

PAWEŁ CIĘSZCZYK

JERZY EIDER

ALTERNATYWNE METODY BADANIA WYNIKÓW SPORTOWYCH W WYBRANYCH KONKURENCJACH LEKKOATLETYCZNYCH

1. Wstęp

Wynik sportowy (PWN: sytuacja powstała w wyniku współzawodnictwa, bardzo często wyrażona liczbowo) już dawno przestał być tylko i wyłącznie wyznacznikiem aktualnych możliwości zawodników i drużyn. Uzyskiwane podczas rywalizacji sportowej rezultaty są obecnie swoistą skarbnicą wiedzy dla sportowców i trenerów. Potwierdzeniem tego faktu z pewnością mogą być ukazujące się nieustannie w literaturze fachowej publikacje poświęcone tej tematyce.

Historię badań nad wynikiem sportowym w Polsce należy uznać za bardzo owocną, choć niewątpliwie jest ona stosunkowo krótka. J. Skorowski (1970) – jeden z bardziej znanych badaczy zajmujących się tą tematyką – w swoich publikacjach z lat sześćdziesiątych wspomina o 140 pracach magisterskich poświęconych temu zagadnieniu. Powstała w tamtym okresie swoista moda na tę tematykę spowodowała, iż pod koniec lat siedemdziesiątych w Polsce mówiono wręcz o funkcjonowaniu dwóch ośrodków, które prowadziły badania dotyczące nowo sformułowanej „teorii rozwoju wyników” (Drozdowski 1974) – były to tzw. szkoła poznańska i szkoła warszawska. Lata osiemdziesiąte to okres spadku zainteresowania badaczy problematyką wyników sportowych, jednakże pojawiające się obecnie coraz częściej w literaturze fachowej artykuły poświęcone

temu zagadnieniu (np. Gębski 2001, Ważny 2001) mogą świadczyć o powrocie do badań nad rezultatami sportowymi. Fakt ten jest z pewnością wynikiem potrzeb, jakie napotykają w swojej pracy trenerzy i zawodnicy.

Zmieniające się bardzo szybko warunki pracy treningowej wymagają dostarczenia bardzo dużej ilości danych, których coraz częściej nie można uzyskać za pomocą badań prowadzonych metodami konwencjonalnymi. Zmienia się cel badań, zmieniają się także warunki, w jakich badania te się odbywają – nie może więc dziwić fakt, iż poszukiwane są nowe metody badawcze, które spełniałyby oczekiwania pod względem dokładności i zarazem dawały odpowiedź na pytania stawiane przez nowe realia pracy trenerskiej.

2. Zarys problemu

Jednym z wielu problemów, którego nie można rozwiązać tradycyjnymi metodami badawczymi, jest selekcja sportowa. Fakt, iż do najważniejszych determinantów wyniku sportowego należy obecnie właściwie przeprowadzony proces wyboru najlepiej predysponowanych do uprawiania danej dyscypliny zawodników powoduje, że wprowadzenie nowych metod rozwiązujących ten problem jest wręcz koniecznością. Jednym z najlepszych rozwiązań wydaje się być prognozowanie poziomu możliwości zawodniczych na podstawie rezultatów sportowych (lub innych zmiennych). Specyfika badań w tym przypadku bardzo rygorystycznie określa cechy, jakie muszą posiadać wykorzystywane metody badawcze:

- niezawodność,
- bardzo duża precyzja,
- możliwość prognozowania w krótkich okresach.

Dodatkowo pracę naukową utrudnia bardzo duża liczba czynników, które muszą być brane pod uwagę. J. Skorowski (1969), podejmując się próby określenia czynników mających istotny wpływ na wynik sportowy, wyodrębnił tylko ogólne ich grupy, do których zaliczył:

- ilość uprawiających sport, przeciętny poziom usprawnienia fizycznego;
- ilość i poziom kadry wychowania fizycznego i sportu;
- strukturę organizacyjną sportu i jej funkcjonowanie;

- system rekrutacji i szkolenia sportowego;
- system imprez sportowych;
- rozwój metod treningowych i technik sportowych osiągniętych drogą praktyki i badań;
- rozwój metod naukowych oraz stopień ich uproszczenia;
- bazę materialną przeznaczoną na sport;
- tradycje sportowe i zainteresowanie społeczeństwa sportem;
- stan i możliwość rozwoju cech psychofizycznych człowieka.

