

Analiza “Million Songs” skupa podataka

Seminarski rad u okviru kursa
Istraživanje podataka
Matematički fakultet

Milana Kovačević

Ivan Ristović

jun 2018.

Abstract

U ovom radu su dati rezultati istraživanja skupa podataka *Million Songs Dataset*. Nakon kratkog opisa strukture samog skupa, opisan je način na koji je on obradjen kako bi se prilagodio korišćenim alatima. Uočene su značajne zavisnosti izmedju atributa. Neke od ovih informacija su dobijene vizuelizacijom skupa atributa, dok su druge dobijene kao izlazi određenih algoritama. Postupak analize podataka je detaljno opisan, a najbolje rezultate analize je dao algoritam *Apriori*.

Contents

1	Opis skupa podataka	2
2	Korišćeni alati	2
3	Preprocesiranje i vizualizacija podataka	2
4	Pravila pridruživanja	11
4.1	Zavisnosti izmedju žanrova	11
4.2	Zavisnost žanra od decenije	12
4.3	Zavisnost žanra od lokacije	12
5	Klasifikacija	12
5.1	Klasifikacija metodom K najbližih suseda	13
5.2	Klasifikacija stablom odlučivanja	15
6	Zaključak	16
	Literatura	16
A	Primer sloga iz skupa podataka	18
B	Konverzija iz HDF5 u CSV format	19

1 Opis skupa podataka

The Million Song Dataset [7] je skup od milion slogova koji sadrže informacije o popularnim pesmama. S obzirom da ovaj skup preveliki za udoban rad, ograničićemo se na podskup od deset hiljada slogova izdvojen od strane autora originalnog skupa.

Svaki slog pomenutog skupa podataka sadrži informacije o jednoj pesmi: detalje o izvođaču, segmentima, tempu kao i ID pesme na raznim online servisima (*Echo Nest* [5], *7digital* [1], *MusicBrainz* [3] i *PlayMe* [4]). Detaljne informacije o atributima se mogu videti na slici 2. Primer jednog sloga se može videti u dodatku A.

Skup u svojoj originalnoj formi je organizovan u *HDF5* format [8]. Mi ćemo izdvojiti informacije iz datog modela i podatke organizovati u CSV format, zarad lakšeg ubacivanja u alate koje ćemo opisati kasnije. Ova transformacija je izvršena korišćenjem Python skripti iz MSongsDB repozitorijuma [2], modifikovanih za naše potrebe. Kompletne skripte se mogu naći u dodatku B.

2 Korišćeni alati

Za obradu podataka, korišćeni su alati *Knime Analytics Platform* [10] i *IBM SPSS Modeler* [9]. *IBM SPSS Modeler* je pretežno korišćen pretežno za vizuelizaciju, dok je *KNIME AP* korišćen za manipulisanje podacima, vizuelizaciju i primenu algoritama.

3 Preprocesiranje i vizualizacija podataka

U ovom odeljku ćemo pokušati da čitaoca upoznamo sa skupom podataka. Uz vizualne prikaze raznovrsnosti skupa i analize njegovih specifičnosti došli smo do bitnih zaključaka koji su kasnije uticali na dalje istraživanje skupa i njegovih karakteristika.

Pre samog preprocesiranja podataka koje je neophodno za istraživanje, izvršili smo analizu statističkih podataka dobijenih na osnovu skupa. Dobijene statistike se mogu videti na tabeli 1.

Column	Min	Max	Mean	Std. deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Overall sum
ArtistLatitude	-41.281	151246	94.001	2641.518	6977616.187	52.760	2922.508	352221.307
Duration	-114	1815.222	238.379	113.117	12795.546	3.20372	24.813	2375926.299
Loudness	-51.643	261.538	-10.444	6.217	38.644	8.711	396.106	-104109.426
Tempo	0	262.828	122.868	35.216	1240.182	0.404	0.487	1224748.712
Year	1	2010	1996.381	42.910	1841.236	-43.0545	1997.926	9317112
Energy	0	0.399	7.614E-05	0.005	2.893E-05	70.828	5029.175	0.758
Mode	0	1	0.691	0.462	0.21363	-0.826	-1.319	6876
ModeConfidence	0	4	0.478	0.194	0.0378	0.338	10.728	4760.435

Figure 1: Statistike nama relevantnih atributa iz skupa

Neki od atributa koji su vizuelizovani kasnije u ovom odeljku nisu u potpunosti prisutni u skupu, tako da je analiza takvih atributa radjena samo nad slogovima gde nema nedostajućih vrednosti za te attribute.

Jedna od opštih transformacija je nad atributom koji sadrži informacije o žanru. Žanr je podatak koji je originalno dat kao niz niski. Medjutim, sadržaj ovog niza nije tačno definisan, već on ponekad u sebi sadrži

čitavu rečenicu koja opisuje žanr. Jednostavna, a neophodna transformacija je bila da iz ovog niza izbacimo pojavljivanje reči *and*, čije je često pojavljivanje remetilo rezultate.

