

**KOGNITIVNI STIL KORISNIKA KAO IZVOR BIOMETRIJSKIH PODATAKA:
KOGNITIVNE RAZLIKE U FUNKCIJI BIHEVIORALNE BIOMETRIJE
COGNITIVE STYLE AS BIOMETRIC DATA: USING COGNITIVE
DIFFERENCES FOR BEHAVIORAL BIOMETRICS**

Kovačević Ivana

REZIME: Domen bihevioralne biometrije se razvija paralelno sa razvojem tehnologije, ali i u kontekstu širenja opsega znanja bihevioralnih i kognitivnih nauka. Ova međuslovljenost i inherentna interdisciplinarnost biometrije nameće potencijalne pravce daljeg razvoja i u skladu sa tim određena etička pitanja koja ih prate. Pokazalo se da je za verifikaciju identiteta i stanja korisnika opravdana i korisna primena kombinacije bihevioralnih indikatora i neurofizioloških parametara, te se na osnovu toga razvija nova oblast biometrije, kognitivna biometrija. U pitanju je pristup koji prati neurofiziološke promene koje se generišu tokom procesa mišljenja i doživljavanja putem metoda i tehnika detekcije karakterističnih biosignala. U ovom kontekstu definiše se opravdanost korišćenja kognitivnih stilova kao potencijalnih parametara za diferencijaciju korisničkih identiteta. Ona se zasniva na nalazima istraživanja koji govore u prilog neurofiziološkim, neuroanatomskim i bihevioralnim razlikama definisanim kategorijama kognitivnog stila. S druge strane, uloga kognitivnog stila u domenu identifikacije i verifikacije problematizuje se u kontekstu zahteva koji se postavljaju pred svaki biometrijski podatak, a njena održivost se procenjuje u zavisnosti od relevantnih istraživanja. Konačno, pored mogućih prednosti ovakvog načina opisivanja korisnika, postavljaju se i karakteristična ograničenja koja vode ka novim koncepcijama i pokušajima formiranja složenog profila korisnika zasnovanog na takozvanom digitalnom modelu čoveka.

KLJUČNE REČI: kognitivni stil, bihevioralna biometrija, biosignali, autentifikacija identiteta, kognitivna biometrija

ABSTRACT: Development of behavioral biometrics complements the technological progress but is also dependent on the knowledge expansion in the domain of behavioral and cognitive sciences. Its interdependence and inherent interdisciplinary approach impose potential directions of further development followed by some ethical considerations. It was shown that the combination of behavioral indicators and neurophysiological parameters are effective for identity verification and recognition of user state. So, the new scope of interest in biometrics, cognitive biometrics, is established. Cognitive biometrics is an approach that follows changes generated during the process of thinking and experiencing by methods and techniques for characteristic bio signal detection. In this article, the validity and convenience of cognitive style as potential parameter for differentiation of user identity, is analyzed. Its appropriateness is justified by researches of neurophysiological, neuroanatomic and behavioral difference established by cognitive styles. On the other side, the role of cognitive style in the domain of identity identification and verification is evaluated in the context of the demands set before each and every biometric data, and its sustainability is assessed according to the results of the relevant researches. Finally, beside the advantages of this mode of user description, there are some specific restraints leading toward new conceptions and endeavors to articulate complex user profile based on so called digital human model.

KEY WORDS: cognitive style, behavioral biometrics, bio signals, identity authentication, cognitive biometrics

**UVODNA RAZMATRANJA: IDENTITET
KORISNIKA I INTERDISCIPLINARNOST**

Neophodnost prepoznavanja i verifikacije korisnika sistema postala je veoma značajna jer su se mnoge društvene funkcije „preselile“ u virtualni prostor. Zahtevi tehnologije, koja omogućava da se aktivnosti poput elektronske trgovine, dobijanja dokumenata, pa čak i društvenih rituala igranja igri, druženja i poslovne saradnje obavljaju posredstvom nje, pospešuju i njen razvoj u domenu kontrole identiteta učesnika u toj društvenoj razmeni. Stoga tehnološki razvoj u pravcu formiranja novih društvenih virtualnih prostora mora biti praćen i tehnološkim razvojem za kontrolu autentičnosti učesnika, odnosno njihovih virtualnih identiteta. U tom smislu, biometrija postaje značajna disciplina od koje se očekuje da integriše znanja iz različitih oblasti tehnologije i bihevioralnih nauka.

Biometrija može biti zasnovana na različitim metodološkim postupcima prikupljanja podataka i jedno od značajnih kategorija podataka bazirano je na praćenju interakcije čoveka

i kompjuterskih sistema. Svaki korisnik ima svoj specifičan način „ophođenja“ sa sistemom, koristi različite strategije rešavanja problema zasnovane na, za njih, karakterističan način primene znanja i sposobnosti. Ovaj domen bihevioralne biometrije često se naziva „čistom“ bihevioralnom biometrijom jer se svodi na pokušaj kvantifikacije crta ponašanja u funkciji verifikacije identiteta (Yampolskiy, Govindaraju, 2010).

