

include 250Hz, 1000Hz and 4000Hz, three different frequency of pure tone. Visual signals include red, yellow and green light colors. The control switches label "low", "middle" and "high" to control 250Hz, 1000Hz and 4000Hz three auditory signals, label "red", "yellow" and "green" to control red, yellow and green three visual signals. The testee put his or her hand on the start-point switch before tested. When this signal is shown, the testee's hand departs from the start-point switch, the period of time is reaction time. After the hand leaves the start-point switch for control switch and operates it, the period of time is movement time. These two period of times can be measured by using computer. The reaction time plus movement time makes response time.

The tests of different auditory/visual signals to control switches would be undertaken. To compare the differences between auditory and visual signals to reaction time, movement time and operation error rate. The analysis of the spatial compatibility between signal and control switch device would also be done in this study. 25 male and 25 female college students in 18-25 years old would be tested in this study. Also compare the differences among reaction time, movement time and operation error rate.

Keywords : sound, light, reaction time, movement time, response time, error rate

二、緣由與目的

意外事故的發生除導因於不安全的行為或不安全的狀況之外，亦與個人因素有極密切的關係，如：危害的警覺性對危害的評估、控制均有關係，另外他能否避開危害或失誤的發生或減低其嚴重性，與個人肢體運動的速度、準確性和作用力有關，而這些也受到環境因素及機器設備之設計條件所影響。當操作員在操作機器設備，是否能發揮其正常的運動能力及動作正確與否為避免失誤發生之要件。此有賴良好

設計之機器設備，尤其控制開關之配置及信號傳遞之類型均有密切關係。

本研究以不同音頻及光色產生目的信號，受測者(操作者)接收信號後立即採取控制行動，並記錄反作用時間、動作時間及失誤率。反作用時間係指刺激出現時所做的特定反應所費的時間，刺激型態若僅有單一特定刺激稱單一反作用時間(simple reaction time；又稱單一反應時間)。若因應不同的刺激，必須在二種或多種可能反應間選擇稱為選擇反作用時間(choice reaction time；又稱選擇反應時間)。所謂動作時間(movement time)即完成反應歷程中的動作階段所需的時間。本研究所用之音頻信號以 250Hz、1000Hz 及 4000Hz(一般以 1000Hz 之聲音為基準音頻，比其低者為低頻音，比其高者為高頻音，低頻音取 250Hz，高頻音取 4000Hz 有較佳之鑑別率)。光色信號以紅、黃、綠三種顏色為光源(亦考慮鑑別率而採用此三種光色)。控制開關標以「低」、「中」、「高」，來控制 250Hz、1000Hz 及 4000Hz 之聲音信號，以「紅」、「黃」、「綠」控制紅、黃、綠三種光色信號，控制開關的配置分為水平及垂直兩種排列方式，分別進行單一、二個及三個聲音及光色信號之反作用時間、動作時間及操作失誤率測試。

本研究之目的乃在於探討聲音及光亮信號對人產生之刺激與反應的關係，以年齡 18 至 25 歲之男、女為研究對象，藉不同的聲、光刺激來探討其反應時間及失誤率的差異。本研究之結果將可作為信號傳遞之選擇及開關配置之參考。所開發之信號顯示模擬電腦軟體，做部分修正將可再做其他類似測試之應用。對於工作場所機器、設備控制開關之適當配置以減少意外事故之發生，將可提供實質的助益。

三、結果與討論

本研究結果如附表一、二，在此分為四個項目來討論，詳述如下：

(一)刺激型式不同對反應時間及失誤率之影響：

1. 單一信號時其反應時間聲音聽覺刺激比視覺刺激快。
2. 控制面板為水平二個排列(以 H2 表示)時，其反作用時間有顯著差異，而動作時間及反應時間則無顯著差異；失誤率平均則聽覺刺激較視覺刺激高。
3. 控制面板為垂直二個排列(以 V2 表示)時，反作用時間、動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則聽覺刺激較視覺刺激高。
4. 在控制面板為水平三個排列(以 H3 表示)時，其反作用時間與反應時間有顯著差異，而動作時間則無顯著差異；失誤率平均則聽覺刺激較視覺刺激高。
5. 在控制面板為垂直三個排列(以 V3 表示)時，其反作用時間有顯著差異，而動作時間及反應時間則無顯著差異；失誤率平均則聽覺刺激較視覺刺激高。
6. 動作時間在所有的面板情況下，不會受到刺激型的影響。
7. 失誤率平均是聽覺刺激比視覺刺激為高。

