

# Design av 3D-printade gjutformar för Kranioplastik med hjälp av Neurala Nätverk

Jonathan Andersson

**Abstract**—Kranioplastik är ett kirurgiskt ingrepp där en del av skallen rekonstrueras på grund av estetiska eller medicinska skäl. I de flesta av fallen är kranioplastiken gjord med patientens egna skallben som har sparats från ett tidigare kirurgiskt ingrepp men om skallbenet saknas på grund av en defekt eller annan anledning så behövs ett implantat. Metoden för att designa implantatet har tidigare bestått av en kombination med subjektiva designbeslut och att man speglar den friska halvan av skallen. Det gör att metoden begränsas till unilaterala skador, det vill säga skador som inte sträcker sig över båda sidorna av skallen. Därför har jag i det här projektet utforskat möjligheten att använda ett neuralt nätverk i processen att designa skallimplantatet och på så vis övervinna de begränsningarna som fanns med den gamla metoden samt minska de subjektiva designbesluten.

Det neurala nätverket som presterade bäst var en autoencoder med faltning som tränades och utvärderades på totalt 300 skallar. Metoden gav så pass bra resultat att den kunde börja användas som klinisk rutin på Skånes universitetssjukhus i Lund där man alltså nu kan få ett skallimplantat designat med hjälp av artificiell intelligens.

Det finns många olika orsaker till defekter på skallbenet. Det kan vara att man fått en stroke och tvingats ta bort en del av skallbenet i dekomprimerande syfte, att man fått en skallfraktur, att en tumör måste opereras bort eller att man har någon annan sjukdom som gör att skallbenet har deformerats eller skadats. Gemensamt för alla fall är att en kranioplastik måste utföras, det vill säga att en bit av skallbenet behöver ersättas eller rekonstrueras. Främst försöker man återanvända patientens egna skallben genom att förvara det fryst mellan operationer. Men om detta inte går på grund av en defekt eller bakterietillväxt så måste ett implantat användas. Tidigare har man antingen beställt ett färdiggjutet implantat från externa företag, vilket medförde en stor kostnad, eller så har man gjutit med bencement (Palacose) direkt mot patientens hjärnhinna. En gjutning direkt mot hjärnhinnan kan vara problematisk av flera anledningar:

- Härdningsprocessen är exotermisk och genererar intensiv värme vilket gör att det krävs kontinuerlig kylning med sterilt vatten under processen.
- Den härdande bencementen avger starka lukter vilket kan påverka personalen och orsaka huvudvärk.
- På grund av omständigheterna kan det vara svårt att få till en bra passform innan bencementen har hunnit stelna.
- Om implantatet inte passar tillräckligt bra kan det behöva slipas. Det gör att det sprids små partiklar av bencement i operationssalen och eftersom bencementen är fylld med antibakteriella ämnen så kan det bli ett arbetsmiljöproblem för personalen eftersom man inte bör andas in partiklarna.

På grund av detta startades ett forskningsprojekt på Skånes Universitetssjukhus i Lund för att undersöka möjligheterna att på plats själv kunna ta fram 3D-printade gjutformar. En metod med gjutformar har många fördelar jämfört med gjutning direkt mot hjärnhinnan eftersom man då inte behöver utföra gjutningsprocessen direkt vid patienten och på så vis kan undvika många av problemen. Den gamla metoden som använts i forskningsprojektet för att ta fram en modell av gjutformen kan ibland vara tidskrävande och fungerar inte för alla fall. Metoden består av en kombination med subjektiva designbeslut och spegling av den friska halvan av skallen. En gjutform av protesens 3D-printas sedan ut och själva protesens gjuts därefter i samband med operationen. Metodens utformning med spegling gör att den inte kan hantera bilaterala skador som sträcker sig över båda halvorna av skallen och eftersom skallen inte är helt symmetrisk så kan det krävas många manuella korrigeringar.

I det här projektet har jag därför utforskat möjligheten att i processen att designa skallimplantatet använda ett neuralt nätverk för att övervinna de begränsningarna som fanns med den gamla metoden samt minska de subjektiva designbesluten. Nätverkets uppgift är att återskapa punkter som representerar den del av skallen där det på grund av defekt saknas skallben. I projektet testades ett antal olika nätverksstrukturer och det neurala nätverket som presterade bäst var en autoencoder med faltning. Totalt användes det 68625 skiktröntgenbilder (CT) från 300 olika skallar under träning och utvärdering av nätverket. Metoden med nätverket klarade av att hantera både uni- och bilaterala skador och jämfördes även med den gamla speglingsmetoden för 3 testfall där nätverket presterade lika bra eller bättre än speglingsmetoden. Överlag presterade den utvecklade metoden så pass bra att den nu kan användas som klinisk rutin på Skånes Universitetssjukhus i Lund. Ett implantat skapat med hjälp av den utvecklade metoden kan ses i Fig. 1.

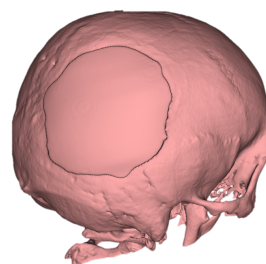


Fig. 1. Ett implantat skapat med hjälp av den utvecklade metoden.