

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНШЕТА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ РУК

Аврунин О.Г., Селиванова К.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, кафедра биомедицинской инженерии,
тел. (057) 702-13-64, e-mail: bykh@kture.kharkov.ua

This paper describes a method for computer-based testing of fine motor skills leading hand using a graphics tablet. A technique for estimating the level of development of fine motor hand. The basic parameters that serve as criteria for performance evaluation methodology. Testing included a execution of 20 templates tasks - drawing straight lines of different lengths with different angle of away protection and spatial orientation. A computer program automatically records the number of scanned, correctly executed, missed, wrongly executed job templates. The research results were compared to establish the reliability of the data and control performance standards. Assessment of the quality of the tests carried computer processing of the results of testing using a program that allows to determine the level of development of motor skills based on quantitative assessments.

Введение. Одним из средств, дающим возможность исследовать индивидуальные особенности мелкой моторики рук комплексно, является цифровой графический планшет (или дигитайзер). Данное устройство служит для ввода рисунков от руки непосредственно в компьютер. Состоит оно из пера (или стилуса) и плоского планшета, чувствительного к нажатию или близости пера. Работа с графическим планшетом (ГП) обеспечивает развитие мелкой моторики рук, так как навигация пером удобна, точна и эргономична – мышцы кисти и руки в целом всегда расслаблены, пальцы и ладонь в движении. Перо – естественный инструмент для человеческой руки, поэтому работа с ним удобна для пользователя. Также на развитие моторики влияют те факты, что от силы нажатия на перо увеличивается или уменьшается интенсивность линии. Принцип работы ГП прост (рис. 1): необходимо взять в руку перо и, глядя на экран, рисовать стилусом по поверхности дигитайзера. В это время на экране перемещается курсор, в точности повторяя движения кончика пера. Дигитайзер обрабатывает не только перемещение пера по горизонтали и вертикали, но и чувствует силу нажатия, от чего зависит толщина проведенной линии [1].

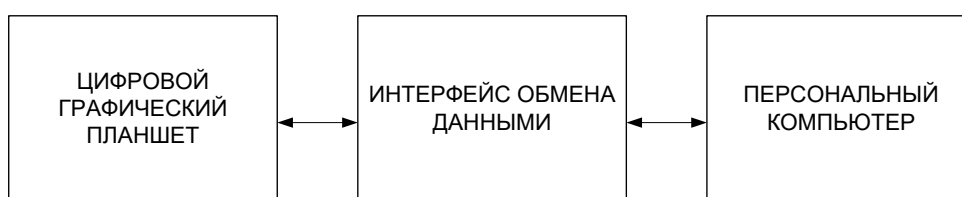


Рисунок 1 – Схематическое отображение принципа взаимодействия графического планшета с компьютером

В последнее время наблюдается увеличение числа людей с теми или иными двигательными нарушениями моторной сферы, имеющими различные причины их возникновения. Поэтому остается весьма актуальной задача выявления на ранних этапах возможных затруднений мелкой моторики. Для этого должны быть разработаны методы тестирования тонкой моторики, которые позволят объективно оценить уровень развития двигательных навыков. Исходя из выше сказанного, целью данной работы является разработка метода автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей мелкой моторики рук с использованием цифрового графического планшета.

Физиологические особенности тонкой моторики рук. У каждого человека свойства мелкой моторики индивидуальны, к которым относятся почерк, игра на музыкальных инструментах, манера рисования на бумаге ручкой и устройством («мышь») на компьютере, и т.д. [2, 4]. В процессе мануальной деятельности – письма, рисования, печатания длинного текста, у людей часто возникают сбои моторной сферы. Многие двигательные расстройства проявляются в виде различных нарушений мелкой моторики при продолжительных тонических движениях. В ходе длительного выполнения заданий, часто наблюдается утомляемость мышц ведущей руки (рис. 2) и синкинезии – результат недостаточной дифференцированности движений, когда при совершении требуемого действия включаются «ненужные» для его выполнения мышцы [2]. Изучение таких двигательных отклонений является особо важным для определения патологий моторной деятельности.



