

Grasshopper en plug-ins belangrijk hulpmiddel voor parametrisch ontwerpen

Construeren met Grasshopper en Geometry Gym

Het programma Grasshopper was een echte game-changer voor de adoptie van parametrisch ontwerpen. Samen met Geometry Gym zijn het twee populaire parametrische tools die ingenieurs kunnen gebruiken om constructies te modelleren. Ook de Grasshopper-gemeenschap heeft daarbij een belangrijke rol gespeeld.

Grasshopper is een krachtige, parametrische extensie (plug-in) voor Rhinoceros (Rhino of Rhino3D), een 3D NURBS CAD-toepassing die in veel industrieën wordt gebruikt voor complexe objecten. Denk daarbij aan architectuur, scheepsbouw, automotive, juwelen en schoeisel. Grasshopper wordt gebruikt om parametrische logica te modelleren voor Rhino-modellen.

Geschiedenis

Voordat Grasshopper bestond, was parametrisch ontwerp voorbehouden aan gespecialiseerde teams in grote bedrijven. In 2007 ontstond Grasshopper. Het werd ontwikkeld door de Nederlandse Rhino-expert David Rutten. Het was in eerste instantie een work-in-progress-project met de bijnaam Explicit History. Grasshopper werd zeer snel immens populair in de grote en actieve Rhino-gemeenschap. Het is tot nu toe wereldwijd door meer dan 350.000 architecten, ontwerpers en ingenieurs gedownload. Rhino en Grasshopper zijn pakketten van het Amerikaanse bedrijf McNeel & Associates.

dr.ir. Jeroen Coenders
White Lioness technologies
Carlos Perez Alba
McNeel Europe
Jon Mirtsin
Geometry Gym
Niels Hofstee
IMd Raadgevend Ingenieurs

1 Grasshopper wordt gekenmerkt door grafische relaties ('kronkelende touwtjes')

Werking

Grasshopper gebruikt operaties in de vorm van bouwstenen die met elkaar in verband kunnen worden gebracht. Met deze operaties kan logica visueel worden geprogrammeerd. Er hoeft geen tekstuele broncode gedebugged te worden om te programmeren, maar dat kan worden gemodelleerd op een visuele gebruikersinterface.

Om een idee te krijgen hoe dit werkt, kan een vergelijking worden gemaakt met spreadsheets. In spreadsheets kunnen eigen parameters en relaties worden beschreven. De gebruiker vult een getal of tekst in cellen in en schrijft formules in andere cellen, die kunnen afhangen van de parametercellen of andere formulecellen. De spreadsheetapplicatie herberekent de spreadsheet telkens wanneer een van de parameters wijzigt.

Op een zelfde manier is het mogelijk in Grasshopper componenten te plaatsen die een parameter vertegenwoordigen. Het kan net als in een spreadsheet een getal of tekst zijn, maar ook een stuk geometrie zoals een lijn, een punt of een curve, of een bewerking. Bijvoorbeeld: bereken de kruising tussen twee lijnen. De componenten kunnen aan elkaar worden gerelateerd door ze visueel te verbinden. In *graphs* ('graaf' in het Nederlands), bestaande uit eenvoudige grafische componenten (sommigen noemen ze 'batterijen'), zijn de afhankelijkheden tussen de parameters en associaties vastgelegd. Grasshopper zorgt voor de rest en herberekent alle operaties zodra een van de parameters wijzigt.

Populariteit

De populariteit van Grasshopper is terug te voeren op het feit dat de gebruikersinterface eenvoudiger en aantrekkelijker is dan eerdere applicaties, vooral in relatie tot de Rhino-visualisatiemogelijkheden (snelle en mooie 3D-weergave). Ook de interactiviteit van de graph, verbonden door grafische relaties ('de kronkelende touwtjes') (fig. 1) sprak snel aan bij visueel ingestelde mensen zoals architecten, ontwerpers en ingenieurs. Het maakt het mogelijk snel en eenvoudig geavanceerde logica te modelleren, ook voor geavanceerde geometrie (NURBS en volumes), zonder dat scripting of programmeren nodig is. In het verleden zou het bouwen van vergelijkbare modellen weken of maanden van programmeren vereisen door mensen met scripting- of programmeervaardigheden.

Grasshopper geeft direct feedback op fouten: de batterij wordt oranje of rood. Verder zijn koppelingen naar het genereren van tekeningen en fabricage-informatie mogelijk, zoals vereist voor *computer aided manufacturing* (CAM).