Bihevioralna biometrija, za razliku od fizičke koja se zasniva na prepoznavanju telesnih karakteristika, sistematski prati ponašanja ljudi u funkciji njihovog prepoznavanja, što je funkcija veoma slična onome što mi svakodnevno radimo kada se susrećemo sa ljudima u našem okruženju. Ovde se samo takav vid prepoznavanja očekuje od automatizovanog sistema tehnološki dovoljno sofisticiranog za fino detektovanje individualnih razlika korisnika. Neki autori (Pratheepan, i sar., 2010) suštinu takvog biometrijskog sistema vide u njegovoj sposobnosti da prepozna obrascе ponašanja korisnika na osnovu njihovih fizioloških ili bihevioralnih karakteristika.

Inherentna interdisciplinarnost biometrije jeste naročito izražena u kontekstu bihevioralne biometrije koja svoju problematiku posmatra iz perspektive praćenja obrazaca ponašanja. Ona podrazumeva poznavanje mogućnosti i ograničenja tehnologije i tehničkih rešenja ali i odgovarajući korpus znanja u oblasti bihevioralnih nauka, a ovde i kognitivnih i medicinskih nauka. Perspektive pristupa su u ovoj fazi nauke nesagledive jer je njena primena ograničena ne samo pripadajućom tehnologijom, već i nivoom postojećeg znanja o zakonitostima ljudskog ponašanja i raspoživim tehnikama njegovog praćenja i merenja (Kovačević, 2018).

Domen i domet bihevioralne biometrije

Sličnost i razlika u načinu na koji dve osobe prilaze određenim situacijama jeste osnovni problem koji se ovde nameće. Potrebno je identifikovati crtu koja ih razlikuje, a koja može biti veoma diskretna i teško merljiva. Specifičnost bihevioralne biometrije jeste u individualnim razlikama u pogledu načina na koji ljudi stupaju u interakciju sa sistemom za verifikaciju (Revet, 2010). Način na koji bihevioralna biometrija pristupa ovim problemima podrazumeva konstantno poređenje različitih aspekata trenutnih inputa aktuelnih aktivnosti sa prethodno prikupljenim podacima koji čine uskladišteni korisnički profil. Na osnovu toga ona detektuje anomalije (odstupanja) od uobičajenog korisničkog ponašanja i može sprečiti upad u trenutku dok se on dešava u realnom vremenu, što čini njenu posebnu prednost.

Pored te dinamičke prednosti, postoji i prednost u otežanoj zloupotrebi jer je imitacija nečijeg dugotrajnog uzorka ponašanja zahtevna, a činjenica da osoba ne mora biti svesna ovog konstantnog praćenja ponašanja može biti i prednost ali i nedostatak. Naime, intruzivnost praćenja je veoma mala, ali je problematična sa etičkog aspekta jer prikupljanje podataka o nečijim navikama i ponašnjima u "intimnoj" interakciji sa računarnom se može tumačiti i kao uhođenje (Joinson, i sar., 2010). Pored ovog etičkog, postoji i tehnički problem koji se odnosi na to da li je realno pokazati da su varijacije u okviru obrasca ponašanja korisnika u različitim trenucima korišćenja sistema, manje od varijacija koje postoje između dva različita korisnika.

Kako postoji vremenska varijabilnost većine bihevioralnih karakteristika, ovde je potreban fleksibilniji sistem koji bi uzimao u obzir i značajnu intrasubjektivnu varijabilnost koja će pretpostaviti i specifične promene u ponašanju korisnika. Zbog toga Gamboa (Gamboa, 2008) smatra da je odgovor u robustnijim, manje preciznim sistemima autentifikacije, barem u poređenju sa biometrijskim sistemima zasnovanim na fizičkim karakteristikama. Ipak, Buriro (Buriro, 2017) smatra da je ovaj način autentifikacije pouzdaniji jer ga je teško kopirati, deliti, distribuirati i zahteva prisustvo korisnika u toku celog procesa validacije. Ovaj dinamički pristup garantuje veću sigurnost jer se korisnik proverava tokom cele sesije interakcije (Raj, Santosh, 2009).

Bihevioralna biometrija ima mnogo prednosti nad tradicionalnim biometrijskim tehnologijama. Ovi podaci mogu biti prikupljeni bez znanja korisnika. Prikupljanje bihevioralnih podataka često ne zahteva nikakvu posebnu opremu i u prin-

cipu je ekonomično. Iako većina bihevioralno biometrijskih podataka nije dovoljno jedinstvena da bi omogućila pouzdanu identifikaciju osobe, pokazalo se da oni ipak mogu obezbediti dovoljno visoku tačnost provere identifikacije (Yampolskiy, Govindaraju, 2010).

Postavlja se pitanje praktičnih razlika zadatka verifikacije i identifikacije. U prvom slučaju potrebno je samo potvrditi, odnosno opovrgnuti nečiju tvrdnju vezanu za njegov identitet. U drugom slučaju, potrebno je spariti realni identitet sa već postojećim identitetom u bazi vršeci poređenja sa svim postojećim, dostupnim identitetima. To podrazumeva mnogo više poređenja a ne samo jednu proveru poklapanja. U tom smislu Jampolski i daje prednost verifikaciji kada je bihevioralna biometrija u pitanju (Yampolskiy, Govindaraju, 2008). Rešenje za to je integracija više crta koja omogućava formiranje modela ponašanja korisnika koji ima veću jedinstvenost, ali i ograničenost broja potencijalnih korisnika, odnosno, postojanje brojno strogo ograničene baze korisničkih profila koji može biti upotrebljiv.

