



Goran Vučković

Dartfish – predstavitev kompleksnega in zmogljivega programskega orodja za kvalitativno analizo športnega nastopa

Dartfish – presentation of a complex and high-performance software tool for a qualitative analysis of sports performance

Abstract

Over the past decade, sports analytics has developed tremendously. This is due to the increasing need for detailed analyses and, consequently, the findings about sports performance which coaches and athletes use for appropriate planning and implementing of the training process from all aspects of the competitive or result-oriented development. Moreover, the development of analytics is strongly influenced by the growth and particularly capacity of the information technology which is indispensable for a thorough analytical approach. There are numerous different computer-software tools available on the market which can be used for performance analysis in sport in different ways. Computer programs differ in terms of complexity and thus also ability to perform simple or very complex and advanced analyses. One such complex and highly capable solution is presented in the article, namely the Dartfish 10 Pro S computer program.

Key words: Sport analytics, quantitative analysis, Dartfish

Izvleček

Športna analitika je v zadnjem desetletju doživela izjemen razvoj. K temu je pripomogla vse izrazitejša potreba po detajlnih analizah in posledično ugotovitvah o športnem nastopu, ki jih trenerji in športniki uporabljajo za ustrezno načrtovanje in izvajanje trenažnega procesa z vseh vidikov tekmovalnega oziroma rezultatskega razvoja. Poleg tega na razvoj analitičnega razvoja močno vpliva vse večja rast in predvsem zmogljivost informacijske tehnologije, brez katere si temeljitega analitičnega pristopa ne moremo predstavljati. Na trgu je mogoče zaslediti veliko različne računalniške programske opreme, s katero lahko z različnimi postopki analiziramo športni nastop. Računalniški programi se med seboj razlikujejo po kompleksnosti in posledično zmožnosti izvajanja enostavnih ali pa zelo zahtevnih in naprednih analiz. Ena od kompleksnejših in zmogljivejših rešitev je predstavljena v članku, in sicer računalniški program Dartfish 10 Pro S.

Ključne besede: športna analitika, kvalitativna analiza, Dartfish

■ Uvod

V zadnjih dvajsetih letih je na področju športne analitike zaslediti velikanski razvoj, ki ga je mogoče opredeliti z različnih vidikov. Prvi in najpomembnejši je vsekakor vse večje zavedanje, da v izjemni športni konkurenci vrhunskega rezultata skoraj ni mogoče doseči brez analize športnika in ekipe, in sicer na ravni gibalnih spretnosti in sposobnosti, posledično tehničnih značilnosti in taktičnega znanja ter izkušenj. Prav tako je enako smiselno in nujno analizirati tekmeča oziroma nasprotno ekipo. Drugi vidik predstavlja izjemen razvoj računalniške tehnologije. Ta je omogočil razvoj naprednih metodoloških algoritmov za pridobivanje številnih kazalnikov o nastopu posameznega športnika ali ekipe. Pri tem je treba izpostaviti veliko hitrost pridobivanja podatkov, ki so čedalje natančnejši in zanesljivejši. Medijski vidik prav tako pomembno vpliva na

vsesplošno rast športne analitike. Velike in bogate medijske hiše si prizadevajo pridobiti čim več uporabnih podatkov z igrišča, ki jih nato v obliki rezultatov predstavijo kot zanimive in poučne zgodbe v svojih poročanjih. Naslednji vidik bi lahko poimenovali interes občinstva ali gledalcev, ki želijo neposredno po dogodku dobiti zanesljivo informacijo o tem, ali je žoga prešla vratarjevo črto po strelu v nogometu, koliko je igralec pretekel v določenem času in ali se je recimo žoga po servisu dotaknila črte v tenisu.

Ne glede na omenjeno je športno analitiko v osnovi mogoče razdeliti na kvantitativno in kvalitativno. Kvantitativna analitika temelji na velikem številu podatkov, ki si sledijo v logičnem zaporedju (največkrat časovnem). Ti podatki so največkrat vezani na položaj športnika v/na športnem prizorišču, iz katerega je potem mogoče določiti gibanje, na podlagi tega pa pot in hitrost gibanja posameznega športnika. Če se tem podatkom dodajo informacije o

