

Дәріс 3. Дыбыстық файлдар

Мақсаты: дыбыс, дыбыс файлдардың форматтары аналогтық сигнал туралы білімді қалыптастыру

Жоспары:

- 1 Дыбыс толқыны– аналогтық сигнал
- 2 Аналогтық сигналды цифрлау
- 3 Дискретизация
- 4 Кванттау
- 5 Дыбыстық файл форматтары

1 Дыбыс толқыны– аналогтық сигнал

Дыбыс, күнделікті өмірде кездесетін көптеген басқа физикалық құбылыстар сияқты, толқындық сипатқа ие. Дыбыс толқындары кез-келген сығылатын ортада таралуы мүмкін - газдарда, сұйықтықтарда немесе қатты денелерде. Іс жүзінде көбінесе атмосферада таралатын дыбыстық толқындармен кездесеміз. Дыбыс толқыны шекті жылдамдықпен таралады. Дыбыс толқыны ауаның элементар көлемінен өткен сәтте барлық бөлшектер белгілі бір тепе-теңдік позициясы бойынша бойлық тербелістер жасай бастайды. Дыбыстың таралу сызығында жатқан ауа бөлшектері кезек-кезек қозғалады, өйткені толқын таралады. Әрбір қарапайым көлемде ауа бөлшектерімен қатар, дыбыс қысымы деп аталатын артық қысымның ауытқуы пайда болады, нәтижесінде қысым дыбыс болмаған кездегі бастапқы қысымнан мезгіл-мезгіл не жоғарылайды немесе төмен болады. Дыбыс қысымының шамасы атмосферамен салыстырғанда шамалы және бөлшектердің тербеліс жылдамдығына және атмосфераның қасиеттеріне байланысты. Сонымен, дыбыстық толқын дегеніміз - бұл атмосферадағы қысу-сирек кездесетін көлемдік деформациялардың таралу процесі. Дыбыс толқынының маңызды параметрлерінің бірі - оның жиілігі - тербеліс периодының кері байланысы.

Дыбыстың жиілігі әдетте герц (Гц) немесе килогерцпен ($1 \text{ кГц} = 1000 \text{ Гц}$) өлшенеді. Мысалы, егер дыбыс жиілігі $19\ 20 \text{ Гц}$ болса, бұл 1 секунд ішінде 20 толық діріл болатындығын білдіреді. Толқын ұзындығы тербеліс жиілігімен - толқынның бір тербеліс кезеңінде жүретін қашықтығымен (толқын ұзындығы = дыбыс жылдамдығы/ период) ажырамастай байланысты. Жиіліктің өсуімен толқын ұзындығы азаятыны анық: тербеліс периоды неғұрлым аз болса, толқын соғұрлым аз қашықтыққа өтеді. Көптеген жылдар бойы жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, біздің есту қабілетіміздің сезімталдығы дыбыстың жиілігіне айтарлықтай тәуелді. Адам ести алатын дыбыстардың жиілік диапазоны айтарлықтай үлкен. Естілетін дыбыстар жиілігінің төменгі шегі $16\text{--}20 \text{ Гц}$, жоғарғы шегі $18\text{--}20 \text{ кГц}$ деп саналады.

Адам қабылдаған жиілік диапазонынан төмен орналасқан жиіліктері бар толқындарды инфрадыбыстық, ал жоғарыда жатқандарды ультрадыбыстық деп атайды. Адам құлағы инфрадыбыстарды да, ультрадыбыстарды да қабылдамайды. [1] Дыбыстық толқынының ең қарапайым формасы, мысалы, белгілі бір жиіліктегі таза дыбыстық тон. Алайда, ауада таралатын дыбыстық толқындар, әдетте, күрделі бөлшектерге ие, әсіресе ауа бөлшектеріне бірнеше толқын әсер етсе, олар әр түрлі бағытта таралады. Бұл жағдайда интерференция құбылысы байқалады - толқындардың қосылуы. Жиілігі мен амплитудасы әртүрлі толқындарды қосқанда, егер бұл толқындар синусоидалы болса да, пайда болған толқын күрделі бола алады.