Bardziej szczegółowa analiza determinantów wyników sportowych przypuszczalnie wymagałaby przebadania kilkudziesięciu zmiennych. W tym miejscu najlepiej można uwidocznić mankamenty i niedoskonałości badań prowadzonych tradycyjnymi metodami. Pierwszy widoczny mankament konwencjonalnych metod to brak możliwości analizowania modeli statystycznych posiadających tak dużą ilość zmiennych. Dodatkowo, co można wywnioskować z samej definicji, najistotniejsze znaczenie w modelu mają powiązania charakteryzujące zależności pomiędzy poszczególnymi zmiennymi. Wyznaczenie takich powiązań, chociażby z uwagi na fakt, iż dla dwóch zawodników uprawiających tę samą dyscyplinę sportową i reprezentujących podobny poziom sportowy, kluczowe dla osiągniętego wyniku sportowego znaczenie mogą mieć diametralnie różne czynniki, jest po prostu niemożliwe. Stosowane w przypadku konwencjonalnych metodach próby rozwiązania tego problemu przez ograniczenie ilości badanych czynników do najbardziej istotnych, praktycznie w każdym przypadku czynią uzyskiwane wyniki niewiarygodnymi.

Przykładem alternatywnego rozwiązania może się okazać zastosowanie rozwiązań informatycznych, a dokładniej – sieci neuronowych.

Upraszczając zagadnienie, sieć neuronową można scharakteryzować jako komputerową imitację strukturalno-funkcjonalną ludzkiego mózgu (Piegat 2001). Wyższość takiego zastosowania nad tradycyjnymi metodami badawczymi polega przede wszystkim na wyjątkowych zdolnościach sieci neuronowych do uogólniania problemów i generowania na tej podstawie niedostępnych w żaden sposób informacji.

Za początek sieci neuronowych należy uznać rok 1943, kiedy to McCulloch i Pitts opracowali matematyczny model sztucznego neuronu (Michalak 1999). Następstwem tego stały się próby struktur składających się z kilku takich

neuronów. Podobnie jak w neuronie biologicznym, dochodziło do niego wiele połączeń i wychodziło jedno, które uaktywniało się po przekroczeniu pewnej wartości progowej. Zespół takich komórek, pomimo wydawać by się mogło małej złożoności, charakteryzował się ogromnymi i jak dotychczas nie do końca zrozumiałymi możliwościami. Pierwsza sztuczna sieć neuronowa, nazwana perceptronem, powstała w roku 1958 i została wykonana przez Rosenblatta.

Dziś sieci neuronowe wykazują szereg unikalnych właściwości, dzięki którym budzą żywe zainteresowanie szerokich kręgów badaczy wielu dziedzin życia. Podstawową właściwością sieci neuronowych jest ich zdolność przyswajania wiedzy na podstawie prezentowanych przykładów. Nie trzeba precyzować sposobu rozwiązywania danego problemu, lecz wystarczy zgromadzić odpowiednio duży i reprezentatywny zbiór próbek. Sieci neuronowe potrafią w naturalny sposób przetworzyć podaną w ten sposób informację i wyciągnąć z niej najistotniejsze elementy.

Najlepszym sposobem na pokazanie możliwości, jakie daje nam stosowanie sieci neuronowej, jest porównanie wyników uzyskanych przy jej użyciu z wynikami, jakie można otrzymać za pomocą stosowanej najczęściej regresji liniowej. W artykule *Perspektywy rozwojowe wyników lekkoatletycznych* Z. Ważny (1976) dokonał śmiałej próby prognozy wyników sportowych lekkoatletycznej czołówki światowej w 2000 roku. Prognoza ta dotyczyła 11 konkurencji lekkoatletycznych, a materiałem wyjściowym do badań były wyniki uzyskane przez czołowych zawodników świata w konkurencjach lekkoatletycznych z lat 1951–1976. Ponieważ w powyższej pracy nie uściślono znaczenia terminu *czołówka*, za punkt odniesienia do weryfikacji efektywności poszczególnych metod badawczych na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto wyniki osiągnięte przez sportowców startujących na igrzyskach olimpijskich w 2000 roku w Atlancie (uznając najlepszych olimpijczyków startujących w danej konkurencji za niewątpliwą czołówkę światową). Jako materiał wyjściowy do obliczeń z zastosowaniem sieci neuronowej posłużyły wyniki najlepszych olimpijczyków z lat 1960–1980. W efekcie takiej operacji dane wejściowe, jakimi dysponowano, były zbliżone do rezultatów, na których opierały się obliczenia Z. Ważnego. Rezultaty badań, na przykładzie wybranych konkurencji biegowych, prezentuje tabela 1.

