

1, 2, 3, кодирај! – Активности циклуса 4 – Пројект (Практично интердисциплинарно подучавање) « Синтисајзер », Час 3: Снимање звука

Доминантна дисциплина	Физика
Резиме	Враћајући се на функционисање диктафона и регистратора звука, ученици анализирају методе које се користе у креацији музичких фајлова WAV или MP3.
Појмови	<p>Информација</p> <ul style="list-style-type: none"> • Аналогни сигнал је континуални скуп информација (на пример: звучни талас). • Дигитални сигнал је дискретни скуп информација (дисконтинуални скуп). • Код трансформације аналогног у дигитални сигнал потребно је претходно дискретизовати информације односно дигитализовати. • Спектрограмом неког звука је представљен начин комбиновања различитих фреквенција током времена. • Формат WAV дигитализује форму таласа емитованог звука. • Формат MP3 је компримован формат, који дигитализује спектрограм емитованог звука.
Материјал	<p>По групи (4 различите групе: А, В, С и D)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Слика А Радног листа-Д02 у толико примерака колико има ученика у групи А; исто толико слика за групе В, С и D. • Радни лист-Д03 одштампан или фотокопиран на папиру уз коришћењем 4 мреже. Предвидети више мрежа него што има ученика. • Компјутер са Audacity програмом.

Полазна ситуација

Наставник физике подсећа ма компаративну табелу коју су ученици разматрали на Часу 1. Посебно истиче разлику метода регистрације код доиктафона и синтисајзера (или « регистратора »). Пита ученике да ли се сећају својих одговора. Ученици ће на Часу 4 моћи прецизно да дефинишу метод регистрације који функционише као код програма MIDI. Пита их да ли познају формате регистрације који би могли да одговарају диктафону. Ученици наводе више формата који би могли да се класификују у две категорије (иако их они још не знају):

Формати кој инису компресиони	Компресиони формати
WAV, RAW, BWF, AIFF, CAF, PCM, CDA, OGG...	MP3, FLAC, AC3, Ogg Vorbis, WMA, AU, ASF, AAC...

Подвучене формате ћемо разматрати у наставку.

Експериментисање: како функционише формат WAV ? (по гурпама)

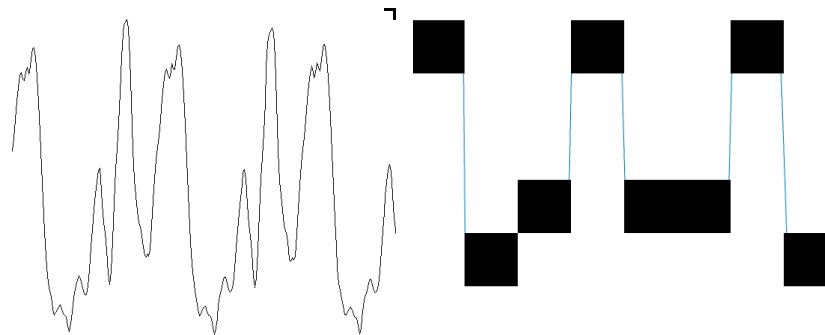
Наставник пита ученике: како би регистровали облик таласа неког сигнала? Ученици представљају формат WAV, који се налази у оквиру програма Audacity, зумирајући врло јако временску осу тако да могу да јасно виде да је облик таласа дискретизован у малим « корацима ». Наставник може сад да их пита како су дигитализовали ове слике, а ученици одмах помисле на пикселе.

Предлаже ученицима да, у циљу разумевања функционисања формата WAV, реализују активност без компјутера. Та активност ће се састојати у « пикселизацији » дела звучног таласа (та активност је позната и као « узорковање », или « дискретизација »). Одељење се дели на четири групе, а свака ће дискретизовати један од четири сигнала (А-звучна виљушка, В-гитара, С-виолончело или D-кларинет) са [Радног листа-Д02](#). Сваки ученик добија:

- примерак слике звука по групи;
- мрежу 1 са [Радног листа-Д03](#), одпринтану на паус папиру;
- селотејп.

