izjema je samodejna izbira vrednosti ISO) in tudi ne vrste drugih parametrov. Razlike v osvetlitvi motiva, nasičenost barv, število uni-

Tabela 5.2: Značke Exif za ugotavljanje podobnosti posnetkov

Značka Exif	Pomen
Make	Proizvajalec aparata
CameraModelName	Model aparata
ImageUniqueID	Enolični ID posnetka
DateTimeOriginal	Datum in čas ustvarjanja posnetka
DateTimeDigitized	Datum in čas zapisa posnetka
SubsecTimeOriginal	Del sekunde časa ustvarjanja posnetka
SubsecTimeDigitized	Del sekunde časa zapisa posnetka
SubjectDistance	Razdalja do subjekta v metrih
SubjectDistanceRange	Obseg razdalje do subjekta (makro, bližje, dalje, neznano) v stopnjah
SubjectArea	Lokacija in površina subjekta znotraj fotografije
SceneCaptureType	Vrsta scene (<i>portret, pokrajina, nočna scena</i>)
GPSTimeStamp	GPS časovna značka (<i>atomska ura</i>)
GPSImgDirection	Smer kamere (<i>0.00 do 359.99 stopinj</i>)
Orientation	Orientacija (<i>ležeče, pokončno</i>)
ExposureTime	Čas osvetlitve v sekundah
ShutterSpeedValue	Čas osvetlitve v delih sekunde
ApertureValue	Vrednost zaslonke
BrightnessValue	Vrednost svetlosti (<i>-99,99 do +99,99</i>)

katnih barv, položaj motiva v fotografiji, globinska ostrina, barvitost ozadja, vse to se med zaporednimi posnetki, kjer se motiv spremlja (*Panning*), le minimalno razlikuje. To pomeni, da bo tudi histogram, ki prikazuje zgolj porazdelitev osvetlitve zelo podoben ali skorajda enak. Zaradi tehničnih lastnosti avtofokusnega sistema se še posebej pri športni fotografiji pogosto zgodi, da aparat za delček sekunde izgubi točko ostrenja in to ima za posledico neoster posnetek. Hip za tem znova najde točko ostrenja in motiv izostri, tako so nadaljnji posnetki zopet ostri.

Ugotavljanje zaporedja posnetkov je enostavno, ker lahko uporabimo informacije o zaporednih številkah datotek, razlike v času nastanka posnetka (*DateTimeOriginal*, *SubsecTimeOriginal*) ter histogram osvetlitve. Ker je večina fotografskih parametrov skorajda enakih, bi veljalo najprej uporabiti kriterij ostrine motiva, nato različne kompozicijske in barvne značilnosti. Če moramo izbrati eno izmed skorajda enakih fotografij, ne glede na to, kako kakovostni in sprejemljivi so ostali fotografski elementi, potem so najbolj pomembni omenjeni trije kriteriji. Omeniti moramo, da govorimo o fotografijah na pomnilniški kartici, katere lahko s programi za obdelavo fotografij (Adobe Lightroom, Adobe Photoshop idr.) občutno izboljšamo.

5.4 Estetsko optimalne fotografije iz sekvence podobnih fotografij

V primeru podobnih fotografij predpostavimo, da so bile posnete sicer z istega mesta in v podobni prostorski smeri, vendar v daljšem časovnem razmaku (lahko tudi v nekaj minutah). Tako ugotavljanje zaporedja posnetkov na podlagi informacij o zaporednih številkah datotek, razliki v času nastanka posnetka (*DateTimeOriginal*, *SubsecTimeOriginal*) ter histograma osvetlitve, ni relevantno.

Večinoma bo položaj motiva znotraj fotografije drugačen, drugačno bo lahko ozadje in s tem tudi histogram osvetlitve. Če je čas med posnetki daljši, potem je povsem možno, da je fotograf spremenil čas osvetlitve, zaslono, vrednost ISO, razdaljo do motiva, goriščno razdaljo, svojo hitrost sledenja motivu, usmerjenost aparata, nagnjenost aparata, nasičenost barv, ostrenje fotografij v aparatu, izbral različne učinke, morda spremenil višino s katere je naredil posnetek idr. Kljub temu da je v tem primeru večji del fotografskih elementov različnih, bi pri izboru estetsko najbolj optimalne fotografije sprva ravnali podobno, se pravi najprej preverili ostrino motiva, položaj težišča motiva, število unikatnih barv, barvno enovitost ozadja, neostreno ozadja, histogram osvetlitve, osvetlitev motiva in ozadja ter stopnjo

razlikovanja obeh.