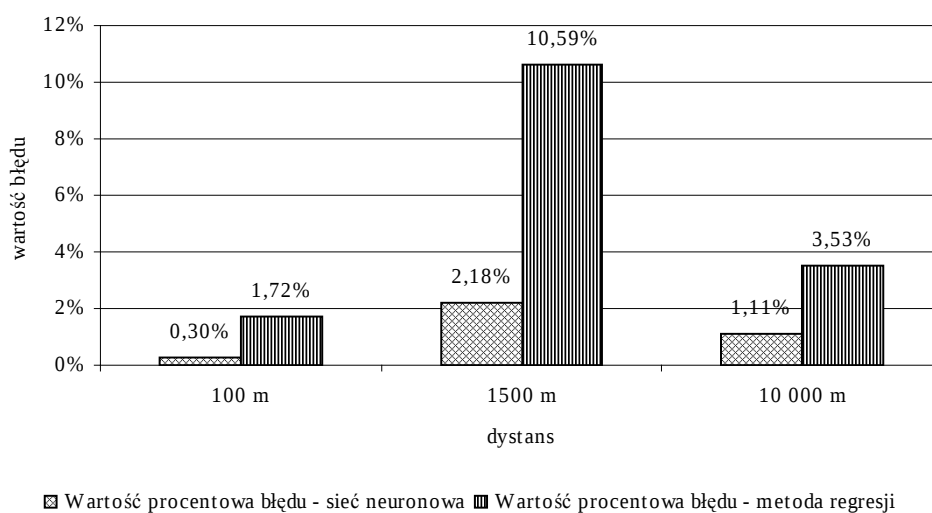
Tabela 1

Zestawienie prognoz i rzeczywistych wyników sportowych na przykładzie
wybranych konkurencji biegowych

Sposób obliczeń	Przedział ufności	100 m (s)	1500 m (min)	10000 m (min)
Regresja liniowa	górze	9,67	3,26.9	26,16
	dół	9,73	3,30.5	26,27
Sieć neuronowa	–	9,90	3,31.4	27,16
Wynik rzeczywisty	–	9,87	3,32.1	27,19

Dokonane za pomocą metody regresji liniowej obliczenia pozwoliły na wyodrębnienie przedziału prognozy, w którym powinna się znaleźć rzeczywista wartość otrzymanego rezultatu. Sieć neuronowa generuje za to konkretną wartość wyniku. Jak widać, we wszystkich trzech przypadkach teoretyczne wartości uzyskane za pomocą sieci neuronowej okazywały się dużo bliższe wartościom rzeczywistym. Wszystkie wyniki badań prowadzonych za pomocą regresji liniowej okazywały się dużo lepsze od faktycznie osiągniętych rezultatów sportowych, przy czym granica błędu była większa (rys. 1).

Procentowo podobne wartości błędu można zaobserwować na podstawie obliczeń dokonanych dla skoków. Oczywiście, w przypadku konkurencji, w których bardzo istotne znaczenie ma wykorzystywany sprzęt (skok o tyczce), dokładne prognozowanie utrudnione jest dodatkowo ciężkim do przewidzenia procesem udoskonalania parametrów tegoż sprzętu. Zmienna ta nie jest w żaden sposób przewidywalna, tym bardziej na podstawie uzyskanych w przeszłości wyników sportowych, jednakże ma ona istotny wpływ na rezultaty osiągane w przyszłości. W przypadku skoku w dal i trójskoku zmiany sprzętu nie mają jednak aż tak istotnego wpływu na wartości wyników. Mimo to różnice pomiędzy obliczeniami prowadzonymi metodami tradycyjnymi i za pomocą sieci neuronowych są odmienne w stopniu podobnym do rezultatów analiz konkurencji biegowych (tabela 2).



