ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Совершенствование тренировочного процесса в единоборствах на основе моделей ударов, разработанных методами искусственных нейронных сетей.

доцент Хасаншин Ильшат Ядыкарович

Актуальность

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

The global **sports market** reached a value of nearly **$388.3 billion in 2020**, having increased at a compound annual growth rate (CAGR) of **3.4%** since 2015.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Актуальность

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

The World Taekwondo Federation unites **206 national associations** around the world and is part of the Olympic Games program.

Martial Arts

Global market - $6 bln.

The World Karate Federation is represented in **191 countries** around the world.

In the world, more than **100 million people** are engaged in sports clubs.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Актуальность

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
при Правительстве Российской Федерации

По данным Госкомстата РФ:

Потенциальный рынок России - $150 млн.

Число занимающихся единоборствами – **1 300 000**

Тренеров по единоборствам - **12 000**

Общественных организаций единоборств - **600**

Фитнес-клубов - **4500**

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Разработки

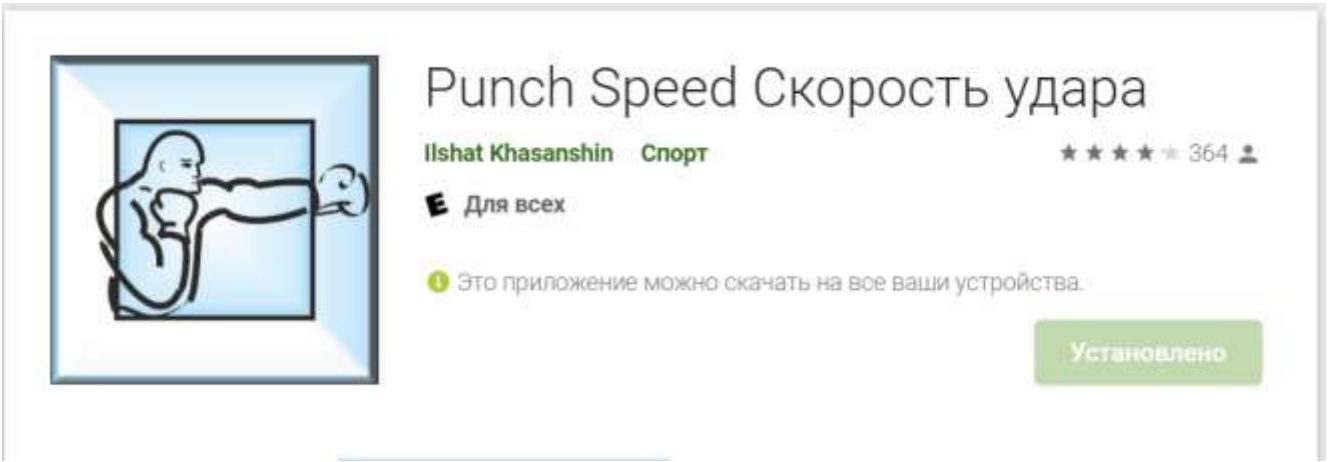
1995-2000 г. Руководитель и тренер одного из самых больших клубов каратэ г. Казани, 3 дан каратэ

1999-2014 г. Доцент кафедры физвоспитания и старший тренер сборной каратэ Казанского государственного технологического университета

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Разработки

Приложение Android-устройств для измерения скорости удара, простой двигательной реакции, с чемпионским мировым списком (FireBase)
70 000 скачиваний
Оценка 4.2



Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Разработки

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
при Правительстве Российской Федерации

Тренажер для развития силы и быстроты в единоборствах KickPower

Мобильное устройство

«KickPower-1»

Измеряет:
1. Силу удара
2. Время удара
3. Реакцию

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
при Правительстве Российской Федерации

Тренажер для развития силы и быстроты в единоборствах KickPower

«KickPower-2»

«KickPower-3»:
с беспроводной зарядкой и без выступающих элементов управления

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кто уже применяет

Головин Вадим, президент Федерации каратэ Сетокай

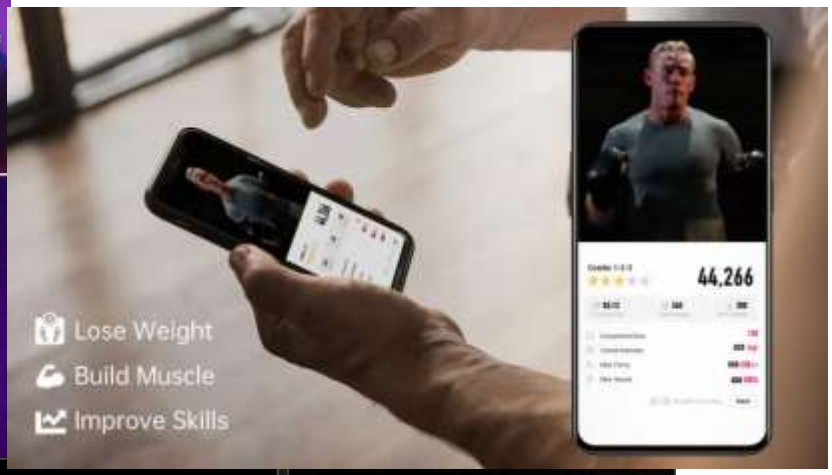
Шевелин Виктор, главный тренер сборной по боксу Республики Татарстан

