

*Franjo Prot
Goran Sporiš*

Originalni znanstveni rad

USPOREDBA NELINEARNIH FAKTORSKIH STRUKTURA INTERESA PREMA SPORTU DOBIVENIH UMJETNIM NEURONSKIM MREŽAMA

1. UVOD

Stereotipna podjela na “muške” i “ženske” sportove prisutna je (Oglesby i Hill, 1993.). Premda se razlike mogu identificirati na osnovi razlika među prosjecima procjena interesa za pojedine sportove distribucije se često u velikoj mjeri preklapaju. Problem utvrđivanja i razumijevanja postojećih spolnih razlika interesa prema sportu znatno otežavaju i razlike među njihovim korelacijama. Od suštinskog je interesa ispitati je li se manifestne razlike mogu pripisati razlikama u latentnih struktura tih interesa.

U istraživanjima zagrebačkog kineziološkog metodološkog kruga zacrtana su istraživanja metoda faktorske analize (Momirovič, 1971.), u načelu u okvirima linearnih pristupa. Tri desetljeća tog razvoja pripremila su teren za izučavanje nelinearnih modela integriranjem metodologije umjetnih neuronskih mreža u metode analize podataka uključivši i metode faktorske analize (Momirovič, 2001.). Stoga se čini primjerenim da se spolne razlike u interesima prema sportu istraže i pod nelinearnim faktorskim modelom, što je i osnovni problem kojem je posvećeno ovo istraživanje. Na dva reprezentativna uzorka maturanta i maturantica koji su procijenili stupanj interesa za 52 sporta primijenjen je isti algoritam za nelinearnu faktorsku analizu tehnikom umjetnih neuronskih mreža. Usporedba dobivenih solucija izvedena je koeficijentima kongruencije matrica sklopova neuronskih nelinearnih faktora.

2. METODE

Prikupljanje podataka je provedeno u okviru istraživanja sportskih aktivnosti i sportskih interesa maturanata grada Zagreba. Istraživanjem su obuhvaćena dva uzorka ispitanika, 1040 maturanata i 994 maturantice gimnazija, četvorogodišnjih škola sa završnim zanimanjem i trogodišnjih srednjih škola, proporcionalne zastupljenosti u ukupnoj populaciji učenika. Uzorci su reprezentativni za populaciju urbanih maturanata. Sudionici ovog istraživanja procijenili su stupanj interesa za svaki od 52 ponuđena sporta na Lickertovoj ljestvici od pet stupnjeva. Za dobivene procjene izračunate su osnovne deskriptivne karakteristike, kao i razlike prosjeka

muškaraca i žena za svaki sport. Sportovi su rangirani prema veličini tih razlika i razvrstane u tri skupne. Jednakost matrica kovarijanci procjena testirana je Box-ovim M testom. Primjenom programa HOPFACSS (Momirović, 2001.) izvedene su nelinearne faktorske analiza umjetnim neuronskim mrežama Hopfieldovog tipa (Hopfield, 1982.), za muškarce i žene posebno. Algoritam HOPFACSS nelinearnu faktorsku analizu neuronskim mrežama izvodi u tako da u preliminarnoj fazi iterativnom multigrupnom metodom (Gredelj, Štalec i Momirović, 1983.) definira početnu soluciju uz broj faktora određenih PB kriterijem (Štalec i Momirović, 1971.). Potom podatke i inicijalne faktorske vrijednosti nelinearno transformira u standardnu sigmoidnu formu (0,1). Inicijalne vrijednost aksona neuronske mreže određuje produktom lijevih i desnih svojstvenih vrijednosti matrice kroskorelacija standardno sigmoidno transformiranih podataka i faktorskih vrijednosti. Nadalje, iterativnim postupkom optimizira i stabilizira vrijednosti aksona i to tako da je razlika između posljednje dvije iteracija manja od 0.001. Na kraju, definira sklop, strukturu, korelacije i pouzdanosti nelinearnih faktora dobivenih tehnikom neuronskih mreža Hopfieldvog tipa.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati su prezentirani u slijedećim tablicama: (1) Završna matrica sklopa neuronskih nelinearnih faktora maturanata; (2) Korelacije neuronskih nelinearnih faktora maturanata; (3) Završna matrica sklopa neuronskih nelinearnih faktora maturantica; (4) Korelacije neuronskih nelinearnih faktora maturantica; i (5) Kongruencije matrica sklopova neuronskih nelinearnih faktora maturanta i maturantica.

