

Indstilling af Rasmus Emil Christensen og Emil Toftegaard Gæde

Kontakt: Rasmus E. Christensen <rasmus@christe.dk>, Emil Toftegaard Gæde <etoga@dtu.dk>

Specialet *Multiskala grafbaseret beregning af skeletter via lokale separatorer* (30ECTS) blev afleveret 27. juni 2022 og forsvaret 1. juli 2022 med Sune Darkner fra KU som censor. Begge studerende opnåede karakteren 12. Specialet indstilles af vejleder Andreas Bærentzen (janba@dtu.dk), professor i computergrafik, og med-vejleder Eva Rotenberg (erot@dtu.dk), lektor i algoritmik, begge ansat ved DTU.

Resume. Indenfor computergrafik går *skeletonisering* ud på at repræsentere tredimensionelle former ved tredimensionelt indlejrede kurver, således at disse kurver har fællestræk med den oprindelige form. F.eks. ville et rør- eller karsystem bedst repræsenteres ved den sammenhængende forening af et linie- eller kurvestykke for hvert rør, og et botanisk træ ved et liniestykke for hver gren, men også i forbindelse med objekter, der har mindre åbenlyst forgrenet struktur kan skeletonisering være nyttigt. Skeletonisering har nemlig mange anvendelser indenfor *komprimering, analyse, og rekonstruktion* af tredimensionelle former. En konkret anvendelse af interesse for hovedvejlederen er rekonstruktion af botaniske træer ud fra punktstkyer.

I specialearbejdet gives en ny algoritme for skeletonisering, som slår state-of-the-art på alle parametre: den er lynende hurtig, fungerer for både mesh-, voxel-, og punktskydata, og den giver ofte bedre og mere præcise skeletter end algoritmerne fra litteraturen. De studerende, Rasmus Emil Christensen og Emil Toftegaard Gæde, har udviklet algoritmen, beskrevet den og analyseret den asymptotisk, implementeret den og afviklet empiriske test. De har sammenlignet deres nye algoritme med eksisterende skeletoniseringsalgoritmer på en lang række af eksempler, både køretiden kvantitativt og det resulterende skelet kvalitativt.

Begrundelse. Specialet indeholder nye algoritmiske ideer, særligt en nyskabende brug af *forgrovnings*, som er en teknik kendt fra heuristikker til løsning af NP-hårde grafproblemer: Forgrovning går ud på at sammentrække en graf til en grovere kvotientgraf på færre knuder, løse problemet rekursivt, og udvide den delvise løsning til hele grafen. I specialet anvendes rekursiv forgrovnings til at løse et geometrisk problem, og det er den ide, der får beregningen til at køre så hurtigt.

Resultaterne fra specialet er blevet udgivet på konferencen 39th International Symposium on Computational Geometry (SoCG) 2023, en peer-reviewed top-konference indenfor geometrisk algoritmik. En af de anonyme reviewere skriver:

“The running time improvement over LSS is immense (orders of magnitude) while the skeleton quality is not significantly reduced. This work would be a great contribution to SoCG. The paper is very well written, the problem is important and well-motivated, and the result greatly improves on a previous approach. Additionally, the source code is open source.”

Rasmus og Emils forbedrede algoritme er implementeret i det åbne GEL bibliotek. Den forbedrede køretid muliggør nye anvendelser, og ser ud til allerede at blive benyttet i flere projekter, blandt andet indenfor det biomedicinske område, og indenfor botanisk rekonstruktion.

Specialet er velformuleret med god struktur, klart sprog, velvalgte illustrationer, velstruktureret programkode, og en grundig oversigt over den relaterede litteratur. Specialetarbejdet har været en fornøjelse at vejlede, og resultatet er imponerende.