Preddiplomski studij
Računarstvo

Višemedijske usluge

Upute za izvođenje 2. laboratorijske vježbe

Kodiranje zvuka, govora i glazbe

Kodiranje nepomične slike i videa

Prostorno i vremensko usklađivanje višemedijskog sadržaja upotrebom formata SMIL

Ak. god. 2013./2014.

Sadržaj

1 Uvod 2
2 Kodiranje zvuka, govora i glazbe 2
2.1 Vremenska i frekvencijska analiza govora 2
2.2 Usporedba formata za kodiranje zvuka 4
3 Kodiranje nepomične slike i videa 5
3.1 Koder JPEG 5
3.2 Koder H.264 7
3.3 Analiza video zapisa u formatu MPEG 9
4 Prostorno i vremensko usklađivanje višemedijskog sadržaja upotrebom formata SMIL (*opcionalno – rad kod kuće*) 10
4.1 Uvod u format SMIL 10
4.1.1 Prostorni raspored višemedijske prezentacije 11
4.1.2 Vremenski raspored višemedijske prezentacije 13
4.1.3 Pregled oznaka 14
4.2 Zadatak 6 15
4.2.1 Izrada scenarija prezentacije 15
4.2.2 Izrada prezentacije 16

1 Uvod

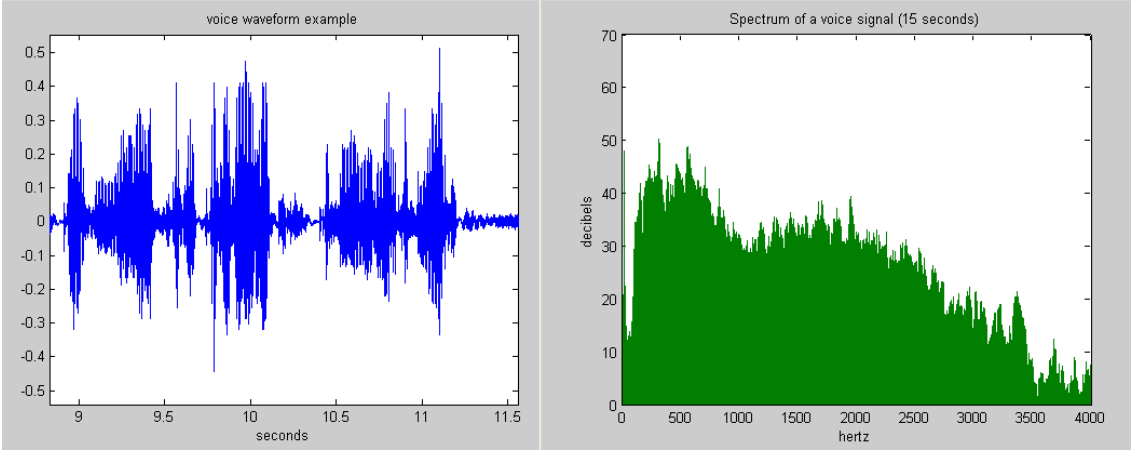
Cilj prvog dijela ove vježbe je upoznavanje s osnovnim svojstvima medija (zvuk, govor i glazba, nepomična slika i video), odnosno obilježjima formata za njihovo kodiranje i pohranu u digitalnom obliku. S obzirom da se radi o dosta širokom području istraživanja te razvoja i primjene, zadaci opisani u ovim uputama usmjereni su prema dodatnom pojašnjavanju i/ili ilustraciji gradiva obrađenog na predavaima. Drugi dio vježbe posvećen je mogućnostima prostornog i vremenskog usklađivanja medijskog sadržaja s ciljem izrade višemedijske prezentacije. Jedan od (naj)jednostavnijih pristupa za objedinjavanje i sinkronizaciju neovisnih medijskih komponenata u audio-vizualnu prezentaciju pruža format SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*), i on će biti detaljnije predstavljen. Primjer njegove primjene uključuje izradu predavanja za učenje "od kuće" (primjerice, http://staticweb.rasip.fer.hr/or/). Za osnovnu analizu svojstava medija i obilježja pripadajućih formata koristit će se nekoliko alata:

- *spwave*, uređivač zvučnih zapisa;
- *LAME*, MP3 koder;
- *Interactive JPEG Image Compression*, simulator JPEG kodera; i
- *InfoMPEG*, alat za analizu video zapisa u formatu MPEG.

