

informatiCup 2010 • Aufgabe 3

ATM

Einführung

Die Herausforderung optimale Standorte zu finden, stellt sich in fast allen Bereichen der Wirtschaft, der Industrie und des öffentlichen Lebens. Fabriken, Schulen und Krankenhäuser werden an Standorten errichtet, die unter bestimmten Bedingungen möglichst optimal sind. Gleiches gilt für die Installation von Bankautomaten, die in Österreich Bankomat, in der Schweiz Bancomat und in den USA Automated Teller Machines (ATM) genannt werden. Vorzugsweise sollten Bankautomaten dort installiert werden, wo sie möglichst vielen Menschen zugänglich sind, die mit einer möglichst hohen Wahrscheinlichkeit von eben diesen Bankautomaten Gebrauch machen. Ihre Aufgabe ist es, optimale Standorte für Bankautomaten zu finden.

1 Aufgabe

Diese Aufgabe modelliert das Problem, einen Kreis (Einzugsbereich eines Bankautomaten) so über einer Ebene benachbarter Polygone (den Stadtvierteln) zu positionieren, dass die von dem Kreis überdeckte Fläche ein möglichst hohes Gewicht hat, wobei sich das Gewicht der überdeckten Kreisfläche (1) aus der Grösse und Position des Kreises, (2) den Attributen der überdeckten oder geschnittenen Stadtviertel und (3) einer gegebenen Gewichtung dieser Attribute ergibt.

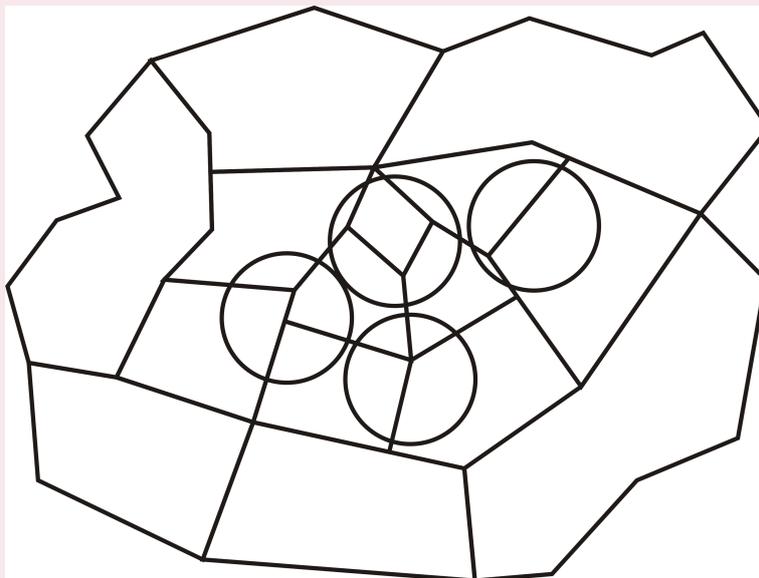


Abbildung 1: Eine Stadt mit 15 Stadtvierteln und 4 Bankautomaten

Ein *Stadtviertel* ist gegeben als ein einfaches Polygon (d.h. die Liniensegmente haben – bis auf die Endpunkte – keine gemeinsamen Punkte und das Polygon hat keine Löcher). Stadtviertel können kon-

vex oder konkav sein. Ein Stadtviertel hat Attribute wie z.B. (1) die Einwohnerzahl, (2) die Anzahl der Bewohner, die einen Kühlschrank besitzen oder (3) die Anzahl der Bewohner, die über fließend Wasser verfügen. Innerhalb eines Stadtviertels sind idealisiert diese Werte gleichverteilt – so ist z.B. die Bevölkerungsdichte innerhalb eines Stadtviertels überall gleich gross.

Eine *Stadt* besteht aus einer Menge benachbarter Polygone (den Stadtvierteln).

Ein *Bankautomat* hat einen idealisierten kreisförmigen Einzugsbereich, der sich über ein oder mehrere Stadtviertel erstrecken kann. Ein Einzugsbereich ist umso besser, je grösser das Gewicht der überdeckten Kreisfläche ist. Das Gewicht eines Einzugsbereichs ergibt sich aus einer – von den Experten der Bank sorgfältig definierten – Gewichtsfunktion der Attribute der in den jeweiligen Stadtvierteln lebenden Einwohner. So könnten z.B. Bewohner eines Stadtviertels, in dem ein grösserer Anteil der Bevölkerung einen Kühlschrank besitzt, ein höheres Gewicht erhalten als in einem Stadtviertel, in dem weniger Menschen einen Kühlschrank haben.

Grundsätzlich sollen die Einzugsbereiche von positionierten Bankautomaten insgesamt eine möglichst grosse Fläche überdecken. Die Einzugsbereiche von Bankautomaten dürfen sich daher höchstens berühren aber nicht schneiden!

1.1 Erste Runde

Berechnen Sie für eine Stadt die optimalen Standpunkte für eine gegebene Anzahl von Bankautomaten. Geben Sie die Positionen der Bankautomaten und das Gesamtgewicht der Einzugsbereiche im unten beschriebenen Format aus. Erstellen Sie außerdem mindestens fünf Testfälle (im unten beschriebenen Format), von denen Sie annehmen, dass Ihr Programm im Vergleich zu anderen Programmen gute Ergebnisse liefert.

