AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE



Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej



PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

pt.

„Application of deep learning approach for identification and classification of scale defects during hot forming process”

Imię i nazwisko dyplomanta: **Szymon Furman**

Kierunek studiów: **Informatyka Stosowana**

Specjalność:  **Systemy Informatyki Przemysłowej**

Nr albumu: **268943**

Promotor: dr hab. inż. Łukasz Rauch

Promotor z przemysłu: Luc Van de Putte, ArcelorMittal Poland

Recenzent: prof. dr. hab. inż. Jan Kusiak

Podpis dyplomanta: Podpis promotora:

Kraków 2018

„Uprzedzony o odpowiedzialności karnej na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia

4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2006 r. Nr 90,

poz. 631 z późn. zm.): „Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do

autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega

grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej

karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy

utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystyczne wykonanie albo

publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub

nadanie.”, a także uprzedzony o odpowiedzialności dyscyplinarnej na podstawie art. 211

ust. 1 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (t.j. Dz. U. z 2012 r.

poz. 572, z późn. zm.) „Za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyny

uchybiające godności studenta student ponosi odpowiedzialność dyscyplinarną przed

komisją dyscyplinarną albo przed sądem koleżeńskim samorządu studenckiego, zwanym

dalej "sądem koleżeńskim"”, oświadczam, że niniejszą pracę dyplomową

wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i że nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż

wymienione w pracy.”

Kraków, dnia …… Podpis dyplomanta…………….

**Table of Contents**

[1 Introduction 7](#_Toc522720500)

[1.1 Motivation 7](#_Toc522720501)

[1.2 Aim of Thesis 7](#_Toc522720502)

# Introduction

## Motivation

The main requirements of Modern Industry is to create high quality materials, with minimization of costs. Unfortunately, this is very difficult or even impossible to obtain that, using classic methods of production.

Steel industry and hot forming process have same requirements. Direct customers, and next steps of production expect to get high quality products. It causes, that process require constant control quality of product. One of the factors is rating of surface quality. This is a difficult process, because of velocity of hot forming process, multiple different defects and large surface, where we can find defects. One of the known inspections is a visual inspection made by inspector, which observe samples of produced plate. However, technological process provide new, automated solutions. One of the solution is a ASIS (Automatic Surface Inspection System). Main tasks of ASIS is take photos during the process, detection local difference of contrast, which can be a defect, and recognize proper class. The output of ASIS is classified defects map of produced material. This kind of solution allows to limit time for inspections and control of surface. Additional advantage is possibility getting information about state of production.

## Aim of Thesis

Aim of the thesis is to create a classifier of defects which can detect, and classify defect, founded on picture taken during hot production process. Based on local differences of contrast, classifier can detect, and in next step classify the defect. There are multiple different of class. To obtain desirable class, there must be prepared set of classified defects. Based on this set, classifier studies the vision features of pictures, and create a model. This is a typical *blackbox* approach for end user, because it allows to detect defects without specialized knowledge.

As for now, there is many approaches to solve this problem. Many of them is related on artificial intelligence e.g. *decision trees, neural networks etc*. This thesis is focusing on using Neural Networks using Convolutional neural networks (CNN). Convolutional neural networks is a class of deep, feed-forward Artificial neural network that has successfully been applied to analysing visual imagery and classify it. Based on classified set of pictures, solution will try to learn network model. Proper learned model will detect and classify defect. Eventually this solution can be used during hot forming process. Properly trained network provide fast and exact method to detect and classify defects, which can help inspector.

## Content of Thesis

In second chapter, thesis describe hot forming process, current state of sheet metal defect inspection and approximate the theoretical basis phenomenon of scale formation in the hot-forming process. In next chapter, are presented application of deep learning to analysing and classification of pictures. It is focused on *deep learning* and Convolutional neural networks.

# Hot forming process

# Application of deep learning to image classification