Аналогтық сигналды цифрлау

Қазіргі уақытта дыбыс туралы ақпаратты жазу және беру үшін екі принципті әр түрлі әдіс қолданылады: аналогтық және сандық. Бірінші жағдайда дыбыстық қысымның өзгеруі басқа физикалық шаманың пропорционалды өзгеруіне сәйкес келеді, мысалы, электр кернеуі. Бұл жағдайда электрлік кернеудің өзгеруі дыбыс туралы ақпараттың жаңа «тасымалдаушысы» болып табылады. Аудио ақпаратты сақтаудың бұл әдісі аналогтық болып табылады, және ол жақын арада ғана дыбыстық жазу мен таратуда жалғыз болып келді. Аналогтық электроникада кернеудің өзгеруі дыбыс қысымының өзгеруіне дәл сәйкес келуі маңызды. Еске сала кетейік, дыбыс толқынының амплитудасы дыбыстың жоғарылығын анықтайды, ал оның жиілігі дыбыс тонусының биіктігін анықтайды, сондықтан дыбыстық ақпаратты сенімді сақтау үшін электр кернеуінің амплитудасы дыбыс тербелісінің амплитудасына пропорционал болуы керек. Кернеу жиілігі, өз кезегінде, дыбыстық тербеліс жиілігіне сәйкес келуі керек. Осылайша, электр сигналының формасы дыбыс дірілі формасының толық көшірмесі екенін және дыбыс туралы толық дерлік ақпаратты алып жүретінін байқау қиын емес. Дыбыстық тербелістерді әдеттегі микрофонның көмегімен электр кернеуінің діріліне айналдыра алуға болады.

Дыбыс туралы ақпарат алудың екінші тәсілі дыбыс толқынындағы қысымды өлшеуді қамтиды. Нәтижесіндегі сандар тізбегі - сандық сигнал - бұл 20 бастапқы дыбыстық тербелістердің жаңа өрнегі. Әрине, сигнал пішінін дұрыс беру үшін бұл өлшемдерді дыбыстық сигналдың ең жоғары жиілікті компоненті кезеңінде кем дегенде бірнеше рет жүргізу керек. Дыбысты жазудың (таратудың) цифрлық жүйесі жалпы түрінде цифрлық микрофоннан (дыбыстық қысым өлшеуіштен), цифрлық магнитофоннан немесе таратқыштан (сандардың үлкен массивін жазу немесе беру үшін) және цифрлық динамиктен (дыбыс қысымын өзгерту үшін сандар тізбегін түрлендіргіштен) тұрады. Дыбысты жазуға (беруге) арналған нақты цифрлық жүйелерде аналогтық электр-акустикалық түрлендіргіштер қолданылады - микрофондар мен дауыс зорайтқыштар (динамиктер), ал аудио жиіліктегі электрлік сигналдар цифрлық өңдеуден өтеді. [1] Жалпы, цифрлық сигналдар логикалық элементтердің көмегімен электр тізбегіндегі әртүрлі тізбектерді қосатын және өшіретін тікбұрышты импульстар болып табылады. Сигналдың формасы мен кернеуінде жұмыс істейтін аналогтық электроникадан

айырмашылығы, цифрлық электроника екілік сигналдарды қолданады: «0» және «1» сәйкес келетін кернеу деңгейінің сигналдары. Әдетте цифрлық сигналдың импульстік амплитудасына (кернеу деңгейіне) қатаң талаптар қойылмайды, егер кернеу «0» және «1» деңгейлерін сенімді түрде жабатын болса, олар әдетте 0-ден +5В диапазонында болады. Мысалы, «1»-ге сәйкес келетін сигнал деңгейі 2,4-тен 5,2В-қа дейінгі кернеу ретінде, ал «0» деңгейі үшін 0-ден 0,8 В-қа дейінгі кернеу ретінде қабылдануы мүмкін. Екілік сигналдарды санау үшін екілік санау жүйесін қолдану ыңғайлы, ол тек екі цифрмен жұмыс істейді: 0 және 1. Кез келген санау жүйесінде, екілік санды қосқанда да, разряд ұғымы маңызды орынды алады. Разряд - бұл санау жүйесінің негізі салынатын дәрежесі.

