

ренции стран в олимпийских соревнованиях по плаванию. Ведущие позиции удерживает сборная команда США, а сборная команда России не выдерживает нарастания конкуренции. Как правило, не более 20÷25% финальных заплывов в бассейне заканчивается установлением мировых рекордов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Н.И. Историографический анализ рекордов в плавании / Н. И. Волков // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 7. – С. 31-37.
2. Грец, И.А. Различия в темпах роста мировых рекордов и их устойчивость в отдельных дисциплинах плавания у мужчин и женщин / И. А. Грец // Вестник спортивной науки. – 2012. – № 1. – С. 5-10.
3. Грец, И.А. Сравнительный анализ показателей мировых рекордов мужчин и женщин в отдельных видах плавания / И. А. Грец // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2012. – № 1 (83). – С. 46-49.
4. Попов, А.В. Эволюция средств и методов тренировки и рекордных достижений в спортивном плавании // А.В. Попов, Л.И. Таран, Л.В. Партыка // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 3. – С. 22-25.
5. Попов, О.И. Эргометрический анализ динамики мировых рекордов в спортивном плавании на протяжении XX века // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии. – Москва : [б. и.], 1997. – Т. 1. – С. 129-136.

REFERENCES

1. Volkov, N.I. (1997), "Historiographical analysis of records in swimming", *Theory and practice of physical culture*, No. 7, pp. 31-37.
2. Grets, I. A. (2012), "Differences in growth rate of world records and stability in certain disciplines of swimming for men and women", *Sports Science Bulletin*, No. 1, pp. 5-10.
3. Grets, I. A. (2012) "Comparative analysis of world records of men and women in different kinds of swimming", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 1, Vol. 83, pp. 46-49.
4. Popov, A.V., Taran, L.I. and Partyka L.V. (1997) "Evolution of means, training methods and record achievements in sports swimming", *Theory and practice of physical culture*, No. 3, pp. 22-25.
5. Popov, O.I. (1997) "Ergometric analysis of the dynamics of world records in competitive swimming throughout the XX century", *The Jubilee collection of works of scientists training, dedicated to the 80th anniversary of the Academy*, Moscow, Vol. 1, pp. 129-136.

Контактная информация: tmyas@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 28.09.2016

УДК 796/799

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СПОРТЕ (АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ ЗА 2010-2016 ГГ.)

Сергей Викторович Нопин, кандидат технических наук,

ООО НМЦ Аналитик, Научно-методический центр Аналитик, Омск,

Юлия Владиславовна Корягина, доктор биологических наук, профессор,
Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск

Аннотация

Целью работы явилось выявление актуальных инновационных разработок и технологий ведущих научных лабораторий мира по использованию искусственного интеллекта и информационных технологий в подготовке спортсменов высокого класса. Результаты показывают, что зарубежные специалисты используют элементы искусственного интеллекта для решения задач спортивной ориентации и отбора, биомеханики, в системах анализа спортивного видео, для оптимизации тренировочного процесса. В дополнение к цифровым и статистическим методам, методы нейронных сетей, интеллектуального анализа данных, нечеткой логики, распознавания, оказались перспектив-

ными методами оценки и получения информации в спорте.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информационные технологии, спорт.

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INFORMATION SYSTEMS IN SPORT
(ANALYSIS OF INNOVATION RESEARCHES OF THE FOREIGN LABORATORIES
FOR 2010-2016 YEARS)**

*Sergey Viktorovich Nopin, the candidate of technical sciences,
Scientific-methodical Center Analyst, Omsk,*

*Julia Vladislavovna Koriagina, the doctor of biological sciences, professor,
Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk*

Annotation

The aim of the work is to identify the current innovative developments and technologies of the leading research laboratories in the world regarding the use of the artificial intelligence and information technologies for the preparation of high-class athletes. The results show that foreign experts use artificial intelligence solutions for sports orientation and selection of tasks, biomechanics, in sports video analysis systems, or to optimize the training process. In addition to the digital and statistical methods, the methods of neural nets, data intelligence analysis, fuzzy logic, and pattern recognition were promising methods of the assessment and information acquiring in sports.

