

Система підтримки прийняття рішень для розрахунку показників спортсмена-метальника ядра з використанням рівнянь механіки та апарату штучних нейронних мереж

Мельников О.Ю., Кадацький М.А.

Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасний рівень розвитку легкої атлетики, зокрема штовхання ядра, ставить задачу по розробці нових, більш раціональних засобів і методів спортивної підготовки, які сприяють швидкому і надійному досягненню високих спортивних результатів. Але силу безмежно збільшувати не можна, і подальше зростання результатів можливе не стільки за рахунок вдосконалення техніки метань, для чого доцільно використовувати інформаційні технології.

Була поставлена задача розробки системи підтримки прийняття рішень для знаходження кращих показників спортсмена-метальника ядра із використаннями математичної моделі метання та апарату штучних нейронних мереж.

На ядро, що летить у повітрі з деякою початковою швидкістю, діють тільки дві сили: сила тяжіння Землі і сила опору повітря. Траєкторія ядра визначиться рівнянням [1-2]:

$$L = \frac{2lF_r}{P} \cos \omega_0 \left(\sin \omega_0 + \sqrt{\sin^2 \omega_0 + \frac{Ph_0}{l_{af} F_r}} \right) \quad (1)$$

де h_0 – висота, на якій снаряд залишає руку спортсмена.

v_0 – початкова швидкість снаряда в м/с, яка повідомляється снаряду спортсменом в момент випуску його з руки.

ω_0 – початковий кут вильоту снаряда в градусах.

g – прискорення сили тяжіння.

З формули (1) зрозуміло, що чим менше сила впливу на ядро, тим більшим повинен бути кут спрямування цієї сили. При деякому значенні куту настає оптимальне поєднання всіх величин, що призводить до максимальної

дальності польоту снаряда.

Але опис спортивної техніки винятково рівняннями механіки може не враховувати ряд факторів, які, будучи малозначущими для абсолютних значень результатів, можуть мати серйозний вплив на відносні показники.

У фізичній культурі та спорті нейронні мережі використовуються для аналізу і прогнозування показників фізичної підготовленості спортсменів, а також результатів спортивних змагань [3]. Для наявних даних з [4] було сформульовано задачу прогнозування: за наявними даними про вік, ріст, масу тіла атлета, а також характеристиках польоту ядра визначити дальність цього польоту. Цю задачу було вирішено методом штучних нейронних мереж в [5], однак там не було враховано низку важливих 14 факторів, які наведено в [6]. Архітектуру нейронної повнозв'язної мережі 14x5x1 представлено на рис. 1.

