

眼動儀於瞳孔測謊之初探

黃孟隆^{1*}、唐大崙²、李執中³、林故廷⁴

¹ 刑事警察局鑑識科測謊組巡官

中央警察大學刑事所研究生

² 中國文化大學大眾傳播系助理教授

³ 中央警察大學刑事系副教授

⁴ 刑事警察局鑑識科測謊組組長

E-mail: *menglung@email.cib.gov.tw; Tel: 02-27666729 ext. 3098

摘要

早期人類對於影響瞳孔變化的因素僅只於外界的物理亮度，直到 1960 年代，科學家經由實驗發現，害怕、喜好、興奮與心智活動…等因素皆會反應於瞳孔的變化。科學家開始思考如何將其運用在謊言的偵測上，Dionisio 等人 (2001) 所做的模擬實驗，利用測量瞳孔變化的方法來偵測說謊與否，結果發現在 24 位的受測者中，有 92% 受測者的瞳孔在說謊話時顯著比說實話的時候放得更大。因為說謊話比說實話需要更多關於實情的記憶負荷，驗證了說謊時認知的運作負荷，確實反應於瞳孔的變化上。

本次實驗著重於將瞳孔變化運用在測謊技術的卡片測試 (Card Test) 上，嘗試以視覺刺激呈現數字，來取代傳統聽覺刺激方式。依據實驗結果顯示，受測者在螢幕上看到所寫數字，而卻「說謊」時，會產生認知上的衝突，進而引發瞳孔產生放大現象。而此結果也說明了瞳孔測量運用於測謊的可行性。

關鍵字：眼動儀、測謊、瞳孔

前言

最早提出心智的運作負荷 (processing load) 與瞳孔變化有關的學者是芝加哥大學的心理學教授 Hess，Hess 要求受測者作心算題目，發現了瞳孔的直徑變化率幾乎是隨著答案數值增加而增加，推論出心智的運作負荷與瞳孔變化關係，後來 Peavler (1974) 是以每秒唸出一個個位數字的方式，要求受測者記憶 5 位、9 位和 13 位數字串，相較於只聽字串但不記的作業方式，結果亦發現了較複雜的記憶作業確實引發瞳孔放大現象。另外，在瞳孔測謊研究上，Heilveil (1976) 曾針對受測者的

個人背景問題作測謊，研究發現受測者在說謊時比說實話時瞳孔反應放大。此發現也為瞳孔反應在 CQT (控制問題測試) 測謊技術中的應用提供了有力的佐證。另外 Bradley 和 Janisse (1979; Janisse 和 Bradley, 1980) 也研究發現不管於 CQT (控制問題測試) 或 GKT (罪感問題測試) 中，在說謊受測者的瞳孔直徑皆會有放大傾向。特別是在 GKT 中，作者發現即便受測者試著去避免被察覺或言語回答，但對有關犯罪相關訊息，受測者之瞳孔還是會產生顯著放大的現象，而這個發現在 Lubow and Fein (1996) 的研究中再度獲得證

實，該研究也是針對瞳孔變化在 GKT 測謊的反應，是讓受測者分別觀看存在犯罪現場之物 (target stimuli) 及非存在犯罪現場之物 (control stimuli)，發現有罪組的受測者在觀看犯罪現場之物時之瞳孔會比觀看非存在犯罪現場之物來得大。這些研究的發現，無非提供了瞳孔測量運用於測謊上強而有利的證明。

傳統測謊技術多以呼吸、皮膚電阻(GSR)及血壓作為測量工具，進來在多次測試當中有發現漸為嫌犯以抗制措施(countermeasure)干擾，其中以呼吸最為普遍，因為呼吸較易被受測者所改變，因此，研究自律神經系統所控制的生理現象，進而運用於測謊領域，實是未來測謊發展的方向，本實驗即是針對自律神經所控制的瞳孔變化與測謊關係所進行的研究，以最基礎的卡片測試作探討，希望將來能將瞳孔測量使用於 GKT 測試並於國內推廣應用。

