

Sorodna dela

Neza Krzan

2024-11-13

Ocenjevanje resnosti Parkinsonove bolezni trenutno temelji na nevroloških pregledih v ambulanti, kjer pacient izvaja motorične naloge, ki so opisane v lestvici *Movement Disorder Society-Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (MDS-UPDRS). Ker so pregledi in ocene subjektivni, je raziskovanje objektivnega ocenjevanja pogosto raziskovana tema z različnimi rešitvami.

Objektivno ocenjevanje uporablja nosljive in nenosljive tehnologije za ocenjevanje merjenih značilnosti gibanja. Obstajajo tudi mešani pristopi, pri katerih se uporablja kombinacija računalniških vida in pasivnih ali aktivnih nosljivih naprav. Podatki, zbrani na ta način, se nato analizirajo z modeli, ki ocenjujejo motorične sposobnosti pacienta.

Ocenjevanje telesnih gibov(*HPE – Human Pose Estimation*) celotnega telesa je doseglo izjemno natančnost, sledenje gibom rok pa zaenkrat še predstavlja izzive. Podobno kot pri ocenjevanju telesnih gibov, tudi pri sledenju rok uporabljajo različne pristope - uporaba nosljivih naprav(IMU, senzorske rokavice) in uporaba računalniškega vida.

Nosljive naprave predstavljajo uveljavljen pristop za objektivno ocenjevanje stopnje Parkinsonove bolezni in pogosto presegajo tradicionalne pristope računalniškega vida. Večina nosljivih naprav temelji na IMU, ki zaznavajo gibe rok ali na MG senzorjih za merjenje mišične aktivnosti. Tapkanje s prsti(*finger tapping*) ter proučevanje gibov rok pa bolj temelji na analizi video posnetkov in globokem učenju ter je zelo raziskovana metoda v zadnjih letih.

Proučevane naloge v dosedanjih študijah

Različna dela preučujejo različne znake Parkinsonove bolezni, vendar med najpogostejše preučevanimi je tapkanje s prsti(*finger tapping*), sledi ji gibanje rok(*hand movements*), pronacija-supinacija (*pronation-supination*) in tremor. Pogosto so tapkanje s prsti, gibanje rok in pronacija-supinacija preučevane skupaj, ker naj bi bile celoten pokazatelj ocene MDS-UPDRS.

Študije sledijo kliničnim ciljem - stadij bolezni(ocena po MDS-UPDRS), prepoznavanje bolezni v primerjavi z zdravimi kontrolnimi primeri in ocena specifičnih imptomov(oceno tremorja, bradikinezije); največ študij se ukvarja z oceno bolezni po MDS-UPDRS in primerjavo značilk z zdravo kontrolno skupino. Pri ocenjevanju stadija bolezni po MDS-UPDRS gre za kompleksen problem, zlasti med sosednjimi ocenami. Študije poročajo o nizki povprečni natančnosti(*across-task* in *across-cross-validation-stage accuracy*), vendar o dobri vrednosti sprejemljive natančnosti(*acceptable accuracy*). Pri prepoznavanju bolezni oz. diagnozi bolezni poročajo o visokih natančnostih, zlasti pri tapkanju s prsti.

Pridobivanje videoposnetkov oz. podatkov v primeru preučevanja tapkanja s prsti(*finger tapping*)

Različne študije so se poslužile zajema podatkov na različne načine(npr. tipkanje na tipkovnico, uporaba nosljive naprave nameščene na kazalcu), med najbolj priljubljenimi načini pa so videoposnetki tapkanja s prsti.

Posnetki so bili pridobljeni v ustreznem okolju (ambulanta ali laboratorij) z uporabo standardnih kamer ali kamer telefonov (15fps, 30fps ali 60fps, večin 1920x1080 slikovnih pik ali 3840x2160 slikovnih pik), ponavadi nameščenih na stojalo, ki je bilo v večini študij 1m oddaljen od roke oz. palca in kazalca.

Pri osebah s Parkinsonovo boleznijo so v večini študij prevladovali moški in bolniki z diagnozo, ki je bila postavljena s strani specialista pred manj kot dvema/tremi/petimi leti (v večini študij) s strani nevrologa. Nekateri študije so obravnavale osebe s Parkinsonovo boleznijo, ki se ne poslužujejo nobeni terapiji, pri nekaterih študijah pa to ni bilo pomembno. Osebe s Parkinsonovo boleznijo so naloge običajno izvajale z obema rokama, pri čemer so se posnetki leve in desne roke obravnavali kot neodvisni, saj je lahko ocena leve in desne strani različna po MDS-UPDRS. Naloga se je izvajala le enkrat, saj pri osebah s Parkinsonovo boleznijo ponovno izvajanje naloge ne prinese realne predstavitve stanja bolezni, zaradi utrujenosti. V nekaterih študijah pa so bili vključeni tudi posnetki zdravih oseb, t.i. kontrolnih oseb, ki niso imeli zgodovine Parkinsonove bolezni ali druge nevrološke bolezni, zaradi specifičnosti obravnavanega problema. Zdrave osebe pa so naloge izvajale le z dominantno roko.

Osebam je bilo ponavadi pokazano kako naj izvajajo nalogo, med samim izvajanjem pa jih niso popravljali. Nalogo tapkanja s prsti so v večini izvajali po 10 ali 15 sekund.

Obdelava postentkov in podatkov, pridobljenih iz posnetkov

Algoritmi oziroma arhitekture, ki so jih izdelali v študijah vsebujejo različne načine obdelovanja posnetkov. V posnetkih sledijo gibanju rok oz. oceni pozicije roke s pomočjo različnih orodij, obstajajo pa tudi primeri ko so uporabili globoko nevronske mreže neposredno na videoposnetkih tapkanja s prsti.