Сандағы разряд номері оңнан солға қарай саналады, ал нөмірлеу нөлден басталады. Екілік санау жүйесінде жазуға болатын ең үлкен сан (басқа жүйелерде де сияқты) қолданылатын разрядтар санына байланысты. Сонымен, бір разрядты қолданған кезде, тек екі санды жазуға болады: 0 және 1. Егер 2 разряд қолданылатын болса, онда 0-ден 3-ке дейінгі сандарды жазуға болады. Егер 8 разрядты қолданылатын болса, онда 0-ден 255-ке дейінгі сандармен және 16 разрядты жағдайда сандардың мүмкін болатын мәндерінің ауқымы 0-ден 65535-ке дейін болады. Аналогты сигналды цифрлікке түрлендіру дыбысты практикалық жазудың кез келген жүйесінде бірнеше кезеңде өтеді. Біріншіден, аналогтық аудио сигнал аналогтық сүзгіге түседі, бұл сигнал өткізу қабілеттілігін шектейді және сигналдың кедергісі мен шуды жояды. Содан кейін үлгілер аналогтық сигналдан үлгі/ұстау тізбегін қолдана отырып алынады: аналогтық сигналдың лездік деңгейі белгілі бір жиілікте есте сақталады. Әрі қарай, сынамалар аналогтық-цифрлық түрлендіргішке (ADC) жіберіледі, ол әрбір үлгінің лездік мәнін сандық кодқа немесе сандарға айналдырады. Алынған цифрлық код биттерінің бірізділігі, шын мәнінде, сандық түрдегі аудио сигнал 21 болып табылады. Осылайша, түрлендіру нәтижесінде үздіксіз аналогтық дыбыстық сигнал уақыт пен шамада дискретті – цифрлікке айналады.

2. Дискретизация. Кванттау.

Аналогты-цифрлік түрлендірудің маңызды кезеңі - аналогтық сигналды іріктеу. Таңдау терминінің орнына кейде техникалық әдебиеттерде іріктеу термині қолданылады. Анықтама бойынша, іріктеу дегеніміз - уақыт бойынша бір-бірінен бірдей қашықтықта орналасқан нүктелерде уақытша сигналдың үлгілерін алу процесі. Басқаша айтқанда, іріктеу процесі аналогтық сигнал деңгейін өлшейді және сақтайды. Іріктеу аралығы деп аталатын, осы уақыт аралығынан кейін процедура қайталанады. Аналогтық сигналды цифрлік сигналға сапалы түрлендіру үшін аналогтық сигналдың өзгеруінің бір кезеңінде де сынамалардың жеткілікті көп мөлшерін шығару қажет, басқаша айтқанда, іріктеу жиілігінің мәні ерікті бола алмайды. Шынында да, іріктеу жылдамдығының мәні қолданыстағы сандық жүйенің көмегімен жазуға болатын сигналдың өткізу қабілеттілігін анықтайды. Бұл өткізу қабілетінің ені дискреттеу теоремасымен анықталатын (Котельников - Шеннон - Найквист) іріктеу жиілігінің жартысынан көп бола алмайды. Бұл теореманың сигналды

цифрлық форматта жазу және беру техникасында маңызы зор. Адам 17-20 Гц-тен 20 КГц жиілік аралығында болатын дыбыстық тербелістерді ести алатындығын ескере отырып, және санау теоремасы тұрғысынан жоғары сапалы аудио жабдықтардың (мысалы, аудио CD ойнатқыштар) жиілік талаптарын қарастырсақ, бастапқы дыбыстық сигналдың максималды іріктеу жиілігі кем дегенде 40 кГц болуы керек. Шындығында, мұндай жүйелер үшін іріктеу жылдамдығы кем дегенде 44,1 кГц құрайды. Көптеген дыбыстық карталар үшін типтік таңдау жылдамдығы 44,1 және 48,0 кГц құрайды.