STIL PONAŠANJA KORISNIKA KAO BIHEVIORALNI INDIKATOR

Postoji ideja da se korisnički profil definiše na osnovu strategija, stila, veština, znanja i emocionalnih reakcija tokom interakcije sa sistemom, te da on formira osnovu za poređenje sa trenutnim, realnim ponašanjem korisnika, a sa ishodom njegovog prepoznavanja ili alarmiranja sistema u slučajevima "sumnjivih" nepoklapanja. Ideje idu dalje u pravcu pokušaja da se prepoznaju i specifične varijacije u ponašanju korisnika, a s obzirom na njegova trenutna emocionalna stanja ili kognitivnu napregnutost.

Istraživanja se bave ponašanjem u saobraćaju, odnosno detekcijom stanja vozača, posebno nivoa stresa (Healey, Picard, 2005) i mogućnošću prepoznavanja njihovog stila vožnje (Constantinescu, i sar., 2010). Zatim, interesantno je istraživanje Vizera i saradnika (Vizer, Zhou, Sears, 2009) koje nam govori u prilog tome da je moguće sa izvesnim nivoom rizika detektovati prisutnost kognitivnog i fizičkog naprežanja, a kao pokazatelja specifičnog obrasca reagovanja pod stresom. Odatle smo na korak to afektivnog računarstva i projektovanja odgovarajuće reakcije sistema. Autori su usavršili svoj concept uzimajući u obzir i važnost fleksibilnosti i adaptivnosti metoda praćenja (Vizer, Sears, 2010).

Interesantna su istraživanja, na primer, (Yampolskiy, Govindaraju, 2006) stila igre igrača pokera koji mogu ukazati na postojanje određene anomalije, neočekivanog ponašanja igrača i generisati sumnju da je u pitanju zamena identiteta. Koristi od ovog načina praćenja nečijeg stila ponašanja višestruke su u prevenciji krađe bankovnih kartica (Brause, i sar., 1999) ili prilikom detekcije postojanja kompjuterskog virusa pri praćenju obrazaca slanja elektronske pošte (Stolfo, i sar., 2003). I "neverbalna online" komunikacija može biti legitiman pristup, kao što je slučaj pri korišćenju haptičkih sistema, odnosno dodirnih interfejsa koji obezbeđuju informacije o pravcu, pritisku, sili, uglu, brzini i poziciji korisničke interakcije (Orozco, i sar., 2006). Slično, dinamika korišćenja miša (Pusara & Brod-

ley, 2004) ili tipkanja može biti interesantan pokazatelj (Giot, i sar., 2011), kao i njihova kombinacija (Ahmed, Traore, 2005).

Ovde treba posebno izdvojiti pomenuto istraživanje stila igranja pokera (Yampolskiy, Govindaraju, 2010) koje opisuje logiku analize onlajn ponašanja korisnika relevantnog za biometriju i uvođenje personalnih varijabli poput kognitivnog stila u taj domen. Naime, autori su putem kompjuterskih algoritama kreirali simulirane sintetičke biometrijske podatke i na osnovu njih formirali višestruke “veštačke” profile jednog istog igrača. Oni predstavljaju realne profile igrača koji bi se javili u različitim situacijama tokom igranja igre i zasnovani su na statističkoj analizi aktivnosti koje je relativno lako pratiti, a za koje se veruje da predstavljaju dugoročan model ponašanja. Na taj način se postiže značajna dimenzionalnost profila.

Stil interakcije može biti prepoznatljiv ali se postavlja pitanje u kojoj meri on može biti uspešan pokazatelj nečijeg identiteta, a s obzirom na stepen situacione varijabilnosti i različitosti od aktera do aktera. Naime, specifičan problem koji može da se javi jeste slučaj da postoji mnogo veća varijabilnost u stilu interakcije između dva pristupa od strane istog korisnika, nego što je to slučaj između dva korisnika. Takva situacija vodi u pogrešnu identifikaciju i smanjuje pouzdanost i poverenje korisnika u sistem. U tom smislu, pristupa se praćenju više crta (elemenata ponašanja) i pokušajima njihovog naknadnog matematičkog i mašinskog integrisanja u jedinstveni indikator-represent korisničkog identiteta.

Kognitivni stil kao biometrijski parametar

Ako psihološki konstrukt kognitivnog stila definišemo na način na koji se to čini u savremenoj kognitivnoj psihologiji, kao, relativno stabilnu dimenziju individualnih razlika u kognitivnog sferi koju karakterišu individualne varijacije u formi mentalnih aktivnosti (Turner, Sobolewska, 2009), možemo ga uzeti u razmatranje kao kandidata za biometrijsku analizu. Ova definicija implicira da je u pitanju relativno trajna struktura koja ima svoje implikacije na ponašanje ljudi, korisnika i koja se manifestuje prilikom intelektualno zahtevnih aktivnosti koje su česte u kontekstu interakcije čoveka i računara. Naime, istraživanja nedvosmisleno pokazuju da različiti kognitivni stilovi imaju značajnog uticaja na opažanje, učenje, rešavanje problema, odlučivanje, komunikaciju, kreativnost (Allinson, Hayes, 1996) te da više odražavaju stilske nego kvantitativne razlike u domenu kognitivnih sposobnosti (Riding, Cheema, 1991). Kao takvi oni više opisuju i omogućuju merenje tipičnog ponašanja, a to je upravo ono što bihevioralnu biometriju zanima i na čemu se zasniva njena primena (Kovačević, 2018).