Karamba3D

Een belangrijke toolbox voor Grasshopper voor constructeurs is Karamba3D. Karamba is een plug-in waardoor directe integratie van FEA-componenten in Grasshopper mogelijk is, zodat analysesresultaten direct in Grasshopper zichtbaar zijn als het model wordt gemanipuleerd.

Community

De populariteit van Rhino en Grasshopper moet echter worden toegeschreven aan meer dan alleen de technische mogelijkheden. Rhino had al een zeer actieve gemeenschap, waar mensen elkaar gratis en vrijwillig steunden via nieuwsgroepen en fora. Grasshopper werd snel geaccepteerd in deze gemeenschap en kreeg soortgelijke steun. Grasshopper heeft ook geholpen de community te laten groeien. Maar de community heeft vooral veel geholpen om het woord over Grasshopper en de bijbehorende tools te verspreiden. Ook nieuwe gebruikers worden op een vriendelijke manier ondersteund.

Mensen uit de Grasshopper-gemeenschap ontmoeten elkaar online. Ze zijn ook actief op de vele conferenties, zoals Shape To Fabrication, RobArch, SIMAUD, eCAADe, ACADIA, Fabricate, Design Modeling Symposium, IASS, Smart Geometry, AAG en vele anderen, en bieden trainingscursussen en tutorials.

Uitbreidingen

De gemeenschap faciliteert ook een ecosysteem, zowel voor Rhino als Grasshopper. Beide pakketten kunnen op verschillende manieren worden uitgebreid via scripting en programmering om op maat gemaakte componenten en functionaliteit aan anderen te bieden. McNeel & Associates biedt royalty-vrije SDK's (*software development kits*), die kunnen worden gebruikt om deze uitbreidingen te bouwen.

Inmiddels zijn er veel uitbreidingen, die gratis of tegen een kleine prijs beschikbaar zijn. Denk daarbij aan Structural Optimization, Mould Design, Environmental Analysis, AR / VR / MR, Volumetric Modelling, Form-finding, Urban en Landscape, BIM-vertalers, Visualisatie, CAD / CAM, Robots, CFD, FEA en nog veel meer. Veel verschillende plug-ins zijn te vinden op www.food4rhino.com.

Geometry Gym: de engineering-toolbox

Een van de belangrijkste uitbreidingen voor Grasshopper (naast Karamba3D, zie kader) is Geometry Gym. Dit is een plug-in waarmee gebruikers hun parametrisch model kunnen verbinden met een groot aantal Finite Element Analysis-toepassingen



2

(zoals SCIA, Sofistik, GSA, Etabs en SAP2000). Geometry Gym werkt bovendien met IFC, waarmee de wereld open gaat voor veel andere toepassingen in het BIM-domein. Omdat veel toepassingen echter ook meer directe routes bieden via API-interactie, biedt Geometry Gym ook directe interactie tussen Rhino en Grasshopper en verschillende andere softwaretoepassingen. Deze softwaretoepassingen omvatten populaire BIM-toepassingen, zoals Revit, ArchiCAD, Digital Project en Tekla.

Voorbeeld: LVNL

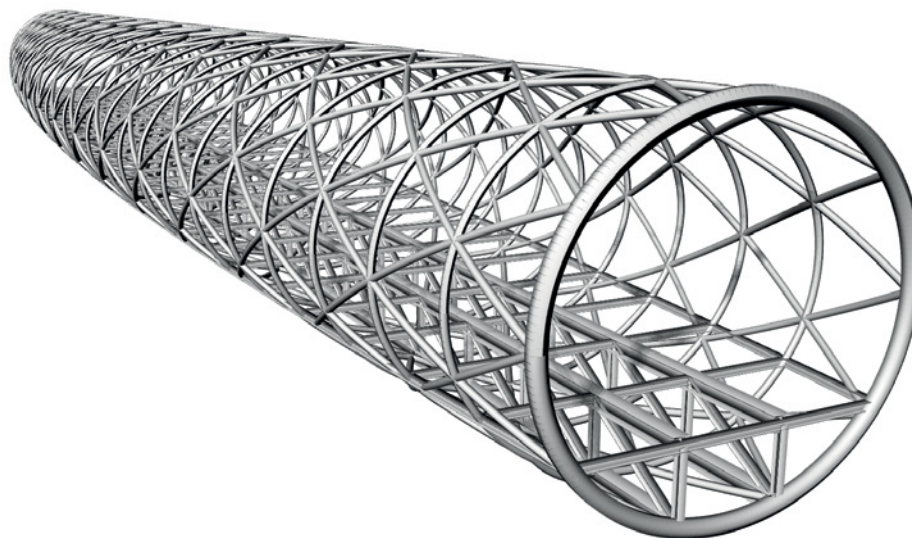
IMd Raadgevend ingenieurs heeft de uitbreiding ontworpen van het Nederlandse luchtverkeersleidingsgebouw LVNL in de buurt van Schiphol. Vanwege ruimtegebrek is het nieuwe gebouw tegenover het vorige gepland, gescheiden door een drukke weg. Voor het gemak van het personeel was er een snelle toegangsweg tussen de gebouwen nodig. De oplossing werd gevonden door een volledig geklimatiseerde loopbrug te ontwerpen.

