

偽裝的視覺基礎

唐大崙

中國文化大學助理教授

摘要

偽裝是一項非常實用的課題，自然界中的動物幾乎無時無刻不存在偽裝的舞台劇。自從有人類文明以來，偽裝與反偽裝（即偵測出偽裝）的對抗也隨時存在於爭戰現場。但是這個課題的內容異質性相當大，有許多不同角度切入的研究論文，橫跨電機、通訊電子、資訊科學、光學、生理學、心理學等等領域。雖然軍事偽裝的議題相當敏感，似乎應當保密才能制敵機先，但是隨著基礎研究的進步，許多偽裝方法背後的原理原則多可藉基礎研究成果推論而得，使得軍事偽裝與反偽裝技術的探討已經不再那麼神秘。國外已經有許多公開的文獻與軟體系統，只是各國民情與地理環境不同，即便原理原則相同，也需要建立與特定時空環境結合的偽裝參數。因此，國內應該積極建立自己本土化的資料庫與文獻，才能真正發揮效果。

然而，偽裝的目的最大宗還是在於欺騙敵方的眼睛，即便是欺騙儀器，儀器的結果多數也要經由肉眼篩選、判讀，因此偽裝與反偽裝的議題主要還是落在視知覺的問題領域。作者企圖以視覺研究為主軸，貫串國外主要文獻的結論，雖然不是涵蓋全部的文獻，但是對於重要的議題，包括「什麼樣的特徵是最重要的、最需要被偽裝的特徵？」、「如何做才是最好的偽裝？」等等問題多有論述。一方面提供問題思考的全貌，一方面展示該議題需要跨學科整合的必要性。



圖一：自然界中常見的簡單偽裝情境，取材自 google 圖庫。

前言

偽裝 (camouflage) 是一項非常實用的課題，自然界中的動物幾乎無時無刻不存在偽裝的舞台劇，如圖一所示。自從有人類文明以來，偽裝與反偽裝的對抗也隨時存在於爭戰現場。在自然界中，偽裝與反偽裝是物種演化力量的消長結果，因為，偽裝得好，就可逃避天敵的補殺，偽裝不好，便要面臨物種絕滅的危機，反之，掠食者也不斷演化出越來越敏銳的雙眼視覺，可以從斑駁雜亂的草叢中，一眼就偵測出偽裝不好的獵物。在人類文明史中，這也是一個無止境的智力對抗，因為一方要攻擊，另一方要防禦。所謂道高一尺、魔高一丈，因應不同目的之偽裝的各項科技發明，使得偽裝與反偽裝的議題越來越複雜。

不過，關於偽裝的目的最大宗還是在於欺騙敵方的眼睛，而不是欺騙對方的儀器。即便是欺騙敵方儀器，儀器的結果多數也要經由肉眼判讀，因此偽裝與反偽裝的議題主要還是落在視知覺〈visual perception〉的問題領域。亦即面對不同的景觀視野，什麼樣的偽裝花紋、圖案或偽裝色彩的視覺效果最好？這又涉及「偽裝效果的良窳如何評定？」等等問題。在一、二次世界大戰時，美軍便有許多心理學家投入這個研究議題，尤其是作視知覺與聽知覺研究的心理學家（Boring，1942）。

人類剛開始使用偽裝的形式，是師法大自然各類動物的花紋與顏色，因為我們相信可以從嚴酷演化競爭中留存下來的動物，其表面偽裝的功夫必定含有深刻的意義。Cott(1940)認為動物表皮的偽裝圖案是一種長期適應的結果，因此對該物種而言，應該是最佳的圖案。如果我們仔細觀察，將會發現即使同一物種在不同棲息地，其身上的偽裝圖案也有很大差異，這些圖案可以造成掠食者產生一些光學上的錯覺。常見的偽裝圖案是與周圍棲息地的植被儘可能類似的圖案，這又稱為簡單偽裝圖案(simple crypsis)。有些圖案則刻意加大黑白對比，如斑馬的黑白條紋，這對於匍伏的獅子而言易與天空混合產生錯覺。有些偽裝圖案雖然與周圍棲息地的植被儘可能類似，但在圖塊的邊界上卻又誇大其亮暗的對比，如某些青蛙、魚類，這從人類視覺系統來看似乎不是很好的偽裝，但是如果從它們的掠食者——蛇類——來看，蛇的視覺系統的確很難分辨出誇大亮暗對比的條紋與自然的陰影邊界〈Osorio 與 Srinivasan，1991〉。

