

Einstieg in das Thema Datenkollision am Beispiel des ALOHA-Protokolls

Patrick Dyrauf¹

Abstract: Im Rahmen eines Blockseminars zur Didaktik der Informatik wurde ein Unterrichtsentwurf zum Thema Datenkollision erstellt und anschließend in einer 12. Klasse getestet. Hierbei wurde das ALOHA-Protokoll als Beispiel eines nicht kollisionsfreien Protokolls gewählt, da es zum einen sehr einfach aufgebaut ist und zum anderen trotzdem eine bessere Leistung bringt, als man intuitiv erwartet hätte. Des Weiteren existieren viele Erweiterungen, welche als Vertiefung besprochen werden können. Da die theoretischen Berechnungen hierzu bereits die Fähigkeiten eines Leistungskurses Mathematik an seine Grenzen bringen würde, wurde versucht durch eine Simulation in Greenfoot einige Eigenschaften des Protokolls sichtbar zu machen.

1 ALOHA-Protokoll

Das ALOHA-Protokoll wurde 1970 von Norman Abramson entwickelt, um die Nutzer auf den Inseln um Hawaii mit dem Hauptsystem von Honolulu zu verbinden. Obwohl das ursprüngliche ALOHA System für den Kurzstreckenrundfunk entwickelt wurde, lässt sich die grundlegende Idee auf jedes beliebige System von unkoordinierten Sendern, welche sich einen Kommunikationskanal teilen, anwenden. Später wurde es als Grundlage für das Ethernet-Protokoll verwendet.

Steht mehreren Sendern nur ein Kommunikationsmedium zur Verfügung, so ist es notwendig, den Zugriff auf dieses Medium an die Sender zu verteilen, denn durch gleichzeitiges Versenden zweier Nachrichten können diese beschädigt und damit unbrauchbar werden. Solche Verfahren, die es möglich machen über ein Medium mehrere Signale zu übertragen nennt man Multiplexverfahren, wobei in dem hier betrachteten Fall ein Multiplexen über die Zeit stattfindet. Hierzu macht sich das Protokoll als randomisiertes Verfahren explizit den Zufall zu nutze. In der einfachsten Version des Protokolls genügen bereits zwei Regeln, um eine Kommunikation zwischen beliebig vielen Sendern über das gleiche Übertragungsmedium möglich zu machen:

- Jeder darf jederzeit senden.
- Ist ein Sender an einer Kollision beteiligt, so sperrt sich dieser selbstständig für eine gewisse Zufallszeit.

Der theoretisch mögliche Durchsatz, der mit diesen beiden Regeln erreichbar ist, wird mit etwa 18% angegeben unter der Annahme, dass unendliche viele Sender poissonverteilt senden.

¹ Bleichstraße 2, 55232 Alzey, pdyrauf@students.uni-mainz.de

Im Rheinland-Pfälzischen Lehrplan Informatik wird das ALOHA-Protokoll sowohl im Grund- als auch im Leistungsfach als „Hinweis für eine mögliche Umsetzung“ neben CS-MA/CD zum Stichwort Datenkollision im Themenblock „Kommunikation in Rechnernetzen erläutern und am Beispiel des Internet verdeutlichen“ genannt. Hierbei wird gefordert, dass die Schüler und Schülerinnen diese Kommunikation in Rechnernetzen in ihren Grundlagen erklären, also analysieren und beschreiben, sowie am Beispiel des Internets erklären können. In dem in dieser Arbeit vorgestellten Unterrichtsbeispiel wurde hierbei der Fokus auf die Analyse und Beschreibung des ALOHA-Protokolls gelegt.[?]

