

Multimedijske baze podataka i njihova primjena u različitim domenama

Antolić, Katarina

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:383272>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerađivanja 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Katarina Antolić

**MULTIMEDIJSKE BAZE PODATAKA I
NJIHOVA PRIMJENA U RAZLIČITIM
DOMENAMA**

ZAVRŠNI RAD

Varaždin, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Katarina Antolić

Matični broj: 0016139654

Studij: Primjena informacijske tehnologije u poslovanju

MULTIMEDIJSKE BAZE PODATAKA I NJIHOVA PRIMJENA U
RAZLIČITIM DOMENAMA

ZAVRŠNI RAD

Mentorica:

Izv.prof.dr.sc. Planatak Vukovac Dijana

Varaždin, rujan 2022.

Katarina Antolić

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autorica potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Tema ovog rada obuhvaća dva područja informatike objedinjene u jedno. Objasnjeni su pojmovi vezani uz multimediju, multimedijske podatke, njihovoj strukturi i metapodacima. Isto tako naglasak je bio i na bazama podataka, vrstama i sustavima za upravljanje pojedinom vrstom baze. Ta dva područja spojena u jedno daju glavnu temu ovog rada, a to su multimedijske baze podataka. Nakon detaljne razrade vezane uz strukturu takvih baza i načina na koji pohranjuju podatke, predstavljeno je nekoliko područja života u kojima su multimedijske baze podataka najzastupljenije i od velike važnosti. Područja primjene opisana u radu su sljedeća: u video industriji, glazbenoj industriji, geoinformacijskim sustavima, književnosti, obrazovanju i video igrama.

Ključne riječi: multimedija, baze podataka, metapodaci, multimedijski podaci, multimedijske baze podataka, primjena

Sadržaj

1. Uvod	4
2. Metode i tehnike rada	5
3. Multimedija	6
3.1. <i>Povijesni prikaz multimedije</i>	6
3.2. <i>Današnji i budući prikaz multimedije</i>	7
4. Baze podataka	9
4.1. <i>Vrste baza podataka</i>	10
4.2. <i>Sustavi za upravljanje bazama podataka</i>	12
5. Multimedijски podaci	14
5.1. <i>Tekst</i>	16
5.2. <i>Slike</i>	16
5.3. <i>Grafički objekti</i>	18
5.4. <i>Animacije</i>	20
5.5. <i>Video zapisi</i>	21
5.6. <i>Audio zapisi</i>	22
6. Multimedijске baze podataka	25
6.1. <i>Pohrana podataka u multimedijским bazama podataka</i>	28
6.2. <i>Struktura multimedijских baza podataka</i>	31
6.3. <i>Sustav za upravljanje multimedijским bazama podataka</i>	32
6.3.1. <i>Arhitektura MMDBMS-a</i>	34
7. Prednosti i nedostaci multimedijских baza podataka	36
8. Primjena multimedijских baza podataka	37
8.1. <i>Primjena multimedijских baza podataka u video industriji</i>	37
8.2. <i>Primjena multimedijских baza podataka u glazbi</i>	41
8.3. <i>Primjena multimedijских baza podataka u geoinformacijskim sustavima</i>	46
8.4. <i>Primjena multimedijских baza podataka u knjižnicama</i>	48
8.5. <i>Primjena multimedijских baza podataka u obrazovanju</i>	51
8.6. <i>Primjena multimedijских baza podataka u video igrama</i>	55
9. Zaključak	57
10. Popis slika	58
11. Popis literature	59

1. Uvod

Brzina kojom se tehnologija i način razmišljanja o podacima mijenja, doista ponekad bude i zastrašujuća. Digitalno doba koje nam je do nedavno kucalo na vrata, sada je uistinu i stiglo te se sav naš život, naša svakodnevnica, posao, zabava i aktivnosti prenose na online i off-line platforme. I podaci kojima se ondje služimo nisu više kao što su nekada bili, nema više binarnih zapisa i brojki koje nas okružuju, danas je naglasak na onome vizualnome te su svuda oko nas sada nove vrste podataka, oni multimedijски. Slike, video i audio zapisi, grafički objekti, animacije i tekst direktan su produkt novih tehnologija i sveopće digitalizacije. I dok se sve mijenja, jedna činjenica ostaje konstanta, a to je da se svaki takav podatak mora negdje pohraniti. Spremišta podataka nazivaju se bazama podataka, a kroz povijest mijenjale su se sukladno tehnologijama i mogućnostima koje su u određeno doba postojale. S obzirom na strukturu i vrstu podataka koji se u pojedine pohranjuju, postoji nekoliko vrsta baza podataka, a u kontekstu ovog rada obradit će se multimedijске baze koje služe kao spremište multimedijских podataka.

Motivacija za izradu ovog proizlazi spajanjem dvaju područja informatike koja su u meni probudila najveće zanimanje, baze podataka i multimedija. S obzirom da se bavim fotografiranjem i snimanjem video zapisa, iste uvijek negdje i pohranjujem te se iz tog razloga tema multimedijских baza podataka činila zanimljivom i prikladnom mojem području interesa.

U radu će detaljno biti objašnjeni sami pojmovi multimedije i baza podataka, prikazat će se njihov povijesni razvoj i utjecaj na današnje društvo. U pogledu multimedije fokus će najviše biti na multimedijским podacima, formatima u kojima se mogu nalaziti i načinu sažimanja što omogućava njihovu lakšu pohranu u baze podataka. Te iste baze također će biti prikazane kroz svoju povijest, ali i prema vrstama koje su nekada, ali i danas najčešće korištene. Za lakše upravljanje i manipulaciju bazama postoje sustavi koji ih podržavaju i bez kojih njihov rad ne bi bio moguć te će isto tako svaki sustav biti ukratko objašnjen. U pogledu multimedijских baza podataka dat će se kratak i jasan prikaz njihovog razvoja kroz godine, način na koji se podaci pohranjuju te kako su strukturirani sustavi koji njima upravljaju. S obzirom na to da je multimedija i multimedijске baze podataka svugdje oko nas, u drugoj polovici rada naglasak će biti na prikazu korištenja multimedijских baza podataka u pojedinim područjima. Prikazat će se koji se multimedijски podaci pohranjuju u takve baze, njihovi metapodaci te najpoznatiji softveri koji iza sebe imaju multimedijску bazu karakterističnu za pojedino područje primjene.

2. Metode i tehnike rada

Za izradu ovog rada korišteni su materijali dostupni na internetu te knjige posuđene u knjižnici Fakulteta organizacije i informatike. Uz tekstualne materijale, korišteni su i video zapisi te znanja dobivena kroz razgovor s korisnicima određene domene u kojoj se multimedijске baze podataka koriste. Od materijala najviše je riječ o znanstvenim člancima, knjigama, informacijama dobivenim sa službenih stranica programa koji se prikazuju u radu te objava na forumima i objavama na blogovima.

Od aplikacija predstavljeni su Youtube, Spotify, Moodle i ArcGis Pro, a za definiranje metapodataka u domeni glazbe i knjižnica korišteni su softverski alati TagScanner i Calibre.

3. Multimedija

U današnje vrijeme informacije se ne prikazuju više samo kao surov tekst u analognom ili digitalnom obliku. Podaci, a samim time i informacije danas su usko povezane s multimedijским sadržajima poput slika, zvuka, animacija, video zapisa itd. Iz tog razloga multimedija se nametnula kao neophodan dio ljudske svakodnevice. Zbog svoje složenosti i opširnog područja koje obuhvaća, multimediju je kroz povijest bilo teško definirati. Kako su se razvijale nove tehnologije tako se mijenjala i sama definicija, dok se konačno nije ustalila suvremena i općeprihvaćena definicija multimedije. Prema Costello (2012.) multimedija je bilo koja kombinacija teksta, grafike, videa, audia i animacije u obliku koji se može distribuirati tako da korisnici mogu biti u interakciji uporabom digitalnih uređaja. Multimediju se može shvatiti kao super-medij više vrsta medija, jer prikazuje zajednički pomiješane prijašnje odvojene oblike ljudskog izražavanja, koje je prije bilo nemoguće kombinirati.

3.1. Povijesni prikaz multimedije

Iako je multimedija postala uobičajeni dio naših života, skoro do nedavno sam koncept multimedije nije bio ni izbliza opširan kao što ga danas znamo. Početci iste sežu još u rane početke 20. stoljeća kada je američki izumitelj Thomas Alva Edison izumio kameru s pokretnim slikama. Nekoliko godina kasnije pojavljuje se prvi bežični radijski prijenos, a nakon toga pojava televizora mijenja tijek multimedije u rapidni rast. Od 1945. godine kada je prvi put predstavljena ideja masovne pohrane podataka (Memex) pa sve do danas, može se pratiti razvoj multimedije kroz najbitnije događaje i izume u posljednjih 70-etak godina. Kako bi se lakše pratio razvoj, potrebno je prvo objasniti pojmove hipertekst i hipermedija koji su odigrali ključnu ulogu prilikom razvijanja multimedije. „Hipertekst, skup tekstovnih i slikovnih sadržaja u elektron. obliku, međusobno povezanih tzv. hipervezama, a izrađuju se s pomoću programskog jezika HTML (engl. *HyperText Markup Language*). Time je omogućeno multimedijско povezivanje teksta, grafike, fotografije, videa i zvuka.“ (Proleksis enciklopedija, 2012.)

Kao što je vidljivo iz definicije, pojavom hiperteksta omogućilo se dinamičko i zanimljivo proučavanje pisanih dokumenata zbog mogućnosti prelaska na druge dijelove dokumenta ili vanjske poveznice. Iz hiperteksta se kasnije razvija i hipermedija. Ona se ne odnosi na isključivo na tekst, već je zamišljena kao koncept koji sadrži i slike, video zapise, zvučne zapise

te razne druge medijske sadržaje. Kako se hipertekst razvijao, tako se razvijala i multimedija te je 1990.godine uspostavljen prvi funkcionalni multimedijski laboratorij (eng. *Apple Multimedia Lab*) na čelu s Kristinom Hooper Wesley, a sve u svrhu zbližavanja multimedije i obrazovanja. Devedesete godine prošlog stoljeća bile su velike prekretnice za cjelokupnu tehnologiju i informacijske znanosti. Tako je već 1991.godine uspostavljen prvi standard za kodiranje digitalnih videa MPEG-1 iz kojeg su se kasnije razvili i MPEG-2, MPEG-4 i tako dalje. Godinu dana kasnije pojavljuje se prvi standard za kompresiju slika, JPEG. U kontekstu razvoja multimedije bitno je i spomenuti 1996.godinu kada je prvi puta predstavljen DVD video koji će se s vremenom primjenjivati sve više te je kao takav danas prisutan u raznim oblicima, u glazbi, video igrama itd. Dvije godine nakon proizveden je prvi MP3 uređaj s 32 MB memorije što je u ono doba predstavljalo visoko naprednu i inovativnu tehnologiju. Od tada pa sve do danas, multimedija i multimedijski sadržaji neprestano se razvijaju te se polako integriraju u sve aspekte života. (Li i Drew, 2010., 5.-7.str.)

3.2. Današnji i budući prikaz multimedije

U prethodnom dijelu opisan je tijek razvoja multimedijskih sustava od samih početaka do onakvih kakve danas poznajemo. Tehnologija je napredovala do nezamislivih razmjera, a zajedno s njome i multimedija. Iako je multimedija već sad komercijalno dostupna i uključena u većinu naših dnevnih aktivnosti, predviđa se da će u budućnosti ta linija između njezine dostupnosti i naših života u potpunosti iščeznuti. Od sve opće prihvaćenih naprava poput digitalnih fotoaparata, raznih multimedijskih aplikacija i slično, postoje i neki uređaji čije korištenje još nije u široj uporabi.

„Virtualna stvarnost je prividan okoliš simuliran s pomoću računala te posebnih računalnih periferija, unutar kojeg je korisniku omogućen privid boravka, kretanja i opažanja.“ (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.) Pojam virtualne ili prividne stvarnosti, u nastavku teksta VR, većini je poznat, no nije svatko imao priliku susresti se s mnogobrojnim uređajima koji se u istoj koriste. Daleko najpoznatiji uređaj su naočale za prividnu stvarnost. Od 2013.godine kada ih je američki mladić Palmer Luckey prvi puta predstavio, VR naočale su do danas postale nezaobilazan set svih profesionalnih gamer-a te se predviđa da će kroz nekoliko godina svatko posjedovati jedan set VR naočala. Danas su najpoznatije tri marke takvih naočala, Project Morpheus, HTC Vive te Oculus Quest. Iako se za ove setove mora izdvojiti malo veći iznos, postoje i mnoge jeftinije varijante koje ne pružaju zadovoljstvo jednako visoke kvalitete, ali zadovoljavaju sve potrebe običnog korisnika. I dok većina smatra da su VR naočale predviđene samo za videoigre, u realnosti one se koriste u mnogo širem području. Koriste se u medicinske svrhe i edukacije budućih doktora kroz virtualne operacije,

također se koriste zajedno sa Google servisom *Street View* za prikaz nedostupnih lokacija, ali i u građevini, arhitekturi i tako dalje. Za virtualne naočale previđa se svijetla budućnost, pogotovo u kontekstu edukacije i zabave. (Sigur, bez dat.)

Također razvoj multimedije usko je povezan i s napretkom koji se u posljednje vrijeme događa na području umjetne inteligencije. Chatbotovi koji su postali dio većine web stranica, mogu osim teksta pregledavati i fotografije te druge multimedijske sadržaje. Zahvaljujući umjetnoj inteligenciji ti isti chatbotovi danas su u mogućnosti dati odgovore u raznim oblicima kao što su video materijali, slike, zvučni zapisi i tako dalje. (Jurman, 2020.)

Razvoj multimedije i njezinih pratećih sadržaja olakšava nam svakodnevne radnje i u naš život unosi novi i zanimljiviji pogled na svakodnevicu. Kako bi se to i realiziralo, sav taj sadržaj mora negdje biti i pohranjen. Pošto su podaci koji čine takav sadržaj drugačije strukturirani i kompleksniji od ostalih, njihova je pohrana također realizirana na drugačiji način. Baze podataka u koje se pohranjuje multimedijski sadržaj nazivaju se multimedijskim bazama podataka, a od uobičajenih baza razlikuju se po nekim svojim karakteristikama koje će detaljnije biti prikazane u nastavku rada. Za lakše razumijevanje strukture i načina na koji multimedijske baze funkcioniraju, prvo je bitno objasniti i prikazati način rada uobičajenih baza podataka u sljedećem poglavlju.

4. Baze podataka

Manger (2008., 9.str.) navodi kako je baza podataka zapravo skup podataka koji su međusobno povezani i pohranjeni u vanjskoj memoriji računala. Ti se podaci mogu čitati, brisati, mijenjati i dodavati putem softvera.

Baze podataka svakodnevno olakšavaju pristup određenim podacima odnosno informacijama. Brz pristup podacima omogućuje njihovu lakšu analizu i proučavanje. Prvi puta se počinju primjenjivati 60-ih godina prošlog stoljeća, a prvi modeli poput mrežnih i hijerarhijskih baza bili su iznimno neprilagodljivi korisniku i teški za rukovanje. S toga su dvadeset godina kasnije razvijene relacijske i objektno-orientirane baze podataka kojima je bilo lakše upravljati i čija je popularnost i rasprostranjenost vidljiva i danas. Naglim razvitkom Interneta mijenja se i potreba pohranjivanja podataka pa su s toga danas iznimno popularne NoSQL baze podataka čija je brzina obrade podataka nemjerljiva s prethodno spomenutima. Također, većina aktivnosti danas se preselila na online platforme pa se sukladno tome naveliko koriste i baze podataka u oblacima. (Vaishnavi, 2019.)

Uz sve prethodno navedeno, baze podataka ispunjavaju nekoliko ciljeva prilikom rada s podacima koji su u istoj pohranjeni. Manger (2008., 10.-11.str.) navodi da su neki od ciljeva fleksibilan pristup podacima gdje se za razliku od prije spomenutih mrežnih i hijerarhijskih baza, podacima sada pristupa slobodno bez unaprijed definiranog redoslijeda. Također jedan od ciljeva je očuvanje integriteta podataka i mogućnost oporavka podataka u bazi ukoliko je došlo do neočekivanih kvarova. Podacima je potrebno pristupiti brzo kako bi se čim prije izvršile potrebne operacije nad njima, a to je takozvani cilj zadovoljavajuće brzine pristupa. Jedno od najbitnijih pitanja u svakom sustavu, pa tako u i u bazama je pitanje sigurnosti. Da bi se zadovoljio ovaj cilj potrebno je određenim korisnicima dopustiti odnosno zabraniti pristup nekim podacima i dijelovima baze. Dopuštenja korisnicima postavlja ovlaštena osoba koja je najčešće administrator baze podataka koji pomoću raznih alata prati performanse i rad baze te istu po potrebi i unaprjeđuje u funkcionalnu cjelinu.

Za rad s većinom baza podataka koristi se upitni jezik SQL (eng. *Structured Query Language*) koji se obično dijeli na nekoliko grupa jezika poput jezika za definiranje, kontrolu i manipulaciju podacima. Groff i Weinberg (1999.) definiraju SQL kao alat za organiziranje, upravljanje i dohvaćanje podataka pohranjenih u računalnim bazama podataka. SQL se koristi u radu s jednom specifičnom vrstom baze, a to je relacijska baza podataka.

Davila i Kaštelan (2010., 21.str.) navode kako jezik za definiranje podataka služi za kreaciju baze, njezinih pripadajućih tablica i ostalih objekata. DDL (eng. *Data Definition*

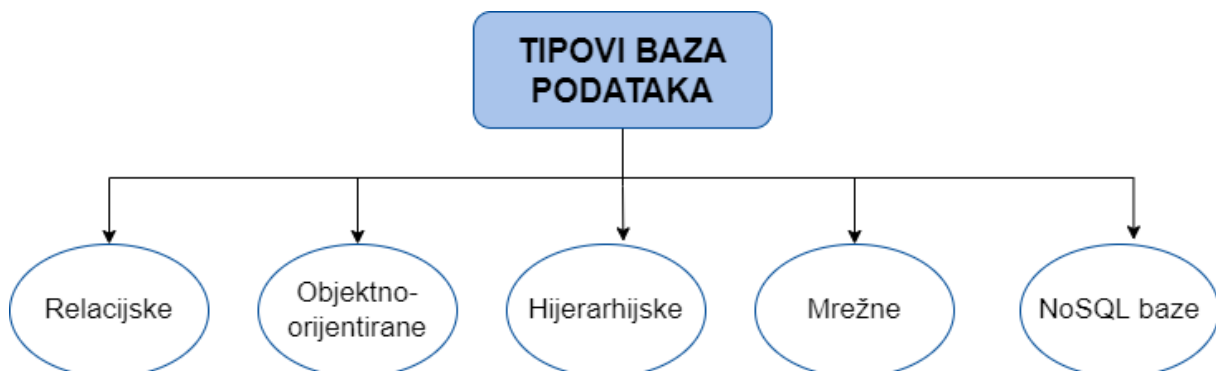
Language) podržava nekoliko ključnih riječi za rad s bazom. To su CREATE kojom se kreira sama baza i njezini objekti, DROP kojom se isti brišu te ALTER pomoću koje se rade izmjene postojećih objekata.

Prema Davila i Kaštelan (2010., 22.str.) DCL (eng. *Data Control Language*) ili jezik za kontrolu podataka omogućuje autorizaciju i pristup do objekata. Ključne riječi koje koristi su GRANT kojom se dodjeljuju ovlasti korisniku baze i REVOKE kojom se iste brišu ili smanjuju po potrebi.

Davila i Kaštelan (2010., 22.-23.str.) definiraju DML (eng. *Data Manipulation Language*) kao jezik za manipulaciju podacima. Ključne riječi ovog jezika dijele se u tri manje podgrupe: glavni dio, dio za rad s transakcijama i ključna riječ SELECT. U glavnom dijelu nalaze se ključne riječi za ubacivanje redaka, mijenjanje i brisanje vrijednosti redaka, spajanje podataka iz više tablica i ključna riječ TRUNCATE kojom se brišu svi podaci u bazi. U dijelu rada s transakcijama samo su tri ključne riječi za početak i za kraj transakcije te ponovno vraćanje stanja u ono kakvo je bilo prije nego je transakcija započeta. Posljednja grupa s ključnom riječi SELECT služi za dohvaćanje podataka iz tablica.

4.1. Vrste baza podataka

U današnje je vrijeme na tržištu prisutan velik broj raznih organizacija, poduzeća i slično. Svatko od njih posjeduje podatke različitih vrsta te su im iz tog razloga potrebne i baze podataka različitih tipova. Različite baze podataka pružaju različite mogućnosti i prednosti za poslovanje. Broj vrsta baza podataka koje se aktivno koriste je iznimno velik, no postoji nekoliko tipova koji su najčešći i najzastupljeniji na današnjem tržištu. Na Slici 1 nabrojene su najpopularnije i najkorištenije baze podataka, a u nastavku teksta svaka će biti i kratko opisana.



Slika 1 Vrste baza podataka (Vlastita izrada, 9.7.2022.)

Prema Darwenu (2009.) **relacijske baze podataka** su one čiji su simboli organizirani u kolekciju relacija. Relacije su zapravo odnosi između podataka pohranjenih u tim bazama. Davila (2013., 8.str.) navodi kako se i podaci i veze između njih prikazuju u tablicama koje su zatim povezane prethodno spomenutim relacijama u svrhu očuvanja integriteta podataka, povećanje brzine pristupa istima i smanjenja zalihosti.

SQL se u relacijskim bazama podataka koristi kao aplikacijsko i programsko sučelje te se svi upiti prema bazi i rad s podacima u istoj odvijaju preko SQL kodova. Relacijskim bazama nije teško rukovati, a podaci se kategoriziraju i pohranjuju na jednostavan način. Također jedna od prednosti je i eliminacija ponavljajućih podataka, točnije smanjenje redundance. Administratori mogu u relacijskim bazama jasno definirati tko ima ovlasti nad kojim dijelom baze te su s toga poprilično sigurni sustavi. Također jednoj bazi može pristupiti, ukoliko je to dozvoljeno, i više korisnika te se s tim u organizacijama lakše raspoređuje posao koji treba obaviti nad bazom. S druge strane baš kao i sve baze do sad i relacijske imaju neke nedostatke. Strukturno su zahtjevne, točnije stupci tablica u koje se podaci pohranjuju moraju biti točno definirani. S obzirom na opseg posla koji je potrebno načini kada se podaci uzastopno dodaju u bazu, može se reći da nisu lagane za održavanje te da je programerima i administratorima potrebno puno vremena za optimizaciju baza. Također nisu predviđene za rukovanje ne strukturiranim i podacima kojima se često mijenja struktura. Ako se u radu relacijskih baza koristi veći broj poslužitelja to smanjuje brzinu odgovora i dohvaćanja podataka iz istih. (Lutkevich i Biscobing, 2021.)

