



Einladung zur gemeinsamen Entwicklung von Lösungen
aus dem Bereich Analytics/ Machine Learning/
Künstliche Intelligenz

Wolfgang Lubowski, Fabian Klabacher, Reinhard Nowak
LineMetrics GmbH, Haag

20. Februar 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Nutzen einer Analytics-Lösung	1
3	Unser Angebot	2
4	Anforderungen an Partner	3
5	Realisierte Prototypen	3
6	Ideen	5
7	Referenzen	6
8	Kontakt	7
A	LineMetrics Kernprodukt	8

1 Einleitung

Hinweis: Im letzten Drittel dieses Artikels erwarten Sie einige sehr schöne und interessante Bilder, also: Lesen Sie bis zum Ende!

LineMetrics möchte seine Produkte intelligenter machen und Lösungen aus dem Bereich Analytics/ Machine Learning/ Artificial Intelligence umsetzen. Dabei soll auf jeden Fall vermieden werden, dass wir jahrelang im stillen Kämmerlein Lösungen entwickeln, bei denen sich schließlich herausstellt, dass sie für die Fische sind, weil sie keinen Nutzen stiften und die Marktsituation falsch eingeschätzt wurde. Unsere Ziele im Rahmen einer Kooperation sind:

- Wir wollen herausfinden, was am Markt gefragt ist und was bei Kunden Nutzen stiftet.
- Wir wollen herausfinden, was momentan technisch machbar ist.

Falls Sie mit dem Kernprodukt von LineMetrics nicht vertraut sind, finden Sie im Anhang eine kurze Erklärung.

2 Nutzen einer Analytics-Lösung

Der mögliche Nutzen von Analytics Lösungen ist vielfältig. Nachfolgend sollen einige Beispiele aufgezählt werden:

2.1 Stillstände verhindern

Durch das Erkennen minimaler Veränderungen an einer Anlage (z.B. Anlaufströme, Vibrationen) ist es möglich potentielle Fehlerfälle so früh zu erkennen, dass eine Wartung noch rechtzeitig geplant werden kann.

2.2 Bessere Überwachung von Geräten

Durch die sehr genaue und vielfältige Überwachung einer Anlage können die Intervalle für routinemäßig Überprüfungen und Wartungen deutlich verlängert werden, da mögliche Fehlerfälle selbstständig alarmiert werden.

2.3 Wartungen vorhersagen

Durch die Vorhersage, wie lange Verschleißteile noch benutzt werden können, bevor ein Schaden auftritt, müssen solche Teile nicht vorbeugend gewechselt werden sondern können so lange in Betrieb bleiben, bis sich schadhaftes Verhalten beginnt abzuzeichnen.

2.4 Einsparung von Sensoren

Durch eine genaue Analyse eines Sensorwertes können möglicherweise andere, teure Sensoren eingespart werden. Jene Information, für die man früher mehrere Sensoren brauchte könnte aus einem Sensor gewonnen werden. Informationen für die teure Sensoren notwendig waren können aus viel günstigeren gewonnen werden.

2.5 Analysen zur Auslastung von Anlagen

Durch Analyticssysteme ist es möglich, sehr differenzierte Analysen zur Verwendung und Auslastung von Anlagen zu erstellen. Es ist möglich Betriebszustände zu unterscheiden, die auf konventionellem Wege kaum unterscheidbar sind, oder Leerläufe zu erkennen, die andernfalls unentdeckt blieben.

3 Unser Angebot

Im Rahmen einer Kooperation bringen wir folgendes ein:

- Wir bringen Wissen und Erfahrung auf diesem Gebiet mit und betreiben wissenschaftliche Recherche.
- Gerne betreiben wir gemeinsam mit Ihnen in Ihrem Unternehmen eine Suche nach nützlichen und realisierbaren Anwendungsfällen.
- Wir entwickeln für Sie einen maßgeschneiderten Prototypen und betreiben diesen auf unseren Servern.
- Wenn sich herausstellt, dass das Ergebnis tauglich ist, wird diese Funktionalität mit hoher Wahrscheinlichkeit in das Kernprodukt von LineMetrics überführt.
- Wir beschaffen oder entwickeln für Sie die nötige Hardware, beispielsweise für bestimmte Messungen.
- Wir verrechnen Ihnen keine Kosten für Arbeitszeit.

