

國立交通大學

資訊科學系

碩士論文

思考風格之發展：

在電腦/網路仲介模擬環境中利用代理人輔助學習

Developing Thinking Styles: Using Agents to Assist
Learning in Internet-mediated Simulation Environments

研究生：吳宗翰

指導教授：孫春在 教授

中華民國九十三年六月

思考風格之發展：
在電腦/網路仲介模擬環境中利用代理人輔助學習
Developing Thinking Styles:
Using Agents to Assist Learning in Internet-mediated Simulation
Environments

研究生：吳宗翰

Student：Zong-Han Wu

指導教授：孫春在

Advisor：Chuen-Tsai Sun

國立交通大學
資訊科學系
碩士論文



Submitted to Institute of Computer and Information Science
College of Electrical Engineering and Computer Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Computer and Information Science

June 2004

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十三年六月


思考風格之發展： 在電腦/網路中介模擬環境中利用代理人輔助學習

學生：吳宗翰

指導教授：孫春在 教授

國立交通大學資訊科學研究所

摘要



本文將討論思考風格的發展，並以功能性思考風格為討論主體。透過自我強化學習理論，利用代理人給予刺激來幫助學習者發展功能性思考風格。為了達到經由環境刺激，促進學習者更熟練思考風格的運用，以達到發展思考風格的目的。本系統讓訓練者透過電腦中介模擬環境與環境互動來進行練習，在不斷練習當中，達到靈活運用思考，當學習者的熟悉程度提升時，思考風格也會有所提升。

根據實驗的分析結果，證明思考風格是可以發展的。且在本系統中，司法型思考風格是功能性思考風格中發展程度是最好的，所以本發展方式有利於促進司法型思考風格發展。除此之外，行政型思考風格與立法型思考風格彼此會有所影響，在發展行政型思考風格時，立法型思考風格會些微降低，反之亦然，因此在發展此兩種思考風格時，需要特別注意另一種思考風格的趨勢。以達到發展的平衡。

關鍵字：思考風格、代理人、電腦中介模擬環境、強化式學習

Developing Thinking Styles: Using Agents to Assist Learning in Internet-mediated Simulation Environments

Student : Zong-Han Wu

Advisor : Dr. Chuen-Tsai Sun

Institute of Computer and Information Science
National Chiao Tung University

ABSTRACT

This paper would discuss development of functions of thinking styles. Reinforcement learning theory encourages the use of agents for assisting learners in their efforts to develop thinking styles. In order to develop learners' thinking styles, it assumes workable for practicing thinking style. In this project, the author looks at a human-environmental interaction scenario using Internet-mediated simulations as learning environments.

The results indicate that it is possible to establish and support thinking styles via Internet-mediated simulations. Also according to the results, the judicial thinking style was best suited to the system we designed—that is, we observed the greatest amount of development in the area of judicial thinking. But executive thinking style and legislative thinking style will influence by each other. Developing executive or legislative thinking style may cause the other thinking style decreasing. When developing this two thinking styles, it needs to pay more attention to control the side effect.

Keywords: Thinking styles, agents, Internet-mediated simulation, reinforcement learning.

誌謝

研究所這兩年感謝孫春在教授的指導，讓我了解做研究的態度與方法。謝謝林珊如教授的幫助，讓我在接觸教育領域時，能更快速更有效的學習。很榮幸請到王淑玲教授與袁賢銘教授擔任口試委員，讓我了解自己論文中的不足。感恩在交大六年中被許多教授所指導，促使我學問課業更進一步。

非常高興能夠在學習科技實驗室這裡學習，在這裡遇到許多友善又學識豐富的學長姐們，從學長姐身上學到許多寶貴的知識與意見。很幸運能夠與本實驗室的同學成為學習夥伴，讓我擁有許多書本上所無法提供的珍貴回憶。謝謝實驗室的學弟妹們熱心幫助，在彼此之間的互動，深深體會到實驗室的溫馨。

在我求學的這段期間，非常感謝家人給予我的支持，讓我毫無後顧之憂能夠對研究全力以赴。在這段甘苦交雜的日子裡，當我難過、悲傷、高興、快樂的時候，還好有社團的夥伴與親愛的朋友不斷陪伴著我，激勵我，我才有今天。

在這段日子中得到的歡樂、幫助、知識等，用言語無法完全述說。這一切以感恩的心，向所有關心我的人，幫助我的人，致上最崇高的敬意。祝大家一切平安順利。

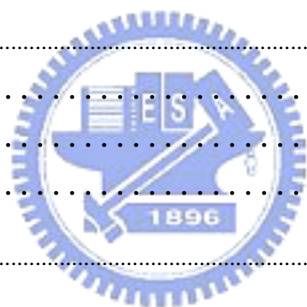
Contents

ABSTACT (in Chinese)	i
ABSTACT (in English)	ii
Acknowledgement (in Chinese)	iii
Contents	iv
List of Tables	vi
List of Figures	vii
1. INTRODUCTION	1
2. BACKGROUND	2
2.1. Thinking Styles	2
2.2. Approach to Developing a Thinking Style	4
3. IMPLEMENTATION	6
3.1. Experiment	6
3.2. Models	7
4. RESULTS	10
4.1. Degrees of Functional Thinking Style Development	10
4.2. Side Effects and Participant Feelings	12
5. CONCLUSION	14



中文附錄目錄

Appendix A 文獻.....	15
思考風格.....	15
思考教學策略.....	17
代理人.....	19
電腦/網路仲介模擬環境.....	20
強化式學習.....	21
Appendix B 模組.....	23
系統模組架構.....	23
模組元件說明.....	23
Appendix C 實驗與流程.....	28
實驗對象.....	28
實驗流程.....	28
任務.....	29
Appendix D 結果與分析.....	37
整體資料.....	37
行政發展組.....	40
立法發展組.....	42
司法發展組.....	44
REFERENCES.....	49



List of Tables

Table 1 Pretest Scores, Posttest Scores, and Degree of Development Statistics for Each Functions of Thinking Style.....	11
Table 2 Thinking Style Development Data for the Three DevelopING Groups.....	11
Table 3 Average Increases and Decreases in Functional Thinking Styles among the Three Developing Groups.	12

附錄表目錄

表 1 十三種思考風格.....	15
表 2 功能型思考風格的特性.....	16
表 3 實驗對象細節.....	28
表 4 實驗詳細流程方法和目的.....	36
表 5 全體思考風格前測.....	37
表 6 全體思考風格後測.....	37
表 7 全體思考風格前後測差異.....	38
表 8 行政發展組思考風格前後測描述統計表.....	41
表 9 行政發展組思考風格前後測差異表.....	41
表 10 立法發展組思考風格描述統計表.....	42
表 11 立法發展組思考風格前後測差異表.....	43
表 12 司法發展組思考風格描述統計表.....	44
表 13 司法發展組思考風格前後測差異表.....	44
表 14 發展進步關係表.....	48
表 15 各發展組進步與退步詳細內容.....	48

List of Figures

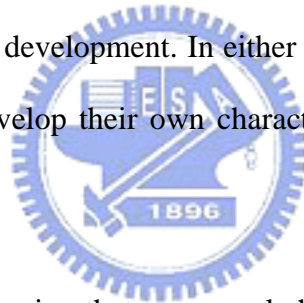
Figure 1 Relationships among thinking styles, skills, and environment.....	3
Figure 2 Agent flowchart	9
Figure 3 Relationships among the various models	9

附錄圖目錄

圖 1 系統模組運作圖.....	25
圖 2 使用者介面.....	26
圖 3 迷宮環境.....	27
圖 4 學習者參與流程圖.....	29
圖 5 刺激細節.....	31
圖 6 準備任務之河內塔問題.....	32
圖 7 準備任務之無刻度水桶量水問題.....	33
圖 8 實驗活動.....	35
圖 9 行政型思考風格前後測分配圖.....	38
圖 10 立法型思考風格前後測分配圖.....	39
圖 11 司法型思考風格前後測分配圖.....	39
圖 12 思考風格進步類型分布圖.....	40
圖 13 行政發展組行政型思考風格前後測分配圖.....	42
圖 14 立法發展組立法型思考風格前後測分配圖.....	43
圖 15 司法發展組司法型思考風格前後測分布圖.....	45
圖 16 行政型思考風格各程度改變總合分布圖.....	46
圖 17 行政型思考風格各程度改變平均分布圖.....	46
圖 18 立法型思考風格各程度改變總合分布圖.....	46
圖 19 立法型思考風格各程度改變平均分布圖.....	46
圖 20 司法型思考風格各程度改變總合分布圖.....	47
圖 21 司法型思考風格各程度改變平均分布圖.....	47

1. INTRODUCTION

Individual skills are viewed as having a strong association with personal characteristics, but scholars have clearly spent more time studying the former than the latter. There are two possible reasons for this: characteristics are more difficult to establish, and they are more likely to undergo unexpected change. Characteristics are often described as cognitive habits or long-term external behaviors that resist short-term change. However, I believe that change can occur when learners understand the disadvantages of certain characteristics, then receive appropriate training. Others have described characteristics as personal symbols that should never be changed, although weak characteristics can benefit from development. In either case, I believe it is better to assist humans in their attempts to develop their own characteristics rather than force them to change.