研究方法

- 一、刺激材料：以 PhotoShop 製作了 1 到 6 的數字圖檔，並以各數字圖檔為基礎，透過程式，製作相對應之等亮度圖檔，每個圖檔佔據約 4 度視角 (130x130 像素)，每張數字圖亮度約 7 cd/m²。
- 二、環境設備：受測者在幾近於暗室的黑色圍幕中進行實驗，光源全部關閉下，螢幕呈現指導語圖片的亮度約為 0.51 cd/m²，而當螢幕呈現全黑(中心有十字標記)時，亮度約為 0.39 cd/m²。使用 SR Research 公司的 EyeLink II 在 250Hz 抽樣頻率，單獨偵測右眼的模式下測量瞳孔面積值，單位為 pixels。
- 三、操弄變項：由螢幕分別於不同時間隨機顯示出 0 至 6 等單一數字的刺激圖。
- 四、依變項：每個刺激圖呈現之後，4 秒內的瞳孔面積值。
- 五、受測者：警察大學研究生主動參與本實

驗。

六、實驗程序：

實驗進行前一小時，先將電腦螢幕開機，使其光源趨於穩定，請受測者進入測謊室內(暗室)，由實驗者詢問受測者生理狀況、有無眼睛疾病等問題並作紀錄，並告知受測者這是個測謊實驗，之後要求受測者在 1 至 6 等數字任選一個寫在空白紙上，且藏起來不要讓實驗者知道填寫何數字，歷時約 5 至 10 分鐘，同時讓受測者適應暗室環境。之後請受測者坐於離 21 吋 CRT 螢幕前約 60 公分處，螢幕中心與受測者約成一直線，以確保目標刺激具有最佳的視覺效果。然後為受測者戴妥眼動儀頭套，並調整右眼的微攝影機，使電腦能抓取到最清晰之瞳孔大小值。

告知受測者待會實驗要測試的問題是「你寫下的是這個數字嗎？」，然後開始進行實驗，首先出現是指導語圖檔，內容為：「歡迎參加測謊實驗，本實驗操作注意事項如下。一、本實驗共有三次測試，每次測試隨機接續出現六個數字，請注意看圖片，並請圖片出現過程中不要眨眼。二、在數字出現時，不論是不是你寫的數字，請你立刻回答我“不是”。三、待每個數字圖片消失時(螢幕呈現全黑)，你可以閉上眼睛休息，等準備好時，再將滑鼠指標移至中心十字位置，便會開始下一個數字圖。」

等受測者閱讀完畢指導語後，按下開始，首先出現的是第一個隨機數字的等亮度圖，歷時 2 秒鐘，主要是讓受測者瞳孔適應由黑轉亮的改變，並吸收瞳孔對於光線突然改變而形成的干擾反應。緊接著才是出現第一個隨機數字，歷時 4 秒鐘，之後螢幕呈現全黑，中心有十字標記，受測者若覺眼睛疲累可閉眼休息，待休息畢，再將滑鼠指標移至中心十字位置，開始下張圖程序，直到六張數字圖各顯示一次完

畢後，第一次測試結束並將數據資料存檔，然後再依上述步驟，進行第二次及第三次測試。每次測試分為六個系列，每系列包含一個等亮度圖呈現二秒(即 500 個取樣點)及數字圖呈現四秒(即 1000 個取樣點)。

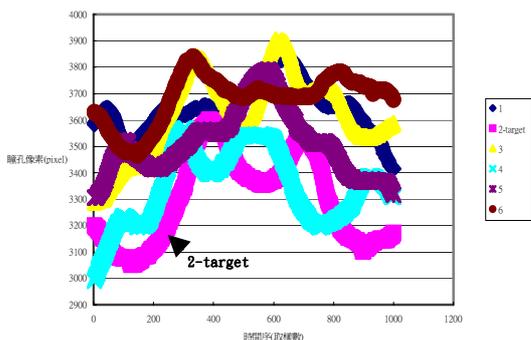
待完成三次測試後，進行測後晤談，請受測者拿出所寫的數字紙張(本次受測者所抽為數字 2)，實驗者紀錄下數字，並詢問受測者測試過程之心理、生理狀態，整個實驗程序有無待改進之處，以作為將來進一步瞳孔測謊程序之修正。

結果與討論

本次實驗每張數字圖前的等亮度圖係作為吸收瞳孔對於光線突然改變而形成的干擾反應，且使瞳孔適應等亮度圖之亮度，以便讓受測者觀看數字圖時，得到最穩定的瞳孔變化數值。因此，觀看等亮度圖之瞳孔變化數值不列入分析，而以數字圖的瞳孔變化分析為重點，每次測試有六系列，將每個系列中數字圖的取樣點作數值分析，並以數字圖呈現時間為橫軸，以瞳孔大小(即 pixel 值)為縱軸，可得到一張包含六個數字的比較分析圖，再分別取前 300 筆、前 500 筆(二秒)及 1000 筆(四秒)之瞳孔最大值與最小值差值作比較。並依此分析方法進行第二次及第三次之數據分析，所得如下：

