

2025 年全國智慧製造大數據分析競賽初賽題目說明

以溫度及變位資訊建立車床熱變位預測模型

1. 競賽說明

本競賽旨在透過模型預測熱變位造成的誤差，使車床能即時反向回補，進而提升加工精度。NC (Numerical Control) 車床在工作時，會因內部機件或外在環境因素使加工精度下降，其中約 40%~70%由熱變位所致。熱變位的問題主要是透過車床各部件因加工過程的切削生熱，使部件熱膨脹，進而影響工件的加工精度。因此，分析車床整機溫度與熱變位的相關性將有助於加工精度的提升。公司為此在車床的關鍵點位設置溫度感測元件與位移計，收集機台工作時、各點位置溫度與變位量的變化趨勢，參賽者需建立預測模型，根據關鍵溫度點資訊預測車床熱變位的變化。

2. 資料集介紹

本資料集之原始資料是根據不同環境設定(例如：轉速、進給量與環境溫度)來收集，並以不同檔案保存，總檔案數為 56 個。本資料集數量統計參見表一。

表一、資料集統計表

資料集	檔案數量	資料總筆數
訓練集	43	29,795 (77.03%)
測試集	13	8,883 (22.97%)

本資料集提供模型 25 種特徵，如表二所示，以及各檔案數據在量測時的環境設定，如表三所示。其中轉速與進給量的單位為 rpm、mm/min，會根據時間(以小時為單位)進行三個階段的調整，而環境溫度則會依不同控溫模式變化，包含恆溫及多種變溫方式，希望模型透過這些特徵輸出該時間點之變位量。目標預測的變位量有兩個，分別為 **X 軸變位量**、**Z 軸的變位量(Disp.X、Disp.Z)**。

表二、特徵說明

特徵	數量	單位
時間(Time)	1	min
佈點位置之溫度 (PT01-PT13, TC01-TC08)	21	°C
控制器擷取溫度 (Spindle Motor, X Motor, Z Motor)	3	°C

表三、各檔案的環境設定(範例)

日期	第一階段			第二階段			第三階段			控溫
	轉速	進給	時間	轉速	進給	時間	轉速	進給	時間	
20200615	2000	5000	5	-	-	-	-	-	-	恆溫
20200616	1000	5000	5	-	-	-	-	-	-	恆溫
20200617	1000	5000	2.5	2000	5000	2.5	-	-	-	恆溫
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
20200715	1800	1000	2.5	0	0	1	1200	5000	2.5	變溫
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

3. 模型評估方式

在評估過程中，測試集的各檔案將釋出前 100 筆正確的變位量，之後的變位量則不提供，讓參賽團隊進行預測。模型預測結果以變位量的預測值跟正確值之間的 RMSE 為判斷依據。RMSE 公式定義如下：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{2(N - 100 \cdot |D|)} \sum_{d_i \in D} \sum_{j=101}^{|d_i|} ((\hat{x}_{ij} - x_{ij})^2 + (\hat{z}_{ij} - z_{ij})^2)}$$

其中 D 為測試檔案集， d_i 為第 i 個檔案的測試資料， N 為所有測試資料的總筆數， \hat{x}_{ij} 與 \hat{z}_{ij} 分別為第 i 個檔案第 j 筆的 X 軸與 Z 軸變位量預測值， x_{ij} 與 z_{ij} 分別為 X 軸與 Z 軸變

位量正確值。

4. 輸出檔案的格式規定

參賽團隊的輸出檔案為 13 個已填滿變位量的 CSV 檔，並須符合所有格式規定，若因檔案格式不符規定導致 RMSE 計算錯誤，參賽者須自行承擔後果。格式規定如下：

- a. 輸出檔名需與測試集對應的檔名相同，不得隨意修改。
- b. 輸出檔案須為 CSV 檔，並包含檔頭 (欄位名稱)、移除索引值 (index)。
- c. 輸出檔案之欄位名稱、順序必須與測試集中對應的檔案完全一致 (請注意每行是否有多餘的逗號，避免出現空白欄位)。
- d. 輸出檔案的變位量筆數須與測試集對應的檔案相同。

建議：在輸出檔案時，可直接以測試集的原檔案修改，將缺漏的變位量填上即可。