5.5 Metapodatki Exif za estetsko evalvacijo

Pri izračunih in estetski evalvaciji si lahko pomagamo z ustreznimi kombinacijami metapodatkov Exif (Tabela 5.3).

Globinsko ostrino lahko določimo na podlagi podatkov *Make*, *CameraModelName*, *LensType*, *Lens*, *FocalLengthIn35mmFilm*, *ApertureValue* in *SubjectDistance*. Zelo zanimiv podatek je *SubjectArea*, ki nam vrne tako položaj, kot tudi velikost subjekta. Tako lahko preverimo, ali je na robovih fotografije ali bliže pravilu tretjin oz. pravilu zlatega reza in se pri preverjanju ostrine osredotočimo na to področje. Šum v fotografiji se preveri s podatkom *ISO Speed Ratings*. Še posebno pomembno je preveriti stopnjo šuma v temnih predelih fotografije, kjer je tudi najbolj viden. Neostrino zaradi predolgega časa osvetlitve lahko preverimo z upoštevanjem podatkov *VibrationReduction*, *LensType*, *Lens*, *FocalLengthIn35mmFilm*, *ShutterSpeedValue*, saj neobičajno dolgi osvetlitveni časi pri daljših goriščnih razdaljah povzročijo neostrino posnetka. Aparati podjetja Nikon imajo zmožnost *Active D-Lighting*, ki v različnih stopnjah posvetli temnejše predele. Uporabo te funkcije razkriva podatek *ActiveD-lighting*. Pokrajinske posnetke se lahko deloma prepozna po podatku *SceneCaptureType* ter z uporabo podatkov *FocalLengthIn35mmFilm* in *ApertureValue*. Goriščna razdalja je pri pokrajinskih posnetkih večinoma precej manjša od 50mm in vrednost zaslonke je višja (bolj zaprta zaslonka). Za več informacij o objektivu vzamemo podatka *LensType* in *Lens*.

Na podlagi podatkov Exif ni mogoče eksaktno določiti stopnje znanja in spretnosti fotografa, vendar lahko ob nekaterih kombinacijah podatkov sklepamo na to, da fotografija ni nastala po naključju, temveč da je fotograf vložil kar nekaj truda in premisleka. Bolj izkušeni fotografi uporabljajo programe osvetlitve M (Manual), A (Aperture Priority) in S (Shutter Priority) kar pridobimo iz podatka *ExposureProgram*. Začetniki uporabljajo ponavadi

Tabela 5.3: Exif značke za ugotavljanje podobnosti posnetkov

Značka Exif	Pomen
FNumber	Zaslonka
FocalLength	Goriščna razdalja objektiva (nepreračunano na 35mm film)
FocalLengthIn35mmFilm	Goriščna razdalja objektiva preračunana na 35mm film format
ExposureProgram	Program osvetlitve (<i>P, A, S, M, AUTO</i>)
ISO SpeedRatings	Svetlobna občutljivost
ExposureCompensation	Kompenzacija osvetlitve
MeteringMode	Način meritve svetlobe
LightSource	Vrsta svetlobe (<i>dnevna, fluorescentna, bliskavica idr.</i>)
Flash	Bliskavica (<i>sprožena in način</i>)
SubjectArea	Lokacija in površina motiva v celotni fotografiji (<i>krog oz. pravokotnik</i>)
WhiteBalance	Uravnava beline
DigitalZoomRatio	Količnik digitalnega zooma
Contrast	Kontrast
Saturation	Nasičenost barv
Sharpness	Ostrina
Quality	Kakovost (<i>RAW, JPG</i>)
FocusMode	Način ostrenja
Exposure Difference	razlika med meritvijo in nastavitvam aparata
Active D-Lighting	Aktivna prilagoditev osvetlitve (<i>Nikon</i>)
VibrationReduction	Kompenzacija tresljajev
LensType	Tip objektiva
Lens	Model objektiva
FlashMode	Način bliskavice
ShootingMode	Posamični ali zaporedni posnetki
NoiseReduction	Zmanjševanje šuma

programe P (Programme) ali AUTO. Meritev osvetlitve je pri bolj usposobljenih fotografih pogosto sredinsko uravnotežena (Center-Weighted) ali celo točkovna (Spot Metering) in to nam pokaže podatek *MeteringMode*. Kakovost zapisa (RAW ali JPEG) ponazarja podatek *Quality*. Bolj kakovostno opremo prepoznamo po podatkih *Make*, *CameraModelName*, *LensType* in *Lens*. Podatek *ExposureCompensation* razkriva več znanja fotografa o pravilni osvetlitvi motiva.

