

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2021-25-63-70>

ЗВУКОВОЙ ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ

Половинченко М.И., Елисеев В.С.

Ключевые слова: движение, мелодия, форма, звуковая трассировка.

Аннотация. В этой статье дается информация об исследовании захвата движения свободной рукой, в котором приняли участие 32 участника. Мелодические контуры часто рассматриваются как коррелирующие с вертикальным движением (вверх и вниз) во времени, и это также было нашим первоначальным ожиданием. Мы нашли форму арки для большинства рисунков, хотя это не соответствовало непосредственно мелодическим контурам. Кроме того, представление высоты тона в вертикальном измерении было лишь одной из разнообразных стратегий движения. Было отмечено шесть различных стратегий картирования, и эти стратегии были количественно и статистически проверены.

AUDIO FREQUENCY ANALYSIS

Polovinchenko M.I., Eliseev V.S.

Keywords: movement, melody, shape, sound trace.

Abstract. This article provides information about a free-hand motion capture study that involved 32 participants. Melodic contours are often seen as correlating with vertical movement (up and down) in time, and this was also our initial expectation. We found the arch shape for most of the drawings, although this did not correspond directly to the melodic outline. In addition, the view pitch in the vertical dimension was just one of a variety of movement strategies. Six different mapping strategies were noted, and these strategies were quantified and statistically tested.

Как люди воспринимают мелодии как формы? Этот вопрос вытекает из общего интереса авторов к более глубокому пониманию того, как пространственно-временные элементы влияют на познание музыки.

Когда дело доходит до темы мелодии и формы, эти термины часто кажутся переплетенными. В словарях по музыке мелодия воспринимается как «Последовательность нот, изменяющихся по высоте, которая имеет организованную и узнаваемую форму» [1]. Здесь форма встроена как компонент в само определение мелодии. Однако что подразумевается под термином «мелодическая форма» и как мы можем изучать такие мелодические формы и их типологию?

Некоторые исследователи утверждают, что свободные движения рук под музыку (или "исполнение на воздушном инструменте" [2]) воспринимаются как видимые высказывания, подобные жестам совместной речи [3]. С самого первого опыта автора важнейшей частью изучения новой певческой культуры было физическое представление мелодического содержания. Это физическое представление включает в себя позу тела, жестовую лексику и использование тела для передачи пропетых фраз. В импровизированной музыке, это также включает в себя то, как человек использует руки, чтобы направлять музыку, и ожидание знакомой аудитории от исполняющего тела. Эти движения тела могут относиться к пространственно-временным метафорам, совсем как те, которые используются в жестах совместной речи.

В описаниях мелодий часто используются слова, связанные с высотой, например: «высокий» или «низкий» тон, голос, мелодии, идущие «вверх» или

«вниз». Предположим, что это отображение может быть более сильно представлено в западных культурах, в то время как использование других метафор в других языках, таких как толстый и тонкий шаг, можно объяснить таким образом, используя другие не вертикальные одномерные схемы отображения. Вертикальная метафора, проверенная на более длинных мелодических линиях, показывает, что мы нелинейно реагируем на вертикальные метафоры статических и динамических стимулов высоты тона [4]. Исследования в области музыкальной психологии исследовали как богатство этого словаря, так и его перцептивные и метафорические аллюзии. Однако идея о том, что вертикальное измерение является важнейшей схемой мелодического движения, очень устойчива. Экспериментально соответствие высоты тона часто выявляется путем сравнения двух или трех нот одновременно. Однако когда стимулы становятся более сложными, напоминающими реальные мелодии, сохранение вертикальной высоты тона становится менее ясным. Для «реальных» мелодий часто используются описания форм, такие как арки, кривые и слайды.

В этой статье мы исследуем описания форм с помощью подхода отслеживания звука. Это было сделано попросив людей слушать мелодические отрывки, а затем двигать телом, как будто их движение создает звук. Цель состоит в том, чтобы ответить на следующие исследовательские вопросы.