2 Simulation

Um den Schülern und Schülerinnen die Möglichkeit zu geben, die Eigenschaften des Protokolls zu entdecken, wurde eine einfache Simulation des Protokolls in Greenfoot erstellt. Im bisherigen Aufbau werden bis zu 64 Sender unterstützt und es lassen sich Werte für den Durchsatz, sowie das Verhältnis von erfolgreich gesendeten zu gesamten Sendeversuchen anzeigen. Es ist natürlich möglich, mit kleinen Änderungen beliebig viele Sender auf einem Spielfeld zu platzieren, jedoch verlangt dies den dafür genutzten Computern ein hohes Maß an Rechenleistung ab, welche eventuell nicht in jedem Unterricht vorhanden ist, weshalb sich hierbei mit niedrigeren Anzahlen begnügt wurde. Des Weiteren wird eine hohe Zahl an Sendern unübersichtlich. Aufgrund dessen wird es umso schwieriger, die Effizienz des Protokolls auch bei hohen Anzahlen zu begründen. Generell muss man sich jedoch darüber im Klaren sein, dass egal wie weit man die Simulation auch treibt, man trotzdem niemals unendlich viele Sender erreichen wird. Zur technischen Realisierung wurde hierbei eine Sende- und Sperrrate eingeführt, welche eine Gleichverteilung auf $[0, 1)$ erzeugt. Mit Hilfe dieser ist es dann möglich, über einen induktiven Ansatz zu erkennen, dass um den gleichen Durchsatz bei mehr Sendern zu erhalten, lediglich die Sperrrate angepasst werden muss. Hierbei bezeichnen Sende- und Sperrrate direkte Parameter aus der Simulation. In jedem Schleifendurchgang wird mit Hilfe der eingestellten Sende- und Sperrraten entschieden welche Sender in dieser Runde ein Signal senden und ob bereits gesperrte Sender in der nächsten Runde wieder freigeschaltet werden oder nicht. Dies wurde in diesem Falle insofern implementiert, dass ein Sender mit Senderate Null niemals sendet, während ein Sender mit Senderate Eins in jeder Runde ein Signal abschickt. Unter der Annahme, dass man diese nach Belieben anpassen kann, gelingt dann die Begründung der Lauffähigkeit des Protokolls auch bei beliebig vielen Sendern.

Erinnert man sich an die theoretische Herleitung aus Tanenbaum, so ist dieser Schritt relativ ähnlich zu der Annahme, dass man sein G , welches die erwartete Anzahl an Sendeversuchen beschreibt, auch bei unendlich vielen Sendern so wählen kann, sodass dieses genau $\frac{1}{2}$ beträgt.[?]

Des Weiteren lassen sich Situationen erstellen, in denen ein oder mehrere Sender die Regeln des Protokolls verletzen, was dann bezüglich der Punkte Fairness und Angreifbarkeit Diskussionsmaterial bieten könnte. Mit Hilfe der Senderate lässt sich erkennen, dass bei statisch gewählten Sperrzeiten das Protokoll stark von dem jeweiligen Sendeverhalten abhängig ist. Somit ist es hiermit möglich, eine Erweiterung des Protokolls in Richtung dynamischer Sperrzeiten, welche sich an die Netzlast anpassen, zu erarbeiten. Außerdem