4 Anforderungen an Partner

Wir erwarten uns von Ihnen als möglichem Partner, dass Sie über hervorragende technische Kenntnis innerhalb Ihres eigenen Bereichs verfügen, Wissen aus dem Analytics-Feld ist nicht nötig. Weiters wünschen wir uns, dass Sie sich Zeit nehmen mit uns gemeinsam Anwendungsfälle zu suchen oder uns differenzierte Rückmeldungen auf unsere Lösungen zu geben.

5 Realisierte Prototypen

Nachfolgend soll ein Florilegium unserer realisierten Analytics-Prototypen präsentiert werden, einerseits um die bisherigen Schwerpunkte unserer Arbeit zu zeigen, andererseits um unsere Fähigkeiten auf diesem Gebiet zu verdeutlichen. Gerne reproduzieren oder adaptieren wir einen dieser Prototypen, denn wir sind froh darüber weitere Rückmeldungen zu bekommen.

5.1 Erkennung der Aktivität einzelner Komponenten aus dem Gesamtstromverbrauch

Dieses Projekt wurde auf Anregung eines deutschen Herstellers großer, industrieller Luftreinigungsanlagen realisiert. Die Anlagen dieses Herstellers bestehen aus verschiedenen Komponenten (Stromverbrauchern). Bisher wurden der Stromverbrauch der gesamten Anlage und jeweils einzeln von Komponenten erfasst, um die Aktivität der Komponenten zu überprüfen. Das System von LineMetrics wurde trainiert, aus dem Gesamtstromverbrauch die Aktivität von Unterverbrauchern zu erkennen. Damit können die Stromsensoren samt Datenaufzeichnung für die separaten Komponenten eingespart werden und es muss nur noch der Gesamtverbrauch aufgezeichnet werden.

Die Daten des Gesamtstromverbrauchs werden mit der LineMetrics-Box erfasst und in die Cloud übertragen. Die Resultate der Analyse werden ebenfalls in der Cloud dargestellt. (vgl. Abb. 1) Das System läuft Echtzeit-nahe. Es wurden die Daten des letzten Jahres ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die Klassifizierung sehr genau funktioniert und das neuronale Netz fast fehlerfrei funktioniert.

Mit geringem Aufwand ist es möglich, dieses System so zu adaptieren, dass es unterschiedliche Zustände einer Anlage erkennen kann (z.B.: Zustand 1: 'außer Betrieb', Zustand 2: 'Leerlauf', Zustand 3: 'produziert A', Zustand 4: 'produziert B', ...).

5.2 Anomalieerkennung

Dieser Anwendungsfall wurde mit dem gleichen Unternehmen umgesetzt wie der vorherige. Die Aufzeichnung der Daten des letzten halben Jahres wurden verwendet um ein System darauf zu trainieren, zu erkennen, was normales Verhalten dieser Anlage ist. Mehrere Fehlerfälle, die in diesem Zeitbereich aufgetreten waren, wurden aus den Daten entfernt.

Das System stellt Echtzeit-nahe normales oder anomales Verhalten für einlaufende Daten fest. Die Ergebnisse der Analyse werden in der LineMetrics Cloud dargestellt. Es wurden die Daten des letzten Jahres ausgewertet, dabei wurden sämtliche Daten korrekt klassifiziert, das System arbeitete völlig fehlerfrei.



Abbildung 1: Das oberste Diagramm zeigt den Verlauf des gesamten Stromverbrauchs, das mittlere Diagramm das Ergebnis der Analyse für eine Komponente (0 bedeutet inaktiv, 1 bedeutet aktiv). Ganz unten ist zur Kontrolle die Aufzeichnung des Stromsensors dieser Komponente dargestellt. Der Verbrauch dieser Komponente macht bei Aktivität ungefähr 5 Prozent am gesamten Verbrauch aus (Achsenskalierung beachten!).