Problem kognitivnog stila kao okosnice za prepoznavanje identiteta je u njegovom ograničenom opsegu razlikovanja, s jedne strane, ali i neodređenosti u pogledu kategorizacije. Naime, tipologije kognitivnih stilova podrazumevaju dva do nekoliko kategorija nastalih kombinovanjem određenih dimenzija ponašanja. Sternberg, na primer, govori o nekih trinaest stilova mišljenja (Sternberg, 1997), ali su češći primeri postojanja dve do četiri kategorije stilova (Kaegan, 1966; Witkin, i sar., 1962). Pored toga, postoji preko pedeset važećih

tipologija kognitivnog stila (Armstrong, 2000), a pored toga, on se povremeno meša sa stilom učenja (Sadler-Smith, 2001).

Rešenje ovih nedostataka kognitivnog stila može ići u dva pravca. U teorijskom smislu, moguće je definisati kognitivni stil kao element u sklopu širih modela funkcionisanja ličnosti, kao što to čine neki autori (Royce, Powell, 1983). U metodološkom i praktičnom smislu potrebno je naći biofiziološke korelate određenih stanja koja oslikavaju kognitivno angažovanje na nivou promena u strukturama centralnog nervnog sistema i funkcionisanja autonomnog nervnog sistema, kao i individualne neurofiziološke razlike vezane za aktivaciju i dominantnost određenih kognitivnih stilova.

Istraživanja ruskih neurofiziologa pokazala su da postoji izvesna anatomsko i funkcionalna nezavisnost vizuelnog i verbalnog sistema (Blazenkova, i sar., 2011; Blazhenkova, Kozhevnikov, 2009; Blazenkova i sar., 2006) koja daju izvesne indicije da je prepoznavanje individualnih razlika u ovom domenu moguće. Oni nalaze mogućnost diferencijacije samog vizuelnog sistema koji se smatrao inicijatorom jedinstvenog stila. Istraživanja su pokazala da postoje individualne razlike u pogledu uspeha u obradi statičnih slika i spacijalnih karakteristika objekata kao što su lokacija i prostorni odnosi, a za koje se smatralo da moraju da potiču iz istog centra. Tragom ovih bihevioralnih razlika autori su našli i neurološke razlike koje govore u prilog tome da se ove aktivnosti obavljaju posredstvom dva različita podsistema, ventralnog i dorzalnog i da su stoga neuroanatomski različiti. Dalja istraživanja pokazuju da se pored verbalno-vizuelnih razlika, mogu razlikovati i analitičke i holističke dimenzije stilova (Sadler-Smith, 2001; Riding, Cheema, 1991), zatim traga se za razlikama u pogledu kognitivnih i refleksivnih stilova (Kaegan, 1966) i zavisnosti i nezavisnosti od polja (Witkin, i sar., 1962).

Kognitivni stil bi kao koncept, a s obzirom na način i domen manifestovanja, mogao da se okarakteriše kao “meki” bihevioralno biometrijski podatak. Naime, u pitanju je pokazatelj koji bi imao funkciju kao dodatni ključ za prepoznavanje identiteta jer bi identifikacija samo na osnovu njega bila nedovoljno precizna i specifična. S druge strane, on bi mogao da bude jasan pokazatelj nečijeg doslednog stila ponašanja prilikom rešavanja složenih kognitivnih zadataka jer se ispoljavanje njegovog diferencijalnog efekta ne prepoznaje ukoliko zadatak nije dovoljno zahtevan i ne angažuje dodatne kognitivne resurse. Posebno pogodna situacija za izazivanje obrazaca ponašanja karakterističnih za određeni kognitivni stil jeste kada su zahtevi definisani u obliku kontraintuitivnom za dati stil, odnosno na način i po svojoj prirodi takvim da očekuju kompenzaciju za neusklađenost sa “jačim” stranama stila i podrazumevaju veći kognitivni napor (Kirton, 2003).

Ako govorimo o kognitivnom stilu onda se fokusiramo na tzv. „meke“ biometrijske karakteristike koje mere inteligenciju, rečnik, veštine, a na osnovu poznavanja reči, sposobnosti generalizacije, matematičkih veština i slično. Meke biometrijske crte nisu dovoljno “snažne” da utvrde identitet osobe, te se koriste u kombinaciji sa drugim aspektima i sistemima za analizu kao što je *BioHashing* tehnika (Saini, Sinha, 2010; Lugini, Nanni, 2007).

Evaluacija funkcionalnosti stila kao indikatora

Ako hoćemo da vidimo da li je neki biometrijski pokazatelj funkcionalan, obično ga podvrgnemo analizi prema sedam kriterijuma dobre biometrije (Jain, i sar., 2011), a koji od crte koju izdvojimo očekuju da bude: univerzalna, jedinstvena, relativno trajna, dostupna, prihvatljiva, učinkovita i relativno pouzdana. Ako analiziramo većinu biometrijskih pokazatelja, pa i sam kognitivni stil koji je ovde posebno izdvojen kao predmet interesovanja, videćemo da je univerzalnost velika ali da jedinstvenost jeste čest problem. Naime, ljudi se relativno precizno mogu klasifikovati u različite kategorije s obzirom na pripadajući kognitivni stil, međutim, broj tih kategorija je, zavisno od metodološkog rešenja i teorijskog modela relativno mali (dva, tri, do nekih desetak stilova).