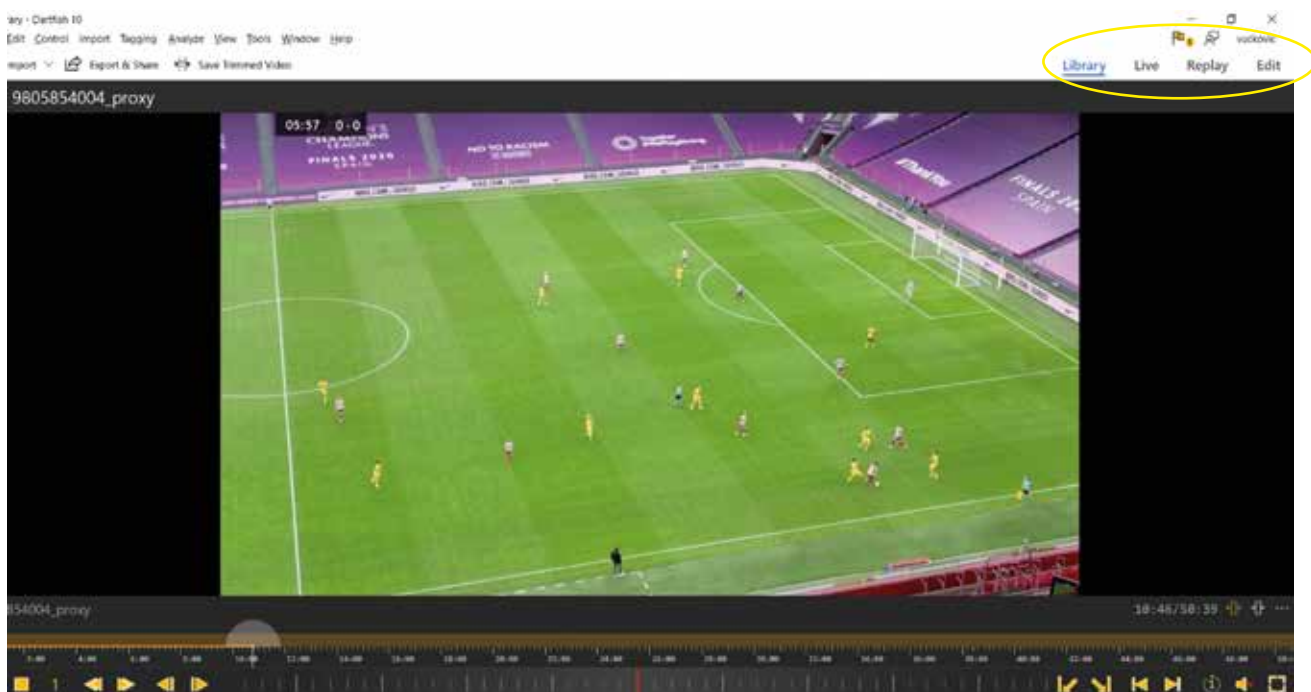
različnih tehnično-taktičnih aktivnostih športnikov, je iz tovrstnih podatkov mogoče kreirati številne rezultate, te pa uporabiti za reševanje zelo kompleksnih neznank. Pridobivanje podatkov v tem primeru temelji na različnih metodoloških rešitvah, ki so se prav z razvojem IT v zadnjem obdobju močno spreminjale in prehajale od ročnega beleženja prek kombinacije ročnega in avtomatičnega (računalniškega) pridobivanja podatkov do povsem samodejnih možnosti pridobivanja podatkov. Kot rečeno, so prvi sistemi temeljili na ročnem beleženju aktivnosti, pri čemer so uporabili video-posnetke, pridobljene iz različnega števila kamer in za preučevanje obremenitev športnikov v hokeju na travi (Spencer, Lawrence, Rechichi, Bishop, Dawson, in Goodman, 2004), košarki (McInnes, Carlson, Jones, in McKenna, 1995), nogometu (Ali in Farrally, 1991) itd. Tehnološki razvoj je pozneje omogočal pridobivanje večjega dela podatkov samodejno, pri čemer so bili komercialni sistemi usmerjeni predvsem v analiziranje aktivnosti igralcev v nogometu. Najbolj znana sistema sta bila Prozone (Di Salvo, Collins, McNeill, in Cardinale, 2006) in Amisco (Setterwall, 2003). Nekako v istem obdobju je bil na Univerzi v Ljubljani (Fakulteta za elektrotehniko in Fakulteta za šport) razvit sistem, ki je omogočal avtomatično sledenje gibanja igralcev in je temeljil na metodah procesiranja slik oziroma računalniškega vida (Perš, Bon, Kovačič, Šibila in Dežman, 2002). Ustvarjalci so sistem poimenovali SAGIT, sistem pa je bil sprva uporabljen v rokometu (Bon, 2001) in košarki (Vučković in Dežman, 2001). Z razvojem procesnih zmožnosti se je v naslednjih letih sistem nadgrajeval in bil uporabljen v skvošu (Murray, James, Perš, Mandeljc in Vučković, 2018), tenisu (Martinez-Gallego, Guzman, James, Perš, Ramon-Llin in Vučković, 2013), padelu (Ramón-Llin, Guzmán, Llana, Martinez-Gallego, James in Vučković, 2019) in plesu (Prosen, James, Dimitriou, Perš, in Vučković, 2013). Zadnjo generacijo sistemov za kvantitativno analiziranje športnih aktivnosti predstavljajo povsem avtomatične možnosti generiranja različnih podatkov. Med bolj znane sisteme sodijo Hawk-Eye (Kovalchik in Reid, 2018), Catapult (Alexander, Hopkinson, Wundersitz, Serpell, Mara in Ball, 2016) in StatSports (Taberner, O'Keefe, Flower, Phillips,