Vsi omenjeni podatki Exif so lahko v pomoč pri klasičnih metodah strojnega učenja.

5.6 Metapodatki XMP

XMP (*Extensible Metadata Platform*) format zapisa metapodatkov je bil vpeljan s strani podjetja Adobe [2] v letu 2001 in leje bil ta 2012 sprejet s strani organizacije ISO [37]. Format določa načine ustvarjanja, obdelovanja ter izmenjave metapodatkov raznovrstnih virov podatkov. Je odprtokoden standard in podjetje Adobe je dalo na voljo XMP SDK (XMP Software Development Kit). Sam XMP temelji na XML-u (Extensible Markup Language, je na bolj semantičnem nivoju, podoben standardu IPTC) in zagotavlja administrativne (avtor, datum nastanka, kraj nastanka, idr.) in deskriptivne (informacije o vsebini datotek) podatke ter (avtorske) pravice nad datoteko.

Poglavje 6

Pasti uporabe umetne inteligence

Magistrska naloga obravnava področje estetike v fotografiji, zato ne posega na področje uporabe umetne inteligence v primerih, ki so lahko bolj ali manj zabavni, včasih pa nadvse resni ali celo usodni.

Na pasti, pomanjkljivosti in celo nevarnosti uporabe umetne inteligence opozarjajo tudi nekateri vidni predstavniki tehnološkega in znanstvenega sveta. Med njimi sta tako Elon Musk, ustanovitelj in predsednik družb Tesla, SolarCity in SpaceX, ter eden izmed vodilnih teoretičnih fizikov našega časa, prof. Stephen Hawking. Oba izpostavljata t.i. točko singularnosti, ko naj bi sposobnosti umetne inteligence dosegle in nato seveda presegle miselne sposobnosti človeka. Razvoj umetne inteligence je vse hitrejši in po tem, ko je računalnik podjetja IBM z nazivom Deep Blue leta 1997 v šahu premagal takratnega svetovnega prvaka Gary Kasparova, je bilo samo še vprašanje časa, kdaj bo računalniški program Google AlphaGo premagal trenutnega (2016) velemojstra Lee Sedola, v kar štirih dvobojih od petih v tej, po nekaterih ocenah, najtežji miselni igri. Kdaj bomo dosegli točko singularnosti nihče zares ne ve. Po nekaterih ocenah že leta 2030, morda pa kakšno desetletje ali dve kasneje.

Težave in zapleti, kdaj tudi zelo resne stopnje, se dogajajo že tukaj in

sedaj. Poročajo o primerih diskriminacije na delovnem mestu, doma in v pravnem sistemu. Leta 2015 je Googlova aplikacija Google Photos, ki fotografijam samodejno dodeljuje značke, fotografijam, na katerih so bili temnopolti ljudje, dodelila značko goril. Nevšečnosti so se nadaljevale pri programski opremi podjetja Nikon, kjer je fotoaparati pred posnetkom oseb azijskega porekla ocenil, da mežikajo. Programska oprema za spletne kamere prenosnikov podjetja Hewlett-Packard je imela težave pri zaznavi temnopoltih oseb. Sistemi, ki se učijo na način, da se jim pokaže velike množice istovrstnih posnetkov belopoltih oseb imajo precejšnje težave, ko se jim na vhodu poda fotografije temnopoltih oseb. Tudi na pravosodnem področju so ugotovili veliko pomanjkljivost pogosto uporabljene programske opreme, ki ocenjuje verjetnost ponovitve kaznivega dejanja obsojencev. Ocena temelji na podatkih kot so starost, starost ob prvi aretaciji, zgodovina kriminalnih dejanj osebe, izobrazba idr. Tako je aplikacija temnopoltim obsojencem kar dvakrat pogosteje določila visoko verjetnost nevarnosti ponovitve kaznivega dejanja. Belopoltim obsojencem z enako stopnjo pogostosti, pa nižjo verjetnost ponovitve kaznivega dejanja. V nekaterih večjih ameriških mestih kot so New York, Los Angeles, Chicago in Miami policija uporablja analizo velike količine podatkov o storjenih kaznivih dejanjih. Pred patroljo policisti prejmejo dnevne informacije o najverjetnejših lokacijah in vrsti morebitnega kaznivega dejanja. Tako policisti pogosteje patroljirajo v revnejših predelih mest in vse redkeje v predelih bogatejših. Posledica je, da se znižuje varnost naselij s premožnejšim prebivalstvom. Nedavno tega se je tudi Amazonu pripetila precej neljuba napaka, ko storitev dostave istega dne ni zaznala poštnih številok okrožij s pretežno temnopoltim prebivalstvom [4].

