

informatiCup 2015 • Aufgabe

Space Usage Rules

Einführung

Im Jahr 2013 machte ein Besucher eines Nationalparks in Kalifornien ein Lagerfeuer. Dieses Lagerfeuer geriet außer Kontrolle und verursachte auf einer Fläche von über 1000 Quadratkilometern den als „Rim Fire“ bekannt gewordenen Riesenwaldbrand. Dabei galt am Brandherd eine sogenannte *Space Usage Rule* (SUR), die das Anlegen von Lagerfeuern streng verbietet. Diese Information konnte der Besucher, der sich zuvor auf seinem Mobiltelefon über die Parkregeln informiert hatte, aber digital nicht auffinden.

Space Usage Rules sind dabei nicht auf das Verbot von Lagerfeuern beschränkt, sondern begegnen uns tagtäglich. Regeln wie zum Beispiel „Rauchen verboten“, „Angeln verboten“ oder „Schwimmen verboten“ dienen dabei der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit, dem Umweltschutz oder der Einhaltung von Gesetzen. Informationsschilder weisen daher die Geltungsbereiche von ortsbezogenen Regeln aus. Allerdings werden trotz ihrer großen Bedeutung Space Usage Rules bisher von ortsbezogenen elektronischen Diensten, wie zum Beispiel Online-Karten, nicht berücksichtigt.

Je häufiger elektronische Dienste und Kartenmaterial verwendet werden, desto wünschenswerter ist es, dass auch dort die Informationen über Space Usage Rules zur Verfügung stehen und genutzt werden können. Spezielle Metadaten über Verkehrsschilder sind in Navigationssystemen oftmals schon gut erfasst. Deren Hersteller befahren regelmässig viele Strecken, um Informationen zum Beispiel über Geschwindigkeitsbeschränkungen mit Hilfe von Kameras zu erfassen. Im Gegensatz zu diesen speziellen Metadaten in Navigationssystemen existieren für Online-Karten erst sehr wenige Informationen über Space Usage Rules [1].

Schließlich ist die Zuordnung von Informationsschildern, zum Beispiel mit dem Symbol „Feuer machen verboten“, zu den dazugehörigen Gebieten, in denen die jeweiligen Space Usage Rules gelten, im Allgemeinen nicht trivial: Die Geo- und Metadaten des zugrunde liegenden Kartenmaterials müssen für die Berechnung der Geltungsbereiche von Space Usage Rules geschickt ausgewertet werden – dieser Herausforderung widmet sich der diesjährige informatiCup.

1 Aufgabe

In dieser Aufgabe sollen, basierend auf echten Geodaten aus dem freien Portal OpenStreetMap¹ (OSM), die Geltungsbereiche von Space Usage Rules berechnet werden.

Gegeben ist ein Foto eines Informationsschildes mit einer Space Usage Rule wie zum Beispiel „Rauchen verboten“. Für dieses Informationsschild sind dessen geographische Koordinaten (d.h. die geographische Breite und die geographische Länge) bekannt. Entsprechend kann das Informationsschild eindeutig innerhalb der OpenStreetMap-Geodaten positioniert werden.

¹<http://www.openstreetmap.org>

Die OpenStreetMap umfasst dabei in Form von Kartenknoten, -linien und -polygonen die eigentlichen Geodaten sowie weitere ortsbezogene Metadaten in Form von Attributen (engl. *tags*). Ein Polygon kann zum Beispiel als amerikanisches Schnellrestaurant inklusive Informationen über dessen Öffnungszeiten attribuiert sein. Eingetragene Linien können als Feld- oder Wanderwege gekennzeichnet sein inklusive einer möglichen Zugehörigkeit zu Wanderwegnetzen.

Mit einer Kombination von Geodaten und ortsbezogenen Metadaten sollen nun für unterschiedliche Space Usage Rules wie zum Beispiel „Liegewiese“, „Fußgängerzone“, „Parken verboten“ oder „Schwimmen erlaubt“ deren Geltungsbereiche berechnet werden.