Keywords: artificial intelligence, information technology, sports.

ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект происходит от имитаций человеческих действий и способностей, таких как мышление и обучение. Он включает в себя идею разработки так называемых интеллектуальных агентов или машин, которые также способны приобретать, моделировать и использовать знания, аналитические способности и профессиональные навыки для общей цели. Разработка и внедрение инновационных систем на основе самых современных информационных и коммуникационных технологий в сочетании со сложными методами обработки становятся все более важными для мгновенного сбора, передачи, хранения, а также анализа данных датчиков в спорте.

Основанием для выполнения настоящей работы явился Государственный контракт с Министерством спорта РФ на выполнение НИР № 484 от 25.09.2016 г.

Цель работы. Выявление актуальных инновационных разработок и технологий ведущих научных лабораторий мира по использованию искусственного интеллекта и информационных технологий в подготовке спортсменов высокого класса.

Методы и организация исследования. Осуществлялись поиск и сбор источников информации за 2010-2016 гг. (статьи, материалы конференций, тезисы докладов, журналы). Найденные источники переводились на русский язык и подвергались научному редактированию и анализу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Искусственный интеллект опирается на понятия машинного интеллекта (machine learning) и интеллектуального анализа данных (data mining). Интеграция машинного интеллекта в развитии современных спортивных информационных систем, позволяет оперативно и автоматически оценить значения параметров спортивных данных.

Интеллектуальный анализ данных использует методы машинного интеллекта для извлечения полезной информации из огромных наборов данных. Математики Мельбурнского университета (Австралия) и Немецкого спортивного университета (Германия) выполнили обзор по применению интеллектуального анализа данных в спорте [1]. Их работа состояла в том, чтобы более конструктивно соединить спорт и область интеллектуального анализа данных через: а) описание структур для классификации элитных видов спорта, и б) понимание аналитических требований к различным задачам анализа спор-

тивных результатов. Авторы также показали модель объединения требований к анализу результативности: методы интеллектуального анализа данных, технологии интеллектуального анализа данных, а также технические характеристики.

К современным методам искусственного интеллекта, используемым в спорте, относятся: ассоциативные правила, кластерный анализ, модель гауссовых смесей, алгоритмы регрессии, нейронные сети, байесовские сети, опорные векторы, алгоритм К-ближайшего соседа, методы нечеткой логики, которые используются для кластеризации, классификации, распознавания образов и прогнозирования конкретных спортивных данных, таких как последовательности движений.

В настоящее время, в частности, анализ данных с помощью алгоритмов самообучения, таких как искусственные нейронные сети все чаще обсуждается как перспективное направления применения в спортивной науке [2]. Успешные реализации нейронных сетей включают также аналитические исследования для различных оценок движения в таких видах спорта, как гольф, бейсбол и футбол или баскетбол [3-5]. Компьютерные системы с концепцией нечеткой логики, применяемые в спорте, включают в себя собранные данные от устройств с датчиками, и также рекомендуемые предложения и критерии надлежащего выполнения упражнений. Конечная цель заключается в том, чтобы объединить разработанные процедуры в компьютеризированную тренировочную систему, имеющую автоматизированную обратную связь по выполняемой методике [6].

Спортивная биомеханика. В работе исследователей университета "Джорджа Баррицу" рассматриваются тенденции использования искусственного интеллекта в спортивной биомеханике [7]. Излагаются возможные способы использования экспертных систем в качестве диагностических инструментов для оценки нарушений в спортивных движениях (технике) и представляют некоторые правила использования знаний для такой экспертной системы. Рассмотрено использование искусственных нейронных сетей в спортивной биомеханике, в первую очередь на самоорганизующихся картах Кохонена, которые наиболее широко используются при анализе техники. Многослойные нейронные сети гораздо более широко используются в биомеханике в целом.