Close, Cohen, idr., 2020). Ti sistemi omogočajo procesiranje izjemnih količin podatkov, ki se največkrat avtomatično generirajo v obliki končnih rezultatov, bodisi v obliki tabel ali grafov. Prednost teh sistemov je vsekakor dejstvo, da končni uporabniki pridejo do rezultatov praktično takoj po športnem nastopu. Pomanjkljivost pa je oblika rezultatov, ki je vnaprej determinirana v znani obliki in uporabnikom ne omogoča možnosti osebnega pristopa pri pridobivanju končnih rezultatov. Ti so možni ob analiziranju surovih podatkov, kar pa zahteva veliko časa, saj so postopki analiziranja in pridobivanja končnih rezultatov lahko precej zamudni. Tak pristop je zato bolj uveljavljen pri raziskovalnem delu in manj v strokovnem delu.

Zato je v športni praksi, ki jo zaznamujejo športni analitiki (lahko gre za profesionalne analitike ali pa to delo opravljajo trenerji), kvalitativna analitika neprimerno bolj pogosta rešitev za ugotavljanje uspešnosti oziroma neuspešnosti tekmovalnega nastopa. Kvalitativna analitika namreč temelji na videoposnetku, ki kot tak dejansko predstavlja rezultat kakršnekoli analize. Na trgu so na voljo številne možnosti oziroma sistemi (računalniški programi) za kvalitativno analiziranje športne dejavnosti. Med seboj se razlikujejo predvsem v kompleksnosti zasnove, ki omogoča več ali manj možnosti za analiziranje. Nekateri sistemi so zgrajeni in usmerjeni za analitične potrebe točno določene športne igre ali panoge, drugi ponujajo univerzalne rešitve, ki jih je mogoče prilagoditi različnim potrebam. Med najboljše ponudnike na trgu kvalitativne analitike v športu sodi Dartfish (Fribourg, Švica).

■ Dartfish

Dartfish sodi med univerzalne programske sisteme, ki omogočajo analiziranje športnega nastopa na različne načine. V svoji ponudbi imajo številne programske različice, v članku pa bo nekoliko podrobneje predstavljena verzija programa Dartfish 10 Pro S. Ta verzija programa je v osnovi sestavljena iz štirih modulov, ki so prikazani v desnem zgornjem robu zaslona (Slika 1, označeno z rumeno barvo).



Slika 1. Prikaz modula »Library«

S klikom na enega od navedenih modulov se izbrani modul odpre v novem pojavnem oknu. Na Sliki 1 je prikazan modul »Knjižnica«. Modul je namenjen osnovnemu pregledovanju videoposnetkov. Posnetke je mogoče pregledovati v različnih hitrostih predvajanja naprej in nazaj oziroma po posamezni sliki, mogoče je izbrati pogled čez celoten zaslon in zelo enostavno originalni videoposnetek izrezati na poljubno število delov, ki jih nato shranimo kot nov videoposnetek.