Gerkhe i Ramakrishnan (2000.) navode da se **objektno-orijentirane baze podataka** prvi puta počinju koristiti 80-ih godina prošlog stoljeća kao odgovor na nedostatak relacijskih baza. S pojavom sve veće količine podataka i razvojem novih tehnologija mijenja se i način skladištenja i pristupanja kompleksnijim podacima, a za to služe objektno-orijentirane baze podataka koje se temelje na objektima kao središnjim ulogama u bazi. Pristup podacima pohranjenim u ovim bazama često je pod utjecajem objektno-orijentiranih programskih jezika čime se zapravo pokušava povezati sustave za upravljanje bazama podataka s programskim okruženjem. Česta primjena ovakvog tipa baza je u multimediji, dizajnu i modeliranju računala pomoću CAD/CAM tehnologije, pohrani audio i video zapisa te tako dalje.

Hijerarhijske baze podataka nisu više široko zastupljene i često korištene, no i dalje imaju neke prednosti nad drugim bazama. Carić i Buntić (2015., 5.str.) opisuju hijerarhijske baze kao mjesto za pohranu podataka u obliku stabla. Podaci se zapisuju u polja, a skup tih polja naziva se stablo. Hijerarhijska baza podataka se zatim izgrađuje od skupa stabala. Pošto je put do podataka unaprijed poznat, prednost ovog tipa baza je u brzom spremanju i dohvaćanju podataka. No s druge strane to povlači i neke nedostatke poput kompleksnog ažuriranja i brisanja te stvaranje zalihosti podataka baze. Hijerarhijske baze podataka danas

su najčešće korištene u knjižničnim sustavima jer pomoću Dewey decimalnog sustava omogućuju pohranu imena ili brojeva knjiga.

Mrežne baze podataka nadovezuju se na hijerarhijski model pohrane podataka sa strukturom nalik grafu. Za razliku od hijerarhijskih baza, u mrežnim podaci imaju više nadređenih zapisa podataka (takozvanih roditelja) te samim time ima i više odnosa između tih podataka. Prednosti pohranjivanja podataka u mrežne baze jesu fleksibilniji pristup podacima, neovisnost podataka, više vrsta odnosa između tih podataka kojima se može upravljati i jednostavnost pohrane. S druge strane, nedostaci poput složene i teško promjenjive strukture preispituju popularnost korištenja ovakvog tipa baza podataka. (Lihtmee, 2019.)

NoSQL baze podataka najnovije su na tržištu te se koriste najkraće od svih, no s obzirom na svoje mogućnosti, obećavaju možda i najviše. NoSQL je nova tehnologija koja svoju popularnost može zahvaliti rapidnom rastu Interneta i aplikacija koje koriste pristup Internetu poput mega popularnog Facebooka itd. NoSQL u doslovnom prijevodu znači "ne samo SQL" te označava da se baze podataka i upiti u istima mogu postavljati i na neke drugačije načine od onih definiranih u tradicionalnim relacijskim bazama koje su primarno orijentirane na korištenje SQL jezika. Najčešći način pristupa podacima u NoSQL bazama je pomoću XML formatiranih upita. Fowler (2015.) opisuje kako su NoSQL baze brže i jednostavnije za izradu od tradicionalnih. Također ovisno o podacima koji se pohranjuju u njih postoje i različite varijacije tih baza. Dizajnirane su s namjerom pružanja brzog odgovora korisnicima, no s druge strane oni podaci koji su upravo dodani ili ažurirani neće odmah biti vidljivi korisniku. U ovakve baze mogu se pohranjivati i podaci koji nisu konzistentni, točnije čija će se struktura možda promijeniti s vremenom. Takvi podaci vežu se uz društvene mreže i web objave. Uz sve prednosti, NoSQL baze još uvijek nisu u potpunosti zamijenile tradicionalne vrste baza te će još neko vrijeme na tržištu prevladavati druge baze, ponajviše relacijske. („What are the Pros and Cons of NoSQL“, 2021.)

4.2. Sustavi za upravljanje bazama podataka

Gerkhe i Ramakrishnan (2000.) definiraju sustav za upravljanje bazom podataka kao softver dizajniran da pomogne u održavanju i korištenju velikih zbirki podataka.

Početakom 60-ih godina prošlog stoljeća, Charles Bachman prvi je predstavio ideju sustava za upravljanje bazama podataka (eng. *Database Management System – DMBS*). Na temelju njegove ideje, krajem desetljeća IBM razvija sustav upravljanja informacijama koji se i danas koristi kao DBMS u većini poslovnih organizacija. Sa sve većom popularnošću relacijskog modela i relacijskih baza podataka, tako se razvijao i relacijski DMBS koji preuzima vodstvo među konkurencijom i ostaje i do današnjeg dana najkorišteniji sustav upravljanja

bazama podataka. S pojavom novih tehnologija, novih vrsta podataka i njima sukladnih baza, pojavljuju se i nove inačice DMBS-a. Tako se danas pokušava ulagati više vremena i sredstva na razvitak multimedijских baza podataka i sustava za njihovo upravljanje. (Gerkhe i Ramakrishnan, 2000.)

Sustavi upravljanja bazama podataka pokreću i upravljaju velikom većinom radnji koje obavljamo kroz našu svakodnevicu bez da to i primjećujemo. Tako je za rad bankomata potreban sustav koji upravlja njegovom bazom podataka, isto je i prilikom izdavanja računa, rezervacije letova ili pak bilo koje druge radnje koja se temelji na nekom sustavu podataka. Ovisno o podacima točnije o modelu podataka koji izgrađuje takve baze podataka, postoje i različiti sustavi za upravljanje istima. Sukladno tome danas postoje relacijski sustavi upravljanja bazama podataka, NoSQL sustavi, mrežni i tako dalje. (Chapple, 2022.)

Funkcije sustava za upravljanje bazama podataka mogu se podijeliti u tri glavne kategorije. Prvo je potrebno definirati bazu podataka kojom će upravljati. Sljedeća je funkcija manipulacija podacima koji su u tu bazu pohranjeni. Ovisno o vrsti baze, podacima će se upravljati na različite načine (SQL upitima, XML upitima, itd.). Najvažnija kategorija koju DMBS ispunjava je kategorija upravljačkih funkcija. Ovaj sustav osigurava sigurnost baze podataka, sigurnost od neovlaštenog pristupa podacima i informacijama pohranjenim u toj bazi te definiranje dopuštenja odnosno zabrana rada s podacima pojedinog korisnika. Također je bitno očuvanje integriteta podataka u bazama, a sustavi za upravljanje istim omogućuju stvaranje sigurnosnih kopija baza i tako čuvaju njezinu cjelovitost. Sustavi za upravljanje bazama podataka također omogućuju praćenje rada baze podataka i svih operacija koje se nad istom izvode te omogućuju pohranu aktivnosti u izvještaje koji pri kasnijoj analizi kasnije služe za provođenje statistike o pojedinoj bazi. („Baza podataka“, bez dat.)

5. Multimedijski podaci

Kroz rad je do sada već nekoliko puta spomenuto kako se razvojem Interneta i novih tehnologija mijenjaju i podaci koji nas okružuju. Danas se više ne nalazi sve u binarnim oblicima i ne okružuju nas samo brojčane oznake. Sukladno tome razvijaju se novi podaci koji su prikazani u različitim oblicima poput alfanumeričkih, tekstualnih, u formatima koji podržavaju audio i video zapise itd. Rapidni rast i popularnost multimedijških podataka možemo zahvaliti razvoju tri glavne tehnologije modernog doba. Riječ je o VLSI tehnologiji (eng. *Very Large Scale Integration*). VLSI tehnologija orijentirana je na proizvodnju mikročipova kojima se postigla veća procesorska snaga. Zatim se javljaju širokopojasne mreže poput ISDN-a, ATM-a kojima je omogućena velika propusnost podataka. I posljednje što je utjecalo na razvoj multimedijških podataka je pojava različitih standarda za kompresiju podataka poput JPEG, H.263, MPEG, MP3 itd. koji su omogućili adekvatnu pohranu podataka. Iz toga proizlazi da su vrste multimedijških podataka sljedeće:

- **Tekst**
- **Slike:** u boji, crno-bijele, mape
- **Grafički objekti:** crteži, skice, ilustracije, 3D objekti
- **Animacije:** pokretne slike ili grafički objekti
- **Video zapisi:** niz slika koje su načinjene pomoću video kamera ili drugih pametnih uređaja
- **Audio zapisi:** primanje, prijenos ili reprodukcija zvuka

Spomenuti podaci mogu se još kategorizirati u tri kategorije: statički podaci koji nisu promjenjivi kroz vrijeme (tekst i slike), dinamički podaci koji se s vremenom mijenjaju (video i audio zapisi) te dimenzionalni podaci (grafički objekti i animacije u 2D ili 3D obliku). Multimedijški podaci razlikuju se od primarnih podataka te sukladno tome imaju i drugačije karakteristike. Dinamički podaci imaju neke vremenske zahtjeve i ograničenja što onda povlači i pitanje lakoće njihove pohrane i manipulacije njima. Također multimedijški podaci su fizički zahtjevniji za pohranu zbog velikog memorijskog prostora kojeg zauzimaju. Iz tog razloga moraju se koristiti razne kompresije kojima se tada smanjuje kvaliteta podataka u bazi. Primjerice tekst koji se u ovom radu nalazi 7.stranici, pohranjen u .txt obliku je veličine 2,70 KB točnije 2,774 bajtova. Takav tekst je nekompresiran te trenutno zauzima više memorije za pohranu nego što bi to slučaj bio ukoliko je kompresiran. Korištenjem najpoznatijih softvera za kompresiju datoteka – WinRAR i WinZip, uspješno je smanjena veličina datoteke. Pa tako datoteka u .rar formatu sada iznosi 1,45 KB, a u .zip formatu 1,48 KB. I zip i rar kompresija

zapravo rade na sličan način, no rar je kompresija koja se koristi ako je brzina kompresije bitna, dok je algoritam zip kompresije stariji i manje učinkovit od algoritma rar kompresije. Situacija se ne mijenja previše kada je u pitanju pohrana slika. Slike se također mogu kompresirati te na taj način zauzimaju manje mjesta za pohranu. Pomoću alata Gimp napravljena je slika veličine 1920 x 1080 piksela, rezolucije 300 piksela po inču te u formatu .bmp. Bmp format slike je veoma popularan zbog toga što prilikom kompresije podataka ne dolazi do gubitka istih. Napravljena slika je isprva bila veličine 5,93 MB. Uz pomoć online besplatnog softvera za kompresiju .bmp slika (<https://products.aspose.app/imaging/hr/image-compress/bmp>), ista u kompresiranom obliku sada iznosi samo 1,97 MB. S kompresiranjem i pohranjivanjem video zapisa priča je također poprilično slična. Primjerice video zapis u trajanju od 10 sekundi, a veličine 1920 x 1080 px iznosi 15,7 MB. Video je u formatu .mov, a prilikom kompresiranja transformiran je u .mp4 format. To je napravljeno zato što video zapisi u .mp4 formatu zauzimaju manje mjesta za pohranu od .mov datoteka, no isto tako su i manje kvalitete. Broj slika koje se prikazuju u sekundi ostao je ne promijenjen, no brzina kojom se prikazuju je smanjena što umanjuje kvalitetu, ali i olakšava pohranu u bazu. Kompresirani video sada ima veličinu od samo 1,97 MB. Slike koje se pohranjuju nije lako pronaći u bazi i dohvatiti ih jer im nedostaje tekstualni opis pomoću kojeg se najčešće dohvaćaju podaci iz baza. S obzirom na to da im nedostaju opisi, za pristup slikama korisnici moraju znati veći broj obilježja slike poput oblika, boje ili teksture. Još jedna karakteristika multimedijских podataka je interakcija s njima. Točnije procesi i operacije kojima se pristupa ovakvim podacima su dugotrajne te je često korisnicima baze potrebna pomoć drugih korisnika. (Adjeroh i Nwosu, 1997.)

Isto se odnosi i na video zapise, no ovdje je stvar malo kompliciranija jer postoji potreba da se pristupi točno određenom dijelu tj. segmentu video zapisa pohranjenog u bazi. Video zapisi pohranjuju se jednostavnije uz pomoć segmentiranja, indeksiranja te zatim modeliranja i reprezentacije tog pojedinog segmenta. Proces kojim se jedan video zapis dijeli na više manjih i zasebnih jedinica naziva se video apstrakcija. Segmentacija video zapisa zapravo podrazumijeva dijeljenje videa na njegove zasebne snimke točnije kadrove koje čine pokretnu cjelinu – video. Provodi se na dvije razine, segmentacija snimke ili segmentacije cijele jedne scene tj. epizode videa. Segmentacijom snimke postiže se spajanje susjednih kadrova između kojih postoje prijelazi s jednog na drugi. S druge strane, segmentacija cijele scene nije toliko popularna metoda prilikom pohrane zbog svoje kompleksnosti i potrebe da je za provedbu iste potrebno mnogo više informacija o video zapisu nego što je to slučaj kod segmentacije jednog kadra. Nakon što je video segmentiran slijedi indeksiranje svakog pojedinog segmenta. Indeksiranjem se svakom pojedinom segmentu dodaju njegovi meta podaci karakteristični za taj segment poput naziva, trajanja te drugih relevantnih informacija. Video modeliranje odnosi

se na dohvaćanje tih indeksa i prezentiranje pojedinog dijela videa ili pak cijelog video zapisa korisniku koji ga je netom prije potražio u bazi. (Furht i Marques, 2003.)

5.1. Tekst

Tekst kao vrsta podataka u multimediji ima dvije temeljne značajke – vizualni prikaz nekog jezika te kao podatak koji predstavlja grafičke elemente koji čine taj jezik. Tekst se sastoji od skupova znakova, ali i ostalih simbola poput točaka, dvotočaka, zarezova itd. Zatim se ti skupovi znakova povezuju u grupe, a kako bi se isti mogli prikazivati u online obliku potrebno ih je pohraniti kao bitove. Nakon što je pohranjen u prikladnom obliku, tekst i dalje nije spreman za prikaz korisnicima ili komunikaciju između korisnika koji koriste različite računalne sustave. Kako bi se tekst mogao i prikladno razmjenjivati potrebno je napraviti standardizaciju teksta. Jedan od najpoznatijih i najkorištenijih standarda za prikaz znakova je ASCII standard (eng. *American Standard Code for Information Interchange*). Pomoću ASCII standarda moguće je prikazati 128 različitih kodnih vrijednosti, no što se tiče skupova znakova, ASCII prikazuje samo njih 95. S obzirom na to da ASCII ne podržava sve postojeće znakove u različitim pismima, počeli su se razvijati standardi koji će za prikaz znakova koristiti s više od 7 bitova kao što je slučaj bio kod ASCII koda. S obzirom na taj novonastali problem, predstavljen je novi 32-bitni standard Unicode koji omogućuje prikaz čak 39 000 različitih znakova za zapis teksta. U kontekstu multimedije danas se sve više spominje hipertekst kao multimedijски podatak. Hipertekst je zapravo običan tekst koji sadrži poveznice na druge dijelove teksta bilo u istom ili nekom drugom dokumentu. Kako bi se hipertekst mogao pokrenuti zajedno sa svojim linkovima, bitno je da računala posjeduju neki od preglednika. Najpoznatiji primjer sustava koji koristi hipertekst je popularni World Wide Web – WWW. (Chapman i Chapman, 2009., 185.-190.str.)

Kao i svaki drugi multimedijски podatak i tekst se može pohranjivati u različitim formatima koji se razlikuju po svojim svojstvima. Najpoznatiji format su **.txt** i **.doc/docx**. Doc format je podržan samo od Microsoft Office alata Word, a njegova besplatna alternativa je **.otd** format. Html i **.xml** formati su oni koji pohranjuju tekst s različitim html i xml oznakama koje se koriste za izradu sadržaja za softvere. („Text formats“, bez dat.)

5.2. Slike

U ovom kontekstu multimedijских podataka, slike ne promatramo kao grafičke objekte, već kao bitmapu. Bitmapa je zapravo rasterski prikaz slika, točnije slike se prikazuju uz pomoć piksela, a ne vektora. Iako se izrada ovakvih formata čini jednostavnom, kod slika veliki

problem predstavlja nešto što se zove rezolucija. Najjednostavnije rečeno, rezolucija je mjera kojom se definira koliko je detaljno i kvalitetno neki uređaj prikazao pohranjenu sliku. Za definiranje rezolucije postoje dva pristupa, prvi je prikaz točaka po inču (dpi), a drugi piksela po inču (ppi). Drugi se pristup više koristi u video zapisima i prikazu fotografija, dok se prvi pristup koristi kod printera i skenera. Rezolucija slika uvelike ovisi i o rezoluciji kojom raspolaže uređaj na kojem se iste prikazuju. Tako primjerice ako je rezolucija slike veća od uređaja za prikaz iste tada dolazi do procesa kojim se smanjuju uzorci slike (eng. *downsampling*). Dolazi do skaliranja tj. smanjivanja slike do njezine prirodne veličine prilikom čega se višak piksela odbacuje. No ovdje nalazimo i jednu zanimljivu činjenicu da kada se slike visoke rezolucije smanjuju na manju rezoluciju uređaja na kojoj se prikazuju često će biti bolje kvalitete od slika koje imaju istu rezoluciju kao i uređaj na kojem se prikazuju. U drugom slučaju, ako treba prikazati slike u većoj rezoluciji jer tako zahtjeva uređaj na kojem će se prikazivati, uvijek dolazi do gubitka kvalitete slike pa je zbog toga bitno paziti da već pri samoj izradi slike ona bude u istoj rezoluciji kao i uređaj na kojem će se sa slikom manipulirati. Kako bi se ovakvo smanjivanje slika provelo sa što manje gubitaka mora se koristiti tehnikama kompresije podataka. Kod kompresija slika postoje dvije, ona s gubitkom podataka i ona bez gubitaka. Za kompresiju podataka koriste se algoritmi. Jedan od njih je i RLE (eng. *run-length encoding*) algoritam koji se koristi prilikom sažimanja tj. kompresije podataka bez gubitaka. Kod ovakvog sažimanja smanjuje se redundantnost, ali bez nepotrebnog brisanja bitnih podataka što onda ostavlja i problem potrebe za većim prostorom za pohranu takvih datoteka. Uz RLE algoritam, svakako je bitno spomenuti i Huffmanovo kodiranje pomoću kojeg se slika dijeli na blokove (8x8) i zatim se kodira skup tih blokova. Format za zapis slika koji se najviše koristi prilikom sažimanja bez gubitka podataka je png. Kod sažimanja s gubitcima, najpoznatija tehnika u pogledu slika je jpeg kompresija. Ova kompresija zapravo radi na principu da slike sažima prema onome kako ljudsko oko vidi slike, što zapravo znači da se gubitak podataka i kvalitete niti ne primijeti tako jako jer jpeg tehnika za sažimanje podataka uzima u obzir ograničenja ljudskog oka. Najučinkovitija je prilikom sažimanja slika koje su nastale fotoaparatima. Oni najčešće automatski stvaraju slike u jpeg formatu pa se iz tog razloga takve slike mogu sažeti na samo 5% originalne veličine bez jako uočljive promjene u kvaliteti sažete slike u obziru na originalnu. (Chapman i Chapman, 2009, 121.-133.str.)

Za pohranu i prikaz slika postoje razni formati, a neki od najčešće korištenih bit će objašnjeni u nastavku. Format koji je svima poznat je **png** format. Predstavljen je 2003.godine, a danas ga podržavaju više-manje svi preglednici. Png format koristi se kod pohrane bez gubitka podataka. Također format koji se koristi kod pohrane bez gubitka podataka je **gif** format koji podržava paletu boja do 256 različitih boja. Uz nepokretne slike, gif format podržava i pohranu animacija te je u posljednje vrijeme s razvojem društvenih mreža postao jedan od

najpopularnijih i najčešće korištenih formata. Posljednji u grupi formata koji podržavaju sažimanje bez gubitaka koji će biti spomenuti je **bmp** format. Točnije bitno je napomenuti da bmp format podržava algoritme koji se koriste i kod sažimanja s gubitcima, ali i bez gubitaka. Format koji također može podržavati sažimanje sa ili bez gubitaka podataka je **tiff**. Ovaj format podržava različite sustave boja, RGB, CMYK, YCbCr i druge, što ga čini idealni formatom za pohranu u području filma, tiska ili čak slika za emitiranje na televizoru. **Jpeg** format već je bio dovoljno objašnjen u kontekstu jpeg kompresije, no zaključujemo da se najviše koristi kod nepokretnih slika načinjenih pomoću fotoaparata. S obzirom na to da postoji veliki broj formata, svaki od njih najviše se koristi kod određenih vrsta podataka. Tako se preporučuje fotografije pohranjivati u jpeg formatu, ikone u png formatu, a snimke zaslona u png formatu. („Image file type and format guide“, bez dat.)

5.3. Grafički objekti

Grafika je zapravo pojam koji se odnosi na tehnologije koje uz pomoć softverskih alata ili hardvera kreiraju i prezentiraju statičke digitalne slike. Grafički elementi koji pritom nastaju najviše se pohranjuju online, na CD-ROM-u ili DVD-u te se također koriste i za tiskane medije poput časopisa i slično. Za izvoz istih iz softvera u kojima su napravljeni mora se napraviti proces renderiranja pomoću kojeg se iz napravljenog modela stvaraju i gotove slike točnije grafički objekti. Renderiranje se najviše koristi u području računalnih igara, filmova, virtualne stvarnosti i slično gdje se zapravo 3D grafika pretvara u statičnu 2D grafiku. (Chapman i Chapman, 2009.,65-67.str.)

U pravilu grafički se objekti mogu prikazivati u dvije glavne kategorije – uz pomoć vektorske ili rasterske grafike. Rasterska grafika odnosi se na izgradnju objekta uz pomoć rastera koji zapravo predstavljaju piksele. Tako zaključujemo da se rasterski objekti grade uz pomoć mreže horizontalnih i vertikalnih linija gdje svaki od kvadratića predstavlja jedan piksel koji poredani točnim redoslijedom stvaraju privid boja. Rasterska grafika svoj nedostatak pronalazi u tome dođe li do povećanja broja piksela koji se koriste oni gube svoju kvalitetu i prijelaz između tih kvadratića u mreži tj. piksela postaje očit. Najčešće se koriste za prikaz fotografija i jednostavnijih objekata. S druge strane, vektorska grafika orijentirana je na izgradnju grafičkih objekata pomoću vektora točnije linija i točaka. Više se koristi u računalnoj animaciji i grafici, ponajviše u 3D modeliranju i animiranju, izradi logotipova i dizajniranju, za tehničke crteže, ilustracije i slično. Za razliku od rasterske grafike, ovdje se prilikom skaliranja

objekata ne gubi i njihova kvaliteta prikaza, ali ipak samo uz pomoć linija i točaka teže se prikazuju realistični prikazi slika iz stvarnog života. (Miličić i Bukovac, 2018.)