2 Kodiranje zvuka, govora i glazbe

2.1 Vremenska i frekvencijska analiza govora

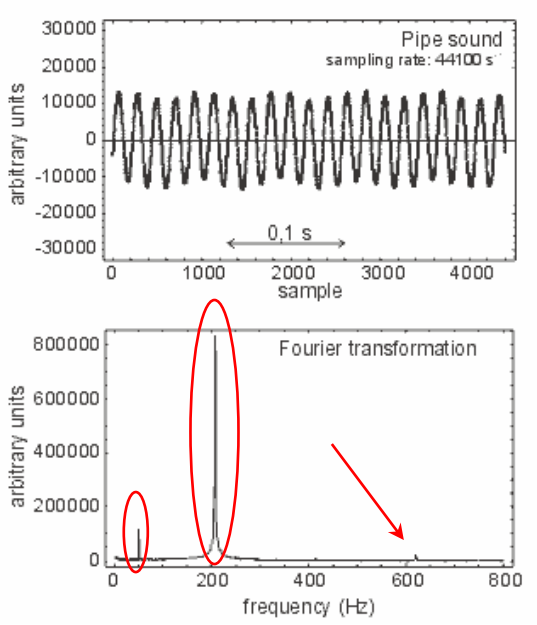
Svojstva zvuka (zvučnog signala) mogu se promatrati u vremenskoj ili frekvencijskoj domeni. U vremenskoj domeni predmet interesa je valni oblik zvuka (**slika 1a**), koji je karakteriziran frekvencijom (valnom duljinom), fazom i amplitudom. Zvukovi sa jednom stalnom i "čistom" frekvencijom u prirodi su vrlo rijetki. Stoga se u analizi zvuka promatra frekvencijski spektar zvučnog signala (**slika 1b**), koji prikazuje raspodjelu amplitude signala prema njegovim sastavnim frekvencijama.



Slika 1. Primjer valnog oblika zvučnog signala (a) i pripadajući frekvencijski spektar (b)

Za neperiodičke zvukove (kao što su buka, šum, bezvučni glasovi u govoru) karakterističan je

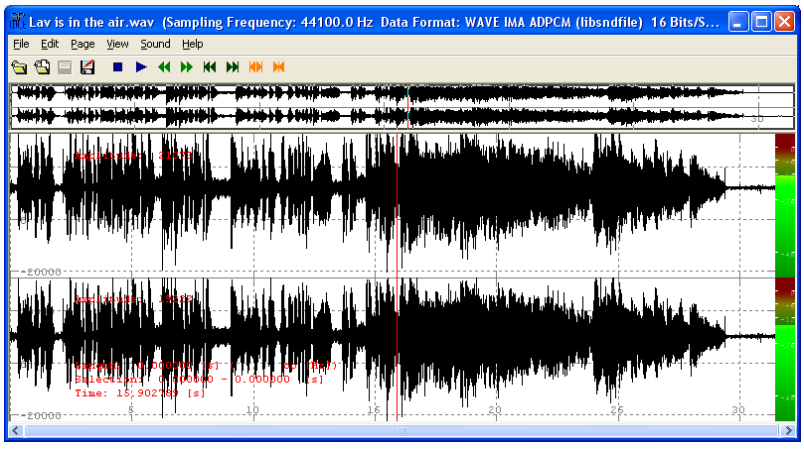
kontinuirani frekvencijski spektar (jedan takav primjer dan je i slikom 1b). To znači da ne postoje jasno istaknute frekvencije u njihovom spektru. Kod harmoničkih zvukova (**slika 2a**) postoje jasno istaknute frekvencije (harmonici, **slika 2b**) koje su višekratnici osnovne frekvencije.



Slika 2. Primjer harmoničkog zvučnog signala (a) i njegovih harmonika (b)

Govor nastaje prolaskom zraka kroz govorne organe koji formiraju zvuk. Frekvencijski spektar govornog signala je specifičan, jer govorni trakt proizvodi određene frekvencije koje karakteriziraju pojedine glasove. Te frekvencije se nazivaju formanti. Kod zvučnih glasova, kao što su "m" ili "n", glasnice titraju i stvaraju određene frekvencije zvuka. Kod bezvučnih glasova, kao što su "s" ili "h", ne dolazi do titranja glasnica, već do šuma zraka kroz organe. To za posljedicu ima periodičnost zvučnog signala, što se u frekvencijskoj domeni može uočiti kroz njegove karakteristične frekvencije (formante). Kod bezvučnih glasova se ne može uočiti nikakva pravilnost.

Zadatak 1. Analizirajte govorni signal pomoću alata *spwave* (**slika 3**), uočite razlike između njegovih zvučnih i bezvučnih glasova, te odgovorite na postavljena pitanja.



Slika 3. Alat *spwave*

(1) Učitajte datoteku *seven.wav* u alat *spwave*.

Nakon što se datoteka učita, alat *spwave* će prikazati vremensku analizu govornog signala (u ovom slučaju, radi se o riječi "seven"). Otkrijte odsječke koji predstavljaju glasove "s" i "n" unutar izgovorene riječi, a potom nad navedenim odsječcima provedite frekvencijsku analizu:

(2) U izborniku *Edit* odaberite *Preference for Analysis*, zatim *Attribute*, te označite opciju *Use a linear spectrum*. Time se amplitude u frekvencijskoj analizi govornog signala prikazuju u linearnoj ljestvici (a ne logaritamskoj).

(3) Označite odsječak učitanog govornog signala te pritisnite kombinaciju tipki *Shift* i *N*.

(4) Kako bi prikaz učinili razumljivijim, označite dio frekvencijskog spektra i povećajte/smanjite ga korištenjem kombinacije tipki *Alt* i *I*, odnosno *Alt* i *O*.

a) Koje sve razlike između glasova "s" i "n" uočavate u vremenskoj/frekvencijskoj analizi? Komentirajte razlike u amplitudi glasa te periodičnosti signala. Skicirajte frekvencijske spektre glasova "s" i "n" dobivene ovom analizom, te na njima označite specifičnosti vezane za te glasove.

b) Identificirajte (*približno*) formante glasa "n". Na kojim se frekvencijama oni pojavljuju?

