



EUROPÄISCHE UNION
EUROPÄISCHER SOZIALFONDS

ESF IN BAYERN
WIR INVESTIEREN IN MENSCHEN

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

Auswertung von Messdaten einer Servopresse mittels ML Ansätzen (Rauschert GmbH)

Thomas Schmitt, Prof. Dr. Tobias Bocklet

Fakultät Informatik, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Projekt Servopresse

- Die Ziele dieses Projekt sind es mittel Machine Learning (ML) Ansätzen:
 - Den Pressprozess vorherzusagen.
 - Die Produktgüte binär vorherzusagen.
 - Die Ausfallwahrscheinlichkeit des Pressprozesses vorherzusagen.



Abbildung 1: Servopresse

Trainingsdaten

- Der Pressprozess hängt von insgesamt 33 Versuchsparametern ab.
- Der Pressprozess hängt von bspw. der Halteblechdicke oder dem Halteblechmaterial ab.
- In einer ersten Parameteranalyse hat sich gezeigt das die Presskraftkurve $F(x)$ und deren Ableitung $dF(x)$ die meisten Informationen beinhalten.

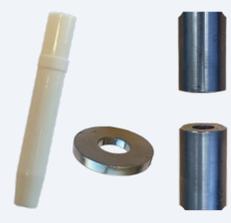


Abbildung 2: Bauteile

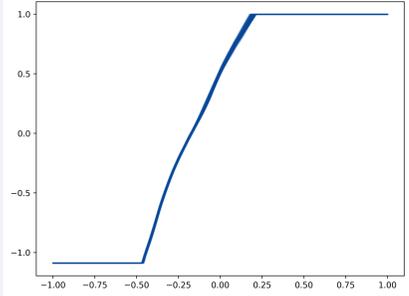
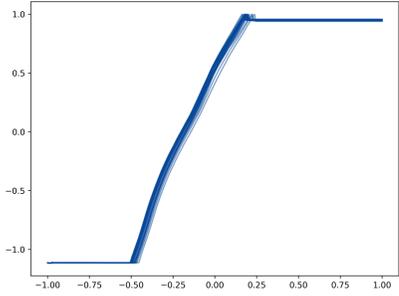


Abbildung 3: Links die Ausgangsdaten (Presskraft $F(x)$ in Abhängigkeit der Position x). Rechts die Messdaten bereinigt um die empirische Varianz zu verringern und das Training zu erleichtern.

Vorhersage der Presskraftkurve $F(x)$

- Der Pressvorgang wird als Funktion f betrachtet, die die Presskraft $F(x)$ in Abhängigkeit von Position x und Versuchsparameter \vec{P} abbildet.

$$F(x) = f(\vec{P}, x)$$

- Ein neuronales Netz wird mittels Zahlenpaaren $(F(x), (\vec{P}, x))$ trainiert Funktion f anzunähern.

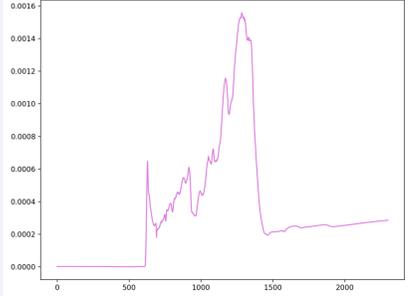
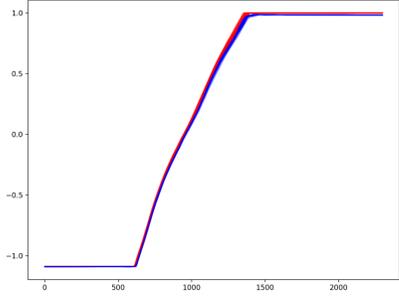


Abbildung 4: Links die Presskraftkurve $F(x)$ in rot und die vorhergesagte Presskraftkurve $\hat{F}(x)$ in blau. Rechts die mittlere quadratische Abweichung (MSE) zwischen Modellvorhersagen und Trainingsdaten als Funktion der Stempelposition.

- Das Modell erreicht eine MSE von 0.0003 und einen Korrelationskoeffizienten von 0.999 zwischen Vorhersage $\hat{F}(x)$ und $F(x)$.
- Die größten Abweichungen zwischen $\hat{F}(x)$ und $F(x)$ treten am Ende der Pressung und damit außerhalb des Interessensbereichs auf.

Binäre Vorhersage der Produktgüte

- Ein "linearer" Klassifikator wird trainiert anhand der Presskraftkurve $F(x)$ die Produktgüte binär vorherzusagen.

True label	Passt	0.94	0.06
	Kaputt	0.01	0.99
		Passt	Kaputt
		Predicted label	

Abbildung 5: Wahrheitsmatrix der binären Klassifikation.

- Das Modell kann nahezu fehlerfrei die Produktgüte vorherzusagen.
- Fehlprognosen entstehen im Übergangsbereich von $32kN$ und $38kN$ in welchem die Versuchsdaten uneindeutig sind.

Vorhersage von Ausfallwahrscheinlichkeiten (AW)

- Die binäre Produktgüte kann von ML Ansätzen zwar gut wiedergegeben werden, sie ist jedoch wenig aussagekräftig.
- Aus den binären Messungen und der $F(x)$ wird der Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit $AW(x)$ lineare interpoliert.
- Die Vorhersage der AW folgt dem selbem Ansatz wie die Vorhersage von Messkurven.

$$AW(x) = f(F(x), dF(x))$$

- Um das Modell zu verbessern, wird das Modell trainiert $AW(x)$ in Abhängigkeit von $F(x)$ und $dF(x)$ vorherzusagen.

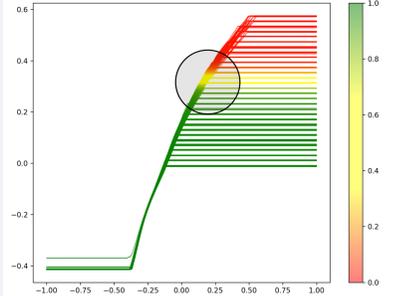
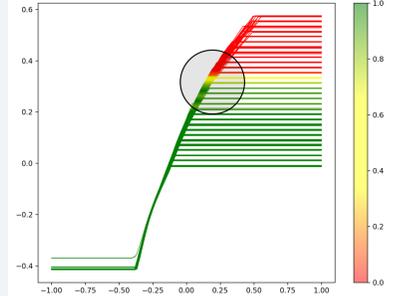


Abbildung 6: $F(x)$ gefärbt entsprechen der $AW(x)$. Links eingefärbt entsprechend der extrahierten $AW(x)$, rechts entsprechend der vom ML Modell vorhergesagte $\hat{A}W(x)$.

- Das Modell erreicht eine MSE von 0.0015 und einen Korrelationskoeffizienten von 0.995 zwischen Vorhersage $\hat{A}W(x)$ und $AW(x)$.

True label	Passt	0.98	0.02
	Kaputt	0.09	0.91
		Passt	Kaputt
		Predicted label	

Abbildung 7: Binäre Klassifikation quantifiziert mit Schwellwert 80%

Danksgungen

- Wir bedanken uns bei der Firma Rauschert für die gute Zusammenarbeit.



Kontaktinformationen

- T. Schmitt: thomas.schmitt@th-nuernberg.de
- Prof. Dr. Bocklet: tobias.bocklet@th-nuernberg.de