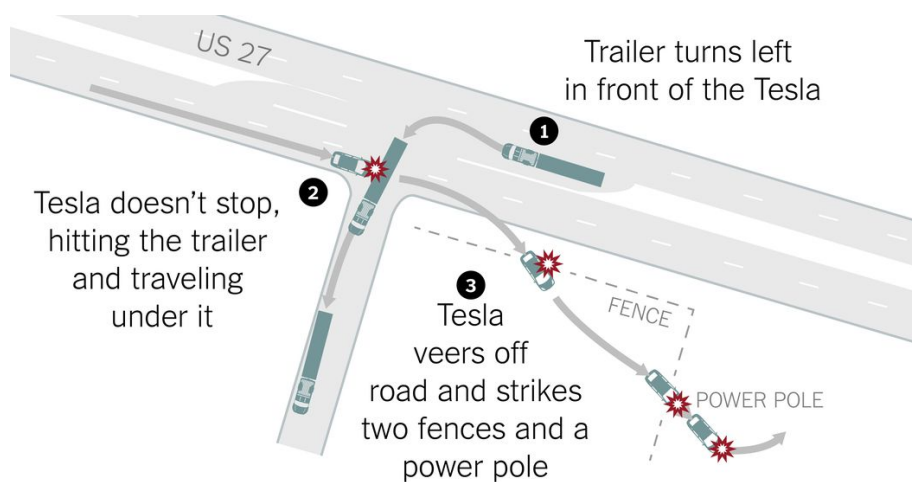
Po svetu proizvajalci avtomobilov mrzlično razvijajo sisteme, ki omogočajo avtonomno vožnjo osebnih in tovornih vozil. Bistvena komponenta teh sistemov so senzorji, kamere in dognanja strojnega vida. Ustanavljajo razvojna središča v silicijevi dolini (Toyota) in drugod, se povezujejo z velikani interneth tehnologij (Fiat in Google), prevzemajo podjetja, ki razvijajo tovrstne sisteme ter vlagajo velikanske vsote v tehnologijo prihodnosti. Hkrati pa se

pojavnjajo resna vprašanja, kako naj se algoritem odloči, če bo neizogibno prišlo do nesreče, a mora izbrati med možnostmi, kjer se bo avto zaletel v enega pešca ali v več pešcev. Kaj če je en pešec otrok, na drugi strani pa odrasla oseba? Človek o tem ne želi niti razmišljati, ker si tako grozne situacije nikakor ne želi izkusiti. Snovalci algoritmov samovozečih vozil se bodo najbrž morali opredeliti, ker ničesar ne smejo prepustiti naključju. Poraja se vprašanje kaj je huje: stroj, ki dela točno to, kar ga naučimo, ali stroj, ki prevzame človeške lastnosti in ki se obnaša v izjemno zapletenih situacijah in v stotinkah sekunde, nepredvidljivo? Ne glede na vse asistenčne sisteme, bo voznik še vedno človek in bo odgovoren za posledice. Ob nameščanju programske opreme na svoje računalnike, že desetletja sprejemamo pogodbe izdelovalcev programske opreme. Brez izrecnega strinjanja s stotinami določil pogodbe, se programska oprema ne namesti. Kakšna bo vsebina pogodbe v primeru samovozečih vozil?

Osebno sem mnenja, da je avtomobilska industrija v primeru samovozečih vozil podlegla določenim visokotehnološkim lobijem. Energijo in sredstva usmerjajo v sisteme, ki že danes odpirajo mnoge pomisleke in za katere sami načrtovalci še nimajo dovolj dobrih odgovorov. Ne nasprotujem samovozečim vozilom, a pot bo še dolga in najprej bi lahko rešili samostojno vožnjo v okoljih, ki so precej boljše nadzorovana, od odprte ceste. Po večini površin proizvodnih in trgovskih podjetij se prevažajo raznorazna vozila pod človekovim nadzorom. Ta okolja je z vidika varnosti vožnje precej lažje nadzorovati, od vožnje po cesti. V desetletjih so razvili izjemne varnostne sisteme, ki pa jih žal vgrajujejo zelo selektivno predvsem v dražja vozila in jih zelo počasi prenašajo v vozila nižjega razreda. Najprej bi morali serijsko vgraditi vse že preverjene in dokazano koristne sisteme, med drugim tudi radarski sistem, ki pomaga ohranjati dovolj veliko varnostno razdaljo in ki po potrebi samodejno zavira. Prekratka varnostna razdalja v povezavi s prepoznim zaviranjem je eden izmed najpogostejših vzrokov nesreč po vsem svetu. Radarski sistem je izjemno koristen predvsem v pogojih zmanjšane vidljivosti.