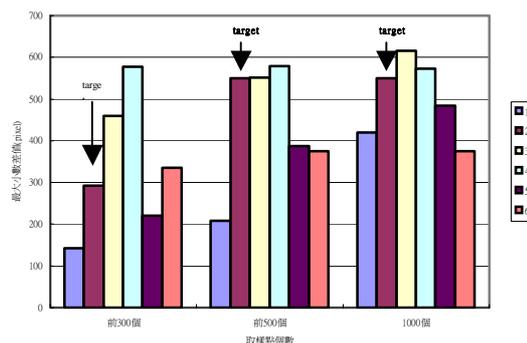
第一次測試結果：

圖一-各數字瞳孔大小



表一			
	數字 1	數字 2	數字 3
前 300 個最大值	3645	3344	3748
前 500 個最大數	3710	3601	3840
1000 個最大數	3835	3601	3905
前 300 個最小值	3502	3051	3289
前 500 個最小值	3502	3051	3289
1000 個最小值	3415	3051	3289
前 300 個差值	143	293	459
前 500 個差值	208	550	551
1000 個差值	420	550	616
	數字 4	數字 5	數字 6
前 300 個最大值	3566	3525	3800
前 500 個最大數	3568	3693	3841
1000 個最大數	3568	3790	3841
前 300 個最小值	2989	3305	3465
前 500 個最小值	2989	3305	3465
1000 個最小值	2995	3306	3465
前 300 個差值	577	220	335
前 500 個差值	579	388	376
1000 個差值	573	484	376

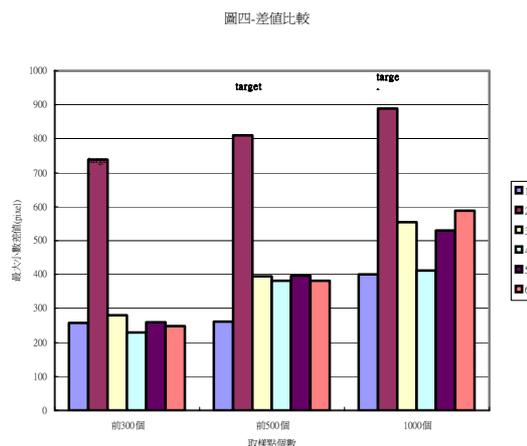
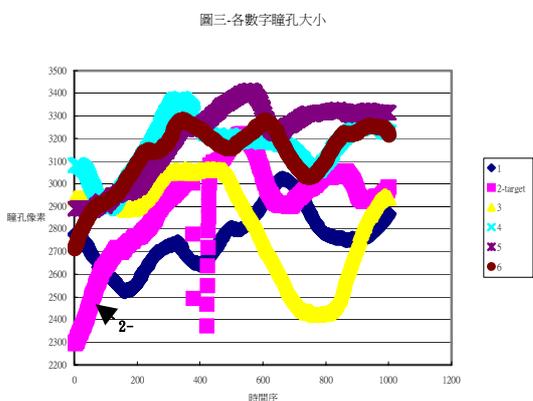
圖二-差值比較



由圖一初步分析，可發現數字 2、3、4 在 1000 筆數據中(即呈現的四秒鐘)，皆有較巨大變化，為求更精確找到其變化區間和規則，再取各數字呈現時的前 300 個、前 500 個及 1000 個瞳孔數值之最大值、最小值及兩者差值整理如表一，再將表一差值整理成圖二之差值比較圖。

而分析圖二發現，前 300 個數據中，數字 2 為第三大值，但在前 500 個中，數字 2 與數字 3 並列第二，在 1000 個中，數字 2 與數字 4 也近於第二，且都和最大值非常接近。

