

Demand Forecasting

Demand Forecasting

Roman Kern

Innovation und disruptive Änderungen am Markt haben einen starken kurz- bis mittelfristigen Einfluss auf Marktteilnehmende. Im Smartphone-Segment, in dem neue Produkte in sehr kurzen Zyklen vermarktet werden, ist es notwendig, die Nachfrage präzise vorherzusagen und wesentliche Änderungen am Markt früh zu erkennen. Anhand eines Big-Data-Ansatzes können wir die Nachfrage für das Smartphone-Segment vorhersagen und konnten zudem ein Frühwarnsystem für Marktänderungen entwickeln.

Globalisierung und die immer schnellere technologische Entwicklung sind enorme Herausforderungen für Industrieunternehmen, die ihre Planung und Produktion in immer kürzeren Zyklen anpassen müssen, um komplexen und volatilen Märkten zu begegnen. Insofern ist es von zentraler Bedeutung, die Marktnachfrage zu beobachten und wesentliche Änderungen frühzeitig zu identifizieren. Wichtige Smartphone-Hersteller, die vor zehn Jahren den Markt dominierten, haben mittlerweile ihre Marktanteile verloren oder sind ganz verschwunden. Solche signifikanten Änderungen haben spürbare Auswirkungen auf Zulieferer elektronischer Komponenten, die ihre Produktion oft Monate im Voraus planen.

Im Projekt „AT&S Demand Forecasting“ wenden wir einen Big-Data-Ansatz an, um erstens einen Prototyp eines Frühwarnsystems für wesentliche Änderungen der Smartphone-Marktnachfrage zu entwickeln und um zweitens mittelfristige Trends in der Smartphone-Marktnachfrage vorherzusagen. Dieses Projekt ist eine Kooperation zwischen AT&S, dem österreichische High-End-Leiterplattenhersteller, dem Institut für Innovation und Industrie Management (TU Graz) und dem Know-Center, Österreichs Forschungszentrum für Data-driven Business und Big Data Analytics.

Big Data

Im Rahmen dieses Projektes wurden für die >

Market disruptions and innovation strongly impact its stakeholders on a short- to mid-term perspective. In the particular case of the smartphone market, where new products are released in very short cycles, it becomes imperative to forecast and identify heavy shifts in market demand as soon as possible. We employ a big data approach to forecast market demand and to issue early warnings on market-changing events in the smartphone business.

Globalization and rapid technological development are becoming increasingly important challenges for industrial enterprises. In particular, they need to adjust planning and production to preempt changes in complex and volatile markets. To that end, it is crucial to monitor and identify market changes, which potentially impact market demand. For example, consider the case of famous manufacturers of cell phones from 10 years ago. These vendors were at some point in time the dominant force in the mobile phone and smartphone markets. However, their market shares collapsed rapidly, and they either vanished from the market entirely or they play minor roles today. Such significant changes in the market greatly impact the plans and performance of electronic parts suppliers, which need to plan their production pipeline often semesters in advance.

In the AT&S Demand Forecasting project, we devised a big data approach to first prototype an early warning system on fundamental changes, and secondly forecast mid-term trends in smartphone market demand. This project was a cooperation between AT&S, an Austrian high-end printed circuit board manufacturer, the Institute of Innovation and Industrial Management (TU Graz) and the Know-Center, Austria's leading research center for data-driven business and big data analytics.

Big data

In the context of this project, big data consists of both internal data from AT&S's enterprise >



Roman Kern ist der Leiter der Knowledge Discovery Area am Know-Center, Österreichs Forschungszentrum für Data-driven Business und Big Data Analytics, und Universitätsassistent an der TU Graz, wo er im Bereich Information Retrieval, Natural Language Processing, Machine Learning und Data Analytics arbeitet.

Roman Kern is the head of the Knowledge Discovery area at the Know-Center, Austria's leading research center for data-driven business and big data analytics, and university assistant at TU Graz. His work focuses on information retrieval, natural language processing, machine learning and data analytics.

Abbildung 1:
Im Projekt „AT&S Demand Forecasting“ wurden Big-Data-Ansätze verwendet, um zwei Projektziele zu erfüllen: den Verlauf der Nachfrage am Smartphone-Markt vorherzusagen und große Änderungen in der Nachfrage früh zu erkennen.

Figure 1:
The AT&S Demand Forecasting project employed big data techniques to address two use cases: forecasting the evolution of demand in the smartphone market and issuing early warnings of possible large shifts in demand.