Junija 2016 se je pripetila prva nesreča samovozečega avtomobila Tesla s

smrtnim izzidom [59]. Voznik je upravljanje prepustil avtopilotu in v močni nasprotni svetlobi nista niti voznik niti avtopilot zaznala vlačilca, ki je prišel iz nasprotne smeri in pravilno zavijal v levo, ter osebnemu vozilu zaprl pot. Vozilo je se je z nezmanjšano hitrostjo zaletelo v prikolico. Po nekaterih pričevanjih so med razbitinami vozila odkrili mobilni predvajalnik DVD-jev, ki je še po nesreči predvajal film. Očitno je voznik preveč zaupal delovanju asistenčnega sistema. Vsi proizvajalci opozarjajo, da mora voznik nenehno spremljati vožnjo in po potrebi prevzeti nadzor nad vozilom. Ustrezno zasnovan in dovolj natančen radarski sistem bi najbrž lahko preprečil tragedijo (Slika 6.1).



Slika 6.1: Potek nesreče: 1) Tovornjak s prikolico pravilno zavije levo in zapre pot vozilu Tesla, 2) Vozilo Tesla se ne ustavi, temveč se zarije pod prikolico, 3) Vozilo Tesla zavije s ceste in se zaleti v dve ograji in steber [59].

Tehnologija samostojnega upravljanja vozil je kljub izjemnemu napredku še vedno v fazi razvoja in nikakor še ne more nadomestiti voznika v vseh situacijah. Zato še dolgo ne bo povsem zanesljiva. Letalska in jedrska industrija imata najvišje standarde varnosti in njihovi sistemi so podvojeni ali celo potrojeni, a vendar je še vedno človek tisti, ki jih mora nenehno nadzirati. Še vsaka tehnologija je bila in je odraz njenih snovalcev, inženirjev in vodstvenih delavcev oz. odločevalcev. Tehnologija odraža njihov vrednostni, moralni in

etični sistem ter bolj ali manj širok pogled na družbo, njene zakonitosti in probleme.

Poglavje 7

Sklepne ugotovitve in izzivi za nadaljnje delo

Estetiko fotografije še zdaleč ne moremo opisati zgolj s tehničnimi podatki, saj gre za neverjetno zapleteno in usklajeno učinkovanje fotografskega in tehničnega znanja, čustev ter sporočilnosti. Kljub temu lahko poskušamo avtomatizirati določena opravila, ki so zamudna in neproduktivna. Vseeno pa naj človek ohrani zadnjo besedo.

Prihodnost je nedvomno v uporabi globokih nevronske mreže, vendar je zelo smiselno vzporedno izboljševati klasične metode strojnega učenja in oba pristopa smiselno kombinirati.

Primerjava mobilnih in spletnih aplikacij za klasifikacijo ter estetsko evalvacijo je pokazala, da so prvi rezultati obetavni, vendar je potrebno občutno izboljšati natančnost prepoznavne, vključiti najbolj primerne značilnosti preverjanja estetske kakovosti in v primeru aplikacije Picturesque tudi občutno izboljšati odzivne čase aplikacije.

Današnji fotoaparati zajamejo veliko metapodatkov in ko so ovrednoteni, razkrijejo kar nekaj informacij o tehničnih pogojih, v katerih je fotografija nastala. To nam lahko pomaga sklepati o morebitni višji kakovosti posnetkov in tudi malce razkriva obvladovanje fotografske opreme in znanje fotografa. Seveda ob upoštevanju dovolj velike množice fotografij istega fotografa.

Za običajne uporabnike so v tem trenutku morda najbolj zanimive mobilne aplikacije, ki velike množice posnetkov uredijo in jih v obliki fotozgodb prikažejo na zabaven način. Razvijalci aplikacij lahko že danes uporabljajo vmesnike API in prepoznavo objektov ali subjektov ter estetsko evalvacijo vključijo v svoje aplikacije. Profesionalni fotografi še čakamo na zanesljivo in natančno orodje, ki nam bo pomagalo pri vsakodnevnem in zamudnem opravilu grupiranja posnetkov glede na njihovo vsebino in estetsko kakovost.