Atribut	Tip podatka	Kratki opis
analysis sample rate	float	učestalost uzorkovanja
artist 7digitalid	int	7digital ID izvodjača ili -1
artist familiarity	float	algoritamska aproksimacija
artist hotttnesss	float	algoritamska aproksimacija
artist id	string	Echo Nest ID izvodjača
artist latitude	float	geografska širina
artist location	string	lokacija autora
artist longitude	float	geografska dužina
artist mbid	string	MusicBrainz ID izvodjača
artist mbtags	array string	niz MusicBrainz tagova
artist mbtags count	array int	broj MusicBrainz tagova
artist name	string	ime autora
artist playmeid	int	PlayMe ID izvodjača ili -1
artist terms	array string	niz Echo Nest tagova
artist terms freq	array float	frekvencije Echo Nest tagova
artist terms weight	array float	težina Echo Nest tagova
audio md5	string	MD5 heš kod audio zapisa
bars confidence	array float	pouzdanost takta
bars start	array float	niz početaka taktova
beats confidence	array float	pouzdanost ritma
beats start	array float	niz početaka ritmova
danceability	float	algoritamska aproksimacija
duration	float	trajanje audio zapisa (u sekundama)
end of fade in	float	vreme u odnosu na pocetak u kom prestaje fade-in efekat (u sekundama)
energy	float	algoritamska aproksimacija energije pesme od strane slušaoca
key	int	tonalitet u kojem je audio zapis
key confidence	float	pouzdanost tonaliteta
loudness	float	prosečna jačina (u dB)
mode	int	mod - dur ili mol
mode confidence	float	pouzdanost moda
release	string	ime albuma
release 7digitalid	int	7digital ID albuma ili -1
sections confidence	array float	niz pouzdanosti stihova
sections start	array float	počeci stihova
segments confidence	array float	niz pouzdanosti segmenata
segments loudness max	array float	niz maksimalnih jačina unutar segmenata (u dB)
segments loudness max time	array float	niz vremena dostizanja maksimalne jačine unutar segmenata
segments loudness max start	array float	niz jačina na počecima segmenata
segments pitches	2D array float	niz jačina po segmentima, jedna vrednost za svaku notu
segments start	array float	počeci segmenata
segments timbre	2D array float	informacije o teksturi (MFCC + PCA)
similar artists	array string	niz Echo Nest sličnih izvodjača
song hotttnesss	float	algoritamska aproksimacija
song id	string	Echo Nest ID pesme
start of fade out	float	vreme u odnosu na pocetak u kom počinje fade-out efekat (u sekundama)
tatums confidence	array float	pouzdanost najmanjih elemenata ritma
tatums start	array float	niz najmanjih elemenata ritma
tempo	float	procenjen tempo (u BPM)
time signature	int	procenjen broj ritmova u taktu, npr. 4
time signature confidence	float	pouzdanost procene broja ritmova u taktu
title	string	naziv pesme
track id	string	Echo Nest ID pesme
track 7digitalid	int	ID 7digital ID pesme ili -1
year	int	godina izdavanja uzeta sa MusicBrainz ili 0

Figure 2: Svi atributi prisutni u *The Million Song Dataset* skupu podataka

Vizuelizacija originalnog skupa podataka je prikazana na slici ?? . Nedostajuće vrednosti su prikazane belom bojom, dok su plavom bojom predstavljene postojuće vrednosti atributa.

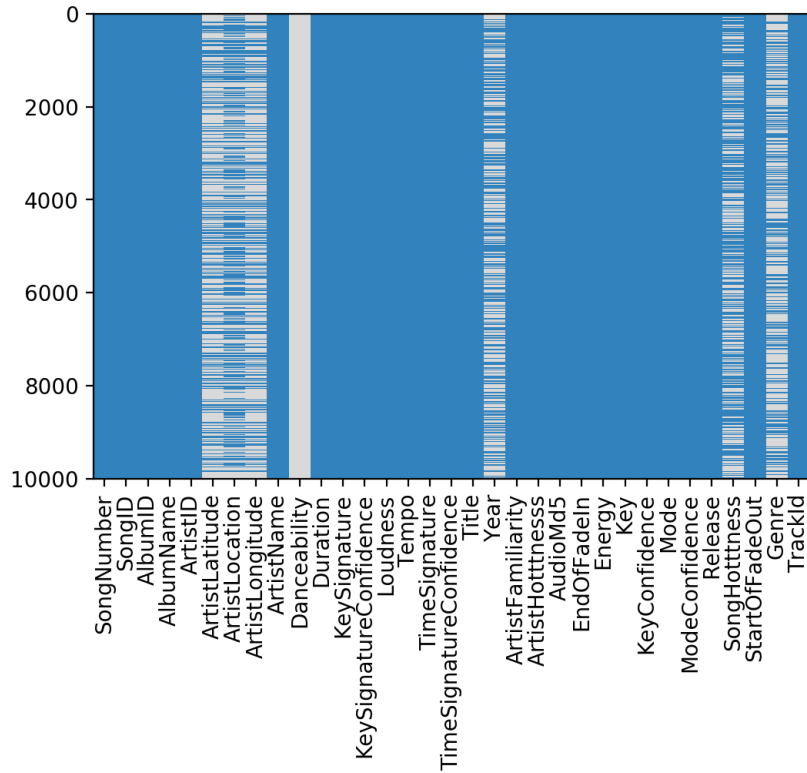


Figure 3: Originalni skup podataka

Sa prikaza skupa podataka se vidi da atribut koji opisuje plesnu moć pesme *eng. dancability*, ni u jednom slučaju nema postavljenu vrednost, te da je on neupotrebljiv. Takodje, godina, lokacija autora, geografska širina, geografska dužina i žanr su atributi koji u velikom broju slučajeva nemaju vrednost. Medjutim, zbog njihove važnosti, mi ćemo svoje istraživanje vršiti nad onim slogovima za koje su ove vrednosti poznate. Nakon izdvajanja relevantnih atributa za naše istraživanje, pripremljen skup podataka je prikazan na slici 4.

