

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	成松 宏一郎
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論文題目 深層学習によるターニングセンタの熱変位推定と抑制に関する研究 (A Study on Prediction and Compensation of Thermal Displacement of Turning Center Based on Deep Learning)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	茨木 創一	印
審査委員	教 授	山田 啓司	印
審査委員	教 授	菊植 亮	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、工場の室温が変化したり、工作機械自体が発熱しても、工作機械の加工精度を維持することを目的として、機械構造に取り付けた温度センサの測定値から、深層学習による熱変位推定モデルで熱変位を推定し、補正制御する手法を提案している。</p> <p>第1章では、研究背景として、工作機械による生産活動で省人化や自動化を達成するには、加工精度を維持することが重要であることが述べられている。また、工作機械の熱変形の原因や、工作機械の熱変位抑制や補正に関する従来研究がレビューされ、本研究の位置づけ、目的が述べられている。</p> <p>熱変位補正に使用する温度センサは、構造の温度変化が熱変位へ与える影響が大きい箇所に取り付けることが望ましい。第2章では、熱変位に対する機械構造の温度変化の影響を可視化するために、「熱感度」を提案し、実際のターニングセンタの熱感度を計算したケーススタディを示している。また、熱感度の計算結果に基づいてターニングセンタの機械構造にファンとカバーを取り付け、環境温度変化に対する熱変位を抑制した実験結果について述べられている。</p> <p>第3章では、深層学習による工作機械の熱変位推定モデルを提案している。熱変位推定モデルは、画像認識などの分野で顕著な性能を達成している Convolutional neural network (CNN) で構築した。深層学習においては、多数のデータを入手することが重要なので、ターニングセンタの熱変位データを複数の機械・複数の条件で収集する方法について述べている。ケーススタディとして、ターニングセンタの環境温度変化による熱変位データを収集し、CNNによる熱変位推定モデルを学習した結果が示されている。</p> <p>第4章では、深層学習による熱変位推定モデルの信頼性を、「Bayesian dropout」によって推定分布として計算する手法を提案している。ケーススタディとして、熱変位推定モデルの入力データとして使用される温度センサの断線と接触不良を故障形態として想定し</p>			

た場合に、推定分布がどのように変化したかをまとめている。さらに、計算した推定分布に基づいて、熱変位推定モデルの信頼性が低下した状態でも、工作機械に与える影響を最小限に抑えたいうえで機械の使用を続けられるよう、熱変位補正量を修正する手法を提案した。また、実際の工作機械を用いた熱変位補正の実験で、加工精度を向上できることが示されている。

第5章では、深層学習による熱変位推定モデルで入力データとして用いられる、温度センサの断線と接触不良の2つの故障形態について、故障が発生した状態でも熱変位の推定結果に与える影響を最小限に低減する手法を提案している。ケーススタディとして、ターニングセンタの熱変位推定モデルについて、温度センサの断線と接触不良を考慮した状態で深層学習による学習を実施し、熱変位推定モデルのロバスト性を高められることを、ターニングセンタの熱変位データを用いた実験で示した。

第6章では、結論として本研究をまとめ、今後の研究課題について述べている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。