Ученици постављају слику талас на мрежу и поравнавају с реперима « L », причвршћују са селотејпом, а затим зацрне коцкице (уз услов да се постави само један пиксел по колони) кроз које пролази линија слике.

Ученици по заврштку означавају слику сигнала одговарајућим словом (А, В, С или D). Свака група даје наставнику једну до две слике пикселизоване са 64 « пиксела ». Наставник поставља на таблу добијене слике у 4 колоне (« Сигнал А », « Сигнал В », итд.) остављајући места за постављање 4 линије (које ће бити означене са « мрежа 1 », « мрежа 2 », « мрежа 3 » и « мрежа 4 »). Врло је тешко препознати сигнале пикселизоване с мрежом 1, јер су узорци врло велики, као што и приказује доња слика. Наставник бира узорковање сваке групе и оловком трасира облик таласа:



Форме « реалног » таласа сигнала C (виолончело) (лево) и « дискретизованог » (или пикселизованог, десно).

Научна напомена:

Напомињемо да се под узорковањем подразумева временска дискретизација, под пикселизацијом просторна дискретизација, а под квантификацијом дискретизација интензитета. Овде се под дискретизацијом подразумева узорковање (време: апсцисна оса) и квантификација (интензитет: ординанта оса). Ученицима нису потребни ови детаљи.

Наставник затим пита да ли, и поред врло « грубог » узорковања, неке карактеристике таласа ипак могу бити мерљиве. Периодичност сигнала омогућује да се открије фреквенција регистрованог звука, али се истовремено потпуно губи боја инструмента. Поставља и питање да ли је, у овом случају, могуће говорити о пикселизацији пошто на апсциси имамо временску координату а на ординати информацију о амплитуди. Очигледно је да то није могуће! Зато наставник сад уводи специфичну терминологију према којој ће термини *фреквенција узорковања* одговарати временској пикселизацији (њена јединица је Hz), а *резолюција* за опис квантификације амплитуда (њена јединица је бит).

« Како да побољшамо ову дигитализацију па да се препознаје њен садржај? » Предлози ученика се свде било на побољшање резолуције (користити више битова за опис амплитуде), било на повећање фреквенције узорковања (прецизнији мањи временски интервал) ... или и једно и друго. Наставник напомиње да ученици, у оквиру овог експеримента, имају техничке могућности да региструју четири пута више информација потребних за опис њихових узорака. Које решење ће одабрати ученици ?

- ако одлуче да повећају резолуцију за фактор 4 потребна им је мрежа 2 са [Радног листа-Д03](#)
- ако одлуче да повећају фреквенцију узорковања за фактор 4 потребна им је мрежа 3
- ако одлуче да повећају истовремено и резолуцију и фреквенцију узорковања за фактор 2 потребна им је мрежа 4

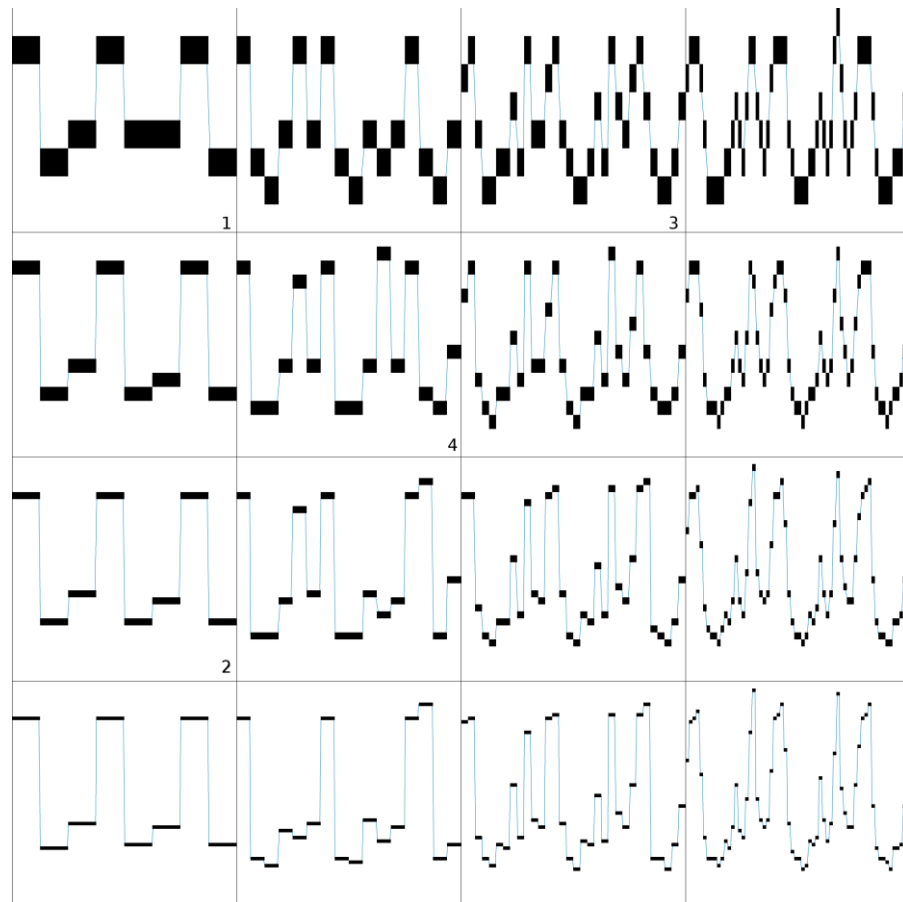
Ученици ће остварити уштеду у времену при заједничком представљању, ако после реализоване дигитализације оловком ручно репродукују форму таласа.

