

Ausgangssituation und Zielsetzung

In dieser Aufgabe geht es um eine Situation im Straßenverkehr, die wir mittels einer Computersimulation untersuchen wollen. Wir betrachten dazu die in Abb. 1 dargestellte Kreuzung mit den vier Zufahrten A, B, C und D. In den Zufahrten B, C und D gibt es jeweils eine Ampel (B_1 , C_{1+2} , D_1). In der Zufahrt A gibt es zwei Ampeln, eine für die Spuren 1 und 2 (A_{1+2}) und eine für die Linksabbieger auf Spur 3 (A_3).

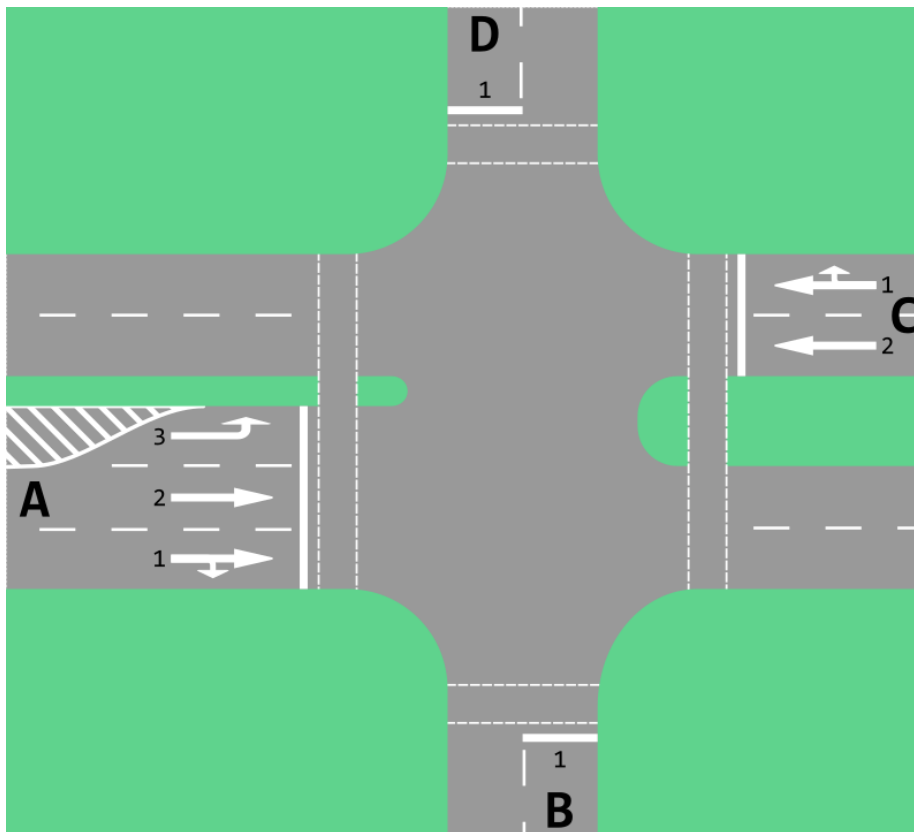


Abb. 1. Lageplan der zu untersuchenden Kreuzung.

Die Ampelschaltung läuft in einem festen Zyklus ab, dem sogenannten „Umlauf“. Ein Umlauf dauert 60 s. Innerhalb eines Umlaufs sind die Ampeln in folgenden Sekundenbereichen grün:

- A_{1+2} : 0 - 39
- A_3 : 0 - 10
- B_1 : 43 - 55
- C_{1+2} : 14 - 39
- D_1 : 43 - 55

Zwischen den Grünzeiten werden bestimmte Sicherheitszeiten eingehalten, die sogenannten „Zwischenzeiten“, damit vor Grünbeginn eines neuen Verkehrsstroms alle Fahrzeuge des alten Verkehrsstroms den Kreuzungsbereich geräumt haben. Diese sind in den o.g. Grünzeiten bereits berücksichtigt und betragen:

- 4 s zwischen A_3 und C_{1+2} .
- 4 s zwischen A_{1+2} (bzw. C_{1+2}) und B_1 (bzw. D_1).
- 5 s zwischen B_1 (bzw. D_1) und A_{1+2} (bzw. A_3).

In jeder Sekunde der Grünzeit einer Spur passiert ein Fahrzeug auf dieser Spur mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 die Haltelinie und verlässt damit das Simulationssystem.