Na osnovi razlike procjena interesa sportovi se mogu podijeliti u tri skupine. Prvu skupinu čine sportovi: nogomet, boks, moto sport, stolni tenis, veslanje, hokej na ledu, košarka, sportski ribolov, vaterpolo, dizanje utega, ragbi, podvodni ribolov i hrvanje za koje su maturanti dali znatno više procjene; druga skupina sportova: streljaštvo, rukomet, streljaštvo, body building, baseball, boćanje, taekwondo, kajakaštvo, sportsko zrakoplovstvo, hokej na travi, karate, orijentacijski sport, mačevanje, judo, kuglanje, ronjenje, atletika, alpinizam, jedrenje, padobranstvo, skijanje, odbojka, planinarstvo, tenis, skijanje na vodi, biciklizam, sanjkanje i skokovi u vodu procijenjenih podjednako poželjnim (manja razlika od 0.5 boda) od maturanta i maturantica; i sportovi: plivanje; akrobatika, sportska gimnastika, badminton, konjički sport, sinhrono plivanje, klizanje, koturaljkanje, ritmička gimnastika, plesovi i aerobik procijenjeni poželjnijim za maturantice. Ova raspodjela kvantitativnih razlika u preferencijama ukazuje da uz sportove u kojima razlike u preferencijama nisu prisutne, postoje takozvani dominantno muški i dominantno ženski sportovi. Box-ov M test jednakosti matrica kovarijanci procjena ($\text{Box-M} = 3662.377$, $F=2.589$,

sig < .001), obično pridružen algoritmima za diskriminativnu analizu, sugerira nelinearnost i strukturalne razlike u interesima prema sportovima.

Na uzorku maturanata ekstrahirano je sedam faktora interpretiranih kao:

(Mf1) faktor interesa za sportove vezane za vodu

(Mf2) faktor interesa za borilačke i teško atletske sportove

(Mf3) faktor interesa za atletiku i konvencionalne (estetske) aktivnosti

(Mf4) faktor interesa za sportske igre

(Mf5) faktor interesa za sportove i aktivnosti u prirodi

(Mf6) faktor interesa za sportove i aktivnosti novih iskustava

(Mf7) faktor interesa za individualne rekreativne sportove

Tablica 1. Završna matrica sklopa neuronskih nelinearnih faktora (maturanti)

	Mf1	Mf2	Mf3	Mf4	Mf5	Mf6	Mf7
<i>Klizanje</i>	.10	-.08	.45	-.11	-.18	.00	.36
Plivanje	.72	.17	.14	.09	-.21	-.38	.18
Skijanje	.49	-.15	.13	.09	-.20	.10	.24
Koturaljkanje	.07	-.15	.51	-.18	-.14	.22	.32
Odbojka	.01	-.04	.15	.46	-.10	.02	.19
Hokej na ledu	.18	-.14	.12	.35	.01	.38	-.18
Planinarstvo	.21	.01	.13	-.11	.64	-.27	.05
Košarka	.17	.08	-.12	.66	-.10	-.09	-.03
Sportska gimnastika	.06	.20	.70	.11	.01	-.05	-.26
Akrobatika	.10	.12	.71	.04	.05	.04	-.28
Atletika	.05	-.07	.58	.34	.16	-.19	-.20
Nogomet	-.19	.18	-.21	.70	-.03	.03	-.13
Ritmička gimnastika	-.14	.02	.74	-.06	.11	.00	.01
Plesovi	-.01	.07	.52	-.16	-.17	.02	.37
Judo	-.05	.60	.15	.03	.20	.01	-.10
Stolni tenis	-.14	.03	-.18	.50	.22	-.14	.34
Veslanje	.45	.26	-.08	.18	.34	-.29	-.02
Boks	.05	.64	-.05	.05	.03	.19	-.30
Ronjenje	.80	-.04	-.07	-.11	.15	.02	-.09
Alpinizam	.35	-.16	.07	-.06	.63	-.06	-.07
Podvodni ribolov	.63	-.04	-.18	-.04	.38	.04	-.15
Taekwondo	-.05	.66	.04	.02	.00	.23	-.09