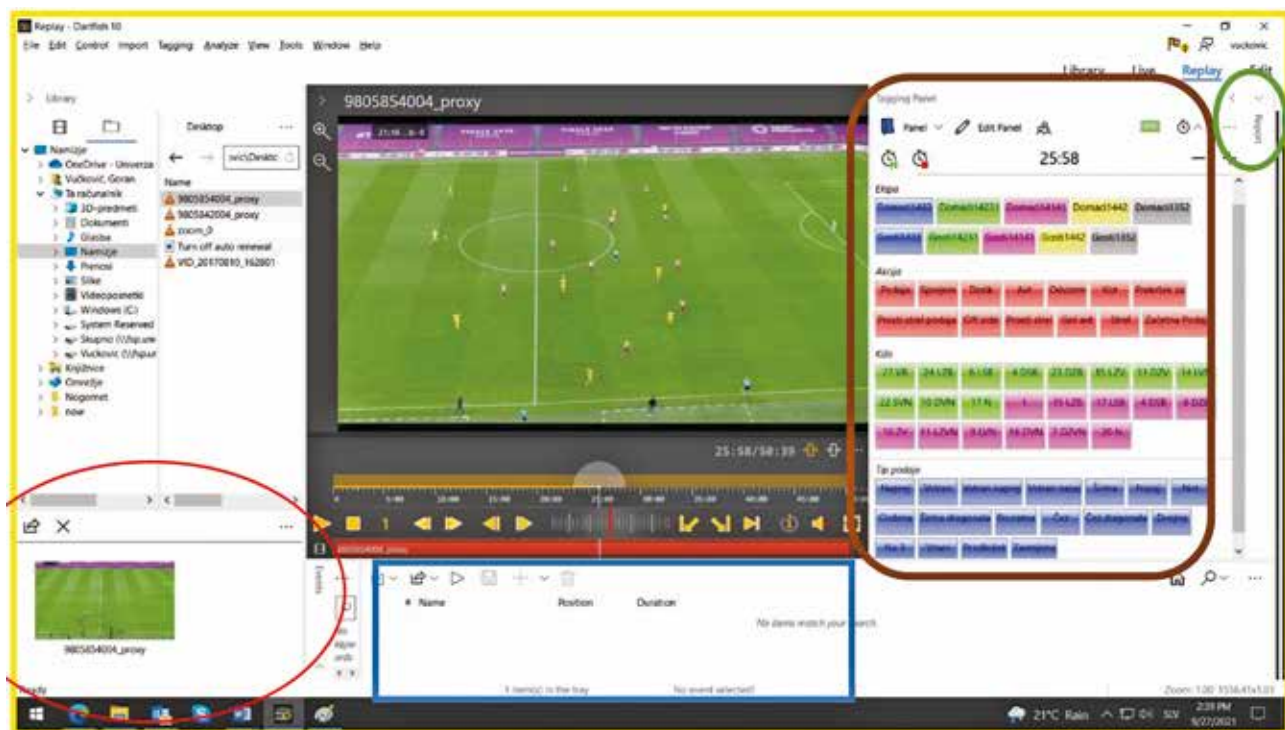
Modul »Live« omogoča neposredno analiziranje med tekmovalnim nastopom oziroma treningom. Tak pristop zahteva nekaj dodatne strojne opreme, s katero je videoposnetek mogoče neposredno prenašati na računalnik in sproti izvajati analizo. To zahteva usposobljenega analitika, ki hitro in zanesljivo analizira nastop ter vnaša potrebno informacijo v sistem. Zato morajo biti analitični pristopi v tem primeru nekoliko enostavnejši, saj je pri kompleksnih analizah treba klikniti na preveliko število tipk za določen vnos, kar lahko vodi v slabšo pozornost in posledično izgubo pomembnih informacij. Pomembna prednost takih analiz je vsekakor takojšnja povratna informacija. Ta je v nekaterih športnih panogah zelo pomembna bodisi z vidika doseženega rezultata (streljanje, lokostrelstvo) bodisi tehnične izvedbe kompleksnih gibalnih akcij (gimnastika, atletika) oziroma je pri določenih športnih igrah (nogomet, košarka, rokomet, hokej na ledu itd.) smiselno prikazati in analizirati določene dogodke med polčasi, četrtinami, tretjinami ali drugačnim daljšim premorom.

Ne glede na vrsto in kompleksnost analitičnega pristopa je pred izvajanjem analize treba odgovoriti na najmanj dve vprašanji, in sicer: kaj želimo analizirati in kako bomo to naredili. Odgovore na ta vprašanja je treba v obliki programske sintakse kreirati v modulu »Replay« (Slika 2).

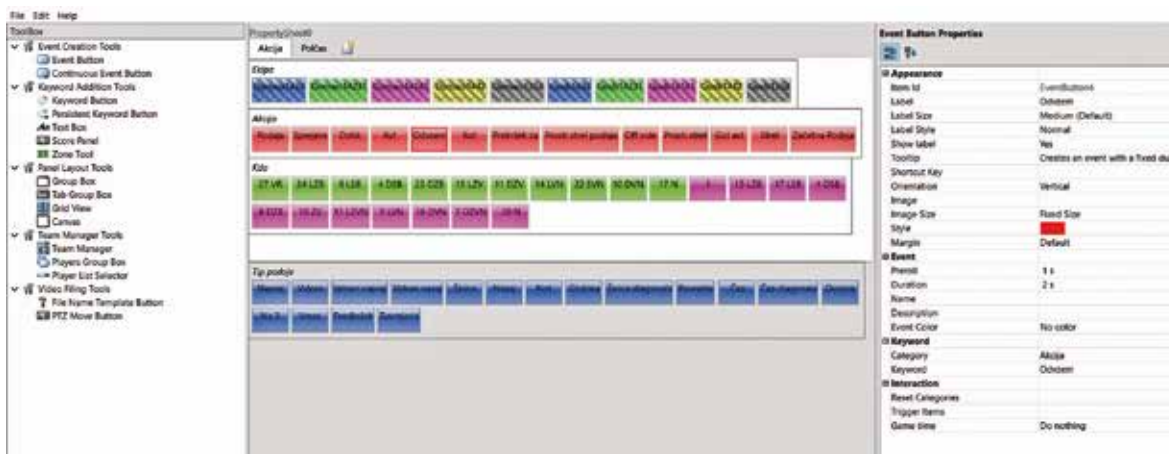
Modul »Replay« je sestavljen iz različnih podoken. Na levi strani so v obliki raziskovalca prikazani direktoriji z mapami in datoteka-

mi, ki jih program zaznava in predvaja. V središču je podokno, v katerem se predvaja videoposnetek. Pri tem je treba omeniti, da v modulu ne moremo izvajati nikakršnih opravil, če je podokno za videoposnetek prazno. Levo spodaj (obkroženo z rdečo na Sliki 2) je podokno z vsemi videoposnetki, ki jih želimo pregledovati v določenem projektu. Število posnetkov ni omejeno, kar pomeni, da je določene analize mogoče izvajati na osnovi večjega števila videoposnetkov (recimo tekem). Najpomembnejši del omenjenega modula je analitična struktura, ki jo je treba zastaviti pred začetkom analiziranja. Ta struktura se v programu imenuje »Panel«. Ko je »Panel« ustvarjen in zaključen, je njegov videz prikazan na desni strani zaslona (označeno z rjavo na Sliki 2). Panel se ustvari v ločenem podoknu, ki je prikazan na Sliki 3.