Ученый Венского университета [2] проанализировал информацию о существующих методах распознавания и классификации паттернов движения человека. Для этой цели оказались применимы различные методы и модели, такие как нейронные сети, скрытые марковские модели или опорные векторы. Авторы обсуждают плюсы и минусы различных подходов.

В работе специалистов Венского университета [8] реализованы элементы искусственного интеллекта для автоматической оценки упражнений в тренировке с отягощением. Автором предложено внедрение системы обратной связи на основе интеграции таких факторов, как характеристики длительности, перемещения и силы движения, тем самым предлагаются наиболее подходящие упражнения. Конечная цель данной работы состояла в том, чтобы интегрировать методы автоматизации в мобильные устройства тренерской системы, обеспечивая спортсменов автоматизированной системой дающей оценки и обратную связь.

Спортивная ориентация и отбор. Ученые университета Сплита (Хорватия) разработали экспертную систему для выявления спортивных талантов [9]. Это первая экспертная система, для отбора и идентификации оптимального вида спорта, которая использует математический аппарат нечеткой логики и имеет широкий доступ через Интернет. Экспертные знания хранятся в базе данных, которая сформирована из знаний, полученных от 97 экспертов по кинезиологии. Результаты оценочной системы показали высокую надежность и корреляцию с показателями, полученными от ведущих специалистов в этой области. Текущая структура системы является модульной, что делает реализацию различных модификаций довольно простой.

Системы анализа спортивного видео. Специалисты университета Британской Колумбии (Канада) занимаются разработкой систем отслеживания и идентификации движений в спорте [10]. Отслеживание и идентификация игроков в спортивных видеоматериалах, снятых с одной камеры, которая поддерживает удаленное управление направлением и зумом имеет множество применений и является сложной задачей. Система обладает способностью обнаруживать и отслеживать несколько игроков, рассчитывает проективное преобразование между видеокадрами и площадкой, и определяет игроков. Система отслеживания основана на философии отслеживания-по-обнаружении. Система сначала локализует игроков с помощью детектора игрока, классифицирует обнаруженный объект на основе цветового тона, а затем группирует их в трассы конкретных игроков. Оценка проективного преобразования рассчитывается с помощью варианта итерированных ближайших точек. В отличие от большинства существующих алгоритмов, которые полагаются на подходящие робастные характерные точки, авторы предлагают подбирать крайние точки в двух изображениях.

Оптимизация тренировочного процесса. Специалисты политехнического университета Картахены и университета Виго (Испания) предлагают динамический программный подход для интеллектуальных платформ в беговых дисциплинах на основе марковских процессов принятия решений [11]. Авторы представили метод принятия решений для многоступенчатого сценария тренировки на основе динамической программной оптимизации, который сформулирован как марковский процесс принятия решений. Он позволяет спортсменам выполнять различные тренировочные программы с несколькими уровнями интенсивности упражнений. Для конкретного пользователя подбирается беговая трасса (нагрузка), которая оптимизирует сердечный ритм в соответствии с заранее определенной программой тренировки.

В Мидлсекском университете Великобритании разработана система планирования спортивных тренировочных сессий с помощью алгоритма ВАТ [12]. Планирование спортивной тренировки всегда было очень сложной задачей для тренеров. В соответствии с этим, они должны иметь две специфические способности: во-первых, иметь богатый опыт спортивной тренировки и во-вторых, очень хорошо знать возможности своих спортсменов. Авторы вводят новый интеллектуальный метод планирования спортивных тренировок, где тренировочные планы генерируются на цифровых компьютерах с использованием алгоритма ВАТ согласно достоверным данным, полученным от интеллектуальных спортивных часов.

Ученые университета Дикина (Австралия) и Уханьского текстильного университета (Китай) представили методы распознавания двигательной активности человека от сигналов акселерометра [13]. Авторы представили метод распознавания на основе скрытой марковской модели для распознавания шести видов повседневной деятельности человека от сенсорных сигналов, полученных с носимого на талии трехосевого акселерометра. Все тренировочные сигналы от одинакового класса активности моделируются как созданные скрытой марковской моделью, в то время как модель гауссовых смесей использовалась для моделирования непрерывного наблюдения для каждого скрытого состояния. Новый тестовый сигнал причислен к классу активности, соответствующему модели скрытой марковской модели, которая может дать самую высокую степень достоверности.