Današnji scenski načini za šport, portret, pokrajino, živali, otroke, plažo, hribe, ognjemete, nočni posnetke, nočni portrete, bodo v prihodnosti, zaradi razumevanja vsebine fotografije in ustreznih nastavitev, omogočali občutno boljše posnetke.

Izjava Georgea Eastmana iz leta 1888, ustanovitelja družbe Kodak, „You Press the Button, We Do the Rest“, je bila izrečena v drugačnem času in z mislijo na analogno tehnologijo, razvijanje filmov v temnici in povečevanjem negativov na fotografski papir, vendar je danes še kako aktualna in v sodobni fotografski opremi vse bolj udejanjena. Orodja, temelječa na dognanjih umetne inteligence, ki bodo sposobna z dovolj veliko natančnostjo grupirati zelene fotografije in predlagati najbolj kakovostne fotografije, bodo fotografom, urednikom fotografije in navadnim uporabnikom prihranila veliko časa in energije.

V prihodnosti bodo najbrž zelo priljubljeni sistemi, ki bodo uporabniku svetovali še pred pritiskom na sprožilec. Tako, kot že nekateri današnji sistemi, vendar s pomembno razliko. Vedeli bodo, kaj se fotografira.

Nadalje učni sistemi fotografije in video produkcije, iskalniki, ki bodo poiskali najbolj kakovostne fotografije, medijske baze, kjer bomo hitro našli podobne fotografije in videoposnetke ter programska oprema, ki bo samodejno izboljševala fotografije. Eno od nišnih vendar pomembnih področij bo tudi zmožnost ugotavljanja, ali je bila prvotna fotografija (iz aparata), kasneje kakorkoli obdelana oz. spremenjena.

Literatura

- [1] Ansel Adams. *The Negative*. Little, Brown and Company, New York, 2002.
- [2] Adobe. Podjetje Adobe. Dosegljivo: <http://www.adobe.com>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [3] Abhishek Agrawal, Vittal Premachandran, Rajesh Somavarapu, and Ramakrishna Kakarala. Can relative skill be determined from a photographic portfolio? In *Proceeding of SPIE, Human Vision and Electronic Imaging XVIII*, volume 86510X, pages 1–10, 2013.
- [4] The new york times: Artificial intelligence’s white guy problem. Dosegljivo: http://www.nytimes.com/2016/06/26/opinion/sunday/artificial-intelligences-white-guy-problem.html?_r=1, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [5] Seyed Ali Amirshahi, Gregor Uwe Hayn-Leichsenring, Joachim Denzler, and Christoph Redies. Evaluating the rule of thirds in photographs and paintings. *Art & Perception*, 2(1-2):163–182, 2014.
- [6] Aperture-f-stops. Dosegljivo: <http://www.lmaustintexasweddingphotographer.com/>, 2014. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [7] The zone system and light meters in digital photography (podcast 503). Dosegljivo: <https://www.martinbaileyphotography.com/>

- 2015/12/28/the-zone-system-and-light-meters-in-digital-photography-podcast-503/, 2015. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [8] Fotografije za biometrične potne listine, osebne izkaznice in vozniška dovoljenja. Dosegljivo: http://www.mnz.gov.si/fileadmin/mnz.gov.si/pageuploads/SOJ/word/PRIMERNA_FOTOGRAFIJA.pdf, 2009. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [9] Caffe. Dosegljivo: <http://demo.caffe.berkeleyvision.org>. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [10] Wei-Ta Chu, Yu-Kuang Chen, and Kuan-Ta Chen. Size does matter: how image size affects aesthetic perception? In *Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia*, pages 53–62. ACM, 2013.
- [11] CIPA. Združenje CIPA – Camera and Imaging Products Association. Dosegljivo: http://www.cipa.jp/index_e.html, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [12] Clarifai. Dosegljivo: <https://www.clarifai.com>. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [13] Michael Coyne. *People Photography: A Guide to Taking Better Pictures*. Lonely Planet Publications, 2005.
- [14] Cuda c. Dosegljivo: <https://developer.nvidia.com/how-to-cuda-c-cpp>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [15] Simple DOF Calculator. Dosegljivo: <https://itunes.apple.com/us/app/simple-dof-calculator/id301222730?mt=8>. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [16] DOF Master. Dosegljivo: <http://www.dofmaster.com/dofjs.html>. [Dostopano: 1. 8. 2016].

