

Satelliten

Die Weltraumfahrtorganisation möchte mehrere Navigations- und Kommunikationssatelliten die Erde umrunden lassen. Alle sollen sich auf kreisförmigen Bahnen um den Erdmittelpunkt in derselben Höhe über der Erdoberfläche bewegen. In einem vereinfachten Modell sei die Erde eine Kugel mit Radius $6,37 \cdot 10^6 \text{m}$ und Masse $5,97 \cdot 10^{24} \text{kg}$, sowie die Wirkung anderer Himmelskörper, wie Mond oder Sonne, vernachlässigt.

Nach einer, im folgenden zu übergehenden Aufbauphase befinden sich zum Anfangszeitpunkt alle Satelliten an gewissen Positionen in ihren jeweiligen Bahnen. Aufgrund der kreisförmigen Bewegung wird diese, gegebene Anfangskonstellation periodisch angenommen.

- (a) Identifizieren Sie die relevanten Parameter des Sachverhalts und modellieren Sie Konstellationen von Satelliten im Hinblick auf die Lösung der nachfolgenden Probleme.
- (b) Implementieren Sie eine Methode die Kollisionsgefahr feststellt. Sie besteht wenn sich zwei Satelliten zu einem Zeitpunkt näher als eine gegebene Schranke kommen werden.
- (c) Die Satelliten kommunizieren *untereinander* entweder direkt oder indirekt über andere Satelliten. Zu jedem Zeitpunkt wird ein Kommunikationsnetz festgelegt in dem es zwischen je zwei Satelliten genau einen Kommunikationsweg gibt. Die Gesamtlänge des Netzes ist die Summe der Längen aller direkten Verbindungen und so klein wie möglich.

Implementieren Sie eine Methode die zu einem gegebenen Zeitpunkt ein Kommunikationsnetz berechnet.

- (d) Das Kommunikationsnetz ist im allgemeinen zu unterschiedlichen Zeitpunkten unterschiedlich aufgebaut, da sich die Abstände der Satelliten ändern.

Implementieren Sie eine Methode die die minimale, durchschnittliche und maximale Gesamtlänge des Kommunikationsnetzes berechnet.

- (e) Implementieren Sie eine Strategie die einen Satelliten so hinzufügt, daß die Schranke ab der Kollisionsgefahr besteht möglichst hoch gewählt werden kann.
- (f) Diskutieren Sie Erweiterungen des Modells und der Fragestellungen, etwa zusätzliche Parameter oder interessante Statistiken, und ihre Auswirkungen.
- (g) Visualisieren Sie Ihr Modell und die implementierten Methoden graphisch.