

SoNah Parken Analytics

Andrei Ionita

August 4, 2016

1 Einführung

SoNah ist ein Parkplatz Informationssystem, das Fahrern dabei hilft, einen Parkplatz schnell und unkompliziert in der Stadt zu finden. SoNah verfügt über eine wachsende Menge an Parksensoren, die in Stadtzentren an diversen Partner-Parkplätze oder an E-Ladestationen montiert sind. Die Sensoren heben anonymisierte Parkinformationen ab, die dann so ausgewertet werden, dass zunächst den Ist- Zustand des Parkraums abbilden. Seine technische Stärke liegt darin, Anfragen zu frei werdenden Parkplätzen anhand historischen Daten und der aktuellen Lage zu beantworten.

Der typische Anwendungsfall ist:

Mirko fährt von A nach B. Er ist nicht nur daran interessiert, schnell und sicher, geleitet von seinem Navi in B anzukommen, sondern auch in B unkompliziert zu parken. Mirko prüft den Zustand der verfügbaren Plätze in B bereits bei der Abfahrt, jedoch abhängig von der Reisedauer kann sich die Parksituation um 180° verändern. Deshalb braucht Mirko ein zuverlässiges und pfiffiges System, das ihn auf einen freien Parkplatz hinweist. Mirko probiert SoNah und stellt fest, dass SoNah diese Anforderungen völlig erfüllt.

2 Ziel der Masterarbeit

Im Rahmen dieser Masterarbeit wird ein System entwickelt, dass Vorhersagen über die Parkplatzsituation an verschiedenen Orten und Zeitpunkten liefern kann. Die Parkdaten (möglicherweise Parksensoren, Partnerdatenquellen, historische Daten o.a.) werden so ausgewertet, dass Anfragen auf freie Parkplätze mit Bezug auf aktuellen und künftigen Zustand richtig und möglichst effizient beantwortet werden. Das System sollte in der Lage sein, Anfragen wie in der Tabelle 1 zu beantworten.

	Anfragen
Parksensor	<ul style="list-style-type: none">• Stellt fest, ob ein bestimmter Parkplatz zurzeit frei ist• Stellt fest, wie viele Plätze in einem bestimmten Parkraum zurzeit frei sind

Analytics	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnet die Wahrscheinlichkeiten, dass ein Parkraum in der Zukunft mindestens einen Parkplatz frei hat • Weist einen Parkplatz im Parkraum einem Auto zu, sodass die restlichen freien Parkplätze gleichmäßig verteilt bleiben
User	<ul style="list-style-type: none"> • Findet heraus, ob bei der Ankunft mindestens ein Parkplatz im Parkraum frei wird • Findet heraus, wie viele Parkplätze im Parkraum an einem bestimmten Tag frei sind • Falls der Parkraum aktuell mindestens einen Parkplatz verfügbar hat, weist dem User einen Parkplatz zu

Table 1: Funktionalität auf Ebenen

3 Architektur

Die Analytics Komponente wird mit den anderen Teilen des Systems Daten austauschen (siehe Figur 1). Die User-Interface stellt ihnen Fragen bzgl. der Verfügbarkeit der Parkplätze, die sie synchron beantwortet bekommt. Daten von Sensoren und andere Datenquellen (historische Stadtdaten, Partnerdaten, etc.) stehen Analytics immer zur Verfügung und dienen zum asynchronen Modellbildung.