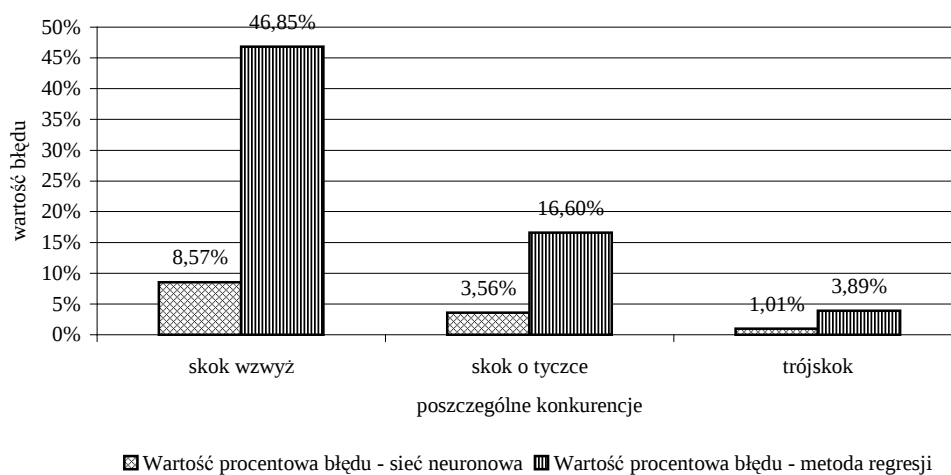
Rys. 1. Porównanie wartości błędu poszczególnych metod obliczeniowych na przykładzie wybranych konkurencji lekkoatletycznych

Tabela 2

Zestawienie prognoz i rzeczywistych wyników sportowych na przykładzie
wybranych konkurencji biegowych

Sposób obliczeń	Przedział ufności	Skok wzwyż (m)	Skok o tyczce (m)	Trójskok (m)
Regresja liniowa	górze	2,55	6,91	18,48
	dół	2,47	6,85	18,32
Sieć neuronowa	–	2,32	6,11	17,89
Wynik rzeczywisty	–	2,35	5,90	17,71

Podobnie jak w konkurencjach biegowych, badania wykonane za pomocą regresji liniowej prowadziły do rozwiązania zawartego w pewnym przedziale, natomiast rezultaty badań z wykorzystaniem sieci neuronowej wskazywały na ściśle określoną wartość. Granice błędu przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Porównanie wartości błędu poszczególnych metod obliczeniowych na przykładzie wybranych konkurencji lekkoatletycznych

Analogicznie jak w przypadku konkurencji biegowych, w skoków wszystkie wyniki badań prowadzonych za pomocą sieci neuronowej były obciążone mniejszą wartością błędu niż wyniki uzyskane za pomocą regresji liniowej. Procentowe różnice pomiędzy dwiema metodami dochodziły nawet do kilkuset procent. Należy także zwrócić uwagę na możliwość dokonywania prognoz w krótkim okresie oraz na dużą łatwość prowadzenia badań.

3. Wnioski

Zaprezentowana metoda obliczeń jest oczywiście tylko jedną z wielu możliwości. Za każdym razem sposób prowadzenia badań uzależniony jest przecież od ich celu. W opisanym przykładzie za materiał badawczy uznano wyniki

uzyskane przez lekkoatletyczną czołówkę światową (jedynie po to, by móc porównać obie metody badawcze), jednakże gdyby rezultaty badań miały być wykorzystane w selekcji sportowej, zamiast wyników czołówki można zastosować czynniki, które mają najistotniejszy wpływ na poziom wyniku (cechy motoryczne, wiek, warunki fizyczne itd.). Dodatkowo sieć neuronów sama dokona analizy istotności danego czynnika w konkretnym przypadku, co daje jej możliwości nieosiągalne dla metod stosowanych dotychczas.