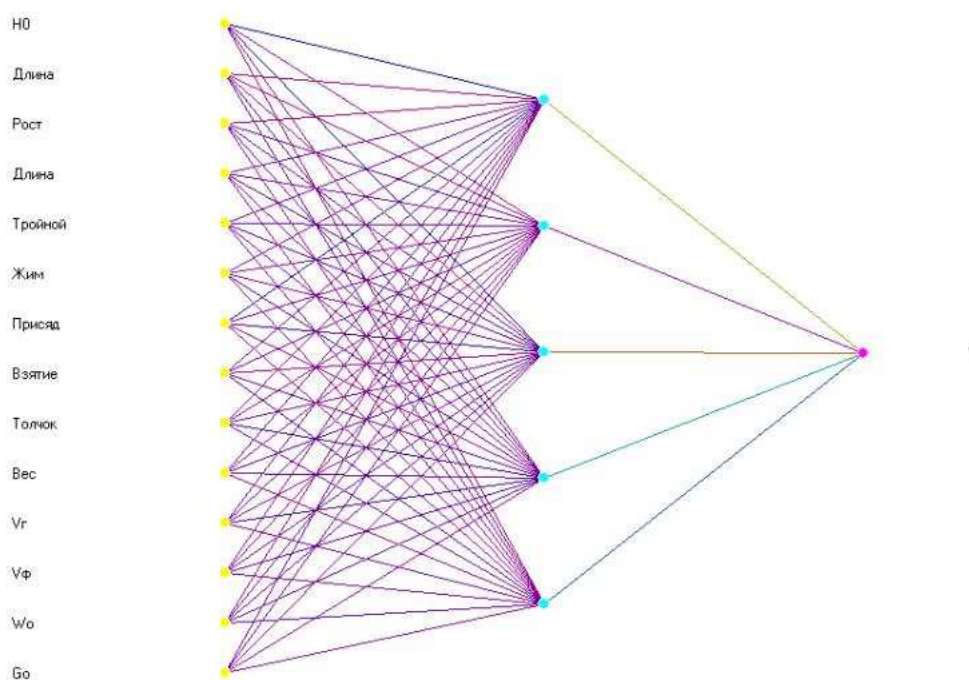


Рисунок 1 – Схема нейронної повнозв'язної мережі 14x5x1

Систему була реалізовано за допомогою мови програмування Object Pascal, компілятор Lazarus Free IDE. Ядро нейромережі було створено мовою Python із використанням бібліотеки NeuralLab (створення класів мереж) та NumPy (покращена робота з матрицями). Результати представлено на рис. 2-3.

Результаты поиска:		G0	Y	Vф	Vг	V0	Результат
		22,7809049	25	10	1	10,9144929	12,21869
		22,3811344	25	10	1,2	11,0991615	12,46153
		21,9944672	25	10	1,4	11,284327	12,70437
		21,6203029	25	10	1,6	11,4700413	12,94721
		21,2580732	25	10	1,8	11,6562035	13,19006
		20,9072495	25	10	2	11,8428168	13,43290
		20,5673208	25	10	2,2	12,0298604	13,67574
		20,2378120	25	10	2,4	12,2173145	13,91858
		19,9182722	25	10	2,6	12,4051604	14,16142
		19,6082746	25	10	2,8	12,5933806	14,40427
		22,8010470	25	10,1	1	11,0144186	12,39661
		22,4045110	25	10,1	1,2	11,1990380	12,64079
		22,0208560	25	10,1	1,4	11,3842164	12,88497
		21,6494972	25	10,1	1,6	11,5698689	13,12915
		21,2898825	25	10,1	1,8	11,7559921	13,37333
		20,9414906	25	10,1	2	11,9425639	13,61751
		20,6038287	25	10,1	2,2	12,1295638	13,86169
		20,2764311	25	10,1	2,4	12,3169720	14,10587
		19,9588572	25	10,1	2,6	12,5047704	14,35005
		19,6506901	25	10,1	2,8	12,6929416	14,59423
		22,8208270	25	10,2	1	11,1143456	12,57592

Максимальный результат	22,0010347751771
Угол толчка	45
Угол выталкивания	36,939111104502
Горизонтальная скорость	2,8
Финальная скорость	12
Скорость вылета ядра	14,1194042259486

Рисунок 2 – Результаты моделирования штовхання ядра зі скачка

Исследование техники с помощью нейронных сетей

Данные спортсмена

Рост:

Размах рук:

Вес:

Показатели

Жим:

Толчок:

Присяд:

Прижок в длину:

Взятие:

Тройной прижок:

Данные замеров:

Средняя высота выпуска:

Угол выпуска:

Горизонтальная скорость:

Угол толчка:

Скорость выпуска:

Результат коррекции

Процент коррекции: 80.5% ;
Хорошая коррекция!

Выход

Обучить сеть

Рисунок 3 – Результаты моделирования за допомогою нейронних мереж

Література

1. Тугевич В.Н. Теория спортивных метаний. – Москва, 1956. – 310 с.
2. Тугевич В.Н. Толкание ядра. – Москва: ФиС, Москва. – 1955. – 260 с.
3. Дементьева М.П. Биомеханика толкания ядра. – Москва: ЦООНТИ – Физкультура и спорт, 1987. – 30 с.
4. Byun K. A biomechanical analysis of the men's shot put at the 2007 World Championships in Athletics / K. Byun, H. Fujii, M. Murakami, T. Endo // New Studies in Athletics. – 2008. – № 23 (2). – P. 53–62.
5. Frossword L. Shot trajectory parameters in gold medal stationery shot putters during world-class competition // Adaptation Physical Activity Research Quarterly. – 2007. – № 24 (4). – P. 317–319.
6. Кадацький М.А., Мельников О.Ю. Розрахунок показників спортсмена-метальника ядра за допомогою штучної нейронної мережі з 14 входними факторами // Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (4-5 червня 2020 р., м. Херсон) / за заг. ред. Г.О. Райко. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. – С.280-283. – ISBN 978-617-7783-84-7 (електронне видання)