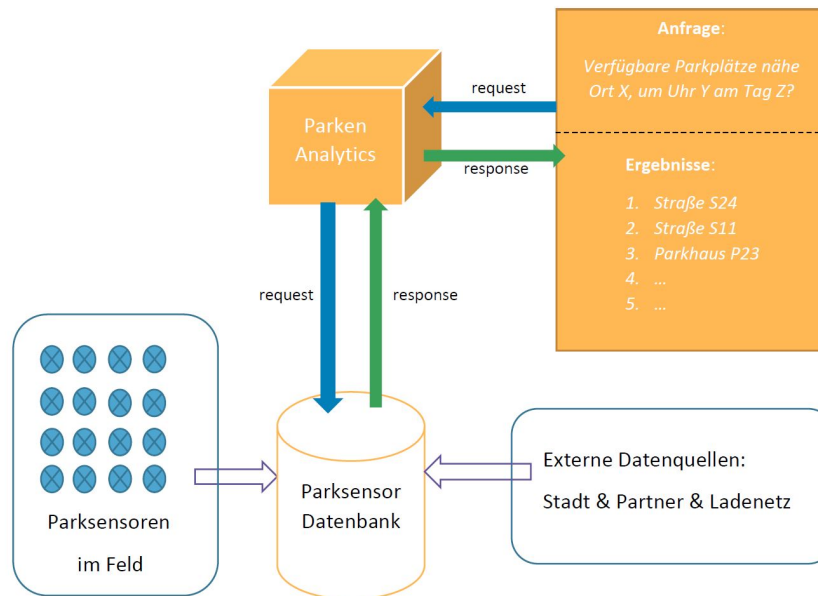


Figure 1: Systemkomponente und deren Zusammenspiel

4 Stoßzeiten

Neben Antworten auf einzelne Anfragen kommt SoNah den Fahrern mit langfristigen Prognosen über gesamte Parkbereiche entgegen. Unter Berücksichtigung von Wochentag, Tageszeit und weitere Einflüssen wird das System in der Lage sein, Statistiken über die Zahl der freien Parkplätze zu erstellen (siehe Figur 2).

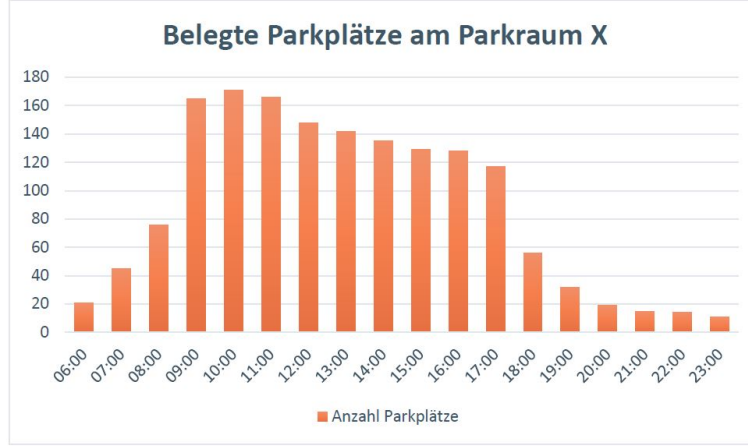


Figure 2: Stoßzeiten-Diagramm für einen Parkraum

5 Voraussichtliches Konzept

5.1 Theorie

Die zeitliche Entwicklung der wahrscheinlichsten Anzahl freier Parkplätze lassen sich als Markov Ketten modellieren[1]. Die Frequenz der Einfahrten λ und die Parkdauer μ^{-1} genügen erst einmal, um das Modell zu bestimmen. Die Anzahl freie Parkplätze in t Zeiteinheiten, die von i auf j Plätze verändert, wird als $p_{ij}(t)$ bezeichnet.