(二)控制按鈕的數量不同對反應時間及失誤率之影響：

1. 不論是聽覺刺激或視覺刺激其單一信號之反應時間比二個及三個信號之反應時間快。
2. 排列方式 H2 與 H3 在視覺刺激時，反作用時間、動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則 H3 較 H2 高。
3. 排列方式 V2 與 V3 在視覺刺激時，其反作用時間有顯著差異、而動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則 V3 較 V2 高。
4. 排列方式 H2 與 H3 在聽覺刺激時，反作用時間及反應時間有顯著差異，而動作時間則無顯著差異；失誤率平均則 H3 較 H2 高。
5. 排列方式 V2 與 V3 在聽覺刺激時，反作用時間及反應時間有顯著差異，而動作時間則無顯著差異；失

誤率平均則 V3 較 V2 高。

6. 動作時間在所有刺激型式情況下，不會受到控制按鈕數量的影響。
7. 視覺刺激中反作用時間 V2 比 V3 為快。
8. 聽覺刺激中反作用時間與反應時間 H2 比 H3 為快，V2 比 V3 為快。
9. 失誤率平均是在所有刺激型式下控制按鈕數量為三個皆比二個高。

(三)控制按鈕的排列方式不同對反應時間及失誤率之影響的測試結果：

1. 時間、動作時間及總反應時間無顯著差異；失誤率平均則 V2 較 H2 為高。
2. 排列方式 H3 與 V3 在視覺刺激時，反應時間、動作時間及總反應時間無顯著差異；失誤率平均則 V3 較 H3 為高。
3. 排列方式 H2 與 V2 在聽覺刺激時，反作用時間、動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則 H2 較 V2 為高。
4. 排列方式 H3 與 V3 在聽覺刺激時，反作用時間、動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則 H3 較 V3 為高。
5. 動作時間在所有刺激型式情況下，不會受到控制按鈕排列的影響。
6. 失誤率平均在視覺刺激中是垂直排列皆比水平排列為高；而在聽覺刺激中是水平排列皆比垂直排列為高。

(四)性別對反應時間及失誤率之影響：

1. 男性與女性在單一信號時，不論聽覺或聽覺刺激，反作用時間男生與女生無顯著差異，動作時間男生比女生快，亦即反應時間男生比女生快。
2. 男性與女性在視覺刺激排列方式為 H2 時，動作時間有顯著差異，而反作用時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則相同。

3. 男性與女性在視覺刺激排列方式為 V2 時，動作時間及反應時間有顯著差異，而反作用時間無顯著差異；失誤率平均則相同。
4. 男性與女性在視覺刺激排列方式為 H3 時，反作用時間、動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則女性較男性為高。
5. 男性與女性在視覺刺激排列方式為 V3 時，動作時間有顯著差異，反作用時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則男性較女性為高。
6. 男性與女性在聽覺刺激排列方式為 H2 時，動作時間有顯著差異，反作用時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則相同。
7. 男性與女性在聽覺刺激排列方式為 V2 時，動作時間有顯著差異，反作用時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則女性較男性為高。
8. 男性與女性在聽覺刺激排列方式為 H3 時，反作用時間、動作時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則男性較女性為高。
9. 男性與女性在聽覺刺激排列方式為 V3 時，動作時間有顯著差異，反作用時間及反應時間無顯著差異；失誤率平均則男性較女性為高。

四、計畫成果自評

本研究計畫成果創新之處為利用電腦程式及控制開關之特殊設計，能區分出反作用時間及動作時間並加以測定及紀錄，藉此可決定影響反應時間之關鍵所在，反應時間乃決定於反作用時間及動作時間，反作用時間受到刺激性質、強度及知覺判斷能力影響；動作時間受動作方向、強度及運動能力影響，因此這兩項時間之量測具有相當之意義。

