

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Dean Lamper

**Računalniška izdelava ocenjevalne razdelitve na
mednarodnih razstavah mačk**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Dean Lamper

**Računalniška izdelava ocenjevalne razdelitve na
mednarodnih razstavah mačk**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: akad. prof. dr. Ivan Bratko

Ljubljana, 2018

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja. Za objavljanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Ocenjevanje mačk na mednarodnih razstavah pasemskih mačk poteka po zapletenih postopkih. Pomembno je, da so mačke razporejene med sodnike za ocenjevanje tako, da je ocenjevanje čim bolj pravično, oziroma, da so končni rezultati čim manj odvisni od tega, kateri sodniki ocenjujejo katere mačke. V praksi na razstavah eksperti razdeljujejo mačke med sodnike ročno po občutku, pri čemer je znano, da te razdelitve odstopajo od optimalnih. V diplomski nalogi predlagajte formalni kriterij pravičnosti razdelitve in definirajte problem razporejanja mačk kot optimizacijski problem glede na ta kriterij. Predlagajte ustrezen hevristični algoritem za reševanje tega optimizacijskega problema. Algoritem ocenite glede morebitnega odstopanja od optimuma ter generirane razdelitve primerjajte z ročno izdelanimi razdelitvami na izbranih že izvedenih razstavah.

Zahvaljujem se mentorju akad. prof. dr. Ivanu Bratku za vložen čas, napotke in usmeritve med izdelavo tega diplomskega dela. Posebna hvala tudi ge. Tatjani Malgaj, ki mi je omogočila vpogled v organizacijo mednarodnih razstav mačk in pripravo ocenjevalnih razdelitev. Zahvaljujem se tudi as. dr. Martinu Možini za pomoč ob izdelavi seminarske naloge, ki je bila osnova za to diplomsko delo. Hvala še g. Aleksandru Beccariju za lektoriranje, ge. Andreji Kampuš za angleške prevode in moji Mateji za neskončno potrpljenje.

*Mojemu mačku SP SI*Golden Mainecoon Hariju, ki je vsemu temu kriv.*

Kazalo

Povzetek

Abstract

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Poglavje 1 | Uvod | 1 |
| Poglavje 2 | Mednarodna razstava mačk | 3 |
| 2.1 | Klasifikacije mačk | 4 |
| 2.1.1 | Pasme..... | 4 |
| 2.1.2 | Barve..... | 4 |
| 2.1.3 | Kategorije | 5 |
| 2.1.4 | Skupine | 5 |
| 2.2 | Tekmovanje | 6 |
| 2.2.1 | Ocenjevanje | 6 |
| 2.2.2 | Best in Show | 6 |
| 2.2.3 | Best of Best..... | 6 |
| 2.3 | Ocenjevalna razdelitev | 7 |
| 2.3.1 | Zahteve | 7 |
| 2.3.2 | Želje | 7 |
| 2.3.3 | Število možnih ocenjevalnih razdelitev..... | 10 |
| Poglavje 3 | Optimizacija ocenjevalne razdelitve | 13 |
| 3.1 | Predstavitev podatkov | 13 |
| 3.1.1 | Razpoložljivi sodniki..... | 13 |
| 3.1.2 | Prijavljene mačke | 14 |
| 3.1.3 | Ocenjevalna razdelitev | 15 |
| 3.2 | Cenilna funkcija..... | 15 |
| 3.2.1 | Definicija | 15 |

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| 3.2.2 | Izračun..... | 17 |
| 3.2.3 | Vpliv uteži..... | 19 |
| 3.2.4 | Časovna zahtevnost..... | 20 |
| 3.2.5 | Prostorska zahtevnost..... | 20 |
| 3.2.6 | Posebne ocenjevalne razdelitve | 20 |
| 3.3 | Generiranje ocenjevalnih razdelitev | 21 |
| 3.3.1 | Izčrpno iskanje | 22 |
| 3.3.2 | Naključno iskanje..... | 22 |
| 3.3.3 | Požrešno iskanje..... | 23 |
| 3.3.4 | Lokalna optimizacija..... | 24 |
| 3.3.5 | Drevesno preiskovanje Monte Carlo..... | 27 |
| Poglavje 4 | Testiranje in rezultati | 29 |
| 4.1 | Uteži | 29 |
| 4.2 | Testni podatki | 30 |
| 4.2.1 | Prostor vseh možnih ocenjevalnih razdelitev..... | 32 |
| 4.2.2 | Rezultati | 35 |
| 4.3 | Mednarodne razstave mačk | 45 |
| 4.3.1 | Cene ocenjevalnih razdelitev | 46 |
| 4.3.2 | Povsem izpolnjeni kriteriji | 47 |
| 4.3.3 | Povečanje izpolnjenosti kriterijev | 49 |
| 4.4 | Odziv organizatorja razstav | 51 |
| Poglavje 5 | Sklepne ugotovitve | 53 |
| | Literatura..... | 55 |
| | Priloga A. Raznobarvnost pasem mačk..... | 57 |
| | Priloga B. Algoritem cenilne funkcije..... | 59 |
| | Priloga C. Intervju z organizatorjem razstav..... | 63 |
| | Priloga D. Cene kriterijev v uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah..... | 68 |

Seznam uporabljenih kratic

| kratica | angleško | slovensko |
|----------------|--|--|
| FIFe | Fédération Internationale Féline (fr.) | Mednarodna felinološka zveza |
| BIV | Best In Variety | najlepša mačka v barvi |
| NOM | Nomination for Best In Show | nominacija za najlepšo mačko na razstavi |
| BIS | Best In Show | najlepša mačka na razstavi |

Povzetek

Naslov: Računalniška izdelava ocenjevalne razdelitve na mednarodnih razstavah mačk

Na mednarodni razstavi mačk je potrebno prijavljene mačke razdeliti med sodnike, da jih ocenijo. Pri pripravi te razdelitve je potrebno upoštevati mnogo kriterijev, prijavljenih mačk pa je lahko nekaj sto. Zahtevnost priprave dobre razdelitve tako presega človeške zmožnosti, zato smo želeli razdelitev mačk med sodnike optimizirati z metodami umetne inteligence.

V nalogi je predstavljeno nekaj algoritmov, ki jih je mogoče uporabiti za izdelavo ocenjevalne razdelitve na mednarodni razstavi mačk. Najprej smo definirali cenilno funkcijo, ki razdelitvi priredi številčno oceno njene kvalitete. Nato smo implementirali več različnih algoritmov za iskanje optimalne razdelitve: izčrpno iskanje, naključno iskanje, več variant požrešnega iskanja, požrešno iskanje z lokalno optimizacijo ter drevesno preiskovanje Monte Carlo. Pridobili smo ocenjevalne razdelitve na nekaj že izvedenih mednarodnih razstavah ter jih ocenili s cenilno funkcijo. Prijavljene mačke na teh razstavah smo med sodnike razdelili z vsemi implementiranimi algoritmi in te razdelitve primerjali z na razstavah uporabljenimi razdelitvami. Na koncu smo predstavili rezultate primerjave.

Pokazalo se je, da so optimizirane razdelitve, kljub temu da niso idealne, bistveno boljše od uporabljenih razdelitev, ki so jih pripravili eksperti.

Ključne besede: mednarodna razstava mačk, ocenjevalna razdelitev, požrešno iskanje, lokalna optimizacija, kombinatorična optimizacija, drevesno preiskovanje Monte Carlo

Abstract

Title: Computerised production of judging distribution at international cat shows

At international cat shows cats must be assigned to judges for evaluation. Many criteria must be considered in preparation of such distributions, and there can be several hundred cats signed in. The difficulty of preparing a good distribution therefore exceeds human capacity so we use the methods of artificial intelligence to optimize the distribution of cats among the judges.

We present some algorithms that can be used for creating judging distributions at international cat shows. First we defined a fitness function that assigns to a distribution a numerical value that represents its quality. Then, we implemented several algorithms for finding an optimal distribution: exhaustive search, random search, several variants of greedy search, Monte Carlo tree search and local search. We obtained the judging distributions of some previous cat shows and evaluated them using our fitness function. We prepared optimized distributions using the above algorithms and compared them with actually used distributions. The comparison proves that the optimized judging distributions, although not ideal, are significantly better than currently used judging distributions prepared by experts.

Keywords: international cat show, judging distribution, local optimization, combinatorial optimization, Monte Carlo tree search

Poglavje 1 Uvod

Razstave pasemskih mačk imajo v zahodnem svetu bogato tradicijo. Prva razstava mačk je bila organizirana v Londonu že leta 1871. Takrat je bilo predstavljenih 170 mačk, ki so izvirale iz različnih delov sveta. Razstavo si je ogledalo več kot 20.000 obiskovalcev. Od takrat se zanimanje za te prekrasne živali širi in stopnjuje.

Posamezni navdušenci so se začeli združevati v klube in društva, le-ti pa v državne in mednarodne krovne organizacije, ki se trudijo v ta zelo pisan svet mačk vnesti nekaj skupnih osnov. Prišlo je do oblikovanja standardov pasem, definiranja lepotnih nazivov in pravil, kako se te nazive dosega.

Slovenska felinološka zveza (ZFDS) je članica evropske krovne zveze FIFe že od leta 1987. Bila je prva slovenska organizacija, ki je bila sprejeta v kakšno mednarodno organizacijo. V okviru FIFe je vsako leto organiziranih več kot 350 razstav pasemskih mačk, dve od tega tu v Sloveniji. Velika večina teh razstav so dvodnevni dogodki, kjer se predstavi preko dvesto mačk z več kot sto razstavljavci. Razstave tipično obišče več tisoč obiskovalcev, v večjih mestih tudi nad deset tisoč. Kljub tako obširnemu udejstvovanju gre še vedno za povsem ljubiteljsko aktivnost z izjemo prodaje mladičev pasemskih mačk. Cena mladičev je povezana tudi z razstavnimi uspehi staršev.

Na razstavah mačke ocenjujejo sodniki glede na različne standarde pasem. Prijavljene mačke je potrebno ustrezno razdeliti med sodnike in pri tem upoštevati precej pravil. To ocenjevalno razdelitev pripravi organizator razstave. Izkušnje kažejo, da so razstavljavci z njo pogosto nezadovoljni, kljub temu, da je organizator vanjo vložil mnogo ur dela. Gre za primer »kombinatorične eksplozije« možnih različnih razdelitev, kjer človek ni več zmožen učinkovitega obvladovanja problema.

V nalogi smo najprej formalno definirali cenilno funkcijo, s katero je možno določiti kvaliteto poljubne ocenjevalne razdelitve. Take definicije felinološki svet še ni poznal. To omogoča objektivno razvrščanje ocenjevalnih razdelitev na boljše in slabše.

V drugem koraku smo avtomatizirali izdelavo novih ocenjevalnih razdelitev in uporabili cenilno funkcijo za odločanje, katera razdelitev je boljša. Izdelavo novih razdelitev smo

implementirali z več različnimi preiskovalnimi algoritmi in primerjali njihovo uspešnost z vidika kvalitete izdelane razdelitve in porabljenega časa. Najboljše rezultate je dosegel algoritem požrešnega iskanja z lokalno optimizacijo.

Vse algoritme smo preizkusili na treh »pomanjšanih problemih« tj. na treh primerih manjšega števila mačk, kjer je bilo mogoče izdelati vse možne ocenjevalne razdelitve. S tem smo pridobili »vpogled« v naravo prostora rešitev, oziroma odgovor na vprašanje, kako pogoste so dobre ocenjevalne razdelitve. Izkazalo se je, da z naraščanjem števila vseh možnih razdelitev povprečna kvaliteta razdelitev raste, da pa število najboljših razdelitev pada.

Program, izdelan v okviru naloge, je bil uspešno uporabljen za pripravo sobotne in nedeljske ocenjevalne razdelitve na mednarodni razstavi v Celju, oktobra 2016. Organizator je izrazil zadovoljstvo in namen ponovne uporabe programa na naslednjih razstavah.

V nadaljevanju bomo v poglavju Mednarodna razstava mačk predstavili vsebino razstav pasemskih mačk in podrobneje opisali pravila tekmovanja. V poglavju 3 bomo podrobno predstavili problem optimizacije ocenjevalne razdelitve in načine, kako smo ga reševali. V četrtem poglavju Testiranje in rezultati bomo podrobno predstavili uspešnost optimizacije ocenjevalne razdelitve na testnih podatkih, na nekaj že izvedenih razstavah in odziv organizatorja razstave v Celju. Sledil bo samo še zaključek.

Poglavje 2 Mednarodna razstava mačk

V svetu obstaja mnogo različnih felinoloških organizacij. Skupen jim je ljubiteljski odnos do mačk in njihova promocija. Ena izmed aktivnosti teh organizacij je prirejanje razstav mačk.

V tem diplomskem delu se naslanjamo na sistem mednarodnih razstav mačk, kot ga definira mednarodna zveza felinoloških organizacij Fédération Internationale Féline – FIFe [7].

Mednarodna razstava mačk združuje več dogajanj: predstavitev raznovrstnosti mačk, tekmovanje za lepotne nazive, izbiro najlepših mačk, promocijo vzrediteljev in njihovih vzrejališč ter mačk.

Tekmovanje na razstavah pod okriljem FIFe poteka v treh stopnjah. Na prvi stopnji sodniki ocenijo mačke glede na standarde pasem, na drugi stopnji (Best in Show - najboljši na razstavi) sodniki skupaj izberejo najlepše mačke v posameznih kategorijah, na tretji stopnji pa sodniki izberejo skupno najlepše mačke razstave.

Mačke ocenjujejo ustrezno usposobljeni sodniki, ki imajo s strani FIFe izdano licenco za ocenjevanje posameznih pasem [10].

Pri organizaciji razstave je potrebno prijavljene mačke med sodnike razdeliti tako, da imajo vse enak izhodiščni položaj in da so sodniki čim bolj enakomerno obremenjeni. Razstavljavcem je potrebno omogočiti čim boljše dosežke njihovih mačk.

Na mednarodni razstavi mačk sodeluje najmanj 150 mačk in najmanj 4 sodniki [10]. V Sloveniji se število prijavljenih mačk v zadnjih letih giblje med 180 in 240, v tujini občasno preseže tudi 300 prijavljenih mačk, katere oceni 8 sodnikov. Nekateri računalniški programi za vodenje izvedbe razstave ponujajo orodja za pomoč pri pripravi ocenjevalne razdelitve, nobeden, razen našega, ne omogoča samodejne priprave z upoštevanjem zahtev, želja in prioritete.

V nadaljevanju poglavja bomo podrobneje pojasnili različne klasifikacije mačk, ki se uporabljajo na mednarodnih razstavah, predstavili način tekmovanja ter podrobno razdelali pojem ocenjevalne razdelitve mačk na mednarodni razstavi mačk.

2.1 Klasifikacije mačk

2.1.1 Pasma

Pasma je skupina živali homogenega izgleda (fenotip), obnašanja in/ali drugih karakteristik, ki jih ločijo od drugih organizmov iste vrste. Pasma se tvorijo z genetsko izolacijo zaradi prilagajanja okolju, selektivne vzreje ali kombinacije obojega. Kljub domačnosti pojma »pasma« pri vzreji živali in v kmetijstvu, ne obstaja ena sama, strokovno sprejeta definicija tega pojma [15]. Pasma tako ni objektivna oziroma biološko preverljiva klasifikacija, temveč je pojem, ki ga uporablja skupina vzrediteljev, ki so dosegli konsenz o tem, katere lastnosti nekatere pripadnike vrste uvrščajo v poimenovano podmnožico [12].

Organizacija FIFe trenutno prepoznava 50 različnih pasem domačih mačk. Vse domače mačke, ki ne ustrezajo nobeni izmed teh prepoznanih pasem, se obravnavajo posebej kot kratkodlake ali dolgodlake domače mačke [11].

2.1.2 Barve

Pojem »barva« pri mačkah opisuje zunanji videz mačke [11]. Zajema naslednje značilnosti:

- osnovna barva
- prisotnost srebrnega ali zlatega odtenka
- razredčenost barve
- količina bele barve
- varianta tigrastega vzorca
- osenčenost konic ušes, tačk ali repa
- oblika in dolžina repa
- barva oči
- oblika ušes
- struktura dlake

Barva mačke se opiše s t.i. EMS kodo, ki definira pasmo in vse barvne in oblikovne značilnosti mačke. Vseh različnih možnih EMS kod oz. vseh različnih možnih prepoznanih pasem in barvnih variacij mačk je trenutno 23.357 [9] (glej tudi prilogo A).

Pri pasmah z veliko barvno pestrostjo so na tekmovanju sorodne barve združene v barvne grupe [10]. Mačke iste pasme in različnih barv iste grupe tako tekmujejo ena proti drugi, kljub temu, da niso točno enake barve.

2.1.3 Kategorije

Različne pasme mačk so združene v štiri kategorije [8]:

1. kategorija: perzijske, eksotske
2. kategorija: mainecooni, svete birmanke, ragdolli, turške angore, sibirke, ...
3. kategorija: abesinke, bengalke, britanke, kartuzijke, somalijke, ...
4. kategorija: siamke, orientalk, ...

Kategorije pasem se uporabljajo pri izobraževanju sodnikov in podeljevanju licenc za ocenjevanje na mednarodnih razstavah mačk.

2.1.4 Skupine

Na tekmovanju so mačke iste kategorije dodatno razdeljene še po starosti, spolu in nevtraliziranosti (kastracija, sterilizacija) na skupine [10].

Kategorije 1 do 4 so razdeljene na skupine:

- mlajši mladiči (od vključno 4 do 7 mesecev)
- starejši mladiči (od vključno 7 do 10 mesecev)
- samci
- samice
- samci nevtri
- samice nevtri

Ne-pasemske oz. domače mačke so razdeljene na skupine:

- kratkodlake domače mačke – samci
- kratkodlake domače mačke – samice
- dolgodlake domače mačke – samci
- dolgodlake domače mačke – samice

2.2 Tekmovanje

Tekmovanje na mednarodni razstavi pasemskih mačk sestoji iz treh delov [10]:

- presojanje skladnosti mačk s standardom posamezne pasme (t.i. ocenjevanje)
- izbiranje najlepših mačk na razstavi izmed nominiranih mačk (»Best in Show«)
- izbiranje najlepše izmed najlepših (»Best of Best«)

2.2.1 Ocenjevanje

V prvem delu (ocenjevanje) vsako mačko oceni en sodnik, kateremu je bila dodeljena ob pripravi ocenjevalne razdelitve.

Poleg posameznih ocen mačk vsak sodnik podeli še nazive »Best in Variety« (BIV, najlepša v barvi) po eni mački posamezne pasme in barve, kadar je ocenil vsaj tri mačke te iste pasme in barve [10].

Vsak sodnik lahko izbere po eno mačko v posamezni kategoriji in skupini in jo nominira za sodelovanje v »Best in Show« (BIS) [10].

Ker sodnik lahko za BIS nominira kvečjemu eno mačko v posamezni kategoriji in skupini, ima organizator razstave odgovornost in dolžnost, da prijavljene mačke med sodnike razdeli tako, da bodo sodniki opravili primerljivo strogo izbiro. Slabo je, če se enemu sodniku dodeli samo eno mačko v neki kategoriji in skupini, drugemu sodniku pa se v isti kategoriji in skupini dodeli npr. 20 mačk. Prvi niti ne bo izbiral ampak bo eno in edino mačko lahko nominiral ali ne, drugi sodnik pa bo moral svojega kandidata izbrati izmed 20-ih mačk. Obstaja tudi še slabša možna razdelitev, da se vseh 21 mačk dodeli samo enemu sodniku in tako samo eni mački omogoči nominacijo.

