

Как компьютеры становятся музыкальными

Роман ПЕТЕЛИН • roman@petelin.ru, Юрий ПЕТЕЛИН • yury@petelin.ru

Компьютер многолик и предрасположен к перевоплощению. Для того чтобы превратить его в печатную машинку, в партнера по играм, в кисть художника или в мощный калькулятор, достаточно просто установить соответствующую программу. Но вот роялем композитора и микшером звукорежиссера даже компьютеру стать не просто. Кроме нескольких программ, потребуется еще и специальное устройство — звуковая карта. Именно она делает компьютер музыкальным. А что же, в свою очередь, таится в ней?



ЕСЛИ обращать внимание только на принципиально важные элементы, то можно сказать, что звуковая карта включает в себя MIDI-интерфейс, синтезатор, аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи (АЦП-ЦАП).

Для успешного применения музыкального компьютера не обязательно разбираться в принципиальной схеме звуковой карты и знать последовательность выполнения микрокоманд, но без понимания назначения входящих в нее устройств не обойтись.

MIDI — стандарт и интерфейс

История массового применения компьютера в музыке началась более двадцати лет назад, когда по инициативе нескольких фирм был разработан стандартный интерфейс цифровых музыкальных инструментов (Musical Instrument Digital Interface, сокращенно — MIDI). Таким образом, оказались однозначно определены схемы соединения инструментов, структура сигналов и порядок обмена данными.

Основная идея MIDI проста и гениальна: по проводам передается не сам звуковой сигнал, а закодированная в виде

числа команда синтезатору: воспроизвести определенный звук. Это позволило значительно упростить управление синтезом звуков, а значит, и удешевить аппаратуру. Новинка была оценена по достоинству. Наступила эпоха MIDI.

Со временем был стандартизирован набор обязательных тембров — или, как еще говорят, патчей, звуков, MIDI-инструментов. Стандарт General MIDI (GM) требует, чтобы синтезатор был способен воспроизводить звучание в общей сложности 128-ми мелодических инструментов (рояля, гитары, скрипки и т. д.) и наборов ударных.



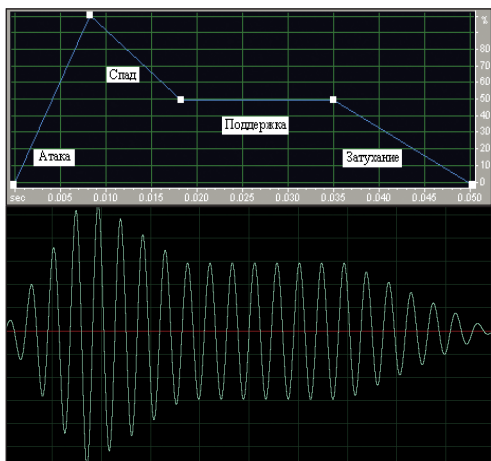
Полупрофессиональная звуковая карта

Вскоре фирма Roland своим примером фактически заставила остальных изготовителей принять ее стандарт. Звуковые карты и синтезаторы стандарта Roland GS поддерживают несколько банков тембров и два звуковых эффекта (реверберацию и хорус).

Большими потенциальными возможностями обладают звуковые карты, соответствующие стандарту Yamaha XG. В них предусмотрено расширенное управление параметрами синтеза звука, а кроме реверберации и хоруса имеется третий эффект — вариация.

Рождается звук

Итак, команды синтезатору передаются с помощью интерфейса MIDI. Реагируя на команду, синтезатор должен сформировать звук с



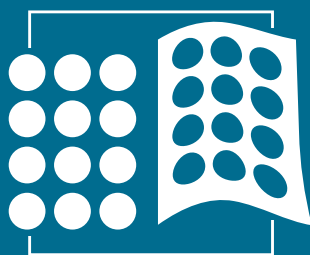
От формы огибающей звуковых колебаний существенно зависит тембр

определенной высотой тона и необходимым тембром.

Существует несколько методов синтеза звука. В музыкальном творчестве можно применять звуковые карты, прототипом которых является синтезатор, построенный на основе волновых таблиц (Wave Table).

Принцип действия таких синтезаторов заключается в следующем. В памяти хранятся оцифрованные образцы звуков музыкального инструмента (причем не всех нот, а лишь некоторых) — сэмплы. К тому же каждый звук разделен на фазы — например: атака, спад, поддержка, затухание; каждая фаза представлена коротким фрагментом. Сделано это для уменьшения объема памяти.

В состав синтезатора входит осциллятор — устройство, которое способно собрать из фрагментов цельный звук и воспроизвести его с необходимой скоростью (а значит, и высотой). Далее сигнал пропускают через модуляторы (полу-



Три кита музыкального компьютера: интерфейс MIDI, синтезатор, ЦАП-АЦП.

