

Klasifikacija bioloških objekata na osnovu oblika konture

Miloš Blagojević, Istraživač saradnik, Institut za Biologiju i Ekologiju, PMF Kragujevac

Oblik predstavlja jednu od ključnih karakteristika bioloških sistema koja aktivno određuje odnos organizma i životne sredine. U okviru teorije geometrijske morfometrije, skupa tehnika koje omogućavaju kvantifikaciju oblika na osnovu digitalnih fotografija ili 3D modela bioloških objekata, oblik se definiše kao deo ukupne dimenzionalnosti objekta, koji se ne menja prilikom geometrijskih transformacija po tipu translacije, rotacije i izometrijskog skaliranja. Podaci o obliku, dobijeni tehnikama koje sprovode navedene transformacije, dalje se mogu obraditi kroz multivarijantnu statistiku kako bi se otkrili potencijalni obrasci grupisanja jedinki dostupnih u uzorku, a rezultati kasnije uopštiti na čitavu klasu bioloških problema.

Jedna od dve grupe tehnika kvantifikacije oblika koje se najčešće koriste u geometrijskoj morfometriji zasniva se na digitalizaciji (sukcesivnom beleženju xy koordinata ravnomerno raspoređenih tačaka) kontura bioloških objekata i njihovom prevođenju u tzv. promenljive oblika, koršćenjem diskretne Furijeove transformacije. Ovom tehnikom se dobijaju koeficijenti Furijeovih harmonika, koji služe kao polazni podaci, tako da određeni broj harmonika sadrži dovoljno informacija o obliku morfološke celine. Svaka jedinka u uzorku predstavljena je koeficijentima sukcesivnih harmonika (ukupno $4 * \text{broj harmonika}$ dovoljan da se oblik krive rekonstruiše). Na osnovu varijabilnosti koeficijenata Furijeovih harmonika, mogu se konstruisati statistički modeli ili se ista opisati PCA analizom, a značajna je i primena algoritama klasifikacije (cluster) kako bi se utvrdila pripadnost jedinki realnim grupama, kao što su polovi ili prirodne populacije. Furijeova analiza kontura koristi se u slučaju objekata koji se odlikuju relativnom jednostavnošću oblika, ali koji imaju nepravilnu zakrivljenost određenih delova.

Primer za ovakve objekte su listovi biljaka ili nepravilno zakrivljeni rogovi divokoze, koji su bili deo mog istraživanja. U oba slučaja polazi se od PCA analize skupa koeficijenata harmonika, čime se smanjuje ukupna dimenzionalnost podataka (i omogućuje primena univarijantne statistike), tako da se mogu uočiti osnovni obrasci grupisanja u podacima, bez nametanja poznatog grupisanja. Sledeći koraci, koji će biti predstavljeni u okviru seminara, uključuju niz cluster algoritama, kojima se dolazi do različitih obrazaca grupisanja jedinki. Grupisanja se porede, testiraju se obrasci datog grupisanja na osnovu kojih se formiraju statistički modeli koji najbolje opisuju promene oblika karakterističnog za svaku grupu.