2.2.2 Best in Show

V drugem delu tekmovanja vsi sodniki, ki imajo ustrezne licence, glasujejo za posamezne nominirane mačke in tako določijo najlepše mačke na razstavi [10].

2.2.3 Best of Best

V tretjem delu tekmovanja vsi sodniki, ki imajo ustrezne licence z glasovanjem izberejo najlepše mačke med najlepšimi na razstavi.

2.3 Ocenjevalna razdelitev

Ocenjevalna razdelitev pomeni določitev, kateri sodnik bo ocenil posamezno prijavljeno mačko v prvem delu tekmovanja (ocenjevanje). Pri izdelavi razporeditve je potrebno upoštevati več različnih kriterijev. Nekateri izmed kriterijev so po svoji naravi nujne zahteve, katere je potrebno izpolniti v celoti, nekateri pa le bolj ali manj pomembne želje, katere je potrebno čim bolj upoštevati.

2.3.1 Zahteve

Kriteriji, ki imajo naravo zahteve in morajo nujno biti v celoti izpolnjeni, so definirani s pravili izvedbe mednarodne razstave mačk v »FIFe Show Rules« [10]:

| N | Zahteva |
|---|---|
| 1 | Sodnik ima licenco za ocenjevanje pasme Sodnik lahko ocenjuje le mačke tistih kategorij pasem, za katere ima licenco izdano od FIFe |
| 2 | Mačke iste barve ocenjuje en sodnik Vse prijavljene mačke iste pasme in barve (grupe) moramo dodeliti istemu sodniku |
| 3 | Sodnik lahko ocenjuje mačko Razstavljaivec lahko zahteva, da njegovih mačk ne dodelimo nekemu določenemu sodniku (ker je npr. ta sodnik že ocenil njegovo mačko na kaki drugi razstavi) |

Tabela 2.1: Zahteve za ocenjevalno razdelitev

2.3.2 Želje

Kriterijev, ki imajo naravo želja, ni nujno izpolniti, da bi razdelitev in rezultati bili veljavni. Njihovo izpolnjevanje vpliva na kvaliteto razdelitve in zadovoljstvo vseh udeležencev razstave. Popis teh kriterijev oz. želja ne obstaja, pridobili smo ga pri organizatorjih mednarodnih razstav mačk v Sloveniji in tujini.

| N | Želja | |
|-----------------------------|---|---------------------------|
| Obremenitev sodnikov | | |
| 1 | Število mačk Vsem sodnikom naj se v ocenjevanje dodeli enako število mačk. | |
| | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>Idealna razdelitev</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Najslabša razdelitev</u></td> </tr> </table> | <u>Idealna razdelitev</u> |
| <u>Idealna razdelitev</u> | <u>Najslabša razdelitev</u> | |

| | | |
|-------------------|---|---|
| | Vsi sodniki v prvem delu ocenijo enako število mačk. | Vse mačke so dodeljene istemu sodniku, vsi ostali pa so brez dela v prvem delu tekmovanja. To je slabo tako iz vidika trajanja prvega dela tekmovanja, kot nezadovoljstva izbranega sodnika, ki bo moral opraviti neprimerno več dela za enako plačilo. |
| 2 | Število izborov Best in Variety Vsi sodniki naj izvedejo enako število izborov Best in Variety. | |
| | <u>Idealna razdelitev</u> Vsi sodniki izvedejo enako število izborov Best in Variety. | <u>Najslabša razdelitev</u> Vse pasme/barve, kjer je možno izvesti izbor za Best in Variety, so dodeljene istemu sodniku. |
| 3 | Število izborov za nominacijo Vsi sodniki naj izvedejo enako število izborov za nominacijo. | |
| | <u>Idealna razdelitev</u> Vsi sodniki izvedejo enako število izborov za nominacijo. | <u>Najslabša razdelitev</u> En sodnik izvede vse izbore za nominacijo. |
| 4 | Skupaj delo Vsi sodniki naj imajo enako skupno količino dela: vsota števila ocenjenih mačk, števila izborov Best in Variety in števila izborov za nominacijo. | |
| | <u>Idealna razdelitev</u> Vsi sodniki v prvem delu tekmovanja izvedejo enako število ocenjevanj in izborov. | <u>Najslabša razdelitev</u> Vso delo v prvem delu tekmovanja opravi en sodnik. |
| Konkurenca | | |
| 5 | Konkurenca znotraj pasme Mačke iste pasme naj bodo enakomerno razdeljene med sodnike. | |
| | <u>Idealna razdelitev</u> Vsak sodnik v prvem delu oceni enako število mačk posamezne pasme. | <u>Najslabša razdelitev</u> Vse mačke iste pasme so dodeljene enemu sodniku. To je slabo iz vidika pestrosti tekmovanja in otežuje delo posameznega sodnika. |
| 6 | Konkurenca za nominacijo Mačke naj imajo enakopravne možnosti za nominacijo za Best in Show. | |
| | <u>Idealna razdelitev</u> Vsak sodnik mačko, katero bo nominal, izbere izmed istega števila različnih | <u>Najslabša razdelitev</u> Vse mačke iste kategorije in skupine so dodeljene enemu sodniku, ki lahko izmed njih izbere in |

| | | |
|------------------|--|--|
| | pasem-barv posamezne kategorije in skupine. | nominira le eno mačko. |
| | Konkurenca mačk istega razstavljavca Mačke istega razstavljavca v isti kategoriji in skupini naj ocenijo različni sodniki. | |
| 7 | <u>Idealna razdelitev</u> Vse mačke različnih barv v isti kategoriji od posameznega razstavljavca so dodeljene različnim sodnikom. Tako so lahko nominirane vse mačke posameznega razstavljavca. | <u>Najslabša razdelitev</u> Vse mačke nekega razstavljavca, ki je prijavil več različnih barv v isti skupini in kategoriji, so dodeljene istemu sodniku. Sodnik bo lahko izmed njegovih mačk za nominacijo izbral le eno. To povzroča slabo voljo pri razstavljavcih in jih odvrča od tega, da bi na razstavo prijavili več kot eno mačko v posamezni kategoriji. |
| | Izogibanje ponavljanju sobotne konkurence V nedeljo naj bo konkurenca drugačna kot v soboto. Razstave so dvodnevni dogodki z enakim naborom sodnikov in pretežno enakimi udeleženci. Vsak dan se izvedeta oba dela tekmovanja – ocenjevanje in Best in Show. | |
| 8 | <u>Idealna razdelitev</u> Vsaka mačka ima v nedeljo drugega sodnika, hkrati pa ima povsem drugačno konkurenco pri izboru za nominacijo. | <u>Najslabša razdelitev</u> V nedeljo je razdelitev enaka kot v soboto, vse mačke bo še enkrat ocenil isti sodnik. To ima malo smisla, ker to pomeni ponovitev sobotnih rezultatov. |
| Uspešnost | | |
| | Čim večje število nominacij Razdelitev naj dopušča največje možno število nominacij. Največje število nominiranih mačk za drugi del tekmovanja je odvisno od števila razpoložljivih sodnikov – vsak sodnik lahko v vsaki kategoriji in skupini nominira po eno mačko, skupno 6. Če v kakšni kategoriji in skupini nima nobene mačke, je skupno nominirano manj mačk. | |
| 9 | <u>Idealna razdelitev</u> Vsak sodnik ocenjuje mačke v vseh kategorijah in skupinah, s tem je tudi nominirano največje možno število mačk. | <u>Najslabša razdelitev</u> Nominiranih je lahko samo 6 mačk, vsem ostalim prijavljenim pa smo nominacijo onemogočili s samo razdelitvijo med sodnike. |

Tabela 2.2: Želje za ocenjevalno razdelitev

2.3.3 Število možnih ocenjevalnih razdelitev

2.3.3.1 Izračun

Sodnikom se v ocenjevanje dodeli posamezne pasme in barve (PB). Število vseh možnih razdelitev je zato odvisno od števila različnih pasem in barv prijavljenih mačk ter števila sodnikov, ki posamezno pasmo lahko ocenjujejo.

Število vseh možnih razdelitev (VMR) je produkt:

$$VMR = \prod_{i=1}^N S(PB_i) \quad (2.1)$$

kjer so:

- VMR: število vseh možnih razdelitev prijavljenih mačk med razpoložljive sodnike
- PB_i : i-ta različna pasma in barva
- $S(x)$: funkcija, ki vrne število sodnikov, ki lahko ocenjujejo pasmo pri i-ti različni pasmi in barvi
- N: skupno število različnih pasem in barv prijavljenih mačk

2.3.3.2 Spodnja meja

Spodnja meja za število vseh možnih razdelitev (VMR_{min}) je primer, ko lahko vsako prijavljeno pasmo ocenjuje le en sodnik.

Funkcija $S(PB_i)$ za vse PB_i vrne 1, vrednost VMR_{min} je tako:

$$VMR_{min} = \prod_{i=1}^N S(PB_i) = \prod_{i=1}^N 1 = 1 \quad (2.2)$$

Na realnih razstavah mačk do tega primera ne prihaja, ker so predstavljene mačke večih pasem kot je sodelujočih sodnikov, sodniki pa lahko ocenjujejo več kot le eno pasmo.

2.3.3.3 Zgornja meja

Zgornja meja za število vseh možnih razdelitev (VMR_{max}) je primer, ko vsi razpoložljivi sodniki lahko ocenjujejo pasme vseh prijavljenih mačk. Vrednost funkcije $S(PB_i)$ je konstanta z vrednostjo R (število vseh sodnikov na razstavi). Izračun VMR se poenostavi v:

$$VMR_{max} = \prod_{i=1}^N S(PB_i) = \prod_{i=1}^N R = R^N \quad (2.3)$$

Iz zgornje meje (2.3) je razvidno, da je število vseh možnih rešitev v eksponentni odvisnosti od števila različnih pasem in barv prijavljenih mačk. Število razpoložljivih sodnikov (R) tudi vpliva na kompleksnost, a je ta vpliv manjši kot število različnih pasem in barv.

Na realnih razstavah mačk se dogaja, da nimajo čisto vsi sodniki možnost (licenco) ocenjevanja čisto vseh prijavljenih pasem, tipično ima to možnost le del sodelujočih sodnikov, del sodnikov pa ima licenco za ocenjevanje le nekaterih pasem.

2.3.3.4 Dejansko število

Na posameznih razstavah mačk je število vseh možnih razdelitev odvisno od konkretnega števila različnih pasem in barv prijavljenih mačk, števila razpoložljivih sodnikov in njihovih omejitev ocenjevanja pasem in posameznih mačk. Tipično na razstavah sodeluje nekaj sodnikov, ki lahko ocenjujejo vse pasme ter nekaj sodnikov, ki lahko ocenjujejo le nekatere pasme.

Dejansko število vseh možnih razdelitev na konkretni razstavi je zato manjše od zgornje meje izračunane z enačbo 2.3, vendar v zadnjih desetletjih vedno večje od minimalnega števila 1. V tabeli 2.3 smo predstavili dejansko število različnih možnih ocenjevalnih razdelitev za nekaj že izvedenih razstav.

| Razstava | Število prijavljenih mačk | Število sodnikov | Število različnih pasem in barv | VMR_{max} | Dejansko število vseh možnih razdelitev |
|---------------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| Longarone, Italija, 29.8.2015 | 203 | 6 | 86 | $6^{86} = 8 \times 10^{66}$ | 10^{60} |
| Longarone, Italija, 30.8.2015 | 196 | 6 | 92 | $6^{92} = 4 \times 10^{71}$ | 10^{54} |
| Celje, Slovenija, 10.11.2015 | 152 | 4 | 60 | $4^{60} = 10^{36}$ | 10^{30} |
| Celje, Slovenija, 11.11.2015 | 158 | 4 | 65 | $4^{65} = 10^{39}$ | 10^{25} |
| Ljubljana, Slovenija, 27.2.2016 | 205 | 5 | 89 | $5^{89} = 2 \times 10^{62}$ | 10^{55} |

| | | | | | |
|--|------|----|-----|--------------------------------|------------|
| Ljubljana, Slovenija, 28.2.2016 | 182 | 5 | 90 | $5^{90} = 8 \times 10^{62}$ | 10^{54} |
| Zagreb, Hrvaška, 17.9.2016 | 157 | 4 | 59 | $4^{59} = 3 \times 10^{35}$ | 10^{32} |
| Zagreb, Hrvaška, 18.9.2016 | 168 | 4 | 66 | $4^{66} = 5 \times 10^{39}$ | 10^{27} |
| Burgdorf, Švica, 8.10.2016 | 230 | 7 | 109 | $7^{109} = 10^{92}$ | 10^{82} |
| Burgdorf, Švica, 9.10.2016 | 241 | 7 | 100 | $7^{100} = 3 \times 10^{84}$ | 10^{70} |
| Svetovna razstava Dunaj, Avstrija, 29.10.2016 | 1334 | 24 | 260 | $24^{260} = 7 \times 10^{358}$ | 10^{262} |

Tabela 2.3: VMR_{\max} in dejansko število vseh možnih ocenjevalnih razdelitev na nekaj razstavah mačk v letih 2015 in 2016

V zadnjem stolpcu vidimo, da gre za problem, ki ga zaradi velikosti v praksi ni možno reševati z izčrpnim preiskovanjem. Število vseh možnih ocenjevalnih razdelitev na različnih razstavah je zelo različno – od 10^{25} v primeru nedeljske razstave v Celju, do 10^{82} na sobotni razstavi v Burgdorfu v Švici.

Na svetovnih razstavah mačk je razstavljenih nekajkrat več mačk kot na posameznih mednarodnih razstavah, posledično je tudi vseh možnih rešitev mnogo več – v primeru Svetovne razstave na Dunaju je bilo vseh možnih razdelitev kar 10^{262} .

Poglavje 3 Optimizacija ocenjevalne razdelitve

Zahteve in kriteriji, katerim mora zadostiti ocenjevalna razdelitev na mednarodni razstavi mačk, so zelo kompleksni (glej poglavje 2.3). Problem optimizacije ocenjevalne razdelitve smo zato prevedli na problem iskanja optimalne ocenjevalne razdelitve v prostoru vseh možnih ocenjevalnih razdelitev.

Razdelili smo ga na tri podprobleme:

- priprava podatkovnih struktur za predstavitev ocenjevalne razdelitve
- definiranje cenilne funkcije za določitev kvalitete ocenjevalne razdelitve
- izdelava možnih ocenjevalnih razdelitev

V nadaljevanju poglavja bomo podrobno predstavili uporabljene podatkovne strukture, definicijo in izvedbo cenilne funkcije ter različne načine iskanja optimalne ocenjevalne razdelitve.

3.1 Predstavitev podatkov

V problemu optimizacije ocenjevalne razdelitve na mednarodni razstavi mačk nastopajo naslednji podatki:

- razpoložljivi sodniki in njihove omejitve
- prijavljene mačke
- ocenjevalna razdelitev (predstavitev rešitve problema)

3.1.1 Razpoložljivi sodniki

Razpoložljive sodnike smo predstavili s tabelo zapisov (angl. *record*), kjer posamezen zapis vsebuje naslednje attribute:

- tabela kategorij pasem, katerih ta sodnik ne sme ocenjevati
- tabela pasem, katerih ta sodnik ne sme ocenjevati

- tabela pasem in barv, katerih ta sodnik ne sme ocenjevati
- tabela kataloških števil mačk, katerih ta sodnik ne sme ocenjevati
- števci, ki se napolnijo ob izvedbi cenilne funkcije:
 - skupno število mačk, ki so dodeljene posameznemu sodniku
 - tabela vsot števila pasemskih mačk, ki so dodeljene sodniku po kategoriji in skupini
 - tabela vsot števila domačih mačk, ki so dodeljene sodniku po skupini
 - skupno število izbiranj »Best in Variety«, ki jih bo sodnik opravil
 - skupno število izbiranj za nominacijo za »Best in Show«, ki jih bo sodnik opravil

3.1.2 Prijavljene mačke

Vsako prijavljeno mačko se dodeli točno enemu sodniku, vendar je potrebno zaradi zahteve 1 (glej poglavje 2.3.1) vse mačke iste pasme in barve dodeliti istemu sodniku. To pomeni, da se med sodnike razporeja posamezne pasme in barve. Posamezne pasme in barve lahko štejejo (»vsebujejo«) različno mnogo mačk.

Prijavljene mačke smo predstavili z linearnim seznamom, kjer posamezni element vsebuje naslednje attribute:

- Pasma
- Barva
- Kategorija, kateri pripada pasma
- Število vseh mačk te pasme in barve
- Število nevtrov samcev te pasme in barve
- Število nevtrov samic te pasme in barve
- Število aktivnih samcev te pasme in barve
- Število aktivnih samic te pasme in barve
- Število starejših mladičev te pasme in barve
- Število mlajših mladičev te pasme in barve
- Število samcev dolgodlakih domačih mačk (pri pasemskih mačkah vedno 0)
- Število samic dolgodlakih domačih mačk (pri pasemskih mačkah vedno 0)
- Število samcev kratkodlakih domačih mačk (pri pasemskih mačkah vedno 0)
- Število samic kratkodlakih domačih mačk (pri pasemskih mačkah vedno 0)

- Seznam vseh kataloških števil mačk te pasme in barve
- Seznam vseh različnih tekmovalnih razredov mačk te pasme in barve
- Seznam tekmovalnih razredov mačk te pasme in barve

3.1.3 Ocenjevalna razdelitev

Ocenjevalno razdelitev smo predstavili s tabelo številčnih vrednosti, kjer zaporedna številka elementa v tabeli (indeks) predstavlja posamezno pasmo in barvo, vrednost elementa pa predstavlja indeks v tabeli razpoložljivih sodnikov – vrednost v tabeli podaja sodnika, kateremu smo v ocenjevanje dodelili mačke posamezne pasme in barve.

3.2 Cenilna funkcija

3.2.1 Definicija

Naloga cenilne funkcije je, da stopnjo izpolnjenosti želja (glej poglavje 2.3.2) prevede v številčno vrednost. Imenujemo jo lahko tudi optimizacijski kriterij (angl. *Fitness function*). Rezultat cenilne funkcije imenujemo cena ocenjevalne razdelitve. Cene različnih ocenjevalnih razdelitev lahko primerjamo po velikosti in tako ločimo boljše od slabših. V praksi formalna definicija cenilne funkcije ocenjevalnih razdelitev še ni obstajala. Definirali smo jo v okviru te diplomske naloge in verificirali pri organizatorju mednarodnih razstav.

Zahteve, ki morajo biti nujno izpolnjene (glej poglavje 2.3.1), smo vgradili v postopek generiranja novih možnih razdelitev. S tem smo zmanjšali število vseh možnih rešitev.

Seznam želja vsebuje devet različnih kriterijev (glej poglavje 2.3.2), katerih stopnjo izpolnjenosti mora cenilna funkcija prevesti v eno številčno vrednost. Tabela 3.1 podaja količine, ki nastopajo v cenilni funkciji. Vse te količine so brez dimenzije (merske enote).