Tri najpoznatija rasterska formata grafičkih objekata su **gif**, **jpeg** i **png**. Gif format koristi se za pohranu grafike s kompresijom podataka bez gubitka kvalitete te može prikazivati do 256 različitih varijacija boja. Ovaj se format najčešće koristi kod jednostavnijih fotografija i crteža izrađenih pomoću raznih softvera za izradu digitalnih crteža. Sljedeći u nizu je jpeg format kod kojeg prilikom kompresije dolazi do gubitaka. Najčešće je korišten format prilikom pohrane skeniranih fotografija ili onih nastalih fotoaparatom. Png format je najnoviji od navedenih i najviše se koristi na webu. Nastao je kao nadogradnja gif formata, a za razliku od njega nije ograničen na prikaz samo 256 boja i koristi drugačije algoritme za sažimanje podataka. Uz ova tri najčešće korištena formata, bitno je spomenuti i druge koji postoje, a to su tiff, bmp i tga format. (Chapman i Chapman, 2009.,80-83.str.)

Uz rasterske formate, postoje i oni vektorski. Vektorskom grafikom smatra se ona grafika koja je nastala korištenjem računalnih programa te uz pomoć geometrijskih elemenata točnije linija, krugova, poligona, krivulja itd., prikazuje pojedine grafičke objekte. Danas je to suvremeniji i sve češće korišten način za prikaz grafičkih objekata. Za razliku od rasterske grafike koja je primarno orijentirana na prikaz objekata pomoću piksela, geometrijske linije u vektorskoj grafici predstavljaju prednost u pogledu skalabilnosti slika, točnije povećavanja slika bez da dolazi do pogoršavanja kvalitete iste. No, na kraju je za prikaz takvih objekata na digitalnim uređajima potrebna njihova pretvorba u rasterski format. Najpoznatiji vektorski formati su **PDF Adobe Acrobat** razvijen od strane Adobe System te služi za prikaz i dijeljenje dokumenata između različitih operacijskih sustava. **SWF Adobe Flash** je još jedan poznati format za prikaz vektorske grafike i 2D animacije putem interneta. Jedni od poznatijih formata su još **AI Adobe Illustrator** za izradu grafike u programu Adobe Illustrator i njezin prikaz i ispis na web mjestima. Daleko najpoznatiji i najčešće korišten vektorski format je i **svg format**. Svg je razvila i predstavila tvrtka Adobe, a to je zapravo XML baziran jezik za prikaz pokretne i statičke 2D grafike. Podržava HTML i CSS programske jezike što omogućuje napredak i dodatnu vizualnu privlačnost takve grafike i njezinog prikaza na web stranicama gdje je najzastupljenija zbog toga neovisnosti o rezoluciji koju svg formati posjeduju, a što znači da se ne mijenja njihova kvaliteta kako se mijenja veličina slika ili grafičkih objekata pohranjenih u tom obliku. Svg format ne zahtijeva dodatna proširenja za prikaz u gotovo svakom web pregledniku što ga također čini jednim od najčešće korištenih formata, pogotovo u današnje digitalno doba. (Informatic, 2020.)

5.4. Animacije

Animacije su zapravo najjednostavnije rečeno pokretne slike koje se nalaze u unaprijed definiranom slijedu. Od svoje pojave pa sve do danas najviše se koriste u svrhu zabave, oglašavanja, umjetnosti te multimedijских prezentacija. Animacije se izrađuju tako da se pojedinačne slike prikazuju velikom brzinom jedna za drugom. Najlakši način za objasniti animacije je igra kojom se zabavlja djecu, a radi se o crtanju različitih smislenih crteža na posebne papiriće u jednom bloku papira koji brzim prelistavanjem daju dojam pokretljivosti i stvaraju jednostavne animacije. U današnjoj tehnologiji to nije tako jednostavno te je sada sve popularnija takozvana računalna animacija. Računalnom animacijom danas se može koristiti svatko zbog komercijalne dostupnosti računala, procesora, raznih softvera i druge računalne opreme koja prije nije bila toliko široko dostupna. Najbolji opis računalne animacije glasi da je ona produkt korištenja bilo kakve računalne opreme u svrhu ostvarivanja iluzije pokretljivosti uz pomoć pojedinačnih crteža. Postoje tri glavna pristupa računalnoj animacija, a to su umjetnički pristup čija je glavna zadaća stvaranje dojma pokretljivosti. Zati slijedi pristup koji se temelji na podacima koji prikazuju stvaranje kretnje koje se pomoću digitalizacije zatim pretvaraju u grafičke objekte koji će biti prikazani na računalu ili drugi pametnim uređajima. Posljednji pristup je proceduralni koji sadrži proračunski model kojim se stvara pokretljivost. (Parent, 2012.)

Razvojem tehnologije i računalne animacije, većina ilustratora danas više ne koristi nacрте crtane rukom već se cijeli proces provodi uz pomoć pametnih uređaja na kojima se stvaraju nove animacije. Na spomen animiranja najviše asocijacija povezujemo uz pojmove 2D i 3D animacije. Glavna razlika između ovih animacija je ta što se 2D animacija sastoji od elemenata koji čine dvodimenzionalnu okolinu, dok je 3D sastavljena od elemenata trodimenzionalne okoline. Elementi 3D okoline imaju volumen i masu i zbog toga se lakše prikazuje prostorno uređenje i pokretljivost likova koje animacija prikazuje. Također svjetlina 3D elemenata jako utječe na njihov dojam pokretljivosti, dok 2D elementi nisu toliko osjetljivi. Isto tako može se zaključiti da 2D animacija nije toliko osjetljiva na statičke slike tj. crteže koji trebaju prikazati animaciju za razliku od 3D animiranja. Zbog toga u 3D animaciji treba dobro savladati takozvano pokretno držanje gdje je cilj zadržati animirani lik što duže u statičnoj poziciji bez potrebe za pokretom, a da to ne izgleda kao da je animacija stala ili završila. To se ostvaruje na način da ukoliko lik nije pokretan bar neke dinamičke scene moraju biti prikazane kao lagani pokreti ušiju, širenje nosnica, podizanje prsnog koša ili slično, dok u 2D animaciji to nije potrebno. 2D animacija ima dužu povijest korištenja i danas se najviše koristi za slobodna umjetnička izražavanja, dok se uz pomoć 3D animacije prikazuje što realniji prostorni prikaz. (Au, 2014.)

5.5. Video zapisi

Video zapis je multimedijски podatak koji je sačinjen od mnoštva pojedinačnih slika koje stvaraju privid pokretnosti. Zbog pojave koja se naziva postojanost vida, ljudskom oko kada se prikažu mirne i statične slike jedna za drugom određenom brzinom, oko će to percipirati kao pokretne slike te će se stvoriti dojam kao da gledamo video. Također postoji i neka granica ispod koje slike počinjemo primjećivati kao zasebne i statične, a ne kao pokretne i taj granica se odnosi na otprilike 40 slika u sekundi. Pokretne slike u multimediji mogu se dohvatiti na dva načina – video kamerama ili stvaranjem zasebnih kadrova pomoću računala i softverskih alata. Prilikom snimanja video zapisa kamera treba u obzir uzeti brzinu snimke kako bi se ostavio dojam da se video odvija u realnom vremenu te također treba voditi brigu o standardima video zapisa koji će se emitirati na određenog televizijskoj kući s obzirom da se ne koriste isti standardi u cijelom svijetu. Postoje tri glavna standarda analognih video zapisa za prikaz na današnjim televizorima u boji, a to su NTSC, PAL i SECAM. NTSC je najstariji standard koji se koristi u Sjevernoj Americi, Japanu, Tajvanu te dijelovima Južne Amerike i Kariba. Sljedeći standard je PAL koji je najčešće korišten u zemljama zapadne Europe, Australiji, Novom Zelandu i Kini dok se standard SECAM prije koristio u Sovjetskom savezu, a danas ga i dalje koriste države istočne Europe. Kod digitalnih video zapisa potrebno je napraviti transformaciju iz analognih. Za to se koristi standard koji se popularno naziva CCIR 601 prema istoimenoj organizaciji u kojoj je i razvijen. Danas ta organizacija djeluje pod novim imenom ITU-R. Analogni standardi PAL i NTSC nemaju podijeljene piksele na isti način kao digitalne slike tj. kadrovi koje čine digitalne video zapise te se iz tog razloga koristi spomenuti CCIR 601 standard za pretvorbu. Standardi za digitalne video zapise koji se danas koriste su DVB koji služi za digitalni prikaz sadržaja na televizoru te HDTV standard koji ima istu svrhu, ali veće mogućnosti i kvalitetniji prikaz sadržaja. Veliki nedostatak u radu s video zapisima je i njihova veličina. Primjerice u Japanu i Sjevernoj Americi slike koje čine video najčešće su definirane veličinom od 640 piksela širine i 480 piksela visine što kasnije prilikom pohrane iznosi otprilike oko 26 megabajta za kadar od trideset sekundi tj. 1,6 gigabajta za pohranu jedne minute ne sažetog videa. Kako bi smanjili te velike količine za pohranu, koriste se razni načini kompresiranja video zapisa. Dva su načina na koji rade algoritmi za kompresiju videa, kompresiraju svaku pojedinu sliku u video zapisu te se takva kompresija naziva prostorna. Druga kompresija naziva se vremenska, a zasniva se na tome da između pojedinih okvira slika koje čine video postoje jako male razlike te se ne trebaju pohranjivati iste informacije te se tako smanjuje se redundancija i veličina videa kojeg je potrebno pohraniti. (Chapman i Chapman, 2009., 300.-315.str.)

Za kompresiju ili dekompresiju takvih podataka koriste se hardverski uređaji ili softverski alati, a nazivaju se video-kodecima. Danas su najkorišteniji video-kodeci sljedeći: HuffYUV, MPEG-1, MPEG-2, XviD, WMV, DivX i H.264/MPEG-4. Posljednji video-kodek je najnoviji te je usko povezan sa kompresijom podataka koji se koriste u virtualnoj stvarnosti, sve popularnijem objektno-orijentiranom pristupu stvaranja video zapisa itd. (Kliček, 2021.)

Spomenuti kodeci su sastavni dio svakog video zapisa zajedno s formatom kojeg isti podržava. Format u kojem je pohranjen video zapis zapravo se naziva njegovim kontejnerom te on pohranjuje sve metapodatke vezane uz datoteku. Trenutno je nekoliko formata video zapisa koji se najviše koriste, a u nastavku će biti nabrojani i kratko opisani. **Avi** je jedan od prvih formata koji je razvijen 1992.godine. Ovaj format može podržavati i kompresirane i ne kompresirane podatke, nedostatak .avi formata je što su datoteke u tom formatu velike i teže se pohranjuju. Još uvijek jedan od najpopularnijih formata je **.mp4** koji je predstavljen davne 2001.godine. Iste godine, Apple je razvio svoj popularni format **.mov**. I mov i mp4 formati služe za prikaz audio, video, slikovnih i drugih multimedijских sadržaja. S boljom kompresijom podataka od .mp4 formata pojavljuje se **.wmv format** koji je razvijen od strane Microsofta. Pošto ima bolju kompresiju te su i datoteke u tom formatu manjih veličina lakše je rukovati i pohranjivati takve datoteke, a iz istog se razloga danas često koriste za online video prijenose (eng. *video streaming*). Jedan od većih nedostatak ovog format je njegova ne kompatibilnost s Apple uređajima. Format kojeg podržavaju sve video platforme i preglednici je **.flv** te je često korišten format prilikom pohrane video zapisa na Youtube-u, no nažalost kao jednu od većih mana opet se mora izdvojiti činjenica da ni ovaj formati nije kompatibilan s nekim Apple uređajima točnije s mobilnim uređajima iPhone. S obzirom da se razvijanjem nove tehnologije i drugačijih multimedijски zahtjevnih podataka i video zapisi se mogu pohranjivati u suvremenijim formatima. Jedan od njih je **.avchd** koji služi za prikazan video zapisa u HD rezoluciji i digitalno snimanje istih. Ovaj format koristi prethodno spomenuti video-kodek H.264/MPEG-4 pomoću kojeg omogućuje prikaz visoko kvalitetnog sadržaja. (Maayan, bez dat.)

5.6. Audio zapisi

Svi multimedijски podaci koji su do sada opisani imaju jednu zajedničku karakteristiku, a to je njihova vizualnost i primjećivanje pomoću ljudskog vida. Audio zapisi točnije zvuk je jedini multimedijски podatak koji do korisnika dolazi slušno, a ne vizualno. Kliček (2021.) definira zvuk kao kontinuirani val koji putuje kroz zrak, određene frekvencije i jačine. S gledišta multimedije, zvuk se dijeli na dvije glavne vrste, a to su govor i glazba. Govor se prezentira pomoću raznih kompresija zvuka, dok se glazba ponekad percipira kao uputa za sviranje

virtualnih instrumenata, a ne kao zvuk. U današnje tehnološko doba, zvuk sam po sebi nije dovoljan za kvalitetnu izradu multimedijских proizvoda te je isti potrebni i digitalizirati. Zvuk je prije svega analogni signal koji se prije digitalizacije mora pretvoriti u električni signal najčešće uz pomoć mikrofona ili drugih električnih uređaja za snimanje zvuka. Zatim se uz pomoć zvučne kartice u tim uređajima, analogni signal pretvara u digitalni te tada nastaje digitalni zvuk koji se pohranjuje na neki od uređaja za pohranu. Iako većina današnjih računala i pametnih telefona ima ugrađene mikrofone, bitno je napomenuti da oni nisu ni približno dovoljno kvalitetni za izradu jasnih zvučnih tj. audio zapisa. Prije nego se krene sa samim snimanje bitno je definirati brzinu i veličinu uzorka koji će se stvoriti. Trebalo bi se voditi odabirom najveće brzine i veličine uzorkovanja, no opet s druge strane ukoliko će se taj zvuk kasnije kombinirati s nekim drugim multimedijским podacima treba paziti na mogućnosti editiranja u pojedinim softverskim alatima, tako primjerice ako neka aplikacija tj. alat za uređivanje nema mogućnost da podrži zvučne zapise od 48 kHz, tada ih odmah u startu treba snimiti na manjoj frekvenciji, od primjerice 44.1 kHz. Također, profesionalni softveri za snimanje zvuka se preporučuju za korištenje ukoliko se želi postići zvučni zapis sa što manje šumova i smetnji. Te iste profesionalne aplikacije odmah pohranjuju zapise na disk što omogućuje snimanje zvučnih zapisa samo one veličine koliko je još raspoloživog prostora za pohranu na disku. Kod snimanja zvuka najveću prepreku predstavlja da se postigne točno određena razina zvuka. Na primjer ako prilikom snimanja govorimo veoma sporo to će rezultirati tišim zvučnim zapisom s okolnim smetnjama. S druge strane, glasniji unos može dovesti do stvaranja isječaka tj. prekida prilikom konačnog rezultata.

Kao i kod ostalih multimedijских podataka, i prilikom pohrane audio zapisa u većini slučajeva dolazi do kompresije iliti sažimanja kako bi se lakše pohranile veće količine podataka. S obzirom na to da je zvuk složeni podatak, rijetko se koriste sažimanja bez gubitaka. Za sažimanje govora koristi se metoda uklanjanja tišine koja je zapravo metoda bez gubitaka podataka, no isto tako ne koristi se toliko često jer u govorima tišina i nije toliko uobičajena. Sažimanje s gubicima nije iste važnosti kada je riječ o slikama i kada je riječ o audio zapisima. Primjerice neke informacije vezane uz brzinu prikazivanja boja mogu se ignorirati i odbaciti, dok je kod audio zapisa brzina izvođenja bitna i ne smije se provesti sažimanje bez da se točno odredi koji podaci se smiju obrisati, a koji ne. (Chapman i Chapman, 2009., 396.-400.str.)

Formati za pohranu audio zapisa dijele se u tri glavne skupine – nesažeti formati, formati koji koriste sažimanje s i formati koji koriste sažimanje bez gubitaka. U kategoriji nesažetih formata daleko najpopularniji je **wav** format koji je razvijen 1991.godine od strane Microsofta. Iako je nesažeti format, u pravilu može podržavati i sažete zapise, no rijetko se koristi u takve svrhe. U ovoj kategoriji još su vrijedni spomena formati **pcm** i **aiff**. Druga skupina

odnosi se na formate koji koriste zapise koji su sažeti metodom sažimanja s gubitkom podataka. Predstavnik ove skupe je **mp3** format koji ima tri glavne karakteristike, a to su odbacivanje nepotrebnih zvukova za ljudski sluh, smanjivanje kvalitete onih zvukova koji ionako nisu jasno čujni te za sažimanje ostalih audio podataka što uspješnije. Kao nastavak na mp3 i mnogo napredniji i efikasniji format koristi se **aac** format. U ovu skupinu još pripada i **ogg** format. Posljednja skupina je ona sa zapisima koji su sažeti bez gubitaka. Najpopularniji od ovih formata je **flac** koji je besplatni i kvalitetni format s mogućnošću sažimanja zapisa do 60% jednake kvalitete kao i originalni zapis. Uz flac u ovu skupinu još pripada manje korišteni format **alac**. Jedan je format koji pripada u obje skupine, u one sa zapisima koji sažeti sa, ali i bez gubitaka podataka i to je format **wma**. To su zapravo dva formata koji rade na sličan način, no svaki ima svoju ekstenziju ovisno o skupini kojoj pripada. (Lee, 2019.)

6. Multimedijske baze podataka

Na temelju spomenutog (Kalipsiz 2000) navodi da je multimedijaska baza podataka kontrolirana zbirka multimedijaskih podataka kao što su tekst, slike, grafički objekti, audio i video podaci. Iz ove definicije zaključujemo kako se one baze u koje su pohranjeni gore navedeni multimedijaski podaci nazivaju multimedijaskim bazama podataka.

Multimedijске baze podataka u komercijalnoj se primjeni pojavljuju kroz nekoliko valova. Prvi val pojave i korištenja multimedijaskih baza događao se sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća, točnije svoj rast započinju pojavom novih sustava za upravljanje bazama podataka, onih multimedijaskih poput MediaDB, JASMINE i ITASCA. Većina tih sustava danas nije dostupna te su s godinama izgubili svoju prevlast na tržištu. Jedino je MediaDB nastavio s razvojem i nadogradnjom svojih performansi te je danas poznatiji pod imenom MediaWay. Prve multimedijске baze podataka oslanjale su se ponajviše na operacijske sustave koji su im omogućavali samo pohranjivanje i stvaranje jednostavnijih upita nad podacima. Također podaci u prvim bazama mogli su biti dohvaćeni, ažurirani, brisani i dodavani. Dolaskom drugog vala korištenja multimedijaskih baza mijenjaju se i mogućnosti koje iste podržavaju. Tako su nove baze mogle obrađivati kompleksnije multimedijске podatke, integrirane su u sustave u kojima su korištene te su se njihove funkcije koje je bilo moguće izvoditi nad podacima poboljšale. Pojavom novih objektno-orijentiranih stilova, multimedijске baze podataka su sada mogle i pohraniti multimedijске podatke poput videa, audio zapisa, slika itd. U budućnosti se očekuje da će medijske baze podataka doživjeti još veći razvoj i procvat zbog neprekinutog rasta korištenja Interneta i raznih aplikacija, ali i zbog razvitka virtualne stvarnosti i rasta popularnosti novih izvora zabave poput računalnih igara itd. (Kosch i Döller, bez dat.)

Danas je uporaba multimedijaskih podataka postala stalni dio svakodnevnih radnji te se zapravo njihova pohrana i skladištenje i dalje odvija unutar multimedijaskih baza podataka koje su sada superiornije i kompleksnije od onih koje su se koristile u samim počecima multimedije. S razvojem novih tehnologija razvijali su se i novi multimedijaski podaci. Tako primjerice danas možemo pohranjivati i animirane crteže, skice, audio i vizualne zapise, CAD/CAM podatke itd. No uz napredno i često korištenje multimedijaskih podataka, danas je popularna, ali i veoma bitna pohrana istih u cloud-u. Cloud ne predstavlja fizičko, već online spremište podataka. Najveći problem u današnjim bazama podataka predstavlja rudarenje multimedijaskih podataka. Rudarenje podataka je zapravo proces kojim podaci pohranjeni u bazi pretvaraju u znanje. Kod multimedijaskih podataka priča je malo drugačija zbog njihove kompleksnosti i česte kombinacije dvaju ili više multimedijaskih podataka (npr. video zapisi su sačinjeni od slikovnih i audio podataka). U prethodnim poglavljima navedeno je kako se multimedijaski podaci dijele na statičke i dinamičke te sukladno tome, u današnjim se multimedijaskim bazama

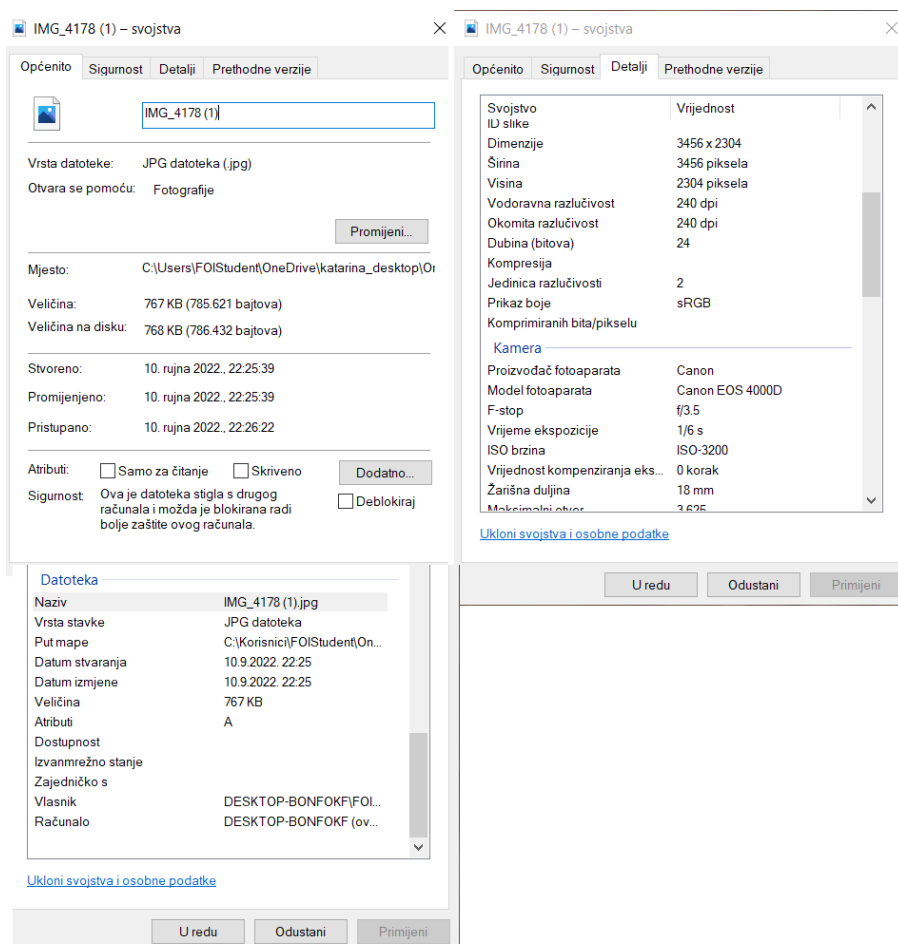
podaci rudare na dva načina – statičkim i dinamičkim rudarenjem. Statičko rudarenje odnosi se na tekst i slike, a dinamičko na video i audio zapise. Kako bi se taj proces odradio bez poteškoća koristi se metoda klasteriranja podataka. Klasteriranje je veoma slično segmentaciji podataka opisanoj u prethodnom dijelu. Pomoću klasteriranja podaci sa sličnim značajkama povezuju se u jednu cjelinu nazvanu klaster. Ponekad ti klasteri zbog složenosti multimedijских podataka budu velikih veličina ili visokih rezolucija. Za rudarenje takvih podataka danas se koristi poznati PCA algoritam. Pomoću tog algoritma setovi podataka tj. u ovom slučaju klasteri se smanjuju te im se smanjuje rezolucija. Iz tog razloga lakše se manipulira podacima u bazi. Uz PCA algoritam, popularne metode reduciranja dimenzija su još Karhunen Louve (K-L) transformacija te MLF faktor. Iako su ove metode još uvijek veoma zastupljene, u novije vrijeme za rudarenje podacima u multimedijским bazama sve se više okreće prema strojnom učenju koje je omogućilo pojavu novijih i inteligentnijih algoritama koji su lakše prilagodljivi podacima s kojima rade. (Jiang, Li, i Sun, 2018.)

