

Klassificering av Elektromyogram med Faltningsneuronnätverk

Alexander Olsson

På senaste tiden har metoder inom maskininlärning fått stort genomslag i en mängd akademiska discipliner och kommersiella tillämpningar. Speciellt intressanta är så kallade *artificiella neuronnätverk*; en klass av självlärande algoritmer som efterliknar informationsbehandling i biologiska system. I detta arbete nyttjades en specifik typ av sådant nätverk som kallas *faltningsneuronnätverk* (Convolutional Neural Network, eller CNN), känt från bildanalys, för att behandla elektromyografisk data med syftet att kunna styra handproteser. Till skillnad från tidigare, besläktade metoder användes en multilabel-model, där komplicerade rörelser kan representeras som en kombination av enklare handtillstånd.

Bland de muskler som är ansvariga för att styra den mänskliga handen och handleden, särskilt vad gäller böjning och utsträckning av fingrarna, är majoriteten belägna i underarmen. Även vid amputation eller annan handberövande händelse är det alltså sannolikt att en stor del av denna struktur bevaras. I den långa och mycket komplexa processkedja som styr handen, från att tanken uppstår till att själva rörelsen sker, är det i själva verket endast det absolut sista steget, själva manöverorganet, som skulle saknas. En typ av protes som nyttjar detta kvarvarande system för styrning är *myoelektriska* proteser.

När en muskel brukas genereras elektriska potentialskillnader i och kring sagda muskel, detta en direkt konsekvens av stimuleringen från nervsystemet. Resultatet av att mäta dessa spänningar kallas ett *elektromyogram*, eller EMG, och är mycket användbart i många kliniska och diagnostiska situationer. Myoelektriska handproteser använder sig utav EMG från återstoden av armen för att styra själva handen och/eller handleden. Trots att sådana anordningar funnits sedan 1950-talet så lider de fortfarande av flera väsentliga nackdelar som hindrar utbredd användning; i synnerhet svårighet med förutsägbarhet under användning och begränsning av antal möjliga handrörelser.

I detta arbete föreslogs en utveckling av det myoelektriska proteskonceptet som förhoppningsvis skulle minska denna nackdel med hjälp av moderna metoder

från maskininlärning. Tanken är att det ska vara möjligt att automatiskt extrahera information om rörelser från EMG, så att användningen av protesen blir helt likvärdigt med att använda en riktig hand.



Figur 1: Placering av elektroder för kontroll av handrörelser.

Mätningar gjordes med ett rutnät av elektroder placerade på huden längs armen på en försöksperson så som visas ovan. Totalt bidrog 3 försökspersoner med mätdata medan de utförde handrörelser. Därefter förbehandlades dessa mätningar till en serie med bilder, där varje bild representerar det elektriska tillståndet i armen vid ett givet ögonblick. Varje sådan bild paras också med ett så kallat *label set* som beskriver handens och handledens tillstånd i mätögonblicket. Dessa bilder kunde sedan användas för att träna och utvärdera en bildklassificeringsalgoritm; i detta fall ett faltningsneuronnätverk, som försöker gissa vilket label set som passar för en given bild. Förhoppningen är då alltså att nätverket ska kunna generalisera och berätta vilken rörelse som sker i helt nya observationer.

Resultaten från metodiken ovan visade sig vara mycket lovande, med precision och känslighet på samma nivå som tidigare metoder trots den mycket stora mängden möjliga rörelser. Bäst resultat uppnåddes då nätverket tränades till att känna igen vilken rörelse som sker över en sekvens av bilder motsvarande ett tidsintervall och inte bara ett enskilt ögonblick. Det upptäcktes att det fanns stora skillnader i resultat för olika försökspersoner, något som antas bero på själva datainsamlingsmetoden som var känslig för felaktigt utföra rörelser.