從這些動物身上圖案的演化結果，我們可以獲得一個相當重要的教訓，即偽裝效果的好壞是由敵對方的視覺能力來決定，沒有任何一種偽裝效果在任何狀況下都適用。所以，如果有不同視覺系統的敵人，就不可能有單一的標準來評量所有偽裝的效果。既然如此，偽裝的好壞當然是由人的視覺能力，及其發明的儀器偵測能力來決定了。

也正因為如此，早期為了保密，許多研究成果多不公開。但是隨著基礎視覺研究的長足進展，即便軍事偽裝這個議題極為敏感，偽裝的視覺原理也可從其他基礎視覺研究成果推論而得，使得軍事偽裝與反偽裝技術的探討已經不再那麼神秘，許多偵測偽裝效果的軟體運作原理也已經發表在大型學術會議、期刊〈例如 *Optical Engineering*〉與網站〈<http://SPIE.org>〉上，研究成果隨處可得。這些成果大部分是從視覺光學的角度切入，少部分是從視覺生理角度切入，更少人是由視覺心理角度切入。

視覺光學研究取向 (optical approach)

所謂視覺光學的角度乃著重各波長光線亮度訊息，在各種攝影底片中之分佈特性與視覺偵測、辨認關係的探討，如果偽裝目標與背景在光學訊息分佈上差異越小，則越不容易被偵測出來〈Copeland 與 Trivedi，2001，1998〉。例如，偽裝圖案與背景圖案之平均亮度差、偽裝圖案與背景圖案之影像亮度分佈的標準差一致性、偽裝圖案與背景交接之邊界對比強弱等等。這些光學特徵多是用比肉眼精密的儀器測量出來，例如光譜儀〈spectrophotometer〉、紅外線熱感應儀等，將其數位化之後，便可藉由電腦處理。

不過，光學特徵何其多，再快的電腦都不可能無限制納入全部特徵來進行運算，因此有許多研究者致力於建立，在視覺偵測、辨認作業中較重要的光學特徵與被辨識率的統計相關模式（Copeland 與 Trivedi，2001；Nyberg 與 Bohman，2001；Birkemark，2001；Moorhead 與 Gilmore，2001）。因為 Julesz 已經證實影像之二級以上統計量的差異極不可能被人眼偵測

出來，所以這些重要的光學特徵主要仍是包括影像的一級統計量特性，如對比 (contrast)，還有二級統計量特性，如質地差別 (texture difference)、邊界強度 (boundary strength) 等等。也有研究者充分運用精密儀器所得數據，建立各類偽裝圖與自然景色之光學特徵資料庫，以找出最佳的區辨函數 (discrimination function) 之後，再將該函數應用在新案例上 (Song 與 Tang, 1997)。

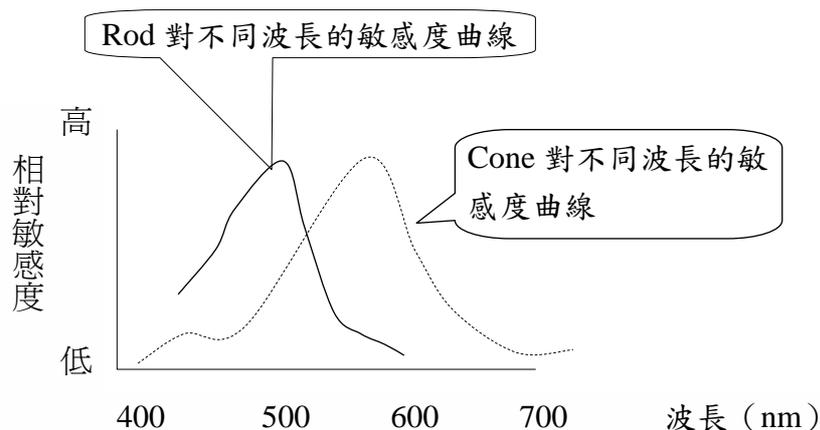
無論如何，以電腦計算光學特徵，企圖快速給出一個偽裝良窳的指標，雖可避免肉眼主觀判斷的錯誤，卻多只能適用於光學影像作離線 (off-line) 時的分析，對於戰場實地的、即時的 (on-line) 肉眼觀測而言就不一定適用，因為肉眼未必與攝影機、光譜儀等等感應器一樣，可以鉅細靡遺的紀錄下所有實景訊息。而且有的光學評估程式還需要操作員事先選定可疑的目標區之後，才能進行偽裝良窳的評估 (Birkemark, 2001)，這使得原本企圖藉由自動化系統客觀評估的理想大打折扣，因為它還是需要人眼預先篩檢出可疑目標。