第二次測試結果：

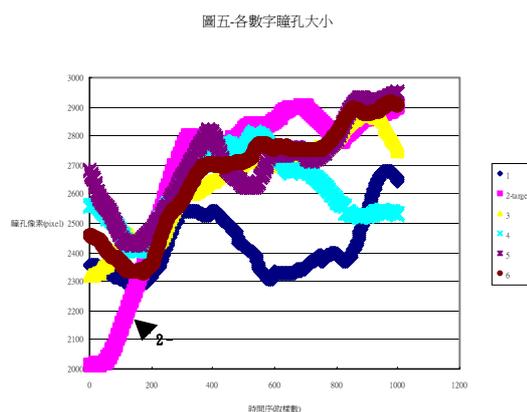


由圖三初步分析，可發現數字 2 在 1000 筆數據中(即呈現的四秒鐘)，是六個數字中最大變化的。另外，取各數字呈現時的前 300 個、前 500 個及 1000 個瞳孔數值(已刪除掉眨眼等干擾數據)之最大值、最小值及兩者差值整理如表二，再將表二差值整理成圖四之差值比較圖。

而由分析圖四發現，無論是前 300 個、前 500 個，或 1000 個中，數字 2 都是最大值，且與其他數值差距接近一倍，而其他數值間顯然並無太大差距。

第三次測試結果：

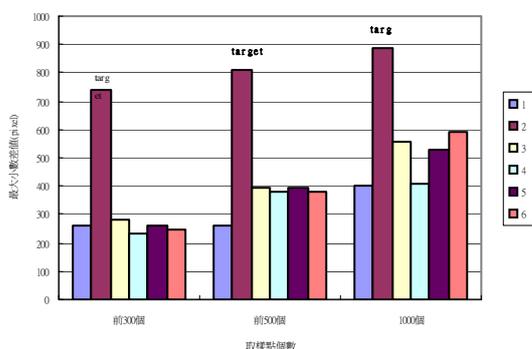
	數字 1	數字 2	數字 3
前 300 個最大值	2777	2935	3055
前 500 個最大數	2806	3179	3067
1000 個最大數	3024	3222	3067
前 300 個最小值	2525	2294	2884
前 500 個最小值	2525	2294	2884
1000 個最小值	2525	2296	2420
前 300 個差值	252	641	171
前 500 個差值	281	885	183
1000 個差值	499	926	647
	數字 4	數字 5	數字 6
前 300 個最大值	3329	3163	3192
前 500 個最大數	3377	3371	3283
1000 個最大數	3377	3413	3283
前 300 個最小值	2890	2882	2713
前 500 個最小值	2890	2882	2713
1000 個最小值	2890	2882	2724
前 300 個差值	439	281	479
前 500 個差值	487	489	570
1000 個差值	487	531	559



	數字 1	數字 2	數字 3
前 300 個最大值	2539	2750	2600
前 500 個最大數	2543	2822	2713
1000 個最大數	2681	2905	2874

前 300 個最小值	2281	2011	2319
前 500 個最小值	2281	2011	2319
1000 個最小值	2281	2015	2319
前 300 個差值	258	739	281
前 500 個差值	262	811	394
1000 個差值	400	890	555
	數字 4	數字 5	數字 6
前 300 個最大值	2630	2683	2578
前 500 個最大數	2782	2820	2711
1000 個最大數	2812	2953	2918
前 300 個最小值	2401	2423	2329
前 500 個最小值	2401	2423	2329
1000 個最小值	2401	2423	2329
前 300 個差值	229	260	249
前 500 個差值	381	397	382
1000 個差值	411	530	589

圖六-差值比較



由圖五初步分析，數字 2 在 1000 筆數據中亦是六個數字裏面變化最大的，再取各數字呈現時的前 300 個、前 500 個及 1000 個瞳孔數值之最大值、最小值及兩者差值整理如表三，再將表三差值整理成圖六之差值比較圖。

而由分析圖六發現，無論是前 300 個、前 500 個，或 1000 個中，數字 2 也都是最大值，跟實驗二非常相似，該值也與其他數值差距接近一倍，而其他數值間顯然也無太大差距。

依據美國測謊協會所採用之緊張高點法規則，只要三次反應中，有二次以上反應具一致性，則可視為有穩定反應。而綜觀三次測試

結果，若取前 500 個數據或 1000 個數據來分析，採用最大最小值差值來看，除了第一次測試，數字 2 的反應為 6 個數字中的第二大值外，且與最大值甚為接近。另外二次測試中，數字 2 的反應皆為 6 個數字中的最大值，且大於第二大值近一倍。由此結果，似可推知此次測試中，受測者對於所寫數字 2 的「說謊」反應確實在瞳孔變化上有顯著放大現象，這與本實驗的假設一致，也跟國外許多瞳孔測謊實驗結果吻合。