Педагошке напомене

- Ученици праве дистрибуцију нових мрежа тако да узорак мора бити тестиран најмање једном за свако решење.
- Предвидети понављање упутства « елемент мреже кроз који пролази линија таласа потпуно обојити » и « обојити само један пиксел по колони » велики број пута.
- У циклусу 3, пројекта "1, 2, 3... кодирај!" предложено је више часова за бинарно кодирање и пикселизацију (http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/?Page_Id=1208) који су били примењени на тестове и слике, али концепти су исти као за звук)

Наставник узима по неколико примерака дигитализације сваког узорка и поставља их у табелу коју је направио на табли. Шта одељење може да закључи?

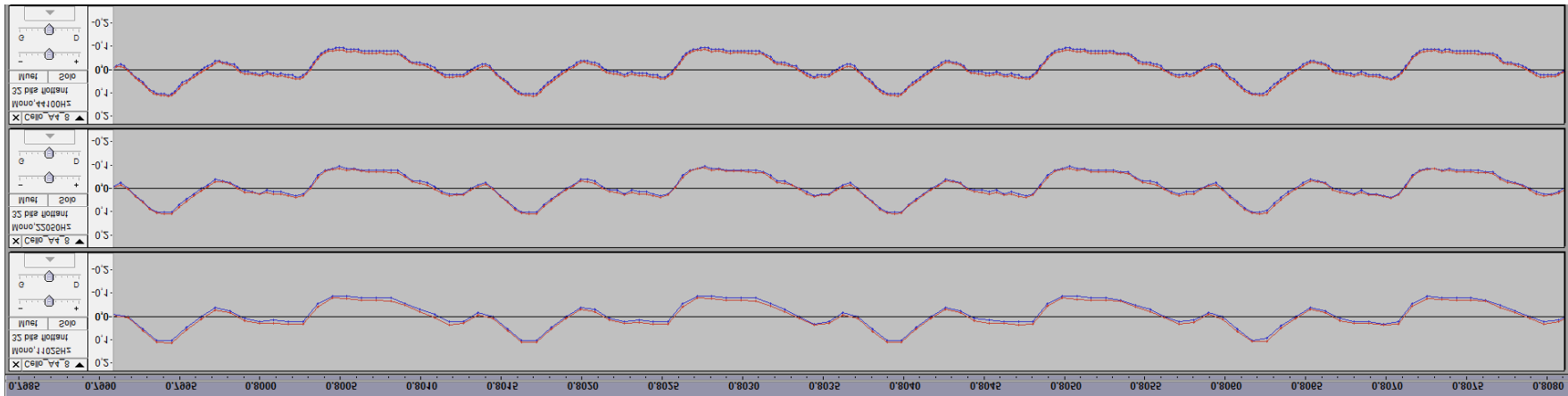
Ученици одмах уочавају да је повећање фреквенције узорковања знатно ефикасније него повећање резолуције. Она омогућује да се уочи асиметрија једноставних сигнала (звучна виљушка у односу на гитару) или опазе детаљи комплексних сигнала (двоструки пикови код вилончела)



Примери узорковања сигнала C : фреквенција узорковања се повећава за фактор 2, од једне до друге колоне ; резолуција се повећава за фактор 2 од једног до другог реда.
Врста мреже је означена бројем (није потребно користити сваку).