Ceno razdelitve smo definirali kot obteženo vsoto absolutnih vrednosti razlik med vrednostjo i-tega kriterija in idealno vrednostjo i-tega kriterija. Cenilno funkcijo lahko zapišemo kot:

$$C = \sum_{i=1}^9 W_i * |I_i - V_i| \quad (3.1)$$

Zaloga vrednosti (ZV) cenilne funkcije (3.1) je:

$$ZV(C) = [0, \infty) \quad (3.2)$$

| Količina | Ime in opis | Tip |
|----------|--|---|
| V_i | <u>Vrednost i-tega kriterija</u> Vrednost i-tega kriterija je vrednost rezultata preslikave dane ocenjevalne razdelitve v množico racionalnih števil. | Eno ali več nenegativnih racionalnih števil |
| I_i | <u>Idealna vrednost i-tega kriterija</u> Idealna vrednost i-tega kriterija je željena vrednost rezultata preslikave dane ocenjevalne razdelitve v množico racionalnih števil. | Eno ali več nenegativnih racionalnih števil |
| C_i | <u>Cena i-tega kriterija</u> Vrednost predstavlja odstopanje (absolutna vrednost razlike) vrednosti i-tega kriterija od idealne vrednosti i-tega kriterija za dano ocenjevalno razdelitev. | Racionalno število $0 \leq C_i$ |
| W_i | <u>Utež i-tega kriterija</u> Vrednost predstavlja relativno pomembnost i-tega kriterija, glede na vse druge kriterije. Hkrati služi za uravnoteženje kriterijev, ki imajo zaradi narave izračuna stopnje izpolnjenosti, različne vrednosti C_i . | Celo število $0 \leq W_i$ |
| WC_i | <u>Obtežena cena i-tega kriterija</u> Obtežena cena je produkt med utežjo in ceno i-tega kriterija. | Racionalno število $0 \leq P_i$ |
| C | <u>Cena razdelitve</u> Rezultat cenilne funkcije za dano razdelitev. | Racionalno število $0 \leq C_i$ |

Tabela 3.1: Količine, ki nastopajo v izračunu cene ocenjevalne razdelitve

Najmanjša možna vrednost cenilne funkcije 0 nastopi v primeru idealne ocenjevalne razdelitve v kateri so vsi kriteriji (želje) povsem izpolnjeni:

$$\forall i \in [1..9] : C_i = 0 \quad (3.3)$$

Vrednost cenilne funkcije v splošnem nima zgornje meje, je pa nujno končna – vsaka množica prijavljenih mačk in nabor uteži ima podmnožico najslabših možnih razdelitev, z najvišjo možno ceno ($C = C_{\max}$).

V različnih ocenjevalnih razdelitvah z enako ceno C , se lahko število posameznih kriterijev, ki so povsem izpolnjeni ($C_i = 0$), razlikuje. V samodejnem razporejanju te dimenzije problema nismo posebej obravnavali - cenilna funkcija jih obravnava kot enakovredne razdelitve.

3.2.2 Izračun

Rezultat cenilne funkcije je vsota obteženih cen posameznih kriterijev (glej poglavje 3.2.1). Za vsak kriterij posebej smo definirali po tri preslikave:

- izračun vrednosti kriterija: V_i
- izračun idealne vrednosti kriterija: I_i
- izračun cene kriterija: C_i

3.2.2.1 Kriterij 1: Obremenitev sodnikov - Število mačk

- V_1 : nabor števil, ki podajajo število mačk pri posameznih sodnikih
- I_1 : število vseh mačk delimo s številom sodnikov
- C_1 : vsota absolutnih razlik med številom mačk pri posameznem sodniku in idealno vrednostjo, ki so večje od 1

3.2.2.2 Kriterij 2: Obremenitev sodnikov - Število izborov »Best in Variety«

- V_2 : nabor vrednosti, ki podajajo število izborov »Best in Variety« (BIV), ki jih opravijo posamezni sodniki
- I_2 : kvocient med številom vseh možnih izborov BIV na razstavi in številom sodnikov
- C_2 : vsota absolutnih razlik med številom izborov BIV posameznega sodnika in idealno vrednostjo, ki so večje od 1

3.2.2.3 Kriterij 3: Obremenitev sodnikov - Število izborov za nominacijo

- V_3 : nabor vrednosti, ki podajajo število izborov za nominacijo za »Best in Show« (NOM) , ki jih opravijo posamezni sodniki
- I_3 : kvocient med številom vseh možnih izborov NOM na razstavi in številom sodnikov

- C_3 : vsota absolutnih razlik med številom izborov NOM posameznega sodnika in idealno vrednostjo, ki so večje od 1

3.2.2.4 Kriterij 4: Obremenitev sodnikov - Skupaj delo

- V_4 : nabor vrednosti, ki podajajo vsote števila mačk, števila izborov NOM in števila izborov BIS, ki jih opravijo posamezni sodniki
- I_4 : kvocient med vsoto števila mačk, števila izborov NOM in števila izborov BIV na razstavi in to vsoto delimo s številom sodnikov
- C_4 : vsota absolutnih razlik med posameznimi vrednostmi kriterija in idealno vrednostjo, ki so večje od 1

3.2.2.5 Kriterij 5: Konkurenca - Konkurenca znotraj pasme

- V_5 : nabor vrednosti, ki predstavlja število mačk posamezne pasme pri posameznemu sodniku
- I_5 : nabor vrednosti, ki predstavlja kvociente števila mačk posamezne pasme in števila sodnikov
- C_5 : vsota absolutnih razlik med številom mačk posamezne pasme pri posameznem sodniku in optimalnim številom mačk te iste pasme, ki so večje od 1

3.2.2.6 Kriterij 6: Konkurenca - Konkurenca za nominacijo

- V_6 : nabor vrednosti, ki za posamezno skupino, kategorijo in sodnika podaja število različnih pasem in barv
- I_6 : kvocient med vsotami posameznih različnih pasem in barv posamezne skupine in kategorijo ter števila vseh sodnikov, ki lahko ocenjujejo podano kategorijo
- C_6 : absolutna vrednost razlik med V_6 in I_6 za vse različne skupine, kategorije in sodnike

3.2.2.7 Kriterij 7: Konkurenca - Konkurenca mačk istega razstavljavca

- V_7 : nabor vrednosti, ki podaja št. mačk, ki imajo enako četverico vrednosti (razstavljavca, kategorija, skupina, sodnik)
- I_7 : konstantna vrednost 1
- C_7 : vsota vseh različnih preseganj vrednosti 1

3.2.2.8 Kriterij 8: Konkurenca – Izogibanje ponavljanju sobotne konkurence

- V_8 : število primerov, ko se v nedeljo v skupini za nominacijo pri posameznem sodniku v dani kategoriji in skupini pojavi mačka, ki je bila v isti skupini že v soboto

- I_8 : konstantna vrednost 0
- C_8 : cena kriterija je enaka vrednosti kriterija (V_8)

Ta kriterij se uporablja v optimizaciji ocenjevalne razdelitve za drugi dan dvodnevne razstave. V primeru enodnevnih ali svetovnih razstav in razstav prvega dne dvodnevnih razstav, se ta kriterij ne uporablja ($C_8 = 0$).

3.2.2.9 Kriterij 9: Uspešnost – Čim večje število nominacij

- V_9 : število trojk [Sodnik₁, Skupina, Kategorija] v kateri ni nobene mačke, hkrati pa obstaja trojka [Sodnik₂, Skupina, Kategorija], kjer je Sodnik₁ različen od Sodnik₂ in je vrednost večja od 1
- I_9 : konstantna vrednost 0
- C_9 : cena kriterija je enaka vrednosti (V_9)

3.2.2.10 Cena ocenjevalne razdelitve

Vrednost cenilne funkcije združuje cene posameznih kriterijev in uteži, s katerimi lahko poudarimo pomen posameznih kriterijev pred drugimi. Izračunamo jo kot vsoto obteženih cen posameznih kriterijev (glej poglavje 3.2.1):

| Vrednost | Izračun |
|-----------------|--|
| Cena razdelitve | $Cena\ razdelitve = W_1 * C_1 + W_2 * C_2 + W_3 * C_3 + W_4 * C_4 + W_5 * C_5 + W_6 * C_6 + W_7 * C_7 + W_8 * C_8 + W_9 * C_9$ |

Tabela 3.2: Izračun cene ocenjevalne razdelitve

V prilogi B smo predstavili algoritme izračuna cen posameznih kriterijev.

3.2.3 Vpliv uteži

V cenilni funkciji (3.1) smo vpeljali celoštevilčni faktor W_i z dvema namenoma:

1. izenačiti cene različnih enako pomembnih kriterijev z enako stopnjo izpolnjenosti
2. omogočiti prioriteto izpolnjevanja kriterijev

Cena posameznega kriterija C_i izvira iz tehnične izvedbe izračuna vrednosti kriterija, enako velja za idealno vrednost tega istega kriterija. Cene posameznih kriterijev C_i zato niso neposredno primerljive oziroma enaka številčna vrednost C_i pri različnih kriterijih pomeni različno stopnjo izpolnjenosti.

V splošnem ni nujno, da obstaja ocenjevalna razdelitev v kateri so povsem izpolnjeni vsi kriteriji (idealna ocenjevalna razdelitev). V takih primerih obstaja le ena ali več razdelitev z neko minimalno ceno C_{\min} , ki je vsota posameznih WC_i , ki niso vsi enaki 0. V teh primerih nekaj kriterijev ni povsem izpolnjenih.

Z ustreznim nastavljanjem uteži W_i hkrati vplivamo na oboje: na izenačitev cen različnih kriterijev z enako stopnjo izpolnjenosti in na prioriteto različnih kriterijev.

Uteži nimajo vpliva v primeru idealne izpolnjenosti posameznega kriterija ($WC_i = 0$).

V primeru neidealno izpolnjenih kriterijev uteži neposredno vplivajo na ceno ocenjevalne razdelitve. Cene različnih ocenjevalnih razdelitev so zato med seboj primerljive le ob enakem naboru uteži W_i .

3.2.4 Časovna zahtevnost

Pri oceni časovne zahtevnosti izvajanja algoritma nas zanima narava funkcije, ki podaja sorazmernost med časom izvajanja in velikostjo naloge. Iz algoritma cenilne funkcije predstavljenem v poglavju 3.2.2 sledi, da je časovna zahtevnost cenilne funkcije $O(PB)$, kjer sta PB število različnih pasem in barv, notacija $O(\dots)$ pa red rasti. Časovna zahtevnost izračuna naše cenilne funkcije je v linearni odvisnosti z velikostjo ocenjevalne razdelitve, kar omogoča uporabo naše cenilne funkcije tudi na velikih razstavah.

3.2.5 Prostorska zahtevnost

Cenilna funkcija, predstavljena v poglavju 3.2.2, uporablja le enodimenzionalna polja, katerih velikost je v linearni povezavi z velikostjo ocenjevalne razdelitve tj. $O(PB)$, kjer je PB število različnih pasem in barv prijavljenih mačk. Takšna prostorska zahtevnost dopušča uporabo naše cenilne funkcije tudi na velikih razstavah.

3.2.6 Posebne ocenjevalne razdelitve

V množici vseh možnih ocenjevalnih razdelitev definiramo naslednje podmnožice razdelitev:

| Ime | Definicija |
|--------------------------------|---|
| Idealne ocenjevalne razdelitve | Množica ocenjevalnih razdelitev s ceno 0. Ta množica je lahko prazna ali pa vsebuje eno ali več različnih ocenjevalnih razdelitev v katerih so vsi kriteriji povsem izpolnjeni. Izbira uteži ne vpliva na ceno idealnih razdelitev. |
| Optimalne | Množica ocenjevalnih razdelitev z minimalno ceno, ki je lahko večja od 0. |

| | |
|-------------------------------------|--|
| ocenjevalne razdelitve | Vsebuje eno ali več različnih ocenjevalnih razdelitev katerih cena je enaka najnižji ceni izmed vseh različnih možnih razdelitev. V teh razdelitvah nekateri kriteriji niso povsem izpolnjeni. |
| Najslabše ocenjevalne razdelitve | Množica ocenjevalnih razdelitev s ceno enako največji ceni vseh možnih ocenjevalnih razdelitev. Vsebuje eno ali več različnih ocenjevalnih razdelitev. |
| Optimizirana ocenjevalna razdelitev | Optimizirana ocenjevalna razdelitev je razdelitev z najnižjo ceno, katero je odkril eden izmed algoritmov opisanih v poglavju 3.3. V primeru izčrpnega preiskovanja je ta razdelitev vsebovana tudi v množici optimalnih razdelitev. Če je njena cena enaka 0, gre za idealno razdelitev. |

Tabela 3.3: Posebne ocenjevalne razdelitve

3.3 Generiranje ocenjevalnih razdelitev

V poglavju 3.2 smo definirali cenilno funkcijo, ki za poljubno ocenjevalno razdelitev izračuna njeno ceno - stopnjo izpolnjenosti vseh kriterijev, definiranih v poglavju 2.3.2.

V diplomski nalogi smo za iskanje optimalne razdelitve implementirali in primerjali pet algoritmov iskanja najboljše rešitve:

1. izčrpno iskanje
2. naključno iskanje
3. požrešno iskanje
4. požrešno iskanje z lokalno optimizacijo
5. drevesno preiskovanje Monte Carlo

V vse algoritme generiranja ocenjevalnih razdelitev smo vgradili upoštevanje zahtev opisanih v poglavju 2.3.1. Vse generirane ocenjevalne razdelitve so zato možni kandidati za optimalno ocenjevalno razdelitev.

Ocenjevalna razdelitev ima pri vseh algoritmih obliko seznama, kjer zaporedna številka elementa (indeks) predstavlja posamezno pasmo in barvo, vrednost posameznega elementa seznama pa sodnika kateremu smo to pasmo in barvo dodelili v ocenjevanje (glej poglavje 3.1.3).

3.3.1 Izčrpno iskanje

3.3.1.1 Algoritem

Izčrpno iskanje (angl. *Exhaustive search*) pomeni, da izdelamo vse možne ocenjevalne razdelitve in vsaki s cenilno funkcijo določimo ceno. Če je nova cena nižja od dosedanje najnižje cene, trenutno razdelitev shranimo kot trenutno najboljšo najdeno. Ko izdelamo vse možne ocenjevalne razdelitve, trenutno najboljšo ocenjevalno razdelitev razglasimo za optimalno.

3.3.1.2 Implementacija

Izčrpno iskanje smo implementirali z algoritmom iskanja v globino. Vse različne pasme in barve smo najprej uredili po številu vsebovanih mačk, od najštevilčnejše pasme in barve do najmanj številčne, nato pa z rekurzivno funkcijo izdelali vse možne razdelitve teh pasem in mačk med sodnike, ki lahko ocenjujejo posamezno pasmo in barvo.

3.3.1.3 Časovna zahtevnost

V izčrpnem iskanju izdelamo vse možne rešitve. Če s S označimo število razpoložljivih sodnikov in s PB število različnih pasem in barv, katerim moramo dodeliti sodnika, je časovna zahtevnost izčrpnega iskanja $O(S^{PB})$. Optimizacija ocenjevalne razdelitve z izčrpnim iskanjem ima eksponentno časovno zahtevnost.

3.3.2 Naključno iskanje

3.3.2.1 Algoritem in implementacija

Pri naključnem iskanju izdelamo vnaprej nastavljeno število ocenjevalnih razdelitev z uporabo generatorja naključnih števil – posamezno pasmo in barvo po naključju dodelimo enemu izmed možnih sodnikov. Za vsako razdelitev s cenilno funkcijo določimo ceno. Če je nova cena nižja od dosedanje najnižje cene, trenutno razdelitev shranimo kot do sedaj najboljšo najdeno.

3.3.2.2 Časovna zahtevnost

Z naključnim iskanjem preverimo vnaprej podano število razdelitev (r). Algoritem za vsako posebej izračuna ceno, zato je časovna zahtevnost naključnega iskanja $O(r * PB)$, kjer PB podaja število različnih pasem in barv.

3.3.3 Požrešno iskanje

3.3.3.1 Algoritem

Izraz »požrešno iskanje« (angl. *Gready search*) se uporablja za strategijo reševanja problemov, kjer se posamezne elemente problema upošteva v izbranem vrstnem redu, odločitev o elementu pa se sprejme le enkrat. Odločitve so dokončne. Požrešno iskanje običajno ne najde optimalne rešitve. [14]

3.3.3.2 Implementacija

Vse različne pasme in barve smo najprej uredili po številu vsebovanih mačk od najštevilčnejše pasme in barve do najmanj številčne. Algoritem požrešnega iskanja ocenjevalno razdelitev sestavi v enem prehodu tako, da se za vsako pasmo in barvo posebej vpraša, kateremu sodniku jo je najbolje dodeliti, glede na že določene sodnike. Ko sodnika določi, se ne vrača več.

3.3.3.3 Časovna zahtevnost

Če s S označimo število razpoložljivih sodnikov in s PB število različnih pasem in barv, katerim moramo dodeliti sodnika, je število izračunov cenilne funkcije reda $O(S * PB)$. Vsak izračun ima časovno zahtevnost $O(PB)$, zato je skupna časovna zahtevnost požrešnega iskanja $O(S * PB^2)$.

3.3.3.4 Izboljšave

Požrešno iskanje je v splošnem zelo hitro, vendar lahko zaide v lokalne optimume. Izvedli smo nekaj izboljšav tega algoritma, tako da je preiskal večji del prostora rešitev in s tem našel boljše rešitve.

a) Iterativno požrešno iskanje

Osnovno požrešno iskanje izvede en prehod čez seznam vseh pasem in barv. Za vsako pasmo in barvo posebej izračuna cene razdelitev, če se ji dodeli vse možne sodnike. Izbere se ji tistega z najnižjo ceno. Izračun cen zajame le (predhodne) pasme in barve, ki že imajo določenega sodnika ter trenutno pasmo in barvo.

Algoritem smo dopolnili s ponavljanjem prehodov skozi celoten seznam pasem in barv. Prvi prehod je enak kot pri požrešnem iskanju, v kasnejših prehodih pa izračun cene razdelitve zajame vse pasme in barve. Izračun cene pri pasmah in barvah, ki v seznamu nastopajo pred trenutno, upošteva sodnike, kot so bili določeni v trenutnem prehodu. Pri pasmah in barvah, ki v seznamu nastopajo za trenutno, pa upošteva

sodnike, ki so bili določeni v prejšnjem prehodu. Ponavljanje prehodov se prekine, ko se ob enem celem prehodu čez seznam vseh pasem in barv cena celotne razdelitve ne zniža.

V literaturi nismo zasledili omembe iterativnega požrešnega iskanja. V našem primeru optimizacije ocenjevalne razdelitve takšna izboljšava omogoča izračun cene na podlagi »polno določene« ocenjevalne razdelitve, ko imajo vse pasme in barve določenega sodnika.

b) Požrešno iskanje s pogledom naprej [16]

Osnovni algoritem v vsakem koraku določi sodnika za eno pasmo in barvo. Razširjen algoritem s pogledom naprej v vsakem koraku določi več kot enega sodnika, v naši implementaciji do največ $1+F$ (F je nastavljen parameter). Število korakov algoritma se s tem zmanjša za faktor $1+F$, število izračunov cen v vsakem koraku pa se poveča za faktor S^F .

c) Požrešno iskanje z drsečim pogledom naprej [16]

Pri tej izboljšavi na vsakem koraku določimo le enega sodnika, vendar pa v izračunu cen upoštevamo še naslednjih F pasem in barv, katere preiščemo izčrpno.

Časovna zahtevnost tako izboljšanih algoritmov je v splošnem enaka časovni zahtevnosti osnovnega algoritma požrešnega iskanja $O((1 + F) * S * PB^2)$.

3.3.4 Lokalna optimizacija

3.3.4.1 Algoritem

Lokalna optimizacija (angl. *Local search*) je iterativna procedura, ki iz neke začetne rešitve problema generira drugo boljšo rešitev problema z majhnimi spremembami začetne rešitve [14]. Začetno rešitev smo pripravili s požrešnim iskanjem zato gre v našem primeru za algoritem požrešnega iskanja z lokalno optimizacijo.

