

SICK AG

白皮書

為您的視覺應用選擇最佳技術

作者

Fredrik Nilsson

SICK AG 3D視覺產品部門經理

Anders Murhed

SICK AG OEM業務團隊經理

概述

本白皮書介紹了2D與3D視覺技術的差異與各自的優勢，以及如何將這些技術成功應用於解決各種視覺應用。

目錄

視覺技術簡介..... 1

2D技術..... 3

3D圖像處理技術..... 4

3D技術對比..... 5

視覺產品組合..... 6

常見的2D應用..... 7

常見的3D應用..... 8

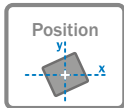
視覺技術簡介

視覺技術係透過數位相機以及數位圖像處理取代傳統人工檢查任務。許多行業將視覺技術用於生產自動化以及改進產品品質。視覺應用範圍從簡單的存在檢知到惡劣的環境下且複雜的即時檢測與分類分級任務。

大多數視覺系統使用多種周邊裝置完成任務，例如用於取像觸發的光電感測器、剔除缺陷物件的機械裝置以及用於監測與管控的觸控人機介面等。由此形成「視覺系統」這一概念。

視覺系統有四個主要任務。多數情況下，一個視覺應用包含多種上述任務的多種組合。

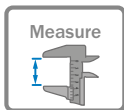
視覺任務



「定位」是指進行物件檢測與定位並隨後輸出物件存在與否以及座標數據。



「檢測」是指檢查產品品質，例如物件的所有組成部件完整性或檢測錯誤及偏差。



「量測」是指確定物件尺寸，如長度、寬度、高度、面積或體積。



「讀取」是指讀取條碼訊息以及讀取文字，包括一維條碼、二維條碼和OCV/OCR。

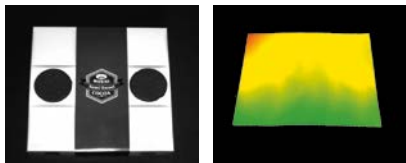
無論是何種應用，SICK均可提供合適的視覺技術。每種應用均須藉助合適的技術得以解決。因此有必要了解有哪些技術並知悉各自的具體優勢。本白皮書提供用於解決各種任務與應用的合適視覺技術一覽。

採用2D或3D視覺感測器的應用解決方案

針對某一特定的視覺任務，往往存在多種解決方法。在某些情況下，選擇2D還是3D視覺感測器顯而易見，而其他情況下兩種技術可能均適用，但各具優勢。重要的是了解這些優勢並清楚其對特定應用產生哪些作用，由此才能找到可靠的視覺解決方案。

2D視覺感測器

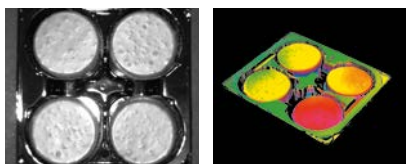
2D視覺感測器尤其是適用於對比對高、物件表面結構與顏色有明顯差異的應用。2D視覺感測器可用於完成上述四個主要任務，在視覺解決方案中占主導地位。



使用2D視覺感測器可以查看箱子上的印刷字樣（左圖），而3D視覺感測器則僅能檢查盒子的形狀。

3D視覺感測器

3D視覺感測器適用於分析物件的體積、形狀或3D位置，但也可用於檢測對比度較低但明顯存在高度差異的部件和缺陷。3D視覺感測器主要用於量測、檢查和定位，但也可以用於讀取對比度不明顯但有高度訊息的條碼或文字。



使用3D視覺感測器可顯示極其細微的高度差異（右圖），而使用2D視覺感測器則幾乎無法發現差異（左圖）。

2D與3D應用示例



2D圖像



3D圖像

3D應用示例

任務是找到最上方的物件，以便機械人能夠將其拾取。

由於2D圖像中的對比度較低，幾乎無法識別出最上方的物件。而在3D圖像中則可輕鬆找出上方的物件，因為最接近的物件在圖像中顯示為最亮的部分。



2D圖像



3D圖像

2D應用示例

任務是檢查包裹上的印刷字樣。

3D圖像僅顯示物件的輪廓和形狀。圖像中未顯示標籤和印刷字樣。因此只能在對比度較高的2D圖像中檢查包裹上的印刷字樣。

2D技術

進行2D圖像處理時，將立即由矩陣相機或線掃描相機採集待分析的場景。在這兩種情況下，場景的最終顯示圖為一張含光強值的圖像（單色圖像）或一張彩色圖像（通常為RGB值）。2D取像技術的元素除了感測器的感光元件外，光學鏡頭以及光源的選用也極其重要。

2D照明

2D應用解決方案的成功與否取決於圖像品質，而圖像品質又受到選用良好照明方式的影響。合適的照明能夠凸顯待分析的特色，確保高圖像品質，同時保證全程一致的特性顯示效果而不受環境光影響。

在用機器進行圖像處理時，會使用不同的概念來描述光源：

- 照明是指將物件照亮的手段和方式。
- 光源則是產生照明的實際燈具。
- 環境光是指間接的外界光線，如從窗戶照進來的太陽光。

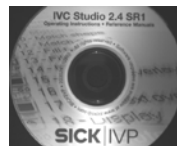
理解一些基礎的照明原理有助於針對應用選擇恰當的照明：

- 無光澤的表面可使用直接光源照明。
- 光澤表面需要漫射的間接光源，以避免反射。

主要照明方式

- 環形燈

環形燈圍繞鏡頭光軸安裝，位於相機上或相機與物件之間。這種光源類型屬直接照明，因此適用於無光澤的表面。



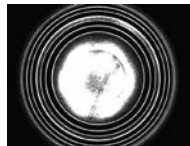
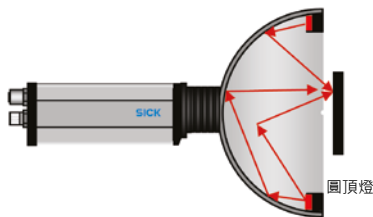
無環形燈，對比度較低。



帶環形燈，對比度較高。但是碟片中央的發光表面上存在炫目光。

- 圓頂燈

圓頂燈可反射來自圍繞鏡頭光軸安裝的環形結構的燈光，從而產生光強一致的間接光源。這種光源類型能夠最大程度地減少物件上的反射，適用於光澤表面，如用於讀取包裝上的日期，而這種包裝在直接光線下會產生炫目光與意外反射。



金屬表面上出現炫目光。



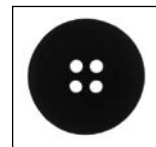
無炫目光，金屬表面上的印刷字樣清晰可見。

- 背景光

背景光從後方照亮物件，以便形成輪廓或側影。背景光對量測和定位任務極有幫助，尤其需要高精度量測且物件表面的對比度特性會對任務產生干擾的時候。



正常光源。



背景光形成側影。

3D圖像處理技術

三維採集可透過多種方式實現。有多種技術可用於工業圖像處理，各有其優劣。SICK使用的3D圖像處理技術可分為兩類：

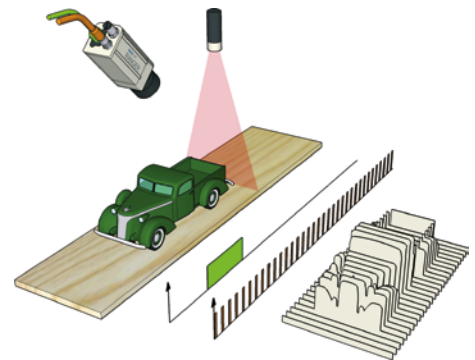
- 掃描技術
- 快照技術

使用掃描技術時透過引導物件穿過量測範圍或引導相機經由物件上方，針對各個輪廓逐一採集3D圖像。為獲得正確的3D資料以及有效的3D圖像，此須為恆定或已知運動，例如透過使用編碼器追蹤運動。生成的3D圖像通常十分清晰。

與普通的消費相機一樣，快照技術僅以3D形式進行單次拍照，即可生成物件的完整3D圖像。無需相機或物件運動，但是這種技術生成的圖像不如掃描技術生成的圖像那般清晰。本文檔中所述的3D圖像處理技術包括雷射三角量測法（掃描）、光飛行時間量測技術（快照）和立體技術（快照）。