雖然光學科技日新月異，使得視覺光學方面的議題不虞匱乏，但是光學取向有上述限制卻又不容置疑，所以我們還是得回歸到人眼視覺系統的限制上。畢竟，吾人的視覺系統極容易受周圍環境的影響而產生錯覺，因此利用這些視覺的弱點特性來進行偽裝，也是相當實用且必要的手段之一。

視覺生理研究取向 (physiological approach)

視覺生理的角度側重視神經生理的時空運作特性與極限 (limits) 或閾限 (threshold) 探討，當偽裝刺激的各項特徵接近生理極限或在生理極限範圍外，肉眼便很難偵測出來了。即便無法超出視覺極限，也可以使得視覺搜尋、偵測的時間拉長。

表一即列出可能被參考到的視覺生理特徵與閾限值。例如一般單眼空間解像力 (acuity) 最小要大於一個感光細胞的直徑，亦即 5 微米 (或換算為視角約等於 60 秒，1 度=60 分=3600 秒)，所以在 500 公尺外的士兵若要塗抹偽裝時，只要注意不露出超過 15 公分高的肢體，就不易被肉眼察覺肢體與背景的差异。又因為夜間人眼對於約 500nm 波長的光最敏感，對 650nm 以上波長的光最不敏感，如圖二所示。故將夜晚的照明改為暗灰白或偏紅燈光時，較不利於



圖二：錐細胞 (cone) 與桿細胞 (rod) 的光譜敏感度曲線。

高空的遠距離偵查，也較能發揮偽裝功能 (Hibben & Reid, 1942)。白天則以自然環境的顏

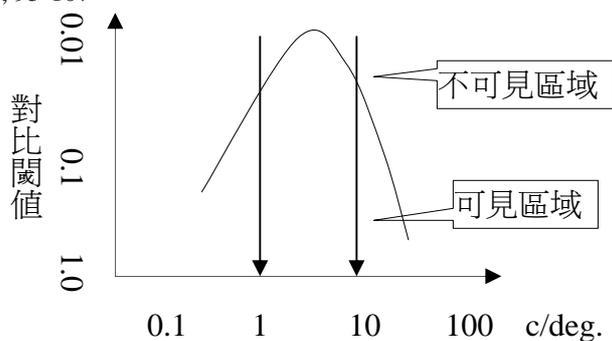
色塗抹，將建築物整體依據背景隨機切割成許多色塊，破壞視覺完整性，以達到偽裝效果（Boring，1945）。

還有，現代視覺研究也發現，吾人的視覺系統是由許多平行運作的空間頻率過濾器（Spatial frequency channels）所組成（Campbell 與 Robson, 1968; De Valois 與 De Valois, 1988）。從網膜到初級視皮質部，每一個細胞都有它各自敏感的空間頻率與方位角（orientation）範圍，亦即特定空間頻率、特定方位的視覺刺激只能激發某些特定的細胞群與運作管道。其中，人眼對於空間頻率 1-10Hz（即每一度視角內有 1-10 次亮暗週期變化的景緻）範圍的亮度對比變化最敏感，如圖三所示，此時偽裝圖案的顏料亮暗對比就只需要在此一頻寬範圍，使其儘可能與周圍一致即可。例如對 500 公尺的觀察者而言，只要注意約 0.436 公尺到 4.36 公尺見方的色塊亮度對比訊息，更大或更小的色塊面積就不必太在意了，因為吾人的視覺系統對它們已接近無法查覺。