Сонымен, дискреттеу нәтижесі - уақыт бойынша дискретті сигнал, бұл үлгілердің дәйектілігі - аналогтық сигнал деңгейінің лездік мәндері. Іріктеу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым дыбыстық сигнал дәл қайта құрылады. 3.4 Кванттау Дискреттеу алынғаннан кейін аналогты цифрлық түрлендірудің екінші кезеңі пайда болады - санауды кванттау. Кванттау процесінде сигнал деңгейінің лездік мәндері өлшенеді, ол әр үлгіде алынады және деңгей мәнін жазу үшін қолданылатын биттердің санына тікелей тәуелді болатын дәлдікпен жүзеге асырылады. Егер кодтық сөздің N ұзындығын орнатқаннан кейін, сигнал деңгейінің мәнін екілік сандарды қолданып жазылатын болса, онда мүмкін мәндердің саны 2^N -ге тең болады. Әрине, кванттау деңгейлерінің де бірдей саны болуы мүмкін. Мысалы, егер таңдалған амплитуда мәні 16 биттік кодтық сөзбен ұсынылса, онда сигнал деңгейінің максималды саны (кванттау деңгейлері) 65536-ға (2^{16}) тең болады. 8-биттік ұсынысында деңгейлік градация 256 (2^8) ие болады. Санау мәндерін көрсету үшін қажетті разрядтілігі аналогтық сигналдың динамикалық диапазонымен анықталады - құрылғы өте алатын, шудың фонында әлсіз, әлі ажыратылатын сигнал деңгейлері арасындағы бит тереңдігі. Екінші жағынан, ADC сыйымдылығы сандық сигналдың динамикалық ауқымын ерекше түрде анықтайды. Сонымен, үлгі мәндерінің 8-биттік көрсетілуімен динамикалық диапазон 48-ге, ал 16-биттік көрсетілімге 96 дБ болады. Сандық түрде жазылған дыбыстық сигналды ойнату үшін оны аналогтық түрге ауыстыру керек, яғни сигналдың сандық-аналогтық түрлендіруін жүзеге асыру керек. Бірінші кезеңде іріктеу жиілігі бар сигналдың үлгілері сандық - аналогтық түрлендіргіштің көмегімен цифрлық мәліметтер ағынынан алынады. Екінші кезеңде дискретті үлгілерден тегістеу (интерполяция) арқылы үздіксіз аналогтық сигнал қалыптасады. Бұл әрекет сигналды іріктелген сигнал спектрінің периодты компоненттерін басатын идеалды төмен өту сүзгісімен сүзуге тең. Сандық-аналогтық түрлендірудің бірінші кезеңінен кейін бірден сигнал көптеген жоғары жиілікті спектрлік компоненттері бар тар импульстар тізбегі болып табылады. Бұл жағдайда аналогтық сүзгіге қажетті жиілік диапазонының сигналын толығымен беру (мысалы, 0-24 кГц) және қажет емес жоғары сапалы компоненттерді мүмкіндігінше басу міндеті жүктеледі. Аналогтық сүзгі бұл қарама-қайшы талаптарға жауап бере алмайды.

Өткізу қабілеті шектеулі және сызықтық емес тасымалдау сипаттамалары бар аналогтық күшейткіштерді пайдалану кезінде ЦАП шығыс сигналының құрамындағы жоғары сапалы компоненттер, егер олар жеткілікті түрде сүзілмеген болса, модуляцияның айтарлықтай бұрмалануын тудырады.

Сондықтан цифрлық сигнал алдымен интерполяцияланады: арнайы алгоритмдермен есептелген қосымша үлгілер енгізіледі, бұл бастапқы сигнал спектрін бұрмаламай іріктеу жиілігінің өсуіне әкеледі. Бұл ДАС шығысындағы жоғары сапалы спектрлік компоненттердің дыбыстық сигналдың төмен жиілікті компоненттерінен алшақ болуына әкеледі, және оларды сүзу үшін қарапайым аналогтық сүзгіні қолдану жеткілікті. [1] Қазіргі заманғы ЦАП интерполяцияны аналогтық сүзгімен ұштастыра сызықтық емес және сызықтық әдістермен орындауға болады. Цифрлық - аналогтық түрлендіру нәтижесінде алынған дыбыстық сигнал, әдетте, араластырғышқа түседі және электрлік сигналдың кернеуінің ауытқуы дыбыстық қысымның ауытқуына айналатын динамик жүйесіне бағытталады. Аналогтық сигналды цифрға түрлендіру принциптері ақпараттың кез-келген түрі үшін бірдей (мәтін, графика, дыбыс немесе бейне). Алынған сандық ақпараттың негізгі сипаттамалары - іріктеу жылдамдығы және бит тереңдігі 23 (немесе цифрландыру тереңдігі, бит тереңдігі, кванттау деңгейінің саны) болып табылады.