чая вибрато), фильтры (формируя необходимую тембровую окраску) и эффект-процессор (реализуя реверберацию, хорус и другие эффекты). В заключение цифровой поток проходит цифро-аналоговый преобразователь синтезатора. После этого мы слышим синтезированный звук.

Качество синтеза во многом зависит от способа сжатия реального звука в сэмплы. Сэмплы могут храниться либо в постоянном запоминающем устройстве, либо в оперативной памяти. Во втором случае синтезатор обладает большей гибкостью в отношении смены тембров: ведь звуки можно

нимает только язык цифр. Для того чтобы записать сигнал с микрофона в память компьютера, необходимо предварительно преобразовать его в цифровую форму. После этого с помощью специальных программ — звуковых редакторов — с оцифрованным звуком можно делать все что угодно. Завершив обработку, цифры нужно вновь преобразовать в звук.

Качество преобразования звука в цифры и обратно зависит в первую очередь от разрядности представления данных и частоты оцифровки звука (иногда говорят — частоты сэмплирования).

На CD-аудио оцифрованный звук представлен шестнадцатью двоичными разрядами при частоте сэмплирования 44,1 кГц. Такие параметры обеспечиваются практически всеми звуковыми картами.

Прислушайтесь к совету: учите теоремы. Никогда заранее не знаешь, где в жизни они могут пригодиться. Например, в цифровой звукозаписи без них не обойтись. Основная теорема, которую обязан знать каждый, кто имеет дело с ЦАП-АЦП, гласит: чтобы в процессе преобразований не происходило потерь информации, частота оцифровки звука должна быть в два раза больше частоты высшей спектральной составляющей сигнала. Эта теорема называется просто: «теорема Котельникова». Еще в 1933 г. В. А. Котельников (которому сейчас 95 лет), теоретически обосновал возможность цифровой звукозаписи, что положило начало такому популярному изобретению, как компакт-диск. Позже им было создано новое направление в исследовании космоса — планетная радиолокация. В наши дни существуют звуковые редакторы, в которых реализованы методы обработки сигналов, впервые опробованные как раз во время радиолокационных исследований поверхности Венеры.

Некоторые звуковые карты и все современные звуковые редакторы способны работать с 24- и даже 32-битным звуком при частоте сэмплирования до 96 кГц. Столь высокую точность представления данных нельзя считать излишней: она позволяет избежать накопления ошибок вычислений при многократном выполнении сложных алгоритмов обработки звука.

АЦП и ЦАП нужны не только для записи звука от внешнего источника и его воспроизведения. В качестве аппаратной составляющей они могут использоваться в виртуальных синтезаторах. Ведь современные компьютеры обладают столь высоким быстродействием, что на них можно программным путем синтезировать звук. Конечно, при этом на самом деле получается последовательность чисел, которую требуется еще преобразовать в вид, пригодный для наших ушей. А это — прямая задача ЦАП.

Информацию об интерфейсе MIDI, методах синтеза звуков и важнейших параметрах ЦАП-АЦП вы найдете в книге: Петелин Р., Петелин Ю. Cubase SX. Секреты мастерства (СПб.: БХВ-Петербург, 2003). А ее содержание можно скачать отсюда: <http://petelin.ru/books.html>.

подгружать в оперативную память с дисков. Приобрести диски с банками звуков сейчас не составляет никакого труда.

На основе хранящихся в памяти сэмплов вы можете создавать новые и необычные звуки. Можно, например, у звука фортепиано увеличить время атаки — и это будет не маленькое пианино, а большая-пребольшая скрипка. Даже простейший GM-синтезатор позволяет «рулить» несколькими параметрами синтеза. Для этого могут использоваться органы управления, расположенные на MIDI-клавиатуре, и виртуальные панели, входящие в состав наиболее продвинутых MIDI-редакторов.

В составе лучших звуковых редакторов имеются средства для формирования основы сэмплов из любых звуков. Запишите, например, мяуканье своей любимой кошки и с помощью звукового редактора Cool Edit Pro вырежьте из фонограммы и разметьте будущий сэмпл. Затем с помощью программы Vienna SoundFont Studio сделайте раскладку сэмпла по клавиатуре. После этого можете, нажимая на клавиши, мяукать сколько вам угодно в любой тональности. Хотите — сочиняйте свой концерт для кошки с оркестром, хотите — переосмысливайте классику.

Описание работы с этими двумя программами вы найдете на сайте <http://petelin.ru>.

Звук — цифра, цифра — звук

Синтезатор и интерфейс MIDI — это два из трех китов, на которых держится работа звуковой карты. Третий кит — цифро-аналоговый и аналого-цифровой преобразователи (сокращенно ЦАП-АЦП).

Звук — процесс непрерывный, или аналоговый. А компьютер по-