

Orthogonal Range Searching in 2D using Ball Inheritance

Mads Ravn

Computer Science, Aarhus University

2015

Outline

1 Introduction

- Orthogonal Range Searching
- Previous data structures

2 Ball Inheritance Search

- Ball Inheritance Problem
- Ball Inheritance Search Data Structure

Outline

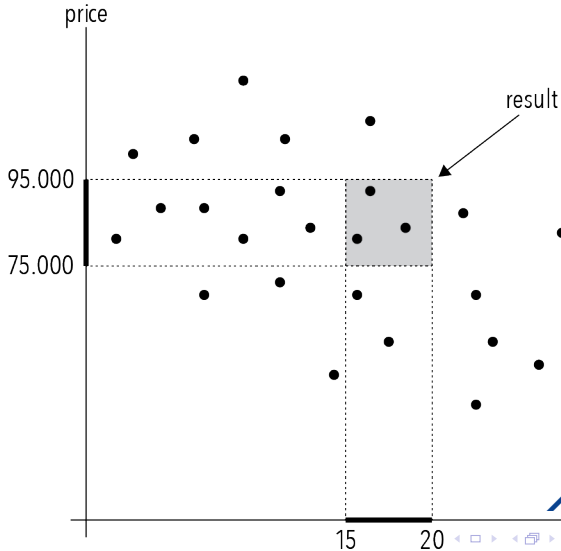
1 Introduction

- Orthogonal Range Searching
- Previous data structures

2 Ball Inheritance Search

- Ball Inheritance Problem
- Ball Inheritance Search Data Structure

Orthogonal Range Searching



Preliminaries

- Alle koordinater er unikke
- Rank space
- n er en potens af 2

Orthogonal Range Searching

Vi er givet n punkter fra \mathbb{R}^2 som vi ønsker at indsætte i en datastruktur sådan at vi kan svare effektivt på forespørgslen $q = [x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$. Et punkt $p = (p_x, p_y)$ ligger i $q = [x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$ hvis $p_x \in [x_1, x_2]$ og $p_y \in [y_1, y_2]$. Man kunne derfor sige at et 2-dimensionelt query består af to 1-dimensional sub-queries. Kommer til at virke for alle tre datastrukturer.

Outline

1 Introduction

- Orthogonal Range Searching
- Previous data structures

2 Ball Inheritance Search

- Ball Inheritance Problem
- Ball Inheritance Search Data Structure

kd-træ

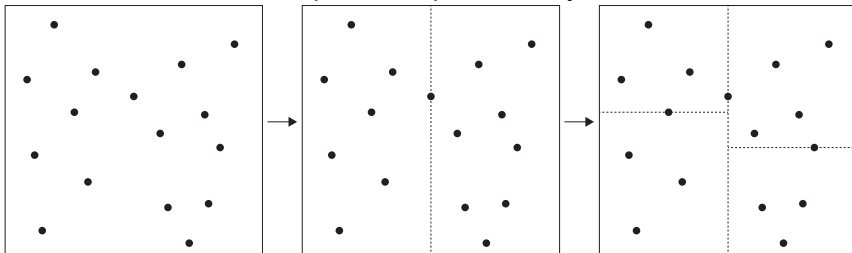
kd-træ

- $\mathcal{O}(n)$ plads
- $\mathcal{O}(\sqrt{n} + k)$ tid

Givet n punkter: Punkterne bliver sorteret efter x eller y på skift. Median bliver fundet og punkterne mindre end medianen bliver givet til venstre barn og punkterne højere end medianen bliver givet til højre barn. Et punkt per blad i træet.