3.3.4.2 Implementacija

Začetno rešitev smo izdelali s požrešnim iskanjem. Majhne spremembe rešitve smo izvajali z naslednjim postopkom:

- a) spremembo vsakega posameznega določenega sodnika v vse dovoljene
- b) vse možne zamenjave drugih parov sodnikov

| Korak | Opis |
|-------|---|
| 1 | pripravi začetno ocenjevalno razdelitev s požrešnim iskanjem |
| 2 | za vsako pasmo in barvo (PB) v koraku 1 pripravljeni rešitvi |
| 3 | spremeni trenutnega sodnika v vsakega dovoljenega (tudi v samega sebe) |
| 4 | in hkrati za vse možne pare drugih pasem in barv izvedi zamenjavo njim že dodeljenih sodnikov |
| 5 | izračunaj ceno razdelitve |
| 6 | če je cena nižja kot dosedanja najnižja, trenutno razdelitev shrani kot novo najboljšo |
| 7 | ponavljaj korak 2, dokler v celi iteraciji ni izboljšanja cene |

Tabela 3.4: Pseudokoda lokalne optimizacije

Spremembe v korakih 3 in 4 smo izvajali hkrati tj. po nastavitvi sodnika v koraku 3 smo izvedli vse možne zamenjave v koraku 4.

Če bi izvajali samo korak 3 brez hkratnih zamenjav v koraku 4, bi se algoritem izrodil v iterativno požrešno iskanje.

Če bi izvajali samo korak 4 brez hkratnih nastavitvev sodnikov v koraku 3, bi bila časovna zahtevnost višja za faktor PB / S (PB - število vseh pasem in barv, S – število sodnikov). Algoritem bi tako preiskoval primere, ki se od trenutno najboljše rešitve razlikujejo v dveh pasmah barvah. Hkratno izvajanje korakov 3 in 4 je omogočilo preiskovanje dela vseh možnih rešitev, ki se od trenutno najboljše razlikujejo v treh pasmah in barvah.

3.3.4.3 Prikaz izvedbe

Izvedbo algoritma lokalne optimizacije bomo prikazali na majhnem primeru razdelitve štirih pasm in barv (od PB_1 do PB_4) med tri sodnike (A, B in C). Privzemimo, da vsi trije sodniki lahko ocenjujejo vse pasme in barve.

Najprej izvedemo korak 1, ki s požrešnim algoritmom te štiri pasme in barve razdeli med sodnike. Recimo, da pripravi razdelitev, ki je prikazana na sliki 3.1.

| PB_1 | PB_2 | PB_3 | PB_4 |
|--------|--------|--------|--------|
| B | A | C | B |

Slika 3.1: Začetna razdelitev za lokalno optimizacijo

V koraku 2 algoritem nato izdela in oceni skupno 36 razdelitev, ki so prikazane na sliki 3.2.

Z zelenim ozadjem smo označili nastavitve sodnika v koraku 3, svetlo rdeče ozadje pa označuje zamenjave v koraku 4. Npr. v vrstici $N = 3$ sta zamenjana sodnika C in B pri pasmah PB_3 in PB_4 .

| N | PB_1 | PB_2 | PB_3 | PB_4 | N | PB_1 | PB_2 | PB_3 | PB_4 |
|-----|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 1. | A | C | A | B | 19. | A | B | A | B |
| 2. | A | B | C | A | 20. | B | A | A | B |
| 3. | A | A | B | C | 21. | B | B | A | A |
| 4. | B | C | A | B | 22. | A | B | B | B |
| 5. | B | B | C | A | 23. | B | A | B | B |
| 6. | B | A | B | C | 24. | B | B | B | A |
| 7. | C | C | A | B | 25. | A | B | C | B |
| 8. | C | B | C | A | 26. | B | A | C | B |
| 9. | C | A | B | C | 27. | B | B | C | A |
| 10. | C | A | B | B | 28. | A | B | C | A |
| 11. | B | A | C | B | 29. | C | A | B | A |
| 12. | B | A | B | C | 30. | B | C | A | A |
| 13. | C | B | B | B | 31. | A | B | C | B |
| 14. | B | B | C | B | 32. | C | A | B | B |
| 15. | B | B | B | C | 33. | B | C | A | B |
| 16. | C | C | B | B | 34. | A | B | C | C |
| 17. | B | C | C | B | 35. | C | A | B | C |
| 18. | B | C | B | C | 36. | B | C | A | C |

Slika 3.2: Razdelitve, ki jih preveri lokalna optimizacija

V primerih, ko imata PB, kjer izvedemo zamenjavo, že določenega istega sodnika, se izračun cene preskoči – npr. pri $N = 26$, ko imata PB_1 in PB_4 določenega sodnika B, se zamenjava in nadaljnji izračun cene preskoči.

V koraku 7 algoritem preveri, ali je korak 2 odkril kakšno razdelitev z nižjo ceno od začetne. Če jo je, še enkrat ponovi korak 2, sicer pa se zaključi.

3.3.4.4 Časovna zahtevnost

Časovna zahtevnost požrešnega iskanja z lokalno optimizacijo je $O(S * PB^3 * k)$, kjer so S število sodnikov, PB število pasem in barv, k pa število iteracij z izboljšanjem razdelitve. Vrednost k ni znana vnaprej, navzgor je omejena s ceno začetne ocenjevalne razdelitve, pripravljene v koraku 1.

3.3.5 Drevesno preiskovanje Monte Carlo

3.3.5.1 Algoritem

Drevesno preiskovanje Monte Carlo (angl. *Monte Carlo tree search*, MCTS) je še en način za odločanje pri problemih umetne inteligence. Združuje splošnost naključne simulacije z natančnostjo preiskovanja dreves [13]. Deluje po principu najprej-najboljši (angl. *Best First Search*). Najboljšo možnost v posameznem koraku določi z uporabo naključnega vzorčenja v trenutnem poddrevesu možnih rešitev. Posamezno pasmo in barvo dodeli tistemu sodniku, kjer so nadaljnje naključne razdelitve kasnejših pasem in barv imele najnižjo povprečno ceno.

3.3.5.2 Implementacija

Drevesno preiskovanje Monte Carlo prejme za vhodni parameter število, ki pove koliko naključnih rešitev naj generira v posameznem koraku.

Ko algoritem doseže pasmo in barvo, od katere naprej do konca je manj možnih kombinacij od podanega parametra, preostale pasme in barve določi z izčrpnim preiskovanjem (končnica).

| Korak | Opis |
|-------|---|
| 1 | sprejmi parameter R – število naključnih razdelitev (vzorcev) |
| 2 | seznam pasem in barv (PB) uredi po številu mačk, padajoče |
| 3 | iz števila razpoložljivih sodnikov določi mesto v seznamu od kjer se začne končnica (K) |
| 4 | za vsak i med 1 in K -1 |
| 5 | za vse možne sodnike S |
| 6 | PB[i] dodeli sodniku S |
| 7 | izračunaj povprečno ceno R naključnih razdelitev, ki imajo enake PB[1] do PB[i] |
| 8 | PB[i] dodeli sodniku S, ki je imel najnižjo povprečno ceno v koraku 7 |
| 9 | Za vsak i med K in PB, določi sodnika pri PB[i] z izčrpnim iskanjem |

Tabela 3.5: Pseudokoda drevesnega preiskovanja Monte Carlo

3.3.5.3 Časovna zahtevnost

Z R označimo število naključnih razdelitev, katere algoritem izdelava ob določitvi vsakega posameznega sodnika, s S število razpoložljivih sodnikov in s PB število različnih pasem in barv. Število izračunov cenilne funkcije je reda $O(R * S * PB)$. Vsak izračun cene ima časovno zahtevnost $O(PB)$, zato je skupna časovna zahtevnost drevesnega preiskovanja Monte Carlo $O(R * S * PB^2)$.

Poglavje 4 Testiranje in rezultati

V poglavju 3.3 predstavljene algoritme smo testirali s tremi manjšimi nabori testnih podatkov, kjer je bilo možno izvesti izčrpno iskanje.

Pridobili smo podatke nekaj že izvedenih mednarodnih razstav mačk v Sloveniji, Hrvaški, Italiji, Švici in Avstriji ter ocenjevalne razdelitve, ki so bile uporabljene na teh razstavah. Ocenili smo jih s cenilno funkcijo in primerjali z optimiziranimi ocenjevalnimi razdelitvami.

Postopek optimizacije smo predstavili organizatorju mednarodnih razstav in pridobili njegovo mnenje o uspešnosti.

V nadaljevanju poglavja bomo predstavili rezultate podrobnih primerjav uporabljenih ocenjevalnih razdelitev z optimiziranimi ocenjevalnimi razdelitvami. Identificirali bomo najbolj uspešen algoritem za optimizacijo ocenjevalne razdelitve.

4.1 Uteži

Pri vseh testiranjih in analizah testnih in realnih podatkov smo uporabili enake vrednosti uteži cenilne funkcije (glej poglavje 3.2), ki so prikazane v tabeli 4.1.

Te vrednosti uteži smo določili s poskušanjem, nismo se podrobno ukvarjali z reševanjem podproblema izbire najprimernejših vrednosti uteži.

Vrednosti uteži so vhodni podatek v postopek optimizacije ocenjevalne razdelitve in odražajo relativno pomembnost kriterijev. Če želimo nekemu kriteriju dati večjo pomembnost, ustrezno povečamo njegovo utež.

Verifikacijo ustreznosti izbranih vrednosti uteži so izvedli eksperti implicitno z verifikacijo optimizirane ocenjevalne razdelitve.

| Utež | Kriterij | Vrednost |
|--------|--|----------|
| Utež 1 | Obremenitev sodnikov - Število mačk | 25 |
| Utež 2 | Obremenitev sodnikov - Število BIV | 3 |
| Utež 3 | Obremenitev sodnikov - Število nominacij | 3 |
| Utež 4 | Obremenitev sodnikov - Skupaj delo | 5 |
| Utež 5 | Konkurenca znotraj pasme | 1 |
| Utež 6 | Konkurenca za nominacije | 50 |
| Utež 7 | Konkurenca mačk istega razstavljavca | 100 |
| Utež 8 | Izogibanje ponavljanju konkurence | 10 |
| Utež 9 | Število ne-nominiranih mačk | 10 |

Tabela 4.1: Izbrane vrednosti uteži

4.2 Testni podatki

Pridobili smo podatke o prijavljenih mačkah na mednarodni razstavi mačk v Celju, 15. oktobra 2016 [10] in na njihovi podlagi definirali tri manjše testne nabore.

Vse različne pasme in barve prijavljenih mačk smo uredili po številu vseh mačk v padajočem vrstnem redu in vzeli 17 pasem in barv z največjim številom prijavljenih mačk. Iz njega smo pripravili še dva manjša testna nabora podatkov s po 15 in 13 različnimi pasmami in barvami mačk z odstranitvijo po ene najbolj in najmanj številčne pasme in barve.

Testne podatke smo razdeljevali med 3 sodnike, dva sta lahko ocenjevala vse pasme, enemu smo pa prepovedali ocenjevati pasmo MCO.

V tabeli 4.2 so predstavljene vse različne pasme in barve treh naborov testnih podatkov.

V posameznih pasmah in barvah je nastopalo različno število samcev, samic, samcev nevtrov, samic nevtrov ter mlajših in starejših mladičev. Število mačk v posameznih kategorijah podatkov je predstavljeno v tabeli 4.3.

| Testni podatki | | | Pasma | Barva | Število | | | | | | | |
|------------------|------------------|--|-------|-------|---------------------|---|---------|---|---------|----------|-----------|----|
| | | | | | Nevtri | | Aktivni | | Mladiči | | Vseh mačk | |
| | | | | | M | F | M | F | Mlajši | Starejši | | |
| 17 pasem in barv | 15 pasem in barv | | PER | black | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | |
| | | | BSH | blue | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 7 | 16 | |
| | | | SBI | lilac | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | |
| | | | MCO | gr.6 | 0 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 12 | |
| | 13 pasem in barv | | | SBI | blue | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| | | | | MCO | gr.9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| | | | | NFO | gr.6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 4 |
| | | | | SBI | blue tabby | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 5 |
| | | | | MCO | gr.5 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| | | | | MCO | gr.7 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| | | | | NEM | gr.2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| | | | | BEN | black spotted tabby | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 |
| | | | | SBI | black | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 6 |
| | | | | NEM | gr.1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 6 |
| | | | | NFO | gr.4 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| | | | | SPH | gr.5 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 6 |
| | | | | MCO | gr.8 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 5 | 11 |

Tabela 4.2: Različne pasme in barve v testnih naborih podatkov

Iz tabele 4.3 je razvidno, da smo s testnimi nabori podatkov zajeli znaten del vseh prijavljenih mačk, a le manjši del vseh različnih pasem in barv. Na razstavi [10] je bilo skupno 30 različnih pasem in barv z več kot 1 prijavljeno mačko.

| Nabor podatkov | Št. različnih pasem in barv | Nevtri | | Aktivni | | Mladiči | | Skupaj mačk |
|------------------|-----------------------------|--------|----|---------|----|---------|----------|-------------|
| | | M | F | M | F | Mlajši | Starejši | |
| 13 pasem in barv | 13 | 5 | 3 | 20 | 18 | 5 | 21 | 72 |
| 15 pasem in barv | 15 | 5 | 5 | 23 | 21 | 6 | 27 | 87 |
| 17 pasem in barv | 17 | 5 | 5 | 28 | 25 | 7 | 36 | 106 |
| Cela razstava | 72 | 11 | 10 | 43 | 41 | 16 | 56 | 179 |

Tabela 4.3: Skupno število mačk v testnih naborih podatkov [10]

4.2.1 Prostor vseh možnih ocenjevalnih razdelitev

Testni nabori podatkov so dovolj majhni, da smo lahko izdelali vse možne ocenjevalne razdelitve (izčrpno iskanje, glej poglavje 3.3.1), določili njihove cene s cenilno funkcijo in tako ugotovili:

- ali za nek nabor podatkov obstaja idealna ocenjevalna razdelitev (cena enaka 0),
- kakšna je optimalna ocenjevalna razdelitev (najnižja cena),
- kakšna je najslabša ocenjevalna razdelitev (najvišja cena),
- kakšna je pogostost optimalnih in najslabših ocenjevalnih razdelitev,
- kakšna je porazdelitev cen ocenjevalnih razdelitev, ki so slabše od najboljše in boljše od najslabše.

4.2.1.1 Porazdelitev cen ocenjevalnih razdelitev

Na testnih podatkih smo izvedli izčrpno iskanje in izdelali histogram pogostosti cen za vse tri nabore testnih podatkov.

V tabeli 4.4 so prikazani rezultati izčrpnega iskanja v vseh treh testnih naborih podatkov.

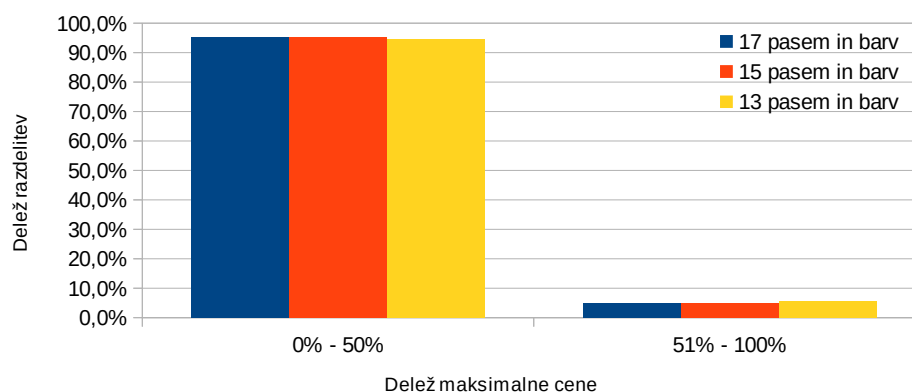
Na sliki 4.1 smo prikazali delež vseh možnih razdelitev, ki imajo ceno nižjo oziroma višjo od polovice cene najslabše razdelitve. Iz grafa je razvidno, da ima v testnih podatkih nad 90% vseh razdelitev ceno, ki je pod polovico največje možne cene.

| Testni podatki | Število vseh možnih ocenjevalnih razdelitev | Ali obstaja idealna razdelitev | Optimalne ocenjevalne razdelitve | | Najslabše ocenjevalne razdelitve | | Najpogostejše ocenjevalne razdelitve | |
|------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | | Cena | Število razdel. | Cena | Število razdel. | Cena | Število razdel. |
| 13 pasem in barv | 472.392 | Ne | 2 | 2 | 5600 | 2 | 1548 | 431 |
| 15 pasem in barv | 2.834.352 | Ne | 21 | 2 | 7069 | 2 | 2179 | 1669 |
| 17 pasem in barv | 17.006.112 | Ne | 114 | 2 | 9151 | 2 | 2592 | 7464 |

Tabela 4.4: Rezultat izčrpnega iskanja v testnih podatkih

Delež razdelitev po deležu maksimalne cene

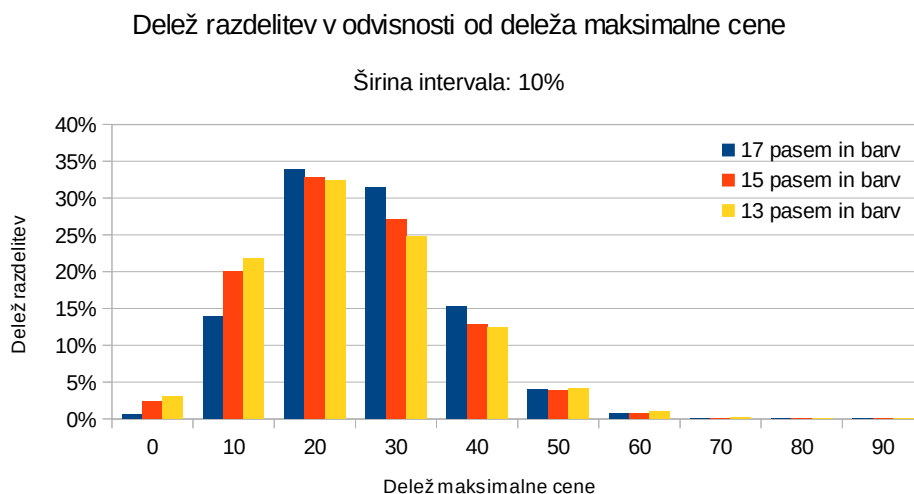
Širina intervala: 50%



Slika 4.1: Delež razdelitev z vrednostjo pod in nad 50% vrednosti maksimalne cene

Na sliki 4.2 smo prikazali graf s krajšimi intervali na X osi (širina intervala 10%). Iz grafa je razvidno, da ima večina razdelitev v testnih podatkih ceno med 20% in 40% cene najslabše razdelitve. Delež dobrih razdelitev (delež cene gre proti 0% cene najslabše razdelitve) strmo pade. Vsega nekaj procentov razdelitev ima ceno pod 10% cene najslabše razdelitve.

Vrhovi krivulj porazdelitev nakazujejo, da se delež »dobrih« rešitev z večanjem števila različnih pasem in barv manjša, hkrati pa je delež zelo dobrih razdelitev vseskozi zelo majhen.