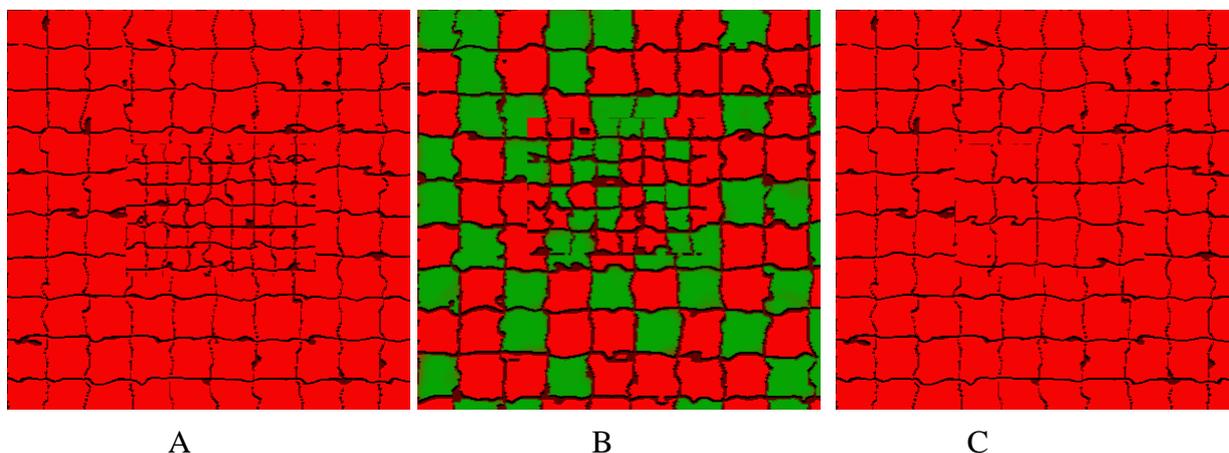
前述生理特徵多是建立在靜態呈現視覺訊息的情境下，所得出的一般結果。不過，再好的偽裝只要與背景相對動起來，運動速率超過視覺閾限，也可能會被偵測出來。但是，基礎視覺研究也顯示，吾人的眼球通常很不會追蹤動態目標（Murphy，1978），除非經過相當程度的練習，否則追蹤動態目標時的視覺敏銳度都相當差，無法區辨目標物的許多細節。所以在快速移動時，偽裝目標的細節（例如飛機機身）已經變得不重要了。

表一：常參考的視覺生理特徵或閾限值

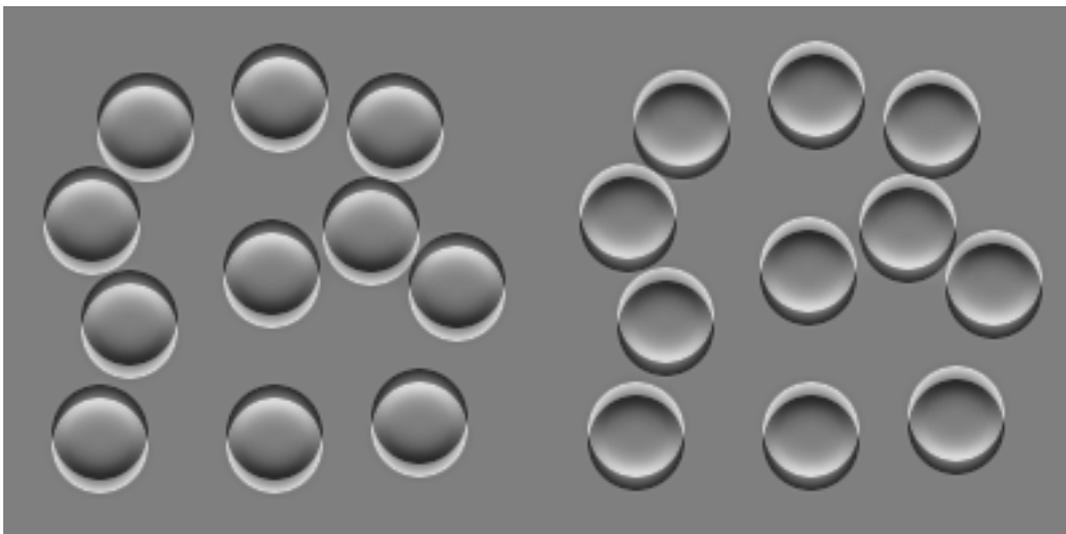
極限特徵	明視覺(白天)	暗視覺(夜晚)
參與反應的感光細胞	錐細胞	桿細胞
參與反應的感光物質	錐細胞色素	視紫紅素
色覺	三色色覺(會有許多異譜同色)	無色覺
對應視網膜區域	中央小窩附近	周圍
暗適應速率	快(約 10 分鐘內)	慢(約 30 分鐘左右)
空間區辨能力	高	低
反應速率	快	慢
敏感照明水準	$1 \cdot 10^7$ [ml]	$10^{-6} \cdot 1$ [ml]
空間接受域	小	大
最大光譜敏感波長	555 nm	505 nm
像差深度	2 秒	6 秒
空間解像力	60 秒	
最敏感的空間頻率範圍	1-10Hz	
單眼最大視野	150°	
雙眼重疊之最大視野	114°	