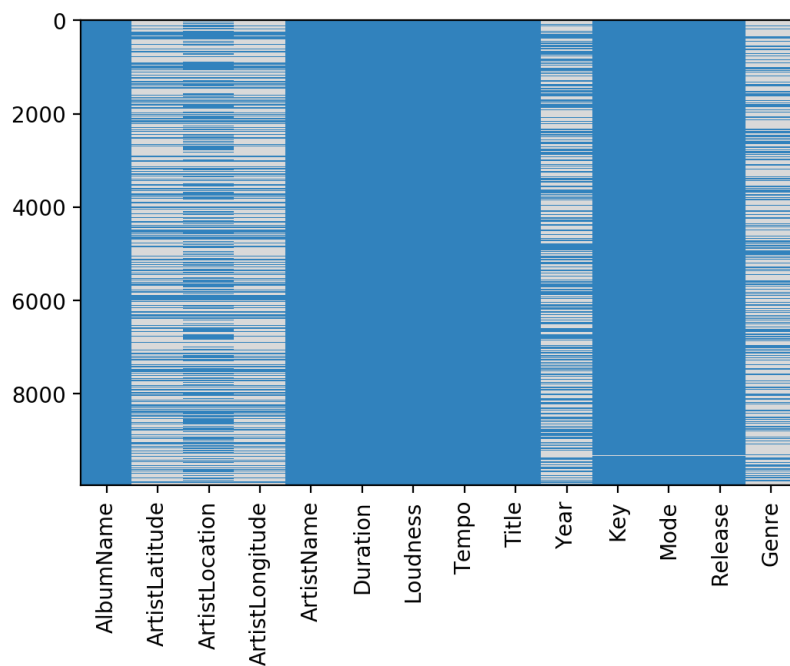


Figure 4: Izdvojeni atributi korišćeni u istraživanju

Geografska rasprostranjenost autora čije su se pesme našle u skupu podataka se može videti na slici 5. Različite boje predstavljaju vizuelizaciju godine izdavanja pesme - gradijentni prelaz od plave (1950) do crvene (2010).



Figure 5: Geografska rasprostranjenost autora

Spisak najzastupljenijih zanrova u skupu se može videti na slici 6. Žanr je atribut sa velikom stopom nedostajućih vrednosti, uz dodatni

problem rečenica prisutnih u nizu (podsećamo na problem naveden prilikom preprocesiranja, poglavlje 3), tako da je analiza vršena nad veoma ograničenim skupom od oko tri hiljade slogova. Smatramo, da su ovi rezultati u velikoj meri slični rezultatima koji bi se dobili da je potpuni skup analiziran - ukoliko ne bi bilo nedostajućih vrednosti za atribut žanr.

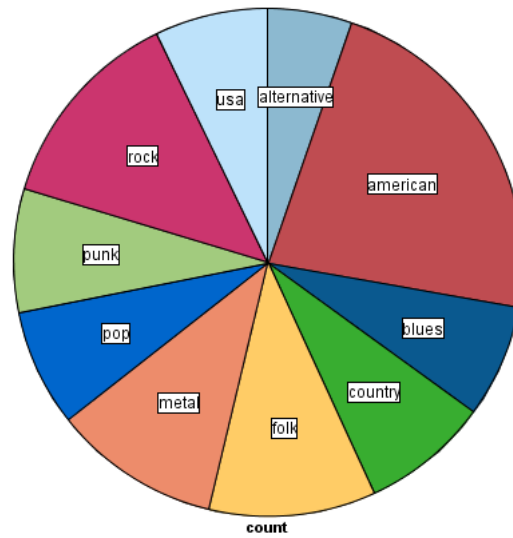


Figure 6: Zastupljenost žanrova

Vrednosti atributa *duration* prikazane su na grafiku 7. Postoji jedna pesma koja ima negativnu dužinu pa smo najpre izbacili ovu pesmu iz skupa koji obradjujemo. Kako postoje izuzetno duge pesme, nismo postavili gornje ograničenje za trajanje pesme.

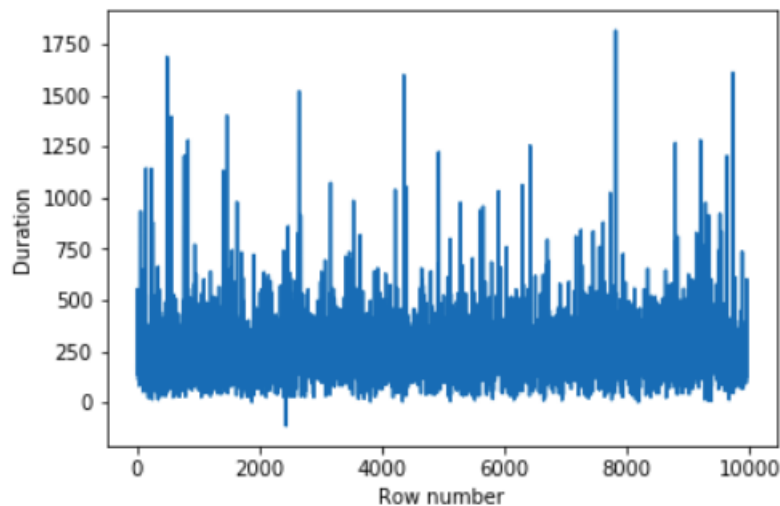


Figure 7: Vrednosti atributa *duration*

Grafik zavisnosti godine i trajanja pesme se može videti na slici 8. Jedan zanimljiv zaključak koji se nameće, je da se prosečno trajanje pesama povećava kroz vreme, sa razlikom od oko 20 sekundi u odnosu na 50-te godine prošlog veka. Detaljniji prikaz promene proseka trajanja se može videti na slici 9. Takodje, jasno je da se i raznovrsnost pesama mnogo veća danas - prisutne su i veoma kratke ali i veoma dugačke pesme.