There is some evidence showing that a personal characteristic commonly referred to as thinking style—defined as a preferred way of thinking—exerts a strong influence on task completion, results, and learning (Francisco & Elaine, 2000; Lee & Tsai, 2004; Zhang, 2002). Sternberg suggested that at a high level of coordination, skills and thinking styles tend to bring out the best in each other, and that an imbalance inevitably leads to poor results or incomplete tasks (Sternberg, 1994). I designed an Internet-based training system to confirm that thinking styles can be developed via simulated environments, and to identify potential side effects of such a system. For this project, I used agents to assist in the acquisition of thinking styles via an Internet-mediated simulation environment.

2. BACKGROUND

2.1. Thinking Styles

Thinking styles are personal habits that exert a strong influence on task results. This experiment focused on three functions of thinking styles in this project: *executive*, *legislative*, and *judicial* (Sternberg, 1997). Individuals who prefer an executive thinking style like to obey rules and deal with prefabricated questions. Those who prefer a legislative thinking style like to design their own approaches to handling issues and challenges. Those preferring a judicial thinking style tend to evaluate rules and deal with analytical questions.



In “Teaching for Thinking” (Sternberg & Spear-Swerling, 1996), Sternberg suggests that teachers should adopt different pedagogies—even in the same course—to help students learn and practice different thinking styles. Thus, I assume it is possible to develop thinking styles, but it is important to acknowledge environmental influences when attempting to do so—for example, dogmatic classroom teaching strategies can easily reinforce executive thinking style over other thinking styles. Thinking styles would guide how to bring skills out. Skills would be evaluated by environment. Due to such evaluations, thinking styles would be influenced by environment (Fig. 1).

Current research on thinking styles has a strong teamwork component. Secondary issues receiving attention include relationships between thinking style on the one side and skills and/or environment on the other. In the latter case, incompatibility requires a change

in either the environment or thinking style (Zhang and Postiglione, 2001; Zhang and Sternberg, 2002), with environment receiving the bulk of research attention—especially in the contexts of collaborative and adaptive learning. The second solution is considered more difficult and perhaps unnecessary.

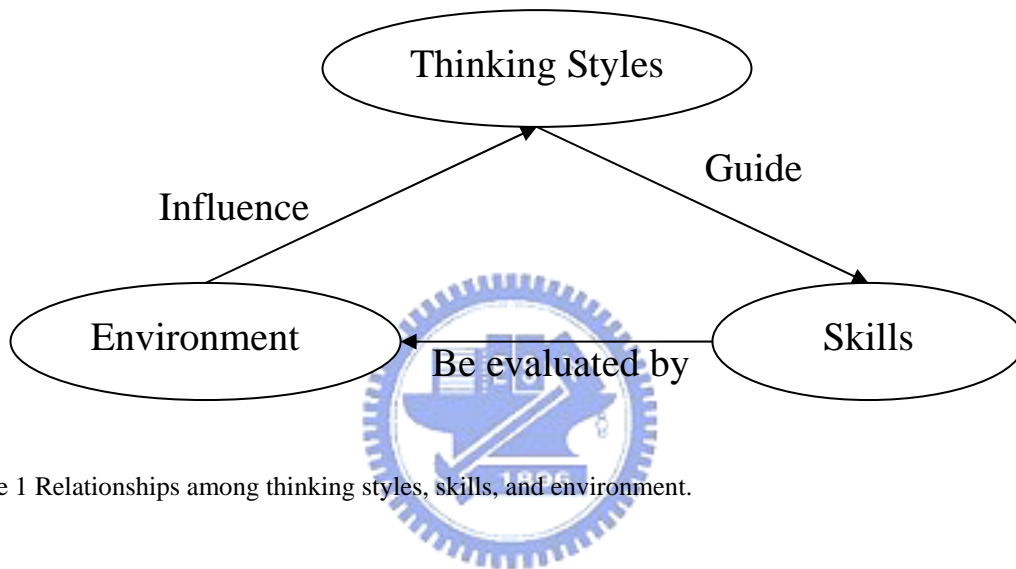


Figure 1 Relationships among thinking styles, skills, and environment.

I believe that more than one thinking style can be developed by carefully manipulating three factors: skills, tasks, and teamwork. First, strong coordination between skills and thinking style increases the potential for successful task completion. Second, accomplishing certain tasks requires the use of more than one thinking style—for instance, a legislative style for constructing questions, a judicial style for estimating design feasibility, and an executive style for implementation. Third, teams may benefit from having members who are capable of using more than one thinking style, especially for more complex tasks. Flexibility in this regard can reduce redundancy.

2.2. Approach to Developing a Thinking Style

The system used a combination of dialogic strategy (as suggested by Sternberg, 1996), reinforcement learning theory (Sutton & Barto, 1998), and an agent-assisted learning approach with Internet-mediated simulations to determine whether or not multiple thinking styles can be developed. Our choices were based on our belief that individuals are strongly influenced by their environments. Furthermore, reinforcement learning theory—with its focus on learning what to do and how to map actions to situations—emphasizes environmental interactions and the need for practice in order to increase concept familiarity. The three primary elements of reinforcement learning are policy, rewards, and environment (Hange & Krose, 1997). In this system, thinking styles represent policies, suggestions serve as rewards, and simulations are the environment.

Common agent roles in educational settings include peer tutor (Chan & Chou, 1997), tutee (Biswas, et al. 2001), collaborator (Hietala & Niemirepo, 1998; Ryokai, Vaucelle & Cassell, 2003), competitor (Chan & Baskin, 1990), and troublemaker (Aimeur & Frasson, 1996). The text-based agents in this project served as tutors and collaborators. I programmed agents to provide clues and rewards and to engage students in order to stimulate specific thinking styles. The clues were presented in the form of hints that encouraged the use of skills that were specifically associated with the targeted learning styles.

Scholars believe there are several advantages to using Internet-mediated simulations versus traditional teacher-centered approaches (Zola & Ioannidou, 2000; Edward, 1997;

Christense, Heffernan & Barach, 2001): a) it is easy for a computer to simultaneously present information and collect data on individual learners without interruption; b) they allow for experimentation without the distracting intervention of live researchers; c) their long-term costs are lower; and d) they exert greater control over potentially complex interactions between humans and learning environments (Hsieh & Sun, 2004). Because of the advantages of the environment above, using the Internet-mediate simulation as developing environment could let the experiment more effective. (The detail of all background knowledge, please see appendix A.)



3. IMPLEMENTATION

3.1. Experiment

The goal of this system is developing thinking styles. The system analyzed weaker thinking style according learners' thinking styles questionnaire. Then the system would assist learner on certain thinking style in a designed situation. The system would give repeated training that would guide learner using the thinking style to display the skill in the environment.

This experiment consisted of four steps: pretest → developing thinking style → system suggestions → posttest. Students were asked to fill in Thinking Styles questionnaire (Sternberg, 1994) in step 1 and step 4. The questionnaire contained 15 items—5 executive, 5 legislative, and 5 judicial. Responses were measured along a 7-point scale, with 1 = not at all well, 2 = not very well, 3 = slightly well, 4 = somewhat well, 5 = well, 6 = very well, 7 = extremely well. Using the questionnaire could obtain the participants' thinking styles before and after the experiment and to measure the change from pretest to posttest. According to participants' change of thinking styles, it can examine that the system could help developed or not.

In the step 2, the system would give participants stimulations to influence participants' thinking styles. To stimulate specific thinking styles and to promote learning motivation, I created a scenario and wrote a story script about a hero who must move through a maze and collect magic stones in order to prevent a major global disaster. The

script contained many tasks requiring one of the three primary thinking styles for completion. The scenario was designed so that learners could practice thinking styles according to cues given by the system.

Because I wanted to experiment with developing individual thinking styles, it separated the 157 student participants (all majoring in information processing at a vocational high school) into three groups: executive (52), legislative (45) and judicial (60). Separating standard is dependent on the weakest one of all thinking styles which is owned by the participant. At the beginning of the one-week study period, participants in the developed executive thinking style group were given instructions on how to complete the task, those in the developed legislative thinking style group were given the task goal, and those in the developed judicial thinking style group were given data, rules, and competing methods for decision-making. In terms of measuring success, this system were less interested in task completion rates than in encouraging learners to use specific skills associated with their targeted thinking styles. (The detail of experiment, please see appendix C.)

3.2. Models

I divided the system into three models: data (used to record all data observed and analyzed by agents), environment (used to define all objects and rules involved with learner actions), and agent/intermediary (used to observe and collect data on learner behaviors and to give appropriate responses). The environment model—composed of controlled objects, system objects, and tasks—was used to manage interactions between

learners and system objects for purposes of task completion. Examples of controlled objects are cars, machines, and robots used for interactions between students and agents or system objects. System objects included anything that was not associated with agents or controlled objects in the simulation environment (e.g., rooms, buttons, and stones). Scripts were written to encourage learners to use certain combinations of system and controlled objects in order to practice specific skills.