Дыбыстық файл форматтары - WAVE (.wav) - ең көп қолданылатын аудио формат. Windows ОЖ-де дыбыстық файлдарды сақтау үшін қолданылады. Ол RIFF (Resource Interchange File Format) форматына негізделген, бұл ерікті деректерді құрылымдалған формада сақтауға мүмкіндік береді. Аудионы жазу үшін әр түрлі қысу әдістері қолданылады, себебі аудио файлдары үлкен көлемді болады. Сығымдаудың қарапайым әдісі - Pulse Code Modulation (PCM) кодтық импульсивті модуляция, бірақ бұл жеткілікті жақсы қысуды қамтамасыз ете алмайды. - AU (.au, .snd) - Sun жұмыс станцияларында (.au) және NeXT операциялық жүйесінде (.snd) қолданылатын аудио файл форматы. Ол дамудың бастапқы кезеңінде Интернетте кеңінен таралды, аудио ақпарат үшін стандартты формат рөлін атқарды. - MPEG-3 (.mp3) - қазіргі кездегі ең танымал аудио файл форматтарының бірі. Ол адамның сөйлеуінен басқа дыбыстарды сақтау үшін жасалған. Музыкалық жазбаларды цифрландыру үшін қолданылады. Форматтың алдыңғы нұсқалары MP1 және MP2. Кодтау кезінде психоакустикалық қысу қолданылады, онда адам құлағы нашар қабылдайтын дыбыстар әуеннен шығарылады. Алдыңғы нұсқалар нашар қысуды қамтамасыз етеді, бірақ ойнау кезінде компьютер ресурстарын талап етпейді. Процессордың сипаттамалары дыбыс сапасына тікелей әсер етеді - процессор неғұрлым әлсіз болса, соғұрлым дыбыстың бұрмалануы күшейеді. - MIDI (.mid, Musical Instrument Digital Interface) - музыкалық аспаптардың цифрлық интерфейсі. Бұл стандарт 1980 жылдардың басында құрастырылған, электрондық музыкалық аспаптар мен компьютерлерге арналған. MIDI әртүрлі өндірушілердің музыкалық және дыбыстық синтезаторлары арасындағы мәліметтер алмасуын анықтайды. MIDI интерфейсі - музыкалық ноталар мен әуендерді жіберуге арналған хаттама. Бірақ MIDI деректері сандық аудио емес - бұл музыканы сандық түрде жазудың қысқартылған түрі. MIDI файлы - бұл әрекеттерді жазатын командалар тізбегі, мысалы, фортепианода пернені басу немесе регуляторды айналдыру. MIDI ойнатқышына жіберілген бұл командалар дыбысты

басқарады, шағын MIDI хабарламасы музыкалық аспапта немесе синтезаторда дыбыс немесе дыбыс ретін жасай алады, сондықтан MIDI файлдары эквивалентті цифрланған файлдарға қарағанда аз орын алады (секундына дыбыстық блок). [1]

MIDI стандартының бірнеше түрі бар. Олардың ішінде General MIDI, General Standard, Extended General:

1) General MIDI (GM) - музыкалық синтезаторлардағы тембрлер (аспаптар) жиынын реттейтін стандарт. GM - бұл Roland фирмасының алғашқы 24 әзірлемесі, MIDI құралдарының біріздендірген жиынтығы. GM стандарты бойынша синтезаторда 1-9 және 11-16 каналдарында әр түрлі биіктіктегі дыбыстарды және 10 арнадағы 46 соқпалы аспаптарда ойнай алатын 128 әуендік тон болуы керек. Барлық аспаптарда нөмірлер бекітілген. GM стандартына сәйкес дайындалған партитура әр түрлі GM аспаптарына ұқсас ойнатылу керек. Өкінішке орай, дыбыстың ұқсастығы нақты аспаптардың «классикалық» тембрлеріне ғана таратылады. Көптеген синтетикалық (Pad/FX) және көптеген ұрмалы аспаптар дыбыс деңгейінің өсу/өшу жылдамдығы, түсі және басқа дыбыс параметрлері бойынша бір бірінен айырылады;