2.2 Usporedba formata za kodiranje zvuka

Pretvorbom zvučnog signala iz mehaničkog titranja zraka u električki signal dobiva se digitalni signal znatne/velike količine podataka. Kako bi se ti podaci mogli koristiti (npr., prenositi mrežom računala), potrebno im je smanjiti obujam kodiranjem. Danas postoji veliki broj kodera (u vremenskoj i frekvencijskoj domeni) koji se mogu uspoređivati po različitim kriterijima.

Zadatak 2. Kroz međusobnu usporedbu kodera s obzirom na veličinu rezultirajuće datoteke, brzinu (engl. *bitrate*) i mjerila subjektivne kvalitete, upoznat ćete se sa nekim od osnovnih kodera zvuka.

(1) Učitajte datoteku *Fox.aiff* u alat *spwave*.

(2) Pohranite njezinu kopiju odabirom opcije *Save As...* unutar izbornika *File*, i to tako da odaberete kodeke Microsoft GSM 6.10 (rezultirajuća datoteka *Fox_gsm.wav*), Microsoft ADPCM (*Fox_adpcm.wav*), te Microsoft PCM (*Fox_pcm.wav*). Kodeci se odabiru u padajućem izborniku *Save as type*. **Bitno je da svaki put, prije promjene formata izvorne datoteke *Fox.aiff*, istu učitate odabirom opcije *Open New...* unutar izbornika *File*.**

(3) Pokrenite ***Command Prompt*** te se pozicionirajte u direktorij *Lame3.97*.

(4) U direktoriju *Lame3.97* nalazi se MP3 koder *LAME*. Jednostavne upute za rad s koderom *LAME* možete dobiti izvršavanjem sljedeće naredbe:

```
prompt> lame.exe --help
```

Promijenite format datoteke *Fox.wav* u MP3 format:

```
prompt> lame.exe -h ..\Fox.wav ..\Fox.mp3
```

a) Preslušajte datoteke *Fox.aiff* i *Fox*.wav* pomoću alata *spwave* (a datoteku *Fox.mp3* korištenjem aplikacije *Windows Media Player*), te popunite tablicu 1. Za ocjenu subjektivne kvalitete, koristite mjerila (ocjene) spomenuta na predavanjima.

Izračunajte približnu brzinu (engl. *birate*) za svaki od navedenih kodeka (svaku od datoteka).

b) Usporedite veličine datoteka i ocjene subjektivne kvalitete zvučnih zapisa koje pohranjuju. Što zaključujete?

Tablica 1. Usporedba formata za kodiranje zvuka (glazbe)

Naziv datoteke	MOS (*Mean Opinion Score*)	DMOS (*Degradation MOS*)	Veličina [kB]	Brzina [kbit/s]
Fox.aiff				
Fox_gsm.wav				
Fox_adpcm.wav				
Fox_pcm.wav				
Fox.mp3				

3 Kodiranje nepomične slike i videa

3.1 Koder JPEG

JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) je jedan od najpopularnijih formata za pohranu nepomične slike, a zasniva se na transformacijskom kodiranju i kompresiji (sažimanju) komponenti slike na višim frekvencijama. Ovaj dio laboratorijske vježbe ima za cilj ilustrirati rad JPEG kodera, s naglaskom na treći korak u kodiranju (kvantizacija) te njegov utjecaj na kompresiju podataka, ali i unos pogreške (koja nastaje zaokruživanjem vrijednosti).

Prvi korak prilikom kodiranja u format JPEG je izdvajanje sjetline i poduzorkovanje ostalih dviju komponenata boje. Nakon toga slika (za svaku komponentu boje posebno) se dijeli u blokove od 8x8 piksela te se svaki blok DCT-transformacijom prebacuje u frekvencijsku domenu, kao u primjeru bloka na slici:

x/y	0	1	2	3	4	5	6	7
0	79	75	79	82	82	86	94	94
1	76	78	76	82	83	86	85	94
2	72	Slične vrijednosti!						82
3	74							79
4	73	70	75	67	78	78	79	85
5	69	63	68	69	75	78	82	80
6	76	76	71	71	67	79	80	83
7	72	77	78	69	75	75	78	78