Adler i saradnici (Adler, i sar., 2006) kažu da broj mogućih stilova pisanja, strategija igranja igri i različitih preferencija omogućuje samo verifikaciju korisnika ali ne i njegovu identifikaciju, sem ukoliko je skup korisnika ekstremno mali. To je povezano sa pouzdanosću, odnosno uspešnošću sistema, jer tačnost identifikacije postaje slabija sa povećavanjem broja korisnika u bazi (Yampolskiy, Govindaraju, 2010).

U tom smislu, moguće su dve opšte vrste grešaka. Situacija da se mere pogrešno prepoznaju kao da potiču od iste, iako su u pitanju dve različite osobe, jeste situacija pogrešnog potvrđivanja identiteta, odnosno prihvatanja. Za razliku od nje, situacija pogrešnog negiranja identiteta, odbijanja, dešava se kada se mere jedne te iste osobe identifikuju kao da pripadaju dvema različitim osobama (Kong, i sar., 2006). Kako istraživanja pokazuju da je poverenje korisnika u sistem faktor koji može da premosti doživljaj ugrožavanja privatnosti (Joinson, i sar., 2010), a pogrešne reakcije sistema snižavaju poverenje, potrebno je sistem učiniti pouzdanijim. Ovde su od značaja očekivanja korisnika. Bernecker (Bernecker, 2006) kaže da korisnik očekuje (nešto što je nemoguće) da će sistem imati 0% pogrešnih odbijanja i isto toliki postotak pogrešnih prihvatanja.

Buriro (Buriro, 2017) prepoznaje više ishoda, odnosno mera uspeha detekcije sistema koji, između ostalog, podrazumevaju i proporcije grešaka i tačnih odgovora, kao realnijih mera uspeha sistema. Ovo očekivanje zasnovano je na pouzdanosti sistema za prikupljanje podataka koji bi trebalo da ih tačno prikupi, transformiše i prepozna. To se prema ovom autoru može postići praćenjem kvaliteta postupka akvizicije, zatim praćenja procesa razlikovanja i primenjivanja mera koje kompenzuju potencijalne greške u obe faze. Na taj način se upravlja poverenjem korisnika, minimiziranjem mogućnosti pojave greške i ograničavanjem posledica nastale greške. Ovde treba imati u vidu individualne razlike eksperata i „naivnih“ korisnika u pogledu načina na koji se poverenje stiče i gubi.

Ako posmatramo trajnost kao kriterijum, kognitivni stil je tu u prednosti u odnosu na emocionalne reakcije ili veštine koje se menjaju vremenom kako osoba uči ili kako aktivnosti bivaju zahtevnije ili kad kontekst nameće određena emocionalna stanja. Jedan interesantan pokušaj složenije biometrijske analize zasnovan je na autentifikaciji korisničkog identiteta putem veštačke inteligencije i biheviornalne biometrije, koju

su autori nazvali *Biometrija na osnovu vremenskog intervala tranzicije sa tipke na tipku* (KIT). Analiza obrasca prelaska sa tipke na tipku (tipkanja na tastaturi) je vremenski promenljiva i zavisi od više faktora, tako da veštačka inteligencija ovde služi da „nauči“ obrasce tih promena i da ih predviđa u budućnosti (Purgason, Hibler, 2012).

Kako je podatke relativno lako prikupiti bez znanja samih korisnika otvara se čitav niz pitanja vezanih za zloupotrebu i privatnost, te posledično poverenje, ali je za verifikaciju korisnika ovo koristan pristup jer ograničava mogućnost zloupotrebe i „falsifikacije“ identiteta obuhvatajući širi dijapazon intrinzičkih informacija o korisniku. Ovde se radi o definisanju identiteta na osnovu onoga što korisnik jeste ili radi (Buriro, 2017), a to je teže dostupno za preuzimanje i „krađu“, od nečega što on ima ili zna (Koong, i sar., 2014). Naime, biheviornalna biometrija samo je specijalan slučaj preuzimanja ličnih podataka, te je neodvojiva od same osobe (Bernecker, 2006).

ŠTA JE TO KOGNITIVNA BIOMETRIJA

Savremeni trendovi u domenu biheviornalne biometrije idu ka sve složenijim pristupima analize ponašanja korisnika sistema i identifikacije uobičajenih obrazaca njihove interakcije. Saznanja iz biheviornalnih i kognitivnih nauka odvijaju se paralelno sa razvojem savremenih tehnoloških rešenja koja omogućavaju praćenje sofisticiranih promena fizioloških parametara, aktivnosti nervnog sistema i ponašanja korisnika.

Istraživanjima autora koji ispituju upotrebljivost snimanja moždane aktivnosti u funkciji prepoznavanja identiteta korisnika i obrazaca manifestacije njihovih neurofizioloških parametara, otvarase još jedno polje biheviornalne biometrije, takozvane kognitivne biometrije (Revett, 2012).