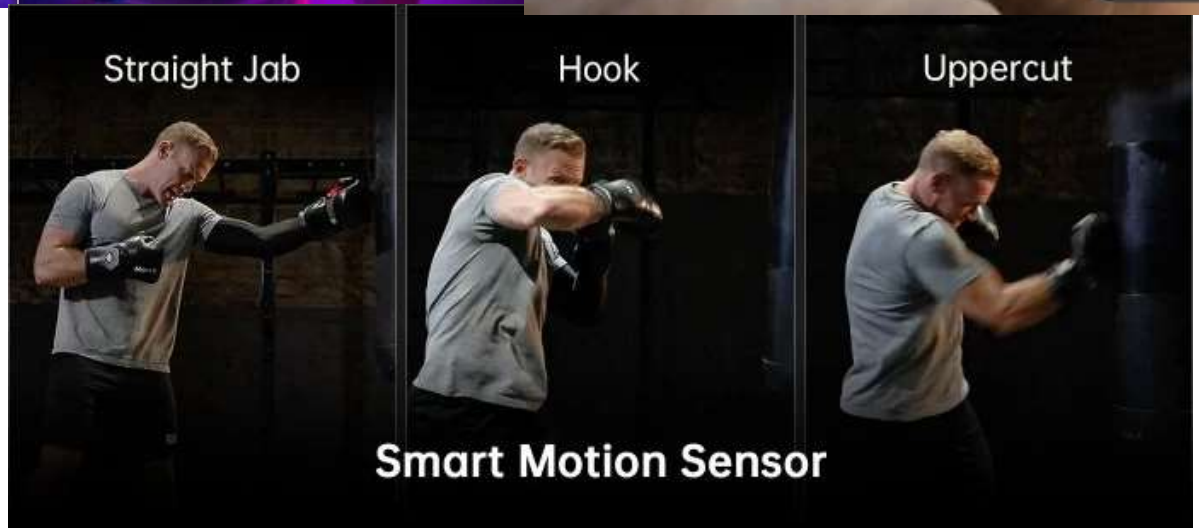
Обидин Иван, президент Федерации каратэдо сито-рю Татарстана

Ben Jorgensen, Тренер клуба тэквондо, США.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Разработки





Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Спорт и машинное обучение

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Theme	Articles
Motion Analysis	[23, 27]
Performance Evaluation	[31, 33]
Sports Data Capture	[35]
Generating Eating Plans	[37]
Training Planning	[39, 41, 43, 45, 47, 49]
Strategic Planning	[24, 51, 53]
Predicting Results/Patterns	[26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42]
Sports Data Analytics	[25, 29, 44]
Decision Making Support	[46, 48, 50, 52]

Bonidia, Robson & Rodrigues, Luiz & Avila-Santos, Anderson & Sanches, Danilo & Brancher, Jacques. (2018). **Computational Intelligence in Sports: A Systematic Literature Review.** Advances in Human-Computer Interaction. 2018. 1-13. 10.1155/2018/3426178.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Computational Intelligence in Sports: A Systematic Literature Review

Theme	Classification	Clustering	Association	Regression	Heuristic
Motion Analysis	[23, 27]	-	-	-	-
Performance Evaluation	-	[31]	-	-	[31, 33]
Sports Data Capture	[35]	-	-	-	-
Generating Eating Plans	-	-	-	-	[37]
Training Planning	[43, 47]	[41, 47]	[45]	-	[39, 49]
Strategic Planning	[51]	-	[24, 53]	-	-
Predicting Results/Patterns	[28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42]	[26]	[34]	-	-
Sports Data Analytics	[25, 29, 44]	[25]	-	-	[29]
Decision Making Support	[46, 48, 52]	[50, 52]	[50]	[50]	-

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
при Правительстве Российской Федерации

Computational Intelligence in Sports: A Systematic Literature Review

Methodology

Support Vector Machine
BayesianClassifier
Random Forest
Multilayer Perceptron Network
K-means Algorithm

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Computational Intelligence in Sports: A Systematic Literature Review

Modalities/Field	Articles
Table Tennis	[23, 50]
Running	[33]
Weight Training	[43, 49]
Cycling	[41, 52]
Basketball	[32, 42, 44, 45]
Volleyball	[51]
Football/Soccer	[24, 36, 38]
Cricket	[28, 53]
Golf	[29, 30]
American Football	[40]
Chess	[25]
Rugby	[46]
General Application	[26, 27, 31, 34, 35, 37, 39, 47, 48]

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Cust, E. E.; Sweeting, A. J.; Ball, K.; Robertson, S. **Machine and deep learning for sport-specific movement recognition: a systematic review of model development and performance.** Journal of sports sciences, 2019, 37(5), 568–600. https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1521769

52 works have been reviewed.

The aim of the study was to review works on the recognition of sports movements using deep and machine learning based on two tools:

- IMUs;
- video capture of movements.

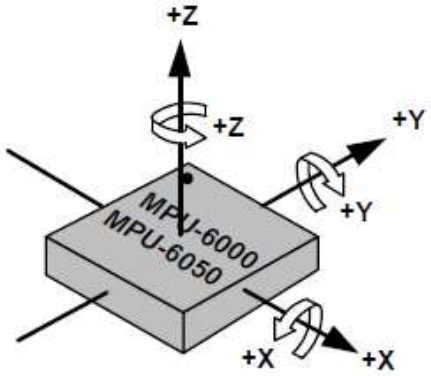
Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВИКИПЕДИЯ
Свободная энциклопедия

An inertial measurement unit (IMU) is an electronic device that measures and reports a body's specific force, angular rate, and sometimes the orientation of the body, using a combination of accelerometers, gyroscopes, and sometimes magnetometers.



