

Turnaround Prozess am Flughafen Zürich

Studiengang: MAS | Vertiefung: MAS Data Science

Analyse und Prognose der Target Off Block Time (TOBT) für Flüge der Airline SWISS am Flughafen Zürich

Ein Kernprozess am Flughafen Zürich ist der Turnaround eines Flugzeuges, der sich aus verschiedenen Subprozessen zusammensetzt, für die, neben dem Flughafen Zürich, verschiedene Akteure (Ground Handling Agents) Ressourcen zur Verfügung stellen. Das Ziel aller Beteiligten ist eine effiziente und zeitgerechte Durchführung der Arbeiten.

Der Turnaround Prozess beginnt zum Zeitpunkt des Erreichens der Parkposition eines Flugzeuges ATA (Actual Time On Block) und endet zum Zeitpunkt ATD (Actual Time Off Block). Die Schätzung der ATD Zeit entspricht der TOBT (Target Off Block Time). Die TOBT wird vom Handling Agent gemeldet und aktualisiert und kann als Zielzeit gesehen werden, auf die alle Beteiligten hinarbeiten.

Eine frühzeitige und genaue Prognose der TOBT ermöglicht eine verbesserte Ressourcenplanung und eine frühzeitige Optimierung der Abflugsequenz und Pistenbenutzung. Als Zeitpunkt der Prognose wird darum die ATA gewählt.

Die SWISS war 2018 mit 53.9% für den grössten Teil der Flugbewegungen am Flughafen Zürich verantwortlich, weshalb im Rahmen dieser Masterarbeit nur Linienflüge der SWISS für die Prognose der TOBT betrachtet werden.

Es werden historische Daten aller Flugbewegungen der Jahre 2017 bis 2019 verwendet. Aus diesen Daten kann die Verspätung über die Differenz in Minuten aus der geplanten und effektiven Zeit des Verlassens des Standplatzes berechnet werden. Die Verspätung wird für die Bildung von Klassen über Zeitintervalle von 10 Minuten verwendet, was der Toleranz der TOBT von ± 5 Minuten entspricht. Ziel ist, über die Klasse die TOBT mit einem Machine Learning Modell zum Zeitpunkt ATA möglichst genau vorherzusagen. Der Referenzwert für die Güte der Prognose ergibt sich aus dem Betrieb. 46% der Flugzeuge haben die zum Zeitpunkt ATA geschätzte TOBT innerhalb eines Zeitfensters von ± 5 Minuten im verwendeten Datensatz eingehalten.

Aus der Analyse der betrieblichen Prozesse werden aus den Daten die relevanten und zum Zeitpunkt ATA

vorhandenen Features aufbereitet. Die bei verspäteter Ankunft verbleibende Restzeit für den Turnaround hat einen grossen Einfluss auf die Verspätung. Ausserdem steigt die mittlere Verspätung mit der Zunahme der Anzahl Flugzeuge mit gleicher TOBT an. Für temporale Features kann ein Jahres-, Wochen- und Tagesgang festgestellt werden. Die Zusammenhänge sind im Allgemeinen jedoch nur schwach ausgeprägt.

Vor der Modellbildung werden die Daten in Trainings- und Testdaten aufgeteilt. Für den Vergleich der Methoden und Modelle wird das Verfahren der Cross Validation mittels der Trainingsdaten verwendet. Die Testdaten werden für die finale Evaluation gebraucht. Als Metriken werden aufgrund der verschiedenen Klassenhäufigkeiten der Zielvariablen Precision, Recall und F1-Score verwendet.

Es werden die gängigsten Methoden zum Ausgleich der Class Imbalance und der Kodierung von kategorialen Features getestet. Mit Random Over Sampling und Target Encoding für kategoriale Features werden die besten Ergebnisse bei der Prognose erreicht. Die Analyse der Feature Importance mit verschiedenen Klassifikatoren hat gezeigt, dass die verbleibende Restzeit, die Passagierzahl im Flugzeug und die Anzahl Flugzeuge mit gleicher TOBT für die Prognose der Klasse am wichtigsten sind.

Unter den getesteten Modellen hat Random Forest mit den über alle Klassen gewichteten Mittelwerten für Precision und Recall von 0.52 die beste Güte. Dies ist etwas besser als die im Betrieb erreichte Prognose. Es kann festgehalten werden, dass kein Machine Learning Modell für die zuverlässige Prognose der TOBT zum Zeitpunkt ATA gefunden werden konnte. Es wird vermutet, dass relevante Daten bei der Modellbildung fehlen oder das Modell für die Fragestellung zu wenig komplex ist. Die Prognose der TOBT wird am Flughafen Zürich aufgrund ihrer zentralen Bedeutung unter Einbezug weiterer Datenquellen weiterverfolgt.



Lucas Clemenz
lucasclenz@gmail.com