Посматрање: различити формати WAV (по паровима)

Одељење, коришћењем Audacity програма, пореди фајлове које има на располагању, тј., различите снимке виолончела на La3, с различитом фреквенцијом узорковања. Зумирајући скалу на стоит део секунде могуће је уочавање суптилинх разлика, јер амплитуде могу да варирају минимално али видљиво. Спектрограм се знатно мења у функцији фреквенције узорковања (али врло мало, према програмју Audacity, у функцији резолуције). Ученици могу да верификују величину ових фајлова, јер када се код једног од два узорковања удвостручи прецизност удвостручава се и величина фајла. Могу и да слушањем уоче евентуалну разлику, тј. да ли смањење величине прати и смањење квалитета?



Поређење форме таласа виолончела са La3, између резолуције од 8 бита (плаво) и 16 бита (црвено), за фреквенције узорковања 12kHz (горе), 24kHz (средина), 48kHz (доле).

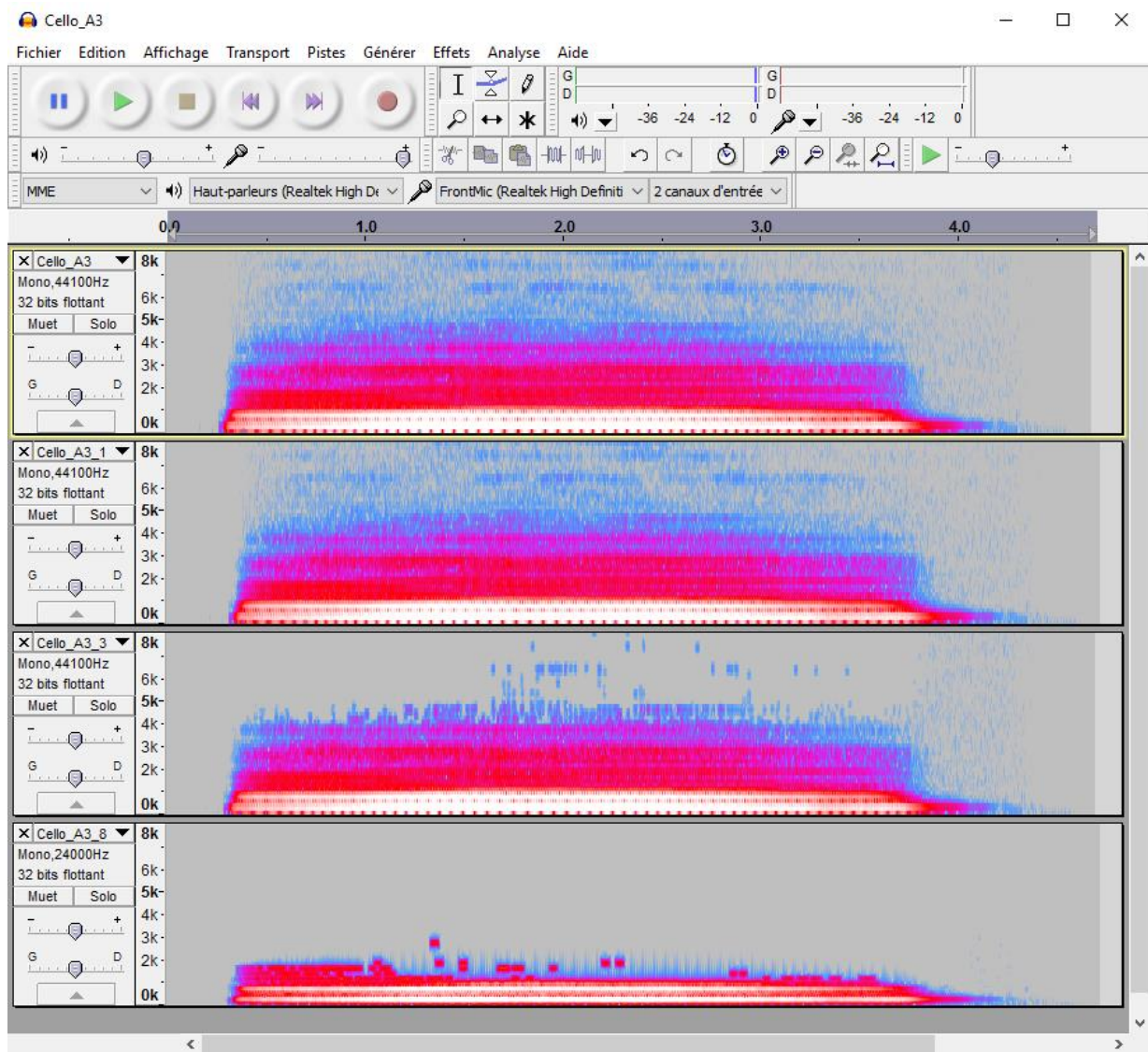
Ученици констатују да су сви формати WAV доброг квалитета.