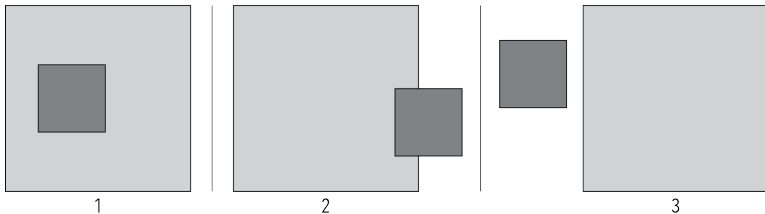
Opbygning af kd-træ

Det $\lceil \frac{n}{2} \rceil$ 'te element bliver valgt som median. Dette element fungerer som en skille-linje mellem de to punkt-mængder. Medianen bliver låst fast på denne plads i arrayet.



Søgning i kd-træ

■ = node region
■ = search query



BI Sintro

Ball Inheritance Search, BIS, er en datastruktur bygget som en simplificering af den datastruktur channel laver i ARTIKEL

Outline

1 Introduction

- Orthogonal Range Searching
- Previous data structures

2 Ball Inheritance Search

- Ball Inheritance Problem
- Ball Inheritance Search Data Structure

Ball Inheritance

- Vi er givet et perfekt balanceret søgetræ.

Ball Inheritance

- Vi er givet et perfekt balanceret søgetræ.
- Roden indeholder n punkter(bolde) som er blevet fordelt sådan at hvert blad lagrer et punkt.

Ball Inheritance

- Vi er givet et perfekt balanceret søgetræ.
- Roden indeholder n punkter(bolde) som er blevet fordelt sådan at hvert blad lagrer et punkt.
- Hver knude har en liste over hvilke af de bolde der er gået igennem den som er blevet givet til venstre og højre barn.

Ball Inheritance

- Vi er givet et perfekt balanceret søgetræ.
- Roden indeholder n punkter(bolde) som er blevet fordelt sådan at hvert blad lagrer et punkt.
- Hver knude har en liste over hvilke af de bolde der er gået igennem den som er blevet givet til venstre og højre barn.
- Vi kan nu følge en bold fra en knude til et blad med $\mathcal{O}(\lg n)$ skridt.

Ball Inheritance

- Vi er givet et perfekt balanceret søgetræ.
- Roden indeholder n punkter(bolde) som er blevet fordelt sådan at hvert blad lagrer et punkt.
- Hver knude har en liste over hvilke af de bolde der er gået igennem den som er blevet givet til venstre og højre barn.
- Vi kan nu følge en bold fra en knude til et blad med $\mathcal{O}(\lg n)$ skridt.
- Det er $n \cdot \lg n$ bits plads.

Ball Inheritance

- Vi er givet et perfekt balanceret søgetræ.
- Roden indeholder n punkter(bolde) som er blevet fordelt sådan at hvert blad lagrer et punkt.
- Hver knude har en liste over hvilke af de bolde der er gået igennem den som er blevet givet til venstre og højre barn.
- Vi kan nu følge en bold fra en knude til et blad med $\mathcal{O}(\lg n)$ skridt.
- Det er $n \cdot \lg n$ bits plads.
- Løs: Givet en knude og et index i knudens liste, hvilket blad ender denne bold ved? Vi kan følge bolden

Faster Queries

Vi ønsker at gøre antallet skridt fra en knude til et blad mindre. Vi udvider alfabetet på udvalgte niveauer. Vis koncept, tid og plads her

LCA

Vis hvordan LCA virker og hvordan vi går ned og hvordan vi finder alle punkter mellem $[x_1, x_2]$.

yrange

Vis hvordan vi finder den korrekt y-range. Og hov, det her er jo netop det information vi skal bruge for at løse ball inheritance

Outline

- 1 Introduction
 - Orthogonal Range Searching
 - Previous data structures
- 2 Ball Inheritance Search
 - Ball Inheritance Problem
 - Ball Inheritance Search Data Structure

Ball Inheritance Search

Ball Inheritance Search Data Structure

- $\mathcal{O}(n)$ plads
- $\mathcal{O}(\lg n + k \cdot \lg^\epsilon n)$ tid, hvor $\epsilon > 0$ er en arbitrær lille konstant