Izvorišna matrica $p(x, y)$

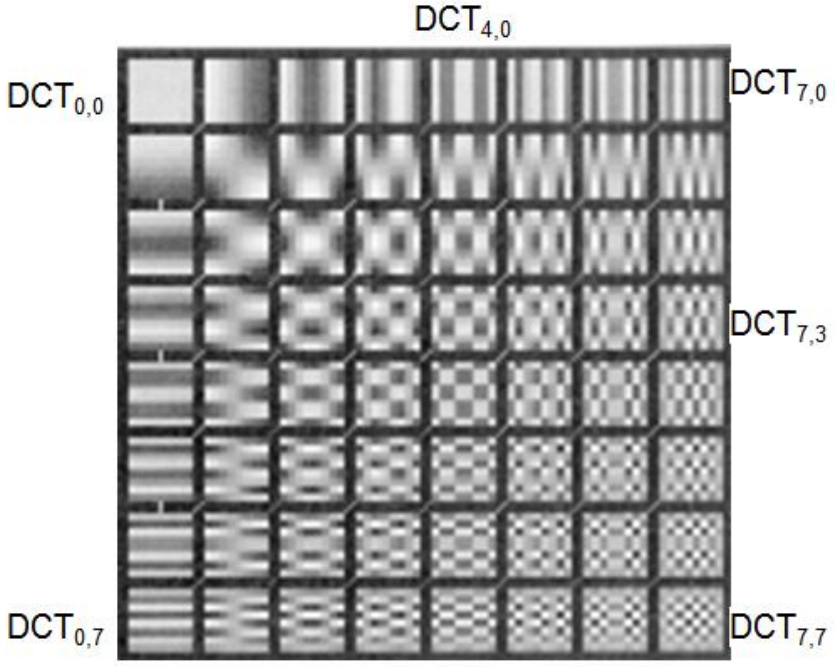
Najviša vrijednost $S(0, 0)$ Niske vrijednosti

u/v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	619	-29	8	2	1	-3	0	1
1	22	-6	-4	0	7	0	-2	-3
2	11	0	5	-4	-3	4	0	-3
3	2	-10	5	0	0	7	3	2
4	6	2	-1	-1	-3	0	0	8
5	1	2	1	2	0	2	-2	-2
6	-8	-2	-4	1	2	1	-1	1
7	-3	1	5	-2	1	-1	1	-3

DCT matrica $S(u, v)$

Slika 4. Izvorišna i DCT matrica

Koeficijenti u matrici S predstavljaju težinske udjele osnovnih blokova DCT-transformacije prikazanih na slici:



Slika 5. Osnovni blokovi DCT-transformacije

DCT koeficijenti se kvantiziraju zaokruživanjem na cjelobrojnu vrijednost omjera matrice koeficijenata *S* i kvantizacijske matrice *Q*; nastaje kvantizirana DCT matrica *K*:

$$K(u,v) = round\left(\frac{S(u,v)}{Q(u,v)}\right) = \left\lfloor \frac{S(u,v)}{Q(u,v)} + 0.5 \right\rfloor$$

Q mora biti tako izabrana da kvantizacija rezultira visokom kompresijom, ali bez primjetnog gubitka kvalitete. Norme ne određuju, ali se preporučuje skup kvantizacijskih matrica *Q*. Na sljedećoj slici prikazan je primjer matrice *Q* i kvantizirane matrice *K* koja se dobije dijeljenjem koeficijenata matrica *S* i *Q*.

u/v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	16	11	10	16	24	40	51	61
1	12	12	14	19	26	58	60	55
2	14	13	16	24	40	57	69	56
3	14	17	22	29	51	87	80	62
4	18	22	37	56	68	109	103	77
5	24	35	55	64	81	104	113	92
6	49	64	78	87	103	121	120	101
7	72	92	95	98	112	100	103	99

Kvantizacijaska matrica *Q*(*u*, *v*)

u/v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	39	-3	1	0	0	0	0	0
1	2	-1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	-1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0

Vrijednost 0

Kvantizirana DCT matrica *K*(*u*, *v*)

Slika 6. Kvantizacijska i kvantzirana matrica

Koeficijenti iz matrice *K* se potom kodiraju entropijski.

Zadatak 3. Upoznajte se sa simulatorom JPEG kodera *Interactive JPEG Image Compression* te odgovorite na postavljena pitanja. Simulator je izveden u obliku *Java applet*-a i pokreće se učitavanjem stranice *Ijpeg.html* u web-preglednik. Upute za rad s navedenim *applet*-om nalaze se na stranici *help.html*.

Napomena za fakultetska računala: Ako nemate ovlasti pokrenuti Javu u web-pregledniku, u direktorij s *appletom* kopirajte sljedeće dvije datoteke:

`C:\Program Files\Java\jdk<verzija>\bin\appletviewer.exe`

`C:\Program Files\Java\jdk<verzija>\bin\jli.dll`

Applet pokrenite tako da datoteku *Ijpeg.html* odvučete na program *appletviewer.exe* (*drag and drop*).

Odaberite blok 8 * 8 piksela te promotrite sve tri matrice (*Q*, *S* i *K*). Isprobajte korištenje kvantizacijskih matrica QM1, QM2, QM3 i QM4. Kako na omjer kompresije i kvalitetu slike utječu navedene kvantizacijske matrice?

3.2 Koder H.264

Koder H.264 (MPEG-4 AVC) jedan je od trenutno najpopularnijih kodera videa. Koristi principe kompresije obrađene na predavanju (npr., kompenzacija gibanja). Video se nakon kompresije obično sprema s komprimiranim audiom u posebnu datoteku (tzv. *container*), npr., AVI, MP4, FLV, itd.

U programu MediaCoder implementirani su brojni koderi. Vaš je zadatak isprobati koder H.264 na priloženim datotekama, kako slijedi.