Buriro (Buriro, 2017) o kogniciji govori kao o posebnom biometrijskom modalitetu (pored fizičkih, biheviornalnih i hemijskih crta). On kognitivne karakteristike u ovom kontekstu definiše kao reakcije mozga na spoljašnje podsticaje. Van den Brok (Van Den Broek, 2010) smatra da je sve počelo upotrebom neurofizioloških pokazatelja, a što je omogućilo da se određeni parametri, njihovi biheviornalni korelati, posmatraju paralelno u funkciji validacije. Kako su prepoznavanje glasa i rukopisa prvi u tom domenu, ovde se ide korak dalje i uvodi se nova klasa takozvanih biosignala (neurofizioloških signala) koji se zasnivaju na elektrohemijskim promenama na nivou neurona, mišića i lučenja žlezda.

S druge strane, razvoj tehnologije je omogućio praćenja, na primer, srčanog rada elektrokardiogramom, mišićne aktivnosti elektromiogramom ili provodljivosti kože (elektrodermalna aktivnost) koja reaguje na pojačano znojenje. Ideja je da se na ovaj način odgovori na probleme „tradicionalnih“ biometrijskih pristupa kao što je problem prepoznavanja lica ili pokreta, te glasa koji mogu biti zavisni od razlika u kontekstima akvizicije i prepoznavanja, podložni različitim distorzijama i stoga nedovoljno precizni.

Kada se govori o snimanju moždane aktivnosti elektroencefalogramom, na primer, postoji ideja da je obrazac evocira-

nog potencijala (ERP obrazac) povezan sa određenom kognitivnom aktivnošću koja je provocirana konkretnim zadatkom i kao takva dovoljno specifična da može biti upotrebljena u biometrijske svrhe (Jain, i sar., 2011). Nije neuobičajeno i snimanje metodom takovane funkcionalne magnetne rezonance (fMRI) i pozitronskom emisionom tomografijom (PET). Slično, kombinacijom ovih metoda očekuje se i postiže mogućnost prepoznavanja određenog broja emocionalnih stanja zasnovanih na stepenu pobuđenosti i valence koja se može relativno precizno meriti (Van den Broek, i sar., 2009). Tako postoje ideje za procenom emocionalnih stanja, ali i prepoznavanjem i predviđanjem određenih ponašanja u virtuelnom okruženju, a na osnovu praćenja njihovih neurofizioloških korelata. U pitanju su najčešće stresna stanja, umor, ali i tendencije obmane i laganja, čak i kada je identitet pravi (Kovačević, 2015).

Identifikacija i verifikacija zasnovane na ovom pristupu imaju dosta nedostataka u smislu vremenske promenljivosti i male interpersonalne varijabilnosti, te se za sad uzimaju u obzir u kombinaciji sa tradicionalno prikupljenim biometrijskim podacima, čime se povećava broj informacija o osobi i omogućava veća preciznost i generisanje pouzdanijeg profila korisnika. U tom smislu navodi se uloga biosignala u verifikovanju informacija dobijenih tradicionalnom metodologijom, pri dopuni nedostajućih informacija, te većom „čistoćom“ informacija zahvaljujući njihovoj integraciji iz više izvora (Van den Broek, 2010).

Gamboa (Gamboa, 2008) u svojoj tezi ističe ideju o praćenju moždane aktivnosti i emocionalnih i kognitivnih korelata te aktivnosti a u funkciji prepoznavanja korisnika. Poseban problem koji se ovde nameće jeste razvoj sistema klasifikacije koji bi bio dovoljno diskriminativan. Zbog toga je pristup multimodalni i uzima u obzir i objektivne pokazatelje dobijene praćenjem moždanih talasa. Pretpostavka je da mozak generiše određene reakcije koje je moguće pratiti a zavisno od trenutnih aktivnosti korisnika.

Vidimo da se za sad ovaj pristup koristi samo u funkciji krosvalidacije tradicionalnih (zasnovanih na obradi slike) biometrijskih pristupa, što je i prikazano u nekim relevantnim radovima u kojima se prepoznavanje glasa čini preciznijim prilikom autentifikacije zahvaljujući biosignalima koji nisu podložni uticaju okolne buke, odnosno novom tehnikom koja se zasniva na površinskoj elektromiografiji i instrumentima za naprednu sintezu govora (Jorgensen, Dusan, 2010). Pored toga, kada se uvode nove klase biometrijskih podataka, automatski se otvaraju i nova teorijska, metodološka i tehnološka pitanja, ali ne i samo ona, već i pitanja koja su društvene i etičke prirode, a govore o problemima privatnosti, poverenja ali i značaja interdisciplinarnosti pristupa.

UMESTO ZAKLJUČKA: RAZVOJ DIGITALNOG MODELA ČOVEKA

U osnovi različitih pokušaja identifikacije na osnovu integracije većeg broja pokazatelja stoji ideja da se formira digitalni model čoveka (Van den Broek, 2010) koji bi bio replika realnog korisnika. Ideja je da ovaj model korisnika ne bude samo reprezent njegovog prisustva u virtuelnom prostoru, kao što je to slučaj sa avатарom, već i da bude izvršilac određene

nog broja automatizovanih aktivnosti u sistemu. U tom smislu se očekuje koncipiranje bota (Whalen, i sar., 2013) koji ima funkcionalnosti da rešava situacije i manifestuje ponašanja na osnovu više predviđenih scenarija, a čija dinamika je zasnovana na ekstrapolaciji znanja o korisniku.

