

Erfahrungsbericht

Forschungsaufenthalt im Rahmen der Masterarbeit im Fach Mathematik
an der Papstlich Katholischen Universität von Chile

Von April bis August 2018 habe ich im Rahmen meiner Masterarbeit einen Forschungsaufenthalt an der Papstlich Katholischen Universität von Chile absolviert. Im Folgenden möchte ich meine Erfahrungen zusammenfassen.

Organisatorisches vor Ort

Bei der Wohnungssuche hatte ich das große Glück bereits eine Bekannte in Santiago zu haben, welche mir ein Zimmer in ihrer Wohnung vermietet hat. Die Wohnung lag im Stadtteil unoa, welchen ich absolut empfehlen kann. Die Gegend ist etwas ruhiger als das Zentrum, gilt als sicher und es gibt auch einige Restaurants und Cafés. unoa ist durch einige Metrostationen und etliche Buslinien sehr gut an den Rest der Stadt angebunden. Das beliebte Barrio Italia war von meiner Wohnung aus ebenfalls fußläufig erreichbar. Das Einzige was mir etwas fehlte war ein größerer Park in der Nahе. Santiago hat allerdings leider insgesamt wenig große Parkflächen. Für das Zimmer in einer 2-er WG habe ich ca. 370 Euro gezahlt.

Die Versorgung mit Lebensmitteln ist in Santiago einwandfrei. Es gibt etliche Supermärkte, die fast alles haben was man aus Deutschland gewohnt ist. Davon abgesehen sind die vielen Märkte sehr empfehlenswert. Dort gibt es eine große Auswahl an gutem und günstigem Gemüse. Generell sind Lebensmittelpreise etwas höher als in Deutschland, Restaurantbesuche jedoch etwas günstiger.

Die Bezahlung läuft in Chile in den meisten Fällen mit der Kredit- oder Debit-Karte. Barzahlung sind natürlich generell möglich, allerdings sollte man es in manchen Situationen vermeiden mit großen Scheinen zu zahlen. Das wird in kleineren Geschäften nicht so gern gesehen. Ausnahmen bilden hier sicherlich die Supermärkte, dort ist Barzahlung kein Problem. Möchte man dennoch mit seiner deutschen Kreditkarte Geld abheben, so zahlt man dafür bei einigen Banken recht hohe Gebühren (ca. 10 Euro pro Abhebung). Der Geldautomat zeigt vorher jedoch an wie hoch die Gebühren sind. Ich habe herausgefunden, dass ich bei "Scotiabank" keine Gebühren mit meiner DKB-Kreditkarte zahlen musste.

Prepaid Karten für das Smartphone gibt es überall zu kaufen. Ich habe ca. 8 Euro für 2GB Daten mit einem Monat Laufzeit gezahlt.

Der öffentliche Nahverkehr ist sehr gut ausgebaut. Es gibt ein gutes Metronetz und daruber hinaus ein sehr großes Bussystem. Zur Universität bin ich immer mit der Metro gefahren, ansonsten habe ich oft den Bus genommen. Meistens gibt es jedoch etliche Wege zum Ziel. Bus- und Metrofahrten lassen sich mit der "Tarjeta Bip" bezahlen, welche man einmalig kauft und dann wieder aufladen kann. Eine Fahrt kostet ca. 80 cent und man kann innerhalb von 1,5 Stunden so häufig umsteigen wie man möchte.

Das Wetter war im Großen und Ganzen sehr angenehm. Da ich im Winter dort war (April bis August), hatten wir im Durchschnitt 10 - 15 Grad und meist Sonne. Regen gab es zu der Zeit kaum, ab und zu kam es aber zu recht schlechten Luftverhältnissen.

Forschung

Die Forschungsarbeit meiner Masterarbeit war wie folgt organisiert: Ich hatte einen Betreuer an meiner Universität in Deutschland (TU München) und einen Betreuer in Santiago. Beide haben bereits zuvor zusammen gearbeitet und das Thema meiner Masterarbeit ist aus früheren Überlegungen entstanden. Bevor ich nach Chile geflogen bin habe ich dann bereits einige Fragestellungen bearbeitet und das Thema konkretisiert. Dafür habe ich mich regelmäßig mit meinem Betreuer aus München getroffen und wir haben auch mit dem Professor in Santiago via Skype zusammen gearbeitet.