圖三：人類視覺系統對不同空間頻率圖形的對比敏感度曲線，又稱為 CSF (contrast sensitivity function)。對比閾值越低，表示敏感度越高，因此在 CSF 曲線下的範圍為視力可區辨的範圍，CSF 以上的區域則為不可區辨範圍。



圖六：在快速呈現的情境下，只有質地變化的 A 圖很容易就可認出中央方形區域與周圍不同。但是若隨機加入紅綠色彩，如 B 圖，則辨認出中央方形區域與周圍不同的難度便增加。若無色彩區隔也無質地差異，只有位移訊息如 C 圖，則認出中央方形區域與周圍不同的難度也與 B 圖相當。



圖四：不同打光方向所造成的陰影不同，導致不同的凹凸深度感，顯示日常經驗對視知覺結果的影響。(這是以 Photoshop 的不同角度的浮雕效果繪製而成，其中左右兩張圖的打光方式正好上下顛倒，不信的話，你可以把本圖翻轉 180 度觀察便知。)



圖五：達利的畫。是不是看到一個橫躺著的人臉？還是三個人席地而坐，觀望遠山的樹叢？注意，此時你的期望將影響視覺結果。

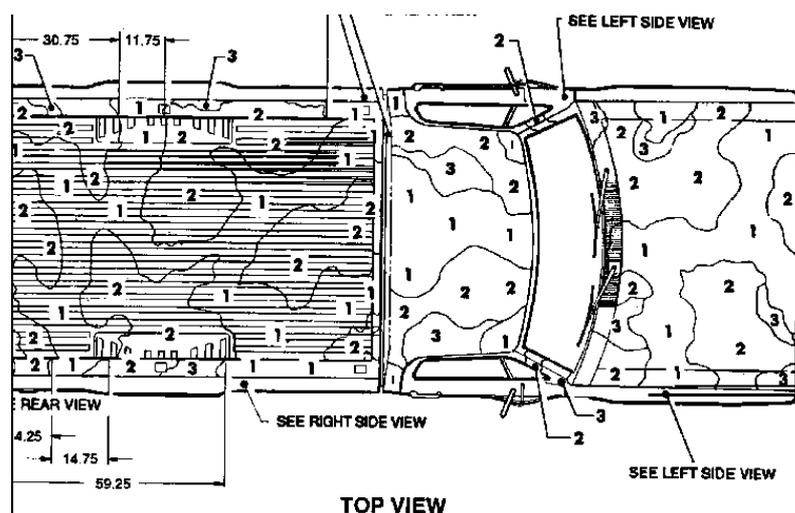
視覺心理研究取向 (psychological approach)

雖然視覺生理的極限有可能透過儀器 (如望遠鏡、紅外線感應等) 而拓寬, 但是視覺訊息進入人腦後的處理, 卻受限於該偵測者的經驗、記憶、注意力、期望、策略、決策過程與周圍脈絡等心理因素影響, 所以偽裝的手段還可以透過視覺心理的途徑更精緻化, 以欺騙敵方。所謂視覺心理的途徑乃著重視覺經驗、記憶、注意力、期望、決策過程與周圍脈絡對視覺偵測、搜尋與辨識影響的探討。

例如從人類視覺經驗而言, 日常生活中凸的物體總是受由上而下的照明, 使得陰影總是在下, 因此對於由上打光, 陰影在下時, 易被認為是凸出的物體表面, 反之, 就會被看成是凹的, 如圖四所示。圖五則是畫家達利 (Dali) 以巧妙手法組合各類視覺經驗的例子, 能應用這些視覺經驗在欲偽裝的凸形軍事裝備, 使其誤認為凹的物體, 便是相當好的偽裝了。

又心理學家發現, 在注意力未介入前, 吾人的視覺系統對於色彩、形狀、亮度等屬性訊息的處理幾乎是獨立的 (Treisman & Gelade, 1980), 而且一次只能依據一項屬性作知覺區分 (perceptual segregation), 其中, 依據色彩屬性作視覺影像區隔的歷程又比依據質地屬性的知覺區分更優勢 (如圖六所示), 所以在驚鴻一瞥的視覺情境下, 優先考慮使用斑駁色彩以打破形狀區隔的偽裝效果就會更為顯著 (Morgan, Adam 與 Mollon, 1992)。