Um diese Werte herauszufinden, sind zuerst die Übergangswerte q zu berechnen:

$$q_{ij} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{p_{ij}(t)}{t}$$

Die Gesamtwahrscheinlichkeit ergibt sich nach folgendem Zusammenhang:

$$q_{ii} = - \sum_{j \neq i} q_{ij}$$

Die gesamte q Matrix wird wie folgt aussehen:

$$q = \begin{pmatrix} -\lambda & \lambda & \dots & & & & \\ \mu & -(\lambda + \mu) & \lambda & \dots & & & \\ \dots & 2\mu & -(\lambda + 2\mu) & \lambda & \dots & & \\ & \dots & \dots & \dots & \dots & & \\ & & \dots & (m-1)\mu & -(\lambda + (m-1)\mu) & \dots & \\ & & & \dots & m\mu & -m\mu & \end{pmatrix}$$

Die resultierende Matrix q ist $(m+1) \times (m+1)$ groß, wobei m die Anzahl der Parkplätze am jeweiligen Parkraum ist. $q_{s_1 s_2}$ bezeichnet die Wahrscheinlichkeit dass sich die Anzahl gleich von s_1 freien Parkplätzen auf s_2 freie Parkplätze verändert.

Weitere Ansätze werden während der Literaturrecherche-Phase identifiziert und im Rahmen der angegebenen Bedingungen wird der passende Ansatz ausführlich beschrieben und angewendet.

5.2 Praxis

Das Modul wird voraussichtlich im Python oder Java implementiert. Es bleibt offen, ob es entweder als einfache Backend Bibliothek und ein separates UI oder als MVC Anwendung (e.g. in Django) umgesetzt wird.

5.3 Evaluation

Anhand der angesammelten Parksensordaten werden erste Prognosen geliefert. Beim Testen wird nicht die gesamte Datenbestand verwendet, damit die Ergebnisse mit den später abgespeicherten Parkdaten verglichen werden können, e.g. die früheren 70% der Daten für das Modellbildung, die späteren 30% für das Testen.

Alternativ, bei unzureichenden Sensordaten lässt sich das Testen durch unabhängiges Simulieren einer kontinuierlichen Parksituation durchführen.

6 Zeitplan (vorläufig)

1. - 2. Woche	Proposal erstellen / Forschungsfrage formulieren
3. - 6. Woche	Literaturrecherche
6. - 9. Woche	Konzept aufbereiten
10. - 17. Woche	Implementierung
18. - 21. Woche	Evaluation
22. - 25. Woche	Abschließen

References

- [1] Murat Caliskan et al. “Predicting parking lot occupancy in vehicular ad hoc networks”. In: *2007 IEEE 65th Vehicular Technology Conference-VTC2007-Spring*. IEEE. 2007, pp. 277–281.
- [2] Jatuporn Chinrungrueng, Udomporn Sunantachaikul, and Satien Triamlumlerd. “Smart parking: An application of optical wireless sensor network”. In: *Applications and the Internet Workshops, 2007. SAINT Workshops 2007. International Symposium on*. IEEE. 2007, pp. 66–66.
- [3] Andreas Klappenecker, Hyunyoung Lee, and Jennifer L Welch. “Finding available parking spaces made easy”. In: *Ad Hoc Networks* 12 (2014), pp. 243–249.
- [4] Rongxing Lu et al. “SPARK: a new VANET-based smart parking scheme for large parking lots”. In: *INFOCOM 2009, IEEE*. IEEE. 2009, pp. 1413–1421.
- [5] Suhas Mathur et al. “Parknet: drive-by sensing of road-side parking statistics”. In: *Proceedings of the 8th international conference on Mobile systems, applications, and services*. ACM. 2010, pp. 123–136.
- [6] Anandatirtha Nandugudi et al. “PocketParker: pocketsourcing parking lot availability”. In: *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*. ACM. 2014, pp. 963–973.
- [7] Ramu Panayappan et al. “VANET-based approach for parking space availability”. In: *Proceedings of the fourth ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks*. ACM. 2007, pp. 75–76.
- [8] Piotr Szczurek et al. “Learning the relevance of parking information in VANETs”. In: *Proceedings of the seventh ACM international workshop on VehiculAr InterNETworking*. ACM. 2010, pp. 81–82.
- [9] Dušan Teodorović and Panta Lučić. “Intelligent parking systems”. In: *European Journal of Operational Research* 175.3 (2006), pp. 1666–1681.