此外對於控制開關之空間配置對聲、光信號有不同程度之影響，其結果可供控

制開關設計與信號種類之選用參考。

本研究亦探討前述測試條件下之失誤率，並比較男生、女生在各種測試條件下其反作用時間、動作時間及失誤率的差異。

成果自評：量測技術具創新性、研究結果可直接提供參考採用。

五、參考文獻等

- (1) Wickens, C.D., Engineering Psychology and Human Performance, Columbus, OH: Mirril (1984).
- (2) Schidtke, H., and Stier, F., Der aufbau komplexer bewegung Sablaufe aus elementary bewgungen Forschungsberichte des landes Norderhein Westfalen, 882(1960).
- (3) Fitts, P.M. and Seeger, C.M., S-R compatibility spatial characteristics of stimulus and response codes, Journal of Experimental Psychology Program(1947).
- (4) Fitts, P.M., A study of location discriminatuion ability, In P. M. Fitts (ed.), psychology research on equipment design, Research Rept. 19, Army Air Force, Aviation Psychology Program(1947).
- (5) Fitts, P. M., The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement, Journal of Experimental Psychology, 47(1954).
- (6) Brown, J. S. and Slater - Hammel. A. T., Discrete movements in the horizontal plane as a function of their length and direction, , Journal of Experimental Psychology, 39, (1949).
- (7) Brown, J. S. and Wieben, E. W. and Norris, E. B., Discrete movements toward and away from the body in a horizontal plane(Contract N5 ori-57,

- Rept. 6) USN, ONR, SDC(1948).
- (8) Design of control. In H. P. Van Cott and R. G. Kinkade(eds.), Human engineering guide to equipment design(rev. ed.), Washington: Government Printing Office(1972).
- (9) Hodgkins J. "Reaction Time and Speed of Movement in Males and Females of Various Ages", Vol. 34,pp.335-345(1963).
- (10)Beise, D. and Peaseley, V "The Relation of Reaction Time Speed, and Agility of Big Muscle Groups to Certain Sport Skills", Research Quarterly, Vol. 8, pp133-142 (1937).
- (11)Keller. L.F. "The Relation of 'Quickness of Bodily Movement' or Success in Athletics", Research Quarterly, Vol. 13, pp.146-155 (1942).
- (12)Henry, F. M. and Whitley, J.D. "Relationships Between Individual Differences in Strength, Speed, and Mass in an Arm Movement", Research Quarterly, Vol.31, pp.24-33(1960).
- (13)Henry, F. M. ,and Rogers, D. E. Increased response latency for complicated movements and a "memory drum" theory of neuromotor reaction. Research Quarterly , Vol31, pp.448- 458 (1960).
- (14)Smith. L.E. "Reaction Time and Movement Time in for Large Muscle Movements", Research Quarterly, Vol.33, pp.88-92(1961).
- (15)中西光雄，體育生理學實驗，技術書院(1968)。
- (16)Pierson, W.H., "The Relationship of Movement Time and Reaction Time form Childhood to Senility", Research Quarterly, Vol. 30, pp.227-231(1959).
- (17)楊漢琛，不同聲光刺激對不同運動員反應時間比較，輔仁大學出版社，PP.45-46 (1990)。
- (18)盧俊宏，聲光刺激對男女反應時間影響之研究中華民國大專院校體育總會七十五年體育學術研討會專刊，PP189-199 民國七十五年。
- (19)許樹淵，不同強度運動對反應時間的影響，中華民國大專院校體育總會六十九年度體育學術研討會專刊，PP146-154 民國六十九年。
- (20)李劍如，大學運動員反應時間與動作時間之研究，中華民國大專院校體育總會七十二年度體育學術研討會專刊，PP.330-341 民國七十二年。
- (21)林清山，心理與教育統計學，修正版，台北:東華書局，民國六十九年十二月。
- (22)林清山，反應時間與動作時間比較研究，中華民國大專院校體育總會六十八年度體育討論會專刊，PP70-82。民國六十八年。
- (23)沈茂雄，全身反應時間與運動之關係研究)，中華民國大專院校體育總會六十八年度研討會專刊，PP151-162，民國六十八年。
- (24)陳信良，各項運動代表員對聲光刺激的反應時間比較研究，嘉義農專學報，PP525-545 民國七十六年。