ZNANSTVENI RADOVI IZVAN TEME

Mačevanje	-0.18	0.03	0.07	-0.11	0.48	0.29	0.14
Biciklizam	0.20	0.19	-0.10	0.03	0.15	-0.26	0.47
Boćanje	-0.24	-0.05	0.06	0.19	0.47	-0.09	0.32
Dizanje utega	0.04	0.79	0.02	-0.08	-0.15	-0.30	0.28
Rukomet	-0.05	-0.04	0.08	0.73	-0.10	0.03	0.05
Badminton	-0.28	-0.29	0.26	0.24	0.17	0.09	0.48
Tenis	-0.02	-0.08	-0.06	0.44	-0.33	0.22	0.45
Streljaštvo	-0.03	0.30	-0.39	-0.13	0.36	0.20	0.32
Hrvanje	-0.17	0.50	0.11	0.03	0.37	0.05	-0.06
Skijanje na vodi	0.62	-0.03	-0.01	-0.09	-0.30	0.32	0.17
Sanjkanje	0.07	-0.09	-0.02	0.01	0.09	0.14	0.52
Vaterpolo	0.53	-0.02	0.01	0.51	0.00	-0.10	-0.10
Konjički sport	0.09	-0.03	0.16	-0.19	0.08	0.28	0.35
Streličarstvo	-0.11	0.16	-0.19	-0.16	0.50	0.23	0.29
Karate	-0.15	0.68	0.08	0.00	0.02	0.23	-0.05
Baseball	-0.12	0.08	-0.01	0.20	0.00	0.50	0.14
Jedrenje na dasci	0.62	-0.11	0.05	-0.02	-0.13	0.37	0.02
Skokovi u vodu	0.60	0.13	0.12	0.00	-0.14	0.15	-0.04
Kajakaštvo	0.43	-0.07	0.05	0.08	0.39	-0.05	0.03
Orijentacijski sport	-0.02	-0.03	0.20	-0.02	0.65	-0.04	0.01
Moto sport	0.11	0.36	-0.25	0.08	-0.25	0.47	0.11
Sportsko zrakopl.	0.10	0.00	-0.07	-0.16	0.13	0.68	0.06
Padobranstvo	0.18	-0.09	-0.07	-0.02	0.14	0.69	-0.10
Rugby	-0.06	0.21	0.09	0.25	0.10	0.44	-0.23
Sinhrono plivanje	-0.02	0.08	0.55	-0.03	0.08	0.11	0.02
Body building	0.11	0.77	0.03	-0.09	-0.32	-0.21	0.30
Aerobik	-0.03	0.10	0.62	0.00	-0.05	-0.01	0.12
Hokey na travi	-0.26	-0.14	0.22	0.33	0.39	0.25	-0.02
Sportski ribolov	0.22	0.05	-0.19	0.11	0.54	-0.07	-0.03
Kuglanje	0.03	0.06	-0.15	0.09	0.16	-0.17	0.55

Tablica 2. korelacije neuronskih nelinearnih faktora (maturanti)

	Mf1	Mf2	Mf3	Mf4	Mf5	Mf6	Mf7
Mf1	1.00	.33	.43	.26	.59	.57	.53
Mf2	.33	1.00	.39	.35	.41	.45	.31
Mf3	.43	.39	1.00	.26	.46	.38	.44
Mf4	.26	.35	.26	1.00	.23	.33	.31
Mf5	.59	.41	.46	.23	1.00	.55	.55
Mf6	.57	.45	.38	.33	.55	1.00	.44
Mf7	.53	.31	.44	.31	.55	.44	1.00

Na uzorku maturantica ekstrahirano je šest faktora interpretiranih kao:

- (Zf1) faktor interesa za sportove vezane za vodu i sportove novih iskustava
- (Zf2) faktor interesa za sportove i aktivnosti kojima se pretežno bave muškarci
- (Zf3) faktori interesa za konvencionalne (estetske) aktivnosti
- (Zf4) faktor interesa za sportske igre i igre u paru
- (Zf5) faktor interesa za dominantno istočne borilačke sportove i streljaštvo
- (Zf6) faktor interesa za individualne rekreativne sportove i aktivnosti u prirodi

Tablica 3. Završna matrica sklopa neuronskih nelinearnih faktora (maturantice)

	Zf1	Zf2	Zf3	Zf4	Zf5	Zf6
<i>Klizanje</i>	.15	.09	.46	-.11	-.19	-.03
Plivanje	.27	-.04	.19	.14	.01	-.02
Skijanje	.38	.15	.05	.00	-.16	.07
Koturaljkanje	.37	.01	.22	.16	-.04	-.19
Odbojka	-.10	-.02	-.03	.67	.03	-.09
Hokej na ledu	.09	.61	-.02	-.07	-.13	.11
Planinarstvo	-.10	-.32	.14	.13	.03	.65
Košarka	-.15	.19	-.06	.43	.08	-.04
Sportska gimnastika	-.18	.06	.82	-.14	.08	.01
Akrobatika	-.04	.18	.63	-.18	.09	.05
Atletika	-.08	.07	.34	.16	.08	.08
Nogomet	-.26	.53	-.03	.14	.14	.04
Ritmička gimnastika	-.15	.01	.77	-.06	.01	.01
Plesovi	-.04	-.29	.54	.18	.18	.00
Judo	-.09	.04	.03	.04	.75	-.02
Stolni tenis	-.23	.06	-.09	.49	-.01	.38
Veslanje	-.06	.09	-.01	.12	.08	.54

ZNANSTVENI RADOVI IZVAN TEME

Boks	.03	.60	-.06	-.21	.19	.02
Ronjenje	.55	-.19	.02	-.02	-.01	.31
Alpinizam	.24	-.21	.04	.03	.04	.60
Podvodni ribolov	.28	-.05	-.02	-.12	-.03	.56
Taekwondo	.00	-.04	.02	.03	.88	-.09
Mačevanje	.11	.07	-.05	-.16	.27	.43
Biciklizam	.22	-.24	.09	.43	.14	.05
Bočanje	-.31	.26	.05	.12	-.04	.56
Dizanje utega	-.08	.33	.19	-.04	.31	-.08
Rukomet	-.20	.17	.00	.64	.07	-.14
Badminton	-.03	-.01	.04	.66	-.14	.01
Tenis	.29	-.14	-.05	.63	.03	-.27
Streljaštvo	.10	-.13	-.12	.00	.53	.36
Hrvanje	-.15	.54	.07	-.14	.25	.12
Skijanje na vodi	.78	.07	.04	.02	-.13	-.08
Sanjkanje	.22	.02	.08	.40	-.12	.04
Vaterpolo	-.02	.57	.09	.14	-.14	.14
Konjički sport	.44	-.31	-.04	.03	.20	.20
Streličarstvo	-.01	-.02	-.09	.00	.37	.54
Karate	.11	-.05	-.01	.03	.88	-.14
Baseball	.32	.56	-.11	.19	.04	-.20
Jedrenje na dasci	.70	.23	-.05	.07	-.14	-.03
Skokovi u vodu	.55	.05	.26	.02	-.07	-.07
Kajakaštvo	.15	.12	.03	.01	-.15	.57
Orijentacijski sport	.03	.07	.14	.07	-.03	.46
Moto sport	.47	.30	-.15	-.04	.28	-.15
Sportsko zrakopl.	.59	.06	-.07	-.07	.15	.16
Padobranstvo	.69	-.06	-.05	-.08	.12	.05
Rugby	.19	.69	-.13	.04	.01	-.11
Sinhrono plivanje	.22	.12	.48	-.03	-.19	.08
Body building	.03	.33	.21	.04	.23	-.21
Aerobik	.14	-.19	.49	.21	.06	-.21
Hokey na travi	-.04	.54	.05	.13	-.12	.17
Sportski ribolov	-.04	.13	-.06	.15	-.16	.55
Kuglanje	-.12	.10	.00	.01	-.14	.48