Als ich dann in Chile war hat sich die Arbeit intensiviert. Ich habe mich jeden Montag und Donnerstag mit meinem Professor an der PUC getroffen. An Montagen haben wir zu zweit an meinem Thema gearbeitet und an Donnerstagen haben wir via Skype mit meinem Betreuer in München gesprochen. An den restlichen Tagen habe ich Literaturrecherche gemacht, vorhandene Ergebnisse aufgeschrieben und die Treffen vor- und nachbereitet. Insgesamt bin ich auf ca. 40 Stunden Arbeit pro Woche für meine Masterarbeit gekommen.

Neben der Arbeit an meinem Forschungsthema habe ich regelmäßig ein Seminar sowieso eine Vorlesung an der Universidad de Chile besucht. In dem Seminar haben GastwissenschaftlerInnen über aktuelle Forschung in der Optimierung und Spieltheorie vorgetragen. Das Thema der Vorlesung war "Online Optimierung", welches sehr eng mit dem Thema meiner Masterarbeit zusammenhängt.

In meiner Masterarbeit ging es um die Beantwortung einer Existenzfrage:

Frage 1. *Kann es einen online Algorithmus für das Minimum-Cost Perfect Matching in Metrischen Räumen geben, welcher einen konstanten competitiveness Faktor (genannt α) hat und gleichzeitig nur eine konstante Anzahl an Änderungen pro Zeitschritt durchführt (genannt β)?*

Um diese Frage zu beantworten haben wir die folgenden Spezialfälle des Problems betrachtet.

- Wir haben den metrischen Raum auf die reellen Zahlen eingeschränkt, gemeinsam mit der euklidischen Distanz. Des Weiteren haben wir gefordert, dass neue Knoten nur an den Extrempunkten der aktuellen Instanz auftauchen können. Für diesen Spezialfall konnten wir die Frage positiv beantworten und einen Algorithmus angeben der einen competitiveness Faktor von $\alpha = 12$ hat und $\beta = 2$ Veränderungen pro Zeitschritt durchführt.
- Für den Fall dass $\beta = 1$ Veränderungen pro Zeitschritt möglich sind, konnten wir zeigen, dass es keinen online Algorithmus geben kann, der einen konstanten competitiveness Faktor hat.

Im Anschluss haben wir die Perspektive auf das Problem ein wenig geändert. Angenommen ein Algorithmus befindet sich am Zeitpunkt t . Gibt es eine Lösung mit konstantem competitiveness α , welche garantiert, dass es zum Zeitpunkt $t + k$ wieder ein Lösung mit konstantem α gibt, welche zudem mit höchstens $\beta \cdot k$ Veränderungen gefunden werden kann. Solche Modelle werden in der Literatur als *two-stage robust* bezeichnet und bilden eine beliebte Vorstufe zu online Modellen. Unsere, leicht veränderte, Forschungsfrage lautet somit:

Frage 2. *Kann es einen two-stage robust Algorithmus für das Minimum-Cost Perfect Matching in Metrischen Räumen geben, welcher einen konstanten competitiveness Faktor (genannt α) hat und gleichzeitig nur $\beta \cdot k$ Änderungen durchführt?*

Eine Beantwortung dieser Frage birgt wertvolle Informationen für die Beantwortung der höher gestellten Forschungsfrage. Insbesondere impliziert eine negative Antwort auf Frage 2 eine negative Antwort auf Frage 1. In diesem Rahmen können wir die folgenden Ergebnisse vorlegen:

- Wenn k vorher bekannt ist, existiert in allgemeinen metrischen Räumen ein Algorithmus der two-stage robust ist mit $\alpha = 3$ und $\beta = 1$.
- Wenn k vorher bekannt ist und $\beta = 1$ gilt, kann es keinen two-stage robust Algorithmus geben, welcher einen kleineren competitiveness Faktor als $\alpha = 1 + \sqrt{2}$ garantiert.
- Wenn k vorher nicht bekannt ist, existiert auf der Linie (euklidischer Raum entspricht den reellen Zahlen mit der euklidischen Distanz) ein Algorithmus für $\alpha = 32$ and $\beta = 9$. Die hohen Parameter entstehen durch eine sehr technische und aufwendige Analyse. Wir gehen davon aus, dass diese Parameter in Zukunft noch verbessert werden können.

