

Übungen zu Ideen der Informatik

<https://www.mpi-inf.mpg.de/departments/algorithms-complexity/teaching/winter20/ideen/>

Blatt 7

Abgabeschluss: 21.12.2020

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Sie möchten ein Computer-Netzwerk aufbauen, das die Standorte (Knoten) A bis I so miteinander verbindet, dass jeder Standort von jedem anderen Standort aus erreichbar ist. Abbildung 1 zeigt, welche Leitungen (Kanten) zwischen den einzelnen Standorten möglich sind und wie viel Geld ihre Errichtung jeweils kosten würde (Kantengewichte).

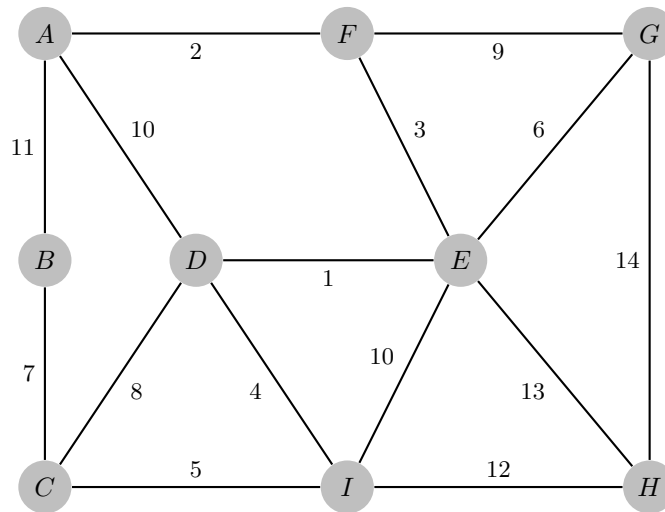


Abbildung 1: Beispielgraph für Aufgabe 1

- a) Beschreiben Sie einen Algorithmus, der für einen verbundenen Graphen wie jenen in Abbildung 1 eine Menge von Leitungen findet, sodass das aus ihnen bestehende Netzwerk die oben genannten Bedingungen erfüllt und Ihnen möglichst geringe Kosten entstehen. (2 Punkte)

Lösung: Wir suchen nach einem sogenannten Spannbaum (ein Subgraph mit möglichst wenigen Kanten, der alle Knoten miteinander verbindet) von möglichst geringem Gewicht. Dazu arbeiten wir die Kanten des Graphen nacheinander nach aufsteigendem Gewicht ab und fügen eine Kante immer dann zu unserer Lösungsmenge hinzu, wenn wir dadurch im Graphen keinen Kreis erzeugen.

- b) Begründen Sie, warum Ihr Algorithmus sicherstellt, dass durch die von Ihnen gefundene Kantenmenge tatsächlich alle Standorte miteinander verbunden sind. (2 Punkte)

Lösung: Wir müssen belegen, dass unser Algorithmus einen Spannbaum produziert. Angenommen, die Kanten in der Lösungsmenge verbinden nicht alle Knoten miteinander. Dann hat der durch die Kanten definierte Subgraph mehrere Teile. Da der Beispielgraph verbunden ist (d.h. jeder Knoten ist von jedem anderen Knoten aus erreichbar), muss es mindestens eine Kante geben, die zwischen zwei

Teilen verläuft. Von allen Kanten, die diese Bedingung erfüllen, betrachten wir die Kante mit dem geringsten Gewicht. Diese Kante hätte der Algorithmus zur Lösungsmenge hinzufügen müssen, die angenommene Situation kann also nicht eintreten. Daher muss die Lösungsmenge alle Knoten miteinander verbinden. Dass der Graph möglichst wenige Kanten hat, stellt der Algorithmus dadurch sicher, indem er keine Kanten hinzufügt, die Kreise erzeugen. Also ist der durch die Lösungsmenge gegebene Subgraph ein Spannbaum.