The MPU-60X0 is the world's first integrated 6-axis MotionTracking device that combines a 3-axis gyroscope, 3-axis accelerometer, and a Digital Motion Processor™ (DMP) all in a small 4x4x0.9mm package. With its dedicated I_2C sensor bus, it directly accepts inputs from an external 3-axis compass to provide a complete 9-axis MotionFusion™ output.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

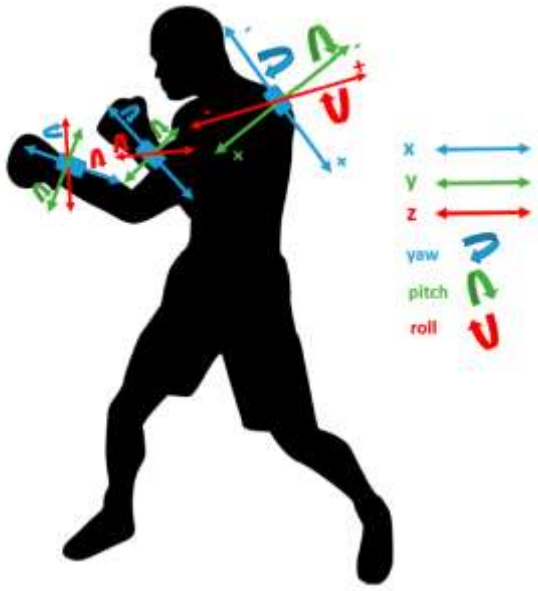
ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

main methods :

Recurrent Neural Networks (RNN),
Long Short-Term Memory (LSTM)
Convolutional Neural Networks (CNN)
Hidden Markov Model (HMM)
KNN (K-Nearest Neighbors);
SVM (Support Vector Machine);
DTW (Dynamic Time Warping);
RNN (Radial Basis Function Neural Network).

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение



Six machine learning models were evaluated, this included the logistic regression (LR), linear support vector machine (LSVM), Gaussian rbf support vector machine (GSVM), multi-layer perceptron neural network (MLP-NN), random forest (RF) and gradient boosting (XGB) algorithms". The input parameters of the machine learning models were IMUs data, which were installed on boxers in two ways "(configuration 1 – inertial sensor worn on both wrists; configuration 2 – inertial sensor worn on both wrists and third thoracic vertebrae".

The authors concluded: "For sensor configuration 1, a support vector machine (SVM) model with a Gaussian rbf kernel performed the best (accuracy = 0.96), for sensor configuration 2, a multi-layered perceptron neural network (MLP-NN) model performed the best (accuracy = 0.98)."

Worsey, M.T.O.; Espinosa, H.G.; Shepherd, J.B.; Thiel, D.V. An Evaluation of Wearable Inertial Sensor Configuration and Supervised Machine Learning Models for Automatic Punch Classification in Boxing. IoT 2020, 1, 360–381,

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

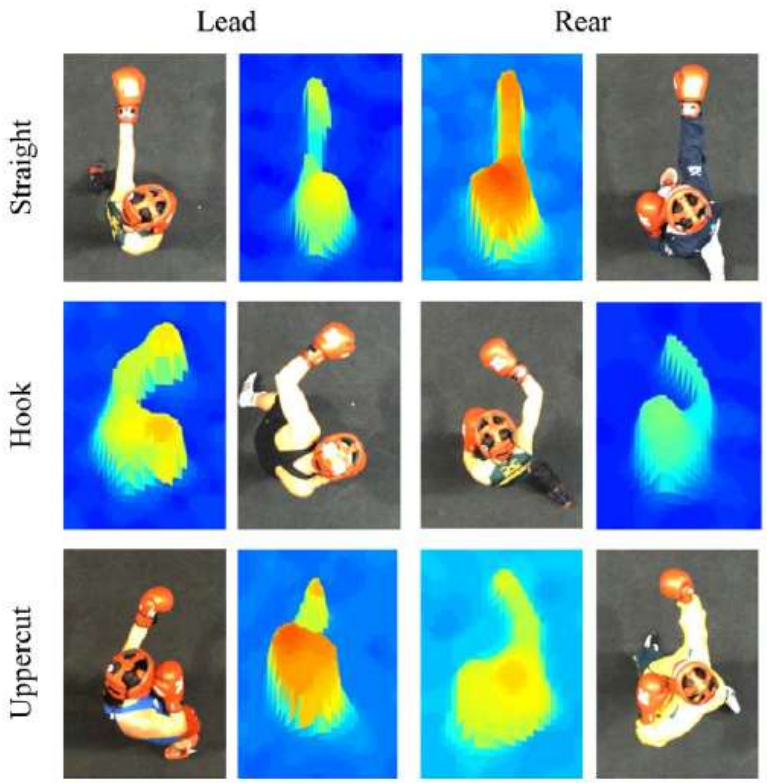
Единоборства и машинное обучение

Posture-based graph method was applied to analyze the movements, while the shadow boxing motions of boxer were captured using an optical motion capture system. Visualization of movements was one of the main objectives of the study. Classification was also performed using only one method – HMM.

Shen, Yijun; Wang, He; Ho, Edmond; Yang, Longzhi; Shum, Hubert. Posture-based and Action-based Graphs for Boxing Skill Visualization. Computers & Graphics, 2017, 69, 10.1016/j.cag.2017.09.007.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение

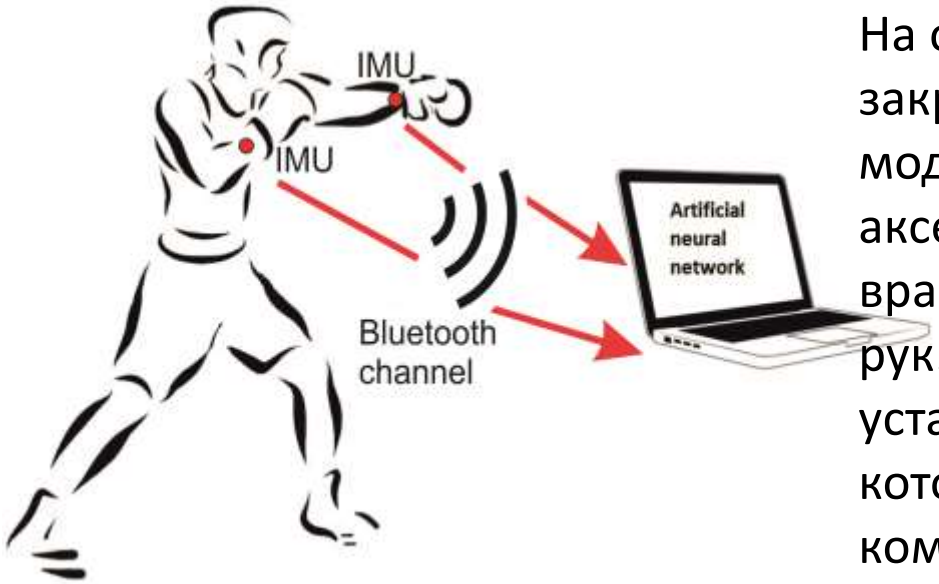


Punch recognition is addressed through multi-class Sup- port Vector Machine (SVM) and Random Forest classifiers using combinations of features. A coarse-to-fine hierarchical SVM classifier is presented in this paper based on prior knowledge of boxing punches. This framework has been applied to boxing image sequences taken at the Australian Institute of Sport with 14 elite boxers. Results demonstrate the effectiveness of the action recognition method, with the hierarchical SVM classifier yielding a **97.3%** accuracy improving on the recent state-of-the-art action recognition systems.

Kasiri, S.; Fookes, C.; Sridharan, S.; Morgan, S. Fine-grained action recognition of boxing punches from depth imagery. Computer Vision and Image Understanding, 2017, 159, 143–153.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение



На обоих запястьях боксера были закреплены инерциальные измерительные модули, в состав которых входят гироскоп и акселерометр, позволяющие отслеживать вращательные и поступательные движения рук. На запястье вместе с IMU были установлены беспроводные передатчики, которые по каналу блютуз передавали на компьютер данные для анализа при помощи искусственной нейронной сети. Удары наносились в режиме боя с тенью.

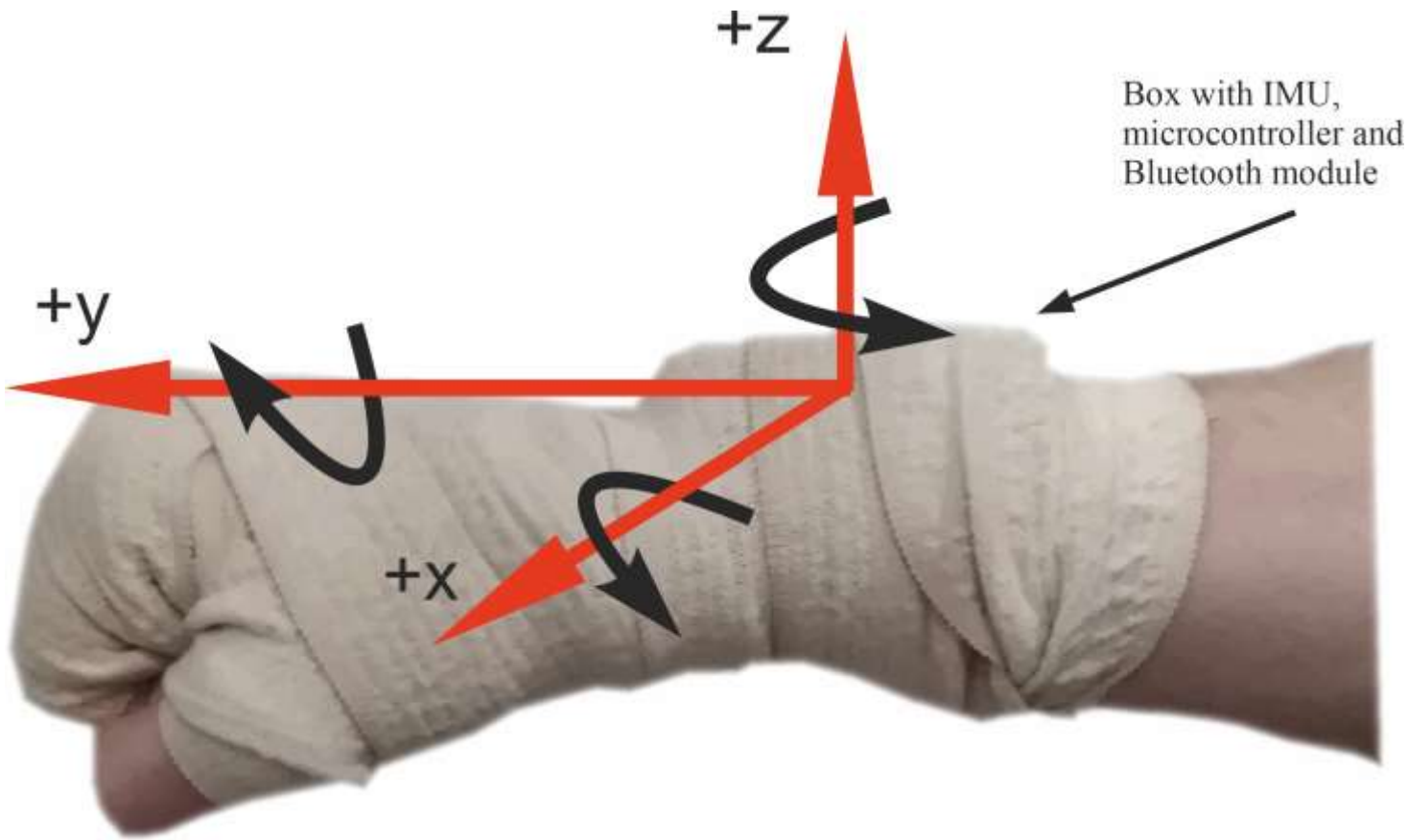
Данные измерительных модулей начинали передаваться на компьютер с частотой в 1 миллисекунду по достижению определенного порога абсолютного значения ускорения, таким образом определялся момент, когда был произведен удар. При помощи такого решения канал передачи данных был менее загружен.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение

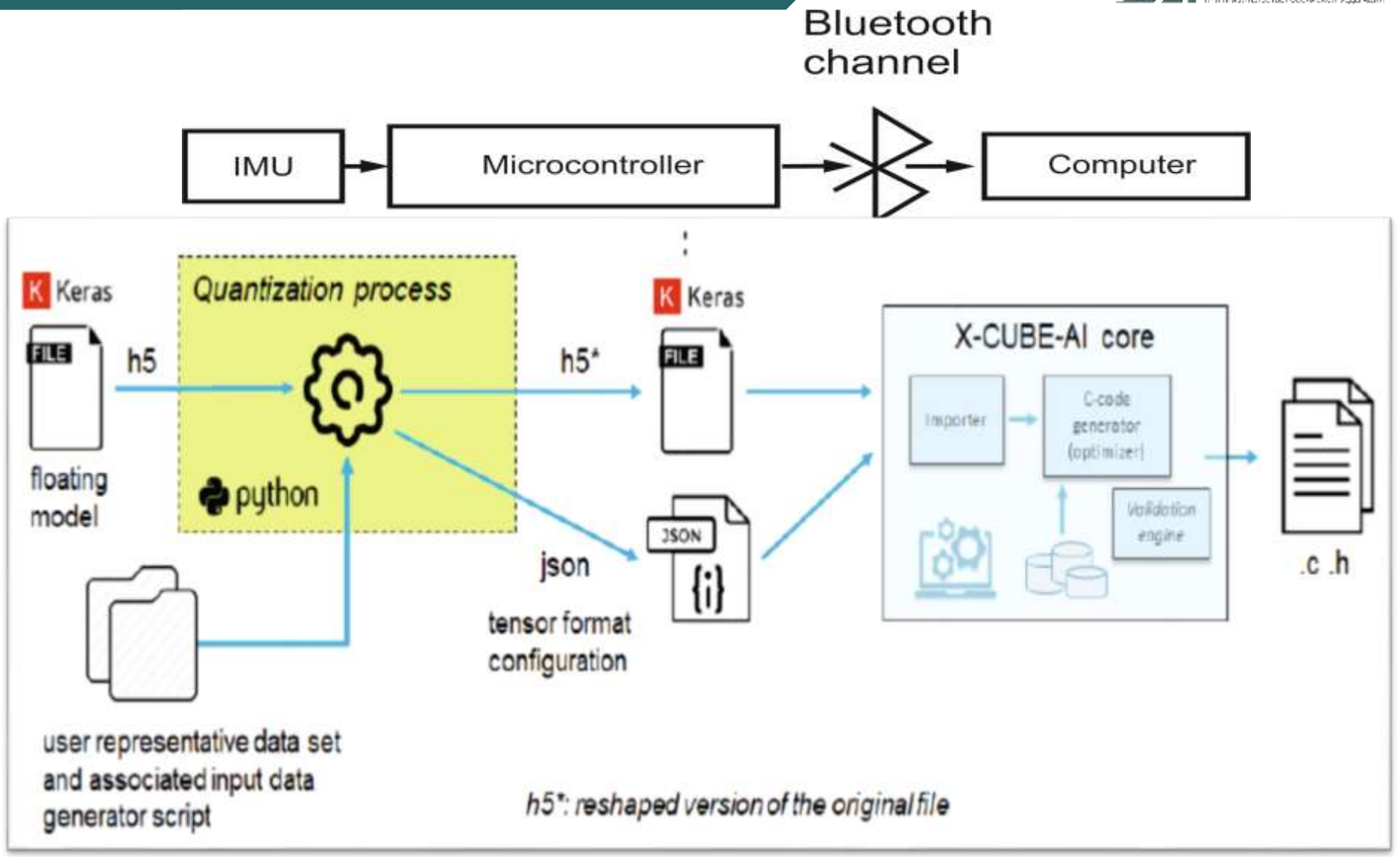
Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение



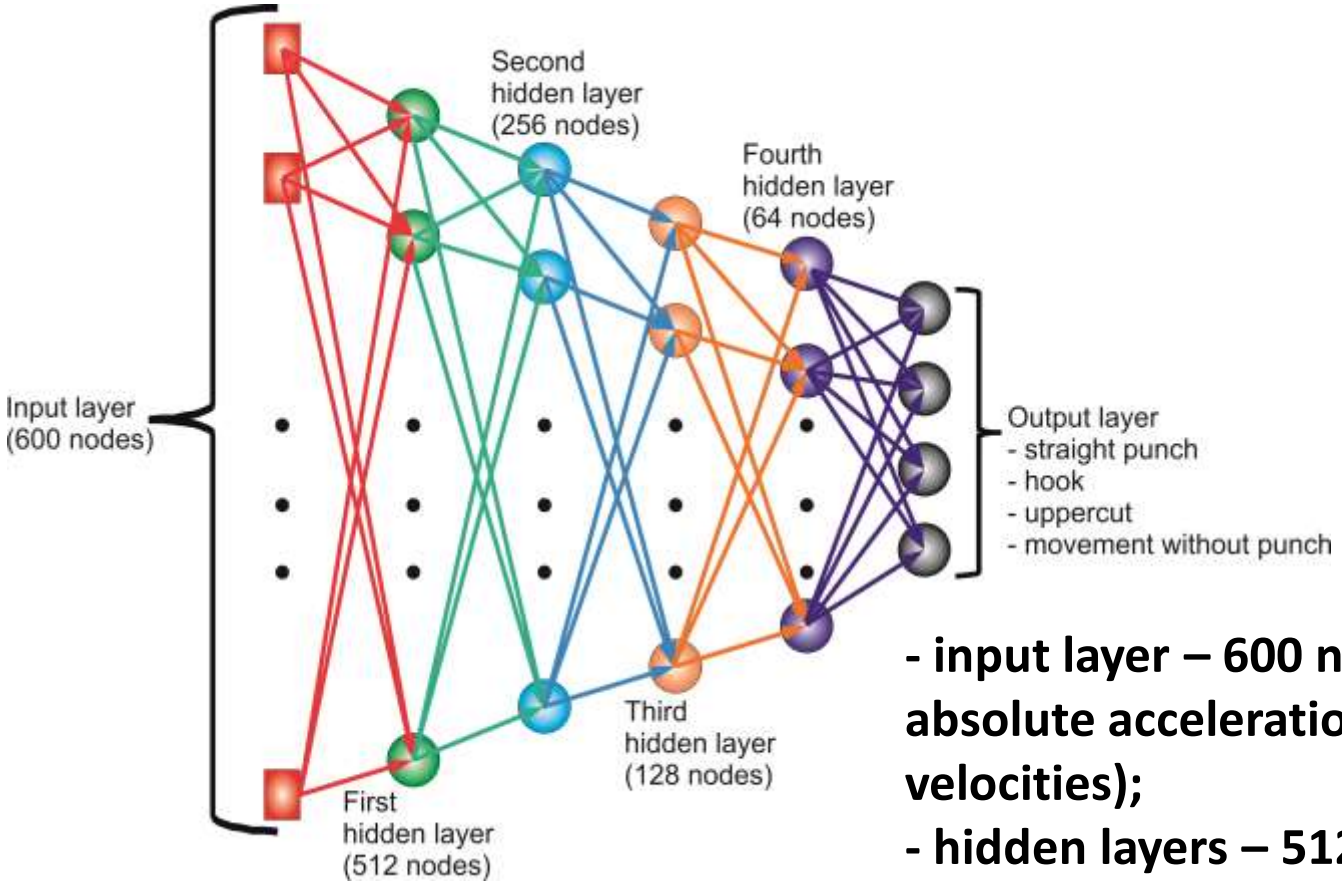
Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