LineMetrics bietet die Möglichkeit, im Falle von anomalem Verhalten einen Alarm auszulösen. (vgl. Abb. 2)

5.3 Vibrationen eines Lüfters

Mit einem Beschleunigungssensor wurden an einem PC Lüfter Zeitreihen aufgezeichnet. Der Lüfter befand sich dabei in vier unterschiedlichen Zuständen:

- Zustand 1: läuft nicht
- Zustand 2: läuft normal
- Zustand 3: läuft mit Unwucht
- Zustand 4: läuft und berührt bei jeder Umdrehung einen Fremdkörper mit den Lüfterblättern

Mit diesen Daten wurden zwei unterschiedlich neuronale Netze trainiert:

- **Klassifizierer:** Ein Netz wurde darauf trainiert, alle vier Zustände zu erkennen.
- **Anomalieerkennung:** Dem anderen Netz wurden nur Daten der ersten beiden Zustände ('läuft' und 'läuft nicht') übergeben. Daraus erlernte das Netz was normales

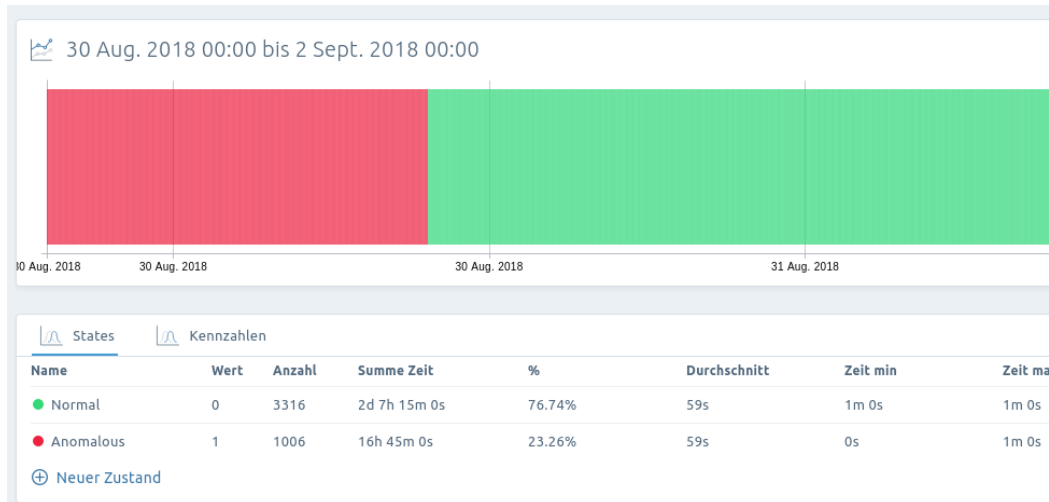


Abbildung 2: Die Ergebnisse der Analyse können in der LineMetrics Cloud übersichtlich dargestellt werden.

Verhalten ist. Daten, die im Betrieb mit einer der beiden Störungen aufgezeichnet wurden, wurden erfolgreich als anomal erkannt.

Beide Systeme arbeiteten annähernd fehlerfrei.

5.4 Verwendete Software

Die Aufbereitung der Daten wurde bei den oben genannten Fällen mit der Python-Bibliothek numpy durchgeführt. Die neuronalen Netze wurden mit Python via Keras in Tensorflow (Google) implementiert. (vgl. Abb. 3 und Abb. 4) Die Bedienung von Python am Cloud Server erfolgt über Jupyter Notebooks.

6 Ideen

In diesem Abschnitt soll kurz dargestellt werden, welche Konzepte wir für spannend und möglicherweise nützlich halten. Für mögliche Partner ist dieser Abschnitt als Denkanstoß gemeint.