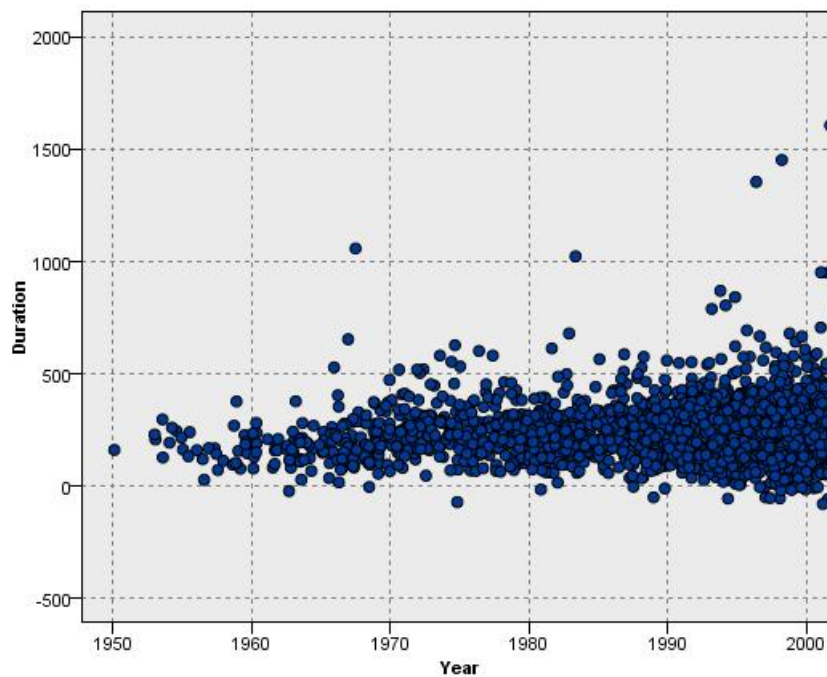


Figure 8: Odnos godine izdavanja i dužine pesme

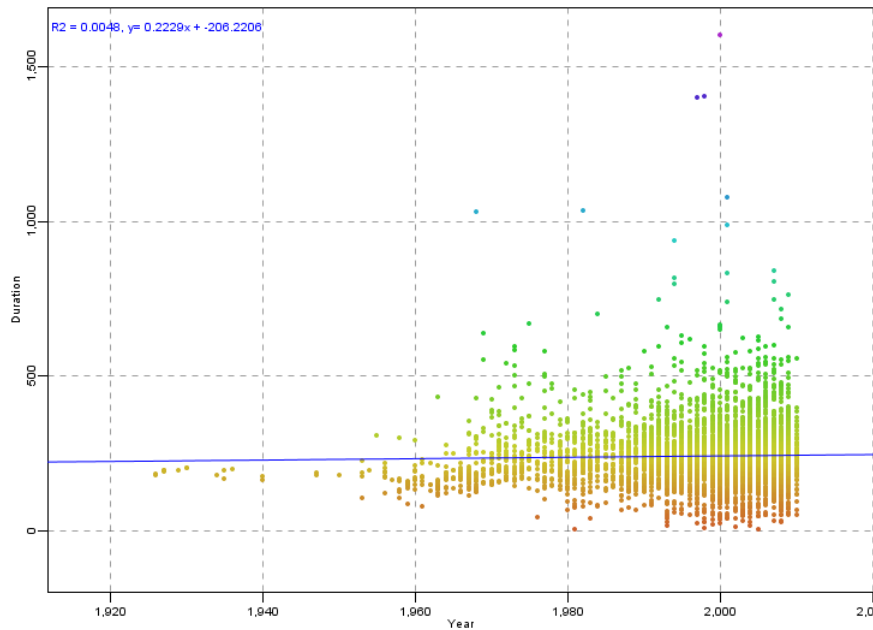


Figure 9: Promena proseka dužine pesama kroz vreme

Prosečna dužina pesama po državama je prikazana na slici 10. Nažalost, nisu svi slogovi imali informaciju o nazivu države. Iz ovog razloga, dobijenim rezultatima ne treba pridavati veliki značaj.



Figure 10: Prosečna dužina pesama na raznim lokacijama

Na slici 11 prikazane su vrednosti atributa *loudness*. Ove vrednosti su dobijene na osnovu njihovih proseka tokom trajanja pesme, kao i nekim dodatnim transformacijama. Više o ovome se može nać na zvaničnom sajtu skupa [7]. Sa grafika se vidi da za atribut *loudness* postoje vrednosti koje izuzetno odstupaju od proseka. Iz toga razloga smo prilikom

istraživanja koristili pesme sa vrednošću atributa iz skupa $[-40, 0]$.

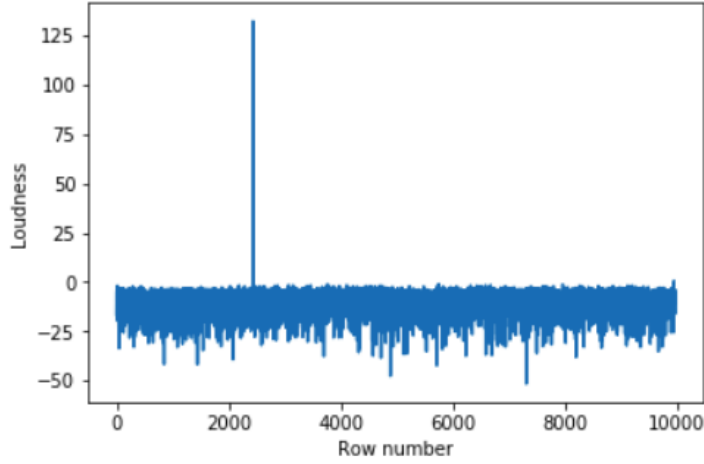


Figure 11: Vrednosti atributa *loudness*

Na slici 12 prikazane su vrednosti atributa *tempo*. Ovaj atribut sadrži nekoliko vrednosti koje su dosta ispod proseka. Međutim, postoji verovatnoća da su njima predstavljene nadprosečno spore pesme te zbog toga nismo vršili nikakvo odsecanje.

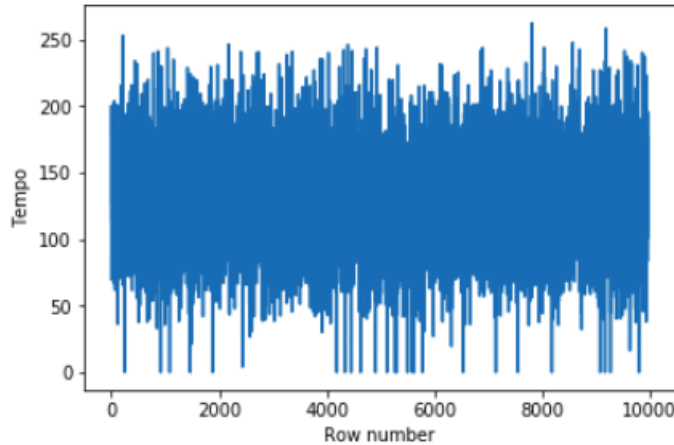


Figure 12: Vrednosti atributa *tempo*

S obzirom da ćemo attribute *loudness*, *tempo* i *mode*¹ koristiti u daljoj analizi (predikcija žanra pesme) u poglavlju 5, prikazaćemo i grafički prikaz njihove zavisnosti na slici 13. Može se videti da iako pesme oba moda uzimaju raznolike vrednosti za tempo i jačinu, moguće je uočiti da se pesme sa ekstremnim vrednostima za tempo lepše dele po modu. Takođe, mnogo tihe pesme obično pripadaju jednom modu, što je i za očekivati jer molske pesme su nekada jako tihe.

