



Een CT scanner zoals men in bijna elk ziekenhuis kan aantreffen

DE WERELD IN 3D

Tweedimensionaal is uit, driedimensionaal is tegenwoordig wat de klok slaat. Het begon met rood-met-groene briljetjes in de bioscoop, nu is er 3D voor op je beeldbuis, en als dat nog niet genoeg is, kun je ook een 3D-printer aanschaffen. Maar wat is 3D nou precies? Wat kun je er mee? En heb je er iets aan voor fossielen?

De term ‘3D’ staat letterlijk voor drie dimensies, oftewel een object met een lengte, breedte en diepte. Dit concept is natuurlijk verre van nieuw, maar tegenwoordig kunnen we objecten ook *virtueel* in drie dimensies weergeven: een 3D-model of -reconstructie. Om een 3D-reconstructie te maken, wordt door middel van een 3D-scanner een object omgezet in een puntenwolk. Er zijn een aantal manieren om een object te scannen, waarvan CT scanning en surface- of laserscanning de populairste zijn.

CT (computed tomography) scanning is een van oorsprong medische procedure waarbij door middel van röntgenstraling een serie digitale dwarsdoorsneden (in feite röntgenfoto’s) van een object gemaakt wordt. Deze “plakjes” worden later door gespecialiseerde software weer aan elkaar gezet zodat een 3D-reconstructie gemaakt wordt. Door de dikte van de plakjes te variëren kan een grotere of kleinere resolutie worden behaald: hoe dunner de plakjes, hoe hoger de resolutie van de scan. CT scanners zijn meestal grote en kostbare apparaten, en zijn tegen-

woordig niet meer weg te denken uit ziekenhuizen.

Bij surface- of laser scanning wordt gebruik gemaakt van een of meerdere laserstralen die het oppervlak van een object in kaart brengen. In tegenstelling tot CT scanning, ziet een laserscanner alleen het oppervlak. Een laserscanner maakt gebruik van triangulatie, waarbij de afstand tussen het object,



Een laserscanner. Dit model is een zogenaamd “handheld” model, wat veel bewegingsmogelijkheid biedt. De scanner kan ook op een statief gemonteerd worden

WAT IS EEN 3D-PRINTER?

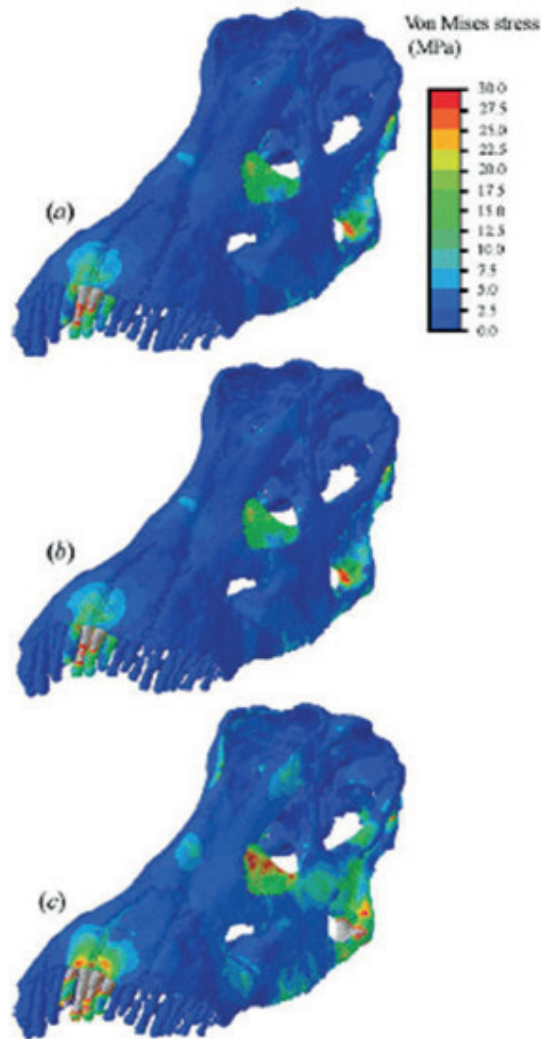
Een 3D-printer verschilt van een standaard printer in het feit dat deze printer in drie dimensies afdrukt. Dit afdrucken in 3D gebeurt laag voor laag. Een veelgebruikte methode (en ook de snelste) is het afdrucken door middel van poeder. Hierbij worden laag na laag poeder (dit kan gips, maar ook polyurethaan of epoxy zijn) over elkaar heen gespoten, wat vervolgens stolt. Ook kan een 3D-model afgedrukt worden door lagen van gesmolten polymeren in een bepaalde vorm te spuiten. Een derde methode is het gebruik van een speciale gel, die beschoten wordt door laser stralen en vervolgens op die plekken polymeriseert.