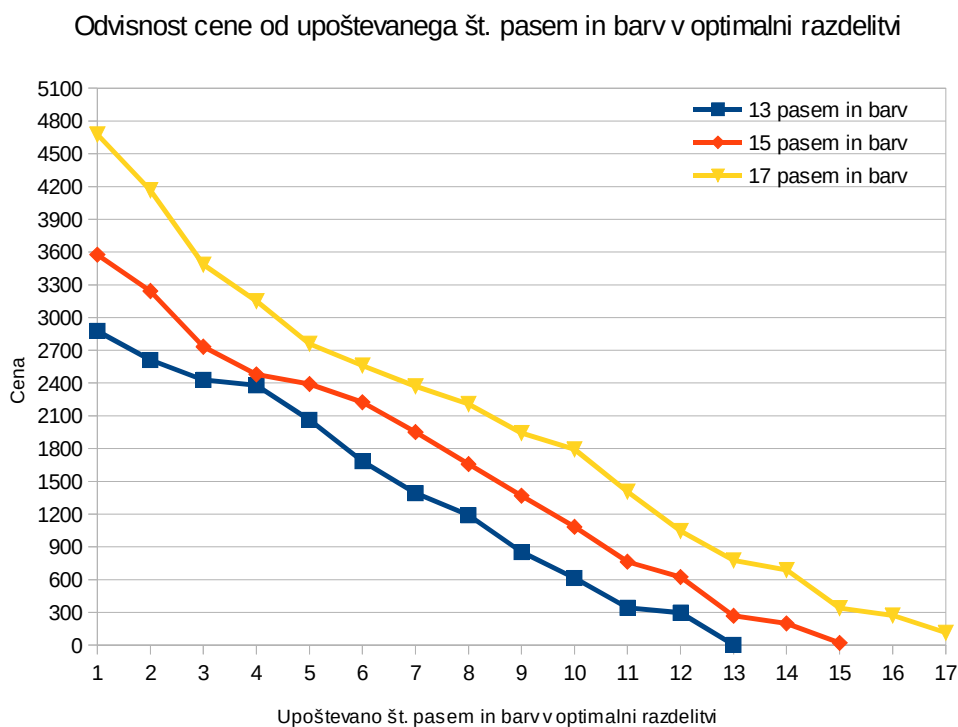


Slika 4.2: Histogram cen razdelitev

4.2.1.2 Odvisnost cene ocenjevalne razdelitve od števila pasem in barv

Za vse tri testne nabore podatkov smo z izčrpnim iskanjem določili najboljše možne razdelitve (optimalne ocenjevalne razdelitve), nato pa izvedli cenilno funkcijo nad podmnožicami pasem in barv. Podmnožice smo določili z upoštevanjem prvih N pasem in barv v seznamu.

Ugotovili smo, da cena razdelitve z večanjem števila upoštevanih pasem in barv pada. Na sliki 4.3 je prikazana odvisnost cene od upoštevanega števila pasem in barv v optimalnih razdelitvah vseh treh testnih naborov podatkov.



Slika 4.3: Odvisnost cene od števila upoštevanih pasem in barv v optimalni ocenjevalni razdelitvi

4.2.2 Rezultati

Na treh testnih naborih podatkov smo izvedli optimizacijo ocenjevalne razdelitve s petimi različnimi algoritmi (glej poglavje 3.3).

Vse meritve časa izvajanja smo izvedli na računalniku PC s procesorjem Intel i5 3450 (3.1 GHz) in 8 GB pomnilnika. Vsi algoritmi so bili implementirani serijsko (brez vzporednega izvajanja ali nitenja).

4.2.2.1 Izčrpno iskanje

V tabeli 4.5 so prikazani rezultati izčrpnega iskanja nad testnimi nabori podatkov.

Testni nabori podatkov so dovolj majhni, da smo lahko izvedli izračun cene za vse možne ocenjevalne razdelitve. Tako smo v vseh treh primerih določili ceno optimalne razdelitve (glede na uteži definirane v poglavju 4.1) in ugotovili, da v nobenem od testnih primerov ne obstaja idealna ocenjevalna razdelitev.

Legenda:

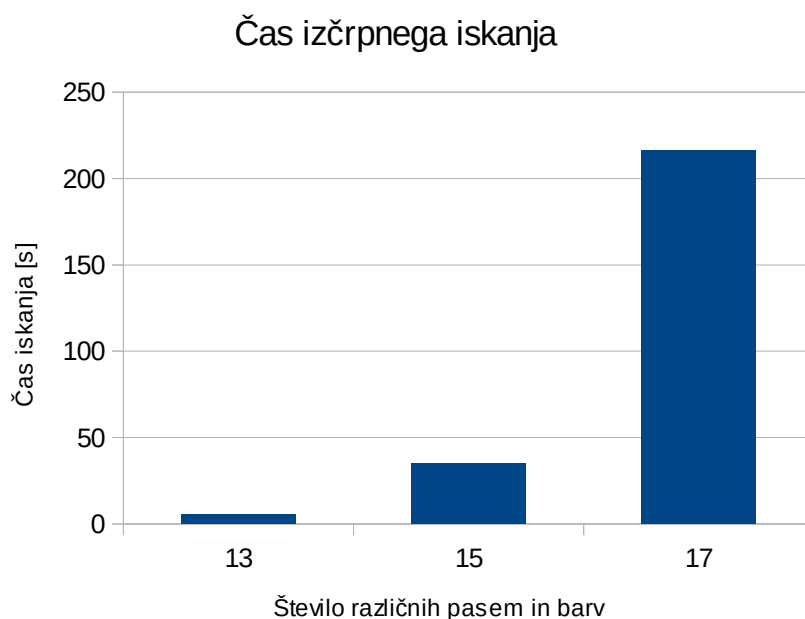
- #: število izdelanih razdelitev in izračunov cen
- T: čas izvajanja
- C: cena najboljše najdene ocenjevalne razdelitve

| Algoritem | 13 pasem in barv | | | 15 pasem in barv | | | 17 pasem in barv | | |
|-----------------|------------------|-------|---|------------------|-------|----|------------------|-------|-----|
| Izčrpno iskanje | # | T [s] | C | # | T [s] | C | # | T [s] | C |
| Izčrpno iskanje | 472k | 5,75 | 2 | 2,8M | 35 | 21 | 17M | 216 | 114 |

Tabela 4.5: Rezultati izčrpnega iskanja

Pri naborih testnih podatkov s 13 in 15 različnimi pasmami in barvami obstaja optimalna ocenjevalna razdelitev s ceno 2, pri naboru s 17 različnimi pasmami in barvami pa ima optimalna razdelitev nekaj višjo ceno – 114.

V vseh treh primerih iskanje deluje s hitrostjo okrog 80.000 ocenjevalnih razdelitev na sekundo. Na sliki 4.4. je prikazana odvisnost skupnega časa izčrpnega preiskovanja od števila pasem in barv.



Slika 4.4: Čas izčrpnega iskanja v odvisnosti od števila različnih pasem in barv

4.2.2.2 Naključno iskanje

V tabeli 4.6 so prikazani rezultati naključnega iskanja nad testnimi nabori podatkov.

Legenda:

- # : število izdelanih razdelitev in izračunov cen
- T : čas izvajanja
- C : cena najboljše najdene ocenjevalne razdelitve

| Algoritem | 13 pasem in barv | | | 15 pasem in barv | | | 17 pasem in barv | | |
|-----------------------------------|------------------|-------|----------|------------------|-------|-----------|------------------|-------|-----|
| | # | T [s] | C | # | T [s] | C | # | T [s] | C |
| 10k naključnih razdelitev | 10 k | 0,15 | 75 | 10k | 0,14 | 168 | 10k | 0,16 | 329 |
| 100k naključnih razdelitev | 100k | 1,25 | 29 | 100k | 1,3 | 66 | 100k | 1,4 | 243 |
| 1M naključnih razdelitev | 1 M | 12,2 | 2 | 1M | 12,6 | 21 | 1M | 13 | 196 |

Tabela 4.6: Rezultati naključnega iskanja z različnimi parametri

V algoritmu naključnega iskanja smo preverili 10.000, 100.000 in 1.000.000 naključno generiranih razdelitev.

V vseh treh primerih je naključno iskanje našlo ocenjevalno razdelitev, ki je boljša od najpogostejših razdelitev, optimalno pa je našlo le v primeru, ko je število preverjenih razdelitev presegalo število vseh razdelitev, to je v primerih 13 in 15 različnih pasem in barv.

4.2.2.3 Požrešno iskanje

V tabeli 4.7 so rezultati požrešnega iskanja nad testnimi nabori podatkov.

V različnih primerih so različne izboljšave različno uspešne. Na testnih podatkih s 13 pasmami in barvami je bilo najbolj uspešno iterativno požrešno iskanje s pogledom naprej za 4 pasme in barve ($F = 4$). Na testnih podatkih s 15 pasmami in barvami so bile tri različne izboljšave enako uspešne. Na testnih podatkih s 17 pasmami in barvami pa je najboljšo rešitev pripravilo požrešno iskanje s pogledom naprej za 6 pasem in barv ($F = 6$) in brez drsečega okna.

Na sliki 4.5 smo prikazali vpliv različnih izboljšav požrešnega iskanja na ceno najboljše najdene ocenjevalne razdelitve. V vseh primerih so vse izboljšave omogočile boljšo rešitev kot osnovno požrešno iskanje, vendar nobena ni omogočila pripravo optimalne ocenjevalne razdelitve (glej poglavje 4.2.2.1).

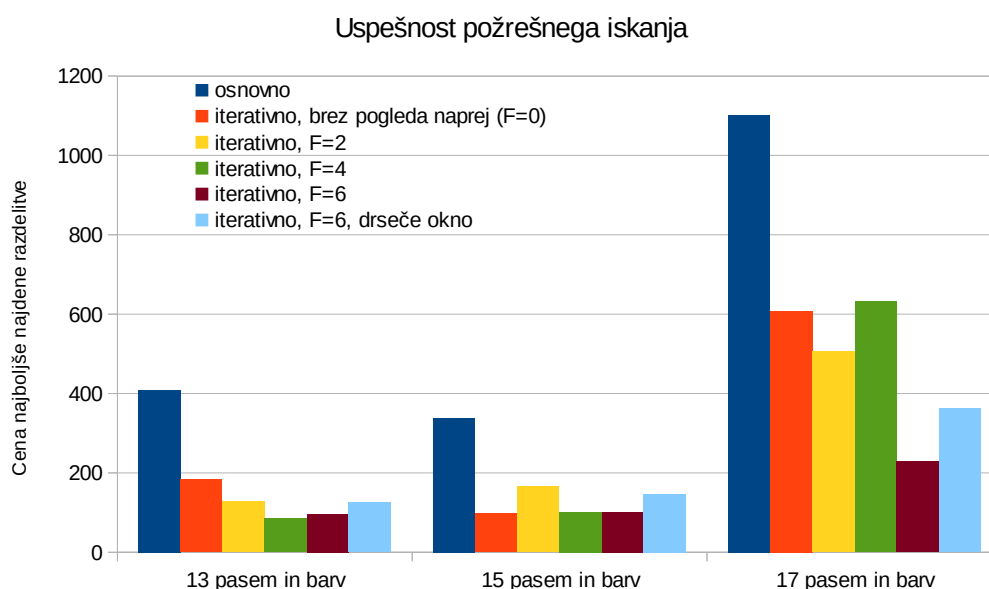
Izboljšava z drsečim oknom se v nobenem primeru ni izkazala bolje kot »navadno« požrešno iskanje s pogledom naprej.

Legenda:

- #: število izdelanih razdelitev in izračunov cen
- T: čas izvajanja
- C: cena najboljše najdene ocenjevalne razdelitve
- F: število pasem in barv v pogledu naprej

| Algoritem | 13 pasem in barv | | | 15 pasem in barv | | | 17 pasem in barv | | |
|---|------------------|-------|-----|------------------|-------|-----|------------------|-------|------|
| Požrešno iskanje | # | T [s] | C | # | T [s] | C | # | T [s] | C |
| osnovno | 4 | 0,03 | 409 | 4 | 0,02 | 338 | 4 | 0,06 | 1103 |
| iterativno do stabilne cene, F = 0 | 78 | 0,06 | 183 | 84 | 0,08 | 97 | 98 | 0,08 | 608 |
| iterativno do stabilne cene, F = 2 | 48 | 0,05 | 128 | 120 | 0,06 | 166 | 72 | 0,05 | 506 |
| iterativno do stabilne cene, F = 4 | 116 | 0,05 | 85 | 318 | 0,05 | 101 | 72 | 0,06 | 632 |
| iterativno do stabilne cene, F = 6 | 1338 | 0,08 | 96 | 3890 | 0,08 | 101 | 193 | 0,08 | 229 |
| iterativno do stabilne cene, F = 6, drseče okno | 2264 | 0,09 | 126 | 2307 | 0,13 | 147 | 2321 | 0,157 | 362 |

Tabela 4.7: Rezultati požrešnega iskanja z različnimi parametri



Slika 4.5: Primerjava uspešnosti različnih parametrov požrešnega iskanja

V vseh primerih se je izboljšava, da algoritem ponavlja prehode, dokler ne doseže stabilne cene (iterativno požrešno iskanje), pokazala kot zelo uspešna, saj je opazno znižala ceno najdene najboljše ocenjevalne razdelitve.

4.2.2.4 Lokalna optimizacija

V tabeli 4.8 so rezultati lokalne optimizacije nad testnimi nabori podatkov.

Legenda:

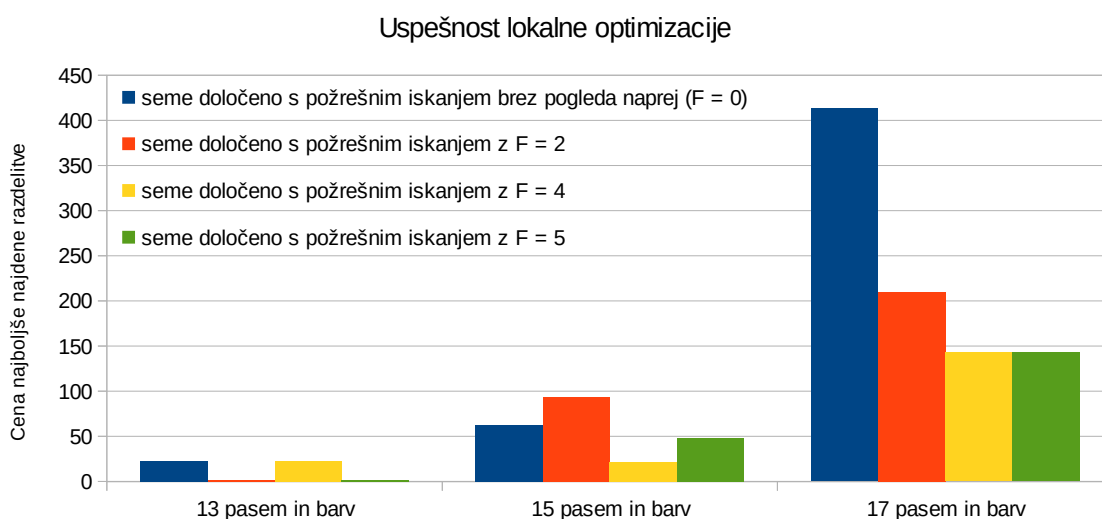
- # : število izdelanih razdelitev in izračunov cen
- T : čas izvajanja
- C : cena najboljše najdene ocenjevalne razdelitve
- F : število pasem in barv v pogledu naprej

| Algoritem | 13 pasem in barv | | | 15 pasem in barv | | | 17 pasem in barv | | |
|--|------------------|-------|----|------------------|-------|----|------------------|-------|-----|
| | # | T [s] | C | # | T [s] | C | # | T [s] | C |
| seme določeno s požrešnim iskanjem brez pogleda naprej (F = 0) | 2743 | 0,11 | 23 | 3904 | 0,06 | 63 | 4864 | 0,05 | 413 |
| seme določeno s požrešnim iskanjem z F = 2 | 2697 | 0,11 | 2 | 4126 | 0,13 | 94 | 5815 | 0,06 | 210 |
| seme določeno s požrešnim iskanjem z F = 4 | 2783 | 0,10 | 23 | 4872 | 0,14 | 22 | 5814 | 0,11 | 143 |
| seme določeno s požrešnim iskanjem z F = 5 | 3994 | 0,14 | 2 | 1996 | 0,11 | 48 | 5933 | 0,11 | 143 |

Tabela 4.8: Rezultati lokalne optimizacije z različnimi parametri

Na sliki 4.6 smo prikazali vpliv različnih »semenskih« razdelitev (glej poglavje 3.3.4) na ceno najboljše najdene ocenjevalne razdelitve. V primeru testnih podatkov s 13 različni pasmami in barvami je lokalni optimizaciji (seme pripravljeno s požrešnim iskanjem s pogledom naprej za 2 pasmi in barvi) uspelo najti optimalno ocenjevalno razdelitev, pri tem je preiskala le 0,57% vseh različnih možnih ocenjevalnih razdelitev.

Na primeru testnih podatkov s 15 različnimi pasmami in barvami je najboljši rezultat dosegla lokalna optimizacija s semenom pripravljenim s požrešnim iskanjem s pogledom naprej 4 različne pasme in barve. Najdena razdelitev ni optimalna, a je njena cena samo 22, cena optimalne ocenjevalne razdelitve pa 21. Iskanje je preverilo 0,17% vseh različnih možnih razdelitev.



Slika 4.6: Primerjava uspešnosti različnih parametrov lokalne optimizacije

Na primeru testnih podatkov s 17 različnimi pasmami in barvami je boljši rezultat dosegla lokalna optimizacija, kjer je bilo seme pripravljeno s požrešnim iskanjem s pogledom naprej 4 oz. 6 različnih pasem in barv. Najboljša najdena razdelitev ni optimalna, ima pa ceno (143) zelo blizu cene optimalne ocenjevalne razdelitve (114). Algoritem je preiskal 0,03% vseh možnih razdelitev.

4.2.2.5 Drevesno preiskovanje Monte Carlo

V tabeli 4.9 so prikazani rezultati drevesnega preiskovanja Monte Carlo nad testnimi nabori podatkov.

Legenda:

- # : število izdelanih razdelitev in izračunov cen
- T : čas izvajanja
- C : cena najboljše najdene razdelitve

| Algoritem | 13 pasem in barv | | | 15 pasem in barv | | | 17 pasem in barv | | |
|--|------------------|-------|-----|------------------|-------|-----|------------------|-------|-----|
| | # | T [s] | C | # | T [s] | C | # | T [s] | C |
| Drevesno preiskovanje Monte Carlo | | | | | | | | | |
| 1000 vzorcev | 17k | 0,30 | 194 | 22k | 0,38 | 336 | 30k | 0,50 | 303 |
| 10.000 vzorcev | 115k | 1,52 | 2 | 166k | 2,20 | 281 | 225k | 3,11 | 204 |
| 100.000 vzorcev | 552k | 7,00 | 2 | 1,0M | 13,6 | 281 | 1,6M | 21,9 | 122 |

Tabela 4.9: Rezultati drevesnega preiskovanja Monte Carlo

Iskanje je našlo optimalno ocenjevalno razdelitev v primeru testne razdelitve s 13 pasmami in barvami in uporabo deset in sto tistoč naključnih vzorcev. V večjih razdelitvah ni več našlo optimalne razdelitve.

4.2.2.6 Primerjava

V tabeli 4.10 so združeni najboljši rezultati posameznih algoritmov na vseh treh testnih naborih podatkov.