Jalal (2001.) ističe kako se multimedijске baze podataka u pravilu mogu podijeliti na dvije glavne vrste: povezane i ugrađene multimedijске baze.

Povezane baze još se mogu smatrati bazama metapodataka. Metapodaci prikazuju strukturu, sadržaj i kontekst pohranjenih podataka. Sadržaj nam kazuje što neki informacijski objekt radi i od čega se sadrži. Kontekst odgovara na pitanja tko, što, gdje, zašto i kako je informacijski objekt tj. podatak stvoren. Struktura definira od čega su informacijski objekti sačinjeni. (Baca i Getty, 2008.)

Na primjeru vlastite snimljene fotografije koja je prikazana u programu Windows Fotografije, jasnije će biti objašnjeno što su metapodaci kako bi se stvorio dojam općenito o tome što takvi podaci govore o slici, video zapisu, pjesmi itd. Slika je iz privatne kolekcije i vlastite je izrade, a preuzeta je s Google drive servisa na kojem je pohranjena. Metapodaci za sliku podijeljeni su u nekoliko kategorija, a mogu se pronaći u detaljima slike nakon što se na istu klikne desnim klikom miša i odabere grupu "svojstva". Prva kategorija **opis** daje osnovne informacije o slici kao što su naslov slike, komentari ostavljeni uz sliku, posebne oznake, zatim ocjena slike koju je moguće dodati itd. Nakon opisa slike, slijede metapodaci vezani uz **porijeklo** iste. To su autor slike, zatim datum i vrijeme kada je nastala, u ovom slučaju to je 31.01.2021. u 18:50 sati. Također su dostupni podaci o autorskim pravima ako su definirana te program u kojem je slika uređivana, a to je Adobe Photoshop Lightroom. Također u metapodacima vezanima uz porijeklo slike moguće je dodati datum kada je slika skinuta, dodana na računalo ili slično (datum nabavke). Zatim nam slijede sami podaci vezani uz **sliku** kao što su dimenzije slike točnije širina i visina iste (3456x2046 px), dubina bitova na slici koja iznosi 24, vodoravna i okomita razlučivost koje zapravo predstavljaju broj piksela, a na ovoj slici obje razlučivosti iznose 250 dpi (broj točaka po jednom inču) te kao posljednji podatak

naveden je sustav boja koji je korišten za prikaz slike, a to je sRGB. sRGB je opcija koju podržavaju svi pametnim uređaji poput mobitela, računara itd. I RGB i sRGB prikazuju jednake boje, no korištenjem RGB sustava spektar boja je nešto širi te su i mogućnosti veće. Nakon toga slijede metapodaci koji opisuju uređaj tj. **kameru** kojom je slika napravljena. Primjećujemo da je proizvođač Canon, a model fotoaparata je EOS 4000d. Nakon toga slijede podaci koji su poznatiji onima koji se bave fotografiranjem kao na primjer F-stop što označuje veličinu otvora blende na objektivu ili jednostavnije rečeno time se prilagođava količina svjetlosti koju želimo propustiti u kameru prilikom slikanja. Zatim podaci vezani uz ISO sustav koji najjednostavnije rečeno definira svjetlinu odnosno koliko je slika svijetla ili tamna. U ovom slučaju to je ISO-3200. Iz ovog metapodatka moguće je zaključiti da je prirodno okruženje slike dosta tamno, ali je zato ISO postavljen na vrlo visoku razinu kako bi se slika posvijetlila. Sljedeće informacije vezane uz kameru jesu da li se koristila bljeskalica, koliko je neki fokusirani predmet bio zapravo udaljen, koliko je maksimalni otvor na objektivu, žarišna točka itd. Sljedeća kategorija metapodataka bili bi **napredni podaci o fotografiji** koji daju informacije o proizvođaču leće koja je korištena, zasićenosti boja, balansu bijele boje u slici, serijskom broju fotoaparata, kontrastu boja, svjetlini itd. Posljednja kategorija jesu podaci o samoj **datoteci**. Tako je ovdje naveden naziv datoteke (IMG_4178.jpg), vrsta datoteke (JPG), putanja gdje je ista pohranjena (na C disku), datum i vrijeme kada je preuzeta (10.9.2022. u 22:25), veličina (767 KB) te podaci o tome tko je vlasnik datoteke i na kojem računalu se koristi.



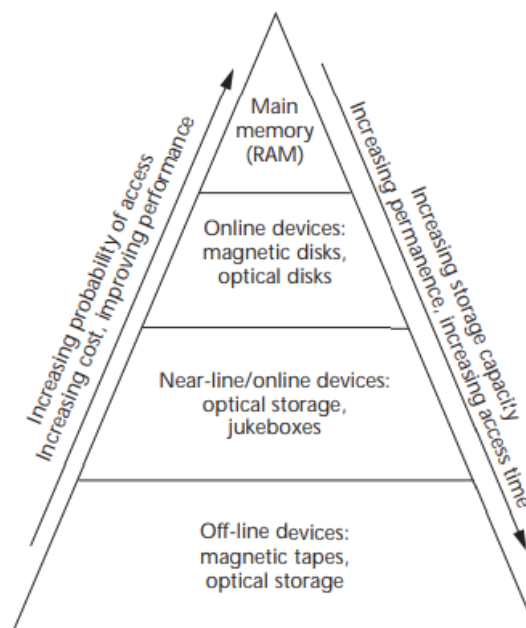
Slika 2 Metapodaci slike prikazane u programu Windows Fotografije (Vlastita izrada, 10.9.2022.)

U povezanim multimedijским bazama metapodaci vežu se na stvarne podatke poput grafičkih objekata, slika, zvučnih zapisa itd. Ti se podaci mogu pohranjivati u online ili off-line obliku poput CD ROM-ova, DVD-ova, tvrdih diskova i slično. Prednost ovakvih baza podataka je njihova veličina, s obzirom na to da su multimedijски elementi samo povezani s bazom, a ne ugrađeni u nju, ona neće biti velika kapacitetom. S druge strane, ugrađene multimedijске baze podataka i same sadržavaju multimedijске elemente pohranjene u binarnom zapisu. Time se smanjuje vrijeme pristupa podacima, ali i povećava opseg same baze. (Jalal, 2001.)

6.1. Pohrana podataka u multimedijским bazama podataka

Već je nekoliko puta do sada spomenuto kako su multimedijски podaci opsežni te je za njihovu pohranu potreban prostor s mnogo kapaciteta za spremanje. Kako bi se izbjeglo pitanje prednosti pohrane, formirana je hijerarhijska piramida prikazana na Slici 2. Piramida zapravo prikazuje uređaje na kojima se pohrana podataka odvija pa je tako vidljivo da na najnižoj razini nalazimo off-line uređaje, magnetske vrpce i optičke uređaje za pohranu. Slijede ih skoro

online i potpuno online uređaji poput nekih optičkih uređaja ili džukeboksa. Na razini iznad su u potpunosti online uređaji kao što su optički i magnetski diskovi dok je na najvišoj razini primarna računalna memorija – RAM. S obzirom na to kako se pomičemo kroz razine piramide, mijenjaju se i neke mogućnosti prilikom pohrane multimedijских podataka u njima pripadajuće baze. U pravilu na višim razinama piramide nalaze se manji skladišni prostori, koštaju više, traju kraće, ali isto tako daju najbolju izvedbu pohrane podataka u pogledu brzine pohrane. Cijena skladištenja najviša je na visokim razinama te se smanjuje kako se spuštamo kroz razine pohrane prikazane u piramidi. Na nižim slojevima je cijena pohranjivanja niža te su tamo i veći i dugotrajniji skladišni prostori, no s druge strane pristup podacima pohranjenim na nižim razinama je dugotrajniji i kompliciraniji. Migracija tj. mijenjanje razine pohrane nije baš uobičajeno, pogotovo ne u višim slojevima hijerarhijske piramide. Taj problem treba biti uzet u obzir prilikom pohrane u multimedijске baze. Uz to na umu treba imati i neke druge nedostatke pohrane poput brzine dostupnosti podataka, ograničenja propusnosti ili kašnjenja mreže ukoliko ta baza podataka uključuje distribuirane izvore podataka. (Adjeroh i Nwosu, 1997.)



Slika 3 Hijerarhijska piramida pohrane (Adjeroh i Nwosu, (1997), preuzeto 11.7.2022.s https://www.researchgate.net/publication/220634655_Multimedia_Database_Management_-_Requirements_and_Issues)

Danas se pohrana u multimedijске baze odvija na sličan, ali opet i drugačiji način. Količina podataka kojima se danas treba manipulirati i onih iz prethodnih godina nije ni približno slična pa se s toga razvija novi način pohrane koji podrazumijeva spremanje nestrukturiranih podataka u ravne linije umjesto hijerarhijski. Na taj se način lakše pristupa podacima i ubrzava rad sustava. Uz pomoć programskog sučelja korisnici sada mogu pretraživati podatke unutar baze prema ključnim riječima, oznakama ili drugim metapodacima koji se definiraju za

multimedijske podatke i igraju veliku ulogu prilikom pohrane i pretraživanja istih. Pohrana podataka kao objekata danas je neizbježna metoda u radu s velikim količinama podataka koje se procesuiraju svakog dana. (Phipps, 2021.)

Za lakšu pohranu u baze koriste se privremena spremišta poznatija pod imenom blob spremišta. BLOB (eng. *binary large object*) naziv je za veliki binarni objekt ili veliku količinu podataka. Binarni podaci koji čine blob su najčešće multimedijski podaci poput slika, videa, audia, teksta i ostalih te se pohranjuju zajedno kao cjelina. Blob datoteke mogu se pohranjivati u različita spremišta, pa tako primjerice slike i tekst mogu biti u jednom spremištu, a video i audio zapisi u drugom. S obzirom da je danas veoma bitno da se podacima i informacijama može pristupiti bilo kada i bilo gdje, blob spremišta omogućuju pohranu u cloud-u i pristup njihovom sadržaju putem interneta kada god je to potrebno. Aplikacije koje podržavaju baze podataka s blob načinom pohrane multimedije imaju određene pogodnosti koje tim načinom dobivaju. Moguće je multimedijske podatke dijeliti, uređivati i pristupati im putem interneta, zatim je omogućeno prikazivanje istih u realnom vremenu (stream), moguće je pohraniti velike količine zahtjevnih i kompleksnih podataka te se često provode sigurnosne kopije i brzi oporavci ukoliko dođe do problema u radu sustava. (Davies, 2021.)

S obzirom na vrstu baze podataka, blob se može pohranjivati na drugačije načine, no najviše se koristi u radu MySQL baza podataka te će na primjeru takve baze biti prikazan način pohrane multimedijskih podataka pohranjenih u blob obliku. Prije samo kreiranja baze podataka u obzir treba uzeti činjenicu da MySQL baze pohranjuju samo četiri formata blob dokumenata. Prvi je TINYBLOB koji podržava količinu podataka do 255 bajtova, zatim slijedi klasični BLOB oblik s mogućnošću pohrane 65 535 bajtova, MEDIUMBLOB može pohraniti nešto veću količinu, pa je tako sada riječ o mogućoj pohrani i do 16,777,215 bajtova. Posljednji oblik može pohraniti najveći broj podataka u vrijednosti od njih 4,294,967,295 bajtova, a naziva se LONGBLOB. Prvi korak prilikom pohrane je isti kao i kod pohrane bilo kakvih drugih podataka te je potrebno prijaviti se u kreiranu bazu putem korisničkog imena. Nakon toga treba definirati koji se blob dokument želi pohraniti, na primjer ako se radi o slici od 24 kB znači da se radi o klasičnom BLOB obliku koji prikazuje do 65 535 bajtova te se sukladno veličini slike koja se pohranjuje oslobađa prostor za pohranu u bazi ako ga nema dovoljno. U bazi je već prije trebala biti definirana njezina struktura te postavljene glavne tablice za pohranu u čiji će se stupac pomoću nekog skriptnog jezika kao što je PHP umetnuti blob dokument. Nakon što je blob dokument umetnut u bazu, pomoću SQL upita moguće je pregledati da li je pohrana napravljena ispravno i da li su multimedijski podaci u blob dokumentu dospjeli na za njih predviđeno mjesto pohrane. („*How to Work with BLOB in MySQL Database Hosted on Alibaba Cloud*“, 2018.)

6.2. Struktura multimedijских baza podataka

Svaka baza podataka sastoji se od nekoliko komponenata koji čine njezini strukturu. Pet glavnih dijelova svake baze podataka su hardware koji pohranjuje i dohvaća podatke iz baze, nakon njega slijedi software pomoću kojeg korisnici pristupaju podacima. Sljedeća komponenta su podaci pohranjeni u toj bazi, zatim slijedi jezik za rad s bazom podataka i određene procedure koje se nad izvršavaju nad bazom i podacima. Kako bi što bolje razumjeli strukturu multimedijских baza podataka, Jalal (2001.) navodi da se ista može promatrati kroz nekoliko ključnih komponenata koje povezane čine ispravno strukturiranu bazu. Te su komponente sljedeće: analiza podataka, modeliranje podataka, pohrana i dohvaćanje podataka, jezik upita te multimedijска komunikacija.

Započnimo s analizom podataka kao prvom komponentom koja će biti pojašnjena. Prilikom analiziranja podataka u obzir moraju biti uzete dvije činjenice, a to je način na koji su podaci strukturirani i kako im se pristupa. Za pohranu podataka oni se mogu nalaziti u dvije forme, kao strukturirani odnosno nestrukturirani podaci. Nestrukturirani podaci najčešće se odnose na tekst, video, audio ili zvučne zapise, a strukturirani podaci su zapravo konkretne vrijednosti koje se pohranjuju u attribute, polja ili varijable. Za lakše razumijevanje primjer nestrukturiranog podatka bio bi novčani iznos, naprimjer 1.500,00 kuna, dok je strukturirani podatak koji je pohranjen samo konkretna vrijednost – 1.500,00 bez tekstualnih oznaka. Također podaci koji se pohranjuju u multimedijске baze podataka mogu biti neobrađeni (primjer bitovi i bajtovi koji prikazuju broj piksela slike), registarski (služe za analizu sigurnosti pojedinih operacija nad podacima) te opisni podaci kojima se provodi statistička analiza pohranjenih podataka.

Modeliranje podataka odnosi se na stvaranje konceptualnog dizajna baze podataka pomoću kojeg se izvršavaju određene radnje nad podacima. Te radnje su već nekoliko puta spomenute, a radi se o dohvaćanju, unosu i stvaranju upita nad podacima. Prilikom modeliranja multimedijских podataka može se naići na manje poteškoće pošto podaci poput video i audio zapisa zahtijevaju vremensku sinkronizaciju. Iz toga proizlazi sljedeći problem otežanog stvaranja upita, dohvaćanja i prezentacije takvih podataka zbog njihovog vremenskog ograničenja.

Zatim kao sljedeća komponenta koju je bitno spomenuti slijedi pohrana podataka u bazu. U prethodnom poglavlju je detaljnije opisan postupak pohrane podataka, no kratki rezime glasi da se podaci mogu pohraniti u offline i online obliku te u samom RAM-u. Također podaci koji se pohranjuju mogu se još promatrati kao dva tipa podataka, kontinuirani i nekontinuirani podaci. Kontinuirani multimedijски podaci mogu se prikazivati u stvarnom

vremenu, dok nekontinuirani nemaju to svojstvo. Iz tog razloga je i pohrana ovakvih podataka malo drugačija, dok će se nekontinuirani podaci pohranjivati zajedno sa svojim metapodacima, kontinuirani se pohranjuju na odvojenom poslužitelju kako bi se zadovoljila vremenska ograničenja koja vrijede u stvarnom vremenu.

Dohvaćanje podataka u pravilu označava sam pristup podacima koji je krajnji cilj i svrha baze podataka. Sama po sebi, baza ne bi imala smislenost ako podaci koji su u njoj pohranjeni nisu vidljivi korisnicima na njihov zahtjev. S gledišta multimedijских baza podataka, objekti u bazi mogu se podijeliti u dvije skupine – aktivni i pasivni. Nastavno na to objekti koji sudjeluju u dohvaćanju nazivaju se aktivnim i takvo pristupanje podacima je također aktivni pristup. U pravilu, u multimedijским bazama podataka svaki objekt i pristup podacima trebao bi biti aktivan.

Sljedeća komponenta u nizu je jezik upita. Upitni jezik (najčešće SQL) je sastavni dio svake baze podataka pomoću kojeg se izvršavaju upiti i radnje nad bazom i podacima u bazi. Za rad s multimedijским podacima, upitni jezik mora biti spreman na prevladavanje mnogih poteškoća poput rukovanja prostornim i vremenskim ograničenjima multimedijских podataka kao što su audio i video zapisi. S obzirom da postoje upiti u kojima korisnik ne zna što striktno želi pretraživati i koji pretražuju vrijednosti objekata u bazi koji su dvosmisleni. Takvi upiti se koriste u multimedijским bazama podataka. Još se mogu podijeliti na tri manje potkategorije. Upit gdje se podacima pristupa preko ključnih riječi koji je još uvijek široko korišten upit zbog svoje jednostavnosti. Zatim sljedeći semantički upit koji nije toliko korištena metoda pristupanja zbog njezine složenosti poput indeksiranja i podudaranja s podudaranja podataka kojima se želi pristupiti. Posljednja je kategorija vizualno postavljanje upita gdje se putem ikona pretražuje sadržaj slika pohranjenih u multimedijскоj bazi podataka.

Posljednja komponenta kojom se lakše približi struktura multimedijских baza podataka je multimedijска komunikacija. Taj se pojam odnosi na mogućnost ovih baza i njihovih sustava za upravljanje da omogućuju višekorisničko okruženje te istovremenu komunikaciju između svih korisnika jedne baze. (Jalal, 2001., *Multimedia Database: Content and Structure, Documentation Research and Training Center*, 8.-10.str)

6.3. Sustav za upravljanje multimedijским bazama podataka

Kao što je već u prethodnim poglavljima opisano, svaka baza podataka ovisi o svom sustavu za upravljanje pa sukladno tome je i za rad s multimedijским bazama potreban sustav koji korisnicima olakšava pristup podacima i radnje koje nad njima treba izvršiti. Adjeroh i Nwosu (1997.) navode kako sustav za upravljanje multimedijским bazama podataka pruža

prikladno radno okruženje za korištenje i upravljanje informacijama pohranjenim u multimedijskoj bazi podataka. Iz tog razloga mora podržavati multimedijske podatke uz mogućnosti koje pruža tradicionalni sustav upravljanja bazama podataka kao što su dizajniranje i stvaranje baze podataka, dohvaćanje i pristup podacima, očuvanje integriteta i sigurnosti podataka te tako dalje.

Razvojem multimedije i multimedijских baza podataka i sustavi za upravljanje istima proživljavaju svoj procvat i rast na tržištu. Iako se rapidni razvoj odražava kroz mnoge komercijalne aplikacije koje su svima dostupne (ponajviše u sferi zabave poput računalnih igara) istraživanja ukazuju na još mnoge nedostatke sustava za upravljanje multimedijским bazama podataka. Primjerice pitanje video zapisa i manipulacija takvih formata podataka može predstaviti izazov za sustav. Multimedijски podaci poput videa ili zvučnih zapisa zauzimaju velik prostor za pohranu i time i otežavaju rukovanje i rad s njima pa se iz tog razloga sve više razmišlja o tome da se multimedijски podaci i baze podataka upravljaju uz pomoć objektno-orijentiranih sustava za upravljanje bazama podataka. (Thuraisingham, 2001.)

