

Zusammenfassung

Selfish Routing in Networks

Martin Gairing

In dieser Arbeit betrachten wir Routingprobleme in einem Netzwerk, das von mehreren Nutzern gemeinsam genutzt wird. Jeder Nutzer routet seinen unteilbaren Traffic über einen Pfad von seiner Quelle zu seiner Senke. Dabei versucht er seine *privaten Kosten* zu minimieren, welche als seine erwartete Latenz definiert sind. Dieses Verhalten widerspricht oftmals dem Ziel, die *sozialen Kosten* zu optimieren, welche das Wohlbefinden des gesamten Netzwerks beschreiben. Wir modellieren solche Systeme mit Hilfe von *Routingspielen*, in welchen die Nutzer des Netzwerks eigennützige *Spieler* sind. In solchen Routingspielen stellt ein *Nash Equilibrium* einen stabilen Zustand des Systems dar, in welchem kein Spieler seine Latenz verringern kann, indem er seine Strategie einseitig ändert. Der *Preis der Anarchie* ist ein Maß für den maximalen Anstieg der sozialen Kosten durch das eigenützige Verhalten der Spieler.

Im ersten Modell besteht das Netzwerk aus einer einzelnen Quelle und einer einzelnen Senke, die durch *parallel Kanten* verbunden sind. In einem solchen *Routingspiel auf parallelen Kanten* sind die Kanten-Latenzfunktionen linear und die Spieler haben vollständige Information über das System und die anderen Spieler. Für dieses Modell zeigen wir Ergebnisse zur Komplexität der Berechnung von reinen Nash Equilibrien. Weiterhin beweisen wir ein Vielzahl von Ergebnissen zum Preis der Anarchie in verschiedenen Untermodellen.

Im zweiten Modell betrachten wir *gewichtete Congestion Games*. Hier ist eine Menge von Ressourcen gegeben, und die Strategiemenge eines Spieler besteht aus einer Menge von Teilmengen von Ressourcen. Auch hier haben die Spieler vollständige Information. Mit Hilfe von gewichteten Congestion Games können Probleme modelliert werden, bei welchen Ressourcen von mehreren nicht-kooperativen Nutzern geteilt werden. Diese beschränken sich nicht nur auf Routingprobleme. In dieser Dissertation zeigen wir die exakten Werte auf den Preis der Anarchie für gewichtete und ungewichtete Congestion Games mit polynomiellen Latenzfunktionen.

Im dritten Teil dieser Arbeit führen wir ein Routingspiel mit unvollständiger Information ein, welches wir *Bayesian Routingspiel* nennen. Hier beschränken wir das Netzwerk wiederum auf *parallele Kanten* mit linearen Latenzfunktionen. Jedoch haben die Spieler nur unvollständige Information bezüglich ihres gegenseitigen Traffics. Für solche Spiele beweisen wir Ergebnisse zur Existenz und Komplexität der Berechnung von reinen Bayesian Nash Equilibrien, wir zeigen strukturelle Eigenschaften einer bestimmten Klasse von Bayesian Nash Equilibrien, und wir beweisen Schranken auf den Preis der Anarchie für verschiedene soziale Kostenmaße.