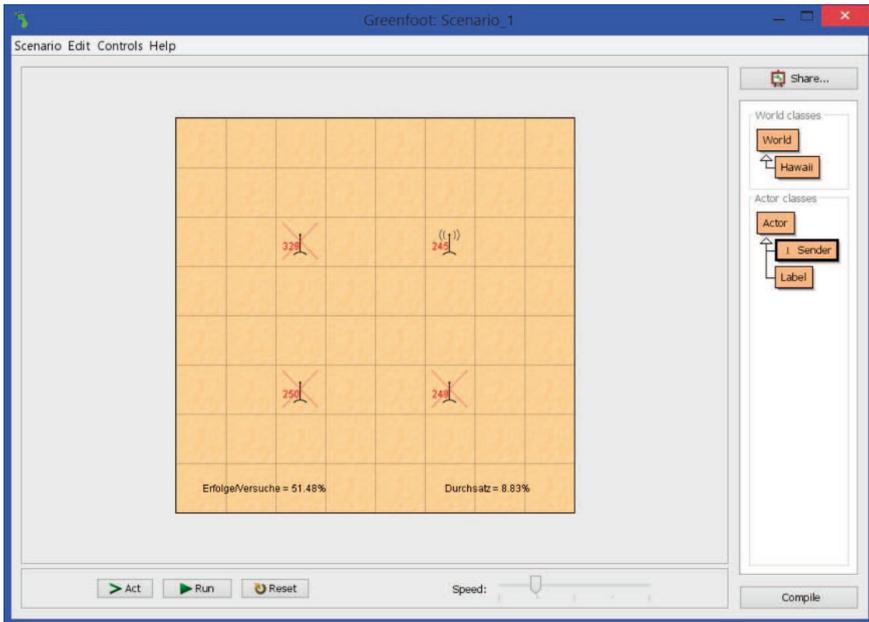


Abb. 1: Simulation in Greenfoot mit vier Sendern von denen drei gesperrt sind

kann mit Hilfe des Zeitbalkens von Greenfoot die Simulation in verschiedenen Geschwindigkeiten durchlaufen werden. Durch langsam laufende Simulationen lässt sich z.B. erkennen, dass während ein Sender sein Signal verbreitet, oftmals ein anderer spontan zu senden beginnt und somit beide Signale verworfen werden. Durch gezielte Betrachtung solcher Situationen wäre eine Erweiterung in Richtung Slotted ALOHA möglich, bei dem jeder Sender nur zu festen Zeiträumen senden darf.

3 Praxistest

Die Simulation wurde in zwei Unterrichtsstunden einer zwölften Klasse, die aus 19 Schülern bestand, verwendet, um den Einstieg in das Thema Datenkollision zu gestalten. Hierbei wurde zunächst diskutiert, wann Datenkollision auftritt und warum es wichtig ist den Zugriff auf ein Medium zu managen. Anschließend wurde mit Hilfe der Simulation Aufgabe 1 des Arbeitsblattes in Partnerarbeit bearbeitet. Als Hausaufgabe sollte Aufgabe 2 bearbeitet werden. In der folgenden Stunde wurden die Ergebnisse von Aufgabe 1 genutzt, um im Plenum Vor- und Nachteile des Protokolls zu sammeln, sowie zu diskutieren, ob das Protokoll beliebig viele Sender unterstützt oder nicht. Danach wurde Aufgabe 3 des Arbeitsblattes mit Hilfe der Simulation in Partnerarbeit bearbeitet und die Ergebnisse dann im Plenum gesammelt. Zum Abschluss wurde in den verbliebenen acht Minuten ein Fragebogen ausgefüllt.

Die erste Frage des Fragebogens wurde von acht Schülern komplett beantwortet, indem sie die beiden Regeln des Protokolls angaben. Drei Schüler gaben nur eine der beiden Regeln an, zwei gaben keine Antwort und ein Schüler war in der ersten Stunde, in der die Regeln des Protokolls besprochen wurden, nicht anwesend. Die restlichen fünf Schüler gaben als Vereinbarungen Sende- und Sperrrate an.

Bei der zweiten Frage gaben zwölf Schüler genau einen Vorteil und einen Nachteil an, zwei Schüler gaben drei Eigenschaften an, zwei weitere vier Eigenschaften und drei Schüler sogar fünf Eigenschaften, welche allesamt korrekt zugeordnet wurden.

Bei der dritten Frage antworteten 17 Schüler mit ja und elf davon begründeten ihre Antwort korrekt. Ein Schüler antwortete mit nein und einer gab keine Antwort ab.

Bei den abschließenden Multiple Choice Fragen kreuzten lediglich drei Schüler die zweite Frage falsch an, ansonsten wurden alle Fragen der Aufgabe 4 korrekt beantwortet.

4 Fazit

Nach der Durchführung und Auswertung der Fragebögen denke ich, dass das ALOHA-Protokoll durchaus im Unterricht zum Einstieg in das Thema Datenkollision genutzt werden kann. Wie anhand der Auswertung der Fragebögen zu erkennen ist, waren ein Großteil der Schüler in der Lage diesen erfolgreich zu beantworten. Allerdings konnten in den zwei Stunden nur einige Eigenschaften des Protokolls herausgearbeitet und diskutiert werden.

Dies liegt unter anderem daran, dass das Verwenden der beschriebenen Simulation sehr viel Zeit in Anspruch nehmen kann, je nachdem für welche Zwecke man diese benutzt.

In Folge dessen schließe ich, dass die Simulation durchaus sinnvoll im Unterricht eingesetzt werden kann, jedoch ist diese an einigen Stellen verbesserungswürdig. Zunächst ist auffallend, dass einige Schüler die Regeln des Protokolls äquivalent zu den Parametern der Simulation sahen. Daraus folgere ich, dass die Regeln des Protokolls noch ausführlicher diskutiert und klarer von den Parametern aus Greenfoot abgegrenzt werden müssen, damit eine Verwechslung ausgeschlossen werden kann. Des Weiteren wäre ein schnelleres und einfacheres Arbeiten mit der Simulation möglich, wenn man Methoden einführen würde, die eine beliebige Anzahl von Sendern direkt auf dem Spielfeld platzieren und ggf. die Spielfeldgröße direkt anpassen könnten. Zwar hat es den Schülern ersichtlich Spaß gemacht diese in vielen kreativen Formen auf dem Spielfeld zu platzieren, jedoch ist dies kein zu erreichendes Unterrichtsziel. Zusätzlich kann man sich überlegen, ob man bei dem eher abstrakten Begriff der Sperrrate bleibt, mit dem die Schüler in diesem Testfall keine Probleme hatten oder lieber zu der intuitiven Variante der Sperrzeit übergeht.

