

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СБОРА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КООРДИНАЦИИ У ДЕТЕЙ

Глушаченко Н. С., Деменковец Д. В., Аносов В. С.
Кафедра программного обеспечения информационных технологий,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Учреждение здравоохранения «6-я городская клиническая больница»
Минск, Республика Беларусь
E-mail: nglushachenko1@gmail.com, Demenkovets@bsuir.by, Aviktor8@gmail.com

В докладе описываются функциональные возможности программного комплекса для обработки и визуализации данных, полученных аппаратным комплексом в ходе исследования координации детей с нарушениями вестибулярного аппарата.

ВВЕДЕНИЕ

Нарушения опорно-двигательного аппарата у детей являются актуальной проблемой, требующей комплексного подхода к реабилитации. В отличие от взрослых, большинство ортопедических нарушений детского возраста поддаются коррекции лечебной физической культурой. Низкая заинтересованность детей в качественном выполнении однотипных упражнений резко снижает эффективность лечения и реабилитации.

Одним из решений в этой области является использование координационно-реабилитационного комплекса, который в «игровой форме» применим для лечения и профилактики динамических ортопедических нарушений стоп и позвоночника, реабилитации после перенесенных травм, тренировки вестибулярного аппарата, координации, равновесия и анализа динамики реабилитации и восстановления у детей.

Использование программно-аппаратного комплекса предоставляет возможность сбора и анализа данных. Полученные данные позволяют оценить клиническую эффективность применяемых методик и индивидуально адаптировать программу реабилитации.

I. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ СБОРЕ ДАННЫХ

Аппаратный комплекс представляет собой блок, встраиваемый в балансировочную платформу. Платформа с установленным на нее аппаратным комплексом изображена на рисунке 1.

Для связи с программным комплексом был использован протокол TCP, обеспечивающий гарантированную доставку данных без потерь. За сетевое взаимодействие отвечает отдельный Wi-Fi модуль. При этом, конфигурирование балансировочного диска может выполняться при помощи мобильного телефона. IP адрес, выделенный устройству, дополнительно отображается на OLED дисплее.



Рис. 1 – Балансировочный диск с аппаратным комплексом

Сбор данных осуществляется при помощи акселерометра, измеряющего углы наклона по трем осям: крену, тангажу и рысканию – трем углам поворота, соответствующим трём углам Эйлера, которые задают ориентацию объекта относительно нормальной системы координат (относительно его центра инерции по трём осям) [1].

Для обеспечения корректного отображения данных между разными разрешениями экрана, вычисляемые числовые характеристики рассчитываются только в углах наклона балансировочной платформы. Вычисления в оконных координатах приведут к непереносимости результатов. Угловые координаты не связаны с разрешением экрана пользователя и зависят только от заранее зафиксированных углов наклона диска [2].

При анализе используются как все 3 угла, так и попарные комбинации углов. Для графического представления в двумерном пространстве необходимо спроецировать пары углов на экран средства просмотра. В случае анализа нарушений опорно-двигательного аппарата интерес представляют наклон по горизонтальной и вертикальной осям балансировочного диска [2].

II. АНАЛИЗИРУЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И АЛГОРИТМЫ ИХ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

При исследовании нарушений опорно-двигательного аппарата возникает необходимость анализировать способность испытуемого изменять угол наклона балансировочного диска не

теряя равновесия [3]. В связи с этим в процесс сбора данных были добавлены целевые области, которые должен достичь испытуемый. Следующая целевая область устанавливается при установлении испытуемым равновесия в текущей.

Зная угловые координаты и учитывая, что данные от балансировочного диска приходят через равные промежутки времени, возможно рассчитать частоту пребывания точки в заданном диапазоне координат экрана. Для этого необходимо выполнить перевод в полярную систему координат [4]. Разделив круг на заданное число сегментов, можно рассчитать число точек, попадающих в каждый диапазон углов. Это количество можно интерпретировать как интенсивность пребывания испытуемого в определенном положении. Для визуализации интенсивности строится диаграмма.