Legenda:

- T : čas izvajanja
- C : cena najboljše najdene razdelitve
- F : število pasem in barv v pogledu naprej pri požrešnem iskanju s pogledom naprej

| Algoritem | 13 pasem in barv | | 15 pasem in barv | | 17 pasem in barv | |
|---|---------------------|----|---------------------|-----|---------------------|-----|
| | T [s] | C | T [s] | C | T [s] | C |
| Izčrpno iskanje | 5,75 | 2 | 35 | 21 | 216 | 114 |
| Naključno iskanje - 1 M naključnih razdelitev | 12,2 | 2 | 12,6 | 21 | 13 | 196 |
| Iterativno požrešno iskanje, F = 4 | 0,05 | 85 | 0,05 | 101 | 0,06 | 632 |
| Iterativno požrešno iskanje, F = 6 | 0,08 | 96 | 0,08 | 101 | 0,08 | 229 |
| Lokalna optimizacija, seme določeno z požrešnim iskanjem z F = 5 | 0,14 | 2 | 0,11 | 48 | 0,11 | 143 |
| Drevesno preiskovanje Monte Carlo | 1,52 | 2 | 2,20 | 281 | 21,9 | 122 |

Tabela 4.10: Primerjava najboljših rezultatov različnih algoritmov na testnih podatkih

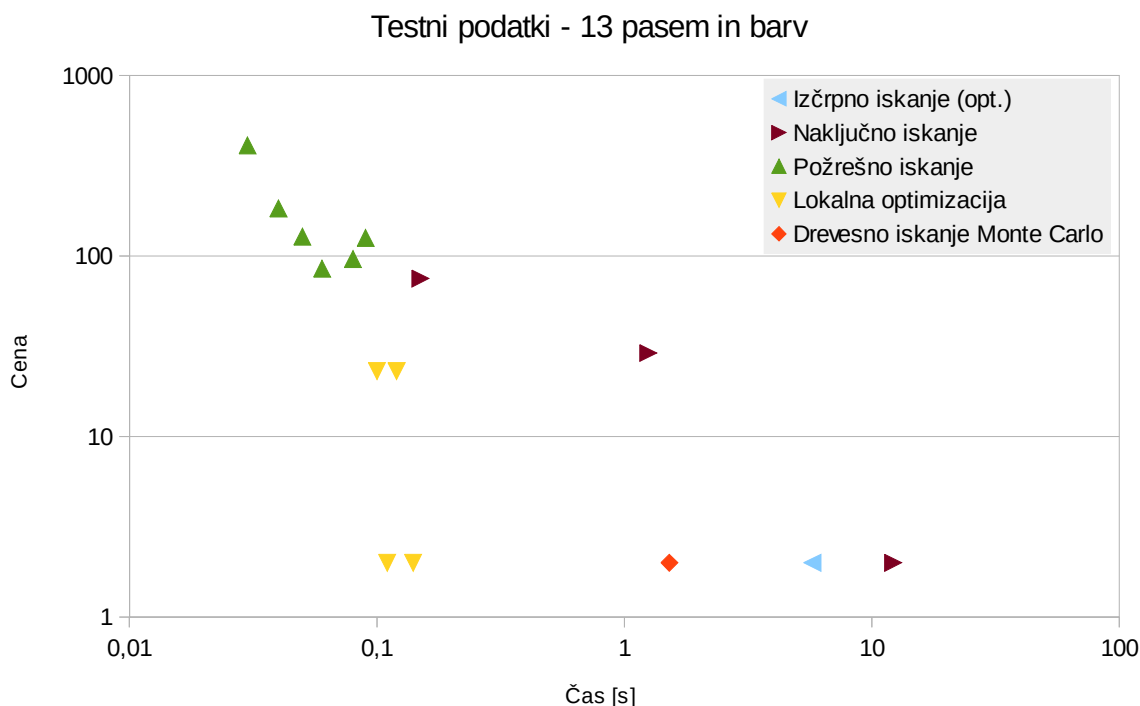
Na testnih podatkih s 13 različnimi pasmami in barvami (472.000 možnih različnih ocenjevalnih razdelitev) so optimalno rešitev poleg izčrpnega iskanja našli še naključno iskanje, lokalna optimizacija in drevesno preiskovanje Monte Carlo. Najhitreje je rešitev našla lokalna optimizacija.

Na testnih podatkih s 15 različnimi pasmami in barvami (2,8 milijona možnih ocenjevalnih razdelitev) je optimalno rešitev poleg izčrpnega iskanja našlo le še naključno iskanje, ko je preiskalo en milijon naključnih razdelitev (35% vseh možnih) v 12,6 sekundah. Lokalna optimizacija je našla nekoliko slabšo rešitev s ceno 48, a zelo hitro – v 0,11 sekundah. Drevesno iskanje Monte Carlo je tudi ob uporabi 100.000 vzorcev za določitev posameznega sodnika našlo relativno slabo razdelitev s ceno 281.

Na testnih podatkih s 17 različnimi pasmami in barvami (17 milijonov možnih ocenjevalnih razdelitev) optimalne ocenjevalne razdelitve ni našel noben algoritem (razen izčrpnega iskanja). Najboljšo rešitev je našlo drevesno preiskovanje Monte Carlo v času 2,2 sekunde. Lokalna optimizacija je našla le rahlo slabšo razdelitev s ceno 143, a v bistveno krajšem času 0,11 sekunde.

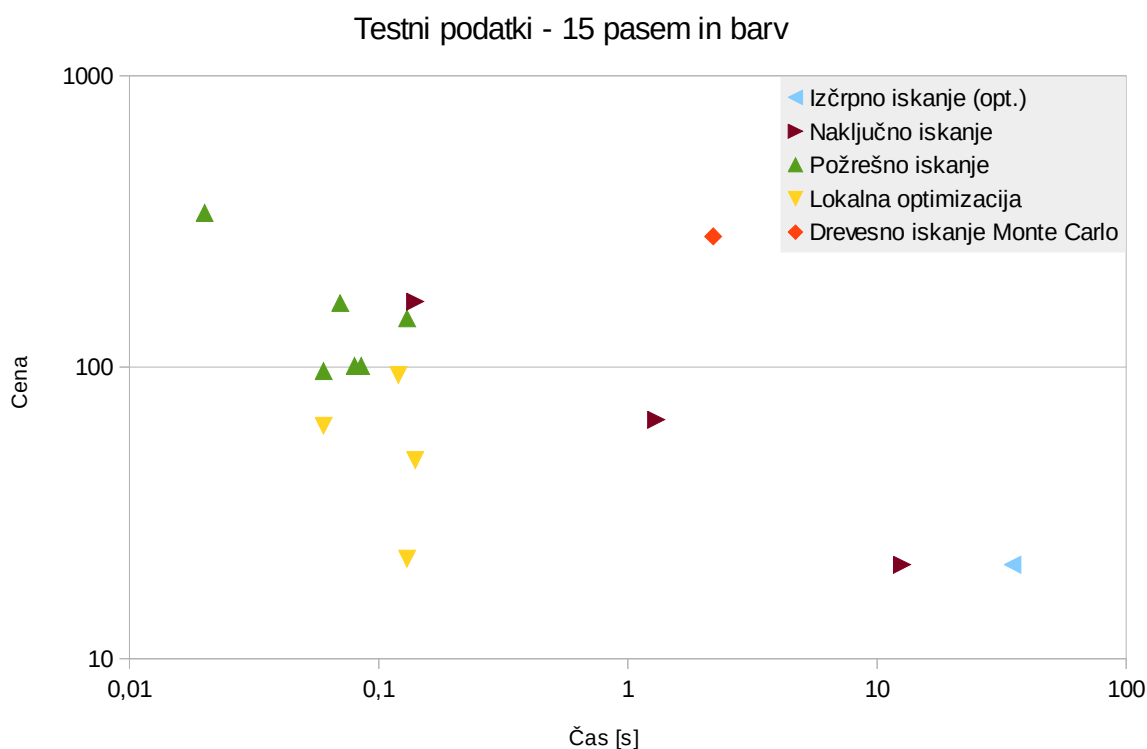
Na slikah 4.7, 4.8 in 4.9 je prikazana primerjava uspešnosti različnih algoritmov in parametrov na treh testnih naborih podatkov. Pri optimizaciji ocenjevalne razdelitve hkrati zasledujemo dva cilja – čim boljša ocenjevalna razdelitev (čim nižja cena) in čim krajši čas izdelave.

V treh primerih testnih podatkov s 13, 15 in 17 različnimi pasmami in barvami je oba cilja najbolje izpolnil algoritem lokalne optimizacije.



Slika 4.7: Primerjava uspešnosti različnih algoritmov z različnimi vhodnimi parametri pri optimizaciji ocenjevalne razdelitve testnih podatkov 13 pasem in barv

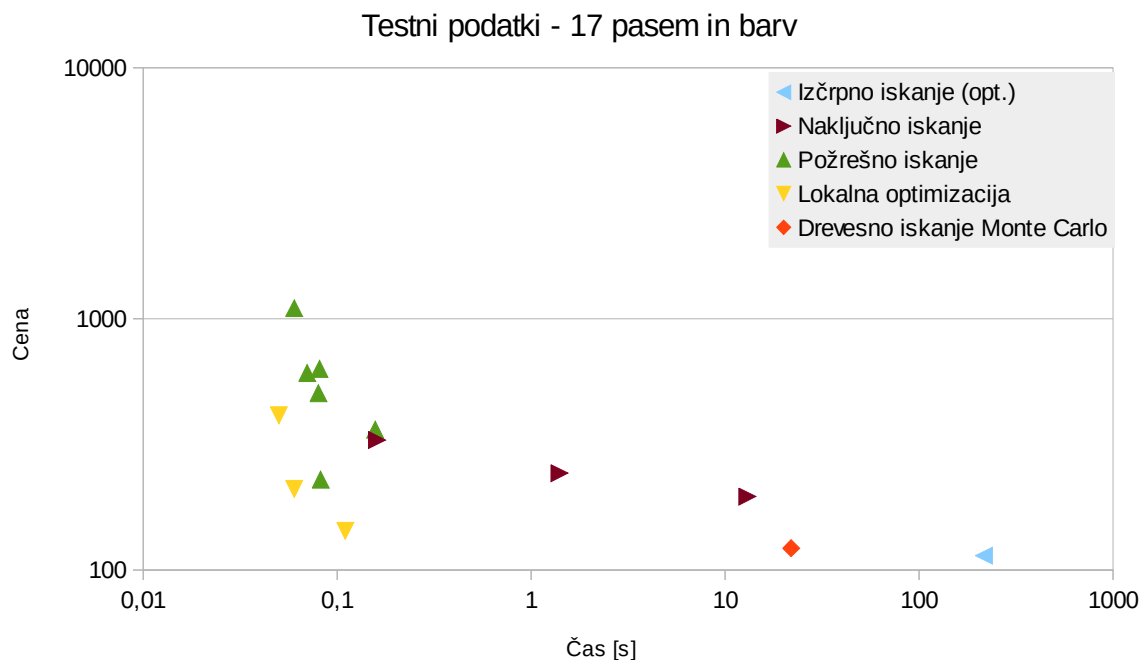
Na testnih podatkih s 13 pasmami in barvami lokalna optimizacija v zelo kratkem času odkrije optimalno ocenjevalno razdelitev. Enako razdelitev odkrije tudi naključno iskanje, vendar potrebuje za faktor 100 več časa.



Slika 4.8: Primerjava uspešnosti različnih algoritmov z različnimi vhodnimi parametri pri optimizaciji ocenjevalne razdelitve testnih podatkov 15 pasem in barv

Na testnih podatkih s 15 pasmami in barvami lokalna optimizacija v zelo kratkem času odkrije zelo dobro ocenjevalno razdelitev s ceno 22, ki je minimalno slabša od optimalne s ceno 21. Drugi algoritmi najdejo le slabše razdelitve in porabijo za faktor 100 več časa.

Na testnih podatkih s 17 pasmami in barvami lokalna optimizacija v zelo kratkem času odkrije ocenjevalno razdelitev s ceno 143. Izčrpno iskanje odkrije optimalno razdelitev s ceno 114 v 1000-krat daljšem času. Ostali algoritmi najdejo le slabše ocenjevalne razdelitve v znatno daljših časih.



Slika 4.9: Primerjava uspešnosti različnih algoritmov z različnimi vhodnimi parametri pri optimizaciji ocenjevalne razdelitve testnih podatkov 17 pasem in barv

4.2.2.7 Zaključek

V vseh treh primerih testnih podatkov so algoritmi dosegali podobne rezultate.

Naključno iskanje je teklo najdlje in našlo dokaj slabe ocenjevalne razdelitve.

Algoritmi požrešnega iskanja in izboljšave so tekle najhitreje a niso razkrile najboljših ocenjevalnih razdelitev.

Lokalna optimizacija je v vseh treh primerih testnih podatkov našla ali najboljšo ali pa relativno dobro razdelitev v najkrajšem času.

Drevesno preiskovanje Monte Carlo se je izkazalo za nezanesljivo – v primeru testnih podatkov s 13 in 17 pasmami in barvami je doseglo dober rezultat, v primeru podatkov s 15 pasmami in barvami pa je našlo precej slabšo rešitev kot vsi drugi algoritmi razen osnovnega požrešnega iskanja.

Izčrpno iskanje je vsakič teklo najdlje, a pričakovano našlo optimalno razdelitev. Z večanjem problema (števila vseh pasem in barv) se čas izčrpnega iskanja povečuje preko vseh meja,

zato lahko za optimizacijo ocenjevalne razdelitve priporočimo algoritem lokalne optimizacije, njeno začetno rešitev pa določimo s požrešnim iskanjem s pogledom naprej vsaj 4 pasme in barve.

4.3 Mednarodne razstave mačk

V poglavju 4.2 smo predstavili uspešnost različnih algoritmov optimizacije ocenjevalnih razdelitev testnih naborov podatkov, ki so bili dovolj majhni (13 do 17 pasem in barv), da smo lahko množico vseh možnih razdelitev izčrpno preiskali in tako določili optimalno razdelitev.

Na realnih mednarodnih razstavah mačk nastopa nekajkrat večje število različnih pasem in barv mačk zato izčrpno iskanje ni več možno, izvajalo bi se predolgo.

Pridobili smo podatke o razstavljenih mačkah na petih mednarodnih razstavah mačk in eni svetovni razstavi mačk:

- Mednarodna razstava mačk Longarone, Italija, 29. in 30. avgust 2015 [1]
- Mednarodna razstava mačk Celje, Slovenija, 10. in 11. oktober 2015 [2]
- Mednarodna razstava mačk Ljubljana, Slovenija, 27. in 28. februar 2016 [4]
- Mednarodna razstava mačk Zagreb, Hrvaška, 17. in 18. september 2016 [5]
- Mednarodna razstava mačk Burgdorf, Švica, 8. in 9. oktober 2016 [6]
- Svetovna razstava mačk Dunaj, Avstrija, 29. oktober 2016 [3]

Ocenjevalne razdelitve na teh razstavah so bile pripravljene ročno. Ocenili smo jih s cenilno funkcijo opisano v poglavju 3.2. Pri tem smo uporabili uteži definirane v poglavju 4.1.

Za vse te razstave smo izvedli optimizacijo ocenjevalne razdelitve z algoritmi opisanimi v poglavju 3.3. Čas izvajanja posameznega algoritma smo omejili na dve minuti – algoritme, ki so tekli dlje časa smo prekinili kot neuspešne.

V vseh opazovanih primerih je najboljšo ocenjevalno razdelitev odkril algoritem lokalne optimizacije (glej poglavje 3.3.4), ki izboljša podano semensko ocenjevalno razdelitev, katero smo pripravili s požrešnim iskanjem s pogledom naprej. V različnih primerih je najboljšo

razdelitev odkril različno »dolg« pogled naprej, včasih je bilo najbolj uspešno požrešno iskanje brez pogleda naprej.

4.3.1 Cene ocenjevalnih razdelitev

Mednarodne razstave mačk organizirajo različna felinološka društva, ki so člani krovne evropske felinološke organizacije FIFe [7] in pri izdelavi ocenjevalnih razdelitev upoštevajo enaka pravila.

Poleg podatkov o prijavljenih mačkah na teh razstavah smo pridobili uporabljene ocenjevalne razdelitve. Pripravili so jih člani društva, ki je organiziralo posamezno razstavo.

Uporabljene ocenjevalne razdelitve smo ocenili z našo cenilno funkcijo (glej poglavje 3.2) in izvedli optimizacijo ocenjevalne razdelitve z različnimi algoritmi (glej poglavje 3.3).

V vseh opazovanih primerih mednarodnih razstav je najboljšo (najnižja cena) optimizirano ocenjevalno razdelitev našel postopek lokalne optimizacije.

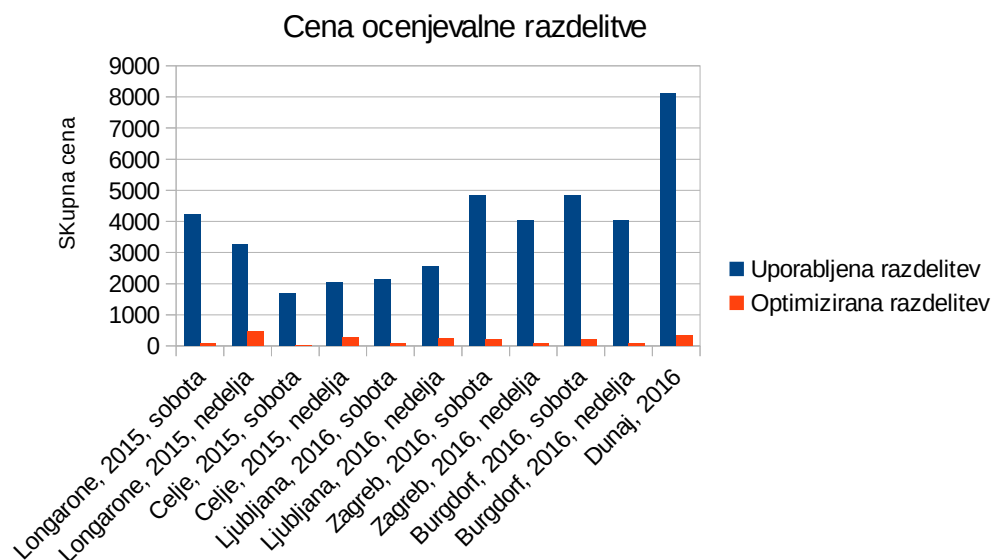
Cene posameznih kriterijev v uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah smo zbrali v prilogi D. V tabeli 4.11 in na sliki 4.10 smo zbrali cene uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitev.

| Razstava | Cena uporabljene razdelitve | Cena optimizirane razdelitve |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Longarone, 2015, sobota | 4238 | 91 |
| Longarone, 2015, nedelja | 3267 | 457 |
| Celje, 2015, sobota | 1679 | 10 |
| Celje, 2015, nedelja | 2042 | 256 |
| Ljubljana, 2016, sobota | 2139 | 88 |
| Ljubljana, 2016, nedelja | 2546 | 244 |
| Zagreb, 2016, sobota | 4847 | 218 |
| Zagreb, 2016, nedelja | 4019 | 67 |
| Burgdorf, 2016, sobota | 4847 | 218 |
| Burgdorf, 2016, nedelja | 4019 | 67 |
| Dunaj, 2016 | 8119 | 341 |

Tabela 4.11: Cene uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitev

Cene uporabljenih ocenjevalnih razdelitev so vse v rangu nekaj tisoč, kljub temu, da so jih na različnih razstavah pripravili različni eksperti.

Cene optimiziranih ocenjevalnih razdelitev so bile v vseh opazovanih primerih mednarodnih razstav bistveno nižje od cen uporabljenih razdelitev, katere je pripravil organizator. Optimizirane razdelitve sicer niso bile idealne (cene so različne od 0), a so v vseh primerih imele bistveno nižjo ceno od cen uporabljenih razdelitev.



Slika 4.10: Primerjava cen uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitev

4.3.2 Povsem izpolnjeni kriteriji

Na ceno ocenjevalne razdelitve vplivajo tudi uteži (glej poglavji 3.2 in 4.1). Različni organizatorji razstav so posameznim kriterijem lahko dali različno prioriteto (težo), ki pa nam ni znana. Da bi iz ocene uspešnosti optimizacije izločili ta neznan vpliv uteži, smo uporabljene in optimizirane ocenjevalne razdelitve primerjali tudi po številu povsem izpolnjenih kriterijev.

V tabeli 4.12 smo prikazali število povsem izpolnjenih kriterijev v uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah.

V izdelavi sobotnih ocenjevalnih razdelitev in razdelitve za svetovno razstavo Dunaj 2016 kriterij 8 nima vpliva (glej poglavje 3.2.2.8), zato ga pri primerjavi uspešnosti nismo upoštevali.

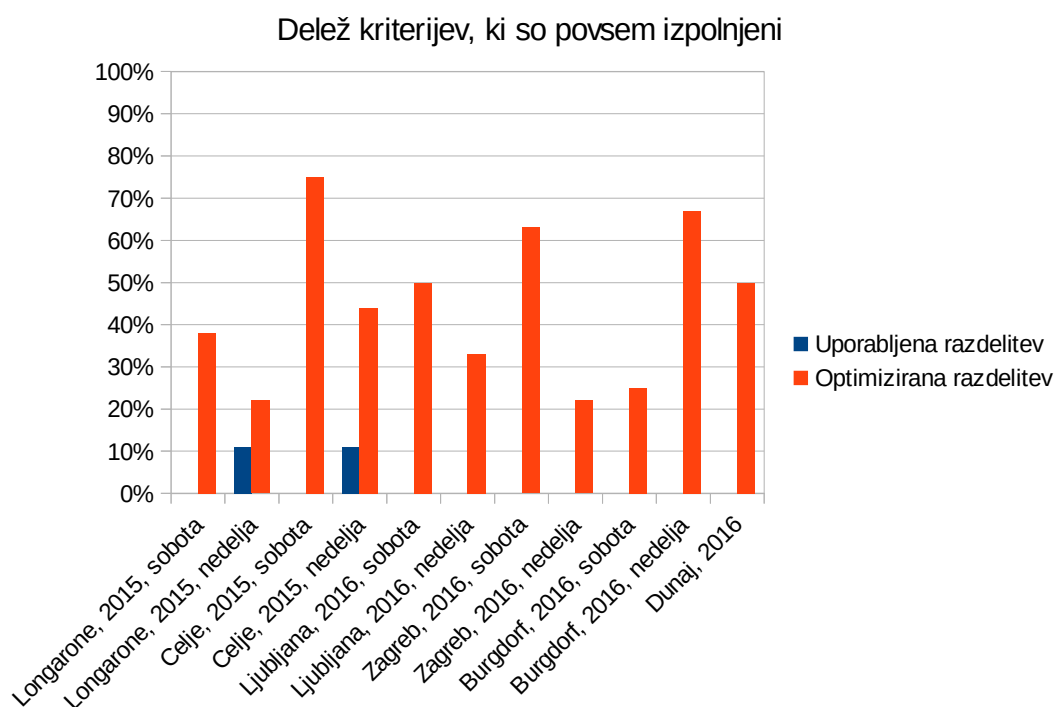
| Razstava | Št. vseh kriterijev | Število povsem izpolnjenih kriterijev | |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | | Uporabljena razdelitev | Optimizirana razdelitev |
| Longarone, 2015, sobota | 8 | 0 | 3 |
| Longarone, 2015, nedelja | 9 | 1 | 2 |
| Celje, 2015, sobota | 8 | 0 | 6 |
| Celje, 2015, nedelja | 9 | 1 | 4 |
| Ljubljana, 2016, sobota | 8 | 0 | 4 |
| Ljubljana, 2016, nedelja | 9 | 0 | 3 |
| Zagreb, 2016, sobota | 8 | 0 | 5 |
| Zagreb, 2016, nedelja | 9 | 0 | 2 |
| Burgdorf, 2016, sobota | 8 | 0 | 2 |
| Burgdorf, 2016, nedelja | 9 | 0 | 6 |
| Dunaj, 2016 | 8 | 0 | 4 |

Tabela 4.12: Število povsem izpolnjenih kriterijev v uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah

Iz rezultatov predstavljenih v tabeli 4.12 je razvidno, da optimizacija ocenjevalne razdelitve bistveno poveča število povsem izpolnjenih kriterijev. Vendar pa ne uspe določiti idealne ocenjevalne razdelitve, kjer bi bili povsem izpolnjeni vsi kriteriji.

V ročno pripravljanih uporabljenih ocenjevalnih razdelitvah je povsem izpolnjen kriterij redkost, na teh razstavah se je zgodil le v dveh primerih.

Na sliki 4.11 smo predstavili delež povsem izpolnjenih kriterijev v posamezni ocenjevalni razdelitvi.



Slika 4.11: Delež kriterijev, ki so povsem izpolnjeni v posamezni ocenjevalni razporeditvi

4.3.3 Povečanje izpolnjenosti kriterijev

Optimizirane ocenjevalne razdelitve smo z uporabljenimi primerjali tudi z vidika izboljšanja izpolnjenosti posameznih kriterijev. Opazovali smo koliko kriterijev ima v optimizirani ocenjevalni razdelitvi nižjo, enako ali višjo ceno kot v uporabljenih razdelitvah. Števila takih kriterijev smo zbrali v tabeli 4.13.

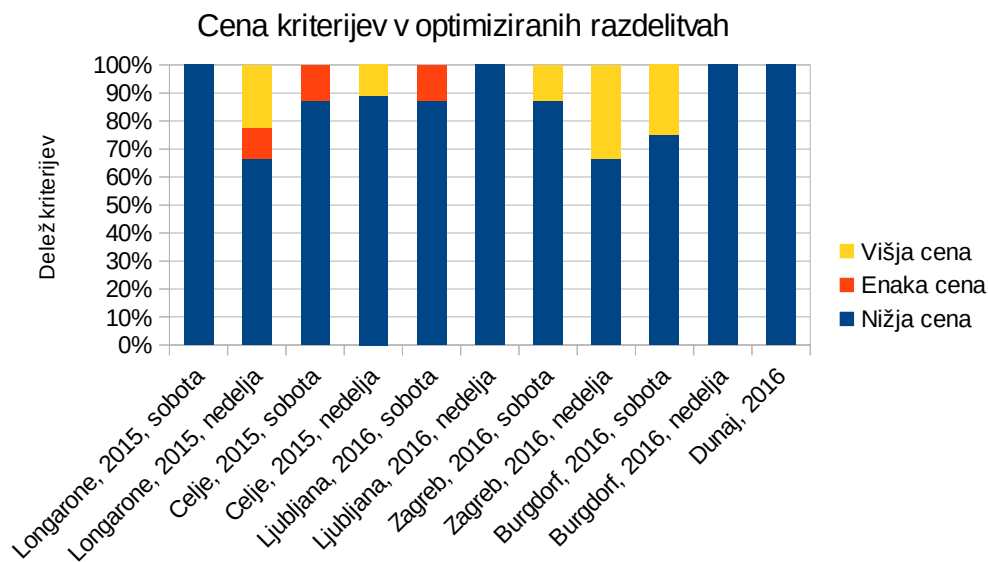
V izdelavi sobotnih ocenjevalnih razdelitev kriterij 8 nima vpliva (glej poglavje 3.2.2.8), zato ga v tej primerjavi nismo upoštevali.

V primeru svetovne razstave Dunaj 2016 poleg nismo upoštevali še kriterija 7 (glej poglavje 3.2.2.7), ker nismo uspeli pridobiti podatkov o lastnikih razstavljenih mačk (razstavljavcih).

V vseh opazovanih primerih razstav je postopek optimizacije ocenjevalne razdelitve izboljšal izpolnjenost večine kriterijev. V štirih primerih razstav je izboljšal izpolnjenost vseh kriterijev, v dveh primerih se izpolnjenost manjšega dela vseh kriterijev ni spremenila, v petih primerih pa se je poslabšala.

| Razstava | Število vseh kriterijev | Število kriterijev z nižjo ceno | Število kriterijev z enako ceno | Število kriterijev z višjo ceno |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Longarone, 2015, sobota | 8 | 8 | 0 | 0 |
| Longarone, 2015, nedelja | 9 | 6 | 1 | 2 |
| Celje, 2015, sobota | 8 | 7 | 1 | 0 |
| Celje, 2015, nedelja | 9 | 8 | 0 | 1 |
| Ljubljana, 2016, sobota | 8 | 7 | 1 | 0 |
| Ljubljana, 2016, nedelja | 9 | 9 | 0 | 0 |
| Zagreb, 2016, sobota | 8 | 7 | 0 | 1 |
| Zagreb, 2016, nedelja | 9 | 6 | 0 | 3 |
| Burgdorf, 2016, sobota | 8 | 6 | 0 | 2 |
| Burgdorf, 2016, nedelja | 9 | 9 | 0 | 0 |
| Dunaj, 2016 | 7 | 7 | 0 | 0 |

Tabela 4.13: Število izboljšanj, izenačenj in poslabšanj stopnje izpolnjenosti kriterijev v optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah v primerjavi z uporabljenimi razdelitvami



Slika 4.12: Deleži kriterijev, ki imajo v optimizirani ocenjevalni razporeditvi nižjo, enako ali višjo ceno kot v uporabljeni razdelitvi

4.4 Odziv organizatorja razstav

Organizatorju mednarodnih razstav mačk v Celju, gospe Tatjani Malgaj, smo posredovali nekaj vprašanj glede ročne priprave ocenjevalnih razdelitev in uporabe optimizacije ocenjevalne razdelitve. Vprašanja in njene odgovore ter komentarje smo navedli v prilogi C.

Ga. Malgaj že vrsto let organizira razstave mačk v Celju, ima licenco FIFe za ocenjevanje mačk pasem 1. in 2. kategorije na mednarodnih razstavah pasemskih mačk. Ob tem tudi pripravlja ocenjevalne razdelitve za razstave v Celju.

V svojih odgovorih je poudarila zahtevnost priprave ocenjevalne razdelitve in številne težave, ki se pojavljajo pri ročni izvedbi. Izrazila je zadovoljstvo z v tem delu opisanim postopkom optimizacije ocenjevalne razdelitve in poudarila, da bo to zelo olajšalo priprave na izvedbo razstave in povečalo zadovoljstvo razstavljavcev.

Poglavje 5 Sklepne ugotovitve

Naloga priprave ocenjevalne razdelitve na mednarodni razstavi mačk je zelo zahtevna. Njeno dobro reševanje presega človeške sposobnosti, kar se je jasno pokazalo iz analize ocenjevalnih razdelitev različnih izvedenih razstav.

V diplomski nalogi smo definirali cenilno funkcijo, formalni kriterij, ki poda kvaliteto poljubne ocenjevalne razdelitve na mednarodni razstavi mačk v obliki pozitivne številčne vrednosti. Cenilna funkcija predvideva uporabo uteži, s čimer podamo pomembnost posameznih kriterijev. To je pomembno v primerih, ko idealne ocenjevalne razdelitve s ceno 0 algoritem ne najde, organizator razstave mora zato skleniti kompromis – pri katerih kriterijih in v kolikšni meri bo sprejel odstopanje od ideala.

Optimizacija ocenjevalne razdelitve je možna z uporabo metod umetne inteligence. Od v nalogi implementiranih algoritmov je dal najboljše rezultate algoritem lokalne optimizacije, ki kot semensko razdelitev sprejme razdelitev, pripravljeno s požrešnim algoritmom. Algoritem se izvaja dovolj hitro tudi na zelo velikih razstavah. V vseh analiziranih primerih je našel ocenjevalno razdelitev, ki je bila bistveno boljša kot ročno pripravljene razdelitve. Vedno je nekaj posameznih kriterijev bilo izpolnjenih v celoti, ostali pa so bili kršeni le v manjši meri.

Cena razdelitve določene z lokalno optimizacijo je odvisna od semenske razdelitve, ki je vhodni parameter. Enostavna izboljšava v tej diplomski implementiranega algoritma je tako vzporedno izvajanje lokalne optimizacije, kjer vsak proces sprejme drugačno semensko razdelitev. Če vzporedno izvajanje ne presega zmoglosti strojne opreme, bi takšna izboljšava v primerljivem času lahko omogočila še boljše ocenjevalne razdelitve. Iz same številčne vrednosti cene optimizirane razdelitve pa je razvidno, da tudi tako določena razdelitev ne bo bistveno boljša od razdelitve, ki jo pripravi enkratno izvajanje algoritma.

V praksi se optimizacija ocenjevalne razdelitve izvaja iterativno. Po vnosu prijavljenih mačk in nastavitvi uteži se požene iskanje optimalne razdelitve. Pričakovati je, da ta ne bo idealna tj. nekaj kriterijev ne bo popolnoma izpolnjenih, zato je potrebno predlagano razdelitev kritično pregledati ali je morda povsem izpolnjen kakšen manj pomemben kriterij, kak drug bolj pomemben kriterij pa je kršen. V takšnem primeru se ustrezno spremeni uteži pri enem ali obeh kriterijih in ponovi iskanje optimalne razdelitve.

Optimizacija ocenjevalne razdelitve je bila uporabljena na mednarodni razstavi pasemskih mačk v Celju, 15. in 16. oktobra 2016. Razstavljavci niso izrazili nobenega pomisleka glede njim dodeljenega sodnika, organizator pa je računalniško pripravo obeh ocenjevalnih razdelitev posebej omenil v katalogu razstave. Z rezultati je bil zadovoljen in je optimizacijo uporabil tudi na razstavi v Celju leta 2017.

Literatura

- [1] Associazione Nazionale Felina Italiana, »Fashioncat Show presenta: i Gatti pu belli del Mondo Illa esposizione Internazionale Felina delle Dolomiti - Fiera di Longarone«, Longarone, 2015.
- [2] Aleksander Beccari, »Katalog mednarodne razstave mačk, Celje 2016«, Celje, 2016.
- [3] Cat Show: FIFe World Show Wien 2016. [Online]. <http://catshow.eu/2016-10-ww>
- [4] Felinološko društvo Ljubljana, »Mednarodna razstava mačk, Ljubljana 2016 Katalog«, Ljubljana, 2016.
- [5] Felinološko društvo Zagreb, »Katalog Međunarodne izložbe mačaka Zagreb, 17. - 18. rujan 2016«, Zagreb, 2016.
- [6] FEDERATION FELINE HELVETIQUE, Ausstellungskataloge und Bewertungslisten. [Online]. http://www.ffh.ch/docs/Ausstellungen/Katalog_2016_Burgdorf.pdf
- [7] Fédération Internationale Féline. (2017) Fédération Internationale Féline. [Online]. www.fifeweb.org
- [8] FIFe. (2017) Breed Standards. [Online]. http://fifeweb.org/wp/breeds/breeds_prf_stn.php
- [9] FIFe. (2017) Easy Mind System (EMS list). [Online]. <http://www1.fifeweb.org/dnld/rules/FIFeEMS.zip>
- [10] FIFe. (2017) Show Rules. [Online]. http://www1.fifeweb.org/dnld/rules/show_rules_en.zip
- [11] FIFe. (2017) The FIFe Easy Mind System (EMS). [Online]. http://fifeweb.org/wp/breeds/breeds_ems.php
- [12] Jay Laurence Lush, »The Genetics of Populations«, Iowa State University, Ames, 1994.

- [13] mcts.ai (2017) Monte Carlo Tree Search. [Online]. <http://mcts.ai>
- [14] E. Rich and K. Knight, »Artificial Intelligence,« McGraw-Hill Higher Education, 1991.
- [15] Barbara Rischkowsky and Dafydd Pilling, »The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture,« Food & Agriculture Organization, Rome, 2007.
- [16] Upama Sarkar, P. P. Chakrabarti, Sujoy Ghose, S. C. Desarkar, »Improving Greedy Algorithms by Lookahead-Search,« v Journal of Algorithms, Volume 16, Issue 1, strani 1-23, Indian Institute of Technology, Khargapur, januar 1994.

Priloga A. Raznobarvnost pasem mačk

V tabeli A.1 smo navedli število različnih prepoznanih barvnih variant posameznih pasem mačk. Pri nekaterih pasmah so različne barve združene v grupe in tekmujejo kot ista barva.

| Pasma | Število barv | Pasma | Število barv |
|-------------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| Abesinka | 8 | Manx | 4 |
| Ameriška kodrasta dolgodlaka | 2384 | Egipčanska Mau | 3 |
| Ameriška kodrasta kratkodlaka | 2384 | Maine Coon | 577 |
| Balinese | 29 | Neva masquerade | 152 |
| Bengalska | 8 | Norveška gozdna | 849 |
| Burmila | 114 | Ocicat | 12 |
| Britanska dolgodlaka | 1065 | Orientalška dolgodlaka | 393 |
| Britanska kratkodlaka | 979 | Orientalška kratkodlaka | 393 |
| Burmanska | 10 | Peterbald | 2241 |
| Kartuzijska | 1 | Perzijska | 495 |
| Korniš reks | 2382 | Ragdoll | 60 |
| Cymric | 4 | Ruska modra | 1 |
| Devon reks | 2382 | Sveta birmanka | 20 |
| Don sphynx | 740 | Siamka | 29 |
| Evropska mačka | 106 | Sibirka | 577 |
| Eksotska | 488 | Singapurka | 1 |
| Nemška reks | 2382 | Snowshoe | 56 |
| Domača dolgodlaka | 2 | Sokoke | 1 |
| Domača kratkodlaka | 2 | Somalijka | 8 |
| Japonska Bobtail | 396 | Sfinga | 740 |
| Kurilska dolgodlaka bobtail | 571 | Sejšelska dolgodlaka | 84 |
| Kurilska kratkodlaka bobtail | 571 | Sejšelska kratkodlaka | 84 |
| Korat | 1 | Tajska | 2 |
| Dolgodlaka LaPerm | 2 | Turška angora | 577 |
| Kratkodlaka LaPerm | 2 | Turška van | 36 |