¹loudness, tempo i mode predstavljaju prosečnu jačinu, tempo i mod (dur ili mol), redom.

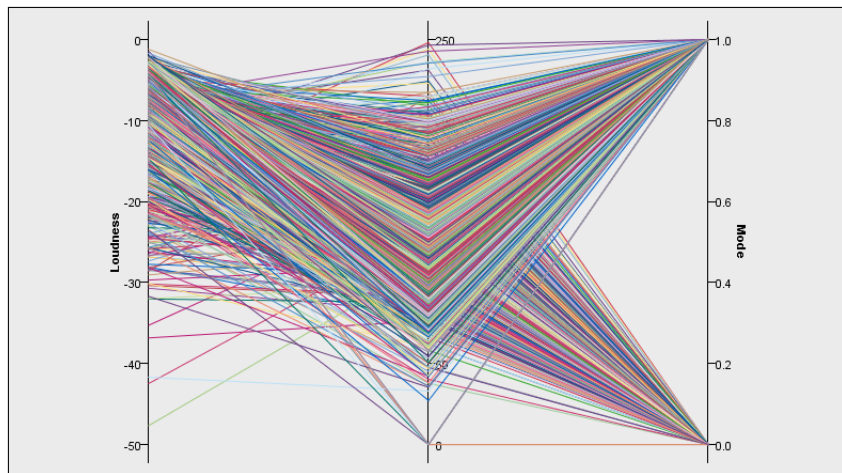


Figure 13: Prikaz tempa, jačine i moda (dur ili mol)

4 Pravila pridruživanja

Uočavanje zavisnosti izmedju atributa je uradjeno korišćenjem algoritma *Apriori*. Najpre, kao što je opisano u poglavlju 3, bilo je potrebno eliminisati slogove koji sadrže nedostajuće vrednosti na relevantnim atributima. Sledeći korak je zavisio od toga koje su zavisnosti analizirane. Pokušali smo da pronadjemo zavisnosti izmedju žanrova, država i vremena kreiranja pesme. Rezultati rada *Apriori* algoritma slede u nastavku. Svi rezultati prikazani ispod su samo deo čitavog skupa rezultata, izabrani jer smo smatrali da su najinteresantnija.

4.1 Zavisnosti izmedju žanrova

Nakon prilagodjavanja atributa *žanr* algoritmu, dobijeni su rezultati prikazani na slici 14. Na njoj je prikazano 10 najizražajnijih pravila sortirana prvo po podršci, a zatim po lift meri, opadajuće. Ovi rezultati su relevantni iako su dobijeni na relativno malim skupom slogova.

Podrška	Pouzdanost	Lift mera	Glava pravila	Telo pravila
0.2646	0.7404	1.5567	rock	pop
0.2646	0.5563	1.5567	pop	rock
0.2248	0.9930	2.0878	rock	classic
0.2163	0.8176	3.6114	classic	pop, rock
0.2163	0.9623	2.6926	pop	rock, classic
0.2163	1.0000	2.1026	rock	pop, classic
0.1612	0.9967	2.0957	rock	indie
0.1405	0.9170	5.9225	british	uk
0.1405	0.9075	5.9225	uk	british
0.1373	0.5582	1.1736	rock	american, classic

Figure 14: Rezultati *Apriori* algoritma koji pokazuju zavisnost medju žanrovima

4.2 Zavisnost žanra od decenije

Istraživanje koji je žanr bio zastupljen u nekoj deceniji je dalo noćekivane rezultate. Na tabeli 15 prikazana su dobijena pravila zavisnosti sortirana prvo po podršci, a zatim po lift meri, opadajuće. Kako se ranije pokazalo na slici 8, najveći deo skupa obradjenih podataka pripada dvehiljaditim godinama. Zbog ovoga se dobijeni rezultati koncentrišu na ovoj deceniji. Korišenje većeg i raznovrsnijeg skupa podataka bi doneo drugačije rezultate.

Podrška	Pouzdanost	Lift mera	Glava pravila	Telo pravila
0.0716	0.8133	1.6369	00s	pop, chart
0.0525	0.7857	1.5815	00s	rnb, hop, hall, dance, hip
0.0764	0.7385	1.4864	00s	dance
0.0615	0.6824	1.3734	00s	rnb
0.0615	0.6667	1.3419	00s	hop hip
0.0541	0.6000	1.2077	00s	metal
0.0530	0.5917	1.1910	00s	rock, alternative
0.0578	0.5619	1.1309	00s	alternative
0.0896	0.5541	1.1153	00s	indie
0.0891	0.5526	1.1123	00s	rock, indie

Figure 15: Rezultati Apriori algoritma koji pokazuju zavisnost izmedju žanrova i decenija tokom koje su bili popularni

4.3 Zavisnost žanra od lokacije

Lokacija autora je atribut čije ja vrednost često nepostujuća. A ukoliko jeste, iste lokacije su na različitim pesmama drugačije napisane. Na primer, jedna pesma ima lokaciju *London*, a druga *London, UK*. Ovakvi podaci su doveli do loših rezultata istraživanja - slika 16. Nazalost, jedina pravila koja imaju dovoljno veliku pouzdanost su oblika:

$$\{uk, british\} \rightarrow England$$

Ovo nam nije od preteranog značaja jer je očekivano da se u Engleskoj slušaju pesme žanra *british*.