2) General Standard (GS) - тембрлер жиынын реттейтін Roland фирмасының жалпы стандарты. Оған General MIDI стандартының элементтерінен басқа, әуенді және ұрмалы аспаптардың қосымша жиынтықтары, сондай-ақ әр түрлі эффектілер (есіктің сықырлауы, қозғалтқыштың дыбысы, айқай-шу және т.б.) кіреді;

3) Extended General (XG) - GS форматына альтернативаға айналған бірнеше жүздеген әуенді және ұрмалы аспаптарды қамтитын Yamaha компаниясының жаңа стандарты. - MOD (.mod) - цифрланған дыбыс үлгілерін сақтайтын музыкалық формат, оларды жеке ноталарға шаблон ретінде пайдалануға болады. Бұл форматтағы файлдар дыбыстық үлгілер жиынтығынан басталады, содан кейін жазбалар мен ұзақтығы туралы ақпарат көрсетіледі. Әр нота басында көрсетілген дыбыс үлгілерінің бірін пайдаланып ойналады. Бұл файл салыстырмалы түрде кішкентай және жазбаларға негізделген құрылымға ие. Бұл дәстүрлі музыкалық жазуды имитациялайтын бағдарламалармен өңдеуді жеңілдетеді. MIDI файлынан айырмашылығы, ол кез-келген компьютерлік платформада ойнатуға мүмкіндік беретін дыбысты толығымен анықтайды. - IFF (.iff) - Interchange File Format – бастапқыда Amiga компьютерлік платформасы үшін жасалған формат. Қазір CD-I түрінде компакт дискілерінде қолданылады. Оның құрылымы RIFF форматына өте ұқсас. - AIFF (.aiff) - Audio Interchange File Format – бұл Silicon Graphics және Mac компьютерлік платформаларында қолданылатын аудио деректермен алмасу форматы. WAVE форматы ұқсас, бірақ WAVE форматына қарағанда ол цифрланған дыбыс пен шаблондарды пайдалануға мүмкіндік береді. Көптеген бағдарламалар осы форматтағы файлдарды ашуға қабілетті. - RealAudio (.ra, .ram) – ағымды уақытта Интернетте аудионы ойнатуға арналған формат.

Real Networks (www.real.com) фирмасымен әзірленген. Алынған сапа, ең жақсы дегенде, орташа аудио кассетаға сәйкес келеді; музыкалық туындыларды сапалы түрде жазу үшін mp3 форматты қолданған жөн. - SSEYO Koan (.SKD, .SKP) - компьютердің ерікті көлемді музыкасын (немесе «Koan music») жазуға арналған файл форматы. «Koan music» терминін оның жасаушысы Тим Коун 1994 жылы енгізген. Бұл музыкалық тақырыптағы қиялдың бір түрі. Koan музыкалық файлдары кішкентай болуы мүмкін, бірақ музыканың өзін ойнатуы сегіз сағатқа дейін жетеді. Файлда 25 негізгі параметрлерді көрсетеді, ал компьютерде 200-ге жуық айнымалы басқарудың арнайы параметрлері көмегімен музыка жасалады. Бір музыканы екі рет, тіпті бір Koan файлынан тыңдай алмайсыз. SKD (SSEYO Koan Design) кеңейтімі бар файлдар ақпаратты кейіннен редакциялау үшін Koan музыкасымен сақтауға арналған. Интернетке дайын жұмыстарды орналастыру үшін SKD-мен бірдей ақпаратты қамтитын, бірақ Koan файлдарының қол жетімді редакторлары редакциялай алмайтын қорғалған SKP (SSEYO Koan Play) форматына арналған. Бұл редакторлар алынған музыканы WAV және MIDI форматында жазуға мүмкіндік береді, оларды музыкалық шығармашылықтың қызықты құралы етеді. MIDI және сандық дыбыс: оң және теріс жақтары. WAVE форматы көптеген форматтардың бірі болып табылады, бірақ сандық аудио жазуға арналған жалғыз форматтан алыс. MIDI деректерінен айырмашылығы, сандық аудио деректер - бұл іс жүзінде үлгілер деп аталатын мың бірлікте жазылған дыбыс. Сандық деректер дискретті уақыттағы дыбыстың амплитудасын (немесе күштілігін) білдіреді. Сандық деректердің дыбысы ойнату құрылғысынан тәуелсіз, сондықтан әрқашан бірдей. Бірақ сіз бұл үшін үлкен көлемдегі дыбыстық файлдармен төлеуіңіз керек [13].