Sustav za upravljanje multimedijским bazama podataka (eng. *Multimedia Database Management System – MMDBMS*) temelji se na svim funkcijama koje pružaju i tradicionalni sustavi, no prilikom rada s multimedijским podacima mora ispuniti svoju svrhu kroz sljedeće korake:

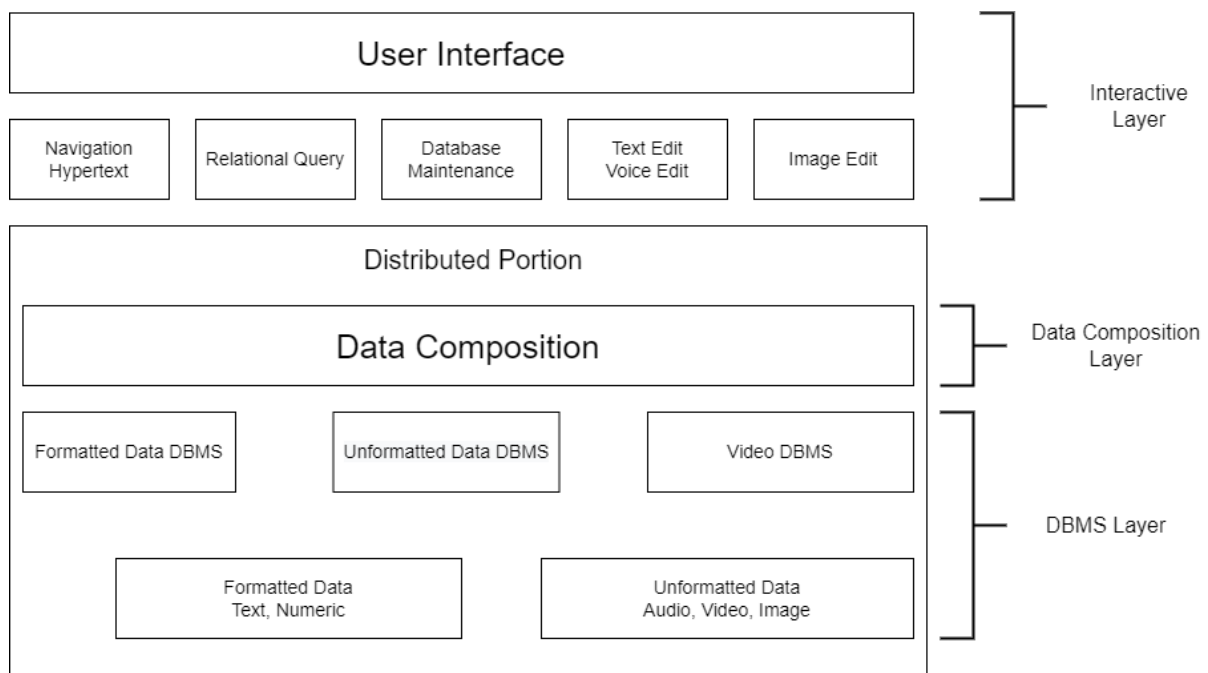
- **Integracija podataka** - MMDBMS osigurava da se multimedijски podaci ne dupliciraju prilikom većeg broja pokretanja programa koji koristi iste podatke iz baze
- **Neovisnost podataka** - odnosi se na odvajanje same baze podataka i funkcija MMDBMS-a od programa koji ih koriste
- **Konkurentnost podataka** - pomoću pravila za redoslijed izvršavanja operacija omogućuje konzistentnost podataka u bazi
- **Upornost podataka** - MMDBMS mora omogućiti da multimedijски podaci opstanu kroz različite operacije i transakcije u kojima se koriste
- **Privatnost podataka** - neovlaštenim korisnicima onemogućuje se pristup i rad s podacima
- **Integritet podataka** - omogućuje konzistentnost baze kroz transakcije i ograničenja koja se svakom izvršenom transakcijom nameću nad bazom
- **Oporavak** - neuspjele operacije nad podacima ne smiju utjecati na bazu podataka
- **Podrška upita** - omogućuje da upiti koji se provode nad podacima budu u prilagođeni radu multimedijске baze podataka

- **Kontrola verzije** - dopušta korištenje verzije koja se koristila prije nego što su se multimedijски podaci ažurirali ako određeni program zahtjeva korištenje starije verzije

6.3.1. Arhitektura MMDBMS-a

Arhitektura sustava za upravljanje multimedijским bazama podataka prikazuje način na koji korisnici baze vide podatke pohranjene unutar nje te način na koji se isti obrađuju. Arhitektura je bitan faktor pri izgradnji, dizajniranju i održavanju baze podataka.

Arhitektura MMDBMS-a sastoji se od tri sloja: sloj upravljanja bazom podataka, sloj sastava multimedijских podataka i sloj interakcije s korisnikom. Na Slici 3 prikazan je hijerarhijski odnos između slojeva. Tako je vidljivo da interaktivni sloj (Interactive Layer) zajedno sa svojim komponentama omogućuje pristup korisnicima, dok sloj sastava podataka (Data Composition Layer) usmjerava akcije korisnika prema sloju upravljanja bazom podataka (DBMS Layer).



Slika 4 Arhitektura MMDBMS-a (Vlastita izrada prema P.B.Berra i drugi (1990.) preuzeto 12.7.2022 s <https://www.semanticscholar.org/paper/Architecture-for-distributed-multimedia-database-Berra-Chen/a13f85a97545f101c31a65194c32937eb2725b30>)

Sloj upravljanja bazom podataka građen je od dijelova koji upravljaju formatiranim (tekstualni i alfanumerički zapisi) i neformatiranim podacima (audio i video zapisi te slike). Ovaj sloj je zadužen za provođenje svih funkcija koje sustav upravljanja bazama podataka mora moći izvršiti. Administratori baza podataka koji upravljaju radom iste svoje aktivnosti provode upravo na navedenom sloju.

Sljedeći u hijerarhijskom nizu je sloj upravljanja podacima (Data Composition Layer) čija je zadaća provođenje vremenske sinkronizacije i integracije prostornih zahtjeva koji su definirani shemom multimedijske baze podataka kojoj pripada. Na ovom sloju se spaja veći broj multimedijskih elemenata koji se zatim prikazuju krajnjem korisniku prilikom njegovog pretraživanja baze. Na ovom sloju odvijaju se akcije koje su od važnosti za preostala dva sloja te se može sloj upravljanja podacima okarakterizirati kao poveznica između sloja upravljanja bazom i sloja interakcije s korisnikom.

Sloj interakcije s korisnikom sastoji se od grafičkog sučelja pomoću kojeg korisnik provodi željene aktivnosti nad bazom. Neke od aktivnosti su manipulacija, dohvaćanje ili ažuriranje multimedijskih podataka pohranjenih u bazi. (Berra i ostali, 1990.)

7. Prednosti i nedostaci multimedijских baza podataka

Kroz rad su do sada bile navedene i opisane sve bitne karakteristike multimedijских baza podataka. Na temelju svih informacija iz prethodnih poglavlja, u ovom će se poglavlju navesti prednosti i nedostaci samih multimedijских baza, rada s njima i rezultata koji pružaju.

Sama svrha multimedijских baza jest pohrana multimedijских podataka što ujedno čini i njezinu najveću prednost pred drugim baza. Tako je ovdje moguće pohraniti različite formate podataka kao što su .jpeg, .gif, .png i drugi za pohranu slika, zatim .mp3, wav i slično za pohranu audio zapisa. Video zapisi koji mogu biti formata .mp4, .avi, .mp(e)g također se pohranjuju u ovakvim baza zajedno s tekstualnim zapisima, grafičkim objektima i animacijama. Iako je pohrana ovakvih podataka prednost, ujedno može biti i mana. Multimedijски podaci su kompleksni i veliki te se za njihovu pohranu mora izdvojiti veliki skladišni prostor, jednostavnije rečeno zauzimaju puno mjesta u bazama. No uz to, prednost njihove pohrane je što se mogu pohraniti i online i offline uređajima. Također kao jednu manu može se izdvojiti vremenska i prostorna ograničenja audio i video zapisa. Ovisno o tome sadrže li podaci vremenski i prostorni opis, dolazi do otežane pohrane, dohvaćanja i prezentacije takvih podataka iz baze. Multimedijске baze podataka u pravilu nisu teške za rukovanje te je rad s njima olakšan zbog jednostavnog grafičkog sučelja koje većina njih posjeduje. Podržavaju sve funkcionalnosti običnih baza podataka kao što su stvaranje upita, dohvaćanje, umetanje, izmjena podataka, restrikcije pojedinim korisnicima kojima se održava sigurnost baze i slično. Iako je često rad s podacima u bazi dugotrajan zbog veličine istih, na kraju multimedijске baze izvršavaju sve radnje nad podacima za koje su namijenjene i čuvaju integritet, neovisnost i privatnost podataka. Kao nastavak na spomenuto, bitno je napomenuti da multimedijске baze podataka danas olakšavaju mnoge aspekte života. Velika prednost im je namjena u pojedinim domenama gdje primjerice u telemedicini olakšavaju posao liječnicima, ali služe i za davanje brzog odgovora klijentu. Također veoma su popularne u sferi zabave, primjerice u računalnim igrama. Okružuju nas svakodnevno u svim našim aktivnostima iako to niti ne primjećujemo. Uz sve prednosti koje su navedene, potrebno je spomenuti jedan od najvećih nedostataka, a to je cijena. Održavanje same baze i pohrana velikih i kompleksnih podataka je skupa, s time su i konačne aplikacije koje podržavaju takve baze.

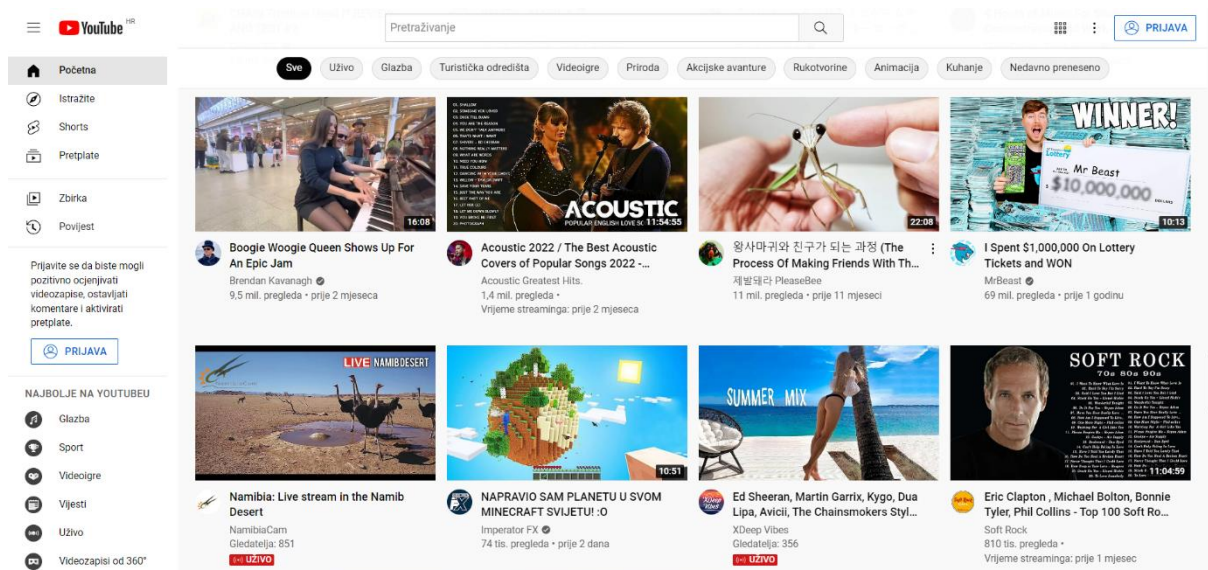
8. Primjena multimedijских baza podataka

Kao što je već opisano u poglavlju koje se odnosi na razvoj multimedije, bitno je ponoviti da je multimedija uistinu svugdje oko nas u našim svakodnevnim aktivnostima. Multimedijски podaci zajedno sa svojim bazama podataka gdje su pohranjeni olakšavaju naše svakodnevne. Tako multimedijске baze možemo pronaći u različitim aspektima života. Od kupnje online karata, igranja video igara, slušanja glazbe i tako dalje.

U ovom će poglavlju biti prikazana primjena najpoznatijih multimedijских baza u domenama glazbe, geo informacijskih sustava, telemedicini, obrazovanju, književnosti i marketingu.

8.1. Primjena multimedijских baza podataka u video industriji

Primjer multimedijских baza podataka može se pronaći u nazovimo to najvećoj bazi u domeni video zapisa – Youtube. Iako sam Youtube zapravo predstavlja servis za razmjenu i pohranu tih video zapisa, iza sebe sadrži kompleksnu multimedijску bazu i sustav koji njome upravlja. Youtube se razvio davne 2005.godine, a od tog trenutka neprestano raste i razvija se kao najkorištenija platforma za prikaz video i audio zapisa. Nakon Google-a, Youtube je druga najposjećenija i najpopularnija web stranica na Internetu. S obzirom na to da je prema podacima iz 2019.godine skoro 500 sati video i audio zapisa dodavano na platformu svake minute, Youtube iza sebe mora imati dobro razvijenu i funkcionalnu bazu podataka koja može podržati tolike količine kompleksnih multimedijских podataka. Na slici 4 prikazano je grafičko korisničko sučelje Youtube-a. (Shivang, 2019.)

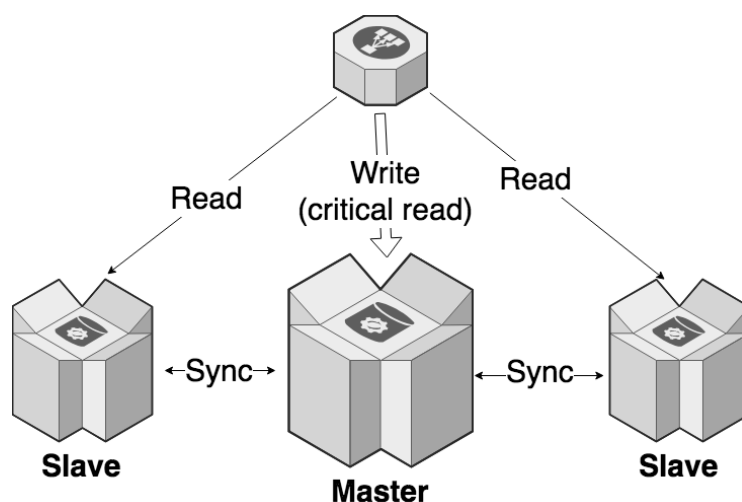


Slika 5 Grafičko korisničko sučelje (<https://www.youtube.com/>) prikazano na laptopu Lenovo ideapad Gaming 3

Multimedijska baza podataka koju Youtube koristi je MySQL. Ova baza je nekoliko godina sasvim dobro rješenje za pohranu podataka sa Youtube-a. No, kako je korištenje Youtube-a raslo svakodnevno, tako je i MySQL baza podataka morala biti spremna na pohranu i manipulaciju većeg broj podataka nego što se to predviđalo. No, MySQL baze ipak nisu predviđene za rad s tolikom količinom podataka pa su zbog toga Youtubeovi stručnjaci započeli s kreiranjem novog softvera Vitess. Taj softver je zapravo sustav klasteriranja prilikom horizontalnog skaliranja baze podataka. (Jackson, 2012.)

Skaliranje je mogućnost proširivanja sustava za upravljanje bazama podataka prilikom potrebe za povećanjem kapaciteta kojim baza raspolaže. Horizontalno skaliranje omogućuje dodavanje novih čvorova kako bi se raspodijelilo opterećenje koje pohrana velikih podataka stvara. Klasteriranje se odnosi na grupiranje podataka sličnih ili istih formata u grupe – klasterne. („What Is Database Scaling?“, bez dat.)

Skaliranje svake baze može se učiniti kroz nekoliko ključnih koraka, a ovdje će biti objašnjeno skaliranje multimedijske baze podataka koju koristi Youtube uz pomoć Vitess sustava. Na slici 5 prikazan je način na koji Vitess funkcionira, a u daljnjem nastavku teksta je postupak i detaljnije objašnjen na konkretnom primjeru MySQL baze koju koristi Youtube.



Slika 6 Način rada Vitess sustava (Doreschevici (2018), preuzeto 13.7.2022 s <https://www.rancher.cn/blog/2018/2018-08-31-intro-to-vitess-on-kubernetes/>.)

Prvo što je bilo potrebno učiniti je repliciranje tj. kopiranje baze podataka i njezinih čvorova za pohranu. Pomoću stvorenih replika povećava se protok podataka koji se u bazi mogu čitati i povećava se sama trajnost baze. Glavna baza može odvijati radnje pisanja tj. dodavanja novih podataka, dok replika iste može samo čitati točnije dohvaćati. Mali nedostatak prilikom repliciranja bila je mogućnost da će se korisnicima ponekad prikazivati zastarjeli, neažurirani podaci. To bi se dogodilo kada je korisnik zatražio neki podatak i isti bi mu bio dohvaćen s replike prije nego što stigao biti ažuriran u glavnoj bazi. No, uz konstantni porast zanimanja i korištenja Youtube-a, samo repliciranje baze podataka nije bilo dovoljno. Iz tog razloga programeri su započeli s fragmentiranjem baze, točnije postavljanjem baze na više manjih dijelova koji su se zatim svaki spremali na jednu zasebnu instancu na poslužitelju. Time se povećala mogućnost za rad s podacima te je sada dodavanje podataka bilo omogućeno od strane svakog pojedinog fragmenta koji je kreiran. No kako se svakog dana sve više i više podataka pohranjivalo u Youtube-ovu bazu podataka bilo je bitno razviti sustav ako dođe do ne planiranih katastrofa u radu baze kako nijedan podatak ne bi bio izgubljen. Iz tog razloga Youtube je postavio svoje podatkovne centre diljem Svijeta kako bi u slučaju prirodnih katastrofa podaci bili sačuvani jer nisu svi pohranjeni na istoj fizičkoj lokaciji. (Shivang, 2019.)

U prethodnim poglavljima navedeni su multimedijски podaci, njihove karakteristike i općenita uloga u pogledu multimedije. Kao i svi ostali podaci, tako i video zapisi sadrže svoje metapodatke koji ih dodatno opisuju i čine njihovu pohranu i dohvaćanje u bazi lakšim i organiziranijim. Schmidt (2021.) navodi da su metapodaci Youtube-a informacije koje opisuju svaki video postavljen na platformu.

Metapodaci Youtube video zapisa imaju različita svojstva kojima omogućuju lakše rukovanje s velikim brojem sadržaja kojeg ova baza podržava. Pomoću metapodataka korisnici

mogu osigurati svojim video zapisima veći broj pretraživanja i učiniti postupak pronalaženja lakšim, brzim i učinkovitim. U pravilu se metapodaci sadržaja pohranjenog na Youtube-u dijele u tri glavne kategorije, a to su metapodaci vezani uz naslov, opis i oznake video zapisa. Te se informacije mogu postaviti na dva načina, prilikom postavljanja video zapisa ili pak naknadno. U nastavku će biti prikazan postupak definiranja metapodataka prilikom prijenosa video zapisa na platformu. Prije svega potrebno je navesti općenite pojedinosti o videu kao što su **naslov**, **opis**, **da li je sadržaj namijenjen djeci**, tko je **autor** itd. **Oznake** su jedne od bitnijih metapodataka pomoću kojih se mogu definirati ključne riječi koje se spominju u video zapisu i koje čine isti lakšim za dohvaćanje iz baze. Uz pomoć tih oznaka i opisa, Youtube može svrstati video u potrebnu kategoriju i tako ga prikazivati korisnicima za koje smatra da bi ih takav sadržaj mogao zanimati. Sljedeći zanimljivi i veoma važni metapodatak jesu i **minijature** videa. Pomoću minijatura koje se mogu samostalno kreirati ili za koje se koristi isječak iz videa, pokušava se privući pozornost i učiniti video upadljivim kako bi ga što više korisnika pogledalo. Ako korisnik u svojoj bazi ima više video zapisa, može ih podijeliti u **popise** te svaki novi video koji dodaje na platformu postaviti u željeni popis. **Jezik** koji se koristi u video zapisu je metapodatak koji je sam po sebi dovoljno jasan i ne zahtijeva dodatna objašnjenja. Također ukoliko postoje valjani certifikati, mogu se dodati i **titlovi** na video. Za svaki video moguće je postaviti i njegove metapodatke vezane uz **lokaciju i datum** kada je video snimljen, ali i **kategoriju** kojoj bi određeni sadržaj prikazan u videu mogao pripadati. Na slici u nastavku prikazani su svi spomenuti metapodaci vezani uz autorski video zapis. (Brighton West Video, 2020)

Naslov (obavezno) ?
Video_završni

Opis ?
Svrha video zapisa je prikaz meta podataka koji se vežu uz njega.

Oznake
Oznake mogu biti korisne ako sadržaj vašeg videozapisa korisnici često nepravilno napišu. Oznake u drugim slučajevima nemaju značajnu ulogu u pomaganju gledateljima da pronađu vaš videozapis. [Saznajte više](#)

posude čišćenje kuhanje ×

priprema jela zobene pahuljice doručak ×

zdravi doručak ×

Unesite zarez nakon svake oznake 83/500

Jezik i certifikat za titlove
Odaberite jezik videozapisa i, po potrebi, certifikat za titlove

Jezik videozapisa
Hrvatski

Certifikat za titlove ?
Taj sadržaj nikad nije emitir...

Kategorija
Dodajte svoj videozapis u neku kategoriju da bi ga gledatelji lakše pronašli

Savjeti i stil

Datum i lokacija snimanja
Dodajte mjesto i vrijeme snimanja videozapisa. Gledatelji videozapise mogu pretraživati po lokaciji.

Datum snimanja
3. sij 2022.

Lokacija videozapisa
Varaždin

Minijatura
Odaberite ili prenesite sliku koja će prikazivati temu videozapisa. Dobra se minijatura ističe i privlači pozornost gledatelja. [Saznajte više](#)

Popisi
Dodajte taj videozapis na jedan ili više popisa. Popisi pomažu gledateljima u bržem otkrivanju vašeg sadržaja. [Saznajte više](#)

Odabir

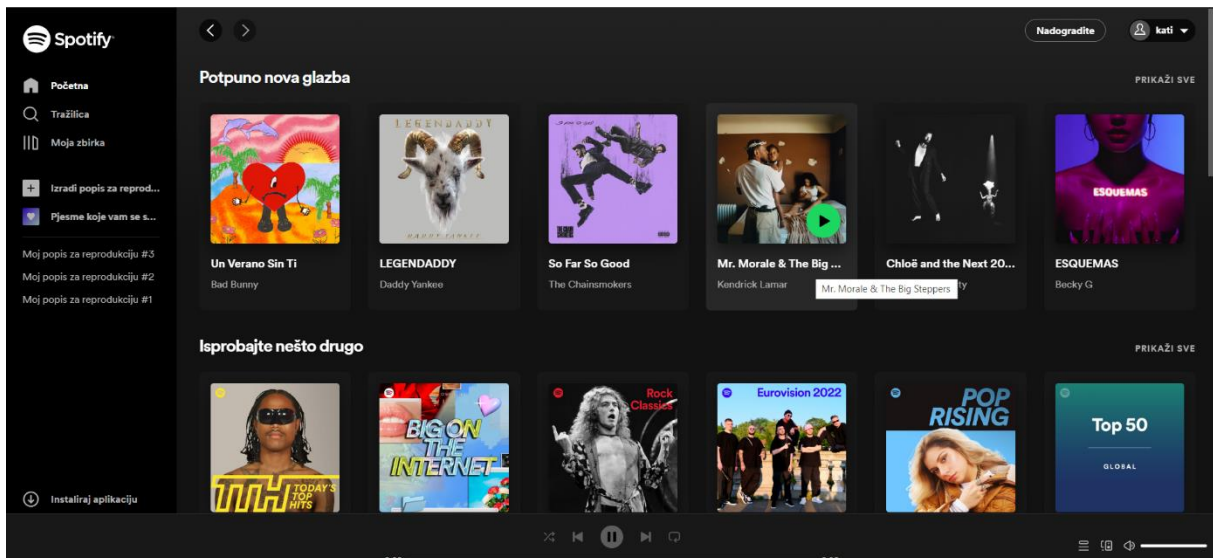
Slika 7 Metapodaci video zapisa (Vlastita izrada, 15.8.2022.)

