

6. Übungsblatt

Ausgabe: 09. Dezember 2019 · Besprechung: 16. Dezember / 06. Januar

1 Hash Joins (Besprechung am 16.12.2019)

In der Vorlesung hatten wir vor einiger Zeit die cache-effiziente Implementierung von Hash Joins besprochen. In diesem Aufgabenblatt wollen wir diese Ideen nach-implementieren. Wir machen dabei Annahmen, wie sie typisch sind für ein Hauptspeicherbasiertes System:

- Wir verwenden nur ein **zweispaltiges Tabellenschema**, wobei `key` das Joinattribut ist, `value` zusätzlicher Dateninhalt (der aber vom Joinalgorithmus selbst gar nicht interpretiert wird).
- Wir stellen die Tabelle in C als einfaches **Array** dar, z. B.

```
struct tuple_t {  
    unsigned long int    key;  
    unsigned long int    value[N];  
}
```

(wobei mittels `N` die Größe des Payloads variiert werden kann; Sie können gerne auch mit 32-Bit-Schlüsseln experimentieren.)

Die `key`-Felder füllen wir mit gleichverteilten Zahlen. Am besten eignet sich dabei (für eine der Tabellen) eine Permutation der Zahlen $[1..AnzahlTupel]$. In der anderen Relation können dann auch Zufallszahlen aus diesem Bereich verwendet werden. Bei gleichverteilten Zahlen können Sie dann als Hashfunktion auch einfach die Identität verwenden.

Teilaufgabe 1

Implementieren Sie einen "gewöhnlichen" Hashjoin (Folie 78).

Untersuchen Sie experimentell, wie sich die Kosten pro Tupel in Abhängigkeit vom Datenvolumen verhält. Lässt sich hier ein Zusammenhang zu den Cache-Parametern Ihres Systems erkennen?

Teilaufgabe 2

Die Cache-Effizienz eines Hashjoins kann gesteigert werden durch Partitionierung (wie in der Vorlesung besprochen).

Implementieren Sie die Partitionierungs-Operation.

Dabei stehen Ihnen im Prinzip drei Optionen zur Auswahl:

1. Einfache ("naïve") Partitionierung
2. Partitionierung mittels "software-managed buffers"
3. Mehrstufige Partitionierung.

Welche der Optionen erreicht (in Abhängigkeit vom Datenvolumen) den besten Durchsatz?

Teilaufgabe 3

Bauen Sie schließlich Partitionierung und Hashjoin zusammen (→ Radix Join).

2 Parallele Hash Joins (Besprechung am 06.01.2020)

In modernen Systemen ist es natürlich naheliegend, Hash Joins auch parallel auszuwerten.

Wie kann man Hash Joins (*radix joins*) effizient parallelisieren?

Überlegen Sie sich zunächst eine geeignete Strategie zur Parallelisierung von Hash Joins. Integrieren Sie diese Strategie dann in Ihre Joinimplementation.

2.1 Paralleles Partitionieren

Besonders kritisch ist bei der Parallelisierung die Partitionierungs-Phase des Algorithmus. In der Vorlesung wurde am Rande skizziert, wie sich der einfach Hash Join parallelisieren lässt. Gelten die gleichen Voraussetzungen auch für *radix join*? Welches Verhalten Ihres Algorithmus erwarten Sie, wenn die Daten nicht gleichverteilt sind?

2.2 Parallele Joinverarbeitung

Nach der Partitionierung ergibt sich ganz natürlich die Möglichkeit zur parallelen Verarbeitung, weil die einzelnen Teil-Joins $r_i \bowtie s_i$ voneinander unabhängig berechnet werden können.

Wie könnten diese Teil-Joins möglichst geschickt auf vorhandene CPU-Ressourcen verteilt werden? Welches Verhalten erwarten Sie bei nicht-gleichverteilten Daten?

2.3 NUMA-Architekturen

In der Vorlesung wurden zwischenzeitlich NUMA-Architekturen diskutiert. Welches Verhalten erwarten Sie bei Ihrer Implementierung in Bezug auf NUMA-Effizienz? Überlegen Sie sich ob/wie sich Hash Joins besonders effizient in NUMA-Systemen verarbeiten lassen könnten.