Podrška	Pouzdanost	Lift mera	Glava pravila	Telo pravila
0.0525	0.8684	7.6535	England	pop, rock, classic, uk, english, british
0.0541	0.7786	6.8621	England	pop, rock, classic, uk, british
0.0546	0.8729	7.6928	England	pop, rock, classic, and, english
0.0546	0.8729	7.6928	England	rock, classic, uk, english, british
0.0557	0.8268	7.2865	England	pop, and, uk, english, british

Figure 16: Rezultati Apriori algoritma koji pokazuju zavisnost izmedju žanrova i lokacije

5 Klasifikacija

Jedan od glavnih problema u čitavom skupu je veliki broj nedostajućih vrednosti za žanr. Stoga smo pokušali da napravimo klasifikator koji će klasifikovati instance sa nepoznatim vrednostima za žanr, treniran nad onim podacima gde su te informacije dostupne.

Prvi problem na koji smo naišli su nestandardne vrednosti za žanr (videti poglavlje 3), stoga smo korišćenjem jednostavnih transformacija

izvukli slogove sa nedvosmislenom vrednošću za žanr, a eliminisali one koji su za žanr imali vrednosti koje nisu bile od značaja za analizu (neki slogovi su imali više različitih žanrova). Takodje smo neke slične žanrove spojili u jedan, zarad jednostavnijeg rada (na primer *jazz* i *blues* se često pojavljuju zajedno ih ima smisla posmatrati kao jedan žanr).

Za predikciju vrednosti žanra smo koristili atribite *loudness*, *tempo* i *mode*. Nažalost, iz njihove prostorne rasprostranjenosti se vidi da ne postoji jednostavni separator instanci raznih klasa - slika 17.

5.1 Klasifikacija metodom K najbližih suseda

Prva stvar koju smo odlučili da isprobamo bila je *KNN* algoritam u nadi da će male grupe pesama istog žanra lepo klasifikovati bliske instance. Očekivano, najbolji model koji smo dobili je imao preciznost od 52.65%. Na slici 18 se može videti kako se greška menjala sa različitim vrednostima za parametar *k*.

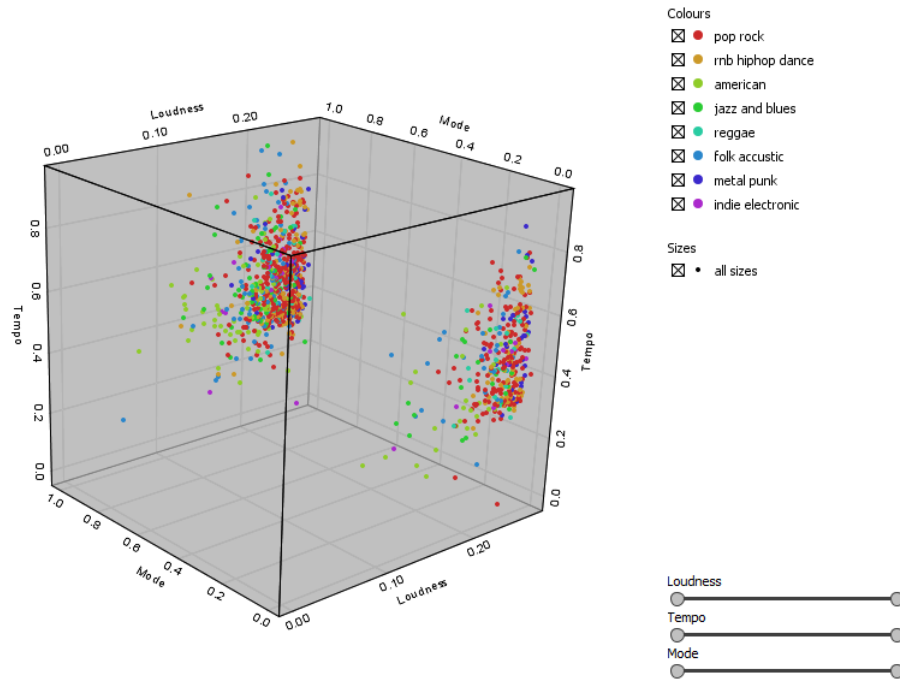


Figure 17: 3D prikaz pesama različitih žanrova u prostoru sa koordinatama *loudness*, *tempo* i *mode*

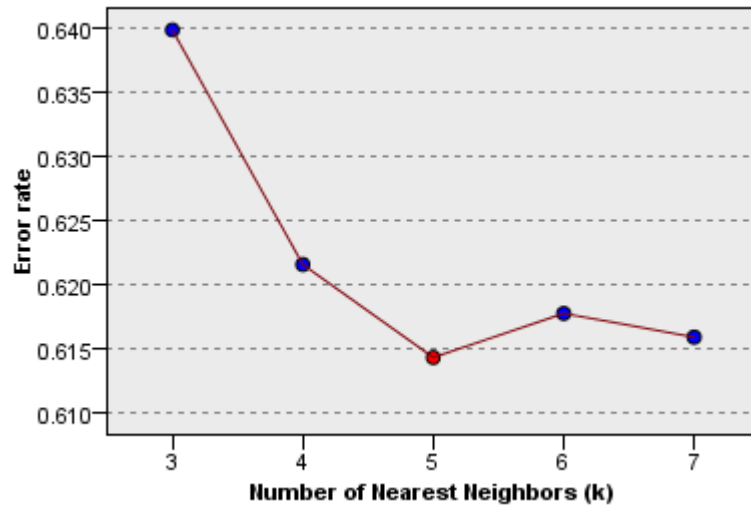


Figure 18: Greške dobijene za kreirane modele k parametrom u opsegu [3, 7]

Ono što nismo očekivali je jednaka važnost atributa prilikom pravljenja klasifikatora - slika 19. Intuicija nekako kaže da su jače pesme podložnije da budu žanra *metal*, ali rezultati su pobili tu intuiciju.