In den Diskussionsrunden gaben einige Schüler an, dass sie das Protokoll nicht verwenden würden, weil der erzielte Durchsatz so gering ist. Hier würde sich wie oben schon erwähnt das Suchen nach Erweiterungen des Protokolls anbieten. Gerade in Greenfoot ließe sich die Version des Slotted ALOHA z.B. so implementieren, dass jeder Sender nur alle k Runden senden darf, wobei k dann die Länge des Slots beschreiben würde. Erweiterungen

dieser Art könnten SuS meines Erachtens auch eigenständig implementieren, bzw. diese zuvor modellieren.

5 Anhang

5.1 Arbeitsblatt

Aufgabe 1

- Öffnet das Szenario_1 in Greenfoot.
- Platziert zunächst die über der Tabelle angegebene Anzahl an Sendern beliebig auf dem Spielfeld und stellt die entsprechenden Sende- und Sperrraten ein.
- Lasst die Simulation einige Zeit laufen und notiert in der Tabelle den angezeigten Wert für das Verhältnis von erfolgreichen Sendungen zu Kollisionen, nachdem dieser sich etwas eingependelt hat, sowie den Wert für den Durchsatz.
- Um nicht nach dem Ändern der Werte alle Sender neu setzen zu müssen, sollte die Resetmethode eines Senders verwendet werden.

Anzahl der Sender: 10		Senderate		
		1	0,1	0,01
Sperrate	1			
	0,1			
	0,01			

Anzahl der Sender: 40		Senderate		
		1	0,1	0,01
Sperrate	1			
	0,1			
	0,01			

Aufgabe 2

Hanna meint: „Wenn man zu viele Sender im Netz hat, dann kann keiner mehr senden, weil sich alle gegenseitig blockieren.“

- Nehmt Stellung zu der Aussage und begründet eure Antwort. Verwendet hierzu eure Ergebnisse aus Aufgabe 1 und arbeitet heraus, was Hanna mit „viele Sender“ meinen könnte.

Aufgabe 3

Testet, was passiert, wenn sich ein Teilnehmer nicht an die Regeln des Protokolls hält:

- Öffnet dazu das Szenario_2 in Greenfoot.
- Erstellt zunächst 2 Sender.
- In diesem Szenario kann man die Sende- und Sperrate der Teilnehmer separat ändern. Setzt beide Raten bei einem Sender auf 1 und lasst die Simulation laufen.
- Notiert, was euch auffällt.

- Erstellt nun 9 weitere Teilnehmer von denen zwei die gleichen Parameter wie oben aufweisen. Notiert, bevor ihr die Simulation testet, was ihr erwartet.

- Testet, wie sich die oben beschriebene Konstellation in der Simulation verhält und vergleicht das Ergebnis mit euren Erwartungen.

5.2 Fragebogen

Frage 1: Nenne die Vereinbarungen, die die Sender beim ALOHA-Protokoll treffen müssen, um untereinander zu kommunizieren.

Frage 2: Nenne je einen Vor- und einen Nachteil des ALOHA-Protokolls.

Frage 3: Ist es möglich sich beim ALOHA-Protokoll einen Vorteil gegenüber den anderen Sendern zu verschaffen? Begründe!

Frage 4: Welche der folgenden Aussagen sind wahr oder falsch?

	wahr	falsch
Jeder Sender sperrt sich eigenverantwortlich selbst, wenn er an einer Kollision beteiligt war.		
Beim ALOHA-Protokoll ist sichergestellt, dass jeder irgendwann seine Nachricht vollständig senden kann.		
Beim ALOHA-Protokoll entstehen keine Kollisionen.		
Der Durchsatz beim ALOHA-Protokoll liegt über 30%.		
Das ALOHA-Protokoll funktioniert auch mit beliebig vielen Sendern.		