8.2. Primjena multimedijских baza podataka u glazbi

Glazba je nešto što je prisutno u svakodnevnom životu od pamtivijeka. U zvucima raznih instrumenata i glasovima nadarenih pjevača, uživali su svi, od starih Egipćana, Grka i Rimljana, skroz kroz srednji vijek pa do danas. Glazba je oduvijek predstavljala i ostala važan dio našeg identiteta. Iako u davnim vremenima pohranjivanje glazbe nije bilo moguće, s pojavom modernijih tehnologija i to se promijenilo. Prvim multimedijским bazama za pohranu glazbe i svih drugih audio zapisa možemo smatrati gramofonske ploče. No, digitalizacijom zvuka i pojavom multimedije i audio zapisi počinju se pohranjivati u moderne digitalne baze podataka. Jedan od servisa koji iza sebe sadrži multimedijску bazu za pohranu audio podataka je Spotify.

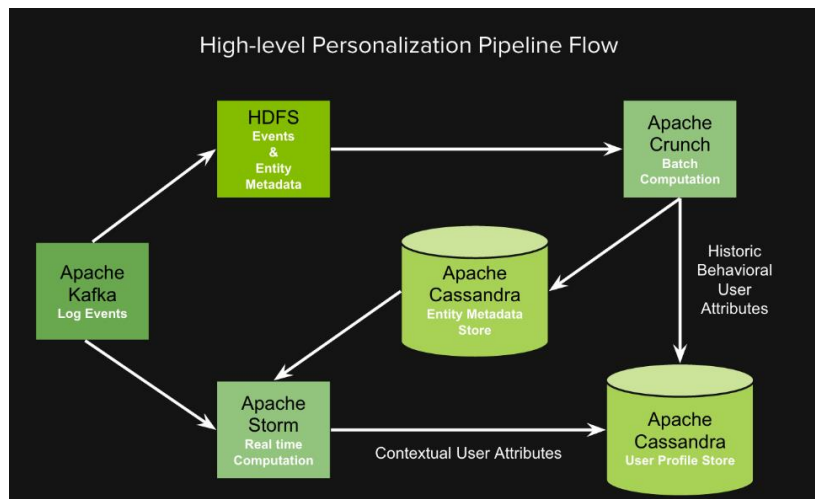
Spotify je najveća platforma za internetski prijenos audio zapisa poput pjesmi, raznih govora, podcasta i sličnog sadržaja. Osnovan je u Švedskoj, 2006.godine kao servis koji su prvenstveno koristile izdavačke kuće poput Sony-a, Warner Music Group i Universal Music Group za promoviranje pjesma koje su nastale pod njihovim izdavaštvom. Ovisno o verziji koju korisnici koriste, besplatnoj ili Spotify Premium verziji, moguće je sadržaju pristupiti u online i off-line obliku, također se s promjenom verzije i mijenja kvaliteta zvuka i podataka pohranjenih

na platformi. Koristi ga čak 433 milijuna korisnika u 183 različite države, a od 2020.godine dostupan je i na hrvatskom tržištu. („Spotify — About Spotify“, bez dat.)



Slika 8 Grafičko korisničko sučelje (<https://open.spotify.com/>) prikazano na laptopu Lenovo idepad Gaming 3

Infrastruktura koja gradi ovaj alat sastoji se od nekoliko zasebnih jedinica, a to su softverske platforme besplatnog Apache poslužitelja poput Kafka, Storm i Crunch platforme te baze podataka Cassandra. Apache Kafka služi za razmjenu i prikaz podataka u realnom vremenu, Storm platforma je temeljena na programskom jeziku Python i služi za povezivanje Python i SQL objekata, a Crunch platforma služi za analizu i organiziranje podataka pisanih u JavaScript jeziku kojem se Spotify sve više okreće. Na slici u nastavku prikazan je odnos između navedenih jedinica koje čine backend sustav Spotify-a. (Huang, 2021.)



Slika 9 Dijagram toka podataka Spotify-a (Huang (2021), preuzeto 20.8.2022. s <https://www.interstem.us/2021/07/10/how-spotify-knows-exactly-what-you-want-to-listen-to>)

U kontekstu ovog rada, najzanimljivija je jedinica koja opisuje rad baze podataka koju koristi Spotify, a to je Apache Cassandra. Ova baza podataka je NoSQL baza koja je poželjna za pohranu onih podataka kod kojih je veoma bitno da ne dolazi do gubitaka. Cassandra ima tri glavne karakteristike kojima se ističe ispred drugih spremišta podataka i koje ju čine poželjnom bazom za više tisuća različitih kompanija. Prva i najvažnija karakteristika je njezina brzina rada, pomoću algoritma podaci se spremaju brzo na prvo slobodno mjesto te isto tako svaki čvor koji gradi ovu bazu može donijeti odluku o tome gdje će se neki podatak pohraniti čime smanjuje vrijeme odluke i ubrzava svoje performanse rada. Sljedeća je skalabilnost ove baze koja označava da baza može brzo i efikasno riješiti zahtjeve i procese koje korisnik od nje očekuje. Visoku skalabilnost postiže time što svaki čvor može odraditi neki zadatak i ne treba čekati odobrenje "glavnog" čvora. Jedan od načina je i to što o konzistentnosti podataka odlučuje glavni čvor, a Cassandra smanjuje važnost koja se pridodaje konzistentnosti i time povećava skalabilnost. Također jedan od načina je i korištenje takozvane peer-to-peer komunikacije što omogućava dodavanje novih čvorova brzo i bez većih poteškoća. Kao posljednja, ali ne i najmanje važna karakteristika navodi se pouzdanost baze. Postiže se tako što se svaki podatak koji se pohranjuje na nekom čvoru kopira i na drugu lokaciju te ako dođe do kvara na nekom čvoru, podaci će i dalje biti dostupni na drugoj lokaciji i neće biti izgubljeni. („What Is Cassandra and Why Are Big Tech Companies Using It?“, 2020.)

Spotify koristi Cassandru i zbog mnogih drugih razloga kao što su mogućnost horizontalnog skaliranja baze, niske latencije, učitavanje velikog broja podataka s Crunch i Storm platforme itd. Što se tiče skaliranja baze podataka to se odnosi na prethodno opisanu karakteristiku skalabilnosti i mogućnosti brzog dodavanja velikog broja novih čvora za pohranu. Latencija je jednostavno rečeno vrijeme čekanja od trenutka kada je korisnik predao

neki zahtjev do trenutka kada se isti ispuni. Samim time što je vrijeme latencije Cassandre nisko, omogućava se brzo pisanje i dohvaćanje velikog broja podataka koji korisnici zahtijevaju u realnom vremenu točnije dok slušaju pjesme, podcaste i slično. No, isprva Cassandra nije bila toliko dobro rješenje za Spotify te su je s vremenom morali razvijati i prilagođavati svojim potrebama. Primjerice na početku je dolazilo do problema s metapodacima pohranjenim u bazi, gdje je bilo moguće dodavati nove metapodatke, ali brisanje nekih je bilo onemogućeno. Isto tako za neke metapodatke je isprva bilo teško pronaći odgovarajuću vrstu podataka za pohranu te se moralo kombinirati s više različitih tipova kako bi se spremio jedan metapodatak. No, Spotify je 2014.godine odlučio da će se takvi metapodaci spremati u više stupaca u jednoj tablici u bazi i time je omogućeno da se sve potrebne informacije pohrane i budu dostupne korisnicima bez poteškoća. (Mishra i Brown, 2015.)

Metapodaci vezani uz audio zapise moraju biti obavezno definirani, pogotovo ako se želi objaviti neka pjesma jer izdavačke kuće neće prihvatiti pjesme bez tih informacija. Najvažnije od svega je postavljanje naslova audio zapisa i definiranje njegovog autora, zatim slijede metapodaci vezani uz kontakt autora i koautora ako oni postoje. Najlakši način dodavanja metapodataka na vlastite zapise je korištenjem nekih od besplatnih softvera, a jedan od njih je i TagScanner koji je podržan od strane i Windows i Linux operacijskog sustava. Za Mac operacijski sustav preporučuje se korištenje iTunes softvera. Za prikaz metapodataka audio zapisa koji se zatim pohranjuju u određene multimedijske baze podataka bit će korišten softver TagScanner. Metapodaci će biti prikazani na primjeru pjesme "Do I wanna know" engleskog benda Arctic Monkeys. Najbitnije je postaviti **naslov** audio zapisa, zatim **izvođača** pjesme te naziv **albuma** kojem pripada. Ponekad se određene pjesme mogu nalaziti na albumu drugih izvođača ako je riječ o suradnji pa je s toga korisni i navesti **autora albuma** o kojem je točno riječ. Važno je navesti i **godinu izdavanja** zajedno s **komentarima** vezanim uz pjesmu ukoliko oni postoje. Pošto je u ovom primjeru riječ o pjesmama, a ne nekom drugom audio sadržaju, potrebno je i točno odrediti **žanr** kojem pjesma pripada. **BMP** je bitan podatak prilikom pohrane pjesama u bazu jer označava beatove u minuti, točnije tempo pjesme. Moguće je i definirati neke naprednije metapodatke poput **kompozitora, izdavača ili podnaslova pjesme**. Također većina pjesama ima točno definira **autorska prava** te ih je važno navesti. Ukoliko je pjesma namijenjena prodaji ili streamanju na online servisima poput Spotify-a, mora imati definirani svoj kod koji se plaća, a naziva se **ISRC** (eng. *The International Standard Recording Code*). Svaki zapis koji se pohranjuje može imati i definira **sliku** naslovnice albuma ili sliku koja označava pjesmu, te podatke o **tekstu i autoru teksta** pjesme.

Standard	Advanced
▼ Main	
Track	01 / <input type="text"/> Disc <input type="text"/> / <input type="text"/>
Title	Do I wanna know
Artist	Arctic Monkeys
Album	AM
Album Artist	Monkeys
Year	2013 <input type="checkbox"/> Part of Compilation
Genre	Psychedelic Rock ▼
Comment	<input type="text"/>
BPM	86 <input type="button" value="Key"/> <input type="text"/>
▼ Extended ^ ▼ ☰	
Original Artist	Arctic Monkeys
Remixed by	<input type="text"/>
Composer	Alex Turner
Conductor	<input type="text"/>
Grouping	<input type="text"/>
Subtitle	<input type="text"/>
ISRC	<input type="text"/>
Publisher	Domino Recording Company
Copyright	<input type="text"/>
URL	https://www.youtube.com/watch?v=bpOSxM0rNPM

Slika 10 Metapodaci pjesme (Vlastita izrada, 20.8.2022.)

Spotify također podržava metapodatke vezane uz pjesme koje se pohranjuju u bazi podataka koju koristi, a mogu se razvrstati u nekoliko kategorija. U nastavku će biti navedene najbitnije kategorije s metapodacima koji opisuju njihov sadržaj. Prva kategorija vezana je uz popise za reprodukciju koje svaki korisnik može napraviti prema svojim željama. Metapodaci koji opisuju te popise jesu **ime popisa**, **datum** posljednjeg ažuriranja popisa, **nazive pjesama i njihovih autora** koje pripadaju određenom popisu, **nazive albuma** ili **nazive epizoda podcasta**, **opise popisa** i **broj korisnika određenog popisa**.

Sljedeća kategorija metapodataka je vezana uz stream sadržaja kao što su **datum i vrijeme streama**, **kreatora** i **popis prikazanog sadržaja**.

Zatim slijedi kategorija koja se odnosi na način plaćanja usluge koju Spotify pruža, a metapodaci koji ju opisuju su sljedeći: **način plaćanja**, **broj kartice**, **datum izdavanja i isteka kartice**, **država** i **poštanski broj korisnika**.

Uz kategoriju koja opisuje metapodatke vezane uz pjesme koji su navedeni u prethodnom odlomku, kategorija vezana uz korisnike Spotify-a je sljedeća u nizu koja sadrži

najviše metapodataka. Ti metapodaci služe za prikupljanje informacija o tome što određenom skupu korisnika više odgovara te se na temelju toga razvijaju nove marketinške strategije. Neki od metapodataka su **korisničko ime, država, e-mail adresa, način na koji je Spotify profil kreiran (Facebook, mail itd.), spol, dob, adresa, poštanski broj, mobilni operator itd.**

Ostale kategorije koje je vrijedno spomenuti jesu podcasti i metapodaci vezani uz njih i njihove epizode, upiti vezani uz pretraživanja korisnika, podaci o sljedbenicima pojedinog korisnika (eng. *followers*), obiteljski paket usluga i još mnoge druge. („Understanding My Data“, bez dat.)

8.3. Primjena multimedijских baza podataka u geoinformacijskim sustavima

Geoinformacijski sustav ili skraćeno GIS je vrsta informacijskog sustava koji je danas prisutan u različitim aspektima života, a najkorišteniji je u područjima geodezije, geologije, kartografije i slično. „Geoinformacijski sustav je informatički i računalni sustav za prikupljanje, pohranu, pretraživanje, analiziranje i prikazivanje podataka koji se odnose na određeno geografsko područje.“(Leksikografski zavod Miroslav Krleža, bez dat.) Iz navedene definicije zaključujemo da je ovaj sustav namijenjen radu s podacima koji opisuju prostor ili neki lokalitet, a nazivaju se geoprostornim podacima. Ovaj se sustav koristi u različitim djelatnostima, pa tako u poljoprivredi omogućava analizu tla pomoću snimaka, u prometu služi za lakšu izgradnju cesta, analize prometa i praćenje transporta. Nadalje, služi za izradu prostornih planova i stambenih objekata, iz pogleda geologije služi za izradu geoloških karata te istu ulogu ima i u pogledu geodezije. Pomoću ovog sustava, olakšavaju se više-manje svi poslovi koji su na neki način vezani uz zemljinu površinu (snimke i analize tla, izgradnja stambenih objekata i prometnica, kartiranje itd.) odakle i naziv **geoinformacijski** sustav.

GIS radi s drugačijom vrstom podataka, a to su geoprostorni. Ti su podaci zapravo razne kombinacije multimedijских podataka koji se pohranjuju u geoprostornim bazama, a postoje tri grupe podataka – vektorski, rasterski i atributni. Vektorski podaci prikazuju sadržaj pomoću vektora, točnije linija i točaka, a rasterski pomoću piksela. Većina GIS podataka nalazi se u rasterskom obliku poput satelitskih snimaka, zemljovida, fotografija i slično. Atributni su podaci zapravo svi oni ostali koji opisuju svojstva podataka pohranjenih u rasterskom ili vektorskom obliku. Spremaju se u atributne tablice, a tipovi takvih podataka identični su onim vrijednostima koje se pohranjuju u uobičajene baze podataka poput string (tekstualno), brojana vrijednost, vrijeme i datum, decimalna vrijednost itd. („Osnove GIS-a“, bez dat.)

Najpoznatiji softver koji podržava geoinformacijski sustav je ArcGis Pro. Pripada većoj zajednici dobavljača geoinformacijskih softvera pod imenom ESRI, a prvi puta je predstavljen 1999.godine. Uz pomoć umjetne inteligencije, ArcGis Pro stvara realistične mape i karte, 2D, 3D, ali i 4D prikaze geografskih lokaliteta i analizu geoprostornih podataka. Multimedijски podaci s kojima ovaj softver najviše manipulira jesu grafički objekti i slike, ali i zvučni i video zapisi. Kombinacijom geoinformacijskih sustava i multimedije nastaje novi pojam GIS multimedija koji obuhvaća najvažnije aspekte multimedije i GIS-a, a služi za prikazivanje prostornih (najviše geografskih) podataka kroz multimedijske. Tako se prikazuje veći broj različitih podataka koji su međusobno povezani u funkcionalne cjeline. Primjerice za izradu karata koriste se geoprostorni podaci poput onih vektorskih (linije i točke) koji uz pomoć multimedijских podataka kao što su video ili audio zapisi te slike i animacije čine prikaz geografskih lokaliteta ili drugih prostora. Može se reći da se uz pomoć GIS multimedije geoprostorni podaci lakše približavaju korisnicima i čine ih vizualno razumljivijima za nekoga tko nije napredni poznavatelj vektorske grafike. (Hu, 2003.)

ArcGis Pro softver izgrađen je uz pomoć geoprostorne baze podataka u koju se među ostalim mogu, ali i moraju pohranjivati multimedijски podaci koji su prethodno navedeni. Pomoću ovog softvera prvo je potrebno kreirati geoprostornu bazu podataka, a to je moguće relacijskih sustava za upravljanje bazama podataka koje ArcGis Pro podržava poput Microsoft Azure za izradu SQL baza podataka, SQL servera, SAP HANA Cloud platformu itd. Nakon što je ovakav tip baze kreiran, isti je potrebno ugraditi unutar obične baze podataka (kreirane pomoću PostgreSQL-a, Microsoft SQL Server-a, SAP HANA, Oracle ili IBM Db2). Povezivanje ovih baza potrebno je kako bi se podaci mogli vizualizirati, analizirati i manipulirati te naposljetku i dodavati i prikazivati korisnicima. Pošto se u takve geoprostorne baze podataka pohranjuju i multimedijски podaci koji služe za vizualizaciju sadržaja, takve se baze onda mogu ujedno smatrati i multimedijским bazama podataka. („Database data and ArcGIS“, bez.dat.)

Metapodaci koji opisuju podatke pohranjene u ovim baza od velike su važnosti za bolje razumijevanje GIS-a i njegove cjelokupne zadaće. Mogu pomoći pri procjeni troškova i održavanja resursa s kojima se raspolaže te da se pronađu oni najbolji i najpovoljniji resursi u točno određenom trenutku. Metapodaci koji opisuju neke produkte ArcGis Pro ili bilo kojeg drugog gis softvera omogućuju procjenu i potvrdu ispravnosti tih produkata te se kopiraju i premještaju na druge lokacije zajedno s podacima koje opisuju. Za prikaz i uređivanje metapodataka razvijen je novi podsustav *ArcGis metadata Editor* koji te informacije prikazuje kao skup XML elemenata koji se nazivaju formatom metapodataka ArcGis-a. Također, metapodacima se može pristupiti s nekoliko drugačijih pogleda (*Content Standard for Digital Geospatial Metadata, ISO 19139, Federal Geographic Data Committee, North American*

Profile, INSPIRE). S obzirom na određeni stil, metapodaci za pohranjene dokumente se razlikuju te je kod nekih moguće pronaći više, a kod nekih manje informacija. („Metadata styles and standards“, bez dat.)

Na primjeru stila za prikaz metapodataka *Content Standard for Digital Geospatial Metadata* i *Federal Geographic Data Committee* objasnit će se najbitniji metapodaci vezani uz pohranu u geoinformacijskim sustavima. Najvažnije je prvo definirati **naziv i autora** podataka koji mogu biti slike, karte, animacije, grafički objekti itd. Uz to važno je navesti i **oznake i ključne riječi** pomoću kojih se lakše pronalaze stavke unutar baze te se i podaci dijele i kategoriziraju sukladno njihovim značajkama. Za svaki od njih potrebno je dati i kratak **opis** te **sažetak** onoga što predstavlja. Također, svaka mapa, slika ceste ili bilo koji drugi podatak mora biti u nečijem **vlasništvu** poput državnom, vlasništvu neke agencije, sveučilišta i slično te je takve informacije bitno navesti i jasno istaknuti. S obzirom na to kome ti podaci pripadaju moguće je definirati i **ograničenja korištenja** tih podataka kako se ne bi zlouporabili ili neovlašteno koristili. Za prikaz geografskih područja definiraju se i metapodaci o **koordinatama** koje definiraju to područje te **raspon prikaza** koliko se dokument može približiti ili udaljiti kako bi i dalje bilo čitljivo i jasno prikazano ono što se na njemu nalazi. U kategoriji s dodatnim metapodacima pohranjene su informacije poput **datuma** kada je dokument objavljen, **formatu** u kojem se nalazi i **tehničkim preduvjetima** koje je potrebno ispuniti kako bi se format mogao učitati i prikazati u ArcGIS-u. Tu je definirana i **lokacija pohrane, naručitelj dokumenta** što opet mogu biti državne, upravne ili privatne agencije, privatni korisnici, javne ustanove i tako dalje. Metapodatke je pomoću *ArcGIS metadata Editor*-a urediti, dodati, brisati i slično te se u ovoj kategoriji nalaze podaci o **održavanju metapodataka** tj. kada i tko ih je promijenio i zašto. Uz to, ako postoje ograničenja nad metapodacima, ovdje je definirano koja su to i na koga se odnose. Metapodataka ovisno o vrsti i kompleksnosti dokumenta koji je pohranjen u bazi ima mnogo te zahvaljujući njima, ovako složeni sustavi bez poteškoća barataju velikim brojem podataka i informacija i omogućuju njihov brz i jednostavan prikaz krajnjem korisniku te razumijevanje istih. („The ArcGIS metadata format — ArcMap | Documentation“, bez dat.)

8.4. Primjena multimedijских baza podataka u knjižnicama

S razvojem informacijsko-komunikacijske tehnologije, pojavom novih načina pohranjivanja podataka i sveopćom digitalizacijom sadržaja, mijenjaju se i trendovi u tiskarskoj industriji. Sve se više pojavljuju knjige, članci, časopisi i općenito literatura u online izdanju. E-knjige i e-novine nekad su predstavljale veliku inovaciju ta zaokret u književnosti, no ono što se prije činilo kao daleka budućnost, danas je naša realnost, a to je činjenica da je e-literatura

postala opće prihvaćena i da polako preuzima prednost nad klasičnim, fizički pisanim i tiskanim sadržajima. Samim time i pohrana takvih podataka više nije ista, e-knjige, članci, časopisi ili novine se ne pohranjuju više fizički na policama neke knjižnice, već su se danas razvile knjižnice u online obliku, a nazivaju se digitalnim knjižnicama. Samo jednu definiciju digitalne knjižnice teško je postaviti jer gledano iz različitih područja može ih se percipirati na različiti način, primjerice knjižničari na digitalne knjižnice gledaju najviše iz aspekta onoga što se u njih pohranjuje, dok računalna znanost više opisuje strukturu i algoritme korištene u digitalnim knjižnicama. No, svi se mogu složiti s jednom univerzalnom definicijom, a ona glasi: „U širem smislu digitalna knjižnica je računalni sustav koji omogućuje korisnicima dobivanje koherentnog načina pristupanja organiziranom, elektronički pohranjenom spremištu informacija i podataka. Digitalna knjižnica je elektronička knjižnica koja se sastoji od informacija u digitalnom, analognom i digitaliziranom obliku.“(Muqueem, 2007.)