Tablica 4. korelacije neuronskih nelinearnih faktora (maturantice)

	Zf1	Zf2	Zf3	Zf4	Zf5	Zf6
Zf1	1.00	.28	.35	.32	.24	.53
Zf2	.28	1.00	.22	.30	.43	.43
Zf3	.35	.22	1.00	.32	.21	.23
Zf4	.32	.30	.32	1.00	.22	.36
Zf5	.24	.43	.21	.22	1.00	.36
Zf6	.53	.43	.23	.36	.36	1.00

Kongruencije sklopova nelinearnih faktora (Tablica 5.) pokazuju dva para korespondentnih faktora MF3 i ZF3 sa 0.895 i MF2 i ZF5 sa 0.878, slijedeća dva para su MF2 i ZF5 sa 0.772, i MF4 i ZF4 sa 0.656. Nadalje dva faktora maturanta MF1 i Mf6 povezuju niski koeficijenti 0.642 i 0.636 sa faktorom ZF1 maturantica, i jedan par uvjetno sličnih faktora MF4 i ZF2 povezano je koeficijentom 0.521. Nelinearne neuronske faktorske strukture sportskih interesa maturanata i maturantica razlikuju se i po broju i po strukturi faktora.

Tablica 5. kongruencije sklopova neuronskih nelinearnih faktora maturanata i maturantica

	Zf1	Zf2	Zf3	Zf4	Zf5	Zf6
Mf1	.642	.014	.123	.010	-.157	.286
Mf2	-.036	.333	.143	-.093	.772	-.050
Mf3	.028	.039	.895	.061	-.025	-.090
Mf4	-.216	.521	-.041	.656	-.038	.019
Mf5	-.102	.039	-.006	.014	.138	.878
Mf6	.636	.305	-.154	-.040	.211	-.103
MF7	.196	-.169	.069	.542	.020	.140

4. ZAKLJUČAK

Uz prisutnost kvantitativnih razlika procjena interesa za sport maturanta i maturantica egzistira i nejednakost matrica kovarijanci, odnosno matrica korelacija što ukazuje na strukturalne razlike. Strukturalne se razlike mogu pripisati različitom broju faktora kao i njihovoj različitoj strukturi. Nelinearna transformacija standardiziranih procjena i nelinearna transformacija inicijalnih multigrupnih faktorskih vrijednosti u standardnu sigmoidnu formu omogućila je da se pod modelom neuronskih mreža

definiraju nelinearni neuronski faktori interesa za sport maturanta i maturantica. Pokazana je samo djelomična i nedovoljna kongruencija koja ukazuje na evidentne i eksplikabilne strukturalne razlike sportskih interesa adolescenata različitog spola.

5. LITERATURA

1. Gredelj, Marijan; Štalec, Janez; Momirović, Konstantin (1983.): An improved algorithm for iterative multigroup method of factor analysis. Proceedings of 5th International Symposium "Computer at the University", 499-502.
2. Hopfield, J. J. (1982.): Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proc. Nacional Academy of Sciences USA. **81**, 3088-3092.
3. Momirović, K. (1971.): Metode za konenzaciju i transformaciju kinezioloških informacija. Institut za kineziologiju, Zagreb.
4. Momirović, K. (2001.): Nonlinear factor analysis by Hopfield neural networks. Technical report, Institute of criminological and sociological research.
5. Momirović, K. (2002.): HPFACSS - Macro program za nelinearnu faktorsku analizu Hopfieldovim neuronskim mrežama. Makro biblioteka programa Instituta za kriminološka i sociološka istraživanja. Beograd.
6. Oglesby, C. A. and K. L. Hill (1993.): Gender and sport. In Singer R.N., M. Murphy and L. K. Tennant (Eds.) Handbook of research in sport psychology. McMillan, New York.
7. Štalec, J. i K. Momirović (1971.): Ukupna količina valjane vrijednosti kao osnov kriterija za određivanje broja značajnih glavnih komponenata. Kineziologija, 1, 1 : 77-81.

* prikazani rezultati proizašli su iz znanstvenog projekta br. 034-0342618-222 – (Razvoj algoritama za testiranje multivarijantnih strukturalnih hipoteza) potvrđenog uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske