

## 精準地定位安裝觸控板於電子產品機殼上

### 3D 鐳射三角測距應用於鍵盤與觸控板的安裝

Manz 集團量測技術/ 影像處理經理 Bernd Sattler

將鍵盤和觸控板定位安裝到筆記型電腦的機殼上，需要最高的精準度 - 鍵盤精準的對位 ( 包括深淺度 ) 以及觸控板與機殼無縫的銜接，都是決定使用者感受終端消費性電子產品品質及舒適度的關鍵因素。採用 3D 鐳射三角測距技術的模組化測量工作站，即是為了達到這些要求而開發，據以測量出精確的鍵盤鍵入位置，以及觸控板插槽的深度。

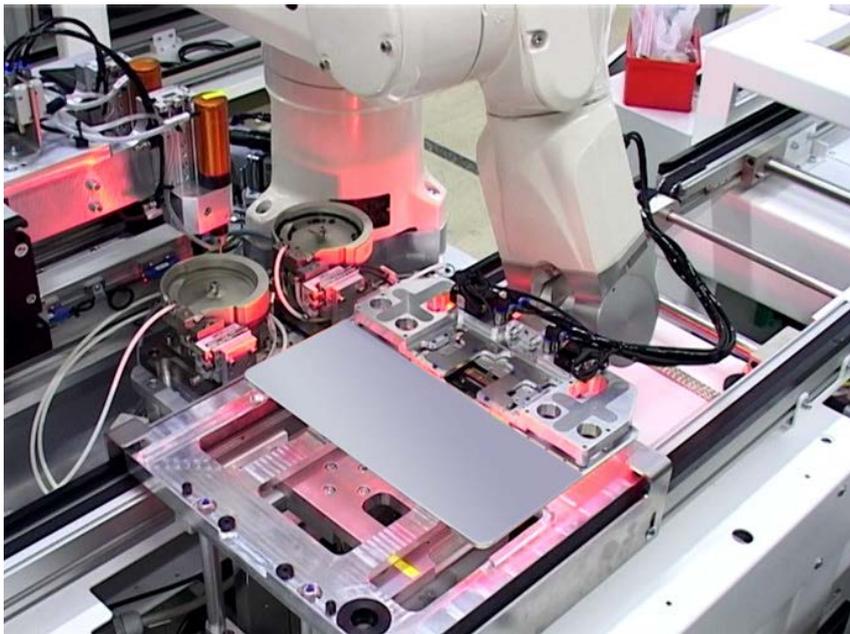


圖 1：兩個鐳射三角測距感測器負責測量筆記型電腦外殼上的觸控板插槽深度。

僅幾微米的差距，就可能導致筆記型電腦成品在價值上的巨大落差 - 「精美 vs 廉價」。假如鍵盤每個按鍵的高度完全相同，觸控板間間隙距離也完全一致，且機殼的槽口小得難以查覺，外觀設計就能算是優質。因此頂尖的製造商會將大量心血投注在於此外觀細節上。

從前鍵盤和觸控板位置對齊要達到精準，在程式上必須涵蓋多個人工步驟，而如今，Manz 高精度的自動化生產解決方案可以完全取代。其所採用的鐳射三角測距技術，在光學量測技術領域中已

是屢屢通過嚴苛考驗的可靠程式，由量測儀器測量出每個按鍵及觸控板要安裝在機殼上的位置及高度。

### 觸控板範例

將零件插入機殼凹槽——也就是所謂的觸控板插槽。安裝之前，鐳射感測器會測量插槽的深度和其形貌，且觸控板本身的厚度和起伏也需在安裝前確認完畢，兩者的尺寸皆會因為生產上的相關波動而有所差異。所以，若在裝配前可確定兩者的尺寸，就能將這些數值以 3D 配對流程計算出所需的高度補償值，並自動插入合適的墊圈，免除了手工調整作業的需要。為此，這裡採用了四個不同厚度的墊圈，因此觸控板的各邊可依鐳射感應判定的數值，墊入正確高度的墊圈。墊圈厚度範圍介於 25 ~ 400  $\mu\text{m}$  之間，增幅間隔為 25  $\mu\text{m}$ 。因而能以極高的準確度套用到觸控板上。

Manz 在 3D 鐳射三角測距領域方面累積了多年的專業經驗。Manz 從前即使用過這種方法，如測量太陽能板的均勻度和厚度。新的測量機器內具備一組感應頭，會在目標上投射出一條藍光細線，而放置在角度之內的攝影機，負責測量反射的光線。因此可利用已知的三角測量線，測出物件的輪廓。至於高低落差（如觸控板和機殼的高度差）則會隨著反射的光細線經過而顯現出來。整個筆記型電腦的機殼通過感應頭後，就能把多個單張高度線圖，組合建立成 3D 高度圖。接下來就能用這樣的高度圖，進行所需的測量作業。以接觸式座標儀檢查，測量的誤差值最大為 20 微米。此資料甚至尚未將溫度差異列入考慮，而溫度在測量鋁製零件期間會有不小的影響。因此還有許多的改善空間。

### 測量速度上的挑戰

為了滿足市場需求，Manz 的工程師必須向未知的領域挑戰。其中之一即是測量速度：由於筆記型電腦組裝時的速度很快，平均只有 11 秒的可用測量時間。感測器經過機殼的速率為每秒 400 釐米，足以通過五趟。感測器的頻率範圍最高可達八千赫茲。雖然速度已經

很快了，但還不足以通過整個筆記型電腦的表面。因此需要有第二個感測器。第二個感測器會裝設在筆記型電腦機殼大約一半寬度的位置。以兩個感測器來分擔工作，各處理一半的機殼。兩邊的影像在中央部位會有一部分重疊，因而需要精確的校準工作，否則資料在重疊區域會傳回不一致的資料。

由於兩個感測器的速度之快，各個機殼的資料量會增加兩倍，多達 200 MB。如此大的資料量，必須在測量後五秒內進行處理，否則無法在下一台筆記型電腦被送進工作站之前及時完成。因而使用了一台工業用個人電腦來執行 Manz 開發的影像處理軟體。為了完成任務，需要針對鐳射三角測距感測器程式設計新的軟體介面。這裡也為此開發了新的評估演算法，採用了新的校準技術，將感測器的軌跡結合形貌影像，並在其中進行所需的測量作業。除了要彌補感測器的不準確度之外，校準程式還需要補償軸心系統因導引系統而「自然」出現的任何錯誤 (歪斜或峰穀)。Manz 的第二台測量機器雖然僅是以二維方式測量筆記型電腦機殼的間距尺寸，但由於橫向解析度更高，資料量甚至可上看 1 GB。

Manz 的測量站自 2015 年開始即在量產作業中使用，目前共有四個客戶，成果均相當良好。目前 Manz 正在為新產品開發另一個測量機器，感測器上會配備更好的鏡頭和更高的解析度。這是為了更精準地測定觸控板插槽的深度而特別設計的，並未涵蓋鍵盤的測量。

3D 鐳射三角測量設備對於智慧型手機、平板電腦或筆記型電腦等電子產品而言是全新模組化組裝系統的一部份。其由各種精巧且可自由結合的模組所組成，包括原料處理、螺絲鎖固、鐳射標記或最終檢驗等功能。這使得製造商可依據所要生產的產品來自由組裝一條適合的自動化生產線。

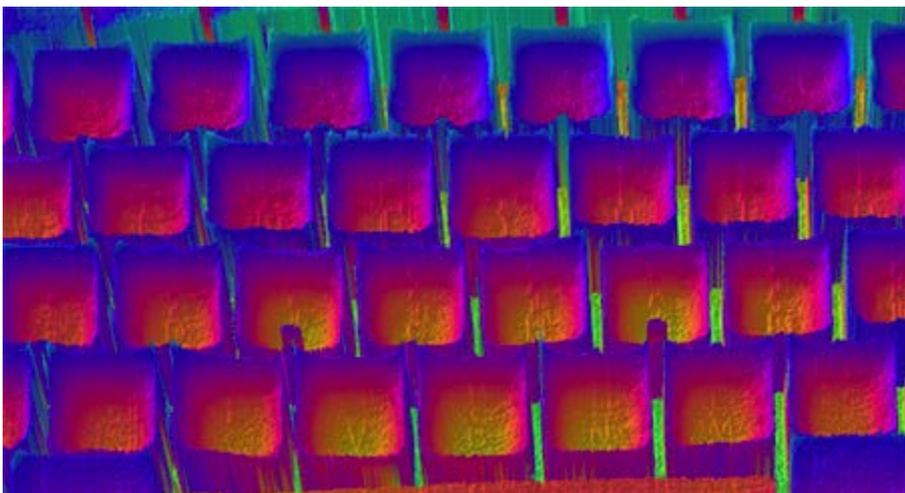


圖 2：以 3D 鐳射三角測距測量的筆記型電腦鍵盤形貌圖