All agents made use of manager, task controller, and partner. Manager agents were responsible for analyzing learner data and giving instructions to task controller and partner agents. Task controller agents were responsible for controlling script procedures and presenting task results. Partner agents were responsible for giving hints and encouraging the use of specific functional thinking styles. Achieving this objective entailed five steps: a) task controller agents presenting tasks to learners; b) partner agents observing learner behaviors; c) partner agents sending information to the data model for analysis by manager agents; d) manager agents giving the partner agents instructions based on their analyses; and e) partner agents giving rewards to learners based on manager agent recommendations (Fig. 2).

The data model consisted of two parts: system data (containing system control rules and expert suggestions), and a student model (observed by agents and the system for experimental analysis). When designing system control rules, programmers relied on suggestions made by Sternberg. The student model was assembled from information collected by partner agents and analyzed by manager agents. The main function of the data model is to establish a student model; the agent model acts as an intermediary

between the data and environment models, with the latter being used to construct the user interface (Fig. 3). (The detail of model, please see appendix B.)

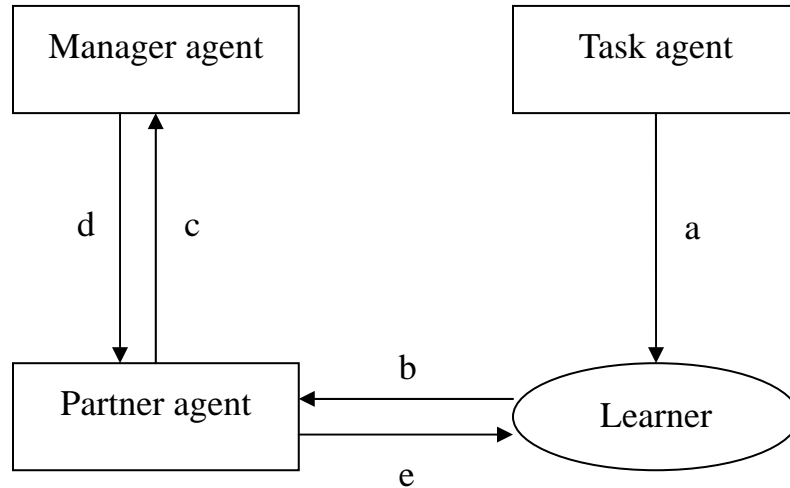


Figure 2 Agent flowchart

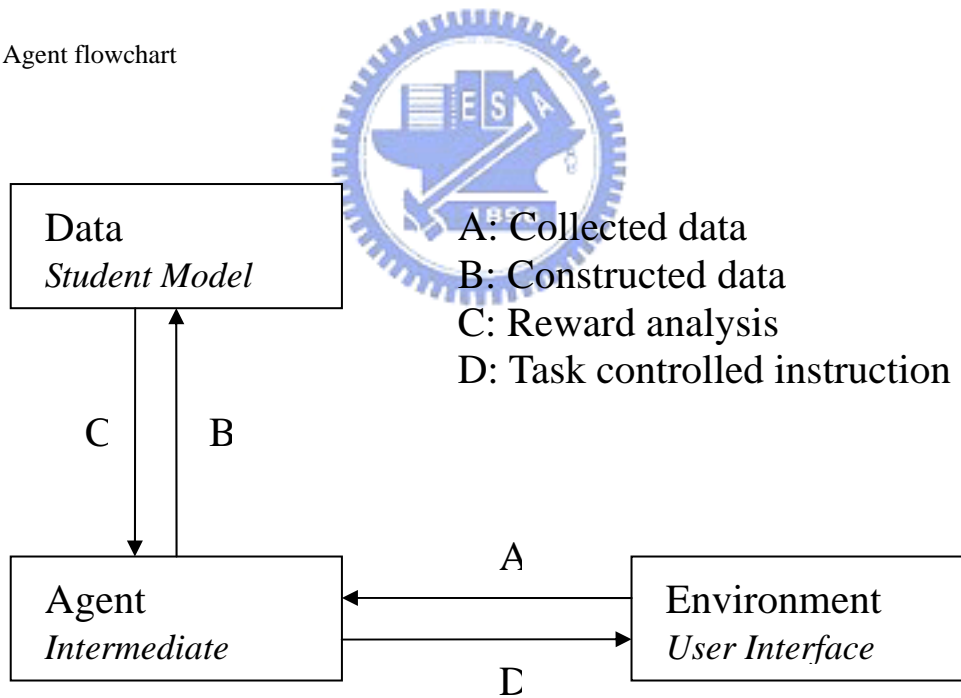


Figure 3 Relationships among the various models

4. RESULTS

4.1. Degrees of Functional Thinking Style Development

The experiment used Thinking Style Inventory supported by Sternberg. For each thinking style, the maximum score is 35 points. The minimum score is 5 points. It obtains changed score between posttest and pretest in each person. Finally it obtains the average different score from all participants.

The potential for developing thinking styles in individual learners was confirmed via statistically significant, positive changes in pre- and posttest scores (Table 1). One point on development shows that person changed his original statement to higher one in one question of the questionnaire. It obtains the average differences of all participants in each thinking style. For the executive, the differences were measured as an average of 0.48 points; for legislative styles the average difference was 0.49 points; for the judicial style the average difference was 1.58 points. The greatest change ($t = 4.489$) was noted for judicial thinking, with the data revealing an average increase that was twice that of the other two thinking styles.

According to the results presented in Table 2, there were 2.61 scores development in judicial thinking style among members of the developed judicial thinking style group—much larger than the 1.81 degree increase in legislative thinking style within the developed legislative thinking style group or the 1.16 degree increase in executive thinking style among members of the developed executive thinking style group. Of the

three thinking styles that were the focus of this study, the smallest change occurred in the developed executive thinking style group. The Table 2 data also supports the assertion that the proposed system was best at developing a judicial thinking style, but was also valuable in terms of developing an executive thinking style.

Table 1 Pretest Scores, Posttest Scores, and Degree of Development Statistics for Each Functions of Thinking Style.

Functional Thinking Style		Average Score	Change Between Pre-/posttests	Paired t	P
Executive	Pretest	22.82	0.48	1.244	0.224
	Posttest	23.30			
Legislative	Pretest	23.61	0.49	1.415	0.160
	Posttest	24.10			
Judicial	Pretest	19.58	1.58	4.489	0.000***
	Posttest	21.16			

*** Significant at $p < 0.001$.

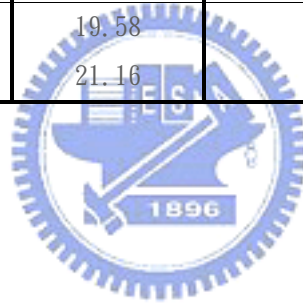


Table 2 Thinking Style Development Data for the Three Developing Groups.

Developing Group	Thinking Style	Average Degree of Development	t	p
Executive	Executive	1.16	2.081	0.044*
	Legislative	-0.49	-0.993	0.326
	Judicial	0.84	1.608	0.115
Legislative	Executive	-0.46	-0.564	0.577
	Legislative	1.81	2.523	0.017*
	Judicial	1.42	1.989	0.056
Judicial	Executive	0.48	0.657	0.515
	Legislative	0.53	0.898	0.375
	Judicial	2.61	4.310	0.000***

* Significant at $p < 0.05$; *** Significant at $p < 0.001$.

4.2. Side Effects and Participant Feelings

As shown in Table 3, the average decrement means the average decreased scores of participants between pre- and posttest. Executive thinking style in legislative developing group decreased most (i.e., 4.58) and increased very less in the three total decrement scores of three styles—that is developing legislative thinking style may influence executive thinking style.

Table 3 Average Increases and Decreases in Functional Thinking Styles among the Three Developing Groups.

Developing Group	Thinking Style	Average Increase	Average Decrease
Executive	Executive	4.19	2.38
	Legislative	2.63	3
	Judicial	3.33	3.38
Legislative	Executive	2.73	4.58
	Legislative	4.37	3
	Judicial	4.06	3.22
Judicial	Executive	3.78	4.25
	Legislative	3.33	2.93
	Judicial	4.19	2.5

Further evidence that this system had a positive effect on learner motives and interests came in the form of student responses to items on a questionnaire designed to measure attitudes toward the system. Of the 157 participants, 15.9 percent felt that the system was very interesting, 62.1 percent interesting, 20 percent acceptable, 1.3 percent not interesting enough, and 0.7 percent boring. From their responses, I learned that my approach to providing system rewards became repetitive to the point of becoming monotonous. In terms of system agent usefulness, 8.5 percent felt that they were very

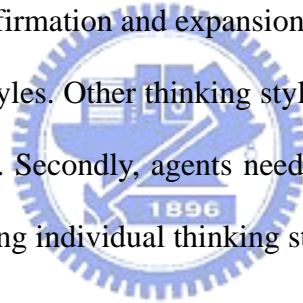
useful, 31.7 percent useful, 21.8 percent acceptable, 23.9 percent not useful enough, and 14.1 percent useless. Just over three-fourths (78%) of the participants felt that the system was interesting or acceptable, but less than half (38.7%) felt that the system agents were useful. (The detail of result, please see appendix D.)