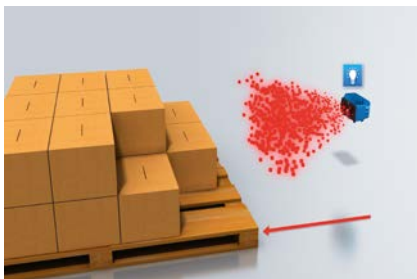
雷射三角量測法

雷射三角量測法藉助雷射線和相機生成物件的高度輪廓。在物件運動過程中，組合多個輪廓以便生成一張3D圖像。由於採集高度輪廓需要物件運動，因此這種方法被稱為掃描技術。雷射三角量測法的量測準確度高於光飛行時間量測技術，但是量測範圍更為受限。



光飛行時間量測技術

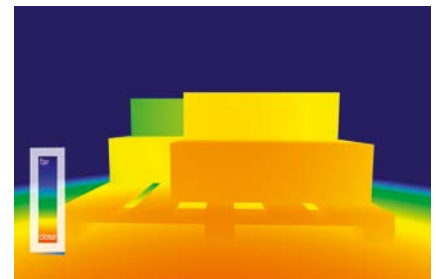
採用光飛行時間量測技術 (TOF) 的3D相機藉助快照生成3D圖像。也就是說，物件或相機無需運動。使用這種技術時，會在每個位置逐一量測裝置與目標之間的光信號的飛行時間。如果已知信號到達時間相對於初始信號的相位移，則可從中推導出裝置與目標之間的距離。結果是即時獲取的目標3D圖像。光飛行時間量測技術尤其適用於視野較寬且工作距離超過0.5 m的應用。



第一步：用相機的光脈衝為目標照明。



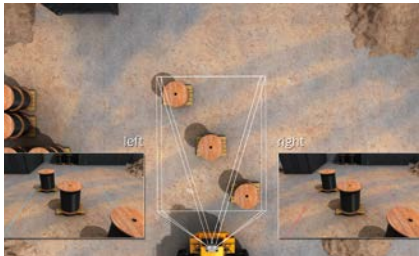
第二步：量測折回相機的光所需時間。



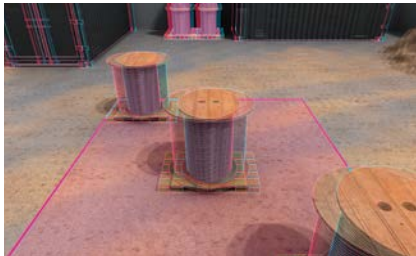
第三步：生成深度圖像。

立體技術

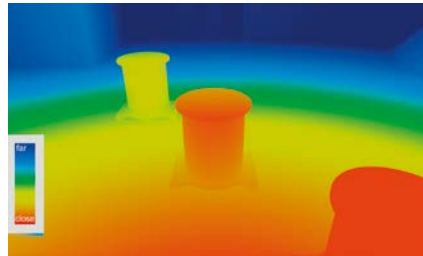
使用立體技術進行圖像處理的工作原理近似於人眼觀看，其可提供3D快照圖像，同時相機或物件無需移動。此技術將在不同位置攝製的兩張2D圖像組合起來，尋找圖像間的一致點，以生成深度圖像。不同於雷射三角量測法和光飛行時間量測技術，立體技術不受固定分配的光源影響。為找到一致點，這兩張圖像必須具備足夠的細節，物件要充分結構化或具備可辨識性。因此立體技術尤其適用於需要較大視野的應用以及室外應用。為獲得更好的結果，必須採用結構光為細節提供照明。



第一步：在不同位置拍攝兩張圖像。



第二步：找到圖像之間的一致點。



第三步：生成深度圖像。

3D技術對比

總而言之，有多種3D圖像處理方法，其選用取決於相應應用及其環境。下文所列為這些3D技術的主要特色。

雷射三角量測法

- 光源：線投影雷射
- 無需環境光
- 細節解析度與量測準確度高
- 工作間距相對較小
- 如果相機因雷射受物件遮擋而無法識別到雷射時，可能會受到阻礙
- 掃描技術

光飛行時間量測技術 (TOF)