Zadatak 5. Pokrenite MediaCoder (*C:\Program Files\MediaCoder*) i dodajte na listu datoteku *Utrke.avi* (Gumb *Add -> Add File*) koja sadrži **nekomprimirani** video. Kliknite na datoteku na popisu u programu te proučite parametre koji je opisuju u desnom dijelu prozora (*Properties*). Odredite korišteni broj bita po pikselu (*bpp*) prema formuli:

$$bpp = \frac{brzina\ slanja\ podataka\ (eng.data\ rate)}{fps\ *rezolucija}$$

Komprimirajte datoteku *Utrke.avi* korištenjem MediaCodera uz sljedeće parametre:

Tab *Video* (u dnu prozora):

- *Video Bitrate*: 5000 Kbps (ili druga vrijednost, ovisno o zadatku),
- *Rate Mode*: Average Bitrate,
- *Format*: H.264,
- *Encoder*: x264.

Tab *Container*:

- *Container*: MP4.

Tab *Picture*:

- *Resize* (uključiti): 1280x720 (ili drugačije, ovisno o zadatku),
- *Frame Rate* (uključiti): 30 (ili drugačije, ovisno o zadatku).

Tab *Time*:

- *Start Position*: 2 s (0 : 00 : 02 : 000),
- *End Position*: 14 s.

Nakon podešavanja svih parametara kliknite na *Start* i pričekajte dok se konverzija ne završi. Dobivenu datoteku nazovite `Utrke_5000Kbps_720p_30fps.mp4`. Kreirajte tako datoteke navedene u tablici te popunite prazna polja.

Video	bpp	MOS
`Utrke_5000Kbps_720p_30fps.mp4`		
`Utrke_2000Kbps_720p_30fps.mp4`		
`Utrke_1000Kbps_720p_30fps.mp4`		
`Utrke_512Kbps_720p_30fps.mp4`		
`Utrke_5000Kbps_720p_15fps.mp4`		
`Utrke_5000Kbps_720p_10fps.mp4`		
`Utrke_1000Kbps_480p_25fps.mp4`		
`Utrke_512Kbps_288p_25fps.mp4*`		

*288p = CIF (352x288).

Ponovite cijeli proces za video *Tulipani.avi* te popunite sljedeću tablicu. *Start position* postavite na 0 s, a *End position* na 10 s.

Video	bpp	MOS
Tulipani_5000Kbps_720p_30fps.mp4		
Tulipani_2000Kbps_720p_30fps.mp4		
Tulipani_1000Kbps_720p_30fps.mp4		
Tulipani_512Kbps_720p_30fps.mp4		
Tulipani_5000Kbps_720p_15fps.mp4		
Tulipani_5000Kbps_720p_10fps.mp4		
Tulipani_1000Kbps_480p_25fps.mp4		
Tulipani_512Kbps_288p_25fps.mp4		

Usporedite dobivene vrijednosti za dane video datoteke. Kako dinamičnost scene utječe na kompresiju i kvalitetu videa? Objasnite.

Ustanovite kako se mijenja vrijednost *bpp* kod videa zadovoljavajuće kvalitete (npr., MOS ≥ 3) ako se povećava rezolucija i, sukladno tome, *bit rate*, ali samo koliko je potrebno da kvaliteta ostane sačuvana.

Ustanovite koliko treba povećati *bit rate* slike ako se povećava rezolucija tako da kvaliteta ostane sačuvana.

3.3 Analiza video zapisa u formatu MPEG

MPEG (*Moving Picture Experts Group*) je jedan od najpopularnijih formata za pohranu video zapisa, a obuhvaća nekoliko verzija standarda (MPEG-1, -2, -3 i -4). Format MPEG se, kao i većina drugih formata za pohranu video zapisa, zasniva na kombinaciji transformacijskog i diferencijalnog kodiranja, odnosno sažimanju podataka uklanjanjem prostorne i vremenske redundancije. Kako bi se povećala učinkovitost kompresije podataka, format koristi različito kodirane okvire (okviri I, P i B). Svaki I okvir je pojedinačno kodiran, odnosno neovisan je o okvirima "prije"/"poslije". P okvir je predikcijski kodiran, relativno u odnosu na "prethodni" I ili P okvir, što znači da se bez njih ne može dekodirati (i prikazati). B okvir je pak dvosmjerno predikcijski kodiran, što znači da ovisi o "prethodnom" i "sljedećem" I ili P okviru. Korištenjem alata *InfoMPEG*, upoznat ćete se s osnovama formata MPEG.

Zadatak 4. Alatom *InfoMPEG* napravite analizu datoteke *b_runner.mpg*. Alat podržava četiri različita načina rada:

(1) Iz datoteke se odrede rezolucija videa i vrste okvira prisutnih u zapisu:

```
prompt> info_mpeg.exe -1 ..\b_runner.mpg
```

(2) Iz datoteke se odrede redoslijed i broj okvira prisutnih u video zapisu:

```
prompt> info_mpeg.exe -2 ..\b_runner.mpg
```

(3) Iz datoteke se, uz informacije iz prethodnog primjera, odrede i prosječna veličina I, P i B okvira, kao i ukupna prosječna veličina okvira:

```
prompt> info_mpeg.exe -3 ..\b_runner.mpg
```

(4) Alat ispisuje na zaslon ili pohranjuje u tekstualnu datoteku veličinu svakog pojedinog okvira:

```
prompt> info_mpeg.exe -4 ..\b_runner.mpg > mojaDatoteka
```