5. CONCLUSION

The results of this experiments show that thinking styles can be developed and enhanced; however, they also imply that development in one is likely to detract from the strengths of others. This paper proposed a method to developing functions of thinking styles and proofed that functions of thinking styles could be developed effectively. The results indicate the importance of proper techniques for giving learners practice in skills that lead to the development of specific functions of thinking style. This system was most effective in terms of developing judicial thinking style.

These findings require confirmation and expansion in several areas: first the potential for developing other thinking styles. Other thinking styles may be able to be developed. It needs us to discuss more detail. Secondly, agents need more friendly and smart. Finally, specific techniques for developing individual thinking styles need to research.



Appendix A 文獻

思考風格

Sternberg (1997)提到：「習性、作風」是思考的方式，而不是能力。思考的方式有很多種，Sternberg 把思考的風格分為五類 13 項：分別為功能、型態、幅度、範圍、傾向。而這五類可分成三部分，第一部分是思考方式的功能面，也就是個人的思想與行事的作風；第二部分是心理自治的型態，也就是個人自我自治的態度；第三部分是心理自治的狀態，分成幅度、範圍、傾向。思考風格的細節參考下表。

表 1 十三種思考風格

功能		型態	
行政型(Executive)		君主型(Monarchic)	
立法型(Legislative)		階級型(Hierarchic)	
司法型(Judicial)		寡頭型(Oligarchic)	
		無政府型(Anarchic)	
幅度	範圍		傾向
全面型(Global)	內思型(Internal)		自由型(Liberal)
詳細型(Local)	伙伴型(External)		保守型(Conservative)

功能面的三種思考風格是行事作風，與能力有極大的關係，較其他心理自治的思考風格，容易與外界互動。本論文針對功能面的思考風格，加以研究，希望透過環境與人的互動，影響思考風格。思考風格從功能的表現包含：行政型、立法型、司法型三種。Sternberg 所描述的以功能來看的思考風格是，擁有行政型思考風格的人喜歡遵守規矩；擁有立法型思考風格的人喜歡自行創造；擁有司法型思考風格的人喜歡評論分析。詳細三種思考風格的描述，可以參考下表。

表 2 功能型思考風格的特性

	行政的	立法的	司法的
喜好	喜歡尊循法則，喜歡解決事先結構好的問題。	喜歡創造自己的法則，並以自己的方式做事，喜歡處理沒有被事先安排好的問題。	喜歡評量法則或程序，像評量現存的結構，喜歡處理那種可以分析和評量現存事物和意見的問題
任務性質	喜歡做行政的事，如：解數學題、應用法則於問題、依別人的想法發表意見或上課。	喜歡做有關立法的事，如：寫報告、設計、計劃和創新商業或教育制度。	喜歡從事審理性質的事，如：作品的評論、對事情發表意見、判斷人和事、評量計劃。
職業類型	傾向於做執行的職業，如：律師、警察、工程師、依別人的設計去建築的營建者、外科醫生、士兵。	傾向於從事立法的職業，如：作家、科學家、藝術家、雕刻家、投資銀行的人、制定政策的人或建築師。	傾向於做審理性質的職業，如：法官、評論家、計劃的評量者、審核的官員、系統分析師、顧問。

因此針對不同的思考風格，如果能有相對的任務與職業，則可愉快的進行，也較容易發揮出真正的能力。

以下是 Sternberg 所提出的思考風格十五條通則，經由下面的通則可以更進一步了解思考風格。

1. 思考風格不等於能力，而是個人慣常運用能力的方式。
2. 思考風格若符合能力，則可收相得益彰的成果。
3. 生涯選擇必須適材適所。
4. 人的風格不是單面的，而是多面的。例如喜歡表現創意的人可能非常有條理，也可能雜亂無章；他可能獨來獨往，也可能喜歡與人合作。

5. 思考風格隨情境而變。
6. 同型的人會有程度上的差異。
7. 風格彈性因人而異，彈性愈大的人愈能適應各種不同的狀況。
8. 思考風格是社會化的結果：小孩子會觀察他人的榜樣，並將榜樣表現出來的特色內化為自己的作風；所以身教重於言教。
9. 思考風格可能隨著生涯的進展而改變。
10. 習性、慣用的思考是可以測量的。
11. 思考風格是可以教導的：習性多半是經由社會化的過程而養成，但也可以經由教導培養而成。
12. 人的一生中某一時期特別有價值的思考風格，換到另一時期卻不一定有價值。
13. 在某一場所很有效用的作風，換到另一場所可能不靈光。
14. 思考風格沒有好壞可言，問題只在於適合與否。
15. 思考風格的契合度不可與能力高低混淆。假如我們能肯定他人作風中的優點，確實有益於我們發掘更多才華，他人的天資能力也才可以獲得更充分的發揮。

根據 Sternberg 提到的十五條通則，第一條，第二條，可以了解促使思考風格和能力相互配合，讓思考風格提高能力，能力影響思考風格，才可得到良性循環。通則第十一條提到思考風格是可以教導的。且在通則第一條也提到思考風格是慣用能力的方式，因此發展思考風格則是教導學習者熟悉並且使用特定能力。當學習者能夠熟練使用各種能力，此時他的風格彈性便增加。在通則第七條中提到，風格彈性越大的人越能適應各種不同的狀況。因而可採取較好的應變方式。

思考教學策略

能力和思考風格不是獨立無關的兩件事，思考風格會影響能力的發揮，而能力

被環境所評估後，也會影響思考風格。因此思考風格與能力是彼此影響的。當能力被肯定後，相對的思考風格也會被肯定，因此思考風格會更常被使用，進而產生思考風格的提升。而思考風格再繼續影響能力，如此不斷的交互作用下，可期望彼此互相成長。

在學習過程中，如何思考也扮演一個重要的角色，思考會輔助學習，而學習同樣會刺激思考，因此 Sternberg 提出「思考教學」，希望老師能給予學生刺激，以促進多方向的思考。雖然思考型態有很多種，但背後的高層次思考歷程卻是極為相似，因此透過思考教學策略，促進學生學習如何思考，進而靈活運用各種思考方式，是思考教學的目的。

Spear & Sternberg (1987) 提出了下列三種教學策略，分別是：照本宣科式策略 (didactic strategy)、以適時為基礎的問答式策略 (fact-based questioning approach)、對話式策略 (dialogical approach)。此三種策略，照本宣科式策略是老師單純教課，依照課本的內容，一成不變的傳售給學生，因此除了學生有疑問向老師詢問外，師生之間的互動很少。此種教學策略 Sternberg 認為較有利於分析型的學生。以事實為基礎的問答式策略是老師拋出許多問題，學生針對老師給的問題做回答，此種方式會刺激學生思考，但學生彼此之間互動也是很少。第三種是對話式策略，在此策略下老師丟問題給學生，交由學生進行討論，此種方式學生討論較多樣化，產生變化也比較多，較能刺激各種思考風格的發展。

在上述的三種策略中，Sternberg 認為一般狀況下，對話式策略最適合刺激高層次的思考，理由第一是學生較易認真運用腦筋思考，而非照本宣科把課本內容背誦出來。第二老師與學生一同思考，透過師生互動，會有較嚴謹的思考歷程。基於上述兩個原因，本論文以對話式策略為基礎，透過模擬環境與代理人的幫助，給予學習者對話式的刺激。

代理人

Wooldridge & Jennings(1995)歸納出智慧型代理人至少應包含下列五項特質：自主性 (Autonomy)、社會性 (Social Ability)、監視性 (Monitoring)、立即反應 (Reactivity)、積極主動 (Pro-activeness)。在本論文中，代理人的設計也具有上述的特性，會獨立自主的進行判斷，並且不同種類的代理人互相溝通協調，同時陪伴在學習者身邊蒐集資料，當學習者處在觀察點(如某個房間或關卡)，代理人會主動的與學習者詢問溝通，當學習者有所反應時，代理人會立即給予回饋。

精靈又稱為輔助代理人，主要目的在於增進學習者學習效率，協調學習者與環境的互動。較早之前的研究，代理人通常扮演權威性角色，例如：老師、教官或其他指導者。此種角色如同傳統的老師，根據教材給予特定的指導，此種方式可減少老師無法個別兼顧的問題，但代理人的能力，則根據人工智慧的程度，以及資料庫的充足，與學生模組建立的適當與否。但隨著教學的多元化，代理人所扮演的角色也日趨複雜。非權威性角色現在備受重視，學習夥伴或個人助理等，都不斷的被研究。