Die Art und die Anzahl der vorstellbaren Space Usage Rules stehen dabei nicht im Vorhinein fest. Stattdessen sind beliebige Regeln möglich. Der effektive Geltungsbereich einer Space Usage Rule ergibt sich schließlich aus einer intuitiven Interpretation der Regelsemantik.

Hinweis: Die automatische Interpretation der Bedeutungen von Space Usage Rules aufgrund deren Bezeichnungen ist nicht Teil dieser Aufgabe. Stattdessen sollen, zum Beispiel basierend auf einem erweiterbaren Regelwerk, plausible Interpretationen von Space Usage Rules automatisch innerhalb der OpenStreetMap umgesetzt werden können.

1.1 Erste Runde

Rufen Sie für die Space Usage Rules des Testdatensatzes auf <http://www.informaticup.de> die umliegenden Geodaten von OpenStreetMap ab, so dass Sie im Folgenden die jeweiligen Geltungsbereiche bestimmen können.

Überlegen Sie sich für die Space Usage Rules des Testdatensatzes sowie für verschiedene Space Usage Rules, die Sie aus Ihrem Alltag kennen, wie Sie deren Geltungsbereiche schlussfolgern können.

Implementieren Sie eine Software für die automatische Bestimmung der Geltungsbereiche von Space Usage Rules. Als Eingabe erwartet Ihr Programm Space Usage Rules und deren geographische Koordinaten. Optional können Sie außerdem auf die Metadaten der Fotos der tatsächlich existierenden Informationsschilder zurückgreifen. Als Ausgabe Ihres Programms werden Polygone der entsprechenden Geltungsbereiche erwartet.

Entwerfen Sie Ihre Software so, dass sie über die gegebenen Space Usage Rules des Testdatensatzes hinaus auch möglichst einfach für die Berechnung der Geltungsbereiche von weiteren Space Usage Rules angepasst werden kann.

Speichern Sie die berechneten Geltungsbereiche in dem in Abschnitt 3 definierten Ausgabeformat in Dateien mit den Namen *[ID].computed.kml*. Plausibilisieren Sie Ihre Ergebnisse anhand des zugrunde liegenden Kartenmaterials.

Hinweis: Sie können Ihre Ausgabedateien zum Beispiel mit Google Earth² öffnen und die Polygone der Geltungsbereiche in überlagerten Kartendarstellungen überprüfen.

1.2 Zweite Runde

Suchen Sie in Ihrer Umgebung mindestens 10 verschiedene Space Usage Rules. Erstellen Sie für diese Regeldefinitionen Eingabedateien wie in Abschnitt 2 spezifiziert. Für die IDs der Space Usage Rules verwenden Sie bitte eine Kombination aus Gruppenkürzel und fortlaufender Nummer wie zum Beispiel ATeam0001 und ATeam0002. Bitte verwenden Sie für die IDs nur Buchstaben und Zahlen. Fügen Sie ebenfalls Fotos der jeweiligen Informationsschilder bei. Speichern Sie die intuitiv beabsichtigten Geltungsbereiche in dem in Abschnitt 3 definierten Ausgabeformat in Dateien mit den Namen *[ID].truth.kml*.

Hinweis: Sie können die Ausgabedateien mit den intuitiv beabsichtigten Geltungsbereichen zum Beispiel mit Google Earth oder anderen Werkzeugen, die Sie für geeignet halten, erstellen.

Berechnen Sie nun die Geltungsbereiche der Space Usage Rules aus Ihrer Umgebung mit Ihrer Implementierung aus der ersten Runde.

Diskutieren Sie die Korrektheit und die Präzision der von Ihnen berechneten Lösungen für die Space Usage Rules des Testdatensatzes und denen aus Ihrer Umgebung. Vergleichen Sie dazu die berechneten mit den intuitiv beabsichtigten Geltungsbereichen.

Hinweis: Bitte beachten Sie, dass die Dateien *[ID].truth.kml* mit den manuell erstellten Polygonen nicht für Ihre Berechnungen verwendet werden dürfen und nur der Überprüfung der berechneten Geltungsbereiche dienen.

2 Eingabeformate

Ihre Implementierung muss zwei Eingabeformate verarbeiten können. Aus einer „Plain text“-Datei sollen die IDs und die Positionen der Space Usage Rules sowie deren Beschreibungen eingelesen werden können. Außerdem soll Kartenmaterial der OpenStreetMap eingelesen und verarbeitet werden können.