Podokno za pripravo in kreacijo »Panela« je sestavljeno iz treh delov. Na levi strani je nabor orodij, ki jih lahko uporabimo pri ustvarjanju »panela«. Na vrhu tega dela so oznake za dogodke (»Event Button in Continuous Event Button«), ki jih želimo beležiti ob analiziranju. Ti dogodki predstavljajo posamezne videoposnetke (videozapis), ki se nato sistematično prikazujejo v spodnjem delu zaslona v modulu »Replay« (obkroženo z modrim pravokotnikom na Sliki 2). Razlika med omenjenimi dogodki (videozapisi) je predvsem v času trajanja videozapisa. Pri »Event Button« je ta konstanten. Njegov čas trajanja določimo v odvisnosti od vsebine videozapisa. Če nas zanima posamezna športna akcija, recimo strel na gol pri nogometu, met na koš ali začetni udarec v tenisu, bo ta čas kratek in predvsem konstanten. Če ob tem želimo prikazati tudi rezultat omenjenih akcij ali celo ugotoviti, kako se je določena akcija zgodila, je ta čas treba sproti vnašati. To lahko naredimo kar v okencu, kjer je ta čas zapisan (stolpec »Duration« na Sliki 2 v modro obkroženem delu). »Continuous Event Button« bomo uporabili v primeru časovno variabilnih videozapisih. Takšni so recimo posamezne točke (aktivne faze) v igrah z loparji ali napadalne in obrambne akcije v košarki, rokometu in drugih športnih igrah, kjer



Slika 2. Prikaz modula »Replay«

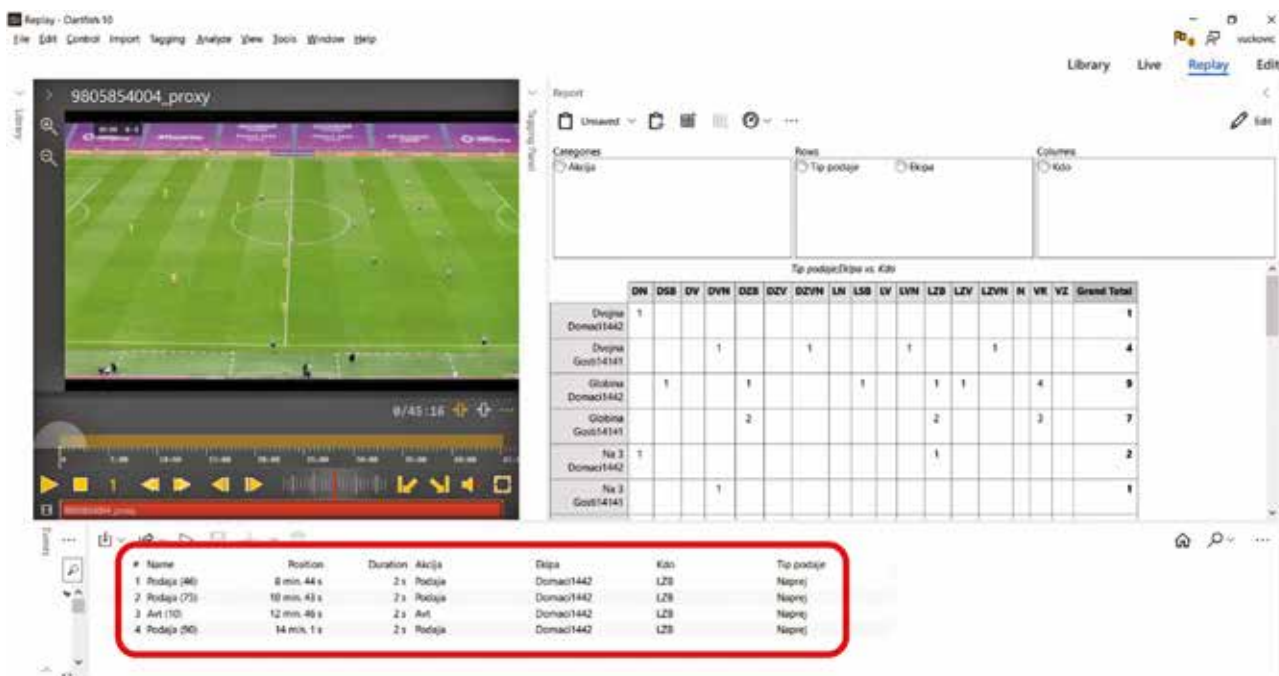


Slika 3. Podokno za ustvarjanje analitične strukture (Panel)