代理人在教育上所扮演的角色主要有：教導者(peer tutor) (Chan & Chou, 1997)、被教導者(tutee) (Biswas, et al. 2001)、合作者(collaborator) (Hietala & Niemirepo, 1998; Ryokai, Vaucelle & Cassell, 2003)、競爭者(competitor) (Chan & Baskin, 1990)、問題製造者(troublemaker) (Aimeur & Frasson, 1996)。隨著電腦的進步，與網路的發達，代理人可以有更多的呈現方式，此時代理人的定義可為電腦模擬像人的學習同伴，在學習環境中扮演著權威或非權威性角色(Chih-Yueh Chou, Tak-Wai Chan, Chi-Jen Lin 2003)，在本論文中，代理人所扮演的角色，以非權威性角色為主，如個人助理或同伴。

此外為了融入情境，代理人角色也常常使用物品擬人化(Chang, Wang, Hsu, & Chan, 1999)，根據不同需求，扮演適當角色，給予學習者個別的輔助，是目前代理人所要完成的目標。

電腦/網路仲介模擬環境

隨著電腦的普及與網路的發達，以電腦與網路為仲介的模擬環境，日漸蓬勃發展，此種模擬環境在社會科學領域上日漸廣泛，應用於教育訓練就是其中重要的一環(Zola & Ioannidou, 2000; Edward, 1997; Christensen, Heffernan & Barach, 2001)，此環境有許多特色，而採用電腦/網路模擬環境的原因可以歸納出以下幾點。

為便利觀察：某些現象表現不明顯，不易觀察，利用電腦環境的紀錄以及重整，可得到詳細資料。在思考風格的轉變與表現上，因為轉變是連續且跳躍的，所以如不能用電腦輔助來紀錄，與資料重現，則事後要進行分析與討論將相當困難。

為減少干擾：在教學或心理學實驗時，存在研究者的干涉所產生的干擾，利用模擬環境，可以達到觀察透明化。思考風格是很敏感的，人為因素的考量不得不排除，透過電腦的觀察，也可把人主觀意識排除，此方法雖有利弊，但就純粹的實驗來說是較適合的。

為訓練因素：考慮到現實操作可能的負擔或重複利用的高成本，利用電腦輔助模擬的方式可以減少負擔及成本。思考風格的發展不是一次兩次就可以完成，如果要長久的培養思考風格，則可重複利用，以及可隨時操作是很重要的。在電腦網路的輔助下，只要有網路，任何時間皆可進行培養，而且無師資缺乏的問題。

為觀察互動：人與環境或人的互動，相當複雜且多變，學習本身就具有複雜的

內部回饋，使用電腦/網路模擬，可詳細觀察與紀錄。思考風格除了可以獨立培養以外，還可藉由學習者之間的觀察與模仿，來達到目標，在電腦/網路模擬的輔助下，學習者依然可以觀察與詢問到其他學習者的活動，而這一些互動，可能複雜或頻繁，因此利用電腦的優點，加以紀錄並分析，可以得到不錯的效果。

上述幾點，可以了解此環境有利於進行認知教學，進而借重電腦/網路模擬環境的力量，來增加思考風格之環境與經驗的智能。在設計環境上，單純的角色扮演「物件」是不夠的，必須提供人與模擬環境中各項互動。而輔助機器人又稱為精靈，在互動中所扮演的角色是不可缺少的。此外與環境的互動是藉由任務形式產生的。在附錄 B 中會更詳細的討論。

強化式學習



當思考自然的學習時，第一個想法可能是強化式學習，因為人從出生就不斷的被環境所影響 Sutton & Barto (1998)，而強化式學習就是與環境互動中得到學習。強化式學習是學習在某種情況下做適合的事，因此可學習某些不容易被講授所教導，且需要練習的技能或思考。

雖然強化式學習也許並非最好的學習方法，但從環境中學習這個概念，與強化式學習的模組來說，應用於電腦模擬環境，是有助於實作的。藉由此一學習方法，先討論思考風格的可發展性，接著未來可以嘗試其他的學習策略，來刺激發展思考風格。強化式學習與自我調制學習相類似，但目標是由系統所定義。因此在系統所定義的目標下，學習者不斷自我改進。達到思考風格的培養。

強化式學習的模組分成四部份：環境、策略、動作、回饋。本系統的環境採用

電腦/網路仲介模擬環境為平台，設計一個迷宮任務的環境。而學習者所要培養的思考風格，則被定義為所需要的策略，學習者透過在環境的操作，熟練所要發展的思考風格。動作則是學習者在整個環境中所執行的動作。回饋則是由代理人擔任給予者，經由分析後，給予學習者適當的回饋，以促進學習者了解思考風格的特點與優缺點。在此四部份中，本實驗著重於代理人的設計，以代理人為主體給予學習者資訊與幫助。



Appendix B 模組

系統模組架構

系統架構分三個模組：環境模組、代理人模組、資料模組。首先是環境模組，本論文以 Multi-User Domain (簡稱 MUD) 為平台，MUD 為一個多人線上模擬環境，在此環境中使用使用者透過文字介面了解整個環境。此環境有利於設計一個模擬現實事件情境，在本系統中以三個元件構成整個環境模組，系統物件、任務與操縱物件，由學習者控制操縱物件，在任務進行時與系統物件互動，以達成任務要求。

除了環境模組以外，另一個重要的模組就是代理人模組，在系統中稱為精靈：此部分以人工智慧技術，撰寫而成的輔助代理人，此模組分為三類代理人：管理代理人、任務控制代理人、同伴代理人。不同輔助代理人負責不同特定工作，主要工作有蒐集資料，與學習者溝通，給予回饋，分析資料，環境協調。

在資料模組部份，儲存了學習者資料，系統資料，問卷與專家建議等資料，此模組有兩個目的，一是提供代理人分析的資料，另外是提供實驗後的數據分析資料。為達到能夠有效率的分析，資料的分類，與關聯性是必須建立的。

模組元件說明

以下分別討論各模組中的詳細部分。環境模組內分三元件：系統物件、任務、操縱物件，各物件彼此相互影響，操縱物件為達到任務中設定目標，必須與系統物件互動才能達成，此三元件組合產生整個環境系統。

環境模組的各元件，系統物件是可以和學習者互動的物件(如：磚塊、鑰匙、門鎖等)，各種事件觸發機制的控制(如：門鎖可以打開，開鎖之後門鎖消失，或自動鎖

上等。)這一些物件，彼此互動，產生一個模擬的世界。任務是設計一個情境，學習者進行角色扮演(考古學家、冒險家、榮譽顧問)，藉此暗示三種思考風格(行政、立法、司法)，讓學習者較易融入模擬情境中。在任務中，學習者透過各個小活動，經過精靈輔助和任務搭配下，給予刺激，促使其自覺與發展思考風格。操縱物件則是學習者在環境下所操縱的模擬人，學習者透過操作模擬人執行各項動作，與環境和精靈產生互動。(例子：透過模擬人可以看到環境描述，可以開門，拿東西。)這一些動作，可透過電腦蒐集資訊，因此可掌控較多訊息。

代理人模組也可稱之為精靈，扮演輔助學習者自我覺察與發展的角色，也是整個活動中唯一會直接與學習者互動的物件。同時也是環境與資料的中介橋樑。環境所產生的轉變，藉由精靈來紀錄，資料分析結果則透過精靈改變環境狀態。

管理代理人：主要工作在於分析學習者模組和系統資料，並且比較學習者之前所做問卷，找出較適合的專家建議。最後給予任務代理人和同伴代理人指示，此時任務代理人可改變任務的參數(例子：過關條件，難度，特殊幫助)，而同伴代理人則給予學習者詢問或回應。

任務代理人：工作為接受管理代理人的指示，修改任務參數，並蒐集學習者在任務中的資訊，進行修改學習者模組，必要時給予學習者任務提示。

同伴代理人：工作為接受管理者的分析結果，依照此結果給予學習者不同的輔助，同時詢問其思考風格問題，紀錄其思考風格轉變，以此修改學習者模組，讓管理代理人分析。

資料模組分為以下幾部分，系統資料：紀錄與系統有關的資料(如：回饋機制)，專家建議：專家根據不同思考風格，所提出的建議。主要依據為 Sternberg (1997)所提出的思考風格特質。問卷：學習者在活動最早進行的思考風格問卷，其中以行政、

立法、司法三項為主，以此做初始化，爾後有所改變，則會觸發回饋機制。學習者模組：根據代理人和系統所蒐集的資料，建立學習者模組。

整個系統的中介橋樑就是代理人(如下圖 1)，因此可從代理人來觀察整個系統的關聯。順序可以從環境開始，學習者透過操縱物件，完成任務，以及與代理人互動。不同代理人則執行不同的任務，下圖有詳細任務。代理人把蒐集的資料穿送到資料模組當中整理匯集，再透過管理代理人分析並給予其他代理人指示，最後回饋到學習者身上，如此為一個循環，在不斷循環當中，給予學習者刺激。

