

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen		Matematiikan ja tilastotieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Aaro Salosensaari			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Mallinnettu jäähdytys ja ympyräkiekkojen etsiminen kuvasta			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Matematiikka			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	
Kandidaatintutkielma		Maaliskuu 2016	
		Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
		51 s.	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Tämä soveltavan matematiikan kandidaatintutkielma käsittelee matemaattisen optimoinnin menetelmää nimeltä mallinnettu jäähdytys (engl. <i>simulated annealing</i>) ja sen soveltamista yksinkertaiseen digitaalisen kuvankäsittelyn ja konenäön ongelmaan. Kuvaongelman muotoilun yhteydessä esitellään myös digitaalisen kuvankäsittelyn perusteita.</p> <p>Mallinnettu jäähdytys on probabilistinen optimointialgoritmi globaalien (tavallisesti diskreettien) optimointiongelmien ratkaisemiseksi. Jäähdytysmenetelmä perustuu Metropolis–Hastings-algoritmin sovellukseen, ja Metropolis-algoritmi vuorostaan on klassinen Markovin ketjujen Monte Carlo -menetelmä, jonka juuret ovat jäähtyvän fysikaalisen systeemin simuloinnissa. Mallinnettu jäähdytys on yksinkertainen ja monikäyttöinen heurestiikka, jonka hyödyllinen ominaisuus on kyky kiivetä ylös optimoitavan funktion paikallisista minimeistä.</p> <p>Tutkielmassa mallinnettuun jäähdytykseen tutustutaan soveltamalla sitä kuvankäsittelyongelmaan, jossa tehtävänä on tunnistaa tunnettu määrä <math>k</math> tummia ympyräkiekkoja sumentuneesta ja kohinaisesta vaaleataustaisesta kuvasta. Erilaisten objektien tunnistaminen kuvasta on perinteinen konenäön alan ongelma. Myös sumeiden kuvien tarkentaminen on myös laajalti tutkittu kuvankäsittelyn ongelma ja tyypillinen esimerkki niin kutsutusta epätriviaalista inversio-ongelmasta.</p> <p>Tutkittavaa kuvaongelmaa lähestytään optimointiongelmana: Tutkittavista kuvista muodostetaan malli, jossa kuvan ympyräkiekot parametrisoidaan niiden sijantikoordinaattien ja säteiden avulla ja kiekkojen sumennosta mallinnetaan kuvamatriisin konvoluutio-operaatiolla. Minimoitavaksi <i>kohde-eli energiafunktio</i>ksi valitaan sopiva parametrisoitujen kiekkojen etäisyyttä kuvadatasta mittaava funktio <math>E</math>. Minimointiin käytetään mallinnettua jäähdytystä. Tuloksena havaitaan menetelmän löytävän kiekkoja simuloidusta kuva-aineistosta melko luotettavasti. Lisäksi havaitaan jäähdytyksen nopeuden vaikuttavan ratkaisujen laatuun ja muuta jäähdytysalgoritmilte tyypillistä käytöstä.</p> <p>Tutkielman rakenne on johdantoluvun jälkeen seuraava: Luvussa 2 lyhyesti todetaan joitain Markovin ketjuja koskevia esitietoja, jonka jälkeen esitetään mallinnetun jäähdytyksen algoritmi ja sen teoreettisia perusteluja. Luvussa 3 esitetään kiekko-ongelman matemaattinen malli ja hieman tarvittavaa kuvankäsittelyn teoriaa, sekä malli simuloidun aineiston muodostamiseksi. Luvussa 4 kuvaillaan tarkemmin algoritmin soveltamista optimointitehtävänä muotoiltuun kuvaongelmaan, ja luvussa 5 esitellään tuloksia sovelletun algoritmin toiminnasta erilaisilla simuloiduilla aineistoilla. Viimeisessä luvussa 6 tarkastellaan tuloksia ja algoritmin toimintaa sekä esitetään yhteenveto tutkielman tuloksista.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Mallinnettu jäähdytys, Metropolis–Hastings-algoritmi, optimointi, kuvankäsittely, MCMC.			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Kumpulan tiedekirjasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			