

Музыка и математика *

В музыке, что обычно забывается, немало математики. Мы используем западноевропейскую нотную систему, основа которой – две вполне строгие шкалы частоты и времени. Частоты звукоряда представляют собой геометрическую прогрессию с коэффициентом 1,059... (корень 12 степени из 2), а временная организация это звуки и паузы, находящиеся в кратных отношениях (чаще всего деноминатором выступает степень 2). Структура музыкального произведения нередко оказывается очень простой, представляя собой чередование некоторых «блоков-модулей» определенной протяженности. Мелодические партии имеют, как правило, деление на мотивы, фразы, предложения и периоды, а аккомпанирующие – явно выраженный периодический характер. И все это еще объединено гармонией – своеобразными матрицами нормативных сочетаний звуков из некоторой сетки частот.

На практике музыкант значительно реже математика задумывается о формальной основе музыкального произведения, которая зафиксирована в нотах. То, что действительно в музыке является строгим, складывалось столетиями, обусловлено акустическими явлениями и психологией восприятия звука. Но все это для традиционного музыканта некая данность, фундамент, который в повседневной практике не требует ни ревизии, ни пристального внимания. И это оправданно, поскольку предмет музыканта, будь он исполнителем, композитором, педагогом или теоретиком, менее формализован и включает собственные непростые задачи.

Нотный текст и звучащее произведение – вещи очень разные. По сути, партитура это лишь план действия исполнителя. С акустической точки зрения, звучащее произведение – чрезвычайно сложный объект, уникальность которого связана с конкретным музыкантом и конкретным исполнением. Действительно, анализируя версии самой простой мелодии, разбираясь в волнах и спектрах акустической записи, можно схватиться за голову от обилия нюансов. Как соотносятся объемы данных нотного текста и звучащего произведения?

Простой пример – небольшой менюэт Ф.Э.Баха включает 107 нот, помимо этого в нотном тексте содержится 38 специальных указаний. Не сложно подсчитать, что если на кодировку нот использовать по 3 байта (старт, стоп и номер ноты), по байту на специальные указания, то все произведение вполне можно закодировать в файле размером в 0,5 Kb. Но реальное произведение звучит 2,4 минуты и занимает объем в 13-16 Mb!!! Даже если это сжать, то и 1,5 Mb в 3000 раз больше объема закодированной партитуры. Кто-то скажет, что в этих звуковых данных много лишнего, второстепенного и в чем-то будет прав, но... попробуйте что-то подобное сказать музыканту! Исполнителю кажется, что как не записывай – всегда что-то теряется – какие уж здесь разговоры о сжатии и прореживании! Но что же на самом деле содержится в звучащем произведении и что в этих мегабайтах? Наверное, именно в нюансах

живого выразительного исполнения сама музыка, а нотная партитура в действительности лишь план исполнения.

Очень давно, начиная с Пифагора, а может быть и ранее, математики обратили внимание на формальную сторону организации музыки – временную и частотную шкалы. Однако, механизмы, воспроизводящие музыку по программе, появились раньше, чем механизмы-калькуляторы, поэтому я рискнул бы назвать музыкантов самыми первыми программистами. Впрочем, и в письменном наследии древних культур, пожалуй, только нотные записи, как описание временного процесса, ближе всего к текстам программ. Как в партитурах, так и в текстах программ есть блоки, условия, циклы и метки, только не многие программисты и музыканты знают об этих параллелях. Но, помня об этом, уже нельзя удивляться тому, что инженеры заставляли воспроизводить мелодии самые первые ЭВМ. Правда музыканты не могли относить машинную музыку к настоящей, возможно потому, что в ней не было ничего, кроме мертвых звуков или плана. Да и сам машинный звук, являвшийся на первых шагах простым меандром, был крайне далек от звучания акустических инструментов. Видимо поэтому следующим периодом в развитии музыкальных компьютерных технологий стали исследования и разработки методов синтеза звука.

Инженеры обратились к анализу спектров акустических инструментов и к алгоритмам синтеза электронных тембров. В начале расчет звуковых колебаний выполнялся центральным процессором и крайне редко в реальном времени. Поэтому на первых ЭВМ создание музыкального произведения было очень утомительным процессом. Надо было закодировать ноты и назначить тембры, затем запустить программу для расчета звуковой волны и... подождать несколько часов, чтобы послушать результат. Если музыкант, а точнее программист-оператор, вносил какое-то изменение в партитуру-программу, то ему приходилось снова ждать несколько часов до прослушивания. Понятно, что такая музыкальная практика не могла быть массовой... Но исследователям феномена музыки хотелось пойти дальше, чем применение машины в виде электронной музыкальной шкатулки. Так возникло другое, вполне естественное направление в музыкальном использовании ЭВМ – порождение, генерация самого нотного текста. Если в музыке действительно есть законы и человек-композитор пишет ее по правилам, то наверное и машину, умеющую думать, можно попытаться заставить сочинять музыку?...

В становлении музыкальных компьютерных технологий все это уже давно история. Что же в этой истории связано с Россией? Оказывается очень многое, если вспомнить о работах Л.Термена, Е.Мурзина, А.Володина, создавших уникальные средства синтеза звука, не «после», а «до» западных коллег, Р.Зарипова, посвятившего свои исследования анализу и генерации нотных текстов, А.Тангына, работавшего над проблемами распознавания и автономной нотации. Причем, это лишь те исследователи, работы которых признаны за пределами России...

* Фрагмент статьи «Алгеброй гармонию поверить», PCWeek, (127) 03/1998

Примечание автора: материал не утратил свою актуальность, не смотря на дату подготовки :-)

Алексей Устинов,
9 января 2010 года.

(C) Alexey Ustinov

<https://virartech.ru/different.php>