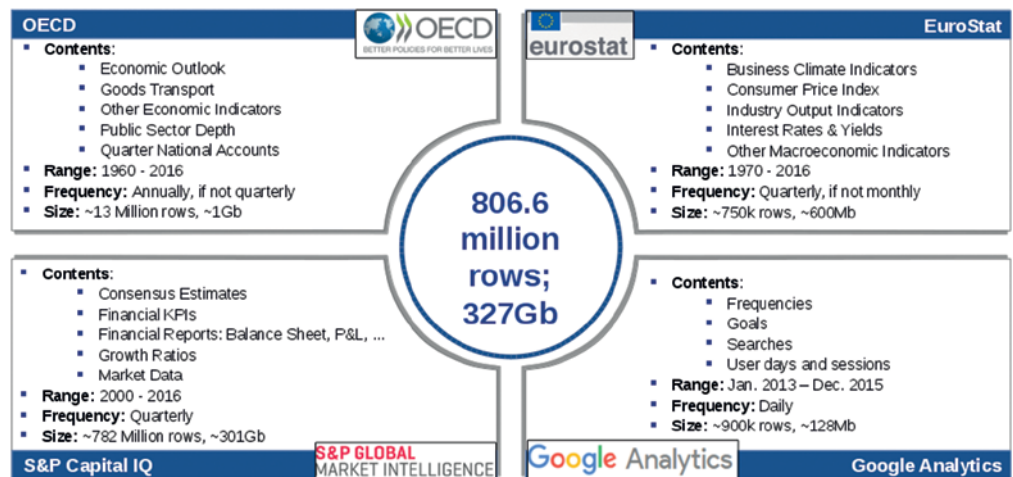


Beherrschung der Datenflut

Für die Analyse der Daten wenden wir Werkzeuge der Zeitreihenanalyse an, bei der eine Reihe zeitlich aufeinanderfolgender Datenpunkte untersucht und deren Entwicklung vorhergesagt wird. Da unendlich viele Zeitreihen aus unseren Daten extrahiert werden könnten, reduzieren wir mithilfe von Domänenwissen die Anzahl auf mehrere zehn Millionen von Zeitreihen, die für die weitere Analyse ausgewählt werden. Ferner lassen wir zum Beispiel Zeitreihen ohne Vorlaufcharakter oder direkte Korrelation mit der Smartphone-Marktnachfrage außen vor und reduzieren so den Datensatz

Abbildung 2:
Dieses Bild zeigt einige der Big-Data-Quellen, die in diesem Projekt zur Analyse herangezogen wurden. Wir zeigen Statistiken zum gesamten Datenbestand, ohne weitere Details zu den AT&S-internen Datenquellen zu nennen.

Figure 2:
This figure depicts some of the contents of the big data sources analyzed in this project. We highlight the total amount of rows and data size and we omit further details on AT&S' internal data sources.



resource planning and accounting systems as well as external data sources, such as financial indicators from Standard & Poors and economic indicators from EuroStat or OECD. The latter group of datasets includes data on macro-economic factors and data specific to the printed circuit board industry. In total, we processed more than 300 gigabytes and more than 800 million instances of both internal and external data. Processing data is, in this sense, an approach consisting of multiple steps. We begin with data extraction, which entails gathering data from numerous different data sources, each with different data formats. Then, we transform and clean these different data sources into a single common data structure. Finally, we upload this processed data to the Know-Center Big Data Cluster, a set of machines comprising a total of 144 Intel Xeon CPU cores, 1.5 terabyte RAM, and 180 terabyte disk space.

Taming the data deluge

We address the project objectives with tools from time series analysis, of which an infinite amount can be extracted from the data we gathered. Employing domain and business knowledge, we find a suitable set of time series to be analyzed. We narrow down the number of time series further by selectively filtering those with desirable properties such as high direct and lagged (cross-) correlation with smartphone market demand. This filtering step reduced the amount of time series to analyze from tens of millions to tens of thousands. Then, we model the market demand forecast and shift detection problems as separate time series outlier detection and forecast problems.