Razvoj biometrije neki autori posmatraju kao složeni proces izgradnje modela korisnika zasnovanog na nizu kvantitativnih podataka o karakterističnim crtama ličnosti. Pri čemu se relevantni podaci mogu dobiti na tradicionalan način tehnikama opservacije, testiranja, upitnicima i intervjuima (van den Broek, i sar., 2009), ali čija se validacija i kompletnost postiže analizom i sparivanjem sa odgovarajućim biosignalima.

Tako dolazimo do novog koncepta, takozvane kognitivne biometrije, pristupa kojim se autentifikacija i verifikacija identiteta vrši na osnovu praćenja signala koji se generiše tokom procesa mišljenja i doživljavanja putem različitih metoda koje služe za detekciju mentalnih i emotivnih stanja ljudi na neurofiziološkom nivou. Opravdanost ove ideje zasnovana je na naučnim dokazima o, za osobu karakterističnim i jedinstvenim biosignalima, a čije su se manifestacije pokazale u određenom stepenu i genetski nasleđenim (Revett, K., de Magalhães, 2010).

U tom kontekstu, individualne razlike u pogledu kognitivnih stilova korisnika predstavljaju izazov za razvoj kognitivne biometrije koja bi mogla da na osnovu stepena izraženosti određenih kategorija stila definiše i karakteristične neurofiziološke korelate, a na osnovu kojih bi se moglo vršiti prepoznavanje identiteta ili njegova verifikacija. Čak i da se sve to postigne sa velikim stepenom tačnosti, ovde još uvek ostaje na snazi i zahtev za ograničenim brojem uzoraka za poređenje, odnosno korisnika čiji se profili nalaze u bazi.

LITERATURA:

- [1] Adler, A., Youmaran, R., & Loyka, S. (2006, May). Towards a measure of biometric information. In *Electrical and Computer Engineering, 2006. CCECE'06. Canadian Conference on* (pp. 210-213). IEEE.
- [2] Ahmed, A. A. E., & Traore, I. (2005, October). Detecting Computer Intrusions Using Behavioral Biometrics. In *PST*.
- [3] Allinson, C. W., & Hayes, J. (1996). The cognitive style index: A measure of intuition-analysis for organizational research. *Journal of Management studies*, 33(1), 119-135.
- [4] Armstrong, S. J. (2000). The influence of individual cognitive style on performance in management education. *Educational Psychology*, 20(3), 323-339.
- [5] Bernecker, O. (2006). Biometrics: Security: An end user perspective. *Information security technical report*, 11(3), 111-118.
- [6] Blazhenkova, O., & Kozhevnikov, M. (2009). The new object-spatial-verbal cognitive style model: Theory and measurement. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(5), 638-663.
- [7] Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., & Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery: a new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 20(2), 239-263.
- [8] Blazhenkova, O., Becker, M., & Kozhevnikov, M. (2011). Object-spatial imagery and verbal cognitive styles in children and adolescents: Developmental trajectories in relation to ability. *Learning and Individual Differences*, 21(3), 281-287.
- [9] Brause, R., Langsdorf, T., & Hepp, M. (1999). Neural data mining for credit card fraud detection. In *Tools with Artificial Intelligence*,