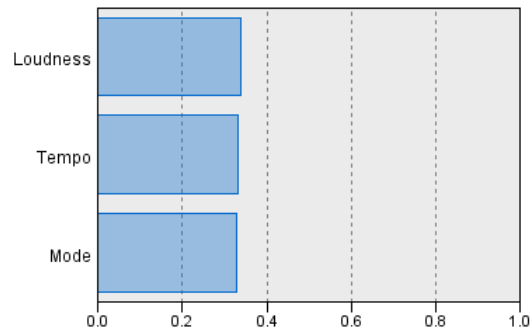


Figure 19: Važnost atributa prilikom klasifikacije

Sledći korak koji smo uradili bila je da isptobamo isti algoritam u alatu Knime [10] (prethodni zaključci su dobijeni u alatu SPSS Modeler [9]). Ovo nam je pružilo mogućnost da ručno pridamo atributima veću ili manju važnost. Iterativnim postupkom smo došli do faktora kojima je potrebno pomnožiti vrednosti *loudness* i *tempo* kako bi se povećala preciznost klasifikatora. Ovo transformacija utiče na izračunavanje različitih euklidskih rastojanja između pesama i dovela je do poboljšanja preciznosti na 58.6%. Korišćenje Menhetn rastojanja je dovelo do znatno boljih rezultata, sa preciznošću od 58.8%

Dodatno, jedno od mogućih unapredjenja bi bila da se u obzir uzme i atribut *ModeConfidence*. Informacija o pouzdanosti vrednosti atributa koji predstavlja tonalitet pesme bi mogla da dovede do bolje klasifikacije.

5.2 Klasifikacija stablom odlučivanja

Predviđanje žanra koristeći stablo odlučivanja je takodje dalo lose rezultate. Preciznost dobijenog modela je 44.6%, te je greška 55.4%. Matrica konfuzije je prikazana na slici 20.

globalGenre \ P...	pop rock	rnb hiphop dance	metal punk	american	reggae	jazz and blues	folk accustic	indie electronic
pop rock	225	53	18	8	5	17	13	0
rnb hiphop dance	48	10	11	0	1	3	1	0
metal punk	32	11	7	0	0	0	1	0
american	14	0	1	8	0	1	2	0
reggae	7	2	0	0	0	1	3	0
jazz and blues	21	2	1	1	1	4	1	0
folk accustic	18	4	2	1	1	3	2	0
indie electronic	6	1	0	1	0	1	0	0

Figure 20: Matrica konfuzije dobijena klasifikacijom stablom odlučivanja

Na slici 21 prikazano je dobijeno sablo odlučivanja. Kako više od polovine pesama iz skupa pripada žanru *pop rock*, a vrednosti atributa nisu dobre za klasifikaciju, stablo daje loše rezultate.

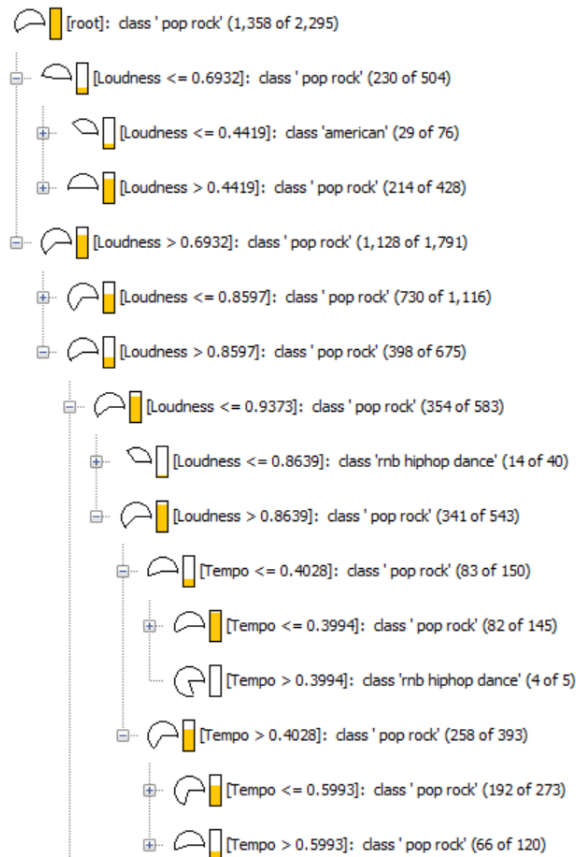


Figure 21: Stablo odlučivanja za atribut žanr

6 Zaključak

Dobijeni rezultati se oslanjaju na podskup skupa podataka koji u sebi sadrži milion pesama. Korišćenje celog skupa podataka bi donelo još pouzdanije rezultate. Međutim, i sam podskup podataka je bio dovoljan da se uoče prethodno navedeni zaključci.

Rezultati imaju praktičnu primenu. Uočavanje zavisnosti muzičkih žanrova i godina njihove popularnosti, ili njihove popularnosti na različitim podnevljima bi se moglo iskoristiti za automatsko generisanje lista pesama. Ovo bi predstavljao zanimljiv i koristan dodatak za muzički plejer.

Sajtovi kao što su YouTube [6] koriste prethodno prikupljene podatke o pesmama. Njih, u kombinaciji sa saznanjem o korisnikovim prethodno preslušanim pesmama, koristi kako bi korisniku pružio što bolje preporuke za sledeću pesmu, a samim tim ga i zadržao na sajtu. Implementacija sličnog, ali dosta jednostavnijeg, sistema bila bi moguća dobijenim rezultatima koji su predstavljeni u ovom radu.

References

- [1] 7digital. on-line at:
<https://www.7digital.com/>.
- [2] Million Song Database GitHub repository. on-line at:
<https://github.com/tbertinmahieux/MSongsDB>.
- [3] MusicBrainz. on-line at:
<https://www.musicbrainz.org/>.
- [4] Play.me. on-line at:
<https://www.playme.com/>.
- [5] The Echo Nest. on-line at:
<http://the.echonest.com/>.
- [6] YouTube. on-line at:
<https://www.youtube.com/>.
- [7] Thierry Bertin-Mahieux, Daniel P.W. Ellis, Brian Whitman, and Paul Lamere. The Million Song Dataset, 2011. on-line at: <https://labrosa.ee.columbia.edu/millionsong/>.
- [8] The HDF Group. The HDF5 data model, 2011. on-line at: <https://support.hdfgroup.org/HDF5/>.
- [9] IBM. IBM SPSS Modeler. on-line at:
<https://www.ibm.com/analytics/data-science/predictive-analytics/spss-statistical-software>.
- [10] KNIME AG. KNIME Analytics Platform. on-line at:
<https://www.knime.com/knime-analytics-platform>.