Единоборства и машинное обучение



Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

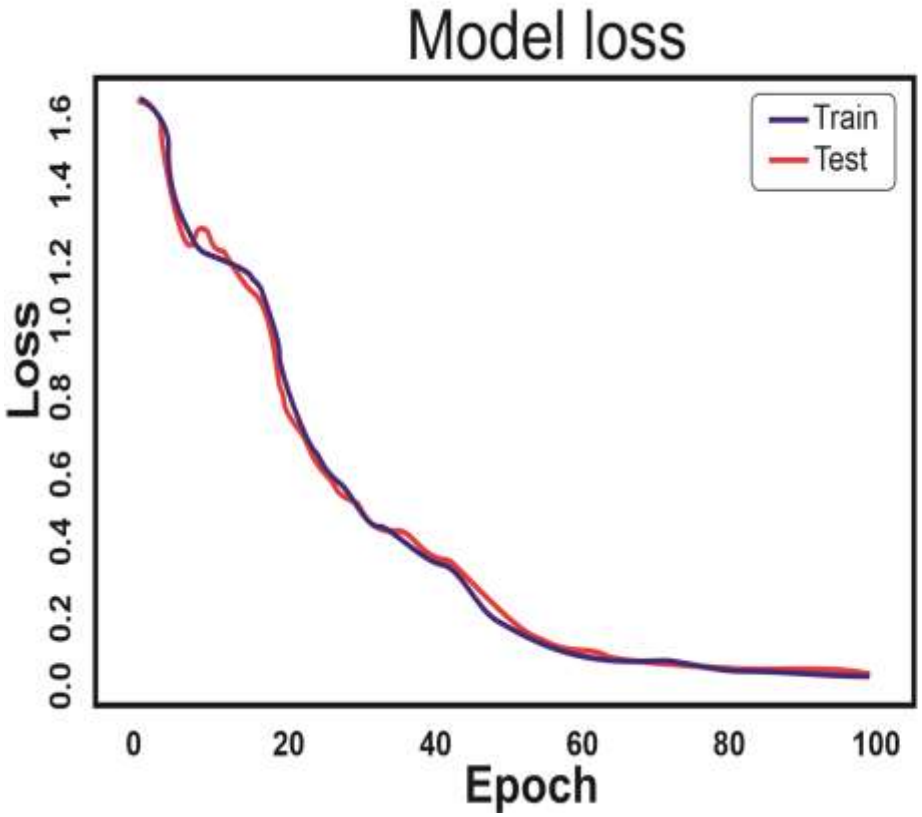
Единоборства и машинное обучение

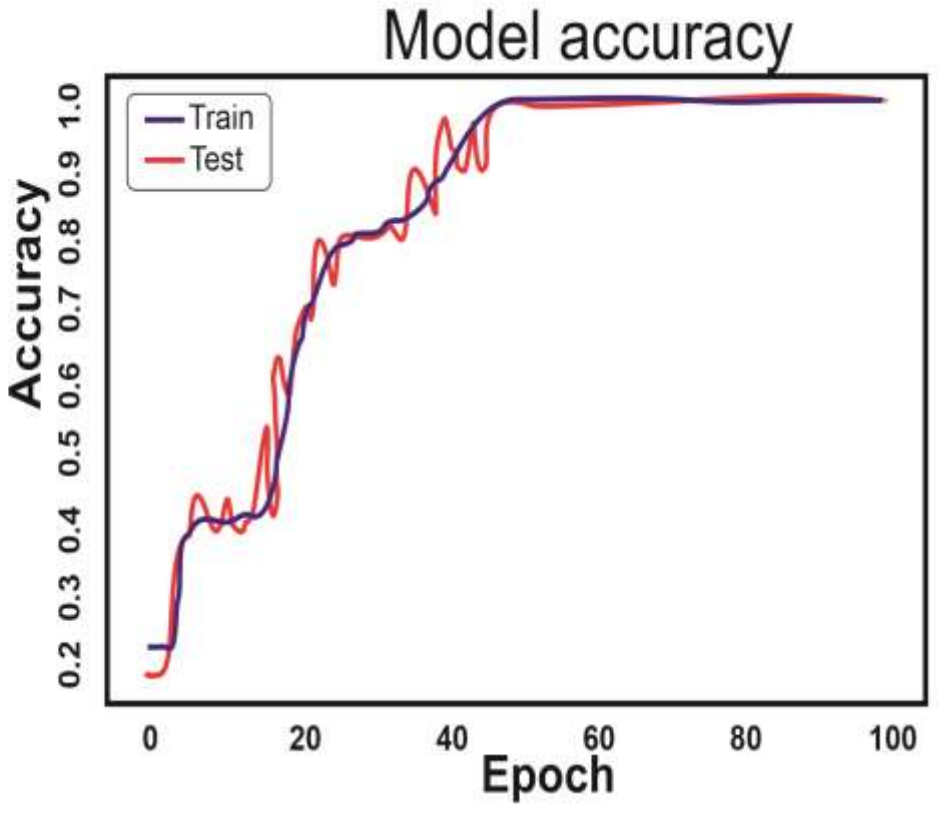


- input layer – 600 nodes (600 values of absolute accelerations and angular velocities);
- hidden layers – 512, 256, 128, 64 (4 hidden layers);
- output layer – 4 nodes (straight punch, hook, uppercut, movement without punches).