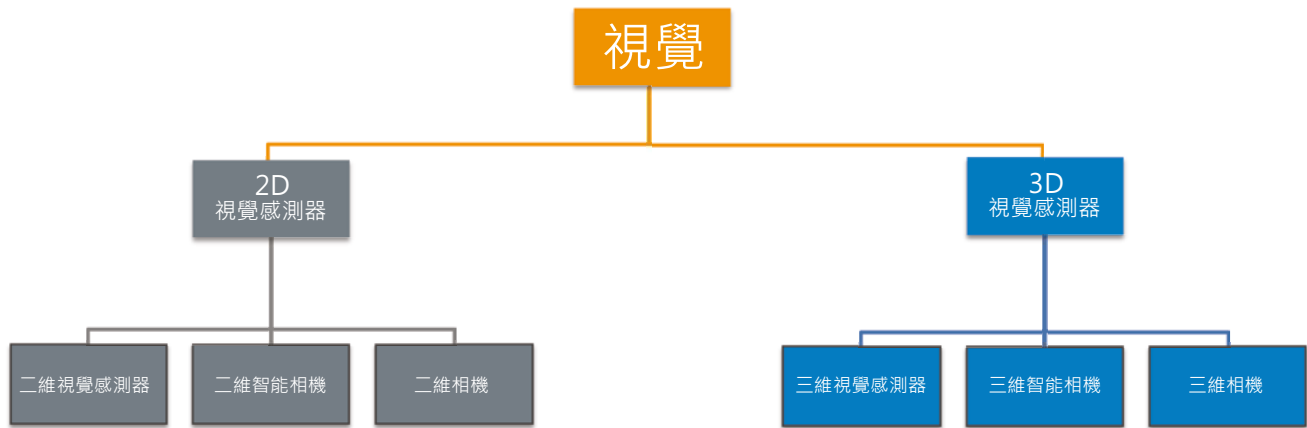
- 光源：時間調製
- 無需環境光
- 工作間距較大
- 細節解析度與量測準確度相對較低
- 快照技術

立體

- 光源：被動環境光
- 細節解析度與量測準確度相對較低
- 工作間距較大
- 適用於室外應用
- 快照技術

視覺產品組合

SICK提供豐富的視覺產品組合，從易於設定參數的相機到極為靈活高效的資料流播放器，2D應用與3D應用均可勝任。



視覺系統的裝設根據其複雜性而有所不同，既可由無經驗的使用者完成快裝，也可是一項需要開發與編程複雜演算法的大工程。SICK將視覺產品組合分為三大主類，從而能夠根據客戶經驗和任務複雜性選擇適當的系統。

可設定參數(二、三維視覺感測器)

最簡單的視覺系統是帶內置圖像觸發器、照明與整合式圖像分析的獨立相機。其參數設定簡單方便，任何具備技術經驗的人員在數小時培訓後即可完成。

- 操作簡便的視覺感測器
- 獨立運作
- 可配置參數
- 結果輸出
- 直觀的圖形使用者介面，參數設定簡單便捷
- 快速開發解決方案
- 外部電腦遠端參數設定
- SOPAS
- 整合式圖像處理

可程式化(二、三維智能相機)

此類相機的複雜程度適中。同可設定參數的相機一樣，分析系統整合在裝置內。區別在於，其在韌體配置與軟體程式設計方面具有更高的靈活性。需要數天培訓才能進行應用開發。

- 靈活的視覺相機
- 獨立運作
- 使用者程式設計多樣化
- 結果輸出
- 採用定制化圖形使用者介面，靈活多變
- 靈活開發解決方案
- 外部電腦遠端參數設定
- AppSpace、IVC Studio
- 整合式圖像處理

流式技術(二、三維相機)

由於可搭配外部電腦執行圖像處理，屬最高靈活性的視覺系統。專業的應用開發人員通常優選此類系統，因為其極具靈活性，能夠創建客製化系統功能以及用於複雜應用的演算法。

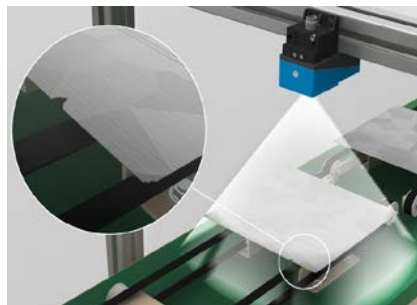
- 高解析度相機
- 外部電腦控制
- 全方位圖像採集
- 2D與3D圖像資料輸出
- 開發GUI時靈活多變
- 開發解決方案時極具靈活性
- 外部電腦遠端參數設定
- 軟體開發套件
- 外部電腦圖像處理