- c) Führen Sie Ihren Algorithmus auf dem Graphen von Abbildung 1 durch und geben Sie die Kanten an, die sich in Ihrer Lösung befinden. Schreiben Sie dabei eine einzelne Kante als Menge der Knoten, die sie verbindet, und nennen Sie die Elemente der Menge in alphabetischer Reihenfolge (eine Kante zwischen X und Y wäre also $\{X, Y\}$). (2 Punkte)

Lösung: $\{\{D, E\}, \{A, F\}, \{F, E\}, \{D, I\}, \{C, I\}, \{E, G\}, \{B, C\}, \{I, H\}\}$.

- d) Wie hoch sind die Gesamtkosten des resultierenden Netzwerks? (1 Punkt)

Lösung: $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 12 = 40$

- e) Wie viele Kanten enthält Ihre Lösungsmenge, wenn Sie Ihren Algorithmus auf einem verbundenen Graphen mit n Knoten und m Kanten ausführen? (1 Punkt)

Lösung: $n - 1$

- f) Angenommen, die Gewinne, die Sie durch den Bau einzelner Leitungen erzielen können, sind voneinander unabhängig, und Sie können abschätzen, wie viel Gewinn Sie durch den Bau der einzelnen Leitungen erzielen können. Wie müssten Sie Ihren in Aufgabenteil a) entwickelten Algorithmus anpassen, um unter diesen Bedingungen das Netzwerk zu bauen, mit dem Sie den größten Gewinn machen, wenn das Netzwerk nach wie vor alle Knoten miteinander verbinden und nicht mehr Leitungen als vorher enthalten soll? (2 Punkte)

Lösung:

(1) Kantengewichte anpassen: Das Gewicht einer Kante ist nun die Differenz aus ihrem erwarteten Gewinn und ihren Kosten.

(2) Reihenfolge der Kantenbearbeitung anpassen: Die Kanten absteigend nach Gewicht, nicht aufsteigend nach Gewicht abarbeiten. Wir suchen jetzt einen Spannbaum mit *maximalem* Gewicht.

Aufgabe 2 (15 Punkte)

Für diese Aufgabe benötigen Sie einige Networking Tools, die von Ihrem Betriebssystem bereits zur Verfügung gestellt werden. Diese Tools sind `dig`, `ping`, `traceroute` und `whois`. Finden Sie heraus, wie Sie diese Tools von der Kommandozeile (Command Line, Terminal, Shell) Ihres Rechners aus aufrufen können. Falls notwendig, finden Sie vorher heraus, wo Sie Ihre Kommandozeile finden. Geben Sie in Ihrer Abgabe zu dieser Aufgabe bitte auch an, auf welchem Betriebssystem Sie sich befinden (z.B. Linux, macOS, Windows).

Lösung: Die einzelnen Befehle und ihre Ausgaben hängen von Ihrem Betriebssystem und Ihrem Standort ab; Beispiele werden in der Übung live vorgeführt.

- a) Informieren Sie sich über die Funktionen der einzelnen Tools und geben Sie den Hauptzweck jedes Tools an. (4 Punkte)

Lösung:

- `dig`: IP-Adressen und verwandte Informationen von Hosts herausfinden.
- `ping`: Feststellen, wie lange Pakete von Ihnen zu einem Host brauchen (sofern der Host dies zulässt).
- `traceroute`: Den Weg eines IP-Pakets vom Starthost durch das Internet zu einem Zielhost verfolgen.
- `whois`: Informationen über den Inhaber einer Domain abrufen.