Podaci iz spremljene datoteke mogu se prikazati grafički, pokretanjem pomoćne aplikacije *prikaz*. Navedena aplikacije zahtijeva da se unesu redni broj početnog te redni broj krajnjeg okvira za koje se želi grafički prikazati njihova veličina:

```
prompt> prikaz.exe mojaDatoteka
Donja granica >>0
Gornja granca >>250
```

***Napomena**: Ako prikaz ne radi (64-bitna računala), učitajte ga sa stranice predmeta.*

a) Pretpostavite da je zadan sljedeći redoslijed okvira u video zapisu: I B B P B B P B B P. Kojim je redoslijedom potrebno slati okvire dekoderu, kako bi se video mogao nesmetano prikazivati? Obrazložite.

b) Koliko iznosi broj okvira po sekundi za ovaj video zapis, a koliko brzina (engl. *bitrate*)? Usporedite okvire I, P i B prema (prosječnoj) veličini.

c) Na grafu unutar intervala (80, 135) vidljive su nagle promjene u veličini okvira - procijenite o kojoj se vrsti (ili vrstama) okvira radi. Obrazložite.

d) Što bi se dogodilo s veličinom datoteke kada bi se povećala rezolucija okvira?

4 Prostorno i vremensko usklađivanje višemedijskog sadržaja upotrebom formata SMIL (*opcionalno – rad kod kuće*)

4.1 Uvod u format SMIL

SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*) je format za objedinjavanje i sinkronizaciju skupa neovisnih medijskih elemenata (tekst, zvuk, nepomična slika, video...) u zajedničku višemedijsku prezentaciju. Slikovito ga se može opisati kao deklarativan jezik, sličan HTML-u (*HyperText Markup Language*), koji se sastoji od niza oznaka (engl. *tags*) i parova atribut-vrijednost, a služi za izradu jednostavnih audio-vizualnih prezentacija. Primjer kostura prezentacije u formatu SMIL dan je na sljedećoj slici (**slika 4**):

```
<smil>
 <head>
  <layout>
   <!-- oznake za definiranje prostornog rasporeda --
>
   <!-- medijskih elemenata u prezentaciji -->
  </layout>
 </head>
```

```
 <body>
  <!-- oznake za definiranje vremenskog rasporeda -->
  <!-- višemedijske prezentacije i izvora -->
  <!-- medijskog sadržaja -->
 </body>
</smil>
```

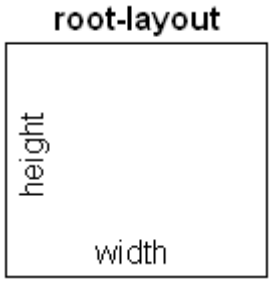
Slika 7. Kostur prezentacije u formatu SMIL

Svaki SMIL dokument započinje i završava oznakama `<smil>`, odnosno `</smil>`. Dokument najčešće sadrži i zaglavlje, određeno oznakama `<head>` i `</head>`, i tijelo, određeno oznakama `<body>` i `</body>`. Zaglavlje i tijelo dokumenta moraju se nalaziti unutar oznaka `<smil>` i `</smil>`. Dok je zaglavlje izborno te ne mora biti sadržano u definiciji višemedijske prezentacije, tijelo je s druge strane obavezan dio SMIL dokumenta. Za svaku prezentaciju potrebno je definirati prostorni i vremenski raspored medijskih elemenata. Prostorni raspored određuje "položaje" elemenata u "prozoru" prezentacije, a vremenski raspored trenutke njihovog "pojavljivanja" u prezentaciji i trajanja "prikazivanja". U sljedećim potpoglavljima bit će dan uvod u format SMIL s ciljem izrade jednostavne višemedijske prezentacije.

4.1.1 Prostorni raspored višemedijske prezentacije

Svi parametri koji određuju prostorni raspored medijskih elemenata u SMIL prezentaciji (uključujući i postavke prozora u kojem se ona iscrtava), obuhvaćeni su oznakama `<layout>` i `</layout>`. Oni se nalaze u zaglavlju dokumenta, kao što je to i prikazano na prethodnoj slici (**slika 4**). Parametri prezentacijskog "prozora" definiraju se na sljedeći način (**slika 5**):

```
...
 <head>
  <layout>
   <root-layout width="640" height="480"
    background-color="white" />
  </layout>
 </head>
...
```



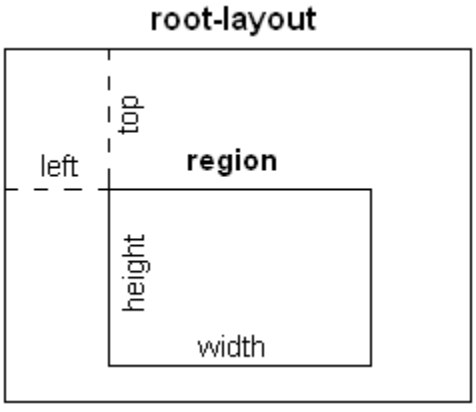
Slika 8. Definiranje parametara prezentacijskog prozora

U ovom primjeru riječ je o prozoru veličine 640 * 480 piksela, koji ima bijelu pozadinu. Položaj, na kojemu će se medijski element prikazati u prozoru prezentacije, se zadaje kao apsolutna udaljenost (u pikselima) od gornjeg lijevog kuta prozora. Pretpostavimo da želimo prikazati nepomičnu sliku *star_trek_32x32.jpg* (veličine 32 * 32 piksela) 80 piksela od lijeve i

60 piksela od gornje granice prozora. Dodavanje slike u prezentaciju vrši se u dva koraka.