При построении программным путем диаграмма представляется как многоугольник. Алгоритм построения заключается в следующем: задается радиус диаграммы, далее рассчитывается угол центра сегмента, в котором балансировочная платформа находилась чаще всего. Под этим углом выполняется построение точки многоугольника. Расстоянием от центра до точки многоугольника принимается радиус. Далее на основании радиуса и угла точки вычисляются ее оконные координаты. Для оставшихся областей аналогично рассчитывается их угловой центр, однако вместо радиуса расстоянием принимается произведение радиуса на отношение числа точек в данной области к числу точек в области с наибольшей частотой. Таким образом формируется прямая зависимость радиуса от числа точек, что позволяет визуализировать интенсивность.

Подобная диаграмма строится для каждой целевой области(мишени) отдельно, считая отклонения от ее центра. Для этого центр координат переносится в центр мишени и вычисляются полярные координаты относительно этого центра. Это позволяет получить углы отклонения. При этом возникает необходимость отсекаать точки, которые находятся внутри области, то есть имеют полярный радиус, меньший, чем некоторый заранее заданный минимум. Для этого используется полярный радиус [4]. Точки с радиусом меньшим, чем радиус области, не учитываются при формировании диаграммы.

Пример построенной по описываемому алгоритму диаграммы изображен на рисунке 2. На указанном примере можно заметить, что чаще всего балансировочный диск был смещен в III координатную четверть относительно центра целевой области, а сама целевая область находилась на границе I и IV координатных четвертей.

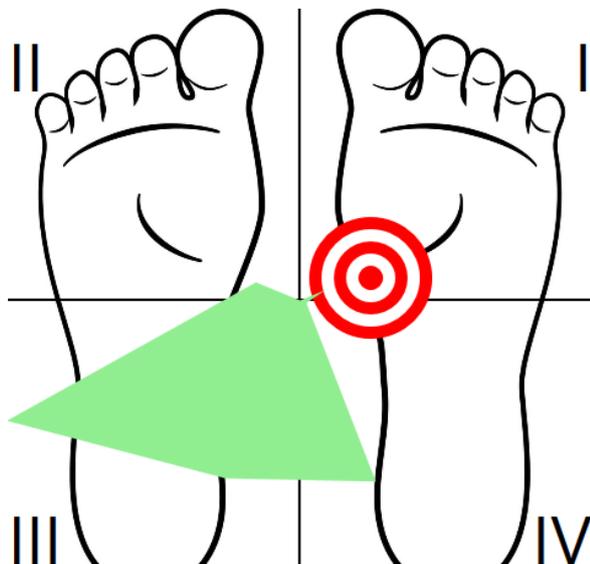


Рис. 2 – Пример построенной диаграммы по координатным четвертям

Помимо анализа углов наклона балансировочного диска была реализована возможность анализа характера движения испытуемого при сборе данных. С этой целью выполняется вычисление скорости сближения с целевой областью. Эта скорость представляет собой отношение пройденного пути ко времени движения. При этом углы наклона никак не связаны с разрешением экрана и позволяют наиболее точно измерить реакцию и способность менять угол наклона не теряя равновесия.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанное аппаратно-программный комплекс позволяет визуализировать численные данные, получаемые от координационно-диагностического модуля. Были выбраны требуемые для диагностики числовые характеристики, реализованы алгоритмы их расчета и графического представления. Эти данные могут в дальнейшем быть использованы при оценке нарушений опорно-двигательного аппарата и вестибулярной системы у детей.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Углы Эйлера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://old.bigenc.ru/physics/text/4940239>. – Дата доступа: 20.10.2024.
2. Способ сбора данных при использовании координационно-реабилитационного комплекса для исследования координации детей с нарушением опорно-двигательного аппарата / Глушаченко Н. С., Деменковец Д. В., Куйко Н. С // Компьютерные системы и сети : сборник статей 60 -й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22 –26 апреля 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2024. – С. 710–715.
3. Гаже П.-М., Вебер Б., Постурология. Регуляция и нарушения положения тела человека. – 2008. – С. 113–139.
4. Полярная система координат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/poliarnaia-sistema-koordinat-631683>. – Дата доступа: 20.10.2024