另外，就三次測試而言，似乎以前 500 個數值（即 2 秒）最能反應出數字 2 與其他數字的差異，推論原因應是前 300 個數據時，瞳孔尚在調適階段，還未能及時反應出對數字的說謊反應，而後慢慢反應增強至 2 秒時幾乎達到最大，之後再反應減弱。因此，根據本實驗數據顯示，未來測量瞳孔測謊反應似可著重刺激固片呈現前二秒鐘的分析。

此外，在數字圖的亮度皆控制在約 7 cd/m² 情形下，數字 2 圖片出現時的亮度仍偏低，一種可能情形是每張數字圖的亮度還未調控到最接近，另一可能性也許是等亮度圖只是就數字圖的像素點隨機打亂，而瞳孔在距離螢幕六十公分情形下，是否會隨像素點的隨機變動而影響接受亮度，是值得探討的。除此，是否也可能是之前的等亮度圖出現時，瞳孔尚未於前 2 秒回復到基線(baseline)，而數字圖便出現了，導致出現時瞳孔值偏低，這種種推測都倚賴後續實驗來驗證。

本實驗因為樣本較少，僅能先就目前掌握的數據，提出些許現象，未來還需再增加樣本數，提供更強而有力的證據。

結論

到底人說謊時，是純粹由情緒造成反應，或者如國外部分文獻所稱係由說謊時認知的運作負荷增加，造成瞳孔放大，亦或兩者皆同時存在呢？目前尚在研究中，然這些理論的

探討並非本文所強調。本實驗主要嘗試將眼動儀應用於測謊領域作一初步探討，對於瞳孔測謊的可能性進行摸索。很幸運地，實驗的結果與當初假設-瞳孔在說謊時有放大現象吻合，也與國外的研究大致相同，也許在樣本數及實驗操控上尚有改進空間，不過，還是希望藉由本實驗能開啟國內研究測謊新技術的一道門。

參考文獻

- [1]唐大崙、侯致名，瞳孔變化反應心智歷程的敏感度，「數位傳播-創新與發展」國際學術研討會，2004。
- [2]Beatty, J. (1982). Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological Bulletin*, 91, 276-292.
- [3]Goldwater, B. C. (1972). Psychological significance of pupillary movements. *Psychological Bulletin*, 77, 340-355.
- [4]Granholm, E., Asamow, R. F., Sarkin, A. 1., & Dykes, K. L. (1996). Pupillary responses index cognitive resource limitations. *Psychophysiology*, 33, 457-461.
- [5]Ahem, S. K., & Beatty, J. (1979). Physiological signs of information processing vary with intelligence. *Science*, 205, 1289-1292.
- [6]Wright, P. & Kahneman, D. (1971). Evidence for alternative strategies of sentence retention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23, 197-213.
- [7]Hakerem, G., & Sutton, S. (1966). Pupillary response at visual threshold. *Nature*, 212, 485-486.
- [8]Berrien, F. K., & Huntington, G. H. (1942). An exploratory study of pupillary responses during deception. *Journal of Experimental Psychology*, 32, 443-449.
- [9]Heilveil, I. (1976). Deception and pupil size. *Journal of Clinical Psychology*, 32, 675-676.
- [10]Bradley, b1. T., & Janisse, M. P (1979). Pupil size and lie detection: The effect of certainty on detection. *Psychology, A Quarterly Journal of Human Behavior*, 16, 33-39.
- [11]Janisse, M. P., & Bradley, M. T. (1980). Deception, information, and the pupillary response. *Perceptual and Motor Skills*, 50, 748-750.
- [12]Lubow, R. E., & Fein, D.(1996). Pupillary size in response to a visual guilty knowledge test: New technique for the detection of deception. *Journal of Experimental Psychology*, 2, 164-177.
- [13]Dionisio, D. P., Granholm, E., Hillix, W. A., & Perrine, W. F.(2001). Differentiation of deception using pupillary responses as an index of cognitive processing. *Psychophysiology*, 38(2), 205-211.
- 1.請繼續找受試者 再多做幾次，以計算 false alarm rate 與 hit rate
 - 2.圖表的標示文字不清
 - 3.引用文獻的方式錯誤