Vormoptimalisatie in soft robotics

Vladomeare Obolonskyy

12 februari 2024

1 Inleiding

We gaan simulatie opbouwen van een zogenaamde soft robot. We willen uiteindelijk een robot kunnen simuleren die piano speelt. Hierbij gaan we per key een aparte blaas gebruiken die als input een niet-lineaire volume(druk)-functie opgeven. Oorspronkelijk werken we in 2D-ruimte om de simulatie te vereenvoudigen.

2 Theorie

We starten met het bekijken van theorie voor een continue geval, waarna we ons probleem gaan discritiseren zodat we een numerieke model kunnen maken. We starten met definitie van druk. (Cursus KU Leuven) De druk op een oppervlak wordt gedefinieerd als de grootte van de normaalkracht (de kracht loodrecht op het oppervlak) per eenheid van oppervlakte:

$p = \frac{F}{A}$

Deze formule geldt in een 3D-ruimte. Als We de situatie willen reduceren tot een 2D-ruimte moeten we de situatie in doorsnede bekijken. De formule wordt er triviaal:

$p = \frac{F}{S}$

3 Stappenplan

Hier worden de te ondernemen stappen beschreven die tot gewilde resultaat zouden moeten leiden. Zo is er op basis van theorie een stappenplan uitgewerkt die als kern van onze programma wordt gebruikt. Hierbij gaan we volgende aannames maken: De punten die figuur vormen zijn geordeend.

3.1 Smoothing

Om heel onze systeem glad te maken enerzijds, en anderzijds de aantrekkingskracht van een punt met haar twee naburige punten te simuleren, moeten we een simpele beschrijving ervan zoeken.Hiervoor gebruiken we een Laplaciaan. Zo zou elke punt tot haar stabiele toestand proberen te gaan. Wanneer er geen druk langs binnen aanwezig is, zal heel de figuur convergeren naar een enkel punt.

3.2 Krachten uitwerking

Er zijn uiteindelijk 2 krachten die op elk punt inwerken. Eerste is veroorzaakt door de omhulsel van robot die naar de stabiele toestand streeft. Tweede kracht is veroorzaakt door de resulterende (relatieve) druk. De som van deze 2 vectoren geeft ons na benadering de resulterende vector (coefficient?).

Om te beginnen moeten we hier een orthogonale vector definieren op een verzameling punten. Hierbij merken we dat een verzameling punten geen raaklijn of raakvector kan hebben. Om deze probleem op te lossen, benaderen we voor een punt haar raaklijn als een parallele rechte aan de rechte die door haar 2 naburige punten gaat. Bijgevolg kunnen we een orthogonale rechte erop beschouwen die bijgevolg de richting van een orthogonale vector in dat punt geeft.

Laat ons eens kijken naar de vector veroorzaakt door druk. Hiervoor berekenen we eerst de richting van de kracht aan de hand van 3 punten. Daarna berekenen we de grootte en de zin ervan aan de hand van de druk.

We beginnen met zoeken van normaal. Hiervoor nemen we voor elk punt zijn 2 buren en gaan een orthogonale vector erop zoeken. Omdat we delingen zo veel mogelijk willen vermijden, gaan we de eerstkomende in gedachte manier met richtingscoeffiecienten negeren. Volgende manier die ons zeer snel een orthogonale vector is het volgende. Neem een vector tussen de naburige punten. Dit kan snel worden gedaan door verschil te nemen van de twee punten. Zo krijgen we een vector $\vec{v} = (x_{i-1} - x_{i+1}, y_{i-1} - y_{i+1})$ en door volgende bewerking krijgen we een orthogonale vector $\vec{v}_\perp = (y_{i-1} - y_{i+1}, -(x_{i-1} - x_{i+1}))$ of $\vec{v}_\perp = (-(y_{i-1} - y_{i+1}), x_{i-1} - x_{i+1})$. (Bewijs?)

Zo zijn we nu aangekomen aan de zin van onze orthogonale vector. Dit is

4 Verloop

Stap 1: Geimplementeerd verzameling punten op een cirkel met een ruis erop als eerste testdata.

Stap 2: Vergladding van verzameling om Laplaciaan te testen. We merken hierbij dat de vorm van cirkel zeer goed benadeerd

5 Bedenkingen

* vorm van ballon niet perse rond? + 2 vaste punten?

* berekening kracht resulterend door druk?

* Hoe definieer je binnen buiten bij een verzameling punten? :/

6 Opmerkingen

VOOR EXPERIMENTEN: * Veel/weinig punten proberen

https://nl.mathworks.com/matlabcentral/answers/85686-how-to-calculate-normal-to-a-line comment