Najważniejsze argumenty przemawiające za prowadzeniem badań nad wynikiem sportowym za pomocą sieci neuronowej zawarte zostały w poniższych wnioskach:

1. Badania z wykorzystaniem sieci neuronowej dawały rezultaty dużo bardziej dokładne od tych, jakie można uzyskać za pomocą zwykłej regresji liniowej (w skrajnych przypadkach różnice dochodziły do 500%). Dodatkowo wyniki prognoz dokonywanych za pomocą regresji liniowej w każdym z przypadków były dużo bardziej optymistyczne od rezultatów uzyskanych w rzeczywistości.
2. Badania za pomocą sieci neuronowej prowadziły do otrzymania konkretnej wartości, natomiast w metodzie regresji wynikiem był przedział, w jakim powinien się znaleźć rzeczywisty wynik.
3. Starsze metody badawcze nie dają możliwości prowadzenia badań w przypadku problemów nie do końca sformułowanych. Konieczność bardzo dokładnego określenia wartości, kierunku i istotności oddziaływania danego czynnika powoduje, iż metody te są mało efektywne, czasochłonne i – co najważniejsze – bardzo spływają badany problem.
4. Sieć neuronowa potrzebuje o wiele mniej czasu na wygenerowanie wyników. Dodatkowo samo przygotowanie materiału badawczego jest kilkakrotnie mniej czasochłonne niż w metodzie regresji liniowej. Niedogodnością jest jednak konieczność posiadania większej ilości próbek.

5. Możliwości, jakie niesie ze sobą wykorzystywanie sieci neuronowych, najlepiej zaobserwować można w przypadku prognoz w krótkim okresie oraz przy uwzględnieniu dużej ilości zmiennych. Odpowiednio przygotowana sieć neuronowa z bardzo dużą dokładnością mogłaby odpowiedzieć na pytanie, jaki wynik uzyska za rok zawodnik osiągający obecnie dany rezultat i charakteryzujący się określonymi cechami. Zwykłe metody w tym miejscu pozwalają na przeprowadzenie mało dokładnych i długoterminowych prognoz z uwzględnieniem jednej z podanych cech.

Bibliografia

- Drozdowski Z., 1974: *Wstęp do teorii wyniku sportowego*. AWF, Poznań.
- Frucht A., 1960: *Die Grenzen der menschlichen Leistungsfähigkeit im Sport*. Akademie Verlag, Berlin.
- Gębski A., 2001: *Prognoza wyników w skokach i biegach lekkoatletycznych na pierwszą dekadę XXI wieku*. „Sport Wyczynowy”, nr 5.
- Michalak K., 1999: *Stymulator sztucznych sieci neuronowych – podręcznik użytkownika*. AiTech, Katowice.
- Pieगत A., 2001: *Narzędzia sztucznej inteligencji*. Wydawnictwo Naukowe US, Szczecin.
- Skorowski J., 1969: *Prognoza rozwoju wyników sportowych*. „Sport Wyczynowy”, nr 4.
- Skorowski J., 1970: *Prawa, prawidłowości i trendy rozwojowe wyników sportowych*. Materiały Sesji Naukowej 25-lecia Kultury Fizycznej. AWF, Warszawa.
- Szewczyk A., 1996: *Informatyka – aspekty humanistyczne*. Wydawnictwo Naukowe US, Szczecin.
- Ważny Z., 1976: *Perspektywy rozwojowe wyników*. „Sport Wyczynowy”, nr 4.
- Ważny Z., 2001: *Sport wczoraj, dziś, jutro w świetle badań wyników sportowych*. „Sport Wyczynowy”, nr 8.

**ALTERNATIVE METHODS OF SPORT RESULTS RESEARCHING
IN PARTICULAR ATHLETIC DISCIPLINES**

Summary

Decreasing reality of the job of coaching require much and much accurate information. Traditional methods of research are often not enough to provide answers for particular questions. This fact makes it necessary to introduce the alternative methods of research which would meet their expectations. One of examples of such solutions is neuron net. This method seems to be particularly useful in research concerning predicting during a short period of time and on the basis of not precise data. The example of such problem may found in the sport selection based on predicting and taking into consideration the abilities of sportsmen, morphological features and other crucial factors.

Translated by Paweł Ciężczyk