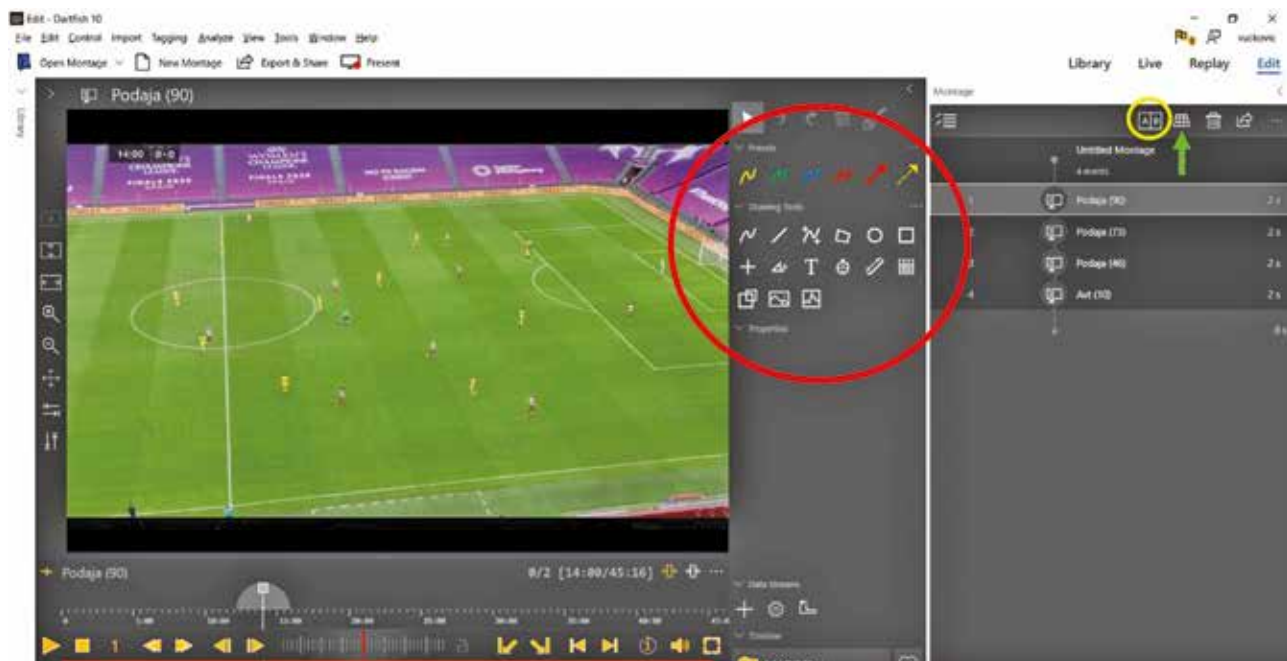
se ta čas nenehno spreminja. V tem primeru označimo začetek in konec akcije oziroma zastavimo »Panel« na način, ko analizirano dogajanje prehaja iz ene faze v drugo (lahko tudi več faz). Tak primer bi lahko bil posest žoge ali drugega športnega rekvizita v različnih igrah, ko faze prehajajo med seboj in zato ni treba označiti začetka in konca posamezne faze. Druge informacije, ki jih želimo dodeliti posameznemu dogodku, označimo z gumbi »Keyword Button«. Teh podinformacij je lahko neomejeno in gre bolj za razmislek o smiselnosti drobljenja informacij. Poleg tega kaže omeniti še »Persistent Keyword Button«. S tem opredelimo določeno informacijo daljšega časovnega obdobja, kot so polčasi, tretjine, nizi itd. V naboru orodij je sicer še veliko dodatnih možnosti, ki pa z vidika pomembne predstavitve ne predstavljajo ključnih informacij in njihova razlaga vsekakor presega okvire članka. V sredini podokna »Panel« je prikaz izbranih orodij in njihovih povezav. Povezave med gumbi so v kompleksnih zasnovah smiselne in zaželeno. Veliko število gumbov povzroči prostorsko obsežen del zaslona, zato je pri analiziranju treba iskati gumb v množici teh ali celo s premikanjem drsnika priti do zelenih gumbov. Rešitev je v po-

vezovanju dogodkov s podinformacijami, na podlagi katere se na zaslonu prikažejo le tisti gumbi, ki imajo neposredno povezavo s predhodno označbo. Te povezave, kot tudi vse druge lastnosti posameznih dogodkov in njihovih podinformacij, se kreira v desnem delu podokna »Panel«. Ko zaključimo kreacijo »Panela«, ga je treba shraniti in potem ga enostavno odpremo v modulu »Replay«. Zelo pomembna je možnost sprotnega popravljanja »Panela«, kajti včasih je težko predvideti vse možne dogodke in pripadajoče podinformacije. Iz tega izhaja tudi dejstvo, da je »Panel« mogoče ustvarjati sproti s pregledovanjem videoposnetka in trenutnih zapazanj analitika ali trenerja.