- [17] Nicholas Dufour. Will it play in Peoria? Predicting Image Popularity with Convolutional Neural Networks. Dosegljivo: <http://cs231n.stanford.edu/reports/dufour.pdf>, 2014. [Dostopano: 11. 7. 2016].
- [18] Miran Erič and Franc Solina. Slikovni jezik in današnja (neskladna) raba. *Časopis za kritiko znanosti*, (264), 2016. V tisku.
- [19] Inc. EyeEm. Aplikacija – The Roll for IOS. Dosegljivo: <https://itunes.apple.com/us/app/roll-automatically-organize/id1051300668?mt=8>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [20] Chin-Shyurng Fahn and Meng-Luen Wu. An autonomous aesthetics-driven photographing instructor with personality prediction. In *International Conference on Computer Graphics, Visualization, Computer Vision, and Game Technology*, pages 13–19. Atlantis Press, 2014.
- [21] João Faria, Stanislav Bagley, Stefan Rüger, and Toby Breckon. Challenges of finding aesthetically pleasing images. In *14th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services (WIAMIS)*, pages 1–4. IEEE, 2013.
- [22] Michael Freeman. *Fotografov pogled: kompozicija in oblikovanje za boljše digitalne fotografije*. Tehniška založba Slovenije, 2011.
- [23] Leon A Gatys, Alexander S Ecker, and Matthias Bethge. A neural algorithm of artistic style. arXiv preprint arXiv:1508.06576, Dosegljivo: <http://andrew-liu.info/file/aaprs.pdf>, 2015.
- [24] Go language. Dosegljivo: <https://golang.org/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [25] Google cloud platform. Dosegljivo: <https://cloud.google.com/products/>, 2015. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [26] Google photos. Dosegljivo: <https://www.google.com/photos/about/?hl=s1>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].

- [27] Google.si. Dosegljivo: <https://www.google.si/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [28] John Hedgecoe. *Complete Guide to Black and White Photography*. Collins and Brown, 1994.
- [29] John Hedgecoe. *Complete Guide to Photography*. Collins and Brown, 2004.
- [30] Tomaž Hožič. Zbirka fotografij za preizkus aplikacij. V zbirki fotografij za preizkuse aplikacij je skupno 3.000 različno kakovostnih fotografij v zapisu JPG. Celotna zbirka obsega 11.809 fotografij. Ločljivost fotografij je 1500 pikslov po daljši stranici. Kategorije so: Abstraktno, arhitektura, avtomat, avtomobili, cerkev, dvorec, flora, fotoaparati, glasba, grad, hrana, ladja, ljudje, lutke, mlin, motorji, načrt, nakit, ognjemet, orožje, označbe, park, pokopališče, pokrajina, portret, postaja, prodajalna, reka, risba, salon, skulptura, slika, sodi, stanovanje, streha, svetišče, šport, table, tehnika, ulica, umetnost, utrip, vlak, zid, živali.
- [31] Tomaž Hožič. Večpredstavni učbenik teorije osvetljevanja v fotografiji. Diplomski nalogi, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani, 1999.
- [32] Richard I'Anson. *Travel Photography: A Guide to Taking Better Pictures*. Lonely Planet Publications, 2005.
- [33] Imagemaven.com - photography education: The histogram is your friend. Dosegljivo: <http://www.imagemaven.com/histogram/>, 2015. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [34] Imagga. Dosegljivo: <https://imagga.com>. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [35] IPTC. Združenje iptc – international press telecommunications council. Dosegljivo: <https://iptc.org/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].