Appendix A Primer sloga

```
analysis_sample_rate: 22050
artist_7digitalid: 61424
artist_familiarity: 0.5467275539627645
artist_hotttnesss: 0.3861804160792181
artist_id: ARE26EG1187B990AEF
artist_latitude: 51.77045
artist_location: Essex, England
artist_longitude: 0.64255
artist_mbid: de212b3a-2f54-4def-a13d-5a877bfaef7
artist_mbtags: shape = (6,)
artist_mbtags_count: shape = (6,)
artist_name: Sunscreen
artist_playmeid: 19156
artist_terms: shape = (44,)
artist_terms_freq: shape = (44,)
artist_terms_weight: shape = (44,)
audio_md5: c2f7f92e66d18e86af3752478d3be966
bars_confidence: shape = (123,)
bars_start: shape = (123,)
beats_confidence: shape = (497,)
beats_start: shape = (497,)
danceability: 0.0
duration: 232.4371
end_of_fade_in: 0.0
energy: 0.0
key: 11
key_confidence: 0.625
loudness: -8.955
mode: 0
mode_confidence: 0.558
release: Looking At You: The Club Anthems
release_7digitalid: 196929
sections_confidence: shape = (6,)
sections_start: shape = (6,)
segments_confidence: shape = (1045,)
segments_loudness_max: shape = (1045,)
segments_loudness_max_time: shape = (1045,)
segments_loudness_start: shape = (1045,)
segments_pitches: shape = (1045, 12)
segments_start: shape = (1045,)
segments_timbre: shape = (1045, 12)
similar_artists: shape = (100,)
song_hotttnesss: nan
song_id: SOICLQB12A8C13637C
start_of_fade_out: 232.437
tatums_confidence: shape = (993,)
tatums_start: shape = (993,)
tempo: 130.201
time_signature: 4
time_signature_confidence: 0.0
title: Exodus
track_7digitalid: 2140010
track_id: TRBBBLA128F424E963
year: 1995
```

Figure 22: Primer sloga

Appendix B Konverzija iz HDF5 u CSV format

```
1  """
2  Alexis Greenstreet (October 4, 2015) University of Wisconsin-
   Madison
3  """
4  class Song:
5      songCount = 0
6
7      def __init__(self, songID):
8          self.id = songID
9          Song.songCount += 1
10         self.albumID = None           # string
11         self.albumName = None         # string
12         self.artistFamiliarity = None # float
13         self.artistHottnesss = None   # float
14         self.artistID = None          # string
15         self.artistLatitude = None    # float
16         self.artistLocation = None    # string
17         self.artistLongitude = None   # float
18         self.artistName = None        # string
19         self.audioMd5 = None          # string
20         self.danceability = None      # float
21         self.duration = None          # float
22         self.endOfFadeIn = None       # float
23         self.energy = None            # float
24         self.genre = None             # string
25         self.genreList = []           # list of
   strings
26         self.key = None               # int
27         self.keyConfidence = None     # float
28         self.keySignature = None      # float
29         self.keySignatureConfidence = None # float
30         self.loudness = None          # float
31         self.mode = None              # int
32         self.modeConfidence = None    # float
33         self.release = None           # string
34         self.songHottness = None      # float
35         self.songId = None            # string
36         self.startOfFadeOut = None    # float
37         self.tempo = None             # float
38         self.timeSignature = None     # int
39         self.timeSignatureConfidence = None # float
40         self.title = None             # string
41         self.trackId = None           # string
42         self.year = None              # int
```

Figure 23: Klasa korišćena za deserijalizaciju podataka.

```

1  """
2  Alexis Greenstreet (October 4, 2015) University of Wisconsin-
   Madison
3  """
4  outputFile1 = open('SongCSV.csv', 'w')
5  csvRowString = ""
6
7  csvRowString = ("SongID,AlbumID, ...")
8      csvAttributeList = re.split('\W+', csvRowString)
9  for i, v in enumerate(csvAttributeList):
10      csvAttributeList[i] = csvAttributeList[i].lower()
11  outputFile1.write("SongNumber,");
12  outputFile1.write(csvRowString + "\n");
13  csvRowString = ""
14
15  #####
16  #Set the basedir here, the root directory from which the
   search
17  basedir = "/home/m/Documents/MillionSongSubset/data"
18  ext = ".h5"
19  #####
20
21  csvRowStringTotal = ""
22
23  for root, dirs, files in os.walk(basedir):
24      files = glob.glob(os.path.join(root, '*' + ext))
25      for f in files:
26          print f
27
28          songH5File = hdf5_getters.open_h5_file_read(f)
29          song = Song(str(hdf5_getters.get_song_id(songH5File)))
30
31          song.artistID = str(hdf5_getters.get_artist_id(
songH5File))
32          # Isto za ostala polja
33
34          artistMbtags = np.array(hdf5_getters.get_artist_mbtags
(songH5File))
35          song.genre = ' | '.join(artistMbtags)
36
37          csvRowString += str(song.songCount) + ","
38          csvRowString += song.id + ","
39          # Isto za ostala polja
40
41          csvRowString += song.trackId + ","
42          csvRowString += song.genre + "\n"
43          csvRowStringTotal += csvRowString
44          csvRowString = ""
45
46          songH5File.close()
47
48  outputFile1.write(csvRowStringTotal)
49  outputFile1.close()

```

Figure 24: Uprošćena verzija programa korišćenog za konvertovanje iz HDF5 u CSV format.