2.1 Space Usage Rules

Die erste Zeile enthält die Anzahl c der Space Usage Rules. Es folgen zeilenweise die Informationen über die c Regeldefinitionen.

Eine Zeile beginnt mit der ID der Space Usage Rule gefolgt von deren Position in geographischen

²<https://www.google.com/earth/>

Koordinaten in der Form *Breitengrad Längengrad*. Als Eingabewerte sind für *Breitengrad* und *Längengrad* Fließkommazahlen mit einem '.' als Dezimaltrennzeichen erlaubt. Die einzelnen Informationen sind durch Kommas und optionale Leerzeichen getrennt.

Die Beschreibungen der Space Usage Rules sind, wie in der OpenStreetMap, als Kombination aus einem Attribut und dessen Ausprägung gegeben. Mögliche Ausprägungen sind *yes* und *no*. Das Vokabular für die Attribute ist hingegen – mangels existierender Daten in OpenStreetMap – noch nicht umfassend vordefiniert. In dem Testdatensatz für diese Aufgabe wird daher zum Beispiel für Rauchverbote das Attribut *smoking* oder für Hinweise *Schwimmen verboten* das Attribut *swimming*, jeweils in der Ausprägung *no*, verwendet. Für Informationsschilder, die Sie in Ihrer Umgebung finden, können Sie, mit entsprechenden Beschreibungen in Ihrer Ausarbeitung über die intuitiv beabsichtigten Geltungsbereiche der jeweiligen Space Usage Rules, weitere Attribute einführen und die dazugehörigen Berechnungen in Ihrer Software passend umsetzen.

Optional liegt in dem gleichen Verzeichnis eine Bilddatei *[ID].jpg* mit dem Foto des tatsächlich existierenden Informationsschildes vor.

Es folgt ein Beispiel einer gültigen Eingabe, die Bilddatei hieße hier *0072.jpg*. Der intuitiv beabsichtigte Geltungsbereich dieser Space Usage Rule ist in der Datei *0072.truth.kml* beschrieben.

```
1
0072 , 50.9313 , 5.39570 , smoking="no "
```

2.2 OSM-Dateiformat

Das zu verarbeitende Kartenmaterial der OpenStreetMap steht über die OpenStreetMap API³ in dem XML-basierten OSM-Dateiformat⁴ zur Verfügung.

Hinweis: Ihre Implementierung muss nur die Teile des OSM-Dateiformats verarbeiten können, die Sie für die Lösung dieser Aufgabe benötigen.

3 Ausgabeformat

Ihre Implementierung muss die Geltungsbereiche von Space Usage Rules als Polygone in dem Datenformat der Keyhole Markup Language⁵ speichern. Insbesondere müssen sich die Ausgaben Ihres Programms mit üblichen KML-Werkzeugen wie zum Beispiel Google Earth darstellen lassen.

³<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/API>

⁴http://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_XML

⁵<https://developers.google.com/kml/>

4 Außerdem...

Sie finden in dem referenzierten Fachbericht [1] eine weitere Einführung in die Thematik der Space Usage Rules. Bitte beachten Sie, dass der dort beschriebene Algorithmus, der zur Bestimmung der Geltungsbereiche einfach das naheliegenste Polygon in der OpenStreetMap auswählt, mit einem anderen Testdatensatz evaluiert wurde. Mit dem Ihnen zur Verfügung stehenden Testdatensatz erreicht er nur eine Genauigkeit (d.h. Übereinstimmung der berechneten mit den intuitiv beabsichtigten Geltungsbereichen der Space Usage Rules) von unter 50%.

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.

Die FAQs zum laufenden Wettbewerb finden Sie online auf <http://www.informaticup.de>.

5 Beispiele

5.1 Beispiel 1

Abbildung 1 zeigt das Foto mit der ID 0070 aus dem Testdatensatz. Zu sehen ist ein Schild „Rauchverbot“ (rechts). Der gelbe Marker in der Kartendarstellung (links) zeigt dessen Position an. Das grüne Polygon zeigt den intuitiv beabsichtigten Geltungsbereich: das Rauchverbot gilt im gesamten Gebäude. Ein optimaler Algorithmus würde entsprechend das Polygon des Gebäudes als Ergebnis berechnen.