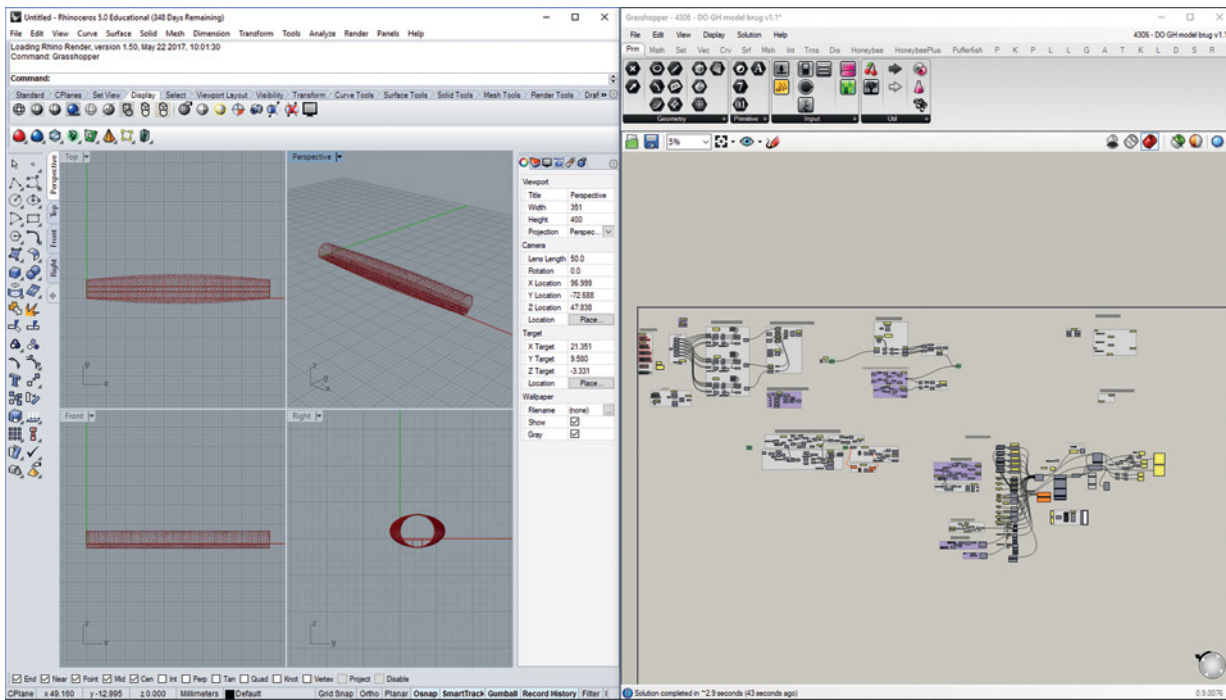
Het ontwerp van Ector Hoogstad Architecten bestaat uit een sigaarachtig brugontwerp met een stalen buisstructuur, ondersteund door vakwerken (fig. 2 en 3). Met een dergelijke geometrie werd snel vastgesteld dat Grasshopper (fig. 4) de snelste en misschien wel enige optie was om zo'n complexe vorm eenvoudig te modelleren, vooral omdat elk stalen onderdeel een andere afmeting had.

Het model is ontwikkeld in Grasshopper en met behulp van Karamba3D verder geoptimaliseerd in doorsneden. Elke doorsnede is geoptimaliseerd via Karamba. Dit heeft grote voordelen wat betreft snelheid en gebruiksgemak vergeleken met tools als SCIA en Revit. Er waren echter twee beperkingen aanwezig die werden overwonnen door de Grasshopper en Geometry Gym te gebruiken.

