

E-mail: neurokib@mail.ru.
95, Kirova, Vladivostok, 690950, Russia, Phone: (4232)313395.
Assistant professor, Cand. Bio. Sc.

Лебедев Юрий Альбертович

Международный научно-исследовательский центр Арктика ДВО РАН.
E-mail: neurokib@mail.ru.
690950, г. Владивосток, ул., Кирова, 95, тел.: (4232)313395.
Инженер.

Lebedev Yuriy Albertovich

Research Center "Arctica", Far Eastern Branch of Russian Academy of Science.
E-mail: neurokib@mail.ru.
95, Kirova, Vladivostok, 690950, Russia, Phone: (4232)313395.
Engineer.

Рыбченко Александр Алексеевич

Международный научно-исследовательский центр Арктика ДВО РАН.
E-mail: neurokib@mail.ru.
690950, г. Владивосток, ул., Кирова, 95, тел.: (4232)313321.
Заведующий лабораторией, д.т.н.

Rybchenko Alexander Alekseevich

Research Center "Arctica", Far Eastern Branch of Russian Academy of Science.
E-mail: neurokib@mail.ru.
95, Kirova, Vladivostok, 690950, Russia, Phone: (4232)313321.
Laboratory head, Doc. Eng. Sc.

Короченцев Владимир Иванович

Институт радиоэлектроники, информатики и электротехники Дальневосточного государственного технического университета.
E-mail: vkoroch@mail.ru.
690950, Владивосток, Ахакровский переулок, 3а, тел.: (4232)450982.
Заведующий кафедрой, д.ф.-м.н.

Korochentsev Vladimir Ivanovich

Far Eastern National Technical University, Institute of Radio electronics, Information Science and Electrical Engineering.
E-mail: vkoroch@mail.ru.
3a, Achakovsky pereulok, Vladivostok, 690950, Russia, Phone: (4232)450982.
Head of Department, D. Ph.-M. Sc.

УДК 612.76

М.П. Шестаков, А.А. Кашеев

ОБУЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗА

Цель работы состояла в разработке системы для изучения функций управления движениями спортсменов. Система позволяет обосновать теоретические предположения о механизмах обучения управлению на примере следящих движений.

Стабилометрия; следящие движения; обучение движениям.

M.P. Shestakov, A.A. Kascheev

LEARNING MOVEMENT CONTROL ON THE BASE OF PROGNOSIS

This article describes a system intended for examination of movement control functions in athletes. The system permits to substantiate theoretical hypotheses on the mechanisms of learning movement control with the help of tracing movements used as an example.

Stabilometry; tracing movements; learning movements.

В работе изложены правила представления знаний о структуре механических действий человека, необходимых для управления движением, рассмотрены вопросы генерации и обучения искусственных нейронных сетей и их использование для аппроксимации данных и прогноза. Приведены примеры практического использования модели основанной на использовании искусственной нейронной сети для автоматической обработки и прогнозирования движений человека.

Цель работы состояла в разработке и дополнении имеющихся моделей системы управления движениями человека. Разработка системы реализующей блок обработки данных для улучшения возможностей изучения функций управления движениями в человеческом организме.

Методика исследования. Работа по тестированию состояния системы управления движениями включает в себя проведение оценки системы управления движениями с использованием биомеханического стенда на основе инструментальной методики – стабилоанализатор компьютерный «Стабилан-01» с биологической обратной связью (ОКБ «Ритм», г. Таганрог). Модуль пробы с эвольвентой предназначен для проведения стабилотографической пробы, в процессе записи которой пациент должен двигаться по кривой, называемой «эвольвента». Траектория эвольвенты представляет собой раскручивающуюся кривую из центра до определенной амплитуды, несколько кругов по амплитуде, а затем сворачивание в центр. Испытуемый должен удерживать свой красный маркер на зеленом. Зеленый маркер двигается сначала по раскручивающейся эвольвенте в выбранном направлении, затем двигается заданное количество кругов без изменения амплитуды и в конце двигается по сворачивающейся эвольвенте в центр. Анализируется суммарная и средняя ошибки слежения по каждому направлению (фронтали и сагиттали).

Следящие движения как модели произвольной двигательной активности, этот класс движений выделяется по признакам очевидной связи между существенными показателями некоторого внешнего объекта и перемещениями всего тела или отдельных кинематических цепей человека, включенного в процесс следящей активности.

В связи с индивидуальностью стабилотограмм для каждого из испытуемых возникла необходимость использования системы, которую также возможно индивидуально «обучать» и была выбрана система, основанная на нейронных сетях.

Использование систем, сделанных на основе нейронных сетей, позволяет применять модель, индивидуально обученную для каждого пациента, тем самым аппроксимация и прогноз его действий осуществляется более точно и детально и появляется возможность сравнивать результаты, полученные при тестировании разных групп людей: разных возрастов, тренированности и т.д.

Для решения задачи контроля обучения строится модуль, использующий искусственную нейронную сеть.

Данный модуль взаимодействует с компьютерным стабиланализатором «Стабилан» с биологической обратной связью (ОКБ «Ритм», г. Таганрог). Для реализации модуля использовалась технология .Net. Приложение написано на языке С#.

Для реализации нейронных сетей использовалась библиотека, написанная на языке С# с открытым исходным кодом.