Посматрање: различити формати MP3 (по паровима)

Наставник сад пита ученике како би могли да минимализују величину фајла а да истовремену буду у могућности да разликују звучни сигнал звучне виљушке од вештачког синусоидног сигнала истих фреквенција. Ученици се присећају да је облик талса ова два сигнала био врло сличан. Најпогоднији начин њиховог разликовања је могуће реализовати поређењем одговарајућих спектрограма.

Ученици могу да предложе, уместо дигитализације форме талса, прављење спектрограма сигнала.

Дакле, тестирају, дигитализацијом звучног узорка коришћењем програма Audacity, коришћењем различитих параметара компресије MP3 : у менију Fichier > Exporter (Ctrl+Shift+E), избором типа « Fichiers MP3 », могуће је добити Options > Qualité. Ученици могу да користе фреквенцију по дифолту (128kbps) или знантно нижу фреквенцију, до 8kbps.



Поређење спектрограма вилочела са La3 ;
 формати одзго на доле: WAV, MP3 128kpbs, MP3 32kpbs, MP3 8kpbs

Поновним отварањем фјалова програмом Audacity, уочава се еволуција фроне таласа и спектрограма у функцији изабраног квалитета. Спектрограм се очигледно деградира испод 32kbps, јер се за добијање места у меморији жртвује високе а често и најниже фреквенције. Осим тога, супротно до формата WAV, формат MP3 додаје и додатну компресију једноставног сигнала са циљем да се добиј још места у меморији, а то све утиче на квалитет емитивног сигнала.

Научна напомена:

Фуријеов трансформ је основа бројних дигиталних апликација. На пример, апликација Shazam, којом се идентификује неко музичко дело помоћу неког одломка, се не остварује директним поређењем дела са базом података, него његовом спектралном ознаком. У вези ове теме види: <https://questions2physique.wordpress.com/2011/02/05/application-shazam/>

Закључци у писаној форми

Одељење изводи заједнички закључак који ученици пишу у свеску пројекта:

- *Аналогни сигнал (пример: звучни талас) је континуална скуп информација.*
- *Дигитални сигнал је дисконтинуални (дискретни) скуп информација.*
- *Информације је потребно дигитализовати да би се трансформисао аналогни у дигитални сигнал.*
- *Формат WAV дигитализује форму таласа звука који се емитује.*
- *Формат MP3 је компресиони формат који дигитализује спектрограм звука који се емитује.*

Продубљивање: биологија

Ученици могу да изучавају осетљивост људског уха (спектрална ширина, способност дискриминације...) и да упореде са слухом код животиња. Ово може да помогне ученицима у погледу « здравствене хигијене » при слушању музике аудио слушалицама ...

Продубљивање: музика и право

Ученици могу да изучавају литературу у вези ауторских права за мултимедијалне садржаје на вебу.