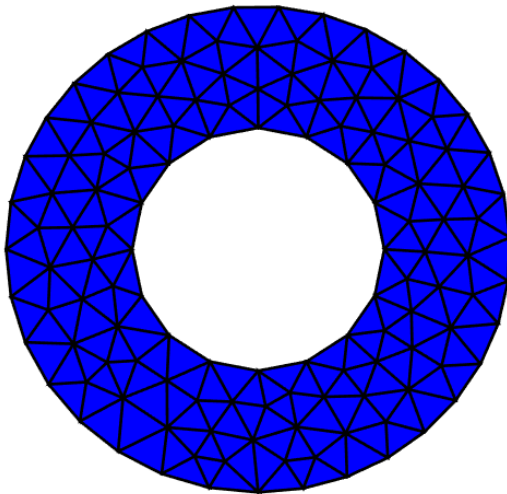


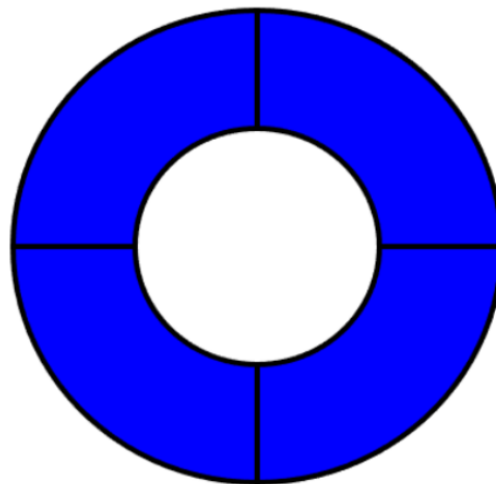
En effektivare metod för geometrirepresentation och strukturoptimering

Strukturoptimering handlar om att hitta den optimala designen av ett objekt under vissa föreskrivna begränsningar med hjälp av mjukvara som löser ett matematiskt optimeringsproblem. En förutsättning för att kunna göra detta är att man kan representera geometrin av objektet på ett sätt som en dator kan förstå. Metoden som oftast används är den finita element-metoden, som bygger upp objektet från enkla geometriska former, 'element', som rektanglar eller trianglar. Isogeometrisk analys (IGA) erbjuder en alternativ metod för att bygga upp geometrin som kan effektivisera lösningen av själva optimeringsproblemet, och dessutom undviker de approximationer som nödvändigtvis uppkommer när en geometri byggs upp av polygoner.

Ta som exempel en horisontell balk, vars ena ände är fäst i en vägg, och i den andra änden hänger en vikt. Ett vanligt optimeringsproblem är då att hitta balkens optimala form så att utböjningen vid änden där vikten är blir så liten som möjligt, förutsatt att balkens volym inte får överstiga en viss maxvolym. En metod som använder vanliga finita element hade oftast byggt upp en modell av balken i ett optimeringsprogram utifrån små rektanglar, alltså är geometrin begränsad till former som består helt och hållet av raka linjer. Det betyder också att när utböjningen av balken räknas ut i programmet, så ritas den här utböjningen upp med endast raka linjer, och den optimala geometrin lika så. I verkligheten böjer inte saker sig till perfekta raka linjer, utan mjuka kurvor, som då måste approximeras med raka linjer i datormodellen. För att den här modellen ska bli någorlunda realistisk, måste ofta geometrin delas upp i väldigt många väldigt små element, vilket skapar svårigheter vid lösningen av optimeringsproblemet då processorkraften som behövs för att lösa problemet ökar exponentiellt med antalet element som används.



Classic FEM mesh



IGA mesh

Projektet som utförts visar hur IGA erbjuder en lösning på dessa problem genom möjligheten att skapa modeller med mjuka kurvor av nästan helt godtycklig karaktär. I stället för raka linjer så byggs geometrin upp med så kallade spline-kurvor, som är kurvor bestående av separata segment, där varje enskilt segment byggs upp av polynom av godtycklig grad. Då kan vi alltså få mjuka kurvor både i utböjningen av balken, och i den optimala designen. Dessutom kan vi använda oss av mycket färre

element än tidigare, eftersom vi inte har samma problem med att approximera geometrin. IGA kan alltså lösa ett optimeringsproblem med högre precision och använda mindre processorkraft än en klassisk finita element-metod!

Att ha en exakt, eller åtminstone mer exakt, geometri är såklart önskvärt i de flesta sammanhang, men framför allt när strukturoptimering utförs på mikroskopiska objekt kan det vara oerhört viktigt att modellen svarar så exakt som möjligt mot verkligheten. Det är också vanligt i nuläget att flaskhalsen i lösningen av optimeringsproblem är processorkraften som krävs då geometrier ofta representeras av miljontals element, en siffra som kan minskas drastiskt med hjälp av IGA. Ytterligare en fördel är att CAD-mjukvara idag använder samma spline-kurvor för att rita upp designen, vilket betyder att man kan använda sig av data från ett CAD-program direkt i optimeringen utan att behöva konvertera och approximera designen med polygoner.

Uppsatsen ger en gedigen grund för teorin bakom IGA och dess nytta i samband med strukturoptimering, värdet av vilket kan komma att öka då intresset för IGA ökat de senaste åren men förståelsen och användningen ännu är begränsad.