6.1 Vibrationen

Das Konzept, wie es beim PC Lüfter beschrieben wurde, soll von Laborbedingungen an ein industrielles Umfeld angepasst werden. Es sollen also mit einem Beschleunigungssensor hochfrequent (einige kHz) Vibrationen aufgezeichnet werden. Der Nutzen einer solchen Anwendung könnte sein:

- erkennen von Schäden an Kugellagern, sich ablösende Teile einer Anlage, unwuchtig laufende Wellen, alle Arten von mechanischen Schäden an beweglichen Teilen, ...

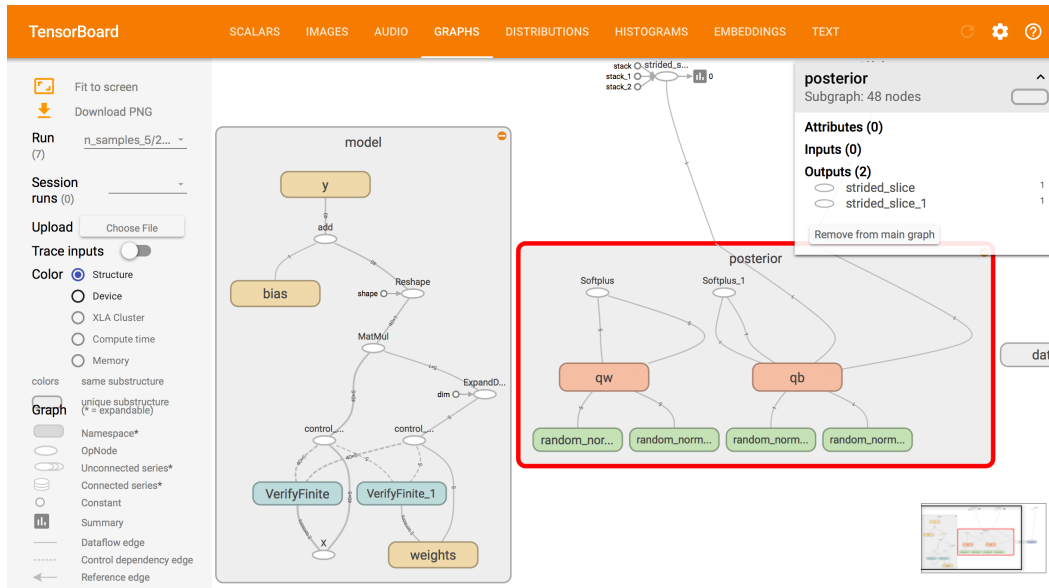


Abbildung 3: Visualisierung eines Tensorflow-Graph mit Tensorboard

- erkennen verschiedener Betriebsarten (z.B. produziert Produkt A, produziert Produkt B, Leerlauf, steht still, ...), also ein Condition Monitoring ohne aufwendige Modellbildung

6.2 Anlaufströme

Dieses Konzept ist dem vorherigen sehr ähnlich. Anstelle von Vibrationen werden allerdings Anlaufströme von Elektromotoren analysiert. Mithilfe eines Systems zur Anomalieerkennung sollten dadurch Schäden an der Anlage früher als mit anderen Methoden erkannt werden können.

6.3 Vorhersagende Systeme (Predictive Maintenance)

Mit Hilfe von Vibrationen, Anlaufströmen oder anderen Messwerten sollte es möglich sein ein System so zu trainieren, dass es vorhersagen kann wie viele Betriebsstunden oder Betriebszyklen ein Bauteil noch verwendet werden kann, bevor ein Schaden auftritt.

7 Referenzen

7.1 Laufendes FFG Projekt

Das momentan laufende Projekt zu Forschung und Entwicklung im Analyticsbereich von LineMetrics wird von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) unterstützt. Das Volumen der Förderung liegt im oberen fünfstelligen Bereich. Die Förderung wurde 2017 erstmals genehmigt und 2018 verlängert.

