

УДК 51.07

ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РИТМИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ МУЗЫКИ И ТАНЦА

А.С.Чекурenkova¹

бакалавр

E-mail: tchekurenkovaanna@yandex.ru

Научный руководитель: к.ф.-м.н. К.Н. Галимзянова¹

¹Владивостокский государственный университет

Кафедра математики и моделирования

E-mail: Kseniya.Galimzyanova@vvsu.ru

В статье рассматривается возможность визуального анализа ритмической синхронизации между музыкальным сопровождением и танцевальным исполнением на основе наложения спектрограмм. В рамках исследования были сформированы и проанализированы две экспериментальные пары. Сравнительный анализ наложенных спектрограмм позволил выявить ключевые визуальные различия. Выявленные визуальные критерии могут служить основой для разработки упрощённой методики оценки ритмической точности танцевального исполнения. Предложенный подход может быть использован как дополнительный метод в системе подготовки танцоров.

Ключевые слова: спектрограмма, визуальный анализ, ритмическая синхронизация, конгруэнтность, танец, метод оценки, математика

VISUAL ANALYSIS OF RHYTHMIC SYNCHRONIZATION OF MUSIC AND DANCE

This article examines the feasibility of visually analyzing the rhythmic synchronization between musical accompaniment and dance performance using spectrogram overlays. Two experimental pairs were created and analyzed for this study. Comparative analysis of the overlaid spectrograms revealed key visual differences. The identified visual criteria can serve as a basis for developing a simplified method for assessing the rhythmic accuracy of dance performance. The proposed approach can be used as a complementary method in dancer training.

Keywords: spectrogram, visual analysis, rhythmic synchronization, congruence, dance, evaluation method, mathematics

Современный этап развития цифровых технологий в сфере искусства и образования характеризуется активным внедрением методов компьютерного анализа для повышения эффективности профессиональной подготовки. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к интеграции междисциплинарных подходов, объединяющих точные науки и творческие дисциплины, что открывает принципиально новые перспективы для совершенствования методик обучения в хореографии.

Цифровая трансформация хореографического образования открывает новые возможности для объективизации оценочных процессов, которые ранее базировались исключительно на экспертном мнении. В частности, в хореографии и танцевальном образовании остро стоит задача объективной оценки ритмической точности исполнения, которая традиционно основывается на субъективном восприятии преподавателя или судейской коллегии. Современные конкурсные требования предъявляют все более высокие стандарты к синхронности и ритмической точности, что делает проблему поиска эффективных инструментов оценки особенно значимой.

Несмотря на высокий профессионализм экспертов, человеческий фактор неизбежно вносит элемент неопределенности, что делает актуальным поиск математически обоснованных методов анализа. Существующие подходы к анализу синхронизации движений с музыкальным ритмом, такие как видеосъемка с последующим кадровой разбором, являются трудоемкими

и не всегда позволяют выявить тонкие несоответствия в ритмической структуре. Кроме того, в условиях цифровизации образовательного пространства возрастает потребность в дистанционных и автоматизированных средствах контроля качества исполнения, способных работать с минимальным участием эксперта.

Подобные методы требуют значительных временных затрат на обработку материала и не дают мгновенной визуальной обратной связи, что затрудняет их регулярное применение в тренировочном процессе. Таким образом, разработка доступных и наглядных методов объективной оценки ритмической синхронизации становится важной научно-практической задачей, отвечающей современным запросам хореографического образования и конкурсной практики.

В рамках исследования была сформулирована гипотеза, согласно которой соответствие движений танцора ритмическому рисунку музыкального сопровождения выступает ключевым фактором, определяющим конкурентоспособность танцевального номера на профильных конкурсах. Напротив, отсутствие такой согласованности не позволяет рассматривать исполнение как соответствующее современным критериям качества.