Tabela A.1: Število različnih prepoznanih barv posameznih pasem mačk

Priloga B. Algoritem cenilne funkcije

| Vrednost | Izračun |
|---|--|
| Kriterij 1: Obremenitev sodnikov - Število mačk | |
| V_1 | za vse različne sodnike S : $V_1(S) = 0$ za vse različne pasme in barve PB: če je PB dodeljena sodniku S : $V_1(S)$ povečaj za 1 |
| I_1 | $I_1 = \text{št. vseh mačk} / \text{št. vseh sodnikov}$ |
| C_1 | $C_1 = 0$ za vse različne sodnike S : izračunaj absolutno razliko med $V_1(S)$ in I_1 če je razlika večja ali enaka 1 : povečaj C_1 za to razliko |
| Kriterij 2: Obremenitev sodnikov - Število izborov Best in Variety | |
| V_2 | $ST_BIV = 0$ za vse različne sodnike S : $V_2(S) = \text{št. vseh izbiranj BIV pri sodniku S}$ ST_BIV povečaj za $V_2(S)$ |
| I_2 | $I_2 = ST_BIV / \text{št. vseh sodnikov}$ |
| C_2 | $C_2 = 0$ za vse različne sodnike S : izračunaj absolutno razliko med $V_2(S)$ in I_2 če je razlika večja ali enaka 1 : povečaj C_2 za razliko |
| Kriterij 3: Obremenitev sodnikov - Število izborov za nominacijo | |
| V_3 | $ST_NOM = 0$ za vse različne sodnike S : $V_3(S) = \text{št. vseh izbiranj NOM pri tem S}$ ST_NOM povečaj za $V_3(S)$ |
| I_3 | $I_3 = ST_NOM / \text{št. vseh sodnikov}$ |
| C_3 | $C_3 = 0$ za vse različne sodnike S : izračunaj absolutno razliko med $V_3(S)$ in I_3 če je razlika večja ali enaka 1 : povečaj C_3 za razliko |

| Kriterij 4: Obremenitev sodnikov - Skupaj delo | |
|--|---|
| V_4 | za vse različne sodnike S : $V_4(S) = 0$ za vse različne kategorije KAT : za vse skupine pasemskih mačk SP : če je št. mačk v tej KAT in SP za sodnika S > 1 : povečaj $V_4(S)$ za št. mačk za vse skupine domačih mačk SD : če je št. mačk za to SD za sodnika SOD > 1 : povečaj $V_4(S)$ za št. mačk povečaj $V_4(S)$ za ST_BIV pri tem S povečaj $V_4(S)$ za št. mačk pri tem S |
| I_4 | $SKUP = 0$ za vse različne sodnike S : za vse različne kategorije KAT : za vse skupine pasemskih mačk SP : če je št. mačk v tej KAT in SP za sodnika S > 1 : povečaj SKUP za št. mačk za vse skupine domačih mačk SD : če je št. mačk za to SD za sodnika S > 1 : povečaj SKUP za št. mačk povečaj SKUP za ST_BIV pri tem S povečaj SKUP za št. mačk pri tem S $I_4 = ST_SKUP / \text{št. vseh sodnikov}$ |
| C_4 | $C_4 = 0$ za vse različne sodnike S : izračunaj razliko med $V_4(S)$ in I_4 če je razlika večja ali enaka 1 : povečaj C_4 za razliko |
| Kriterij 5: Konkurenca - Konkurenca znotraj pasme | |
| V_5 | za vse različne sodnike S : za vse različne pasme P: $V_5(S, P) = \text{število mačk pasme P pri sodniku S}$ |
| I_5 | za vse različne pasme P : CNT = število mačk pasme P za vse različne pasme P : $I_5(P) = CNT / \text{št. vseh sodnikov}$ |

| | |
|--|---|
| C_5 | $C_5 = 0$ za vse različne sodnike S : za vse različne pasme P: izračunaj absolutno razliko $V_5(S, P)$ in $I_5(S, P)$ če je razlika večja ali enaka 1 : povečaj C_5 za razliko |
| Kriterij 6: Konkurenca - Konkurenca za nominacijo | |
| V_6 | za vse različne skupine SKUP : za vse različne kategorije K : za vse različne sodnike S : $V_6(SKUP, K, S) = \text{št. mačk pri tem S za to KAT in SKUP}$ |
| I_6 | za vse različne skupine SKUP : za vse različne kategorije K : $I_6(SKUP, K) = (\text{št. mačk v tej K in SKUP}) / \text{št. vseh sodnikov}$ |
| C_6 | $C_6 = 0$ za vse različne skupine SKUP : za vse različne kategorije KAT : za vse različne sodnike S : izračunaj razliko med $V_6(S, K, S)$ in $I_6(S, K)$ če je razlika večja ali enaka 1 : povečaj C_6 za razliko |
| Kriterij 7: Konkurenca - Konkurenca mačk istega razstavljavca | |
| V_7 | za vse različne pasme in barve PB : S = sodnik, kateremu je dodeljena PB za vse mačke M v tej PB : R = razstavljavca mačke M K = kategorija mačke M SKUP = skupina mačke M povečaj števec $V_7(R, K, SKUP, S)$ za št. mačk od tega R pri tem S |
| I_7 | $I_7 = 1$ |
| C_7 | $C_7 = 0$ za vse različne sodnike S : za vse razstavljavce R : če $V_7(R, K, SKUP, S) > 1$: povečaj C_7 za $V_7(R, K, SKUP, SOD) - 1$ |

| Kriterij 8: Konkurenca – Izogibanje ponavljanju sobotne konkurence | |
|---|--|
| V_8 | $V_8 = 0$ za vse različne kataloške številke KAT_ST : za vse kat. št. v sobotni skupini SS za to KAT_ST : če ima SS istega sodnika kot KAT_ST : povečaj V_8 za 1 |
| I_8 | $I_8 = 0$ |
| C_8 | $C_8 = V_8$ |
| Kriterij 9: Uspešnost – Čim večje število nominacij | |
| V_9 | $V_9 = 0$ za vse različne skupine SKUP : za vse različne kategorije (KAT) : PRAZNIH = 0 VEC_KOT_ENA = 0 za vse različne sodnike S : SKS = št. mačk pri tem S za to KAT in SKUP če je SKS enako 0 : povečaj števec PRAZNIH za 1 če je SKS večje od 1 : povečaj števec VEC_KOT_ENA za (SKS - 1) če PRAZNIH > 0 : če VEC_KOT_ENA > 0 : povečaj V_9 za $\text{MIN}(\text{PRAZNIH}, \text{VEC_KOT_ENA})$ |
| I_9 | $I_9 = 0$ |
| C_9 | $C_9 = V_9$ |

Tabela B.1: Izračun cene posameznih kriterijev

Priloga C. Intervju z organizatorjem razstav

C.1 Ročna priprava ocenjevalnih razdelitev

1. vprašanje: Od kod izvirajo kriteriji, ki se jih upošteva pri pripravi ocenjevalne razdelitve?

Ga. Tatjana Malgaj: *Mačke na razstavah ocenjujejo mednarodni sodniki, ki pri svojem delu upoštevajo predpisane standarde za vsako pasmo in kriterije za ocenjevanje mačk, ki jih določa pravilnik mednarodne felinološke organizacije. Kljub temu pa se ne da izogniti individualnem pogledu sodnikov na določen kriterij, kot je lahko subjektiven pogled na kakšno umetniško delo. To včasih pride do izraza v primeru, ko se mora odločiti za eno izmed dveh, treh... izredno lepih mačk, ki v vseh pogledih ustrezajo predpisanemu standardu.*

Vsak razstavljaivec si želi, da bi bil na razstavi deležen pravičnega ocenjevanja in bi bili zmagovalci res tisti, ki si to zaslužijo. Na drugi strani pa je tak tudi interes organizatorjev, saj se zadovoljni razstavljalci take razstave v prihodnje radi ponovno udeležijo.

Kot vzrediteljica sem se v preteklosti pogosto udeleževala razstav doma in v tujini, zato imam bogate izkušnje kot razstavljalca in razumem občasne nezadovoljne razstavljalce. Včasih se je zgodilo, da je imel sodnik pri izboru za eno nominacijo na voljo 3 samce vrhunske kvalitete, drugi pa le enega povprečnega in ga je nominiral za BIS. Ker je že sama nominacija za BIS za razstavljalca velik dosežek, je bil vsaj eden tistih treh pri prvem sodniku za to oškodovan.

Kot mednarodna sodnica pasemskih mačk pa sem pridobivala izkušnje v številnih evropskih državah, ki sem jih s pridom uporabila pri organizaciji mednarodnih razstav v Celju.

V FIFe obstajajo sodniška in razstavna pravila, ki jih je potrebno obvezno upoštevati pri organizaciji mednarodnih razstav, ki so pod okriljem te krovne organizacije. V pravilih za sodnike je za organizatorje razstav pomembno le to za katere kategorije in pasme mačk imajo posamezni sodniki licenco ter kolikšno je največje število mačk, ki mu jih organizatorji lahko dodelimo za ocenjevanje na posameznih razstavah. Običajno organiziramo skupaj po dve enodnevni razstavi. Obe sta zaključeni enoti. Nekateri

razstavljalci se udeležijo ene razstave, to je le v soboto ali le v nedeljo, večina pa obeh. Zato je pri razporeditvi potrebno upoštevati tudi to dejstvo.

2. vprašanje: Kako se določi pomembnost posameznih kriterijev, ki se jih upošteva pri ročni pripravi ocenjevalne razdelitve?

Ga. Tatjana Malgaj: *Ko sem sestavljala kriterije [za pripravo razdelitve, op. a.] sem najprej izhajala iz svojih izkušenj razstavljalke. Kdo so organizatorji? So bile v preteklosti pri njih opazne razporeditve, ki so privilegirale posameznike, morda mačke organizatorjev, prijateljev...? Kašen sloves imajo sodniki? So pristranski? Koliko mačk bom prijavila? Če bo vse moje mačke ocenjeval isti sodnik, kot se mi je to zgodilo lani, ne bom prijavila mačk, ki bi si bile v konkurenci. Za svojo mačko ne potrebujem dveh mnenj in ocen istega sodnika. Če sem imela danes smolo, da sem imela v konkurenci mačke svetovno znanega vzreditelja, upam, da bom imela jutri več sreče.*

Z vidika organizatorja se mi zdi pomembno, da ne prihaja do napak, ki bi lahko bile usodne za izvedbo razstave, da so razstavljalci zadovoljni in bodo pripeljali na razstavo čim več svojih mačk ter bodo z veseljem prišli tudi na prihodnjo razstavo. Najpomembneje pa je, da imajo sodniki res možnost izbrati najboljše mačke med najboljšimi.

3. vprašanje: Koliko časa je zahtevala ročna priprava razdelitve?

Ga. Tatjana Malgaj: *Razporejali sva vedno dve osebi, ker sva delali raspored za oba dneva hkrati. Iz razstavnega programa prijavljenih mačk sva dobili izpise mačk po kataloških številkah, kjer je bilo označeno ali je mačka prijavljena za oba dneva ali samo za soboto ali nedeljo. Za razporejanje sva potrebovali barvne kode mačk ter število prijav v vsaki barvi. Drug izpisek je bil narejen po razstavljalcih, da sva lahko mačke istega lastnika, ki bi si bile v konkurenci, razporedili k različnim sodnikom. Po večletnih izkušnjah sva za ta del porabili približno 3 do 4 ure (odvisno od števila prijavljenih mačk in sodnikov). Pri delu sva uporabljali karo papir in svinčnik, da se je dalo sproti popravljati in premeščati kode. V primeru, da je med delom prišlo do napake sva za popravke potrebovali še dodatne pol ure.*

Po končanem razporejanju sva preverili pravilnost razporeditve, če so razporejene vse mačke, in če ni podvajanj. Za to sva uporabili dva nova izpisa iz kataloga in sicer prijavljene mačke samo za 1. in samo za 2. razstavni dan. Na koncu sva naredili čistopis, za vpis v razstavni program in nadaljnjo pripravo dokumentov in ocenjevalnih listov.

C.2 Optimizacija ocenjevalne razdelitve

1. vprašanje: Kako kvalitetna je optimizirana ocenjevalna razdelitev?

Ga. Tatjana Malgaj: *Pred pričetkom dela avtor programa ni imel izkušenj in strokovnega znanja z organizacijo razstav. Tako sem sodelovala pri nastajanju tega programa s postavljanjem kriterijev in zahtev. Avtor je hitro doumel bistvo in naredil program, ki je popolnoma dosegel vsa moja pričakovanja.*

2. vprašanje: Bi v optimizirani ocenjevalni razdelitvi kaj spremenili?

Ga. Tatjana Malgaj: *Po dosedanjih izkušnjah, ni videti, da bi bilo potrebno program spreminjati, ker ga je možno prilagajati zahtevam različnih organizatorjev, številu sodnikov, ki bi naj ocenjevali posamezne kategorije in izjemoma tudi razstavljavcu, če navede tehten razlog za kakšno prošnjo.*

Naslednja stopnja nadgradnje tega programa bo nov računalniški program za katalog prijavljenih mačk, takrat bo avtomatičen tudi vnos/uvoz prijavljenih mačk v distribucijski program.

3. vprašanje: V optimizirani ocenjevalni razdelitvi je lahko kak kriterij slabše izpolnjen, kot bi bil v ročno pripravljene razdelitvi. Kako gledate na to?

Ga. Tatjana Malgaj: *Slabše, kot je ročna razporeditev, ne more biti, saj so kriteriji v programu rezultat izkušenj z ročno razdelitvijo in dolgoletnimi izkušnjami. Lahko je boljša, saj ni napak, ki bi bile posledica človeškega faktorja (utrujenosti, površnosti, ...)*

C.3 Uporaba v praksi

1. vprašanje: Kakšni so bili vaši pomisleki pred uporabo optimizacije ocenjevalne razdelitve v praksi?

Ga. Tatjana Malgaj: *Program je bil prvič preizkušen na naši razstavi oktobra 2016, v Celju. Ko je bila distribucija narejena s programom, sva s kolegico naredili preizkus in pretvorili rezultate v staro obliko, saj sva imeli na tak način boljši pregled nad rezultatom. Za to sva sicer porabili 1.5 ure, vendar je bilo to potrebno, da nas na razstavi ne bi presenetila kakšna napaka. Le tako sva se lahko prepričali, ali je program dobro opravil svoje delo.*

2. vprašanje: Zakaj ste se odločili, da je programska optimizacija ocenjevalne razdelitve primerna za uporabo na razstavi?

Ga. Tatjana Malgaj: *Programska razdelitev se mi zdi dobra rešitev, saj onemogoča morebitno pristranskost pri kombiniranju konkurence in s tem tudi vplivanja na rezultate.*

3. vprašanje: Kakšni so bili odzivi razstavljalcev?

Ga. Tatjana Malgaj: *Pritožb ni bilo, kar je bil dober znak, nekaj je bilo tudi pohval. Občutek, da so razstavljalci zadovoljni in dobro razpoloženi je sicer subjektiven, vendar je potrebno upoštevati tudi te občutke, saj dajo organizatorju zagon za delo tudi v prihodnje. To je namreč hobi in prostovoljno delo, ki bo manj stresno z uporabo tega programa.*

4. vprašanje: So razstavljalci opazili »drugačnost« ocenjevalne razdelitve?

Ga. Tatjana Malgaj: *Razstavljalci so dobili pisno informacijo o tem, da smo uporabili za distribucijo popolnoma nov program, ki upošteva opisane kriterije. To, da so bili pred ocenjevanjem seznanjeni s kriteriji, se mi zdi zelo pomembno, ker so se med samo razstavo o tem lahko tudi prepričali, saj so gotovo bolj pozorno spremljali potek ocenjevanja in v BIS.*

5. vprašanje: Nameravate programsko optimizacijo ocenjevalne razdelitve še uporabiti?

Ga. Tatjana Malgaj: *Naša naslednja razstava bo letos oktobra. Program bomo zagotovo uporabili, verjetno pa bomo tudi letos še naredili kontrolo razdelitve, ker se je program v tem letu še dopolnjeval.*

6. vprašanje: Vidite kakšne pomanjkljivosti programske optimizacije ocenjevalne razdelitve?

Ga. Tatjana Malgaj: *Za enkrat se še niso pokazale.*

7. vprašanje: Bi programsko optimizacijo ocenjevalne razdelitve priporočili drugim organizatorjem razstav?

Ga. Tatjana Malgaj: *Vsekakor bi jim to priporočila, vendar razumem njihovo začetno zadržanost in dvom, saj je to prvi tak program. Osebnostno še nisem slišala, da bi v kateri od sosednjih držav tak program že obstajal. Pri prvi uporabi bi jim priporočila ročno kontrolo razdelitve, le tako se lahko prepričajo, da dobro deluje in brez skrbi pristopijo k izvedbi same razstave.*

8. vprašanje: Vidite v programsko pripravljene razdelitvi dodano vrednost razstave oz. takšna razdelitev v splošnem razstavljavcem nudi več?

Ga. Tatjana Malgaj: *Ko ga bodo bolje spoznali in nam zaupali, da ga uporabljamo na vseh naših razstavah, se bodo zagotovo odločali za sodelovanje na razstavi brez bojazni, da bo človeški faktor organizatorjev vplival na njihove rezultate. Potrebno bo dobro informiranje lastnikov mačk in vzrediteljev in predstaviti vse prednosti take distribucije.*

Priloga D. Cene kriterijev v uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah

| Kriterij | Longarone, 2015 | | Celje, 2015 | | Ljubljana, 2016 | | Zagreb, 2016 | | Burgdorf, 2016 | | Dunaj, 2016 |
|--|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | SOB uporab. optim. | NED uporab. optim. | SOB uporab. optim. | NED uporab. optim. | SOB uporab. optim. | NED uporab. optim. | SOB uporab. optim. | NED uporab. optim. | SOB uporab. optim. | NED uporab. optim. | SOB uporab. optim. |
| 1. Obremenitev sodnikov - Število mačk | 16,17 1,17 | 9,33 1,33 | 7,00 0,00 | 8,75 0,00 | 5,40 0,00 | 4,20 0,00 | 7,50 0,00 | 7,00 2,25 | 18,71 1,14 | 13,43 0,00 | 34,00 0,00 |
| 2. Obremenitev sodnikov - Število BIV | 5,33 4,00 | 3,00 4,33 | 1,25 1,25 | 0,00 3,00 | 6,00 6,00 | 6,00 5,40 | 3,00 5,25 | 4,25 1,25 | 4,43 7,86 | 5,57 0,00 | 23,50 8,50 |
| 3. Obremenitev sodnikov - Število nominacij | 13,50 10,00 | 4,00 9,33 | 6,00 0,00 | 10,00 4,00 | 13,60 13,20 | 16,40 14,40 | 7,50 7,25 | 5,00 9,50 | 9,14 18,00 | 13,43 10,00 | 43,67 0,00 |
| 4. Obremenitev sodnikov - Skupaj delo | 18,67 2,33 | 12,00 9,00 | 12,00 0,00 | 15,50 1,25 | 14,00 4,00 | 15,20 7,20 | 8,00 0,00 | 12,25 13,50 | 28,29 7,00 | 23,57 6,29 | 73,17 7,26 |
| 5. Konkurenca znotraj pasme | 42,00 7,83 | 33,50 10,50 | 13,00 6,00 | 12,58 8,75 | 37,80 10,20 | 30,60 18,60 | 9,08 3,25 | 12,50 18,17 | 54,34 9,20 | 58,74 4,70 | 74,78 7,26 |
| 6. Konkurenca za nominacijo | 67,83 0,00 | 47,17 3,33 | 23,58 0,00 | 10,25 0,00 | 28,33 0,00 | 27,93 2,00 | 28,08 0,00 | 36,50 1,25 | 62,45 1,33 | 49,78 0,00 | 129,74 0,00 |
| 7. Konkurenca mačk istega razstavljalca | 1 0 | 0 0 | 2 0 | 4 0 | 4 0 | 4 0 | 3 0 | 3 0 | 8 0 | 5 0 | - |
| 8. Izogibanje ponavljanju sobotne konkurence | - | 43 16 | - | 78 22 | - | 42 3 | - | 38 13 | - | 27 0 | - |
| 9. Število ne-nominiranih mačk | 15 0 | 13 0 | 3 0 | 1 0 | 2 0 | 5 0 | 9 0 | 10 0 | 22 0 | 19 0 | 14 0 |
| Cena razdelitve | 4238 91 | 3267 457 | 1679 10 | 2042 256 | 2139 88 | 2546 244 | 2036 41 | 2882 367 | 4847 218 | 4019 67 | 8119 341 |

Tabela D.1: Cene posameznih kriterijev v uporabljenih in optimiziranih ocenjevalnih razdelitvah na opazovanih razstavah