Prvi korak je određivanje položaja "podloge" (*region*), na kojoj će se slika iscrtati, i veličine te podloge, što se postiže korištenjem oznake `<region>` (**slika 6**):

```
...
 <layout>
  <root-layout width="640" height="480"
   background-color="white" />
  <region id="star_trek_icon" left="80" top="60"
   width="32" height="32" />
 </layout>
...
```



Slika 9. Definiranje prostornog položaja slike iz primjera

Za tu se oznaku definira i atribut *id*, proizvoljan naziv koji jedinstveno predstavlja podlogu slike u skupu svih definiranih podloga za određenu prezentaciju.

U drugom koraku se mora omogućiti prikazivanje slike na definiranoj podlozi *star_trek_icon*. To se postiže korištenjem oznake `<img>` u tijelu dokumenta (**slika 7**). Za nju se navode atribut *src*, naziv datoteke iz koje se slika učitava tijekom prezentacije, i atribut *region*, koji "referencira" podlogu slike (odnosno oznaku `<region>` iz zaglavlja dokumenta).

```
...
 </layout>
</head>
<body>
 <img src="star_trek_32x32.jpg" region="star_trek_icon" />
</body>
...
```

Slika 10. "Postavljanje" slike iz primjera na definirani položaj (podlogu)

Iz gornjeg je primjera vidljivo na koji se način, u oznaci `<body>`, referenciraju izvori višemedijskog sadržaja za SMIL prezentaciju. Iako je u ovom primjeru atributu *src* pridjeljen samo naziv datoteke, općenito se medijski elementi referenciraju korištenjem URI-a.

Drugi način zadavanja položaja nekog medijskog elementa jest izražavanje njegove udaljenosti od gornjeg lijevog kuta prozora pomoću relativnog iznosa veličine prozora. Primjerice, ako nepomičnu sliku želimo prikazati na položaju čija udaljenost od lijeve granice prozora odgovara iznosu 30 % širine prozora, a udaljenost od gornje granice odgovara iznosu 20 % visine prozora, onda se atributima *left* i *top* iz oznake `<region>` vrijednosti dodjeljuju na sljedeći način: **`left`**`="30%"` **`top`**`="20%"`. Ukoliko se dogodi slučaj, u kojem se više

različitih podloga preklapa po položaju (djelomično ili potpuno), onda će ona, koja je zadnja iscrtana, biti vidljiva u cjelosti.

4.1.2 Vremenski raspored višemedijske prezentacije

Jednako bitna komponenta prezentacije jest vremenski raspored medijskih elemenata. Format SMIL omogućava paralelno ili slijedno prikazivanje medijskih elemenata. Primjerice, ukoliko sliku *star_trek_32x32.jpg* želimo prikazivati samo tijekom 6 sekundi od početka izvođenja prezentacije, u oznaku `<img>` dodaje se atribut trajanja *dur* (**slika 8**):

```
...
<body>
 <img src="star_trek_32x32.jpg" region="star_trek_icon" dur="6s" />
</body>
...
```

Slika 11. Zadavanje trajanja za prikaz slike iz primjera

Ako ne želimo da se slika prikaže na samom početku prezentacije, već, npr., 2 sekunde nakon njezina početka, u oznaku `<img>` potrebno je dodati atribut *begin*:

```
<img src="star_trek_32x32.jpg" ... dur="6s" begin="2s" />.
```

Pretpostavimo scenarij u kojem želimo da slika *star_trek_32x32.jpg* bude vidljiva kroz 6 sekundi od početka prezentacije, a da se, nadalje, nakon pauze od 1 sekunde (dakle u sedmoj sekundi), pojavi slika *star_trek_24x24.jpg* koja će biti vidljiva kroz 4 sekunde. Nakon definiranja podloga za te slike, korištenjem oznake `<seq>` u tijelu dokumenta definiramo redoslijed prikazivanja navedenih medijskih elemenata. Slike iz primjera prikazuju se slijedno jedna iza druge, onim redoslijedom kojim su i navedene unutar oznake `<seq>` (**slika 9**):

```
...
<body>
 <seq>
  <img src="star_trek_32x32.jpg" region="star_trek_icon_1" dur="6s" />
  <img src="star_trek_24x24.jpg" region="star_trek_icon_2" dur="4s"
begin="1s" />
 </seq>
</body>
...
```

Slika 12. Slijedno prikazivanje slika iz primjera

Ukoliko želimo da slike budu vidljive istovremeno, onda se koristiti oznaka `<par>` (**slika 10**):

```
...
<body>
 <par>
  <img src="star_trek_32x32.jpg" region="star_trek_icon_1" dur="6s" />
   <img src="star_trek_24x24.jpg" region="star_trek_icon_2" dur="6s" />
 </par>
</body>
...
```

Slika 13. Istovremeno prikazivanje slika iz primjera

Definiranjem atributa *begin* s vrijednošću 1 sekunda u drugoj oznaci `<img>` mogli bi, u primjeru na slici 10, uzrokovati prikazivanje slike *star_trek_24x24.jpg* jednu sekundu nakon početka izvođenja prezentacije.