Гипотеза также заключалась в том, что при совпадении ритмических структур музыки и движений наложение спектрограмм позволяет выявить общие визуальные паттерны, по которым можно оценить качество танца, без просмотра самого выступления, а опираясь исключительно на данные звуковых сигналов. Такой подход позволяет сместить фокус анализа с субъективного визуального восприятия движения на объективные акустические характеристики исполнения, что особенно важно при необходимости быстрой и точной диагностики ритмических ошибок. В контексте развития технологий искусственного интеллекта и обработки сигналов подобные визуально-аналитические методы приобретают особую ценность, так как могут стать основой для последующей автоматизации процесса оценки. Кроме того, предполагается, что при наличии ритмической конгруэнтности наложение спектрограмм музыки и звукового ряда движений позволяет выявить общие визуальные паттерны, идентифицируемые без непосредственного наблюдения за танцевальным исполнением.

Выигрышным является тот вариант, который демонстрирует точное попадание в ритмическую структуру и характеризуется визуально различимой синхронизацией на спектрограмме.

Для проверки гипотезы в качестве примера конгруэнтного исполнения был взят танец, занявший лауреат на конкурсе «Российско-китайский фестиваль "ДРУЖБА-INTERNATIONAL"». Выбор именно этого образца обусловлен его высоким конкурсным статусом: танец действительно был признан лучшим, и в рамках нашего исследования мы проверили, что он действительно является качественным с точки зрения ритмической синхронизации, что подтвердилось результатами визуального анализа. Неконгруэнтный вариант представлен фрагментом того же танцевального номера, но с искусственно нарушенной синхронизацией движений и музыкального сопровождения.

На первом этапе осуществлялся сбор аудиоматериалов: для каждого из двух сравниваемых вариантов (конгруэнтного и неконгруэнтного) были получены два звуковых трека — оригинальное музыкальное сопровождение (инструментальная версия без вокала) и звуковой ряд движений, записанный с помощью микрофона в процессе танцевального исполнения. На втором этапе с использованием программных средств обработки аудиоданных для каждого трека были построены спектрограммы. Третий этап заключался в процедуре наложения спектрограмм музыки и движений для каждого варианта исполнения с целью выявления зон корреляции. Наложение осуществлялось по временной оси с сохранением исходного масштаба, что позволило обеспечить точность сопоставления временных меток. На четвертом, аналитическом этапе, проводилась визуальная оценка полученных наложенных спектрограмм.

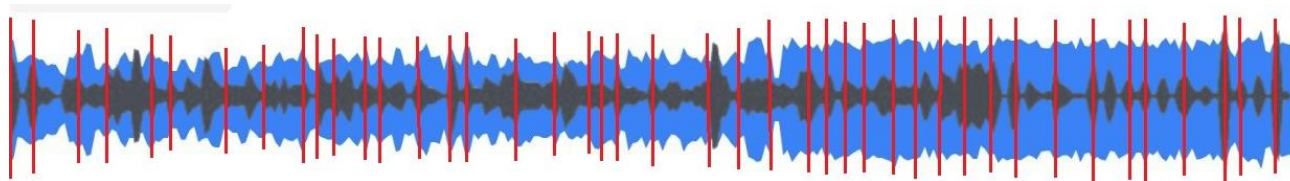


Рисунок 1 «Выделенные моменты ритмической синхронизации в конгруэнтном варианте»

В конгруэнтном варианте визуальное наложение спектрограмм демонстрирует синхронность: пики активности танца приходятся на ритмические доли музыки, формируя устойчивый повторяющийся паттерн.