表一 男性與女性在聽覺刺激進行不同控制開關排列方式之測試結果

開關 排列	組別	變項	反作用時間	動作時間	反應時間	失誤率
		變數				
HV1	男生	平均	0.30	0.15	0.45	0.00
		標準差	0.09	0.04	0.13	0.00
	女生	平均	0.31	0.22	0.52	0.00
		標準差	0.05	0.07	0.10	0.00
	T-test		-0.35	-3.09	-1.67	—
H2	男生	平均	0.43	0.20	0.63	0.01
		標準差	0.06	0.04	0.09	0.03
	女生	平均	0.46	0.25	0.71	0.01
		標準差	0.08	0.06	0.12	0.03
	T-test		-1.35	-3.63	-2.61	—
H3	男生	平均	0.55	0.21	0.76	0.09
		標準差	0.10	0.04	0.13	0.11
	女生	平均	0.57	0.27	0.84	0.03
		標準差	0.11	0.07	0.15	0.04
	T-test		-0.65	-3.71	-1.95	—
V2	男生	平均	0.43	0.17	0.59	0.00
		標準差	0.05	0.05	0.09	0.00
	女生	平均	0.45	0.22	0.68	0.01
		標準差	0.08	0.06	0.11	0.02
	T-test		-1.46	-3.75	-2.88	—
V3	男生	平均	0.53	0.19	0.73	0.06
		標準差	0.08	0.04	0.11	0.07
	女生	平均	0.52	0.25	0.77	0.03
		標準差	0.09	0.06	0.12	0.05
	T-test		0.72	-3.96	-1.30	—

註：HV1 表示控制面板單一開關。

H2 表示控制面板開關水平二個排列。

H3 表示控制面板開關水平三個排列。

V2 表示控制面板開關垂直二個排列。

V3 表示控制面板開關垂直三個排列。

表二 男性與女性在視覺刺激進行不同控制開關排列方式之測試結果

開關 排列	變項		反作用時間	動作時間	反應時間	失誤率
	組別	變數				
HV1	男生	平均	0.32	0.20	0.52	0.00
		標準差	0.05	0.07	0.12	0.00
	女生	平均	0.32	0.24	0.56	0.00
		標準差	0.04	0.08	0.10	0.00
	T-test		0.03	-1.27	-1.76	—
H2	男生	平均	0.40	0.21	0.58	0.00
		標準差	0.05	0.06	0.11	0.00
	女生	平均	0.41	0.24	0.65	0.00
		標準差	0.07	0.05	0.10	0.00
	T-test		-0.46	-2.18	-2.21	—
H3	男生	平均	0.44	0.22	0.63	0.00
		標準差	0.06	0.07	0.12	0.02
	女生	平均	0.43	0.25	0.68	0.01
		標準差	0.09	0.04	0.11	0.03
	T-test		0.47	-1.53	-1.40	—
V2	男生	平均	0.43	0.21	0.61	0.00
		標準差	0.04	0.09	0.14	0.02
	女生	平均	0.42	0.24	0.66	0.00
		標準差	0.07	0.06	0.09	0.02
	T-test		0.54	-1.35	-1.43	—
V3	男生	平均	0.47	0.22	0.66	0.01
		標準差	0.05	0.06	0.12	0.03
	女生	平均	0.45	0.25	0.71	0.00
		標準差	0.09	0.06	0.13	0.02
	T-test		0.58	-2.05	-1.42	—

註：HV1 表示控制面板單一開關。

H2 表示控制面板開關水平二個排列。

H3 表示控制面板開關水平三個排列。

V2 表示控制面板開關垂直二個排列。

V3 表示控制面板開關垂直三個排列。