Ученые университета Оулу (Финляндия) реализовали возможность автоматического распознавания двигательной активности на смартфонах на основе данных акселерометра [14]. В отличие от большинства других исследований, были собраны не только данные, используя акселерометр смартфона, но и были реализованы модели распознавания активности в телефоне, также программно был реализован весь процесс классификации (первичная обработка, выделение признаков и систематизация). Система обучается, используя ориентацию отдельных компонентов телефона, чтобы распознать пять повседневных действий: ходьба, бег, езда на велосипеде, вождение автомобиля и сидение /

стояние, когда телефон находится в кармане брюк субъекта. Были сопоставлены два алгоритма для автоматической классификации объектов: ближайших соседей и квадратичный дискриминантный анализ.

Специалисты государственного объединения научных и прикладных исследований (Австралия) и Австралийского национального университета разработали классификацию двигательной активности при занятиях спортом для смартфонов [15]. Классификация двигательной активности с помощью мобильных телефонов полезна для определения тренировочной деятельности, при одновременной фиксации коротких периодов высокоинтенсивной тренировочной информации и захвате и архивировании необходимой тренировочной статистики для различных видов тренировки [16].

Специалист Венского университета с коллегами [17] разработал и предложил серверную мобильную тренировочную систему. Данная система предназначена для мониторинга, передачи и обработки данных производительности спортсменов с целью обеспечения обратной связи.

Специалисты политехнического университета Картахены и университета Виго (Испания) предлагают динамический программный подход для интеллектуальных платформ в беговых дисциплинах на основе марковских процессов принятия решений. [18] Они представили прототип системы для получения данных о спортсмене, окружающей среде на основе беспроводной сенсорной сети для их одновременного анализа. На основе записанных данных система управляет тренировкой спортсменов для выполнения конкретных целей. Дальнейшая работа концентрируется на внедрении интеллектуальных процедур для уведомлений через автоматически сгенерированные сообщения обратной связи. Для моделирования взаимозависимости нагрузки и эффективности спортивной деятельности будут использоваться метамоделли и анализ временных рядов.

Таким образом, зарубежные специалисты используют элементы искусственного интеллекта для решения задач спортивной биомеханики, спортивной ориентации и отбора, в системах анализа спортивного видео, для оптимизации тренировочного процесса. Следует признать, что это не простая задача, т.к. нет простых решений успешной тренировки. Даже при наличии определенной цели тренировки, методы регулирования переменных часто неизвестны. По заключениям экспертов сочетание нескольких носимых технологий является наиболее эффективным для получения доступа ко всем значимым параметрам, оптимизируя результативность спортсмена. В дополнение к цифровым и статистическим методам, методы нейронных сетей, интеллектуального анализа данных, нечеткой логики, распознавания образов оказались перспективными методами оценки и получения информации в спорте.

REFERENCES

1. Ofoghi, B., Zeleznikow, J., MacMahon, C., & Raab, M. (2013). Data mining in elite sports: a review and a framework. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 17(3), 171-186.
2. Baca, A. (2012). Methods for recognition and classification of human motion patterns—a prerequisite for intelligent devices assisting in sports activities. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(2), 55-61.
3. Bartlett, R. (2006). Artificial intelligence in sports biomechanics: New dawn or false hope. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(4), 474-479.
4. Ghasemzadeh, H., & Jafari, R. (2011). Coordination analysis of human movements with body sensor networks: A signal processing model to evaluate baseball swings. *IEEE Sensors Journal*, 11(3), 603-610.
5. Lamb, P., Bartlett, R., & Robins, A. (2010). Self-organizing maps: An objective method for clustering complex human movement. *International Journal of Computer Science in Sport*, 9(1), 20-29.
6. Novatchkov, H., & Baca, A. (2013). Fuzzy logic in sports: a review and an illustrative case study in the field of strength training. *International Journal of Computer Applications*, 71(6). – P. 8-14.
7. Ratiu, O. G., Badau, D., Carstea, C. G., Badau, A., & Paraschiv, F. (2010). Artificial intelligence (AI) in sports. In *Proceedings of the 9th WSEAS international conference on Artificial intelligence*,

knowledge engineering and data bases (pp. 93-97). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS).