1. Как люди представляют мелодический контур как форму?
2. Насколько важно вертикальное движение в представлении мелодического контура в звуковоспроизведении?
3. Существуют ли какие-либо различия в звуковых следах между полами, возрастными группами и уровнями музыкального опыта?
4. Как мы можем понять метафоры в звуковых следах и количественно оценить их по полученным данным?

Музыкальные мелодии можно считать тесно связанными с языком. Например, просодия, которую также можно назвать "речевой мелодией", необходима для понимания аффекта в разговорной речи. Музыкальные и языковые переживания с мелодией часто могут влиять друг на друга. Речь мелодии и музыкальные мелодии дифференцируются на основе дисперсии интервалов, разграничения и дискретных тонов в виде шкал. В то время как речевые мелодии демонстрируют большее разнообразие интонаций, существует меньшее разнообразие просодических контуров внутри языка.

Существует множество методов анализа, которые могут быть использованы для изучения мелодического контура, и их можно кратко разделить на две основные категории: основанные на сигналах или символические представления. Когда контурный анализ использует представление на основе сигнала, запись звука анализируется с помощью вычислительных методов для извлечения мелодической линии, а также других временных и спектральных особенностей звука. Символические представления могут начинаться с нотных или транскрибированных музыкальных партитур и

используйте символические представления нот для анализа. Подобно тому, как мы могли бы насвистывать короткий мелодический отрывок для обозначения более крупного музыкального произведения, были созданы мелодические словари для индексации музыкальных произведений. Такие индексы заслуживают тщательного анализа контурных типологий, и с этой целью было создано несколько контурных типологий [5].

Эйтан выделяет разнообразие метафор для описания качества тона, предполагая, что «вверх» и «вниз» могут быть только одним из способов, с помощью которых кросс-модальное соответствие с высотой тона появляется в разных языках.

Аккомпанемент движения под музыку понимается в настоящее время как важное явление в музыкальном восприятии и познании. Исследования, изучающие тесную связь между звуком и движением, пролили свет на механизм понимания действия как звука и звука как действия. Кросс-модальное соответствие – это явление с плотной интерактивной петлей с телом как посредником для перцептивных, а также перформативных ролей. Некоторые из этих взаимодействий проявляются в виде активации моторной коры головного мозга только при прослушивании музыки. Это в дальнейшем привело к эмпирическим исследованиям того, как музыка и движение тела имеют общую структуру, которая обеспечивает эквивалентное и универсальное эмоциональное выражение.

Чтобы исследовать влияние тембра, мы решили создать «чистое» мелодическое представление каждого фрагмента. Это было сделано путем запуска звуковых файлов через алгоритм автокорреляции для создания фраз, которые точно напоминают содержание высоты тона, но без вокального, тембрального и гласного содержания мелодического стимула. Эти 16 повторно синтезированных звуков были добавлены к набору стимулов, таким образом, получив в общей сложности 32 звуковых стимула.

На рисунке 1 показаны питч-сюжеты всех 16 мелодических фраз, используемых в качестве стимулов эксперимента, из каждого жанра.

Ось x представляет время в секундах, а ось y – ноты. Извлеченные тона были повторно синтезированы, чтобы создать в общей сложности 32 мелодические фразы, используемые в эксперименте.

Всего было набрано 32 человека (17 женщин и 15 мужчин) со средним возрастом 31 год ($SD = 9$ лет). В основном это были студенты и служащие университетов, как имеющие, так и не имеющие музыкального образования. Их музыкальный опыт был квантован с помощью OMSI (индекс утонченности), а также их спрашивали о знакомстве с музыкальными жанрами. Среднее значение балла OMSI составило 694 ($SD = 292$), что указывает на то, что общее музыкальное мастерство в этом наборе данных было выше среднего. Средний уровень знакомства с западной классической музыкой составил 4,03 балла из возможных 5, с джазовой музыкой – 3,25, с джайком – 1,87, с индийской классической музыкой – 1,71. Таким образом, два жанра (вокализ и скат) были более знакомы, чем два других (хиндустани и джайк).