Modul »Replay« je mogoče uporabiti tudi za predstavitve, ko se določene ugotovitve delijo s posameznimi športniki ali ekipo. Prvi pomisleki so usmerjeni v veliko število vrstic, ki se nabirajo v seznamu dogodkov (modro označen del na Sliki 2), in temu primeren problem pri iskanju točno določenih dogodkov. Vendar so pri Dartfishu to težavo sistemsko odlično rešili. V zgornjem desnem delu zaslona po opravljeni analizi zapremo pogovorno okno »Tagging Panel« in kliknemo na jeziček pogovornega okna »Report« (zeleni



Slika 4. Pogovorno okno »Report«



Slika 5. Prikaz modula »Edit«

krog na Sliki 2). Odpre se pogovorno okno, ki omogoča prikaz rezultatov našega analiziranja (Slika 4).

Vse analizirane spremenljivke (bodisi dogodki bodisi njihove podinformacije) je mogoče prikazati v obliki tabel. Pri tem lahko posamezne spremenljivke poljubno vnašamo med vrstice in stolpce, njihovo število pa ni omejeno le na eno spremenljivko. Rezultati v tabelah so lahko prikazani kot število posameznih dogodkov, njihov delež v celoti ali samo glede na stolpec oziroma vrstico in kot čas ter delež časa. Tabele je mogoče kopirati v obliki surovih podatkov v Microsoft Excel ali pa v obliki slik in jih nato uporabiti v različnih predstavitvah. Še pomembneje pa je omeniti, da se s pomikom kurzorja računalniške miške na vrednost v celici ta obarva z modro. S klikom na vrednost se v podoknu dogodkov (obkroženo rdeče na Sliki 4) prikažejo samo izbrani dogodki. Tako lahko v veliki množici dogodkov (zelo podrobne analize lahko štejejo nekaj tisoč videozapisov) zelo hitro poiščemo in prikažemo točno določene videozapise.

Zaradi zahtev uporabnikov po drugačnih (naprednejših) zmožnostih prikazovanja ugotovljenih rezultatov in analiziranih videozapisov so pri Dartfishu v tej programski različici razvili še zadnji modul, ki so ga poimenovali »Edit«. Modul omogoča različne možnosti prikazovanja rezultatov (videozapisov) in dodatnega analiziranja teh. Ena od rešitev je prikaz videozapisov v obliki videomontaže. V modulu »Replay« označimo (izberemo) tiste videozapise, ki jih želimo uvrstiti v montažo. Ko odpremo modul »Edit«, se nam izbrani videozapisi prikažejo na desni strani zaslona (Slika 5).

Montažo videozapisov lahko dopolnjujemo z različnimi informacijami, kar končnemu izdelku doda vse tisto, kar želimo deliti s športniki ali igralci ekipe. Znotraj vsakega videozapisa lahko uporabimo enostavna orodja za pisanje besedila ali označevanje določenih igralnih okoliščin v določenem (izbranem) času (obkroženo z rdečo na Sliki 5). Program omogoča tudi tehnološko naprednejše možnosti prikazovanja določenih detajlov znotraj posameznega videozapisa. V tem primeru je treba klikniti na ikono, ki jo na Sliki 5 označuje zelena puščica. S tem odpremo podokno za tridimenzi-

onalno analiziranje videozapisa. To analiziranje temelji na prostorski kalibraciji igrišča, ki ga je treba opraviti za vsak časovni odsek analiziranega videozapisa. Sistem uporabnika vodi skozi uporabniško orodje, katerega uporaba je enostavna, če je le igrišče, ki ga kalibriramo, vidno v večjem delu zaslona. Po opravljeni kalibraciji lahko znotraj videozapisa igralce svetlobno označujemo, jim ob gibanju prikazujemo njihovo pot in hitrost gibanja, prikažemo razdaljo med igralci, površino igrišča med izbranimi igralci, igralce kloniramo v želji po prikazu neustreznih pozicij igralcev v igrišču ali na njem, označujemo igrišče z vodoravnimi ali navpičnimi črtami, označimo določen del igrišča itd. (Slika 6).

Ne glede na to, ali izvajamo dvodimenzionalno ali tridimenzionalno analizo, končno montažo shranimo in jo uporabnikom prikažemo v obliki celotnega videoposnetka (filma). Končni izdelek lahko do uporabnikov posredujemo prek spletnih zmožnosti, bodisi kanala YouTube, spletnega oblaka Dartfish ali Dartfish TV, ki je nekakšna platforma za sistemsko deljenje in uporabo vsega, kar je narejeno s sistemom Dartfish. Modul »Edit« omogoča tudi pregledovanje dveh videozapisov hkrati. S klikom na ikono (obkroženo rumeno na Sliki 5) se nam odpre podokno z dvema ločenima oknom, v katera prenesemo videozapisa. Po potrebi videozapisa časovno uskladimo (sinhroniziramo), ob pregledovanju pa lahko znova uporabimo vsa orodja za pisanje besedil ali risanje. Videozapisa lahko postavimo drugega ob drugem ali drugega pod drugim. Ta možnost pregledovanja in analiziranja športnega nastopa je pogosta v alpskem smučanju oziroma pri analiziranju gibalne izvedbe določenih tehničnih elementov v različnih športnih igrah ali panogah. Videozapisa je mogoče postaviti tudi drugega prek drugega in s tem športni nastop analizirati z vidika primerjave dveh športnikov v daljšem časovnem obdobju. Ti primeri so znani v alpskem smučanju, ko lahko vožnjo dveh smučarjev opazujemo v okviru enega videoposnetka in s tem neposredno uvidimo različne linije (tehniko in taktiko) smučanja in njihov vpliv na hitrost smučarja.