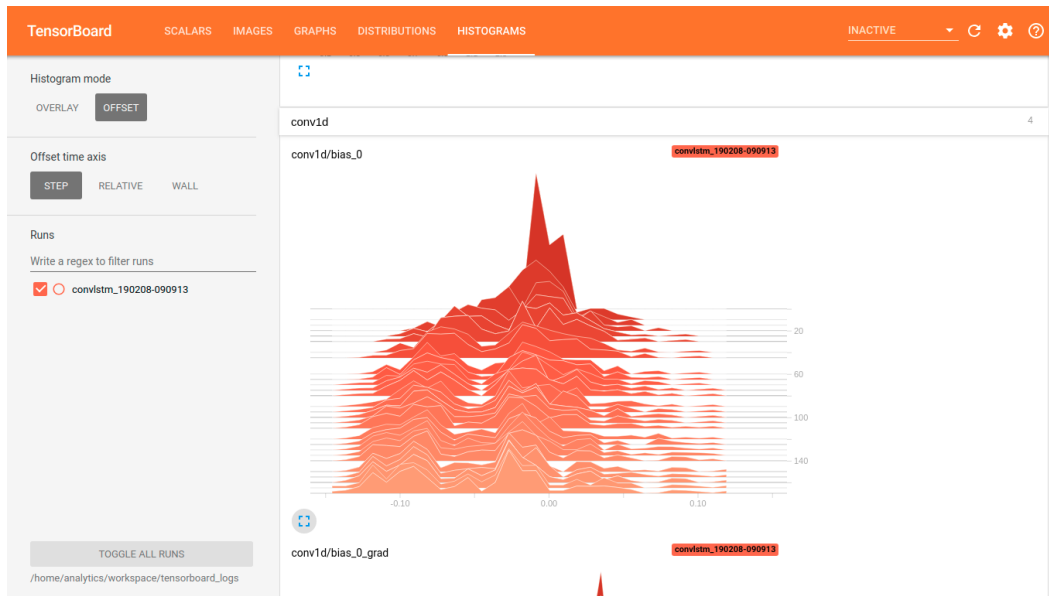


Abbildung 4: Hier wird mit Tensorboard der Verlauf der Verteilung der Gewichte eines Netzes während des Trainings dargestellt.

7.2 Abgeschlossenes FFG Projekt

In den Jahren 2014 und 2015 konnte ein Projekt der FFG erfolgreich abgeschlossen werden.

7.3 Laufendes Patentverfahren

Momentan betreibt LineMetrics mit einem großen Partner aus der Industrie ein Verfahren beim Europäischen Patentamt in München zur Erlangung europaweiten Patentschutzes mit der Möglichkeit auf Ausweitung auf ein weltweites Verfahren.

8 Kontakt

Falls nun Ihr Interesse geweckt ist und Sie mehr erfahren wollen, dann kontaktieren Sie bitte den zuständigen Mitarbeiter **Wolfgang Lubowski** per Email an **w.lubowski@linemetrics.com** oder telefonisch mit der Nummer **+43 (0)720 988 776**.

Wir freuen uns schon sehr auf die Zusammenarbeit.

Anhang A LineMetrics Kernprodukt

Das Kernprodukt von LineMetrics ist eine kleine Box, die analoge Signale (also Spannungen und Ströme) und digitale Signale (z.B. Modbus) aufzeichnet und diese Daten drahtlos über das 3G Netz in die LineMetrics Cloud überträgt. (vgl. Abb. 5) Die Box ist also geeignet die Daten von verschiedenen Sensoren aufzuzeichnen. In der Cloud werden die Daten übersichtlich dargestellt und können ausgewertet werden. Weitere Informationen finden Sie auf www.linemetrics.com.

Für ein mögliches Analytics Projekt bedeutet das, dass es sehr robuste und über mehrere Jahre erprobte Infrastruktur zur Datenaufzeichnung, -Übertragung und -Darstellung in (fast) Echtzeit gibt.

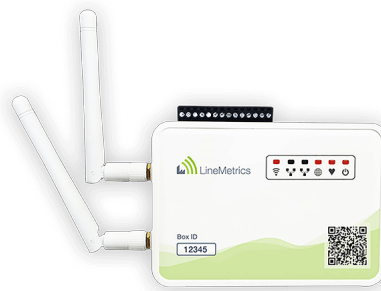


Abbildung 5: Die LineMetrics Box