Sledenje gibom rok na podlagi videoposnetkov oz. ocena pozicije rok (*hand pose estimation*) je metoda pridobivanja nabora položajev sklepov rok iz *RGB*, *depth* in *RGB-Depth* videoposnetkov. Za detekcijo roke večina uporablja nabor sklepov z različnimi orodji. Večina uporablja nabor sklepov, ki se uporablja v orodjih *OpenPose* in *MediaPipe*, je model roke COCO (*COCO Hand model*), sestavljen iz 21 točk, ki predstavljajo glavne sklepe roke, kot je prikazano na sliki @ref{skelet_roke}.

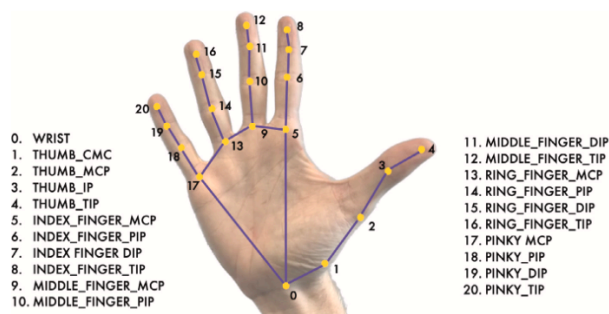


Figure 1: COCO Hand model, tipična konfiguracija sklepov v orodjih *OpenPose* in *MediaPipe*.

Torej zaznavanje drže roke oziroma položaj sklepov je večina študij pridobila s pomočjo orodij *MediaPipe*, *OpenPose*, *DeepLabCut* in *MMPose*. Za roko vrnejo skelet 21 točk iz katerih so potem računali različne značilke.

Identificirali so tudi posamična gibanja tapkanja s prsti - ciklusi tapkanja. Nekateri so se problema lotili z izračunom razdalje med palcem in kazalcem oz. kotne razdalje med palcem in kazalcem in na podlagi tega ter standardnih algoritmov določili vrh in dno amplitude oz. odpiranje in zapiranje prstov.

Nekateri študije so se lotile tudi problema neravnovesja razredov - večina je bila uporabljen tehnika SMOTE (*Synthetic Minority Oversampling Technique*). S to tehniko so povečali manj zastopane razrede in zmanjšali prekomerno zastopane razrede v njihovih podatkih.

Izračun značilke

V študijah so se avtorji predvsem posluževali ročnega izračuna značilke iz signalov glede na smernice ocen po lestvici MDS-UPDRS. Signali so predstavljali predvsem pospešek(*acceleration*), kotna hitrost(*angular velocity*), premik(*displacement*) in kot(*angle*).

Najpogosteje uporabljene značilke in njihove različne formule, ki so skladne s spodnjo sliko.

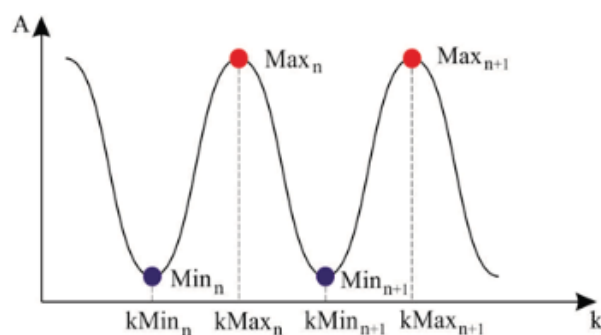


Figure 2: .

Amplituda(*amplitude*) in hitrost(*speed*):

dve najbolj običajni značilki, ki se analizirata za oceno Parkinsonove bolezni z uporabo tapkanja s prsti. V večini primerov sta definirani kot:

Amplituda: razdalja med palcem in kazalcem.

Hitrost: razlika v amplitudi skozi čas.

Iz amplitude in hitrosti so bile pogosto izračunane naslednje značilke:

- izračunali povprečje in koeficient variacije amplitude gibanja,
- povprečje in koeficient variacije hitrosti gibanja (amplituda gibanja / trajanje gibanja),
- povprečje in koeficient variacije hitrosti gibanja pri odpiranju (amplituda gibanja / trajanje gibanja pri odpiranju),
- povprečje in koeficient variacije hitrosti gibanja pri zapiranju (amplituda gibanja / trajanje gibanja pri zapiranju),
- povprečje, koeficient variacije in razpon trajanja cikla,
- hitrost gibanja (število pritiskov na čas) ter
- upad amplitude (povprečna amplituda v prvi polovici poskusa v primerjavi s povprečno amplitudo v drugi polovici poskusa).

Utrujenost:

lastnost pri kateri imamo več različnih pristopov, uporabljenih za njeno oceno. Na primer:

- razlika med najvišjimi in najnižjimi vrednostmi amplitudnih vrhov,
- gradient amplitude glede na čas,
- razlika med številom tapkanj v dveh časovnih intervalih,
- koeficient variacije v hitrosti tapkanja,
- razlika med povprečno vrednostjo maksimalne amplitude tapkanja prstov v dveh časovnih intervalih,
- koeficient variacije v maksimalni amplitudi tapkanja prstov,
- pospešek tapkanja.

Frekvenca(*frequency*) oz. ritem(*rhythm*):

Uporabljata se oba pojma, ampak ne pomenita vedno isto. Izračun lahko temelji na uporabi hitre Fourierove transformacije(*Fast Fourier Transform*), eden izmed pristopov je tudi uporaba lastnosti “prekrižna korelacija med normaliziranimi vrhovi”(*cross-correlation between the normalized peaks*) za oceno doslednosti in ritma pri tapkanju.

Definicija: Frekvenca je enota, deljena s časovnim razponom enega gibanja.