Hinweis: Machen Sie unter Berücksichtigung verfügbarer Stadtviertel-Attribute plausible Annahmen für eine Gewichtungsfunktion. Möglicherweise soll diese Gewichtungsfunktion in Zukunft parametrisiert oder geändert werden.

1.1.1 Mögliche Vereinfachungen

In einem ersten Schritt können Sie vereinfachende Annahmen treffen um rasch erste Lösungen zu erhalten. So könnte zum Beispiel...

- ... eine Bank in "Platzierungsrunden" unter Berücksichtigung existierender Automaten jeweils immer nur einen neuen Bankautomaten in der Stadt platzieren. Eine Platzierung von n Automaten könnte wie folgt geschehen:
 1. Der erste Automat wird an einer optimalen Stelle platziert.
 2. Alle folgenden Automaten werden unter Berücksichtigung der existierenden Automaten platziert.

- ... der kreisförmige Einzugsbereich eines Bankautomaten mit einem Quadrat angenähert werden. Schätzen Sie den so entstandenen Fehler ab. Verwenden Sie für den Einzugsbereich eines Bankautomaten nun anstelle eines Quadrats ein n -Eck mit mehr als vier Ecken. Betrachten Sie unterschiedliche Arten von Polygonen und deren Eigenschaften in Bezug auf Schnittmengen- und Flächenberechnung. Welche Polygone erscheinen besonders geeignet? Zerlegen Sie, wenn notwendig, ein einfaches in ein monotones oder konvexes Polygon, um sich weitere Berechnungen zu erleichtern.

1.1.2 Ein realistischeres Modell

Die obigen Vereinfachungen können zu suboptimalen Lösungen führen. Zum Beispiel können bei einer sequentiellen Platzierung existierende Bankautomaten Bereiche "blockieren". Ein realistischeres Modell erhalten Sie, wenn...

- ... Bankautomaten gleichzeitig platziert und
- ... die Einzugsbereiche von Bankautomaten tatsächlich als Kreise dargestellt werden.

1.2 Zweite Runde

Erstellen Sie eine graphische Benutzeroberfläche, die eine gegebene Stadt und den Ablauf ihres Suchalgorithmus' mit den Positionen der Bankautomaten in der Stadt visualisiert.

In der Realität spielt neben den statistischen Stadtviertel-Attributen auch eine genaue Ortskenntnis eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Standortwahl. Vielleicht bietet Ihre Benutzeroberfläche daher zusätzlich die Möglichkeit, einige der automatisch platzierten Bankautomaten von Hand zu verschieben, deren Positionen zu fixieren und die Positionen der übrigen Bankautomaten entsprechend automatisch anzupassen.

2 Eingabeformat

Ihr Programm verarbeitet "Plain text"-Dateien. Die erste Zeile enthält die Anzahl a der verfügbaren Attribute. Die folgenden a Zeilen enthalten die Attributnamen $n_1..n_a$. Die folgende Zeile enthält die Anzahl p der Stadtviertel (d.h. Polygone). Es folgen p Beschreibungen der Stadtviertel. Die erste Zeile einer Stadtviertel-Beschreibung enthält die Anzahl v der Polygon-Eckpunkte. Es folgen in der nächsten Zeile v Koordinaten im Format $x y$. Die folgende Zeile enthält die Werte $v_1..v_a$ für die a Attribute des Stadtviertels. Die Zeile nach den Polygonbeschreibungen enthält die Anzahl b der zu platzierenden Bankautomaten. Die letzte Zeile enthält den für die kreisförmigen Einzugsbereiche aller Bankautomaten identischen Radius r .

Als Eingabewerte sind für a , p , v , x , y , $v_1..v_a$, b und r Ganzzahlen und für $n_1..n_a$ die Wörter aus den Buchstaben $a-z$ und $A-Z$ erlaubt.

Hinweis: Stadtviertel sind als “Spaghetti-Modell” gegeben. D.h. die Form eines Stadtviertels ist unabhängig von anderen Stadtvierteln beschrieben. Sie können dennoch bei allen Eingabedaten von “konsistenten” Städten ausgehen, in denen Stadtviertel direkt aneinander angrenzen ohne sich zu überlagern.

Ein Beispiel einer gültigen Eingabe ist:

```
1 3
2 Population
3 Refrigerator
4 Shack
5 2
6 3
7 0 0 0 6000 9000 6000
8 8000 3000 1000
9 3
10 0 0 9000 6000 9000 0
11 4000 1500 2000
12 2
13 1000
```

3 Ausgabeformat

Ihr Programm gibt “Plain text”-Dateien aus. Die erste Zeile enthält die Anzahl i der installierten Bankautomaten. Die folgenden i Zeilen enthalten die Koordinaten der installierten Bankautomaten im Format $x y$, gefolgt von dem Gewicht w des Einzugsbereichs. Die letzte Zeile enthält das Gesamtgewicht aller Einzugsbereiche. Runden Sie bei der Ausgabe alle Werte auf Ganzzahlen ab.

Ein Beispiel einer gültigen Ausgabe ist:

```
1 2
2 1000 5000 4500
3 4000 4000 4500
4 9000
```

4 Außerdem...

Erstellen Sie für Ihre Implementierung bitte eine Bedienungs- und Installationsanleitung. Dokumentieren Sie die von Ihnen getroffenen Entscheidungen bei der Auswahl verwendeter Algorithmen und Datenstrukturen und in der Software-Entwicklung.