Рисунок 2 – Наглядная картина повышенной утомляемости руки

Сущность работы. Для оценивания индивидуальных особенностей графических навыков ведущей руки было разработано специализированное программное средство, которое реализуется на обычном персональном компьютере (ПК) со стандартным цифровым графическим планшетом высокого разрешения в комплекте с беспроводным пером. Тестирование проводилось как провокационная проба перед письмом и после него, представляя собой доклинические испытания. Для объективности оценивания уровня развития мелкой моторики ведущей руки, каждому испытуемому предоставлялась возможность тренировки с техническим средством. Каждый человек проходил испытание индивидуально в абсолютно одинаковых условиях тестирования, предложенные графические задания выполнялись самостоятельно и технически правильно. Тестирование включало в себя выполнение 20 шаблонов заданий – рисование прямых линий различной длины с разным углом наклона и пространственной ориентацией. Это должно удовлетворять следующим техническим требованиям: высокая контрастность цветовой гаммы, средняя (не утомляющая зрение) яркость экрана, оптимальная продолжительность выполнения одного задания – одна минута. Компьютерная программа автоматически регистрирует число просмотренных, правильно выполненных, пропущенных, ошибочно выполненных шаблонов заданий. На рисунке 3 изображен интерфейс разработанного программного средства, где заносятся анкетные данные о каждом участнике эксперимента, сведения о его ведущей руке и жалобы по состоянию здоровья [1, 3].

Для определения уровня развития тонкой моторики ведущей руки результаты тестирования оценивались по характеру и длине, угла наклона, отклонение и правильности рисования линий, при этом регистрировалось время и точность выполнения заданий.

Результаты исследований сравнивались между собой для установления достоверности данных и контроля показателей нормы, при этом учитывался опрос испытуемых.

Продолжительность выполнения одного задания – 1 минута. Время, потраченное на рисование одной линии, зависит от ее исходной длины. Чем больше длина заданной

прямой, тем больше времени понадобится испытуемому на выполнение теста. При этом регистрируются такие показатели: время выполнения каждого теста, длина исходной и экспериментальной линии, количество правильно выполненных и с некоторыми техническими неточностями заданий, число пропущенных тестов, при этом отображаются в графическом виде сила нажима и отклонение координат прямых. Таким образом, время тестирования одного участника эксперимента в среднем составляет не более 10 минут, с учетом того, что некоторые испытуемые достаточно медленно выполняют тест [1].

Рисунок 3 – Интерфейс разработанного программного средства для проведения тестирования тонкой моторики участников эксперимента

На рисунке 4 изображены результаты тестирования в норме на примере одного участника эксперимента. Из рисунка видно, что задание выполнено технически неверно, но соблюдены угол наклона и длина прямой, сила нажима практически одинаковая, что свидетельствует о высоком уровне развития графических навыков. Данный испытуемый во время тестирования выполнил 18 заданий технически верно и 2 задания – с некоторыми неточностями. Полученные результаты тестов находятся в пределах нормы, что было подтверждено дальнейшей компьютерной обработкой.

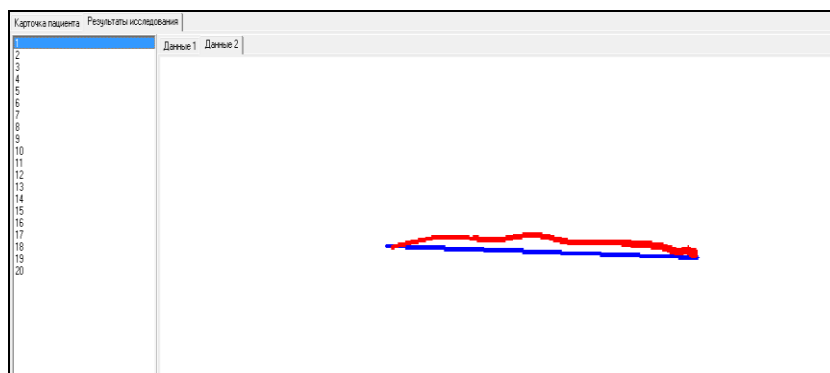


Рисунок 4 – Результат выполнения первого задания на примере одного из участников тестирования (синяя линия – исходная, красная – экспериментальная)

На рисунке 5 показана автоматизированная оценка результатов тестирования испытуемого на примере обработки одного из 20 шаблонов заданий. На первом графике отображается сила нажима беспроводным пером при рисовании, на втором и третьем – отклонения координат x и y исходных линий от экспериментальных.