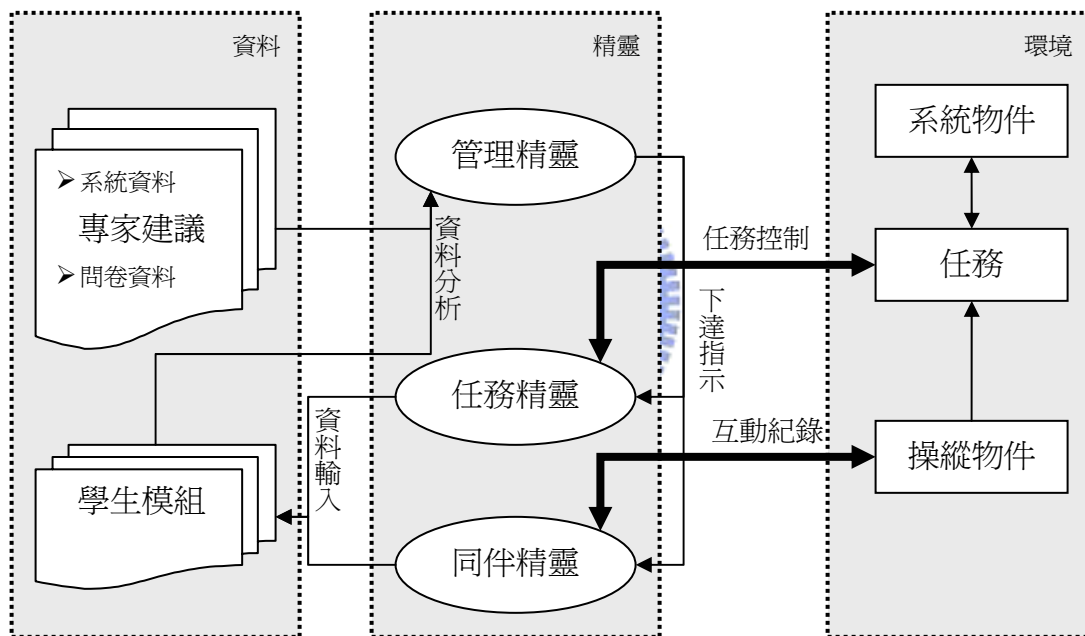


圖 1 系統模組運作圖

圖 2 是使用者介面，在圖中的上方，是模擬環境的地圖，目的是為了不讓學習者在此環境中迷路，在圖上方的「我」字樣，是表示現在自己的所在位置，接著下面在視窗上所看到的顏色是藍底白色字，這的部分是房間的說明，裡面的敘述是這個房間的外型與提示，學習者可以根據這個提示更了解任務內容。在更下面視窗所看到的是綠底以及黃色字與淺藍色字，這一部分是指令的輔助說明，表示這一間房

間有什麼指令可使用。綠底黃色字是使用物品，譬如：使用卡片，則使用〔enter〕加上卡片的名字，就可以使用。綠底淺藍色字是可以行走的方向。譬如：向前走則輸入〔east〕就可以進到下一間房間。最下面的那一行文字框，裡面有〔summon jerrya〕這個字樣，這個文字框是命令列，學習者就是從這裡送出指令的。在圖 3 中是迷宮的大地圖，學習者可以從這個圖了解整體所在位置。

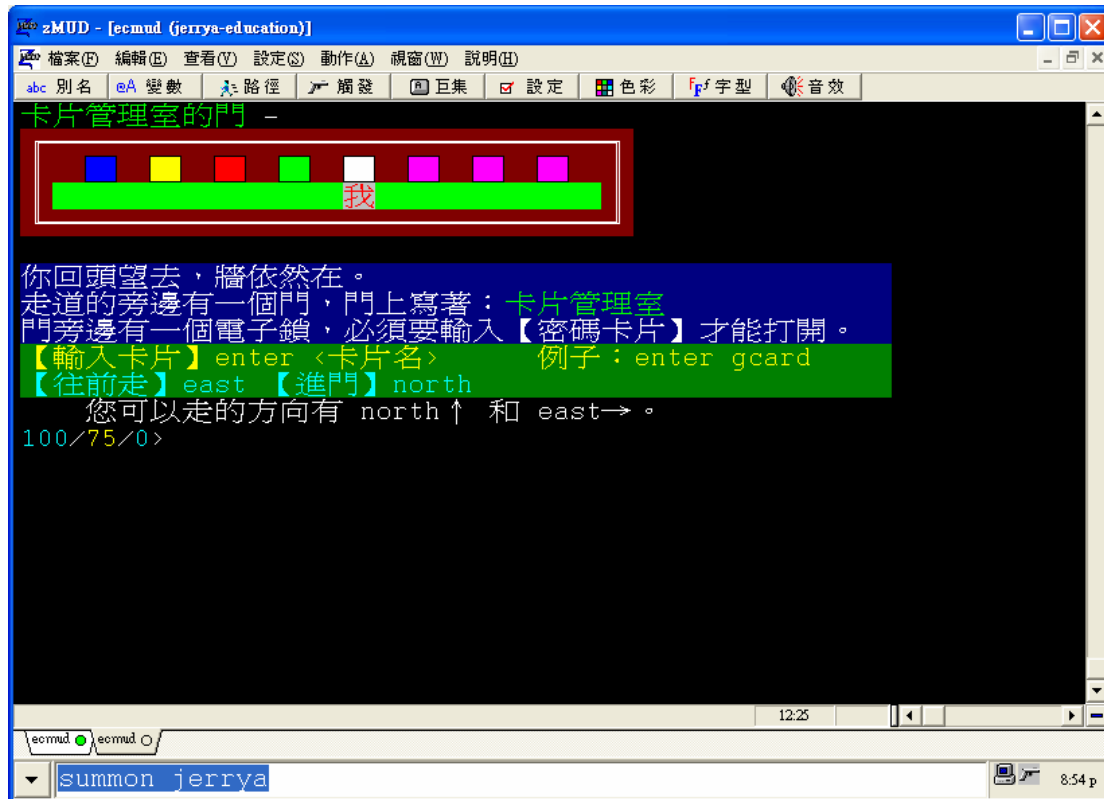


圖 2 使用者介面



圖 3 迷宮環境



Appendix C 實驗與流程

實驗對象

實驗對象為中壢高商的資料處理科一年級，實驗人數為 157 人，其中 51 人男生，106 人女生，人數夠多，可達到統計效果。實驗時間為 2003 年 12 月 24 日到 31 日。相關細節請參考下表。

表 3 實驗對象細節

教學實驗	
實驗對象	中壢高商資料處理科一年級 (四班共 157 人)
教學內容	Q Basic 程式設計 if else 判斷式和 for 迴圈
協助老師	梁家玉老師
實驗目的	探討在輔助自我覺察和發展下，學習者自我覺察對發展的影響， 以及其思考風格的轉變。

實驗流程

流程共分四步驟，第一和第四步驟為前後測，以 Sternberg 所提出的思考風格測量表中文版，進行前後測，在這兩次測量中可以了解三種功能性思考風格的變化，是進步或者是退步。

第二步驟是思考風格的發展，首先給學習者三個發展前的準備任務，準備任務內容下面章節會詳細說明，這三個任務都是可以利用三種思考風格來思考，在學習者完成任務後就會給予分析，讓學習者了解自己是用什麼風格思考的，準備任務是要讓學習者了解自己。在完成準備任務後，將進行迷宮任務，此部分學習者將在三層迷宮中解決許多迷團，在迷團是有時互相關聯，有時會互相獨立，在整個迷宮任

務中會不斷給予特定的思考風格刺激，本系統的目的不是培養能力，而是刺激思考，因此所提到的刺激也是以刺激思考為目的。刺激的內容在任務中會詳細說明。

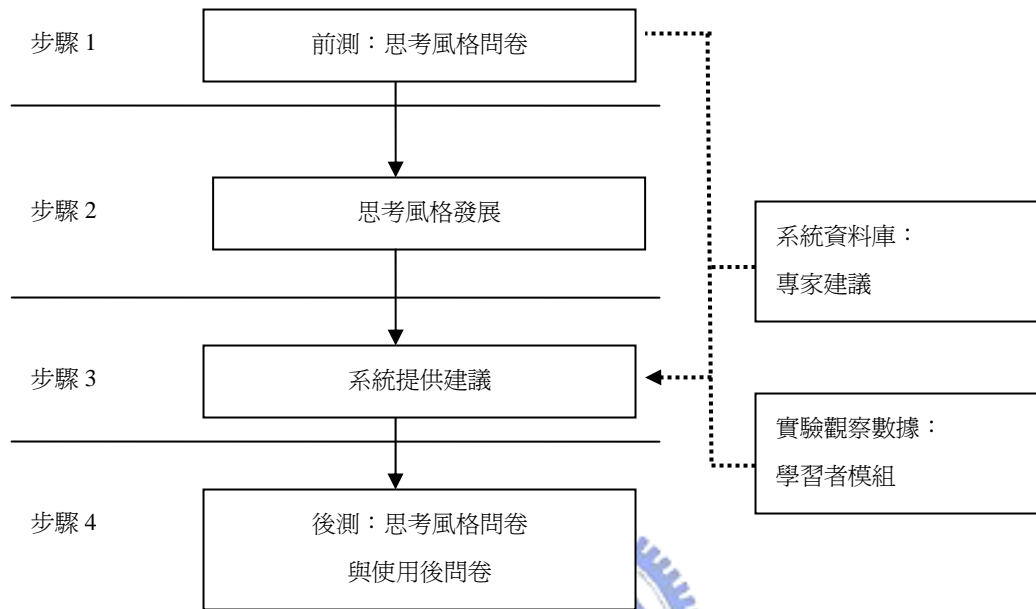


圖 4 學習者參與流程圖

任務

在模擬訓練中，最常使用的方法是任務模式，任務與一般單一操作的不同在於任務是一連串動作或事件組合而成有意義的活動，單一操作主要目的在於熟練某種特定能力或技巧。譬如：學習如何讓車子可前進、後退或轉彎的能力，此種是一種單一操作；而把車子從 A 地開往 B 地，中間必會經過許多問題，此種為任務形式。