Digitalne knjižnice se zapravo smatraju velikom bazom podataka, naravno multimedijском jer u njih se pohranjuju svi multimedijски podaci. Većina sadržaja koji je pohranjen u digitalnim knjižnicama nalazi se u tekstualnom obliku, no ovdje je često riječ o drugačijem tipu multimedijskog podatka – **hipertekstu**. Hipertekst je već objašnjen na način da je to zapravo običan tekst koji sadrži poveznice na druge dijelove teksta ili vanjske stranice. Često e-knjige imaju poveznice na druge dijelove knjige ili pak na slike koje se nalaze negdje u toj knjizi. Također u ove baze moguće je pohraniti i **audio i video zapise** te se ovdje često nalaze snimke nekih informativnih videa, konferencija i slično. Audio i video zapisima sada se može pristupiti i online, dok su do sada bili pohranjeni na fizičkom uređaju (npr. CD-ROM) u fizičkoj knjižnici. U digitalnim knjižnicama mogu biti pohranjeni i nečiji **govori** što u fizičkim nije slučaj. Također u digitalnim knjižnicama moguće je pronaći i **animirani sadržaj**, ali i sadržaj koji koristi **grafičke objekte** (na primjer mape i karte, zemljovid i itd.). Uz sve to **slike** su također veliki dio digitalnih knjižnica te nisu pohranjene kao u fizičkim, samo u knjigama, časopisima ili albumima, već je moguće pohraniti sliku koja nije dio drugog multimedijskog podatka.

Kako bi se pretraga podataka u digitalnim knjižnicama ubrzala i kako bi se pristupilo točnom podatku koji se traži, potrebno je za svaki sadržaj definirati metapodatke koji ga dodatno opisuju i olakšavaju njegovu pretragu. Kako se u ovakve baze pohranjuju više-manje svi multimedijски podaci od slika, grafičkih objekata, animacija, teksta, audio i video zapisa, nije potrebno ponavljati i objašnjavati metapodatke za svaki od njih koji su opisani u prethodnim poglavljima. No, pošto se u digitalne knjižnice najviše pohranjuju e-knjige, na primjeru jedne bit će detaljnije objašnjeni njezini metapodaci. Za ovaj primjer korišten je softver Calibre koji služi za čitanje i uređivanje metapodataka e-knjiga, e-časopisa ili bilo kojih tekstualnih dokumenata u elektroničkom formatu.

Najprije je potrebno definirati točan **naziv knjige** jer na taj način se olakšava pronalazak točne knjige, ali i s pravim naslovom se lakše zainteresira korisnike na pristupanje određenoj online knjizi. Naravno, knjigu se ne smije pohraniti bez da se navede **autor** iste i na taj način zaštite njegova autorska prava. Ako je knjiga u audio formatu, nije loše dodati i **prijevod tj. titlove** ako korisnik ima problema sa sluhom. No to nije tako uobičajena praksa jer većina takvih korisnika tada knjigu jednostavno pročita na klasičan način, u tekstualnom obliku. Često knjige ili znanstveni časopisi nemaju samo jednog autora, već veći broj njih te je bitno navesti sve **suradnike** kako netko ne bi bio lišen svoga rada. Sve knjige, pa tako i one koje su digitalizirane, imaju svoje **urednike** koji se najčešće spominju u kontekstu metapodataka jedino ako je knjiga skup eseja ili članaka ili pak ako je urednik poznata osoba po čijem se imenu tada olakšava pretraživanje knjige u bazi. Ista riječ je i s definiranjem **predgovora** ako ga je napisala neka poznata ili značajna ličnost. Sve knjige na svojim naslovnicama sadrže ilustracije te je potrebno u metapodacima spomenuti i **ilustratora** kako nitko tko je sudjelovao u procesu izrade e-knjige ne bi bio zakinut. Online knjige se zapravo često pohranjene kao audio knjige, gdje je cijeli sadržaj ispričan od strane **naratora** te ovdje uz tekst nalazimo i audio zapis tj. govor kao multimedijски podatak koji se pohranjuje u digitalne knjižnice. Knjige koje nisu pohranjene u originalnom jeziku u kojem su napisane, moraju imati navedene metapodatke o **prevoditelju**. Za još lakše pronalaženje knjiga, od svih gore navedenih metapodataka možda su i najbitniji oni koji se tiču **ključnih riječi, opisa i kategorije tj. književnog žanra** kojem knjiga pripada. **ISBN** (eng. *International Standard Book Number*) nalazi se na fizičkim knjigama iznad barkoda te je bez njega nemoguće prodati knjigu. Taj metapodatak zapravo služi kao neki jedinstveni bročani identifikator knjige, a što se tiče e-knjiga koje su pohranjene online nije ni toliko bitno da bude naveden, ali uvijek je bolje definirati informacije o ISBN-u, nego preskočiti taj dio. I kao posljednji metapodatak, a možda i jedan od najbitnijih i ne izostavnih je ime **izdavača** knjige. Na slici u nastavku se nalaze definirani metapodaci o e-knjizi „Metarmofaza“ autora Franza Kafke. Također, pomoću Calibre softvera moguće je dodati još neke metapodatke poput informacija o tome kako je knjiga **rangirana** kod čitatelja, **serijalu** kojem pripada (ako ima definiranih više serijala knjige), **formatu** u kojem je pohranjena u bazi itd. (Tucker, 2020.)

The screenshot shows a metadata editing interface for the book 'Metamorphosis'. The main form contains the following fields:

- Naslov:** Metamorphosis
- Author(s):** Franz Kafka & Albert Lancaster Lloyd & Wilhelm Emrich & Ralph Freedma
- Title sort:** Metamorphosis
- Author sort:** Kafka, Franz & Lloyd, Albert Lancaster & Emrich, Wilhelm & Freedman, Ralph
- Number:** 1,00

Below the main form is a 'Change cover' section with buttons for 'Browse', 'Ukloni', 'Trim borders', 'Download cover', and 'Generate cover'. To the left is a preview of the book cover, which is a green book with a beetle illustration. Below the cover is a small text block with the title 'Metamorphosis' and a resolution of '375 x 500'.

On the right side, there is a 'Comments' section with a toolbar and a text area containing the following text:

"When Gregor Samsa woke up one morning himself changed in his bed into a monstro

" With this startling, bizarre, yet surprising his masterpiece, The Metamorphosis. It is transformed overnight into a giant beetle disgrace to his family, an outsider in his own man. A harrowing--though absurdly comic inadequacy, guilt, and isolation, The Metamorphosis of the most widely read and influential work of the 20th century. As W.H. Auden wrote, "Kafka is important to the predicament of modern man."

Below the cover and form, there are several dropdown menus and input fields for metadata:

- Rangiranje:** Not rated
- Tags:** Classics, Fiction, Literary, Metamorphosis -- Fiction, Psychological, Psychologic
- Id:** isbn:9780553213690, google:Cv6ypZqW0VwC
- Datum:** 22 kol 2022
- Published:** kol 1972
- Izdavač:** Vanguard Press, Incorporated
- Jezici:** Engleski

Slika 11 Metapodaci e-knjige (Vlastita izrada, 22.8.2022.)

8.5. Primjena multimedijских baza podataka u obrazovanju

Obrazovanje je u današnjem svijetu postalo obavezno i neizbježno za svakoga, bar ono osnovno. Iako i sami svjedočimo da je u ne razvijenim zemljama nažalost to osnovno pravo djece oduzeto zbog raznih socio-ekonomskih i političkih razloga, u suštini svatko bi trebao imati dovoljno motivacije da stekne neko znanje koje će mu pomoći u kasnijem životu. Baš poput i svake domene koja je do sada opisana u radu, i domena obrazovanja uvelike se promijenila pojavom novih tehnologija, načina razmišljanja i sveopćom digitalizacijom. S velikom sigurnošću možemo reći da se zbog toga obrazovanje danas jako unaprijedilo, kvalitetno je, ali i zanimljivije nego prije. Kako se sva tehnologija unaprijedila, tako je i nastavni sadržaj koji se koristi u obrazovanju napredovao i promijenio. Teško je da će danas itko više koristiti grafoskope i rukom pisane nastavne materijale. To se sve prenijelo u drugačije, tehnološko okruženje, a prezentacije, animacije video materijali i ostali multimedijски sadržaji postali su sastavni dio nastave.

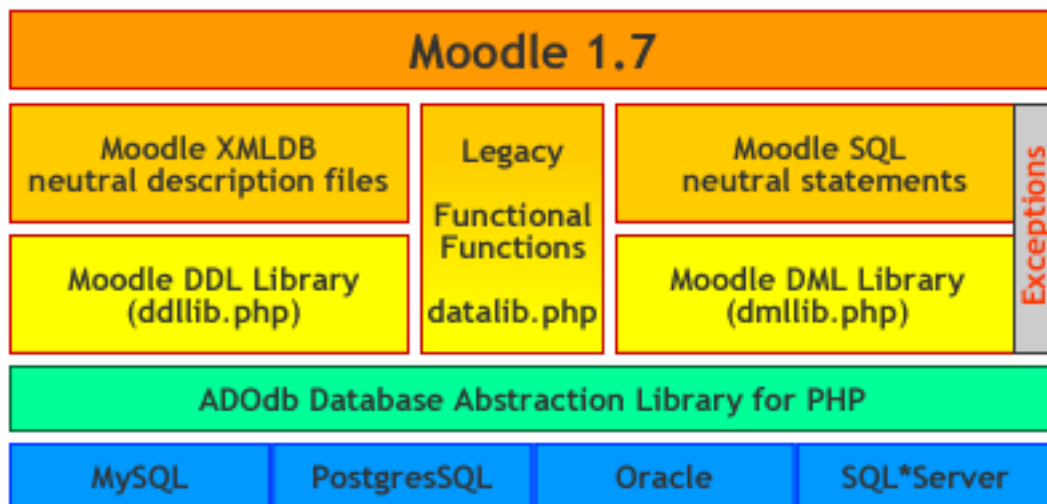
S razvojem novih tehnika učenja kao što su učenje na daljinu, učenje preko mobitela, razni webinar, korištenje e-literature i slično, mijenja se i način i mjesto pohrane takvih materijala, ali i prostor gdje se učenje odvija. Pod pojmom prostor više se ne misli na fizičke učionice, već na online platforme gdje učenici iz udobnosti svog doma mogu pregledavati nastavni materijal ili pak slušati online predavanja u realnom vremenu. Platforma za e-učenje danas ima mnogo, a jedna od najrasprostranjenijih je Moodle. (Matasić i Dumić, 2012.)

Moodle je online platforma za učenje nastala 1999.godine, a danas ga koristi preko 316 milijuna korisnika, što profesora, što učenika i studenata te raznih predavača i osoba željnih znanja. Pomoću Moodle-a, zaposlenici u sustavu obrazovanja mogu izgraditi svoje web stranice na kojima zatim pohranjuju zanimljive nastavne sadržaje poput video-materijala, glasovnih snimaka predavanja, kvizova, radionica i slično, a isto tako mogu odvijati svoju nastavu u realnom vremenu i održavati kvalitetnu i dinamičnu nastavu na daljinu. Velika prednost je ta što je Moodle softver otvorenog koda što znači da svatko ima pravo na izmjenu koda, a samim time i softvera prema njegovim željama i potrebama. To dalje povlači mogućnost korištenja velikog broja plug-inova u radu s Moodleom. Plug-in je zapravo termin koji se odnosi na primjerice jedan zaseban softver koji se može dodati, priključiti drugom softveru za poboljšanje njegova rada, pa tako Moodle ima različite plug-inove poput mogućnosti dodavanja kalendara, portfolija, repozitorija, softvera za provjeru plagijata i tako dalje. (Henrick, 2016.)

Baza podataka koju koristi softver složen poput Moodle-a mora biti funkcionalna i spremna na pohranu velikog broja kompleksnih podataka, sve po redu onih multimedijских koji se najčešće koriste svi zajedno (npr. prezentacija sa snimljenim zvukom, videom ili animacijama koje ju čine zanimljivom). Podržava nekoliko vrsta baza, MariaDB, PostgreSQL, MS SQL, Oracle baze, ali najviše korištena baza koju Moodle podržava je MySQL baza podataka. Moodle-ova baza sastoji se od čak 461 različite tablice u kojim su pohranjeni svi podaci potrebni za normalan rad softvera. („Moodle LMS 3.9 Database schema“, bez dat.)

Kako bi se s bazom lakše moglo rukovati, dodavati nove tablice i mijenjati postojeće, Moodle je razvio svoj takozvani sloj apstrakcije baze podataka. Riječ je zapravo o skupu dokumenata koji sadrže kodove pomoću kojih se pristupa bazi i manipulira istom. Način na koji Moodle upravlja svojom bazom zapravo se može gledati iz perspektive da postoje dva različita jezika za upravljanje. Prvi se odnosi na navedenu dokumentaciju jer je pomoću nje moguće kreirati, brisati i ažurirati objekte u bazi (tablice, polja, indekse, ključeve i slično). Drugi način je manipuliranje bazom putem čistih SQL naredbenih riječi. Oba ta "jezika" koriste svoje naredbe pomoću kojih se izvršavaju određene radnje, pa tako je prva skupina naredbi onih za definiranje podataka koja omogućuje obavljanje svih funkcija objekata baze podataka. Druga se skupa odnosi na obavljanje svih funkcija vezanih uz sadržaj baze. Na slici ispod teksta prikazana je schema dokumentacije za apstrakciju baze podataka i komponenti koje se ona dotiče i kojima upravlja. Iz slike se zapravo može zaključiti da se pomoću dokumentacije pokušava objediniti sve sustave za upravljanje bazom podataka u kompaktnu cjelinu koji mogu međusobno normalno komunicirati bez da ometaju rad jedni drugima. Također iz slike je vidljivo da je programski jezik PHP jedini koji je posebno izdvojen i za koji postoji posebna

dokumentacija vezana uz apstrakciju sloja baze podataka, a to je zbog velikog broja korisnika ovakvog načina rada i manipulacije s bazom podataka.



Slika 12 Sloj apstrakcije baze podataka (XMLDB introduction (2020.) „Moodle“ Preuzeto 25.8.2022. s https://docs.moodle.org/dev/XMLDB_introduction)

Još je jedna zanimljivost i bitna činjenica koju treba spomenuti u kontekstu baze koju Moodle koristi, a to je aktivnost baze podataka. Zapravo je to dodatni modul kojeg se može priključiti na bazu, ali i sam softver te pomoću tog modula aktivnosti u bazi mogu biti moderirane, ocijenjene, komentirane i prikazivane kao jedna cjelina ili svaka zasebno. Te se aktivnosti odnose na rad s tablicama u bazi koje mogu pohranjivati podatke poput slika, teksta, poveznica i ostalih multimedijjskih podataka. Modul radi kroz dva pristupa, pogled iz perspektive nastavnika i perspektivne učenika gdje su u svakome omogućene različite funkcije za rad s bazom. Uz modul aktivnosti baze podataka, rad iste može se pratiti i uz pomoć kontrole klastera. Najjednostavnije rečeno, klaster označava cjelinu koja je sastavljena od srodnih podataka. Kontrolirajući klaster provjeravaju se i postupci vezani uz oporavak baze, dodavanja ili brisanja čvorova, sigurnosne kopije ili održavanja ravnoteže između objekata baze. Konkretnije govoreći, kontrolom klastera provjeravaju se informacije o pokušajima prijave u bazu, općenitoj razini sigurnosti baze i njezinom povezanošću s dokumentacijom poput dokumenata o greškama u bazi i kada su se dogodile, o zakazanim ažuriranjima i sigurnosnim kopijama i tko ih je zakazao te tako dalje. (Severalnines Youtube, 2021.)

Što se tiče metapodataka koji se pohranjuju u MySQL bazu koju Moodle koristi, oni se odnose na tablice tj. entitete u bazi podataka, a neki od najvažniji su **informacije o korisniku, uključenost u aktivnosti, ocjene i postignuća, informacije o predmetu i informacije o stranici**. Kako Moodle koristi veliki broj plug-inova, tako naravno postoji i plug-in za definiranje metapodataka pod imenom "local data" plug-in. Pomoću istog definiraju se metapodaci za

module, korisnike, ocjene, predmete i sve ostale podatke tj. informacije koje Moodle nudi. Postoje dvije podvrste plug-ina, a to su kontekst podataka koji omogućava da Moodle sam iz konteksta definira metapodatke drugih podataka i tip polja podataka koji je zapravo isti kao plug-in o korisničkim podacima. Zapravo, Moodle u skorijoj budućnosti ima viziju da se plug-in o korisničkim podacima u potpunosti zamijeni plug-inom vezanim za metapodatke jer olakšava i ubrzava proces definiranja metapodataka, a uz to sadrži velik dio istog koda te ne bi trebalo biti drastičnih promjena u radu Moodla i njegovih metapodataka. (Churchward, 2021.)

Uz metapodatke, bitno je i napomenuti o kojim se konkretnim vrstama podataka radi prilikom pohrane navedenih. Najčešće se multimedijски podaci u Moodle pohranjuju putem prethodno spomenutih plug-inova. Kao prve od njih spomenuti ćemo **video zapise**. Moodle sadrži posebni alat za uređivanje ovakvih tipova podataka, pa je tako omogućeno učenicima, ali i profesorima da uz pomoć Atto Editor-a snime kratke video zapise direktno na Moodle servisu. Ako ipak netko poželi dodati svoj prethodno snimljeni video i to je omogućeno te će Moodle server zapamtiti o kojem videu je riječ i pohraniti ga samo jednom u slučaju da je korisnik pogriješio i više puta dodao isti video. Također, ako netko ne želi postaviti svoj video direktno na server, već ga putem linka povezati s nekim drugim mjestom na kojem je pohranjen (npr. Youtube) i to je moguće učiniti bez dodatnih komplikacija. Za one koji su vještiji s HTML-om, poveznicu na vanjske video mogu dodati i putem koda. Moodle stvarno ostavlja prostora svakome da radi na način koji je njemu najlakši i u tom trenutku najprikladniji. („Video - MoodleDocs“, 2022.)

Sljedeći multimedijски podatak koji je vrijedno spomenuti jesu i **audio zapisi** koje Moodle također podržava u svojoj bazi podataka. Baš kao što je spomenuto za video, i audio zapisi mogu biti direktno snimljeni u Atto Editoru. Na taj način nastavnici mogu ostavljati kratke podsjetnike svojim učenicima, snimiti im kratko objašnjenje zadataka, predavanje i slično. Audio zapise je također moguće dodati direktno na server, kao vanjsku poveznicu ili kao zvuk koji se reproducira pomoću ugrađenog svirača zvuka (eng. *sound player*) koji Moodle podržava. Što se tiče formata, Moodle može reproducirati zvučne zapise u mp3, .aac, .flac, .m4a, .oga, .ogg, i .wav formatima. („Audio – MoodleDocs“, 2022.)

Slike također mogu biti dodane putem Atto Editor-a ili direktno na server. Zanimljiva je činjenica da će one slike koje se postave na objave ili kvizove ostavljati dojam da su ugrađene i neće se primijetiti da su naknadno dodavane. Za postavljanje slika treba im prilagoditi veličinu što se opet može učiniti i uz pomoć samog Atto Editor-a te ih nije nužno prije uređivati. Za korištenje slikovnog materijala u nastavi može se isti prikazivati i na drugim lokacijama, a ne direktno unutar Moodle-a što je opet moguće postavljanjem vanjskih poveznica. Od formata koje Moodle podržava tu su jpg, .png, .svg i .gif format. („Images – MoodleDocs“, 2022.)

8.6. Primjena multimedijских baza podataka u video igrama

Najbolji prikaz razvoja tehnologije i multimedije i njihov utjecaj na naš svakodnevni život možemo pronaći u popularnim video igrama. Spoj umjetne inteligencije, pametnih uređaja, grafike i naprednog dizajna te funkcionalnih spremišta podataka čine ove zabavne elektroničke igrice koje upotpunjavaju naše slobodno vrijeme. Iako su podvojena mišljena kada su u pitanju video igre i djeca, dok neki tvrde da razvijaju multitasking i informatičku pismenost djece, druga skupina mišljenika smatra ih štetnim zbog moguće ovisnosti, dugog gledanja u ekran i gubljenja kontakta s vanjskim svijetom. Kojem god mišljenju svatko od nas naginje, činjenica je da su video igre polako, ali sigurno postale velik dio naših svakodnevnih radnja.

U pogledu baza podataka, one mogu igrati važnu ulogu u procesu razvoja igara, a njihova primjena najčešća u online igrama i igrama koje podržavaju multiplayer način igranja tj. mogućnost da više igrača najednom prisustvuje jednoj igri. No, isto tako i single-player i one igre koje nisu na online platformama također koriste baze podataka za pohranu informacija o igračima, njihovim razinama igre, predmetima koje koriste u igri i slično. (Fachada, 2018.) Svoje prvo izdanje, baze video igara, imale su 90-ih godina prošlog stoljeća, a od onda su započele svoj rapidni razvoj zajedno s razvojem video igara te danas s ovakvim bazama rade većinom stručnjaci iz tog područja, a ne i obični korisnici kao nekada. Danas su na tržištu dostupne dvije glavne vrste baza podataka za video igre, a to su profesionalne baze i one čiji razvoj podupiru obični korisnici (eng. *crowdsourced*). Te baze podataka zapravo služe za pohranu bitnih informacija o video igrama te se može zaključiti da pohranjuju četiri glavna segmenta igara. Prvo što se pohranjuje jesu metapodaci video igara koji će detaljnije biti objašnjeni u nastavku rada. Sljedeći segment odnosi se na takozvano rastavljanje igrice na njezine komponente koje se mogu detaljnije proučavati i lakše pohranjivati. Rastavljanje igara na dijelove pomaže kategoriziranju igrica i lakšem pristupanju pojedinoj kategoriji. Segment koji se odnosi na multimedijski dio igrica služi za pohranu slika, video zapisa u igrici, video najava za igru i slično. Posljednji segment su odnosi koji prikazuju kako se igre odnose jedne prema drugima unutar istog serijala. Baze podataka video igara veoma su bitne prilikom izgradnje tih istih igrica, a mogu poslužiti za mnoge svrhe. Primjer gdje se često koriste jesu online kupovine koje moraju negdje pohranjivati igre koje su dostupne za prodaju. Zatim ih koriste programeri i sve osoblje koje radi na izgradnji neke igre, oglašivači koji pomoću video materijala u bazi promoviraju nove igre te mediji putem kojih se igre mogu pokretati i koristiti. (Abshiek, 2021.)