3D-printers worden in rap tempo betaalbaarder. U kunt zelf op diverse plekken in Nederland uw 3D-modellen laten printen.

AUTEUR
HANNEKE MEIJER



Een mobiele laserscanner in actie. Dit model is relatief goedkoop en wordt veel gebruikt in veldwerk situaties vanwege de kleine afmetingen. Op het draaiplateau ligt een fossiel teenkootje van een roofvogel



Een 3D reconstructie van de schedel van *Diplodocus longus* door Young et al. (2012, 637-643). De kleurenbalk rechtsboven geeft de krachtverdeling in de schedel weer tijdens simulaties van (a) bijten, (b) bladeren van een tak aftrekken, en (c) de bast van een boom trekken. Rode en gele kleuren geven hoge krachten aan, blauw geeft een lage kracht aan

de scanner lens en de laserstraal wordt gebruikt om de positie van elk punt op het oppervlak in kaart te brengen. Het resultaat is een puntenwolk die de basis vormt voor de 3D-reconstructie. De resolutie van een laserscanner hangt af van o.a. de afstand tot het object en de mate waarin de scanner de hoek tussen twee punten kan berekenen.

WAARVOOR?

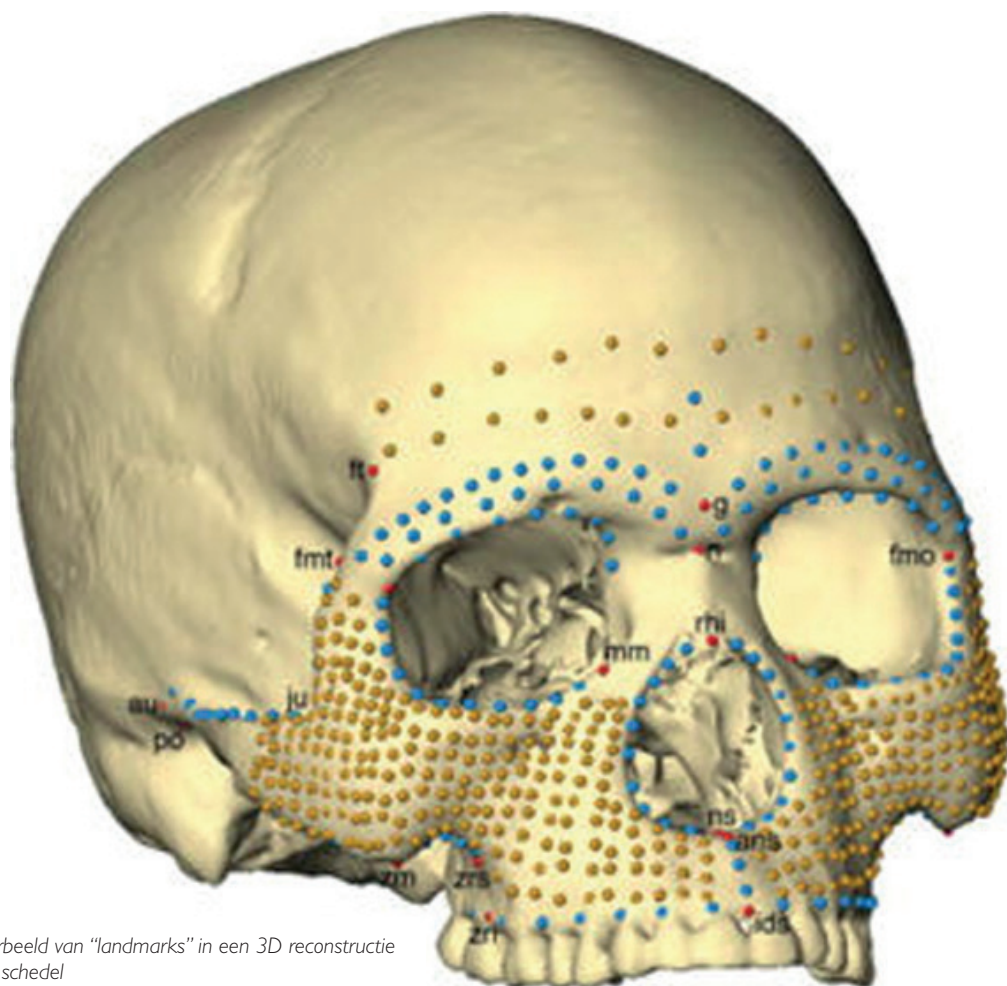
3D-scanning wordt veel gebruikt in de medische wereld voor het diagnosticeren van allerlei kwalen en voor het maken van protheses. Het is ook een belangrijk onderdeel geworden in het proces van industrieel ontwerpen: in de robotica en in de film- en computerindustrie.