Fahrzeuge treten in das System ein, indem für jede Zufahrt in jeder Fahrtrichtung (soweit sie wegen der Pfeilmarkierungen unterschieden werden müssen) pro Sekunde mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ein neues Fahrzeug erzeugt wird. Diese Wahrscheinlichkeiten haben folgende Werte:

A, Rechtsabbieger:	0.25
A, Geradeausfahrer:	0.25
A, Linksabbieger:	0.07
B, unbestimmte Richtung:	0.05
C, Rechtsabbieger:	0.17
C, Geradeausfahrer:	0.20
D, unbestimmte Richtung:	0.07

Zusätzlich ist beim Erzeugen neuer Fahrzeuge folgendes zu beachten:

- Neu erzeugte Rechtsabbieger in den Zufahrten A und C werden ausschließlich auf Spur 1 gesetzt.
- Neu erzeugte Geradeausfahrer in den Zufahrten A und C werden in die Spur mit dem kürzeren Rückstau gesetzt (also 1 oder 2).
- Neu erzeugte Linksabbieger in der Zufahrt A werden auf Spur 3 (Linksabbiegespur) gesetzt, falls dort genügend Platz vorhanden ist. Die Kapazität der Linksabbiegespur beträgt 3 Fahrzeuge. Ist sie erschöpft, werden neu erzeugte Linksabbieger auf Spur 2 (Geradeausspur) gesetzt, wobei sie allerdings nicht rechts an den bereits wartenden Linksabbiegern vorbeifahren, d.h. sie stehen weiter weg von der Haltelinie als die Fahrzeuge auf der Linksabbiegespur. Auf der Geradeausspur befindliche Linksabbieger wechseln auf die Linksabbiegespur, wenn sowohl dort als auch vor ihnen auf der Geradeausspur weniger Fahrzeuge stehen, als es der Kapazität der Linksabbiegespur entspricht.

Wir gehen davon aus, dass sich alle Verkehrsteilnehmer an die StVO halten. D.h., es finden keine unerlaubten Spurwechsel statt und alle Fahrzeuge folgen den durch die Pfeilmarkierungen vorgegebenen Fahrtrichtungen. Zur Vereinfachung nehmen wir insbesondere an, dass in den Zufahrten A und C kein Fahrzeug von Spur 1 auf Spur 2 wechselt.

Konkrete Aufgabenstellung

Entwickeln Sie eine Software zur Beantwortung der folgenden Fragen zum oben beschriebenen Szenario, wobei Zeiträume mit einer Länge von zwei Stunden betrachtet werden sollen, d.h. 120 Umläufe der Ampelschaltung pro Simulationslauf.

1. Messungen:

- a. Wie groß ist die mittlere Verweildauer pro Fahrzeug (Zeit von der Erzeugung bis zum Überqueren der Haltelinie) für die einzelnen Fahrtrichtungen und welchen Schwankungen ist sie unterworfen?
- b. Wie viele Fahrzeuge befinden sich im Mittel am Ende des Simulationszeitraums (2 h) auf den einzelnen Spuren und welchen Schwankungen sind die Anzahlen unterworfen?

2. Lassen sich die unter 1) erhobenen Messwerte für Zufahrt A verbessern, wenn die Linksabbiegespur verlängert wird? Wenn ja, wie groß sollte ihre Kapazität sinnvollerweise sein?
3. Lassen sich die unter 1) erhobenen Messwerte für Zufahrt A auch mit der ursprünglichen Länge der Linksabbiegespur verbessern, indem die Grünzeit der Linksabbieger (bei gleichbleibender Umlaufzeit) verlängert wird? Was würde das dann für die anderen Zufahrten bedeuten?

Die Software ist in Java zu implementieren. Abzugeben sind der Quellcode der Java-Klassen, eine ausführbare jar-Datei sowie ein kurzer schriftlicher Bericht über die Bearbeitung und die Ergebnisse als PDF-Dokument.

Weitere Hinweise

Denken Sie an den angemessenen Einsatz von Datenstrukturen und Algorithmen sowie eine software- und programmiertechnisch korrekte Form der Implementierung. Zu einer tadellosen Lösung gehört auch eine aussagekräftige und vollständige Kommentierung des Quelltextes.

Die Bearbeitung der Aufgabe soll in Zweierteams erfolgen. Es wird erwartet, dass sich beide Teampartner/innen mit dem Lösungsweg und auch mit der konkreten Implementierung der Lösung bestens auskennen.

Packen Sie Ihre Abgabe in ein Zip-Archiv, benennen Sie es nach dem Schema `vorname1.nachname1-vorname2.nachname2-ISys1.zip` (Beispiel: `stefan.krause-michael.breuker-ISys1.zip`) und laden Sie das Archiv rechtzeitig im Lernraum-Kurs hoch. Verspätete Abgaben werden nicht berücksichtigt.