Na primjeru najpoznatije video igre posljednjih nekoliko godina (Fornite) bit će objašnjena baza podataka koji koristi za svoj rad. Uz Fornite mnoge druge video igre koje su prvenstveno dostupne u online obliku okreću se korištenju Amazonovih web servisa za

pohranu podataka. Fortnite je multiplayer igra preživljavanja u kojoj se 100 igrača bori međusobno uz korištenje oružja i građenje i rušenje objekata. Izdala ju je platforma Epic Games 2017. godine. Brzo je postala jako popularna i skupila milijune aktivnih igrača. Kako bi bila dostupna igračima 24 sata na dan, 365 dana u godini, platforma Epic Games koristi Amazon Web Service (AWS). AWS je jedna od najraširenijih cloud platformi koja pruža više od 200 servisa kroz nekoliko centara u svijetu. Njihovi servisi mogu obavljati razne zadatke poput računanja, spremanja podataka, strojnog učenja i analitike. Također pružaju razne baze podataka koje su napravljene za specifične primjene kako bi smanjili trošak i povećali performanse. To je pogodno za igru poput Fortnite-a jer ona ima puno igrača svakodnevno koji prosječno generiraju 92 milijuna događaja svake minute. Takvu količinu podataka je potrebno efikasno spremati i obraditi pa je zato komunikacija između igre i servera optimizirana kako bi se svela na minimum. Koriste real-time analitiku podataka koja radi nad batch-evima podataka (manje gomile podataka). Koriste Amazon verziju Apache Hadoop-a, Elastic MapReduce za obradu batch-eva, a za real-time analitiku su pogodni servisi Spark i DynamoDB. Spark pruža real-time cjevovod za podatke dok DynamoDB pruža privremenu pohranu podataka za daljnju distribuciju. (Amazon, bez dat.) (Woodie, 2018.)

Do sada je već nekoliko puta spomenuto da metapodaci igraju važnu ulogu u pohrani podataka u multimedijske baze, a ništa drugačije nije ni u pogledu video igara. Metapodataka ima mnogo, a mogu se podijeliti u razne kategorije kako bi se lakše prikazali korisnicima. Prva je skupina metapodataka vezanih uz **općenite informacije o video igri**. Ovdje je moguće pronaći informacije o točnom nazivu igre, opisu, ključnim značajkama koje ju karakteriziraju, tko ju i kada proizveo, platforme koje ju podržavaju i tako dalje. Sljedeća je kategorija metapodataka vezanih uz **tehničke specifikacije**. Ove su specifikacije vezane uz podatke o sustavu koji može podržati igru, potrebnom hardveru i rezoluciji ekrana za kvalitetan prikaz. Zatim da li je igra podržana u single ili multi-playeru te koliko igrača može prisustvovati jednoj igri. **Metapodaci o objavi igrice** sadrže informacije o datumu kada će igra biti puštena, tko će ju objaviti. Zatim slijedi kratki opis i ključne značajke igre te dodatne informacije koje je bitno napomenuti prije nego se igra objavi.

9. Zaključak

Na početku rada bilo je navedeno koliko veliku ulogu multimedija igra u današnjim životima te da je neizbježan dio naše svakodnevice. Multimedijски podaci koji su navedeni (slika, audio, video, tekst, animacije i grafički objekti) prikazuju sadržaj na nekom od digitalnih uređaja što zapravo i čini samu definiciju multimedije. Sav je taj sadržaj pohranjen u bazama podataka, onim multimedijским. U radu su prikazane i ostale vrste baza podataka i njihova struktura te sustavi koji istima upravljaju. Tako možemo zaključiti da se multimedijske i druge baze podataka ne razlikuju toliko drastično, već da je najveća razlika u njima sadržaj tj. podaci koje pojedine podržavaju.

Multimedijske baze podataka grade svoju prevlast na tržištu polako, ali sigurno te kroz godine razvijaju svoj način rada i sustave za njihove upravljanje sukladno razvojem novih tehnologija i uređaja za pohranu i distribuciju multimedijских sadržaja. Kroz godine također su se mijenjale svojom arhitekturom i strukturom te pogotovo načinom pohrane podataka. Kao i na početku razvijanja multimedijских baza, tako je i danas najzastupljeniji jezik za rad i manipulaciju bazama, SQL jezik i njegove različite varijacije. No, današnjem tehnologije poput NoSQL-a ukazuju na to da nije neophodan za rad s multimedijским, ali i svim ostalim bazama podataka. Što se pohrane tiče, današnje multimedijske baze imaju veće kapacitete i bržu pohranu te se podaci više ne pohranjuju u bazu u hijerarhijskom obliku, već kao ravne linije.

Područja u kojima se danas primjenjuju multimedijske baze podataka ima preveliki broj da bi se svako od njih istaknulo i obradilo na kvalitetan i zanimljiv način. Domene prikazane u ovom radu samo su neke od njih. Detaljnije je objašnjen njihov učinak u glazbi, video industriji, geo informacijskim sustavima, knjižnicama, obrazovanju i sve popularnijim video igrama. Za svaku od domena prikazani su najpoznatiji programi za prikaz podataka pohranjenih u multimedijским bazama koje koriste, metapodaci tih podataka te općenite informacije o samoj bazi i strukturi iste. Zaključak je vrlo jasan, bez multimedijских baza podataka današnji život bi bio zamisliv. Od toga što smo se navikli čitati e-knjige u udobnosti svog doma, preko potreba za slušanjem glazbe i gledanjem video zapisa do želje za novim i inovativnim načinom učenja ili pak samo igranjem video igara za razonodu, ove baze podataka su ono nešto u pozadini naših radnji što ne vidimo, a bez čega ne bismo mogli uživati u blagodatima modernih vremena.

10. Popis slika

Slika 1 Vrste baza podataka (Vlastita izrada, 9.7.2022.).....	10
Slika 2 Metapodaci slike prikazane u programu Windows Fotografije (Vlastita izrada, 10.9.2022.).....	28
Slika 3 Hijerarhijska piramida pohrane (Adjeroh i Nwosu, (1997), preuzeto 11.7.2022.s https://www.researchgate.net/publication/220634655_Multimedia_Database_Management_-_Requirements_and_Issues).....	29
Slika 4 Arhitektura MMDBMS-a (Vlastita izrada prema P.B.Berra i drugi (1990.) preuzeto 12.7.2022 s https://www.semanticscholar.org/paper/Architecture-for-distributed-multimedia-database-Berra-Chen/a13f85a97545f101c31a65194c32937eb2725b30).....	34
Slika 5 Grafičko korisničko sučelje (https://www.youtube.com/) prikazano na laptopu Lenovo ideapad Gaming 3.....	38
Slika 6 Način rada Vitess sustava (Doreschevici (2018), preuzeto 13.7.2022 s https://www.rancher.cn/blog/2018/2018-08-31-intro-to-vitess-on-kubernetes/ .)	39
Slika 7 Metapodaci video zapisa (Vlastita izrada, 15.8.2022.)	41
Slika 8 Grafičko korisničko sučelje (https://open.spotify.com/) prikazano na laptopu Lenovo ideapad Gaming 3.....	42
Slika 9 Dijagram toka podataka Spotify-a (Huang (2021), preuzeto 20.8.2022. s https://www.interstem.us/2021/07/10/how-spotify-knows-exactly-what-you-want-to-listen-to)	43
Slika 10 Metapodaci pjesme (Vlastita izrada, 20.8.2022.).....	45
Slika 11 Metapodaci e-knjige (Vlastita izrada, 22.8.2022.).....	51
Slika 12 Sloj apstrakcije baze podataka (XMLDB introduction (2020.) „Moodle“ Preuzeto 25.8.2022. s https://docs.moodle.org/dev/XMLDB_introduction).....	53

11. Popis literature

- Abshiek. (2021). „The Definitive Database Of Video Games“. *Gameopedia*. Preuzeto 26. kolovoz 2022. s <https://www.gameopedia.com/definitive-video-game-database/>
- Adjeroh, Donald, i Kingsley Nwosu. (1997). „Multimedia Database Management - Requirements and Issues.“ *IEEE MultiMedia*. Preuzeto 6.srpanj 2022. s https://www.researchgate.net/publication/220634655_Multimedia_Database_Management_-_Requirements_and_Issues
- Amazon. bez dat. „What is AWS“. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://aws.amazon.com/what-is-aws/>
- Au Kristin C. (2014). „Animation: 2D versus 3D and Their Combined Effect“. Thesis, Massachusetts Institute of Technology. Preuzeto 14.kolovoz 2022. s <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/92640>
- Audio – MoodleDocs. (2022). „Moodle“. Preuzeto 25. kolovoz 2022. s <https://docs.moodle.org/400/en/Audio>
- Baca Murtha i Getty Research Institute (2008). *Introduction to Metadata*. 2nd ed. Los Angeles, CA: Getty Research Institute. Preuzeto 1.kolovoz 2022. s <https://d2aohiyo3d3idm.cloudfront.net/publications/virtuallibrary/0892368969.pdf>
- Baza podataka. Bez datuma. „Freeservers“ Preuzeto 6.srpnja 2022. (<http://tecajevi.freeservers.com/isbaza.htm>)
- Berra, P. B., C. Y. R. Chen, A. Ghafoor, i C. C. Lin. (1990). „An Architecture for Distributed Multimedia Database Systems“. Preuzeto 6.7.2022. s <https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=eecs>
- Brighton West Video. (2020). *How to set Metadata on YouTube*. [Video datoteka] Preuzeto 20.kolovoz 2022. s <https://www.youtube.com/watch?v=uwyvz9yGVpU>
- Carić Tonči, i Mario Buntić. (2015). *Uvod u relacijske baze podataka*. Zagreb. Fakultet prometnih znanosti. Preuzeto 7.srpanj 2022. s <http://files.fpz.hr/Djelatnici/tcaric/Tonci-Caric-Baze-podataka.pdf>
- Chapman Jenny, i Nigel P. Chapman. (2009). *Digital Multimedia*. 3rd izd. SAD: John Wiley.
- Chapple Mike. (2022). „Što je DBMS i kako funkcionira?“ eYewated. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://hr.eyewated.com/sto-je-sustav-za-upravljanje-bazom-podataka-dbms/>
- Churchward, Mike. (2021). „Moodle plugins directory: Metadata“. Preuzeto 25. kolovoz 2022. s https://moodle.org/plugins/local_metadata
- Costello Vic. (2012). *Multimedia Foundations*. Taylor and Francis. Preuzeto 7.ožujak 2022. s https://books.google.hr/books?id=2ol_rKMAR-oC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Darwen Hugh. (2009). *An Introduction to Relational Database Theory*. Place of publication not identified: Ventus Publishing. Preuzeto 10.srpanj 2022. s <https://library.ku.ac.ke/wp->

content/downloads/2011/08/Bookboon/IT,Programming%20and%20Web/an-introduction-to-relational-database-theory.pdf

Database data and ArcGIS. Bez datuma. Preuzeto 25.kolovoz 2022. s <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/databases/databases-and-arcgis.htm>

Davies Nahla. (2021). „What Is Blob Storage?“ *Enterprise Storage Forum*. Preuzeto 26.kolovoz 2022. s <https://www.enterprisestorageforum.com/software/what-is-blob-storage/>

Davila Silvije. (2013). *Dizajn baza podataka*. Zagreb: Visoko učilište Algebra.

Davila Silvije i Tina Kaštelan. (2010). *Osnove SQL-a*. Zagreb: Visoko učilište Algebra.

Fachada Nuno. (2018). „Teaching database concepts to video game design and development students“. *Revista Lusófona de Educação* Preuzeto 25.kolovoz 2022. s https://www.researchgate.net/profile/Nuno-Fachada/publication/326657756_Teaching_database_concepts_to_video_game_design_and_development_students/links/5ba8f2a2299bf13e6048fa0c/Teaching-database-concepts-to-video-game-design-and-development-students.pdf

Fowler Adam. (2015). *NoSQL for dummies*. SAD: John Wiley and Sons. Preuzeto 7.srpnja 2022. (<https://www.pdfdrive.com/nosql-for-dummies-d52326329.html>)

Furht Borko i Oge Marques. (2003). *Handbook of Video Databases: Design and Applications*. CRC Press. Preuzeto 10.kolovoz 2022. s <https://vdoc.pub/download/handbook-of-video-databases-design-and-applications-68hb3lapga00>

Gerkhe Johannes i Raghu Ramakrishnan. (2000). *Database Management System*. SAD: McGraw-Hill College. Preuzeto 7.kolovoz 2022. s <https://xuanhien.files.wordpress.com/2011/04/database-management-systems-raghu-ramakrishnan.pdf>

Groff James R. i Paul N. Weinberg. (1999). *SQL: The Complete Reference*. SAD: Osborne/McGraw-Hill. Preuzeto 7.kolovoz 2022. s [http://englishonlineclub.com/pdf/SQL%20-%20The%20Complete%20Reference%20\(Second%20Edition\)%20\[EnglishOnlineClub.com\].pdf](http://englishonlineclub.com/pdf/SQL%20-%20The%20Complete%20Reference%20(Second%20Edition)%20[EnglishOnlineClub.com].pdf)

Henrick Gavin. (2016). „Plugins traffic 2015 - favourite plugins“. Preuzeto 20.kolovoz 2022. s <https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=325804>

How to Work with BLOB in MySQL Database Hosted on Alibaba Cloud. (2018). „Alibaba Cloud Community.“ [Blog post] Preuzeto 26.kolovoz 2022. s https://www.alibabacloud.com/blog/how-to-work-with-blob-in-mysql-database-hosted-on-alibaba-cloud_594270

Hu Shunfu. (2003). „Multi-Media GIS: Analysis and Visualization of Spatio-Temporal and Multimedia Geographic Information“. *Annals of GIS* 9(1–2):90–96. doi: 10.1080/10824000309480592. Preuzeto 19.kolovoz 2022. s <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10824000309480592>

Huang Rachel. (2021). „How Spotify knows exactly what you want to listen to“. Preuzeto 20.kolovoz 2022. s <https://www.interstem.us/2021/07/10/how-spotify>

-knows-exactly-what-you-want-to-listen-to

Image File Type and Format Guide. Bez datuma. Preuzeto 14. kolovoz 2022. s https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Media/Formats/Image_types

Images – MoodleDocs. (2022). „Moodle“ Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://docs.moodle.org/400/en/Images>

Informatic, Tecno. 2020. „Vektorska grafika: Povijest, aplikacije, formati i više“. *VidaBytes*. Preuzeto 10. rujan 2022. <https://vidabytes.com/hr/vektorska-grafika/>

Jackson Joab. (2012). „YouTube scales MySQL with Go code | Computerworld“. *Computerworld*. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://www.computerworld.com/article/2493815/youtube-scales-mysql-with-go-code.html>

Jalal Samir Kumar. (2001). „Multimedia Database: Content and Structure“. Preuzeto 11.srpnja 2022. s <https://drtc.isibang.ac.in/ldl/handle/1849/81>

Jiang Xiaoping, Chenghua Li, i Jing Sun. (2018). „A Modified K-Means Clustering for Mining of Multimedia Databases Based on Dimensionality Reduction and Similarity Measures“. *Cluster Computing* 21(1):797–804. doi: 10.1007/s10586-017-0949-6. Preuzeto 20.srpnja 2022. s <http://link.springer.com/10.1007/s10586-017-0949-6>

Jurman Hrvoje. (2020). „Znate li za što se hrvatski chatbot koristi u Saudijskoj Arabiji? Prodaje automobile“. Preuzeto 27.veljače 2022. s <https://zimo.dnevnik.hr/clanak/znate-li-za-sto-se-hrvatski-chatbot-koristi-u-saudijskoj-arabiji-prodaje-automobile---631288.html>

Kalipsiz Oya. (2000). *Multimedia Databases*. Yildiz Technical University. Preuzeto 13.srpnja 2022. s http://ftp.it.murdoch.edu.au/pub/units/ICT219/Papers%20for%20transfer/papers%20on%20IR/IR15_MM%20Database.pdf

Kosch Harald i Mario Döller. Bez datuma. „Multimedia Database Systems: Where are we now?“ Preuzeto 13.srpnja 2022. s <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.9044&rep=rep1&type=pdf>

Lee Joel. (2019). „The 10 Most Common Audio Formats: Which One Should You Use?“ *MUO*. Preuzeto 14. kolovoz 2022. s <https://www.makeuseof.com/tag/audio-file-format-right-needs/>

Leksikografski zavod Miroslav Krleža. (2021). „Virtualna stvarnost“. Preuzeto 20.veljače 2022. s <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=64795>

Leksikografski zavod Miroslav Krleža. bez dat. „geoinformacijski sustav | Hrvatska enciklopedija“. Preuzeto 21. kolovoz 2022. s <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=21696>

Li Ze-Nian i Mark S. Drew. (2010). *Fundamentals of Multimedia*. SAD: Springer.

Lihtmee. (2019). „What is the Difference Between Hierarchical Network and Relational Database Model“. *IEPEDIAA*. Preuzeto 10.srpnja 2022. s <https://pediaa.com/what-is-the-difference-between-hierarchical-network-and-relational-database-model/>

- Lutkevich Ben i Jacqueline Biscobing. (2021). „What Is a Relational Database?“ *SearchDataManagement*. Preuzeto 11. kolovoz 2022. s <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/relational-database>
- Maayan Gilad. Bez datuma. „8 Best Video File Formats | IEEE Computer Society“. Preuzeto 13. kolovoz 2022. s <https://www.computer.org/publications/tech-news/trends/8-best-video-file-formats-for-2020/>
- Manger Robert. (2008). *Baze podataka*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet. Preuzeto 10.srpanj 2022. s <https://pdfcoffee.com/qdownload/robert-manger-baze-podatakapdf-pdf-free.html>
- Matasić Iva i Saša Dumić. (2012). „Multimedijske tehnologije u obrazovanju“. Preuzeto 19.kolovoz 2022. s <https://hrcak.srce.hr/file/127125>
- Metadata styles and standards*. Bez datuma. Preuzeto 25.kolovoz 2022. s <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/metadata/metadata-standards-and-styles.htm>
- Miličić Ivana i Helena Bukovac. (2018). „Kreiranje multimedijskih dokumenata i animacija“. Preuzeto 23.kolovoz 2022. s https://pilot.e-skole.hr/wp-content/uploads/2018/03/Prirucnik_Kreiranje-multimedijskih-dokumenata-i-animacija.pdf
- Mishra Kinshuk i Matt Brown. (2015). „Personalization at Spotify Using Cassandra“. *Spotify Engineering*. Preuzeto 20. kolovoz 2022. s <https://engineering.atspotify.com/2015/01/personalization-at-spotify-using-cassandra/>
- Moodle LMS 3.9 Database schema*. Bez datuma. „Zoola Analytics“. Preuzeto 24. kolovoz 2022. s <https://moodleschema.zoola.io/index.html>
- Muqueem Shaista. (2007). „Changing Role of Library Professionals in the Digital Environment“. Preuzeto 24.kolovoz 2022. s <https://drct.isibang.ac.in/ldl/handle/1849/400>
- Osnove GIS-a*. Bez datuma. „Projekt: Urban planning 4 citizens.“ DESA-Dubrovnik. Preuzeto 15.kolovoz 2022. s https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf
- Parent Rick. (2012). *Computer Animation: Algorithms and Techniques*. Newnes. Preuzeto 8.kolovoz 2022. s https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=ZNZ3XIGeMkgC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Computer+Animation:+Algorithms+and+Techniques+parent+rick&ots=ISJXVyPo1V&sig=cnhZqtZPmQaX3EQ8VAOydSD4qYU&redir_esc=y#v=onepage&q=Computer%20Animation%20Algorithms%20and%20Techniques%20parent%20rick&f=false
- Phipps Jenna. (2021). „What Is Object Storage?“ *Enterprise Storage Forum*. Preuzeto 26. kolovoz 2022. s <https://www.enterprisestorageforum.com/management/what-is-object-storage/>
- Proleksis enciklopedija. (2012). „Hipertekst“. Preuzeto 25.veljača 2022. s <https://proleksis.lzmk.hr/56682/>
- Schmidt Casey. (2021). „Accessing, Fixing and Learning about YouTube Metadata“. *Canto*. Preuzeto 15. kolovoz 2022. s <https://www.canto.com/blog/youtube-metadata/>

- Severalnines Youtube. (2021). *Working with the Moodle Database: The Basics*. [Video datoteka] Preuzeto 25.8.2022. s <https://www.youtube.com/watch?v=Uh26bOkVmDQ>
- Shivang. (2019). „YouTube Database – How Does It Store So Many Videos Without Running Out Of Storage Space? - Scaleyourapp“. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://scaleyourapp.com/youtube-database-how-does-it-store-so-many-videos-without-running-out-of-storage-space/>.
- Sigur Darko. Bez datuma. „Virtualna stvarnost – tehnologija budućnosti“. *SP sistemi*. Preuzeto 26. veljača 2022. s <https://www.spsistemi.hr/column/virtualna-stvarnost-tehnologija-buducnosti/>
- Spotify — *About Spotify*. Bez datuma. „Spotify“. Preuzeto 20. kolovoz 2022. (<https://newsroom.spotify.com/company-info/>).
- Text formats*. Bez datuma. Preuzeto 14. kolovoz 2022. s <https://filesconverter.com/text-formats>
- The ArcGIS metadata format—ArcMap | Documentation*. Bez datuma. Preuzeto 25. kolovoz 2022. s <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/metadata/the-arcgis-metadata-format.htm>
- Thuraisingham Bhavani M. (2001). *Managing and Mining Multimedia Databases*. Boca Raton: CRC Press. Preuzeto 16. srpanj 2022. s https://profiles.uonbi.ac.ke/sites/default/files/cvs/185410_datamining_and_multimedia.pdf
- Tucker Max. (2020). „EBook Metadata: Why It Matters [& How You Can Edit It]“. *Scribe Media*. Preuzeto 22. kolovoz 2022. (<https://scribemedi.com/ebook-metadata/>).
- Understanding My Data*. Bez datuma. „Spotify“. Preuzeto 21. kolovoz 2022. (<https://support.spotify.com/us/article/understanding-my-data/>).
- Vaishnavi M. R. 2019. „What Is a Database? Know the Definition, Types & Components“. *Edureka*. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://www.edureka.co/blog/what-is-a-database/>
- Video - MoodleDocs*. (2022). „Moodle“. Preuzeto 25. kolovoz 2022. s <https://docs.moodle.org/400/en/Video>
- What are the Pros and Cons of NoSQL*. (2021) Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://adservio.fr/post/what-are-the-pros-and-cons-of-nosql>
- What Is Cassandra and Why Are Big Tech Companies Using It?*. (2020). „Ubuntu“. [Blog post] Preuzeto 20. kolovoz 2022. s <https://ubuntu.com/blog/apache-cassandra-top-benefits>
- What Is Database Scaling?*. Bez datuma. „MongoDB“. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://www.mongodb.com/databases/scaling>
- Woodie Alex. (2018). „Inside Fortnite’s Massive Data Analytics Pipeline“. *Datanami*. Preuzeto 27. kolovoz 2022. s <https://www.datanami.com/2018/07/31/inside-fornites-massive-data-analytics-pipeline/>