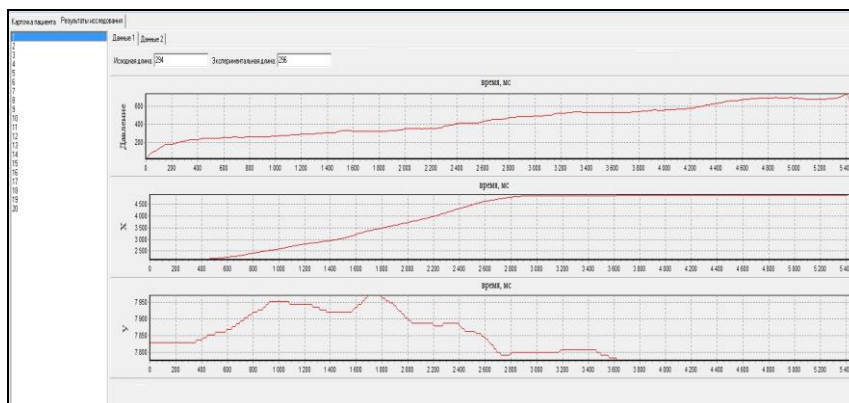


Рисунок 5 – Анализ результатов тестирования участника эксперимента в графическом виде

При наблюдении за выполнением тестов у данного испытуемого не было обнаружено синкинезий и мышечной утомляемости, отсутствовали какие-либо жалобы по состоянию здоровья, которые могли бы стать предпосылками возникновения тремора или других двигательных нарушений. Как видно на рисунке 5, сила нажима небольшая и контролируемая, постепенно возрастает, что свидетельствует об отсутствии двигательных нарушений. Отклонение координаты x исходной прямой от экспериментальной носит характер резкого возрастания, а отклонение координаты y – скачкообразное, что является небольшим отклонением, в силу того, что задание выполнено с техническими неточностями. На выполнение данного задания испытуемый потратил 5,4 с. Среднее время выполнения одного задания составляет 10,78 с, максимально потраченное время – 18 с, а минимальное – 3,5 с. Длина исходной линии составляет 294 пикселя, а экспериментальной – 296, разница между длинами прямых составляет 2 пикселя, что говорит о точном результате. Таким образом, проанализировав все параметры, уровень развития мелкой моторики данного человека – высокий.

Выводы. На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что предложенный метод автоматизированного тестирования позволяет провести качественный и количественный анализ индивидуальных особенностей тонкой моторики рук. Для этого было разработано специализированное программное средство, которое выполняет оценку уровня развития мелкой моторики.

Перспективой работы является использование модели графических планшетов чувствительных к рисованию пальцами и разработки соответствующего программного средства, реализующего оценку и анализ экспериментальных исследований.

Список литературы.

[1] Аврунин О.Г., Селиванова К.Г. Разработка метода автоматизированного тестирования мелкой моторики ведущей руки на графическом планшете / О.Г. Аврунин, К.Г. Селиванова // Прикладная радиоэлектроника, 2013. – Том 12, №3. – С. 459-465.

[2] Григал П.П., Хорсева Н.И. Десятипальцевый хаотичный теппинг: возрастные особенности мелкой моторики руки детей // Труды МФТИ, том 1, №1, 2009, с. 46-52.

[3] Селиванова К.Г. Методика исследования индивидуальных особенностей тонкой моторики кистей рук / К.Г. Селиванова // Медицинские приборы и технологии: международный сборник научных статей, 2013. – Выпуск 5. – С. 178-181.

[4] Хорсева Н. И., Захарова И. Е. Психофизиологические показатели как критерий оценки эффективности коррекционной работы логопеда // Горизонты образования, 2011 – № 3 (33), С. 87-92.