Slika 6. Prikaz 3D-analize

Zaključek

Za zaključek lahko poudarimo, da programski paket Dartfish 10 Pro S predstavlja celovito možnost kompleksnega in podrobnega analiziranja športnega nastopa. Sistem je kljub številnim zmožnostim zelo enostavno uporabljati. Številne zmožnosti namreč ne smemo zamenjevati s težavnostjo uporabe sistema. Osnovno logiko in posledično uporabnost sistema je mogoče usvojiti v le nekaj urah. Njegova prednosti in uporabnost pa je z vidika športne analitike skoraj neizmerljiva.

Literatura

1. Ali, A. in Farrally, M. (1991). A Computer-Video aided Time Motion Analysis Technique for Match Analysis. *J Sport Med Phys Fitness* 31, 82–88.
2. Alexander, J. P., Hopkinson, T. L., Wundersitz, D. W. T., Serpell, B. G., Mara, J. K. in Ball, N. B. (2016). Validity of a wearable accelerometer device to measure average acceleration values during high-speed running. *J Strength Cond Res*, 30(11), 3007–3013.
3. Bon, M. (2001): *Kvantificirano vrednotenje obremenitev in spremljanje frekvence srca igralcev rokometu med tekmo*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
4. Di Salvo, V., Collins, A., McNeill, B. in Cardinale, M. (2006). Validation of Prozone: A new video-based performance analysis system. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 6(1), 108–119.
5. Kovalchik, S. in Reid, M. (2018). A shot taxonomy in the era of tracking data in professional tennis, *Journal of Sports Sciences*, DOI:10.1080/02640414.2018.1438094
6. Martinez-Gallego, R., Guzman, J. F., James, N., Perš, J., Ramon-Llin, J. in Vučković, G. (2013). Movement Characteristics of Elite Tennis Players on Hard Courts with Respect to the Direction of Ground Strokes. *J Sports Sci Med*, 12, 275–281.
7. McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J. in McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*. 13, pp. 387–397.
8. Murray, S., James, N., Perš, J., Mandeljic, R. in Vučković, G. (2018). Using a situation awareness approach to determine decision-making behaviour in squash. *Journal of Sports Sciences*, 36(12), 1415–1422.
9. Perš, J., Bon, M., Kovačič, S., Šibila, M. in Dežman, B. (2002) Observation and analysis of large-scale human motion. *Human Movement Science*, 21(2), pp. 295–311.
10. Prosen, J., James, N., Dimitriou, L., Perš, J. in Vučković, G. (2013). A time-motion analysis of turns performed by highly ranked Viennese waltz dancers. *Journal of Human Kinetics*, 37, 55–62.
11. Ramón-Llin, J., Guzmán, J. F., Llana, S., Martínez-Gallego, R., James, N. in Vučković, G. (2019). The effect of the return of serve on the server pair's movement parameters and rally outcome in padel using cluster analysis. *Frontiers in Psychology*, vol. 10.
12. Setterwall D. (2003). Computerised video analysis of football – Technical and commercial possibilities for football coaching. Magistrsko delo, Stockholm: CID, NADA.
13. Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi C., Bishop, D., Dawson, B. in Goodman, C. (2004). Time motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Sports Sci*, 22, 843–850.
14. Taberner, M., O'Keefe, J., Flower, D., Phillips, J., Close, G., Cohen, D. D., Richter, C. in Carling, C. (2020). Interchangeability of position tracking technologies; can we merge the data? *Science and Medicine in Football*, 4:1, 76–81.
15. Vučković, G. in Dežman, B. (2001). Results of tracking a referee's movements during a basketball match with computer sight. V: Jürimae, T. (ur.). *Sport kinetics 2001 : human movement as a science in the new millennium : proceedings*, (Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis, Vol. 6 (Supplement)). Tartu: University of Tartu, (str. 274–277).
16. Vučković, G., Perš, J. in Dežman, B. (2006). Razvoj avtomatskega sledenja gibanj igralcev na tekмах in obdelave zbranih podatkov [Development of the automated tracking of players' movements during matches and processing of collected data]. *Šport*, 54 (4), pp. 27–30.

prof. dr. Goran Vučković
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
goran.vuckovic@fsp.uni-lj.si