常見的2D應用



日期碼檢查

檢查紙張上的印刷品質是一項常見的2D任務。多種過濾手段可供選擇，用以改進對比度。



尺寸檢查

扁平物件的形狀檢查通常使用2D視覺解決方案。背景照明有助於強化物件的側影。



無人搬運車的直線導向

追蹤地面上標設的直線和符號是一種靈活簡便的無人搬運車自動導向方式。



根據顏色的類型檢查

彩色2D視覺系統可針對不同顏色的標籤或膠囊進行可靠的分類以及驗證。



線上斑點檢查

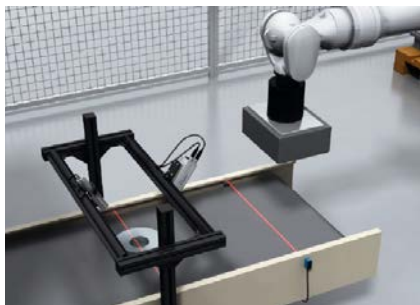
斑點與髒汙可藉助2D顏色或灰階相機加以檢測。
可使用不同的過濾和照明手段，以凸顯斑點。



裝配檢查

2D技術能夠輕鬆檢查對比度明顯的組件。正確選擇工具能夠確保可靠的檢查。

常見的3D應用



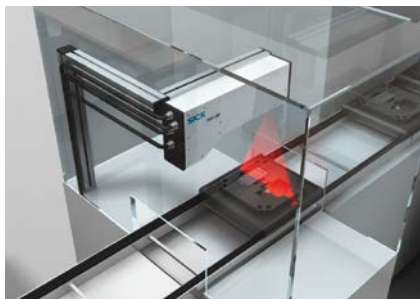
輸送皮帶上的機械人夾取

3D視覺感測器便於找尋最佳夾取位置，因其能夠可靠檢測出結構不同的物件，即使它們的顏色與輸送皮帶的顏色一樣。



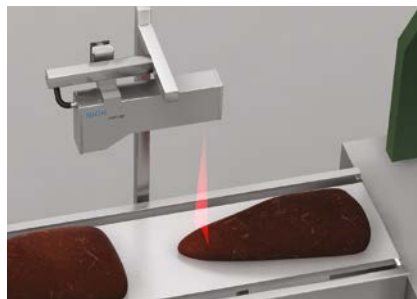
檢查箱內物品

3D解決方案可檢查箱內物品的存在性及其位置，即使其與背景的對比度較低。



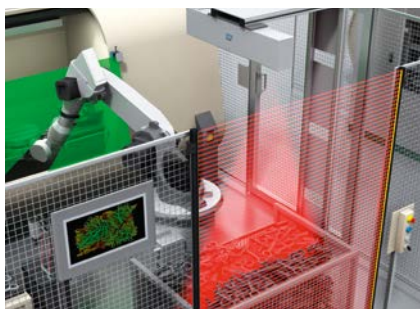
電子組件

3D視覺感測器能夠以微米的精度檢查電子組件的存在性及其位置，量測接頭等的共面性。



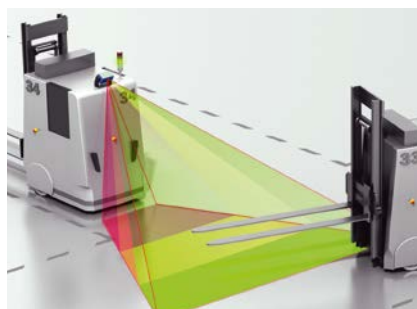
食品定份

3D視覺感測器可給定總體積以及最佳切割位置，以確保每份大小均等。



機械人隨機拾取

卸載的集裝箱裝有隨機定向的部件時需要3D資訊，以找尋最適合夾取的部件的最佳夾取坐標。



障礙物檢測

3D快照相機可生成三維環境圖像。如果道路中間有障礙物，無人搬運車將會嘗試繞行或停止運動並發送警報。

更多連結：

[2D視覺感測器線上版](#)

[3D視覺感測器線上版](#)

[視覺感測器目錄](#)

[SICK感測器YouTube頻道](#)