

Dynamic Load Balancing in Peer-to-Peer Networks

Dissertation von Miroslaw Korzeniowski

November 2005

Zusammenfassung

In den letzten Jahren sind Peer-to-Peer Netzwerke im alltäglichen Gebrauch im Internet und in der akademischen Gesellschaft sehr populär geworden. Ein wichtiges Konzept in diesem Gebiet sind sogenannte Distributed Hash Tables die benutzt werden, um Information auf verteilte Weise zu publizieren und auszusuchen. Sie basieren meistens auf einem virtuellen Raum in den alle Daten gehasht werden. Der ganze Raum ist zwischen alle Peers die im Netzwerk partizipieren geteilt und jeder Peer versorgt alle Daten die in seinen Teil des Raumes gehasht werden. In dieser Dissertation werden nur Distributed Hash Tables die auf der Ring-Topologie basieren betrachtet.

Wenn die Peers die Plätze auf dem Ring auf randomisierte gleichmäßige Weise wählen, ist der Quotient zwischen dem längsten und dem kürzesten an einen Peer zugewiesenem Intervall $\Theta(n \log n)$ mit Wahrscheinlichkeit fast 1. Der erste Teil dieser Dissertation zeigt Algorithmen, die gewährleisten, dass alle Peers für Intervalle derselben Länge (bis auf einen konstanten Faktor) verantwortlich sind. Die Algorithmen funktionieren auf dezentralisierte Weise und balancieren die Last auch in einer dynamischen Umgebung. Zwei Algorithmen werden dargestellt. Der erste funktioniert in einer statischer Umgebung und balanciert das System in logarithmischer Zeit hat aber große Kommunikationskosten. Der zweite ist für eine dynamische Umgebung vorgesehen und hat beschränkte Kommunikationskosten – dafür aber balanciert er das System mit einem kleinem Aufschub.

Der zweite Teil zeigt wie man existierende Konzepte als eine Basis für verteilte Datenstrukturen nutzen kann. Es wird gezeigt wie ein verteilter binärer Suchbaum implementiert werden kann, der balanciert ist und Defekte von Peers überleben kann. Ein balancierter binärer Suchbaum ist in ein Netzwerk eingebettet, welcher hypercubische und de Bruijn Kanten hat. Die de Bruijn Kanten realisieren die Baumkanten, und die hypercubischen Kanten werden benutzt um Rotationen in dem Baum auszuführen, so dass das Baum balanciert bleibt. Mit einer speziellen wake-up Vorrichtung in dem grundlegendem Netzwerk wird eine Widerstandsfähigkeit gegen gegnerische Ausfälle erreicht. Wenn Peers ausfallen, gehen Daten verloren, der Baum wird aber automatisch umgebaut, so dass er wieder eine gültige Datenstruktur repräsentiert. Ein solcher Wiederaufbau funktioniert auch wenn nur ein Knoten die Katastrophe überlebt.