8. Novatchkov, H., & Baca, A. (2013). Artificial intelligence in sports on the example of weight training. *Journal of sports science & medicine*, 12(1), – P. 27-37.

9. Papić, V., Rogulj, N., & Pleština, V. (2011). *Expert system for identification of sport talents: Idea, implementation and results*. INTECH Open Access Publisher. - <http://cdn.intechopen.com/pdfs/21253.pdf>

10. Lu, W. L., Ting, J. A., Little, J. J., & Murphy, K. P. (2013). Learning to track and identify players from broadcast sports videos. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 35(7), 1704-1716.

11. Fister, I., Rauter, S., Yang, X. S., & Ljubič, K. (2015). Planning the sports training sessions with the bat algorithm. *Neurocomputing*, 149, 993-1002.

12. Wang, J., Chen, R., Sun, X., She, M. F., & Wu, Y. (2011). Recognizing human daily activities from accelerometer signal. *Procedia Engineering*, 15, 1780-1786.

13. Siirtola, P., & Röning, J. (2012). Recognizing human activities user-independently on smartphones based on accelerometer data. *IJMAI*, 1(5), 38-45.

14. Taylor, K., Abdulla, U. A., Helmer, R. J., Lee, J., & Blanchonette, I. (2011). Activity classification with smart phones for sports activities. *Procedia Engineering*, 13, 428-433.

15. Düking, P., Hotho, A., Holmberg, H. C., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of Non-Invasive Individual Monitoring of the Training and Health of Athletes with Commercially Available Wearable Technologies. *Frontiers in physiology*, 7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4783417/pdf/fphys-07-00071.pdf>

16. Baca, A., Kornfeind, P., Preuschl, E., Bichler, S., Tampier, M., & Novatchkov, H. (2010). A server-based mobile coaching system. *Sensors*, 10(12), 10640-10662.

17. Vales-Alonso, J., López-Matencio, P., Gonzalez-Castaño, F. J., Navarro-Hellín, H., Baños-Guirao, P. J., Pérez-Martínez, F. J., ... & Duro-Fernández, R. (2010). Ambient intelligence systems for personalized sport training. *Sensors*, 10(3), 2359-2385.

Контактная информация: koru@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 28.09.2016

УДК 796.323.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЮНЫХ БАСКЕТБОЛИСТОВ ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Владимир Павлович Овчинников, кандидат педагогических наук, доцент, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (РГПУ им. А.И. Герцена), Санкт-Петербург; **Дмитрий Константинович Василевский**, кандидат педагогических наук, доцент, Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина (ЛГУ им. А.С. Пушкина), Санкт-Петербург; **Игорь Дмитриевич Посошков**, кандидат экономических наук, доцент, **Юлия Борисовна Мордвинова**, старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПб ГЭУ), Санкт-Петербург; **Елена Сергеевна Никитина**, старший преподаватель, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (РГПУ им. А.И. Герцена), Санкт-Петербург

Аннотация

Рассматриваются основные проблемы адаптации юных баскетболистов к тренировочным нагрузкам. Анализируются наиболее доступные в спортивной практике способы направленного воздействия на состояние организма баскетболистов, такие как медико-биологические, психологические и традиционные средства педагогического воздействия. На основе проведенного анализа научной и научно-методической литературы доказываем, что вопрос о снятии утомления и восстановлении функций организма спортсменов в процессе и после тяжелых физических нагрузок в настоящее время требует дальнейшего изучения. Сформулированы предложения, направленные на