單一操作大多適用於重覆操作的學習，需要熟練或成為反射動作的事情；任務則著重於整合、應用或思考。因此較複雜的活動，可以經由任務化使之更容易記憶、了解與應用。現今社會的工作，日趨複雜精細，單一的操作已不夠，組合型或分工型的任務備受重視，在此方面已有許多研究。

任務形式是一個迷宮尋寶活動，學習者必須經過重重關卡，利用觀察、判斷、實驗等方式，找尋重要物品，藉此刺激學習者進行思考。本系統的任務包含三部分：刺激、系統觀察、回饋。

刺激：給予特定思考風格的刺激，來討論其性質。方式如下。

應用(行政)：方法步驟與原理(例子：拿到密碼卡的方法)。行政型思考風格所給予的刺激為告訴學習者解決問題的方法，來讓學習者操作，學習者不喜歡採用行政型思考風格主要的原因大多為不了解此思考風格的好處，因此系統所給予的方法，通常會是較好的解法，並且告訴學習者當在有時間壓力的時候，了解別人的方法，並且採用是較有效率，而且當所要解決的問題是有較好解法時。當學習者採用別的方法時，系統並非否定學習者所採用的思考風格，而是推薦行政型思考風格，讓學習者能夠有新的一種思考方式，以此開拓學習者的眼光。

創新(立法)：問題目標(例子：詢問如何拿到密碼卡)。立法型思考風格的刺激方式，是給予問題，促進學習者可以進行思考，本刺激的目的，主要在讓學習者能夠動頭腦，自行想出問題的解決方法，當學習者不知道該如何想問題的時候，系統會給一個一個提示慢慢給予，透過這種引導式的刺激，讓學習者慢慢進入情況。系統裡面的問題，為了達到學習者訓練與思考的目的，通常只要花心思思考大部分都可以解開，但是也不會太簡單，如果太簡單只要依照直覺完成就可以了，因此設計的難度掌控是很重要的部分。

分析(司法)：資訊與判斷條件(例子：給予方法一、方法二，詢問何種方法較好)。司法型思考風格的刺激方式，是給予學習者許多需要判斷的資訊，刺激學習者進行判斷，判斷的結果並非最重要，重要的是嘗試判斷，並了解自己的分析方法，以此來增進司法型的思考風格。圖 5 是三種思考風格刺激的流程，以此為設計的準則，

設計任務。接下來說明任務細節。

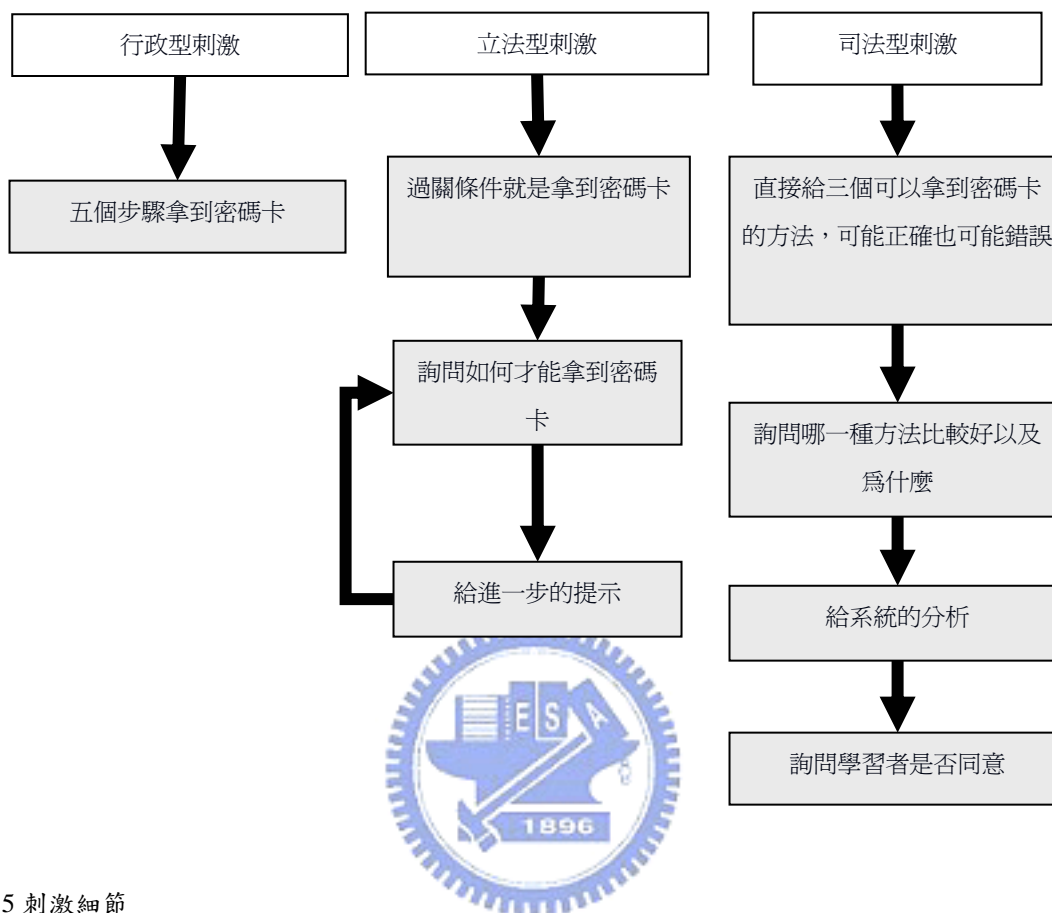


圖 5 刺激細節

以圖 5 為設計準則的任務分成兩大部分，第一部分為準備任務，第二部分為迷宮任務。準備任務是要讓學習者自我了解，任務型式是以關卡方式進行，共三關，分別是河內塔問題(如圖 6)，遊戲規則可以看圖了解，此問題是一個著名的遊戲，因為為了不難倒學習者所以把難度定為四個磚塊。無刻度水桶量水問題(如圖 7)，規則可參考圖 7 的說明，此問題並非很困難，但有可能會有思考的迷惑。十五個石頭問題，此問題就是拿出十五個石頭，由一個遊戲的代理人與學習者完這個遊戲，一次可以拿一個到三個石頭，學習者與代理人輪流拿，拿到最後一個就算輸。