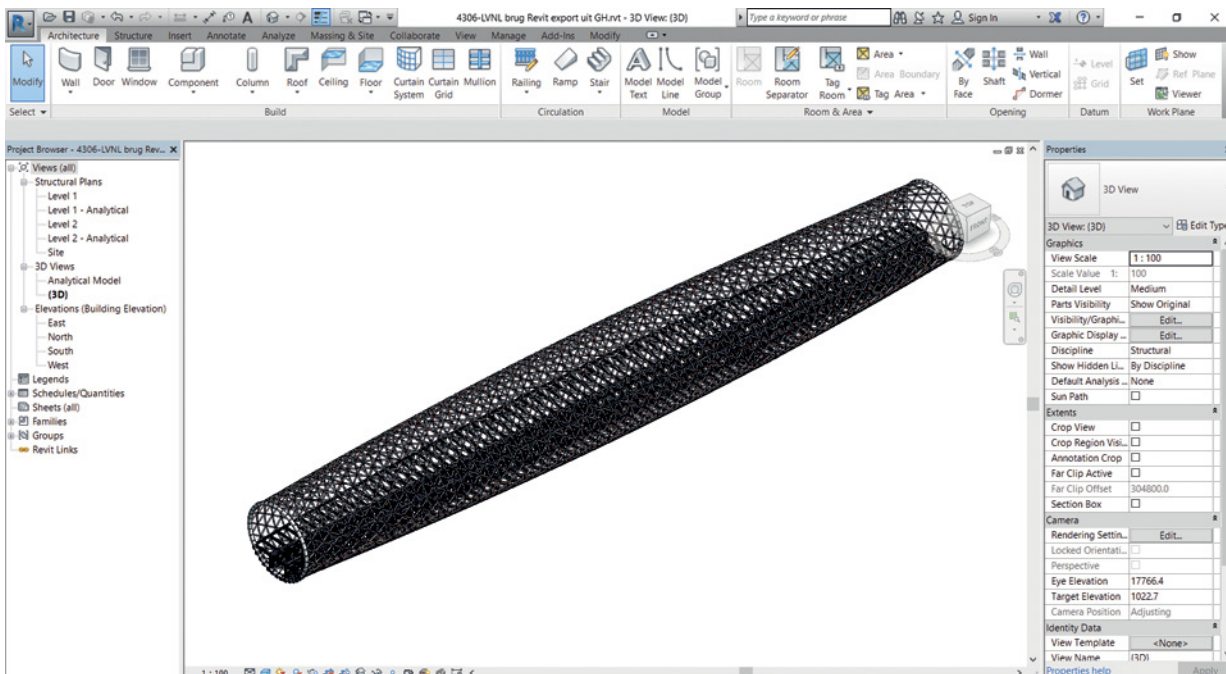
Ten eerste zijn de analysemogelijkheden van Karamba beperkt. Validatie- en analyserapporten (van bijvoorbeeld SCIA) zijn nog steeds vereist voor de juiste ontwerpdocumentatie.

3





4



5

Geometry Gym werd gebruikt om alle constructieve onderdelen, ondersteuning en belastingen naar SCIA over te brengen. Zo kon de detaillering worden geanalyseerd in SCIA en konden rapporten worden gegenereerd. Ten tweede werd in de huidige workflow elk aspect verzameld in een BIM-model. Het opnieuw creëren van de complexe geometrie van de brug in de BIM-applicatie was geen optie. Geometry Gym werd gebruikt om de geometrie over te brengen naar Revit (fig. 5).

De grootste voordelen van een parametrische benadering voor het ontwerpen van dit bouwwerk via Grasshopper en zijn plugins, waren dat alternatieven snel konden worden geëvalueerd,

de geometrie gemakkelijk kon worden gegenereerd en gewijzigd, en de secties in het model gemakkelijk konden worden geoptimaliseerd. Het werk om gedetailleerde modellen te bouwen voor verdere berekening en constructie is vanwege naadloze interoperabiliteit beperkt gebleven.

Tot slot

Er kan op tal van manieren invulling gegeven worden aan parametrisch ontwerpen, zoals ook wel uit alle thema-artikelen van *Cement* blijkt. Onder meer vanwege de ontwikkeling van plugins en de actieve gemeenschap, zal ook Grasshopper een grote rol blijven spelen. ☒

- 2 Impressie loopbruglucht-verkeersleidingsgebouw
bron: Ektor Hoogstad
- 3 Rhino-model van de loopbrug
- 4 Rhino- en Grasshopper-model
- 5 Revit-model