不過, 找尋偽裝士兵的視覺搜尋作業, 通常是一項需要相當多注意力的工作, 而不是不需注意力的自動化歷程。不論偵查員有無經驗, 搜尋時間總是隨著難度上升而拉長, 因為它需要注意力來整合出人體特徵 (King, Stanley 與 Burrows, 1984)。此時, 要偽裝的部分就是重要的物體特徵, 而不是一般光學特徵了, 例如人的頭、帽子、長槍管等等。依據 Nyberg 與 Bohman (2001) 對人造設備 (man-made machine) 與自然景象的質地分析可知, 自然物體幾乎沒有水平與垂直等方位的直線或邊界, 反之, 人造物則充滿水平、垂直線條。因此, 對於諸如戰車、槍砲管等等人造設備而言, 最需要偽裝的部分便是直線條部份。所以, 美軍的裝備偽裝準則中一定強調, 偽裝圖案紋路絕對避免直線條紋, 如圖七所示。



圖七：左圖採自 www.olive-drab.com 網頁的例圖, 圖中的數字表示顏色編號, 注意圖中並沒有明顯可見的垂直、水平或直線條紋。

除了直線紋路、亮暗對比訊息需要偽裝之外, 依據心理學家對視線掃描軌跡的研究還告訴我們, 影像中的「語意訊息」(semantic information) 也很重要。當影像中出現語意訊息不一致的物體時, 剛開始可能較難找到, 不過一旦找到便會引來更多的注視, 反之, 當影像中出現語意訊息一致的物體, 雖然視線很容易落到該物體上, 但也很容易只看一眼就移開而忽

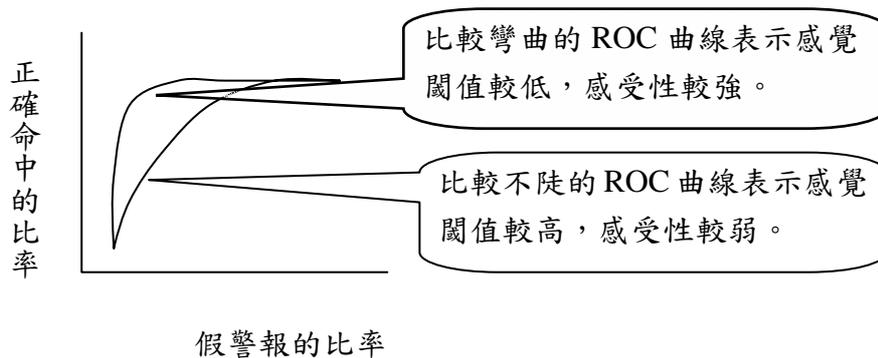
略了它 (Henderson 等人, 1999)。例如我們會預期在廚房流理台上應該放有果汁機, 此時若真的有果汁機而且也正好要尋找它, 視線很快便會落到流理台上, 快速找到它, 而不會先去看牆壁的壁掛或廚房角落, 這就是語意訊息一致的物體所造成的效果。反之, 流理台同一位置放著與果汁機相同大小的壁畫或鞋子, 這將造成語意訊息不一致, 從而使得搜尋初期找到鞋子或壁畫的起始搜尋時間顯著拉長。同樣的道理應用在戰場上, 我們會預期深林中藏有單兵, 卻不會預期在樹林中藏有坦克, 所以, 如果真的在樹林中藏了一部偽裝的坦克, 在搜尋初期將比單兵更難被發覺。

心理學研究還指出, 任何一項視覺偵測作業的進行, 不只受到視覺感官閾限的影響, 也受其他諸如反應偏好、獎懲程度、期望、猜測、熟練度等等, 非感官因素的影響。例如, 當偵測者正確命中〈hit〉時, 若有很高的獎勵, 則將相對提高該偵測者的假警報〈false alarm〉次數。反之, 當偵測員產生假警報時, 有很嚴厲的處罰, 雖然會增加正確拒絕率, 但也勢必提高該偵測者的遺漏〈loss〉次數, 如表二所示。信號偵測理論〈signal detection theory〉的實驗典範即能藉著「反應者操作特徵曲線」〈receiver operating characteristic curve, 簡稱 ROC 曲線〉, 幫助對這一類非感覺因素進行抽離, 而挑選出較幹練、不受非感覺因素影響的偵查員。