Letzteres Ergebnis versuchen wir momentan für generelle metrische Räume zu verallgemeinern. Dafür haben wir uns bereits Baummetriken angeschaut, welche das Problem jedoch nicht wesentlich vereinfachen. Des Weiteren arbeiten wir weiter an der Beantwortung von Frage 1. Unsere Ergebnisse habe ich sowohl in einem Seminar in Santiago, als auch an dem Lehrstuhl meines Themenstellers in München vorgestellt. Im Anschluss meiner Masterarbeit streben wir die Veröffentlichung unserer Ergebnisse auf einer Fachkonferenz an.

Interkulturelles

Ausländische Studierende werden wirklich sehr herzlich in Chile aufgenommen. Alle waren immer sehr freundlich, offen und interessiert und haben mich zu vielen Aktivitäten an der Uni und auch außerhalb der Uni eingeladen. Es kam zu sehr vielen gemeinsamen Aktivitäten zwischen einheimischen Studierenden und Doktoranden und den Gaststudentierenden und GastwissenschaftlerInnen.

Da ich bereits zuvor zwei Auslandsaufenthalte in Lateinamerika gemacht habe, waren meine Sprachkenntnisse ausreichend um mich in Alltagssituation und unter Freunden zu verständigen. Generell sind Chilenen sehr offen gegenüber Ausländern. Wenn man nicht perfektes Spanisch spricht ist das kein Problem und einem wird sehr entgegen gekommen. Es ist jedoch nicht zu unterschätzen, dass sich das chilenische Spanisch deutlich von dem Spanisch unterscheidet, welches man in der Schule lernt. Es gibt viele andere Wörter und es wird auch sehr schnell gesprochen. Nach einer kleinen Eingewöhnungszeit hatte ich aber nur noch selten Probleme Andere zu verstehen. Fachliche Gespräche wurden an der Uni jedoch immer auf Englisch geführt, sobald nicht-Muttersprachler dabei waren. Auch mit meinem Betreuer habe ich größtenteils auf Englisch gesprochen.

In meiner Freizeit habe ich viel mit den anderen Masteranden und Doktoranden der Universität unternommen. Am Wochenende sind wir häufig Fahrrad gefahren, haben Museen in Santiago besucht oder haben Ausflüge in andere Städte und Regionen unternommen. Für einige Ausflüge ist man leider häufig auf ein Auto angewiesen, dieses hatte glücklicherweise eine Freundin von mir. Dinge die man auch problemlos mit öffentlichen Verkehrsmitteln unternemen kann sind zum Beispiel: Ausflüge nach Valparaiso und Viña del Mar und einige Ausflüge ins Cajon de Maipo. Ansonsten gibt es häufig auch Organisationen, welche geführte Touren mit Transport anbieten.

Fazit

Abschließend kann ich sagen, dass mein Aufenthalt in Santiago für meine Forschungsarbeit sowieso für mich persönlich ein voller Erfolg war. Dies schreibe ich in allererster Linie meinen beiden Betreuern der Masterarbeit in Santiago und München zu. Diese haben sehr viel Zeit und Mühe in die Betreuung meiner Arbeit gesteckt. Des Weiteren habe ich durch den Besuch von Seminaren und Vorlesungen an zwei Universitäten in Santiago die Möglichkeit bekommen mir ein breites Netzwerk vor Ort aufzubauen.

Ein großer Vorteil meiner Situation war meines Erachtens, dass der Kontakt meiner Betreuer bereits vorher bestand und der Austausch und die Kommunikation dementsprechend problemlos lief. Ein Tipp meinerseits wäre deshalb der Folgende: Anstatt selbstständig nach einer Betreuung vor Ort Ausschau zu halten kann es Sinn machen sich an seiner Heimuniversität umzuhören ob vielleicht schon ein Kontakt in das Wunschland/die Wunschuniversität besteht.

Bezüglich außeruniversitären Aktivitäten kann ich Lateinamerika absolut empfehlen. Ich wurde stets herzlich aufgenommen und hatte die Möglichkeit viel zu Reisen und mit Einheimischen in Kontakt zu treten.