В данной работе использовалась сигмовидная функция активации, чтобы уменьшить влияние резких изменений входных данных и нормализовать результаты работы нейронной сети. Для этого пришлось нормализовать входные и выходные данные, необходимые для обучения сети, в интервале $[0, 1]$.

Результаты. При апробации разрабатываемого подхода проведены экспериментальные работы. Анализ результатов показывает, что предлагаемый подход позволяет определять характерные особенности выполнения конкретных движений, так называемый «почерк». «Почерк» движения в нашем случае понимается как определение характерных для каждого испытуемого проявлений при выполнении стандартных произвольных движений, фиксируемых внешним наблюдателем с помощью объективных средств регистрации и позволяющих идентифицировать этого испытуемого.

На двигательный почерк при выполнении многозвенной биомеханической системой стандартных заданий оказывает влияние скорость и амплитуда выполнения движения.

В качестве двигательного задания нами было выбрано выполнение движения на месте при стоянии человека на стабилметрической платформе, заключающееся в синхронном отслеживании перемещения маркера общего центра давления испытуемого относительно задающего круговую траекторию маркера на экране компьютера, расположенного перед его глазами (рис. 1).

При прохождении данного тестирования обучение испытуемого происходит постепенно и через определенное время он заметно лучше следит за маркером. В связи с этим ставится проблема контроля процесса обучения для распознавания связей между восприятием движения маркера и нервной системой, подающей сигнал телу человека. После чего появляется возможность внесения корректировок в движение маркера на экране для улучшения качества и скорости процесса обучения.

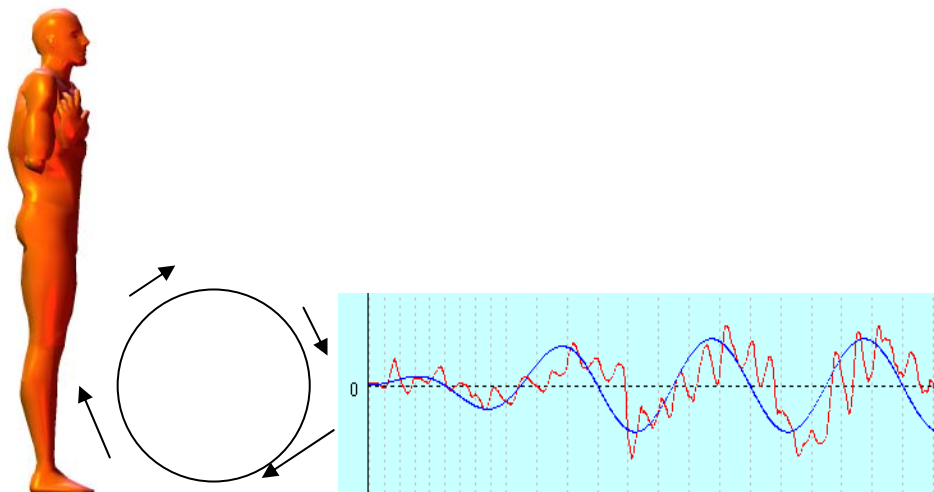


Рис. 1. Пример записи развертки круга:

Синяя линия – заданная траектория; красная – движение ОЦД испытуемого

После проведения процедуры обучения блок искусственной нейронной сети позволял получать рисунок с индивидуальными особенностями (отклонениями) от заданного шаблона движения. После введения поправки на экран монитора испытуемого выдавался «исправленный» сигнал, отражающий процесс обучения.

Заключение. Разработка модели, представленная в данной работе, позволяет обосновать теоретические предположения о механизмах обучения управлению целенаправленными движениями человека на примере следящих движений. Рассмотренный подход может быть реализован при подготовке спортсменов различных видов спорта, в особенности сложно-координационных, требующих повышенных требований к технике выполнения упражнений, а также в области восстановительной и спортивной медицины.

Шестаков Михаил Петрович

Российский государственный университет физической культуры, спорта и туризма.
E-mail: mshtv@mail.ru.
105122, г. Москва, Сиреневый б-р, 4, тел.: (499)1664463.
Лаборатория спортивной кибернетики НИИ спорта зав. лаб., д.п.н., профессор.

Shestakov Mikhail Petrovich

Russian State University of Physical Education.
E-mail: mshtv@mail.ru.
4, Sirenevyi blvd, Moscow, 105122, Russia, Phone: (499)1664463.
Sport Cybernetics Lab, Science Research Institute, head of Lab., Professor, Doctor of Science.

Кащеев Александр

Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского «МАТИ».
E-mail: alkash_87@mail.ru.
109240, г. Москва, Берниковская набережная, д.14.
Магистрант.

Kascheev Alexander

Russian State Technological University named after K.E.Tsiolkovsky MATI.
E-mail: alkash_87@mail.ru.
14, Bernikovskiy quay, Moscow, 109240, Russia.
Master student.

УДК 612.76

А.М. Овечкин, А.Д. Степанов, Д.Р. Черенков, М.П. Шестаков

**ВЛИЯНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ НА
ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ХОККЕИСТОВ**

В работе приводятся результаты сравнительного анализа тестирования координационных способностей высококвалифицированных хоккеистов различного амплуа. Также проводится сравнение данных стабиллометрических исследований хоккеистов и футболистов.

Стабиллометрия; спортивные игры; координация.