MIDI деректері цифрлық деректерге, векторлық графикамен растрлық кескіндерге бірдей, яғни MIDI деректері аудио ойнату құрылғыларына тәуелді және сандық деректер тәуелсіз. Векторлық графиканың пайда болуы принтерге немесе монитор экранына тәуелді болатыны сияқты, MIDI файлдарының дыбысы осы файлдарды ойнатуға арналған MIDI құрылғысына байланысты. Сол сияқты, концерттік фортепианода ойналатын әуен де қарапайым фортепианода ойналатын әуеннен өзгеше болады. Сандық деректер, керісінше, ойнату жүйесімен бірдей және тәуелсіз. MIDI стандарты осы мағынада PostScript стандартына ұқсас және құралдарды түсінікті тілде басқаруға мүмкіндік береді. Сандық дыбыспен салыстырғанда MIDI келесі артықшылықтарға ие: - MIDI файлдары жадты аз алады және бұл файлдардың көлемі дыбыс сапасына әсер етпейді. Орташа алғанда, MIDI файлдары сандық файлдарға қарағанда 200–1000 есе кіші, сондықтан жадыны, дискілік кеңістікті және процессорлық ресурстарды аз алады. - Кейбір жағдайларда MIDI файлдары цифрлық аудио файлдарға қарағанда жақсы естіледі. Бұл жағдайда MIDI файлдарының дыбыс көзі сапалы болуы керек; - MIDI файлдарының ұзындығын дыбыс сапасы мен дыбыс деңгейін сақтай отырып, дыбыс темпін өзгерту арқылы өзгертуге болады. MIDI деректерін тіпті бір нота деңгейінде де оңай өңдеуге болады. Сіз MIDI әнінің шағын сегменттерімен манипуляция жасай аласыз (миллисекундтық дәлдікпен), бұл

сандық аудио арқылы мүмкін емес. MIDI файлының басты кемшілігі оның маңыздылығынан туындайды. MIDI деректерінің өзі дыбыстық емес болғандықтан, ойнату MIDI деректерін 26 ойнату құрылғысы түпнұсқа файлды жасау үшін пайдаланылатын құрылғы сияқты дәл болады. Жалпы MIDI стандартына сәйкес MIDI құралының дыбысы да осы әдісте қолданылатын электрондық ойнату құрылғысына тәуелді. MIDI дыбысы сөйлеуді жаңғырту үшін қолданылмайды. Сандық дыбыстың MIDI дыбысынан басты артықшылығы - сандық дыбысты жаңғырту сапасы әрқашан тұрақты, ал бұл жерде MIDI дыбысы сандық дыбыстан төмен. Сандық аудиомен жұмыс жасаудың екі себебі бар: - Сандық дыбысты қолдайтын бағдарламалар мен жүйелердің кең таңдауы; - Сандық дыбыс элементтерін дайындау және құру музыкалық теорияны білуді қажет етпейді, бұл туралы MIDI деректері туралы айту мүмкін емес.

Бақылау сұрақтары

1. Дыбыс толқын дегеніміз не?
2. Аналогты сигналды цифрлау қалай іске асырылады?
3. Дискретизациясы дегеніміз не?
4. Кванттау дегеніміз не?
5. Дыбыстық файл форматтарын аттап шығыңыз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Нужнов, Е. В. Мультимедиа технологии : учебное пособие / Е. В. Нужнов ; Южный университет, 2016. – Ч. 2. Виртуальная реальность, создание мультимедиа продуктов, применение мультимедиа технологий в профессиональной деятельности. – 180 с.
2. Хокинг, Джозеф. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Д. Хокинг
Питер, 2016. — 336 с. : ил. — (Для профессионалов). — Пер. изд.: Unity in Action.../ J. Hocking. 2015. — ISBN 978-5-496-01960-6.
3. Линовес Дж. Виртуальная реальность в Unity. / Пер. с англ. Рагимов Р. Н. — М.: ДМК. Пресс, 2016. — 316 с.