

СИНТЕЗ АУДИОДАНЫХ В ИГРОВОМ ПРИЛОЖЕНИИ-ДЕМО НА ЯЗЫКЕ АССЕМБЛЕРА

Януцевич Д.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Оношко Д.Е. – старший преподаватель

Создано игровое приложение, реализующее синтез звука некоторых инструментов и звуковых эффектов с использованием модуляции. Модуляция параметров реализована с использованием низкочастотного осциллятора. С целью обеспечения компактности хранимых данных реализован секвенсор.

С точки зрения приложений, в которых звук – это неотъемлемая часть, он может быть далеко не самым дешевым ресурсом. К тому же, если звуковые ресурсы все-таки хранятся, то выгоднее хранить их в сжатом виде, возможно с потерями качества. Синтез звука позволяет не хранить сами аудиоданные, а генерировать их во время работы программы, основываясь на наборе команд, которые содержат данные вида «время начала проигрывания, нота, длительность проигрывания». Такой набор данных намного компактнее и позволяет избежать потерь качества путем синтеза несжатых аудиоданных. В субкультуре демосцены, направленной на создание малых по размеру исполняемого файла программ (демо), синтез звука – это один из способов достичь компактности.

При создании игрового приложения упор делался на стиль демосцены, поэтому вопрос компактности был актуален. Синтез звука реализовывался без использования специальных библиотек для генерации аудиоданных. При реализации инструмента для синтеза звука его функциональность определялась с упором на жанр synthwave. Своей ретростилистикой этот жанр обеспечивает опыт погружения в ретрофутуристичный мир. Звук synthwave часто ассоциируется со звучанием 1980-х годов. Этот временной период характеризуется появлением и всеобъемлющим использованием между разными жанрами цифрового синтезатора Yamaha DX7. Цифровое звучание характеризуется отсутствием теплоты (warmth), некоторой случайности и неповторимости звука, связанной с физическими колебаниями инструмента. Такие тембральные аспекты, как яркость (brightness) и чистота (clarity), подчеркивают уникальность звучания 1980-х [1].

Значительную роль в синтезе звука сыграла модуляция – преобразование высокочастотного сигнала в соответствии с передаваемым низкочастотным сигналом. Несмотря на то, что основное применение модуляции – передача информационных сигналов (перенос низкочастотных сигналов в диапазон высоких частот, где возможна радиосвязь [2]), в контексте синтеза звука она может использоваться для создания абсолютно любой мелодии. В данном случае мелодию в виде набора нот можно представить в виде дискретной функции, которая является выходным сигналом модулятора. Каждая отдельная нота представляется постоянным значением, расположенном на отрезке, соответствующем времени проигрывания. Таким образом, на основе одной модуляции можно сделать lead-партию к треку, существует множество таких готовых пресетов. Цифровой синтезатор Yamaha DX7 использует частотную модуляцию в качестве метода синтеза звука. Именно с появлением этого синтезатора данный метод обрел популярность.

Модуляция легко реализуется программно с использованием LFO (Low Frequency Oscillator) – осциллятора, выходной сигнал которого используется для модуляции каких-либо параметров в эффекте или инструменте. Таким образом, для частотной модуляции (FM) достаточно модулировать частоту сигнала, а для амплитудной (AM) – уровень сигнала, громкость. Кроме того, LFO можно использовать для модуляции других параметров синтезатора: частоты среза фильтра, уровня сигнала в стереоканалах, частоты другого низкочастотного осциллятора, параметров эффектов, наложенных на синтезатор.

В реализованном программном средстве сигнал, генерируемый низкочастотным осциллятором, может быть представлен такими волнами, как треугольная, пилообразная, синусоида, меандр. Часто такой набор модулирующих сигналов предлагают производители педалей эффекта модуляции для электронных музыкальных инструментов. Однако на сегодняшний день существует много плагинов-синтезаторов для цифровых звуковых рабочих станций, которые, помимо стандартных форм, позволяют задавать произвольную форму модулирующей волны LFO. Это и позволяет синтезировать целые мелодии в пределах плагина.

В качестве параметра, модулируемого низкочастотным осциллятором, может выступать частота среза фильтра. Если модулирующим сигналом выбрать синусоиду или треугольную волну, которые плавно опускаются и поднимаются, можно достичь эффекта wah-wah, который получил свое название в связи с особенностью произношения данного словосочетания. Если в качестве модулятора использовать пилообразную волну, можно синтезировать звук инструмента bass, широко применяемого в 80-х.