Tackling the use cases

As far as the market demand shift detection problem is concerned, we focused on identifying the downfall of a major vendor in the smartphone market with respect to a peer group of unaffected ones. To identify such an event, we derived a set of 23 market indicators, where that major vendor performed

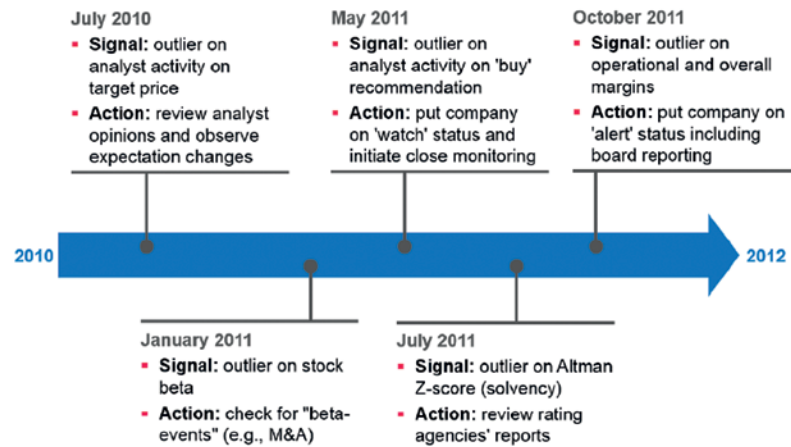
auf Zehntausende von Zeitreihen. Im Anschluss modellieren wir die Marktnachfrage für die Vorhersage des Smartphone-Marktes mit Methoden der Zeitreihenvorhersage sowie Ausreißer-Erkennung, die eine frühe Identifizierung von wesentlichen Änderungen der Marktnachfrage erlauben.

Erreichen der Projektziele

Für die rasche Identifizierung von wesentlichen Änderungen in der Marktnachfrage haben wir darauf fokussiert, den Niedergang eines großen Smartphone-Anbieters in Bezug zu seiner Peergroup von Konkurrenten nachzuvollziehen. Um ein solches Event zu erkennen, haben wir 23 Markt-Indikatoren identifiziert, in der sich die Performance des großen Smartphone-Anbieters signifikant von der seiner Peergroup unterschieden hat. Die Signifikanz der Unterschiede in der Performance bezieht sich hier auf einen Ausreißer-Score, der die Markt-Indikatoren zusammenfasst. Hier unterscheiden sich die Werte des großen Anbieters signifikant vom Durchschnitt der Peergroup. Mit dem Ausreißer-Score ist es gelungen, ein Signal zu extrahieren, bei dem der ausgewählte Anbieter anhand seines Verhaltens schon sechs Monate vor seinem großen Verlust an Marktanteilen identifiziert werden konnte. Dieses Signal kann als Basis eines Frühwarnsystems zusammen mit einem Aktionsplan dienen.

Im Rahmen der Vorhersage der Smartphone-Marktnachfrage haben wir sowohl einen kategorischen als auch einen kontinuierlichen Ansatz gewählt, um den Verlauf der Smartphone-Marktnachfrage mit einem Vorhersagenhorizont von zwölf Monaten vorherzusagen. Beim kategorischen Ansatz haben wir die Smartphone-Marktnachfrage in drei Klassen (stark negatives Wachstum, kein Wachstum und stark positives Wachstum) aufgeteilt und unterschiedliche Klassifikator-Algorithmen, wie zum Beispiel Support Vector Machines, auf unsere reduzierte Menge an Zeitreihen trainiert. Beim kontinuierlichen Ansatz haben wir die lineare Regression (mit derselben Menge an Zeitreihen) angewandt, um den Verlauf der Smartphone-Marktnachfrage direkt vorherzusagen. Mit beiden Ansätzen wurden Trends in der Smartphone-Marktnachfrage erkennbar. ■

significantly different than its peer group. In this context, "significantly different" is the result of an outlier score. This outlier score summarizes the amount of indicators where a given vendor's performance significantly deviates from average peer group performance. Using the outlier score, clear signals indicated outlier behavior in the major vendor up to 6 months prior to its significant loss of market share. These signals can form the basis of an early warning system with a dedicated action plan.



© Stefan Heldmann (IBL)

Regarding the demand forecasting problem for the smartphone market, we aimed to provide both a categorical and a continuous forecast on the evolution of the smartphone market demand growth 12 months into the future. We categorized market demand growth in three classes (strongly negative, around zero and strongly positive growths) and trained a number of classifiers, such as Support Vector Machines, to use our reduced set of tens of thousands of time series to output one of those three classes. Furthermore, we derived a linear model to forecast smartphone market demand growth as a linear regression of, again, our reduced set of tens of thousands of time series. Both the classifier as well as the forecasting model captured overall market trends. ■

Abbildung 3: Fünf Indikatoren eines großen Smartphone-Anbieters zeigen sukzessive signifikante Ausreißer gegenüber dem Markt und einer Peergroup des Anbieters. **Figure 3:** A set of five metrics indicates outlier behavior successively observed in a major smartphone vendor significantly deviating from the market and its peers' performance. This exemplary outcome of our project can be used to create an early warning system with a dedicated action plan.