-
- [36] Irfanview. Dosegljivo: <http://www.irfanview.com/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [37] ISO. Organizacija iso – international organization for standardization. Dosegljivo: <http://www.iso.org/iso/home.htm>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [38] JEITA. Združenje JEITA – Japan Electronics and Information Technology Industries Association. Dosegljivo: <http://www.jeita.or.jp/english/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [39] Chen-Tai Kao, Hsin-Fang Wu, and Yen-Ting Liu. Automatic aesthetic photo-rating system. Dosegljivo: <http://arxiv.org/pdf/1508.06576.pdf>, 2013. [Dostopano: 11. 7. 2016].
- [40] Won-Hee Kim, Jun-Ho Choi, and Jong-Seok Lee. Subjectivity in aesthetic quality assessment of digital photographs: Analysis of user comments. In *Proceedings of the 23rd ACM international conference on Multimedia*, pages 983–986. ACM, 2015.
- [41] Arnaud Lienhard, Patricia Ladret, and Alice Caplier. Low level features for quality assessment of facial images. In *10th Int. Conf. on computer Vision Theory and Applications, VISAPP*, pages 545–552, 2015.
- [42] Kuo-Yen Lo, Keng-Hao Liu, and Chu-Song Chen. Intelligent photographing interface with on-device aesthetic quality assessment. In *Asian Conference on Computer Vision*, pages 533–544. Springer, 2012.
- [43] Xin Lu, Zhe Lin, Hailin Jin, Jianchao Yang, and James Z Wang. RAPID: rating pictorial aesthetics using deep learning. In *Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia*, pages 457–466. ACM, 2014.
- [44] Luminous landscape forum: Finally, a raw histogram? Dosegljivo: <http://forum.luminous-landscape.com/index.php?topic=49859.0>, 2010. [Dostopano: 1. 8. 2016].

- [45] S. S. Mankikar and M. V. Phatak. Classifying the photo aesthetics using heuristic rules of photography. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(6):105–108, 2014.
- [46] Milan Miletin. *Osnove tonske reprodukcije u fotografiji*. Fakultet dramskih umetnosti, Univerzitet umetnosti u Beogradu, 1994.
- [47] Library of Congress. Photo metadata project. Dosegljivo: <http://www.photometadata.org>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [48] Richard Olsenius. *National Geographic Photography Field Guide: Digital Black & White*. The National Geographic Society, 2005.
- [49] Pritesh S Patel, Madhura V Phatak, and Ruhi A Patankar. Classification of video media: The aesthetics way. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 4(1):1540–1544, 2015.
- [50] Picturesqe. Aplikacija – Picturesqe. Dosegljivo: <https://picturesqe.com/>. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [51] Domen Pogačnik, Robert Ravnik, Narvika Bovcon, and Franc Solina. Evaluating photo aesthetics using machine learning. In *Data Mining and Data Warehouses (SiKDD 2012), Information Society - IS 2012, 8-12 October 2012, Ljubljana.*, pages 197–200. Institut Jožef Stefan, 2012.
- [52] How to read image histograms. Dosegljivo: <http://blog.epicedits.com/2010/01/13/how-to-read-image-histograms/>, 2010. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [53] Miriam Redi. *Novel methods for semantic and aesthetic multimedia retrieval*. PhD thesis, Universite de Nice – Sophia Antipolis, 2013.
- [54] Miriam Redi, Nikhil Rasiwasia, Gaurav Aggarwal, and Alejandro James. The beauty of capturing faces: Rating the quality of digital portraits. In *11th IEEE International Conference and Workshops on*

- Automatic Face and Gesture Recognition*, volume 1, pages 1–8. IEEE, 2015.
- [55] The shaw academy: Depth of field. Dosegljivo: <http://www.shawacademy.com/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [56] Florian Simond, Nikolaos Arvanitopoulos Darginis, and Sabine Süsstrunk. Image aesthetics depends on context. In *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 3788–3792, 2015.
- [57] Jeff Smith. *Lighting, Posing & Retouching for Digital Portrait Photographers*. Amherst Media, 2005.
- [58] Google tensorflow. Dosegljivo: <https://www.tensorflow.org/>, 2015. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [59] Road and track: Fatal tesla model s crash while in autopilot triggers nhtsa investigation. Dosegljivo: <http://www.roadandtrack.com/new-cars/car-technology/news/a29791/tesla-autopilot-fatal-crash-report/>, 2016. [Dostopano: 1. 8. 2016].
- [60] Lee Varis. *SKIN: The Complete Guide to Digitally Lighting, Photographing, and Retouching Faces and Bodies*. Wiley, 2006.
- [61] Wanqin Yang, Qingchuan Tao, and Huixia Wu. Figure and landscape photo quality assessment based on visual aesthetics*. *Journal of Information & Computational Science*, 12(7):2477–2486, 2015.
- [62] Wenyuan Yin, Tao Mei, Chang Wen Chen, and Shipeng Li. Socialized mobile photography: Learning to photograph with social context via mobile devices. *IEEE Transactions on Multimedia*, 16(1):184–200, 2014.
- [63] Matthew Zeiler. Visualizing and Understanding Deep Neural Networks. Dosegljivo: <https://www.youtube.com/watch?v=ghEmQSxT6tw>. [Dostopano: 1. 8. 2016].