Модуляция частоты была применена и в синтезе ударных. Простейший ударный звук hi-hat – это

быстро затухающий белый шум. А для того, чтобы синтезировать звук kick, в качестве несущего сигнала можно использовать обычную синусоиду и к ее частоте применить модуляцию с резким падением частоты от относительно высоких значений до низких: например, до 40 Гц.

Музыка 80-х примечательна своим ударным звуком tom. Для создания этого звука необходимо использовать такую же модуляцию, как и для kick, но для данного звука следует выбирать диапазон модуляции выше – примерно на две октавы. Звук tom дополняется белым шумом, который затухает вместе с основным сигналом. Часто к звуку tom применяются разнообразные эффекты с целью сделать этот звук более искусственным, что характерно для звучания тех лет. К примеру, gated-reverb позволяет достичь эффекта пространства, глубины.

Можно заметить, что частотная модуляция полезна не только как средство передачи информации. Желаемый результат частотной модуляции достигается следующим образом [3]:

$$x(t) = A_0 \sin \left(f_0 t + \Delta f \int_0^t F(t) dt + \varphi_0 \right) \quad (1),$$

где $F(t)$ – модулирующий сигнал, Δf – амплитуда модуляции частоты.

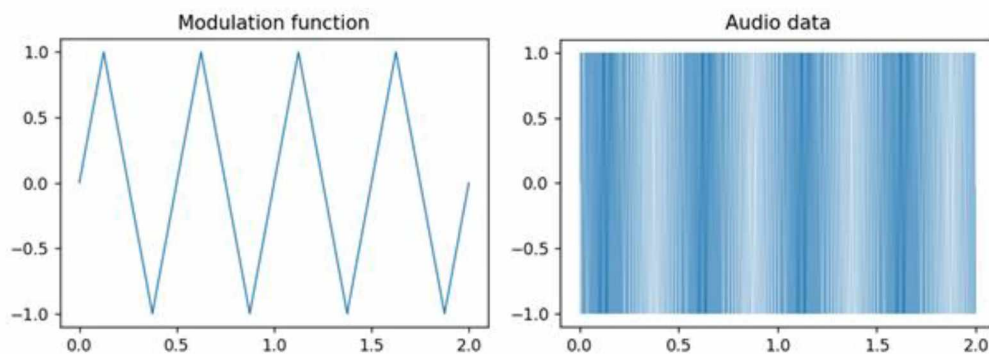


Рисунок 1 – Результат частотной модуляции

Необходимо обратить внимание на то, что в качестве модулирующей функции может выступать функция, первообразная которой известна заранее или мало отличается от самой функции:

$$F(t) = e^t \quad (2),$$

$$F(t) = \sin \left(t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (3).$$

В таком случае вычисления можно упростить и искать значение мгновенной фазы (интеграла) в любой заданный момент времени напрямую, избежав необходимости использования численных методов.

В разработанном проекте предусмотрено то, что мелодии могут содержать одинаковые наборы команд, которые отличаются лишь временем начала проигрывания. Например, в большинстве мелодий, где имеется барабанная партия, ударных звуков обычно больше, чем других инструментов, причем ударные звуки зачастую одинаковые и повторяются по определенному шаблону (drum pattern). С целью автоматизации дублирования повторяющихся звуков и экономии памяти был реализован секвенсор, который позволил хранить такие наборы команд более компактно. Так, для каждого ударного звука можно хранить саму команду для проигрывания, которая должна повторяться, а также периодичность ее появления – drum pattern – в виде битовой маски, где каждый бит отвечает за свою музыкальную долю. Битовой маски размером до 32 битов хватает для создания типичных барабанных партий. Помимо этих данных, секвенсор должен знать о ритме партии, чтобы иметь информацию о том, когда данные звуки должны быть проиграны.

Объем машинного кода, ответственного за синтез звука, составил порядка 2 КБ без сжатия, которое актуально при создании демо с целью вместиться в рамки ограничений. Объем несжатого машинного кода, реализующего логику низкочастотного осциллятора, составил 230 байт, а кода, реализующего логику секвенсора – 234 байта.

Список использованных источников:

1. Lavengood, Megan "What Makes It Sound '80s?" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hcommons.org/deposits/item/hc:27227/>. – Дата доступа: 22.02.2024.
2. Гоноровский, И.С. Частотная модуляция и ее применения – М.: Связьиздат, 1948. – 286 с.