1999. *Proceedings. 11th IEEE International Conference on* (pp. 103-106). IEEE.
- [10] Buriro, A. (2017). *Behavioral biometrics for smartphone user authentication* (Doctoral dissertation, University of Trento).
- [11] Constantinescu, Z., Marinoiu, C., & Vladoiu, M. (2010). Driving style analysis using data mining techniques. *International Journal of Computers Communications & Control*, 5(5), 654-663.
- [12] Gamba, H. (2008). *Multi-modal behavioral biometrics based on hci and electrophysiology* (Doctoral dissertation, PhD thesis, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico).
- [13] Giot, R., El-Abed, M., & Rosenberger, C. (2011). Keystroke dynamics overview. In *Biometrics*. InTech.
- [14] Healey, J., & Picard, R. W. (2005). Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, 6(2), 156-166.
- [15] Jain, A. K., Ross, A. A., & Nandakumar, K. (2011). *Introduction to biometrics*. Springer Science & Business Media.
- [16] Joinson, A. N., Reips, U. D., Buchanan, T., & Schofield, C. B. P. (2010). Privacy, trust, and self-disclosure online. *Human-Computer Interaction*, 25(1), 1-24.
- [17] Jorgensen, C., & Dusan, S. (2010). Speech interfaces based upon surface electromyography. *Speech Communication*, 52(4), 354-366.
- [18] Kaegan, J. (1966). Reflection-impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71, 17-24.
- [19] Kirton, M. J. (2003). *Adaptation-Innovation in The Context Of Diversity And Change*. London: Routledge.
- [20] Kong, A., Cheung, K. H., Zhang, D., Kamel, M., & You, J. (2006). An analysis of BioHashing and its variants. *Pattern recognition*, 39(7), 1359-1368.
- [21] Koong, C. S., Yang, T. I., Wu, C. C., Li, H. T., & Tseng, C. C. (2014). An investigation into effectiveness of different reflective learning strategies for learning operational software. *Computers & Education*, 72, 167-186.
- [22] Kovačević, I. (jun 2018). Kognitivni stil korisnika kao osnova za prepoznavanje identiteta u kontekstu bihevioralne biometrije. *Međunarodna konferencija i izložba: INFOTECH 2018*, Aranđelovac.
- [23] Kovačević, I. (May, 2015). Tracking Users `Emotional Reactions and Behavioral Biometrics – toward developing system for students` authentication. U: Delibašić, B., Dargam, F., Zaraté, P., Hernández, J.E., Liu, S., Ribeiro, R., Linden, I., Papatheanasiou, J. (eds). *ICDSSST 2015 proceedings – the 1st int. conference on decision support systems technologies an ewg-dss conference. Theme: big data analytics for decision-making*. Belgrade, Serbia, May 27-29, 2015, 34
- [24] Lumini, A., & Nanni, L. (2007). An improved bihashing for human authentication. *Pattern recognition*, 40(3), 1057-1065.
- [25] Orozco, M., Asfaw, Y., Shirmohammadi, S., Adler, A., & El Saddik, A. (2006, March). Haptic-based biometrics: a feasibility study. In *Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, 2006 14th Symposium on* (pp. 265-271). IEEE.
- [26] Pratheepan, Y., Condell, J. V., & Prasad, G. (2010). Individual identification from video based on "Behavioural Biometrics". In *Behavioral biometrics for human identification: Intelligent applications* (pp. 75-100). IGI Global.
- [27] Purgason, B., & Hibler, D. (2012). Security through behavioral biometrics and artificial intelligence. *Procedia Computer Science*, 12, 398-403.
- [28] Pusara, M., & Brodley, C. E. (2004, October). User re-authentication via mouse movements. In *Proceedings of the 2004 ACM workshop on Visualization and data mining for computer security* (pp. 1-8). ACM.
- [29] Raj, S. B. E., & Santhosh, A. T. (2009). A behavioral biometric approach based on standardized resolution in mouse dynamics. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 9(4), 370-377.
- [30] Revett, K. (2008). *Behavioral biometrics: a remote access approach*. John Wiley & Sons.
- [31] Revett, K. (2012). Cognitive biometrics: A novel approach to person authentication. *International Journal of Cognitive Biometrics*, 1(1), 1-9.
- [32] Revett, K., & de Magalhães, S. T. (2010, September). Cognitive biometrics: Challenges for the future. In *International Conference on Global Security, Safety, and Sustainability* (pp. 79-86). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [33] Riding, R., & Cheema, I. (1991). Cognitive styles—an overview and integration. *Educational psychology*, 11(3-4), 193-215.
- [34] Royce, J. R., Powell, A. (1983). *Theory of personality and individual differences: Factors, systems, and processes*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [35] Sadler-Smith, E. (2001). The relationship between learning style and cognitive style. *Personality and individual differences*, 30(4), 609-616.
- [36] Saini, N., & Sinha, A. (2010). Optics based biometric encryption using log polar transform. *Optics Communications*, 283(1), 34-43.
- [37] Sternberg, R. J. (1997). *Thinking styles*. New York: Cambridge University Press.
- [38] Stolfo, S. J., Hershkop, S., Wang, K., Nimeskern, O., & Hu, C. W. (2003, June). Behavior profiling of email. In *International Conference on Intelligence and Security Informatics* (pp. 74-90). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [39] Turner, P., & Sobolewska, E. (2009). Mental models, magical thinking, and individual differences. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*.
- [40] Van Den Broek, E. L. (2010). Beyond biometrics. *Procedia Computer Science*, 1(1), 2511-2519.
- [41] van den Broek, E. L., Schut, M. H., Westerink, J. H., & Tuijnbreijer, K. (2009). Unobtrusive sensing of emotions (USE). *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 1(3), 287-299.
- [42] Vizer, L. M., & Sears, A. (2011, November). Detecting cognitive impairment using keystroke and linguistic features of typed text: toward an adaptive method for continuous monitoring of cognitive status. In *Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group* (pp. 483-500). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [43] Vizer, L. M., Zhou, L., & Sears, A. (2009). Automated stress detection using keystroke and linguistic features: An exploratory study. *International Journal of Human-Computer Studies*, 67(10), 870-886.
- [44] Whalen, T. E., Petriu, D. C., Yang, L., Petriu, E. M., & Cordea, M. D. (2003). Capturing behaviour for the use of avatars in virtual environments. *CyberPsychology & Behavior*, 6(5), 537-544.
- [45] Witkin, H. A., Dyk, R., Faterson, H. F., Goodenough, D. G., Karp, S. A. (1962). *Personality through perception*. New York: Harper & Row.
- [46] Yampolskiy, R. V., & Govindaraju, V. (2006, April). Use of behavioral biometrics in intrusion detection and online gaming. In *Biometric Technology for Human Identification III* (Vol. 6202, p. 62020U). International Society for Optics and Photonics.
- [47] Yampolskiy, R. V., & Govindaraju, V. (2008). Behavioural biometrics: a survey and classification. *International Journal of Biometrics*, 1(1), 81-113.
- [48] Yampolskiy, R. V., & Govindaraju, V. (2010). Taxonomy of behavioural biometrics. In *Behavioral Biometrics for Human Identification: Intelligent Applications* (pp. 1-43). IGI Global.



Kovačević Ivana, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu
Kontakt: kivana@fon.bg.ac.rs
Oblast interesovanja: Psihologija organizacije, Kognitivna ergonomija, Interakcija čovek-računar