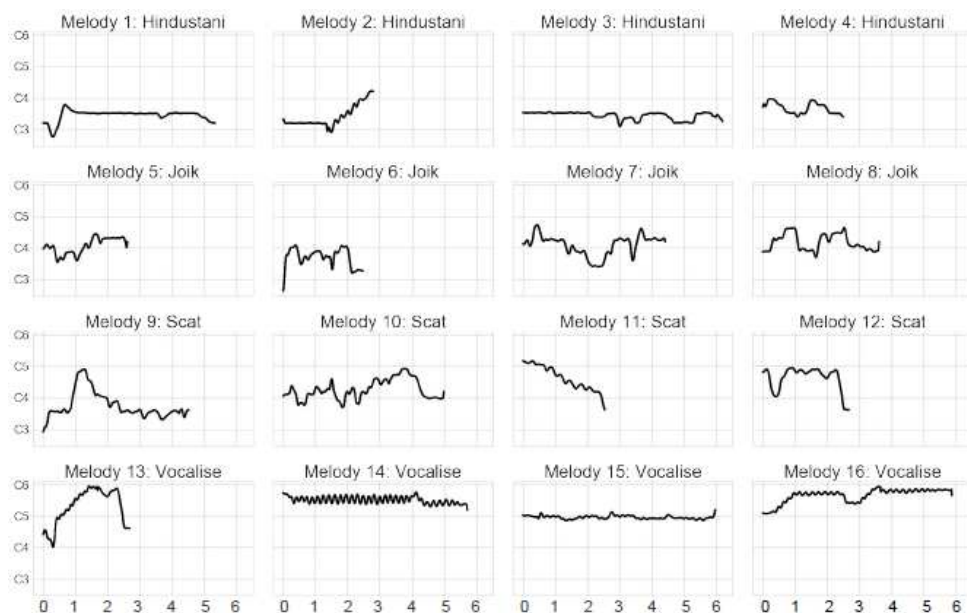


Рис. 1. Мелодические фразы

Каждый испытуемый проводил эксперимент в одиночку, и общая продолжительность составляла около 10 минут.

Им нужно было двигать руками, как будто их движение создавало мелодию. Испытуемые могли свободно стоять в любом месте комнаты и смотреть в любом направлении, хотя почти все они стояли лицом к колонкам и предпочитали стоять в центре лаборатории.

Освещение в комнате было приглушено, чтобы испытуемые чувствовали себя более комфортно и могли двигаться так, как им заблагорассудится.

Звуки воспроизводились на удобном для прослушивания уровне через динамик, размещенный в 3 метрах перед испытуемыми. Каждая сессия состояла из введения, двух последовательностей примеров, 32 испытаний и заключение. Каждая мелодия была сыграна дважды с 2-секундной паузой между ними.

Движение испытуемых регистрировалось с помощью инфракрасной системы захвата движения на основе маркеров и одной обычной видеокамерой (рис. 2,а). Каждый испытуемый носил костюм захвата движения с 21 светоотражающими маркерами на каждом суставе (рис. 2,б). Мы использовали полиномиальную интерполяцию для заполнения пробелов в маркерных данных, где это было необходимо. Пост обработанные данные были экспортированы в Python и MATLAB для дальнейшего анализа. Здесь все 10-минутные записи были сегментированы с использованием автоматического окна, и каждый из сегментов был вручную аннотирован для дальнейшего анализа.

Несмотря на то, что был выполнен захват движения всего тела, анализировать мы будем только данные, полученные от маркеров правой и

левой руки. Маркерные окклюзии у шести испытуемых было трудно учесть в процессе ручной аннотации, поэтому в анализе использовались только данные от 26 участников. Этот анализ проводится с использованием сравнений средних моделей распределения. Проблемы окклюзии было легче решить с помощью автоматического анализа, таким образом, анализ был проведен на данных всех 32 участников.

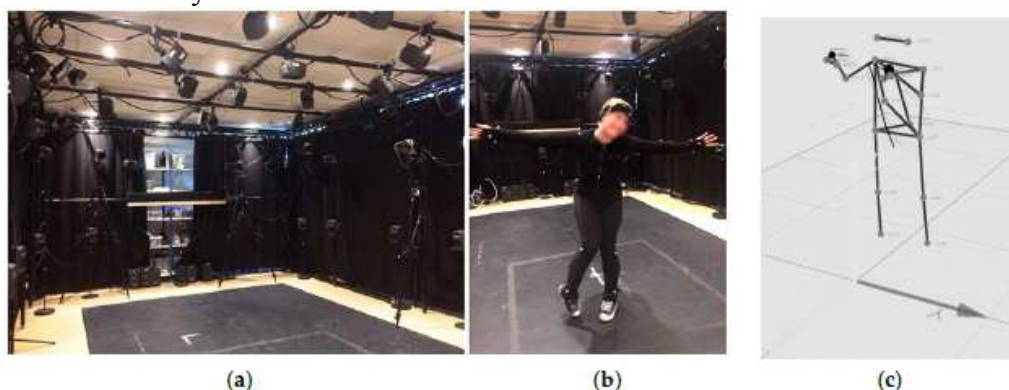


Рис. 2. Ход эксперимента

Кривые высоты тона мелодических фраз были рассчитаны с использованием алгоритма автокорреляции. Затем эти кривые высоты тона были экспортированы для дальнейшего анализа вместе с функциями захвата движения в Python.

Графики распределения количества движения (QoM) для каждого испытуемого по всем стимулам показывают большую степень вариации (рис. 3). Испытуемые 4 и 12, например, имеют очень небольшое разнообразие в среднем QoM для всех своих трассировок, в то время как Испытуемые 2 и 5 показывают большой разброс. Есть и другие участники, такие как 22, которые двигаются в среднем очень мало для всех своих следов. Из двух типов репрезентаций (исходные и повторно синтезированные стимулы) мы видим, что в целом большее разнообразие движений для обычных мелодий в отличие от синтезированных. Однако статистическая разница между синтезированными и оригинальными мелодиями не была существенной.

Еще один общий вывод из данных, который не имеет прямого отношения к рассматриваемому вопросу, но который все еще актуален для понимания распределения данных, – это то, что мы называем общим «социальным ящиком» между испытуемыми. На рисунке 6 показано, что максимальная высота трассировки у испытуемых мужского пола была выше, чем у испытуемых женского пола. Это было ожидаемо, но график "объема трассировки" (пространственное распределение во всех измерениях) показывает, что для представления большей части мелодии. Качественное наблюдение за записями показало, что более низкорослые испытуемые более комфортно вытягивали руки, в то время как более высокие участники, как правило, использовали более ограниченное пространство относительно своего роста. Это произошло без каких-либо физических ограничений их движения,

и никаких инструкций, которые указывали бы в направлении объема, который должен быть покрыт отслеживанием.

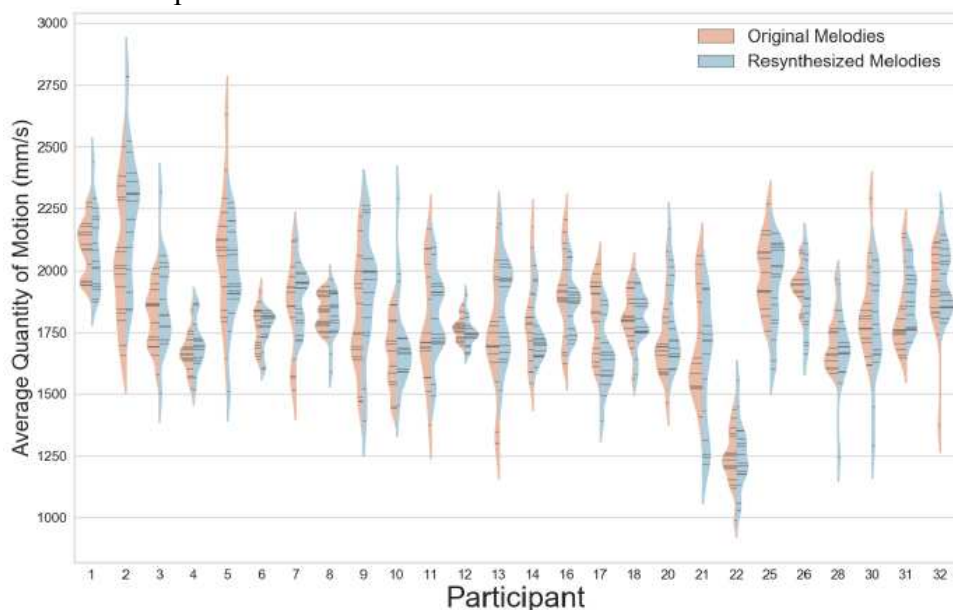


Рис. 3. Графики распределения количества движения

Это почти как если бы участники хотели заполнить невидимую «социальную коробку», служащую коллективным холстом, на котором все может быть представлено. Это может быть объяснено тем, что мы разделяем мир, который имеет одинаковые размеры: двери, автомобили, потолки и стены являются общими для всех нас, что заставляет нас воспринимать наше тело как часть мира определенным образом. В данных этого эксперимента мы исследуем это, анализируя диапазон движения относительно высоты участников с помощью линейной регрессии.

При визуальном осмотре записей мы выявляем ограниченное число стратегий, используемых в звуковых дорожках. Поэтому мы предлагаем шесть схем представления, которые охватывают большую часть вариаций, наблюдаемых в движении рук, как показано на рисунке 4 и обобщено следующим образом.

1. Одна вытянутая рука, меняющая высоту ладони.
2. Две руки, растягивающие или сжимающие «объект».
3. Две руки симметрично отходят от центра тела в горизонтальной плоскости.
4. Две руки,двигающиеся вместе, представляют собой удержание и манипулирование объектом.
5. Две руки рисуют дуги вдоль воображаемого круга.
6. Две руки следуют друг за другом по ударной схеме.

Движения на рисунке 4 иллюстрируют шесть доминирующих стратегий отслеживания звука. Черные линии от рук фигурок – палочек указывают на следы движения каждого следа. Эти качественно выведенные стратегии

послужили отправной точкой для настройки автоматического извлечения объектов из данных захвата движения.

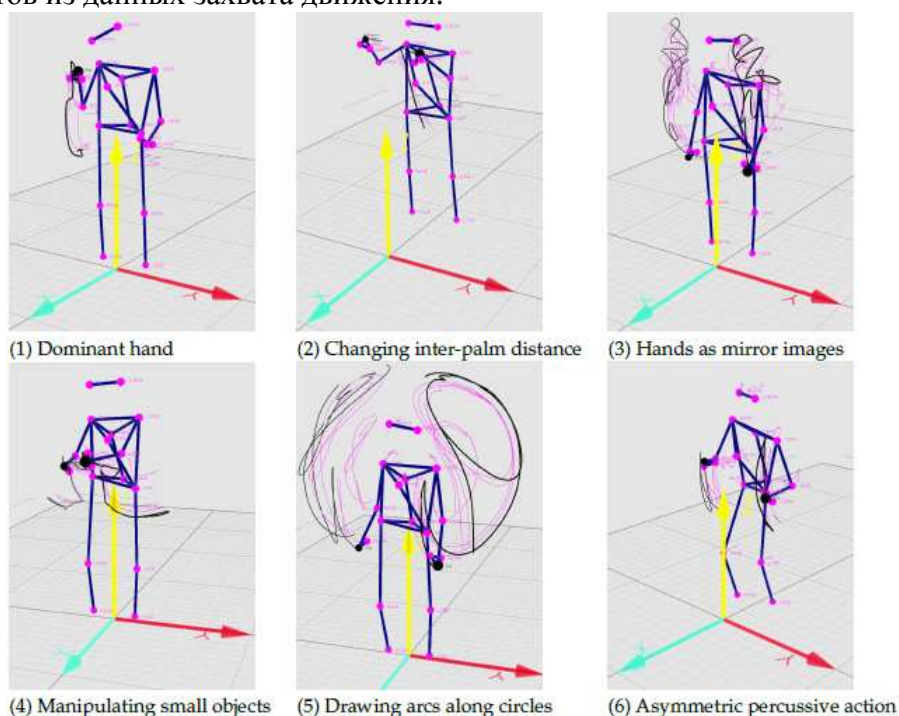


Рис. 4. Шесть схем представления движения рук

Результаты, показывают, что выделенные признаки демонстрируют доминирование одной конкретной стратегии для многих трекингов. Все функции показывают значительные результаты по сравнению со всеми другими образцами трассировки для автоматической аннотации стратегий рук. Хотя эта функция не может быть извлечена из вышеупомянутой эвристики, простая функция для вычисления Евклидова расстояния между двумя руками оказывается эффективным для объяснения этой стратегии.

В этом исследовании мы проанализировали следование людей мелодиям из четырех музыкальных жанров. Хотя большая часть литературы указывает на корреляции между мелодическим шагом и вертикальным движением, наши результаты показывают гораздо более сложную картину. Мы предполагаем, что для контурных представлений могут быть использованы и другие стратегии, но это то, что должно быть более разработано в будущих исследованиях.

Согласно жестовым представлениям теории музыкального звука, для одного и того же звука может существовать несколько жестовых представлений, но есть предел тому, насколько ими можно манипулировать. Наша информационная поддержка это представление о ряде возможных и пересекающихся стратегий действий. Несколько пространственных и визуальных метафор используются широким кругом людей. Один интересный вывод заключается в том, что существуют гендерные различия между репрезентациями различных стратегий отслеживания звука. Женщины, по-

видимому, демонстрируют большее разнообразие стратегий в целом, и они также используют объектные представления чаще, чем мужчины.

Настоящее исследование показывает, что в звуковом сопровождении людей существуют соответствия мелодическим фразам, использованным в эксперименте. Наши основные выводы можно резюмировать следующим образом: при взгляде на средние значения данных захвата движения наблюдается четкая форма арки, независимо от общей формы самой мелодии. Это может поддержать идею гипотезы моторного ограничения. Это было использовано для объяснения подобной аркообразной формы мелодий. Мы качественно определили шесть таких стратегий и создали набор эвристик для количественной оценки и проверки их надежности.

Список литературы

1. Артемов В.А. Психология речевой интонации: (Интонация и просодия): Лекция к спецкурсу. – М.: МГПИИЯ, 1976.
2. Всеволодский-Гернгросс В.Н. Теория русской речевой интонации. – Петербург: Государственное издательство, 1922. – 128 с.
3. Пешковский А.М. Интонация и грамматика: Избранные труды. – М.: Учпедгиз, 1959. – 250с.
4. Беляева-Экземплярская С. Восприятие мелодического движения. – М.: Гос. акад. худ. наук, 1929. – 56с.
5. Беляева-Экземплярская С., Яворский Б. Восприятие ладовых мелодических построений // Сборники экспериментально-психологических исследований. Вып. 1. – Л., 1926. – С. 3-32.

References

1. Artemov V.A. Psychology of speech intonation: (Intonation and prosody): Lecture for a special course. –M.: MSPIIYa, 1976.
2. Vsevolodsky-Gerngross V.N. Theory of Russian speech intonation. – Petersburg: State Publishing House, 1922. – 128 p.
3. Peshkovsky A.M. Intonation and grammar: Selected works. – M.: Uchpedgiz, 1959. – 250p.
4. Belyaeva-Instantirskaya S. Perception of melodic movement. – M.: State Academy of Fine Arts, 1929. – 56p.
5. Belyaeva-Instantirskaya S., Yavorsky B. Perception of fret melodic constructions // Collections of experimental psychological research. Issue 1. – L., 1926. – P. 3-32.

Половинченко Марина Игоревна – магистрант, m.polovin4enko@yandex.ru	Polovinchenko Marina Igorevna – master's student, m.polovin4enko@yandex.ru
Елисеев Владислав Сергеевич – магистрант	Eliseev Vladislav Sergeevich – master's student
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия	Don state technical University, Rostov-on-don, Russia

Received 08.05.2021