4.1.3 Pregled oznaka

U ovom je potpoglavlju dan kratak pregled najvažnijih oznaka iz standarda SMIL. Neke od atributa pojedinih oznaka neće biti potrebno koristiti u izradi prezentacije, pa ih ovdje nećemo niti navoditi.

<smil>

<smil> i </smil> označavaju početak i kraj svakog SMIL dokumenta. Mogu "sadržavati" oznake <head> i <body> (s time da svaki SMIL dokument mora sadržavati oznaku <body>).

<head>

Oznake <head> i </head> mogu "sadržavati" oznaku <layout> i još neke dodatne oznake. U njima su navedene sve informacije koje nisu vezane uz vremenski raspored prezentacije.

<layout>

Oznaka <layout> određuje na koji se način medijski elementi iz tijela dokumenta prikazuju u prozoru prezentacije. Može "sadržavati" samo jednu oznaku <root-layout> te jednu ili više oznaka <region>. Ako se koristi, mora se nalaziti unutar oznake <head>.

<root-layout>

Oznaka <root-layout>, između ostalog, određuje veličinu prozora za prikaz prezentacije i boju njegove pozadine. Može se pojaviti samo jedanput u dokumentu, i to unutar oznake <layout>.

```
<root-layout width="integer"
             height="integer"
             background-color="string" />
```

<region>

Oznaka <region> definira položaj i veličinu podloge medijskog elementa u prozoru prezentacije. Može se nalaziti samo unutar oznake <layout>.

```
<region id="identifier"
        left="integer"
        top="integer"
        width="integer"
        height="integer" />
```

<body>

Oznaka <body> "sadrži" oznake koje određuju vremenski raspored prezentacije (<seq>, <par>) i referenciraju izvore višemedijskog sadržaja (<img>, <text>, <audio>, <video>, itd.). Ukoliko u njoj nije eksplicitno zadan vremenski raspored, podrazumijeva se slijedno prikazivanje medijskih elemenata.

<seq>

Oznaka <seq> nameće slijedni prikaz medijskih elemenata čije reference sadrži. Može sadržavati oznake <img>, <text>, <audio>, itd., ali i dodatne oznake <seq> i <par>.

```
<seq begin="clock-value"
     end="clock-value"
     dur="clock-value" />
```

<par>

Oznaka <par> nameće istovremeni prikaz medijskih elemenata čije reference sadrži. Može sadržavati oznake <img>, <text>, <audio>, itd., ali i dodatne oznake <seq> i <par>.

```
<par begin="clock-value"
     end="clock-value"
     dur="clock-value" />
```

<img>, <text>

Navedene oznake omogućavaju prikazivanje nepomične slike ili tekstualnog zapisa na definiranom položaju.

```
<img src="URL"
     region="identifier"
     begin="clock-value"
     end="clock-value"
     dur="clock-value" />
```

<audio>, <video>

Navedene oznake omogućavaju pojavljivanje zvučnih ili video zapisa tijekom izvođenja prezentacije.

```
<video src="URL"
       region="identifier"
       begin="clock-value"
       end="clock-value"
       dur="clock-value"
       clip-begin="clock-value"
       clip-end="clock-value" />
```

4.2 Zadatak 6

Vaš je zadatak napraviti vlastitu višemedijsku prezentaciju. Prije izrade prezentacije, preporuča se pročitati uvodna potpoglavlja, jer ona, kroz primjere, uvode osnove formata SMIL. Zadatak se sastoji od dva koraka: 1) izrada scenarija prezentacije i 2) izrada same prezentacije.

4.2.1 Izrada scenarija prezentacije

Prvi korak, dakle, obuhvaća izradu scenarija prezentacije, odnosno njezinog opisa. S obzirom da je moguće osmisliti proizvoljan scenarij, potrebno je isti ukratko opisati riječima i predočiti vremenskim dijagramom prikazivanja medijskih elemenata (kao što je to bilo učinjeno i na predavanju). Taj se opis, kao i spomenuti dijagram, preporuča uvrstiti u "izvještaj". Neke od mogućih ideja za prezentaciju uključuju izradu filmskog *trailer*-a ili karaoka. Zahtjevi koji se postavljaju pred scenarij prezentacije su sljedeći: prezentacija mora sadržavati tekstualan

zapis te barem tri nepomične slike i dva zvučna zapisa.

4.2.2 Izrada prezentacije

Drugi korak obuhvaća izradu SMIL prezentacije korištenjem jednog od uređivača teksta (npr., *Notepad*). Bitno je da se tako dobivena tekstualna datoteka pohrani isključivo s nastavkom *.smil* (prilikom pohrane datoteke, odaberite opciju *Save As...*, te za naziv datoteke upišite *<naziv_datoteke>.smil*). Sama prezentacija se pokreće učitavanjem datoteke u aplikaciju *Ambulant*.