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

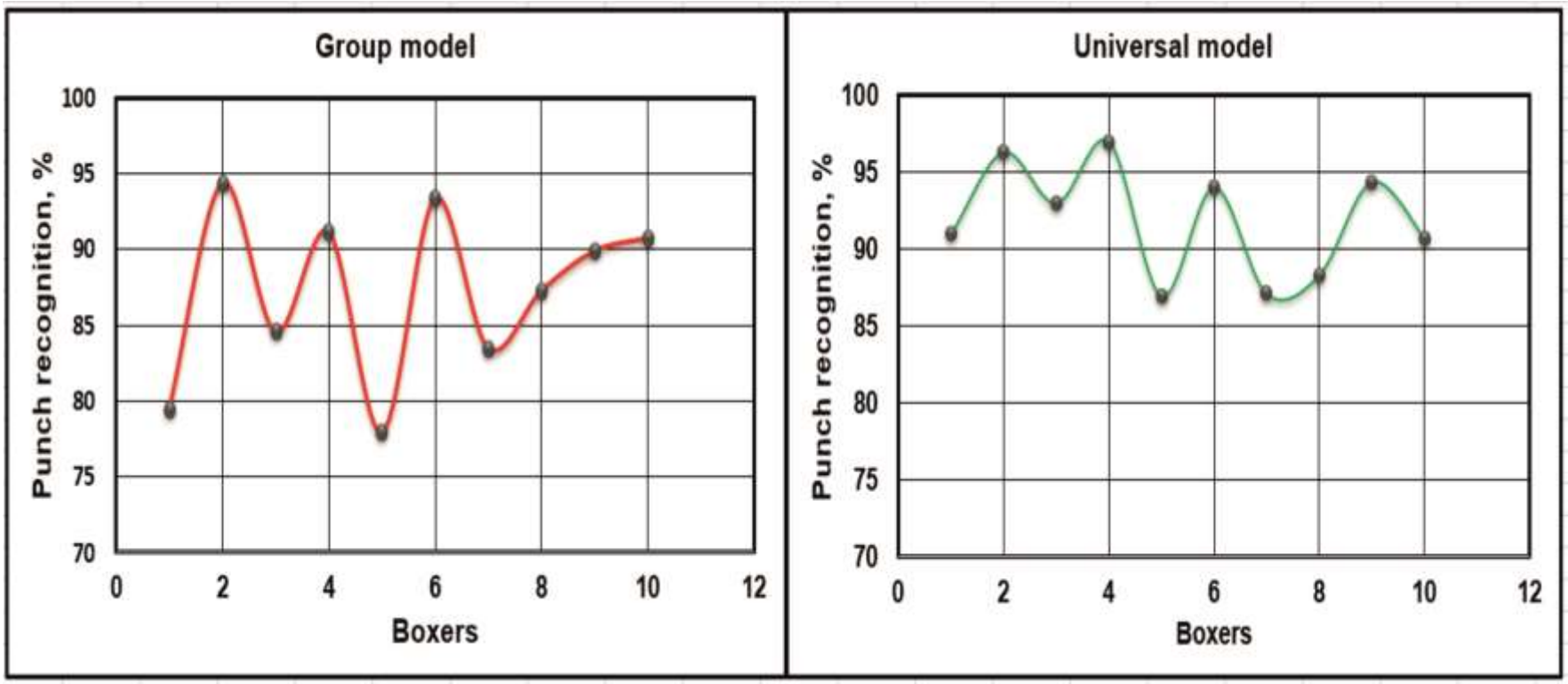
Единоборства и машинное обучение





Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

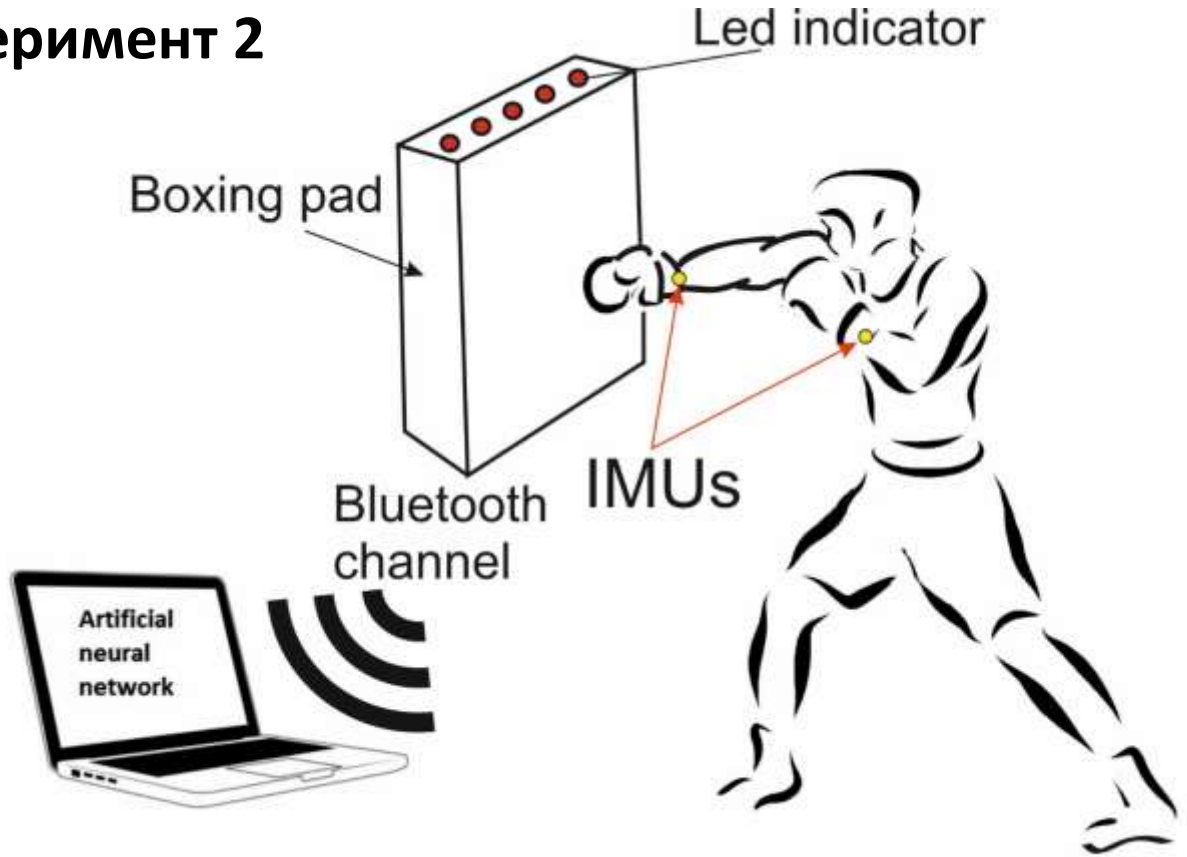
Единоборства и машинное обучение



Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

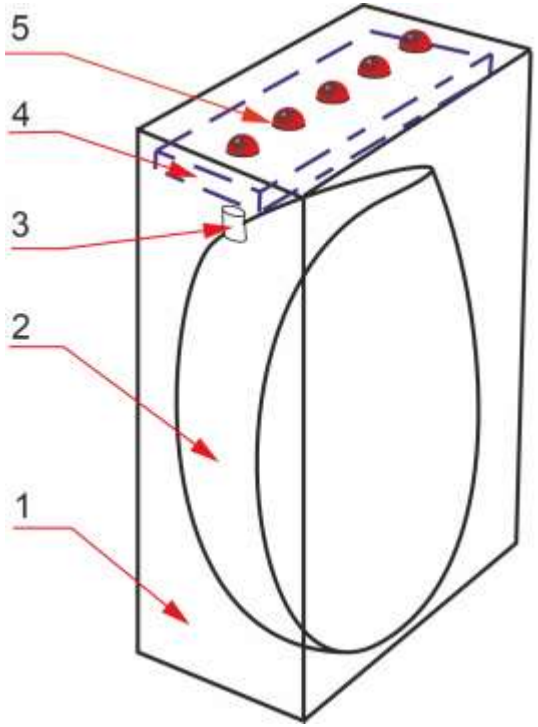
Эксперимент 2



Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Эксперимент 2



1 - housing, 2 - air camera, 3 - air pressure sensor, 4 - microcontroller control unit with Bluetooth module, 5 - LEDs.

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

The main hypothesis of our research was that the mechanisms of self-regulation of the human body will allow boxers to unconsciously choose the best technique of punches.

The second hypothesis, the starting point of our research – is that it is possible to create an optimal model of the punch technique, focusing on which you can improve the punch technique

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru

ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Дальнейшие направления

- Измерение силы удара по полю ускорений, угловых скоростей
- Построение модели «идеального удара»
- Распознавание ударов в реальном поединке (видеозахват и IMUs)
- Прогнозирование действий противника

Хасаншин Ильшат Ядыкарович, IYKhasanshin@fa.ru