Abbildung 1: Rauchen verboten (optimal), Bildschirmfoto aus Google Earth ©Google Earth und Aerodata International Surveys.

5.2 Beispiel 2

In Abbildung 2 ist eine mögliche nicht optimale Ausgabe dargestellt. Zu sehen ist das Foto mit der ID 0007 aus dem Testdatensatz. Wiederum handelt es sich tatsächlich um ein Rauchverbot in einem Gebäude (grün gekennzeichnet). Der gelbe Marker in der Kartendarstellung gibt die Position des an der Eingangstür des Gebäudes angebrachten Informationsschildes an. Mit einem Algorithmus, der, wie in dem referenzierten Fachbericht [1], als Ausgabe immer das der Position eines Informationsschildes naheliegende Polygon in der OpenStreetMap als Geltungsbereich der jeweiligen Space Usage Rule liefert, würde in diesem Beispiel der Parkplatz (rot gekennzeichnet) mit einem Rauchverbot versehen werden. Ihre Lösung sollte solche Fälle geschickt bearbeiten können.

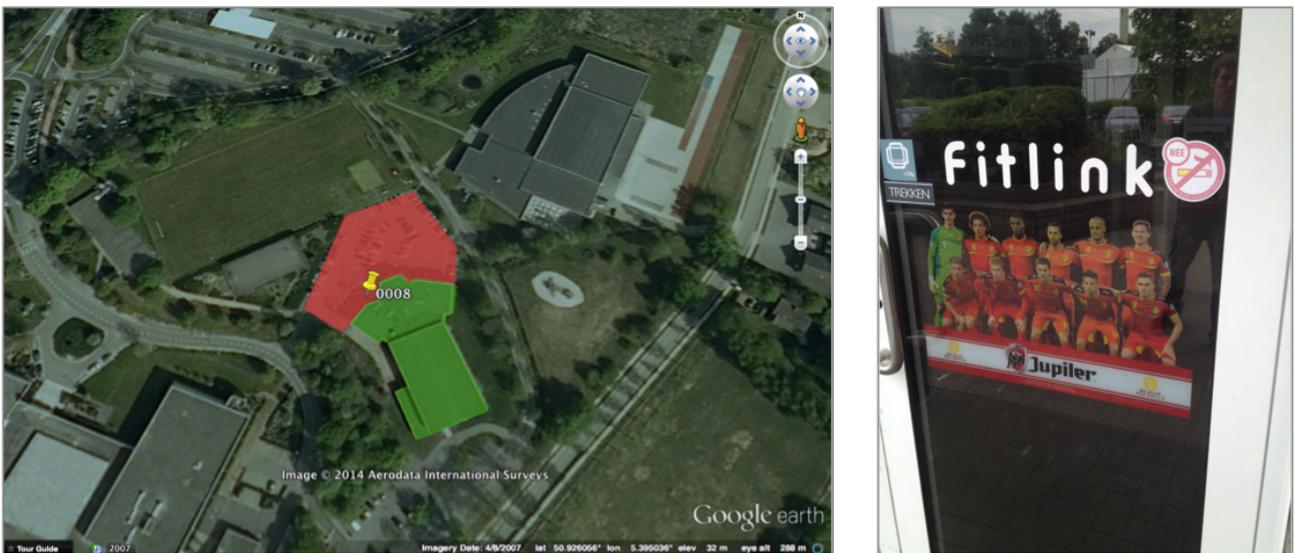


Abbildung 2: Rauchen verboten (nicht optimal), Bildschirmfoto aus Google Earth ©Google Earth und Aerodata International Surveys.

Literatur

- [1] Samsonov, P., Tang, X., Schöning, J., Kuhn, W. and Hecht, B., *You Can't Smoke Here: Towards Support for Space Usage Rules in Location-aware Technologies*. University of Minnesota Tech Report, http://cs.umn.edu/~bhecht/usage_rules/tr.html.