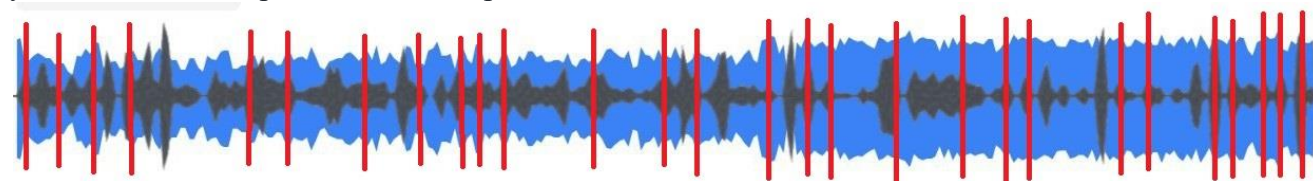


Рисунок 2 «Выделенные моменты ритмической синхронизации в неконгруэнтном варианте»

В неконгруэнтном варианте такая синхронность отсутствует. Пики активности танца распределены хаотично, не коррелируют с ритмической структурой музыкального сопровождения. Визуальный паттерн характеризуется отсутствием устойчивых связей между музыкальными акцентами и моментами двигательной активности.

Предложенный метод обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными подходами. Во-первых, он позволяет объективизировать оценку ритмической точности, снижая влияние субъективного фактора. Во-вторых, визуализация дает возможность наглядно продемонстрировать исполнителю его ошибки. В-третьих, метод не требует дорогостоящего оборудования и может быть реализован с использованием доступных программных средств.

Таблица 1

Признак	Конгруэнтный вариант	Неконгруэнтный вариант
Совпадение пиков	Вертикальные полосы (шаги, хлопки) накладываются ровно на яркие участки музыки (биты)	Всплески танца находятся хаотично, в основном между битами, мало совпадают с яркими участками музыки
Ритмическая сетка	Визуально видна повторяющаяся структура: всплески танца идут через равные промежутки, совпадая с тактами	Нет видимой периодичности, всплески расположены неравномерно относительно ритма музыки
Динамика	Усиление громкости в кульминациях совпадает и у музыки, и у танца	Кульминация музыки не поддерживается усилением шагов, хлопков

В результате проведенного исследования была подтверждена возможность визуального анализа ритмической синхронизации музыки и танца на основе наложения спектрограмм. Выявленные визуальные критерии (совпадение пиков, ритмическая сетка, динамика) позволяют дифференцировать конгруэнтное и неконгруэнтное исполнение.

В ходе исследования установлено, что разработанный метод позволяет не только констатировать наличие или отсутствие ритмической синхронизации, но и локализовать временные участки с нарушением согласованности, что особенно ценно для коррекционной работы с танцорами. Сравнительный анализ двух экспериментальных пар подтвердил, что конгруэнтное исполнение характеризуется формированием устойчивых визуальных паттернов, тогда как неконгруэнтное демонстрирует их отсутствие.

Предложенный подход может служить основой для разработки упрощенной методики оценки ритмической точности танцевального исполнения. В условиях цифровой трансформации образовательных процессов и повышения требований к объективности оценочных инструментов разработанный метод приобретает особую практическую значимость, предлагая баланс между доступностью реализации и достоверностью получаемых результатов.

Разработанный метод может найти применение в системе подготовки танцоров как дополнительный инструмент для самоконтроля и коррекции ошибок. Практическая значимость работы заключается в создании основы для внедрения в учебный процесс хореографических школ и студий доступного инструментария объективной оценки ритмической точности, не требующего приобретения дорогостоящего оборудования или специализированного программного обеспечения.

Перспективы дальнейших исследований связаны с автоматизацией процесса анализа спектрограмм, а также с расширением экспериментальной базы для проверки эффективности метода на различных танцевальных стилях и уровнях подготовки исполнителей.

Список использованных источников:

1. Audio Cutter — обрезка аудиофайлов и удаление вокала // Электронный ресурс — URL: <https://vocalremover.org/ru/cutter>
2. Audio Alter — изменение громкости и создание спектрограмм // Электронный ресурс — URL: <https://audioalter.com/volume>
3. Carve.photos — удаление фона изображений // Электронный ресурс — URL: <https://carve.photos/upload>
4. BatchTools — наложение изображений // Электронный ресурс — URL: <https://batchtools.pro/ru/overlay> - наложение спектрограмм