表二：顯示信號偵測理論所描述的一項事實，即正確命中率提高，假警報也會升高，因為偵測者偏向回答「有目標」所致。

	有偽裝目標	無偽裝目標
偵測者回答有目標的反應	正確命中	假警報
偵測者回答無目標的反應	遺漏	正確拒絕

所謂 ROC 曲線即偵測者在不同非感覺因素的操弄情境下, 進行偵測作業所表現出來的假警報反應比率與正確命中反應率之關係圖, 如圖八所示。透過 ROC 曲線彎曲度指標 (簡稱為 d') 的計算, 可以發現有些偵查員的感受性較強、閾值較低、ROC 曲線彎曲度較大, 亦即 d' 較大, 這就表示他比較不受非視覺感官因素影響, 也是比較好的偵查員。



圖八：ROC 曲線圖例，幫助找尋好的反偽裝偵查員。

綜合前述，偽裝與反偽裝的爭鬥是無止境的，要做出最好的偽裝效果，主要關鍵仍在於了解人類視覺系統的運作方式，這包括光學、生理與心理三個互補的層面，亦即要做出最好的偽裝必須同時在這三方面下工夫，進行跨領域研究的結合。不過，前面所敘述的只是原理原則，要將這些運作原則實際應用出來，則需要廣泛蒐集待偽裝目標周圍的時空環境參數，包括地形、氣候、植被、景色、目標物本身形狀，甚至是敵方偵測員與偵測設備等等情報訊息，透過上述三個層次分別建立判準〈criterion〉，以多重角度、多重判準同時來評估整個偽裝的效果。

因此，未來我軍可以著力之處概可從以下三方面資料庫的建立著手

1. 建立本土化的光學特徵資料庫：亦即有系統針對我方或敵方待偽裝目標區，進行各種光學特徵資料庫的建檔工作。這些資料庫中的資料不只包括衛星、高空與地面等等不同觀測距離，還要考慮氣候、人文特徵等等。具備這類資料庫之後，方能建立光學特徵方面的偵測判準。

2. 重新建立偵查員或一般軍人的視覺生理特徵與極限測量資料：因為前述許多基礎生理閾限的研究多是在理想的、單純的實驗刺激情境下測得的，而不是在實景或接近實景之視覺刺激環境下獲得資料。具備這類資料庫之後，方能建立比較務實的視覺生理判準。

3. 透過心理物理實驗〈Psychophysical experiment〉方法，建立各種實戰情境下的視覺搜尋、偵測特徵資料庫：具備這類資料庫之後，方能得知視覺經驗、視覺記憶、注意力、期望、決策過程與周圍脈絡對偵測、搜尋與辨識的影響，以輔助建立視覺心理運作方面的判準。

參考文獻

- Birkemark, C.M.(2001). CAMEVA, a methodology for estimation of target detectability. *Optical Engineering*, 40(9), 1835-1843.
- Boring, E. G. (Ed).(1945). *Psychology for the Armed Services*. Washington, D. C.: Infantry Journal. (1945). xvii, 533pp.
- Boring, E. G. (1942). *The Psychology of Perception: Its Importance in the War Effort*. *American Journal of Psychology*. 55, 423-435.
- Campbell,F.W., & Robson,J.G.(1968).Application of Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-566.
- Cooke,K.J., Stanley,P.A., & Hinton,J.L.(1995). The ORACLE approach to target acquisition and search modelling. In *Vision Models for Target Detection and Recognition*, Peli,E. Ed., pp.135-171, World Scientific, Singapore.
- Copeland,A.C., & Trivedi,M.M.(1998). Signature strength metrics for camouflaged targets corresponding to human perceptual cues. *Optical Engineering*, 37(02), 582-591.
- Copeland,A.C., & Trivedi,M.M.(2001). Computational models for search and discrimination. *Optical Engineering*, 40(09), 1885-1895.
- Cott, H.B.(1940). *Adaptive coloration in animals*. London: Methuen.
- Davson, H.(1990). *Physiology of the human eye*. London: Macmillan.
- De Valois, R. L., & De Valois, K. K.(1988). *Spatial vision*.
- Henderson, J. M. & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*., 50, 243-271.
- Hibben, S. G. Reid, K. M. (1942). Comments on blackouts. *Illuminating Engineering, Including Transactions of the Illuminating Engineering Society*. New York. 37 1942, 210-216.
- Holzman, Philip S.(2000). Eye movements and the search for the essence of schizophrenia. *Brain Research Reviews*. Vol 31(2-3) Mar 2000, 350-356.
- King, M.G., Stanley, G.V., & Burrows, G.D.(1984). Visual search processes in camouflage detection. *Human Factors*, 26(2), 223-234.
- Klein, R.M.(2000). Inhibition of Return. *Trends Cogn Sci*, 4, 138-137.
- Klein, R.M., Maclnnes W.J.(1999). Inhibition of Return is a foraging facilitator in visual search. *Psychol Sci*, 10, 346-352.
- Li, H-C. O., & Kingdom, F.A.A. (1998). Does segregation by colour/luminance facilitate the detection of structure-from-motion in noise? *Perception*, 27, 769-784.
- Loewenfeld,I.E.(1993). *The Pupil: anatomy, physiology, and clinical application*. Ames: Iowa State University Press.
- Meitzler, T.J., Singh, H., Arefeh, L., Sohn, E., & Gerhart, G.R.(1998). Predicting the probability of target detection in static infrared and visual scenes using the fuzzy logic approach. *Optical Engineering*, 37(1), 10-17.
- Moorhead,I.R., Gilmore,M.A., (2001). CAMEO-SIM: a physics-based broadband scene simulation tool for assessment of camouflage, concealment, and deception methodologies. *Optical Engineering*, 40(9), 1896-1905.