- b) Wie lautet die IP-Adresse von `mpi-inf.mpg.de`? Geben Sie sowohl Ihr Ergebnis als auch den Kommandozeilenbefehl an, mit dem Sie Ihre Information erlangt haben. (1 Punkt)

Lösung: `dig mpi-inf.mpg.de:139.19.86.161`

- c) Senden Sie mit `ping` 5 Pakete an

- (a) `law-school.de`
- (b) `uni-saarland.de`
- (c) `cdu.edu.au`

und kopieren Sie sowohl Ihre Kommandozeilenbefehle als auch die jeweils erhaltenen Ausgaben in Ihre Abgabe. Analysieren Sie die Ausgaben, identifizieren Sie zwei wesentliche Unterschiede zwischen den Ausgaben und versuchen Sie, diese Unterschiede zu begründen. (5 Punkte)

Lösung: Unterschiede (mögliche Gründe; zwei von drei Unterschieden genügen):

1. `law-school.de` antwortet nicht auf Pings (vermutlich aus Sicherheitsgründen).
2. Pings nach Australien brauchen offensichtlich viel länger als Pings innerhalb von Deutschland (aufgrund der zu überbrückenden Distanz).
3. Die TTL (Time To Live) von Paketen nach Australien ist höher als die von Paketen nach Deutschland (so wird sichergestellt, dass die Pakete nach Australien nicht frühzeitig verworfen werden).

- d) Führen Sie `traceroute` für `cdu.edu.au` durch und kopieren Sie sowohl Ihren Kommandozeilenbefehl als auch die erhaltene Ausgabe in Ihre Abgabe. Analysieren Sie die Ausgabe, identifizieren Sie drei Auffälligkeiten und versuchen Sie, diese zu begründen. (3 Punkte)

Lösung: Auffälligkeiten (mögliche Gründe):

1. Der Weg ist sehr lang (wir müssen von Europa nach Australien).
2. Der Weg führt über die USA, nicht durch Asien (bessere Anbindung u.a. durch Transatlantikkabel).
3. Einige Einträge lauten * * * (manche Autonomen Systeme (ASes) antworten nicht auf `traceroute`).

- e) Führen Sie `whois`-Abfragen für `uni-saarland.de` und `cdu.edu.au` durch und kopieren Sie sowohl Ihre Kommandozeilenbefehle als auch die Ausgaben in Ihre Abgabe. Benennen Sie eine wesentliche Auffälligkeit und versuchen Sie, diese zu begründen. (2 Punkte)

Lösung: Wir bekommen vollständige Informationen zur australischen Website, nicht aber zur deutschen. Grund sind (mittlerweile) unterschiedliche Datenschutzregeln (bis vor Kurzem hätten wir auch die Informationen zu `uni-saarland.de` noch vollständig abrufen können).

Aufgabe 3 (15 Punkte)

Lesen Sie Abschnitt B.2 (Findings, S. 10–19) des Reports zur “Investigation of Competition in Digital Markets”, den Sie auf der Vorlesungsw Webseite unter “Materialien” herunterladen können, und beantworten Sie dazu die folgenden Fragen:

- a) Welches Problem thematisiert der Report? (2 Punkte)

Lösung: Die digitalen Märkte werden von einigen großen Plattformen dominiert, die ihre Marktmacht ausnutzen, um den Wettbewerb einzuschränken.

- b) Wie zeigt sich das Problem jeweils in den vier untersuchten Unternehmen und welche Auswirkungen hat es auf deren Kunden? (6 Punkte)

Lösung: Hier sind viele verschiedene Schwerpunktsetzungen möglich. Beispiele:

- Amazon: hat große Marktmacht im Online-Handel und nutzt diese u.a. aus, um Dritthändlern seine Konditionen aufzuzwingen und eigene Produkte prominent zu platzieren; gerade kleine und mittelgroße Dritthändler hängen von Amazon ab, um überhaupt online verkaufen zu können; die Sicht der Käufer auf das Angebot wird verzerrt und die Kaufentscheidung im Sinne von Amazon beeinflusst.
 - Apple: hat große Marktmacht im Markt für mobile Betriebssysteme und kontrolliert durch den App-Store die Verteilung von Software auf iOS-Geräten; Apple kann den Entwicklern von Anwendungen für mobile Geräte seine Bedingungen aufzwingen, wenn diese ihre Software auf iOS-Geräte bringen wollen, wodurch die Kosten der App-Entwicklung steigen, sodass weniger Apps entwickelt werden und die entwickelten Apps zu höheren Preisen angeboten werden; Verbraucher haben höhere Kosten und weniger Auswahl.
 - Facebook: hat Monopolmacht im Markt für soziale Netzwerke und kauft u.a. potenzielle Wettbewerber systematisch auf; durch den fehlenden Wettbewerbsdruck kann Facebook es sich leisten, den Privatsphäreschutz seiner Nutzer zu verschlechtern und Desinformation auf seiner Plattform wenig entschlossen entgegenzutreten.
 - Google: hat ein Monopol in den Märkten für Online-Suche und Online-Werbung und nutzt dies u.a. aus, um den eigenen Umsatz zu erhöhen, indem es eigene Inhalte und Werbung gegenüber anderen Inhalten sichtbarer platziert, und um andere Monopole aufzubauen; gleichzeitig hängen viele öffentliche wie private Unternehmen von Google ab, um überhaupt sichtbar zu sein, sodass die Nutzer in Googles Ökosystem hineingezwungen werden.
- c) Zur Lösung des Problems wird häufig vorgeschlagen, die betroffenen Unternehmen (i) zu zerschlagen oder (ii) stärker zu regulieren. Überlegen Sie sich, welche Vor- und Nachteile diese Lösungsvorschläge haben könnten, und stellen Sie diese gegenüber. (4 Punkte)

Lösung:

- Zerschlagung:
 - + Direkte Behebung einiger Probleme, die mit den Plattformen einhergehen
 - Plattformen bringen Komfort für die Nutzer, der verloren ginge
 - Auswirkung auf Unternehmen, deren Marktzugang von den Plattformen abhängt, unklar (zumindest in Übergangsphase vermutlich Beeinträchtigung des Marktzugangs)
 - Nicht nachhaltig, sofern Regulierung Wiederentstehung von Monopolen nicht verhindert (schwierig aufgrund der Netzwerkeffekte, welche die Plattformökonomie mit sich bringt) oder verantwortungsvollen Umgang mit zukünftiger Marktmacht sicherstellt
 - Besonders schwerwiegende Beeinträchtigung der Eigentumsrechte (sollte *ultima ratio* sein)
 - Regulierung:
 - + Im Verhältnis zur Zerschlagung weniger schwerwiegende Beeinträchtigung der Eigentumsrechte
 - + Differenzierteres Vorgehen möglich
 - Durchsetzung von Regulierung schwierig, insbesondere bei nationalen oder regionalen Alleingängen
 - "hard to get right", und schlechte Regulierung ist noch schlimmer als keine Regulierung
- d) Angenommen, man wollte die betroffenen Unternehmen stärker regulieren. Nennen Sie drei Regelungen, die aus Ihrer Sicht geeignet wären, das in Aufgabenteil a) herausgearbeitete Problem zu adressieren, und begründen Sie Ihre Einschätzung knapp. (3 Punkte)

Lösung:

- Gleichbehandlungsgebot: gleiche Sichtbarkeit und gleiche Bedingungen für im Wesentlichen gleiche Waren/Inhalte/Dienstleistungen (beschränkt *Ausnutzung* von Marktmacht)
- Betätigungsverbote für Unternehmen mit Monopolstellung in einem Markt auch in angrenzenden Märkten, soweit diese den Aufbau einer Monopolstellung auch im angrenzenden Markt befürchten lässt (beschränkt *Ausbau* von Marktmacht)

- Umfassende Übernahmeverbote mit Erlaubnisvorbehalt (beschränkt *Sicherung* von Marktmacht)

Ich habe für die Videos, die Nachbereitung und das Übungsblatt etwa Stunden gebraucht.

(Angelina fertigt aus diesen Zahlen eine Statistik an. Kurt und Corinna sehen nur diese Statistik. Wir möchten wissen, ob der Schwierigkeitsgrad in etwa richtig ist.)

Internet war spannend okay langweilig
 schwierig okay einfach