

Osu! как естественная лаборатория для исследования сенсомоторных и когнитивных возможностей человека: нейрокогнитивный анализ и методологическая база

osu!science

Сообщество по исследованию когнитивных показателей

18 ноября 2025 г.

Аннотация

Игра *osu!* существует почти 18 лет и насчитывает миллионы игроков по всему миру, что делает её уникальной средой для исследования сенсомоторных и когнитивных возможностей человека. В отличие от большинства видеоигр, *osu!* в основном детерминирована: успешность определяется скоростью визуальной обработки, точностью попаданий, ритмической синхронизацией и моторной выносливостью. В статье представлен обзор нейрокогнитивных процессов, анализируются ограничения текущей системы рейтинга (рр) и предлагается методологическая база для масштабных исследований с участием сообщества.

1 Введение

Вideoигры предоставляют богатые данные о поведении: миллионы игроков, повторяющиеся задачи и долгосрочные тренировки. Однако только некоторые игры позволяют изучать чистые когнитивно-моторные процессы, поскольку многие жанры включают стратегию, командную работу и элемент случайности.

Osu! (2007) — редкая цифровая среда, где главным измеряемым фактором является *механическое мастерство*: точность и скорость реакции на сенсорные стимулы. Карты полностью воспроизводимы, события записываются с миллисекундной точностью, а внут-

ренняя мотивация (ранк, рр) обеспечивает длительное вовлечение. Это делает *osu!* естественной лабораторией для изучения:

- пределов психомоторной скорости;
- координации глаз-рука;
- ритмической синхронизации и предсказания;
- долгосрочных кривых обучения и плато.

2 Актуальность и значимость

2.1 Почему *osu!* уникальна

1. **Детерминированность:** карты полностью воспроизводимы; нет случайности.

2. **Высокая временная точность:** измерения происходят с точностью до миллисекунд.
3. **Чистота механики:** минимальное влияние стратегии или случайности.
4. **Большая база данных:** игроки с многолетним опытом.
5. **Внутренняя мотивация:** соревнования и социальные стимулы обеспечивают естественную мотивацию к тренировкам.

2.2 Исследовательские вопросы

- Какие когнитивные факторы (возраст, музыкальное образование, устройство) предсказывают прогресс игрока?
- Каковы типичные траектории обучения?
- Как меняются пределы сенсомоторной скорости с опытом и возрастом?
- Можно ли построить статистически обоснованную модель для улучшения системы pp?

3 Нейрокогнитивная база игры osu!

3.1 Визуально-пространственная обработка

Функции: локализация объектов, отслеживание движения, предсказание траектории.
Отделы мозга: затылочная кора (V1–V5), задняя теменная кора (PPC), MT/V5.

3.2 Планирование и выполнение движений

Функции: формирование моторной программы, инициация движения, координация руки и пальцев. **Отделы мозга:** первичная

моторная кора (M1), SMA, премоторная кора, мозжечок, базальные ганглии.

3.3 Аудитивно-моторная синхронизация

Функции: обнаружение ритма, предсказание интервалов, синхронизация движений с ритмом. **Отделы мозга:** слуховая кора, слухо-моторные пути, мозжечок.

3.4 Исполнительные функции и рабочая память

Функции: мониторинг ошибок, переключение внимания, краткосрочное удержание паттернов. **Отделы мозга:** DLPFC, ACC.

3.5 Сенсомоторная интеграция

Интеграция визуальных и аудиальных стимулов с моторными командами осуществляется через парието-моторные пути и мозжечок.

4 Измеряемые когнитивные функции

- Скорость обработки: среднее время реакции, дисперсия по попыткам.
- Визуальная точность: среднее отклонение курсора от цели.
- Ритмическая стабильность: стандартное отклонение временных ошибок.
- Моторная частота: частота нажатий (Hz).
- Выносливость: изменение точности в течение длинных карт.
- Предсказательная способность: предсказуемость движения курсора.

5 Система pp: проблемы и пути улучшения

5.1 Ограничения текущей системы

- Веса и эвристики настроены эмпирически;
- Сильная зависимость от популярности карт;
- Смешение различных навыков (aim, reading, speed) без их разделения;
- Отсутствие валидации по независимым когнитивным тестам.

5.2 Направления для научной валидации

1. Определение ключевых метрик;
2. Факторный анализ для выявления скрытых компонентов;
3. Регрессионное моделирование для предсказания экспертного уровня;
4. Кросс-валидация и использование внешних тестовых наборов.

6 Методология масштабного исследования

6.1 Цели

- Изучение корреляции демографических факторов и когнитивных функций с результатами игроков;
- Кластеризация траекторий обучения;
- Верификация нейрокогнитивной модели pp;
- Исследование влияния зоны планшета на производительность.

6.2 Сбор данных

Опрос: возраст, пол, год начала игры, устройство, зона планшета, стиль игры, недельное время, музыкальный опыт, согласие на участие. API и replays: история pp, ранги, точность, отклонения попаданий.

6.3 План анализа

- Описательная статистика: распределения, корреляции, кривые индивидуального прогресса;
- Кластеризация траекторий: функциональный анализ данных или DTW + кластеризация;
- Моделирование роста: смешанные эффекты;
- Предсказание: модели ML (random forest, XGBoost);
- Анализ удержания: Kaplan–Meier, Cox proportional hazards.

7 Этика

Обязательное информированное согласие, анонимизация, право на удаление данных, прозрачность методов.

8 Инструменты

Python (pandas, scikit-learn), R (lme4, survival), визуализация matplotlib/ggplot2.

9 Обсуждение и перспективы

Разработка объективной pp-модели, долгосрочное изучение плато и регрессий, анализ кривых сенсомоторного развития с возрастом, экспериментальные тренировки.

10 Заключение

Детерминированная механика, высокая временная точность и массовая аудитория делают *osu!* уникальной лабораторией для изучения сенсомоторных и когнитивных функций человека.

Список литературы

Список литературы

- [1] Goodale, M.A., Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*.
- [2] Shadmehr, R., Wise, S.P. (2005). *The Computational Neurobiology of Reaching and Pointing*. MIT Press.
- [3] Ivry, R., Spencer, R.M. (2004). The neural representation of time. *Journal of Cognitive Neuroscience*.
- [4] Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*.
- [5] Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., Winner, E. (2005). Effects of music training on the brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*.