- Mueller, P. U., Cavegn, D., d'Ydewalle, G., & Groner, R.(1993). A comparison of a new limbus tracker, corneal reflection technique, Purkinje eye tracking and electro-oculography. d'Ydewalle, Gery (Ed); Van Rensbergen, Johan (Ed). (1993). Perception and cognition: Advances in eye movement research. Studies in visual information processing, Vol. 4. (pp. 393-401). Amsterdam, Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers. xvi, 420pp.
- Murphy, B.J. (1978). Pattern thresholds for moving and stationary gratings during smooth eye movement. *Vision Research*, 18, 521-530.
- Noton,D., & Stark,L.(1971). Scanpaths in eye movements during pattern perception. *Science*, 171(3968), 308-311.
- Nyberg,S., & Bohman,L.(2001). Assessing camouflage methods using textural features. *Optical Engineering*, 40(9), 1869-1876.
- Osorio,D., & Srinivasan,M.V.(1991). Camouflage by edge enhancement in animal coloration patterns and its implications for visual mechanisms. *Proceedings: Biological Sciences*, 244(1310), 81-85.
- Pickering, M. J., Traxler, M. J., & Crocker, M. W.(2000). Ambiguity resolution in sentence processing: Evidence against frequency-based accounts. *Journal of Memory & Language*. Vol 43(3) Oct 2000, 447-475.
- Pieters, R., Rosbergen, E., & Wedel, M.(1999). Visual attention to repeated print advertising: A test of scanpath theory. *Journal of Marketing Research*. Vol 36(4) Nov 1999, 424-438.
- Poulton,E.C., & Edwards,R.S.(1977). Perceptual load in searching for sloping colored lines camouflaged by colored background: A separate-groups investigation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 136-150.
- Poulton,E.C., & Edwards,R.S.(1980). Search for noisy coloured tracks camouflaged by noisy coloured backgrounds. *Ergonomics*, 23(3), 247-261.
- Poulton,E.C., & Edwards,R.S.(1980). Search for noisy tracks camouflaged by noisy backgrounds in colour or black and white. *Ergonomics*, 23(3), 277-293.
- Song,G., & Tang,S.(1997). Method for spectral pattern recognition of color camouflage. *Optical Engineering*, 36(6), 1779-1781.
- Schneider,B., & Moraglia, G.(1994). Binocular vision enhances target detection by filtering the background. *Perception*, 23, 1267-1286.
- Steinbach, M. J. & Held, R.(1968). Eye tracking of observer-generated target movements. *Science*. 161(3837), 187-188.
- Technical Bulletin: color, marking, and camouflage patterns used on military equipment. Manage by USATROSCOM (1975), Washington, D.C., TB 43-0147.
- Thayer,A.H.(1918). Camouflage. *Scientific Monthly*, 7(6), 481-494.
- Toet, A., Bijl, P., & Valeton, J.M. (2000). Test of three visual search and detection models. *Optical Engineering*, 39(5), 1344-1353.
- Waldman,G., Wootton,J., & Hobson,G.(1991). Visual detection with search: an empirical model. *IEEE Transation System Man Cybernatic*, SMC-21(3), 596-606.