Ook paleontologen maken steeds meer gebruik van 3D-technieken. En terecht, want de mogelijkheden lijken eindeloos! Het grote voordeel van

3D-CT scanning is dat men in een fossiel kan kijken zonder het fossiel zelf te hoeven beschadigen. Zelfs fossielen die nog geheel of gedeeltelijk in sediment zitten kunnen door middel van 3D-CT scanning zichtbaar worden gemaakt. Zo kan bepaald worden of het fossiel nog compleet is, of niet, en wat de oriëntatie van het fossiel is. Dit verkleint het risico op beschadigen tijdens het uitprepareren. Met een mobiele scanner kunnen fossielen, en zelfs vindplaatsen, in het veld worden gescand, en gedetailleerd in kaart worden gebracht voordat de fossielen worden verwijderd. Zo zijn de bekende 3.6 miljoen jaar oude voetafdrukken in Laetoli (Tanzania) gescand om ze voor in de eeuwigheid te bewaren. 3D-reconstructies kunnen een gedetailleerde replica van het fossiel vormen. Door de fragiele aard van fossiel materiaal kan transport en onderzoek resulteren in onherstelbare beschadigingen (dit geldt ook voor skeletmateriaal van zeldzame of bijzondere recente soorten). Een

3D-reconstructie kan echter zonder problemen de wereld over worden gestuurd, terwijl het fossiel veilig in de ladekast kan blijven liggen. Met de opkomst van de 3D-printer (zie kader), die het digitale model afdrukt, kunnen ook makkelijk replica's voor tentoonstellingen en onderzoek gemaakt worden. Het origineel wordt hierdoor zo min mogelijk belast.

De belangrijkste toepassing van 3D-technieken ligt echter in het onderzoek. Eenmaal vastgelegd in 3D kunnen er namelijk allerlei analyses op de data worden losgelaten. Door middel van scannen met een 3D-CT scanner kunnen we bijvoorbeeld de interne structuur in kaart brengen (met micro CT scanners zelfs tot op microscopisch niveau!) zonder het fossiel te beschadigen. We kunnen ons nu een voorstelling maken van de hersenholte van een uitgestorven dier zonder het schedeldak te lichten. 3D-technieken zijn bij uitstek geschikt om de vorm, de variatie



Een voorbeeld van "landmarks" in een 3D reconstructie van een schedel

in vorm, en veranderingen in vorm in kaart te brengen. Morphometrie (het in kaart brengen van vorm) maakt gebruik van zogenaamde "landmarks", punten op een schedel of bot die tezamen de vorm weergeven. Met traditionele methodes wordt het aantal "landmarks" beperkt tot punten die bereikbaar zijn met meetapparatuur. In een 3D-model vormt elk punt van de puntenwolk een "landmark", waardoor de hoeveelheid informatie enorm toeneemt. Aan een 3D-model kunnen ook verschillende eigenschappen worden toegekend, zoals dichtheid en hardheid, zodat het gebruikt kan worden in computersimulaties, die levensechte situaties na kunnen bootsen. Zo kan er bijvoorbeeld aan een schedel biomechanische eigenschappen worden toegekend, zodat er vervolgens gekeken kan worden wat er gebeurt met de verdeling van krachten in de schedel, bijvoorbeeld wanneer een dier eet.

WEBSITES

Nieuwsgierig geworden naar hoe een 3D-reconstructie er uit ziet? Hieronder vindt je een aantal interactieve websites waar je naar hartelust kunt kijken, bewegen, draaien, vergroten, verkleinen:

WitmerLab
<http://www.oucom.ohiou.edu/dbms-witmer/lab.htm>

De website van Larry Witmer, Professor Anatomie aan Ohio University (VS) en projectleider van diverse 3D projecten. Zijn uitgebreide website geeft een overzicht van zijn 3D-projecten en staat vol met 3D-visualisaties van dinosaurussen, vogels en zoogdieren. Een aanrader!

Digimorph
<http://www.digimorph.org>

Een samenwerking van de National Science Foundation en de University of Texas Austin (beide VS) met als resultaat een website met een grote hoeveelheid aan 3D data van dinosaurussen, primaten, reptielen en veel meer.

Aves3D
<http://aves3d.org>

De website van de Nederlandse paleontoloog Leon Claessens, Professor aan het College of Holy Cross in Worcester (VS) met een grote hoeveelheid 3D modellen van vogels.

Human Origins Program 3D collection
<http://humanorigins.si.edu/evidence/3d-collection>

Onderdeel van het Smithsonian National Museum of Natural History. Deze website bevat 3D reconstructies van artefacten, fossiele hominiden en recente primaten.