以上三個任務，都是有較好的解法，可以提供行政型思考風格的刺激；而且困難度不會太難或簡單，有利於設計立法型思考風格的刺激；除了較好的解法以外，

三個任務都有許多種解法，並非只有單純一組解，因此對於司法型思考風格的刺激，可以有很多的資料可供使用。

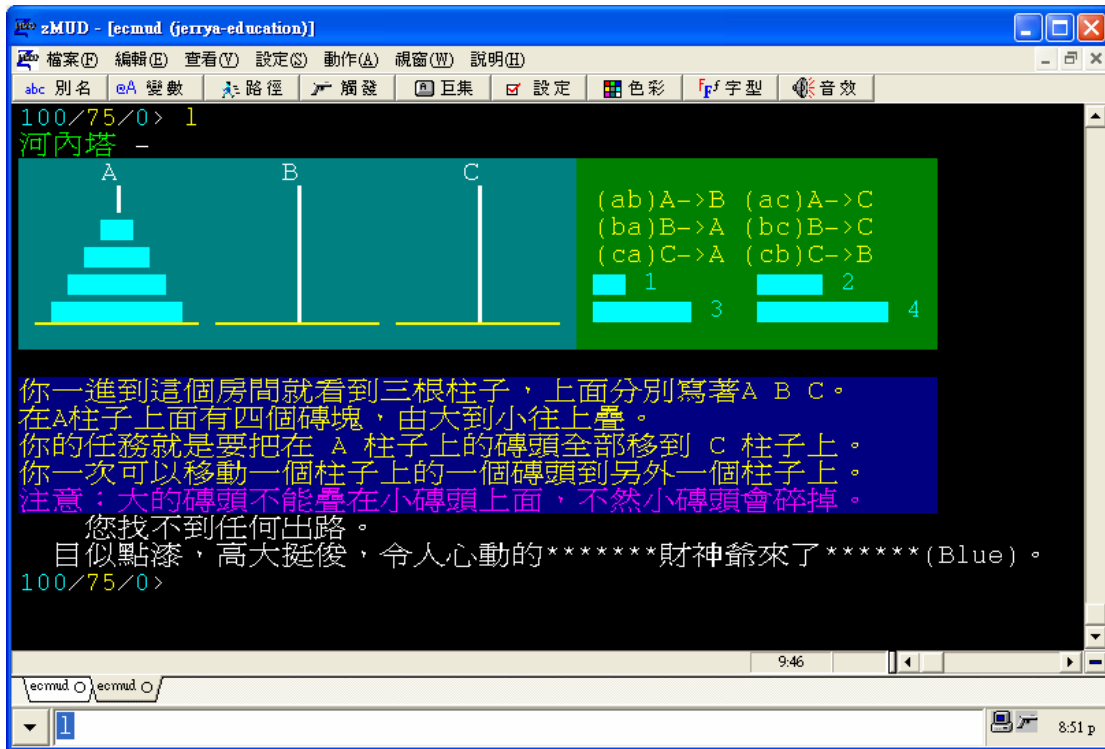


圖 6 準備任務之河內塔問題

圖 7 是一個任務，在此任務中要發展不同的思考風格則給予不同的刺激，行政型刺激：直接告訴步驟。(先把 B 裝滿並倒進 A，再把 B 裝滿一次再倒進 A，最後 B 就剩下一公升。) 立法型刺激：詢問目標。(先詢問要怎麼才可得到一公升水呢？接著詢問如果要在 B 中留一公升的水，要如何做呢？最後詢問 A 的體積為 B 的體積的兩倍少一公升，那要如何得到一公升的水呢？) 司法型刺激：給予可分析的資料。(1.A 水桶和 B 水桶，體積大小的關係是什麼？2.如果第一步驟是把 B 水桶裝滿然後倒到 A 中，是不是較有可能成功。)

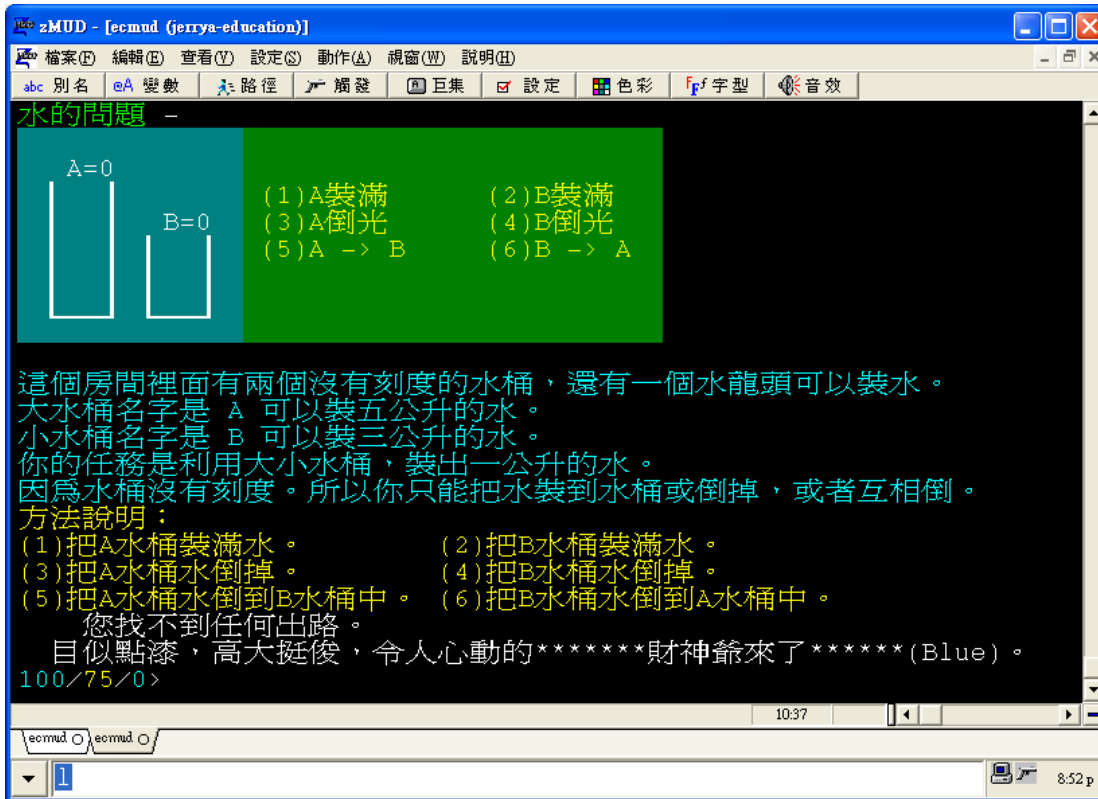


圖 7 準備任務之無刻度水桶量水問題

迷宮任務是以一個故事來描述整個遊戲，故事是敘述一群精英，其中有考古學家、冒險家、榮譽顧問，三種傑出的人才，在人類面臨能源危機的狀況下，向未知的迷宮前進，希望得到位在迷宮中神奇的能源，一種類似水晶礦石，水晶礦有紅、黃、藍、綠、紫，五種顏色，各代表著不同的能源，精英們帶著精靈電子書(也就是輔助代理人)，電子書是由最尖端的科學家研發而成，電子書中的精靈各有各的特色，有的擅長給予意見，有的擅長啟發，有的擅長蒐集相關資料，每種不同的精靈給予的幫助也不同，因此傑出的精英必須好好利用精靈給予的幫助，來達到目標。迷宮總共已知的區域有三層，精英們在迷宮中會遇到組合(透過拿取不同的物品，加以組合而成新的物品)，機智問答(數學、推理等問答)，解謎(完成任務，解開謎題)等各種問題，在精英解決問題的同時，也是往得到水晶礦之路邁進。當精英蒐集到五種寶石後，就完成了任務，然後出迷宮，得到能源研究所所長的感謝，研究所所

長會根據精英在迷宮中所解決的問題，給予精英一些建議。

在整個實驗的過程中，系統會觀察並紀錄學習者在經過刺激後的反應(如：採取的方法，問答的內容等)，觀察的項目有三部分，分別是思考方式，解題流程，刺激接受程度。

首先討論思考的方式：分為行政、立法、司法三種思考方式。以在油上燃燒的火，如果要熄滅此火，所採用的方法為例子；行政型思考風格：聽從精靈的幫助，依指示拿土來滅火；立法型思考風格：自己想如何滅火，不想聽精靈的幫助；司法型思考風格：根據精靈蒐集的資料，判斷應該用水或用土。以上三種思考風格，精靈會先給予刺激，然後觀察學習者的動作，最後詢問學習者的想法。

接下來討論解題的流程：解決問題的方法為多方向，不同流程也是思考重要一環。以在迷宮中尋寶為例子：是一間一間找尋？或是跳躍無順序的找尋？或是依照關鍵提示找尋？最後討論接受刺激的程度：在刺激後，學習者的反應，是接受或反對。如果精靈為了刺激行政型思考風格，給予許多指示，學習者是依照指示進行，或者經常不按照指示，或不耐煩。如果精靈為了刺激立法型思考風格，不給予提示，只是告知任務目標，學習者是否會只想詢問精靈解法。如果精靈為了刺激司法型思考風格，給予很多分析資料，學習者是否會進行分析，或者只是隨便選擇。以上觀察的方法，是在虛擬環境的任務中設定指標(check point)來進行檢測，當到達預定的指標時，精靈會觀察或詢問學習者，現在狀態。

經過觀察學習者以後，會根據觀察的資料給予學習者回饋。以促進學習者更了解思考風格。回饋來源有兩方面，一是精靈，一是系統環境。精靈根據上述的觀察方法，蒐集資料後，分析學習者的反應，詢問學習者是否是如觀察所表示，然後告知學習者的思考風格傾向，最後提醒學習者此思考風格的性質以及可以學習的方

向。在系統環境方面，依照學習者的反應，系統環境提供特定的指示。例如：用水滅在油上燃燒的火，則無法滅火。給予可實驗的方法。

整個實驗的過程是在電腦教室中，先由研究者進行環境與操作的解說(如圖 8 所示)，接著進入系統中，讓學習者自由發揮，如有碰到問題，研究者才從旁協助。實驗流程的細節與目的，可以參考表 4。



圖 8 實驗活動

表 4 實驗詳細流程方法和目的

實驗步驟	實行方法	目的
1.1 前測 思考風格問卷	使用網頁形式，取得受測者思考風格初始值。	拿來做初使值，並跟後測比較，是否有成長。
1.2 分組	實驗人數 157 人共四班，分為發展行政組、發展立法組、發展司法組。分別依據學生最低的風格來進行發展。	希望發展最低的思考風格。
1.3 角色扮演	受測者進入 MUD 虛擬環境，指派角色：考古學家(行政)，冒險家(立法)，榮譽顧問(司法)。	目的為給予受測者暗示，並幫助融入情境。
2. 給予刺激的發展 任務	不斷透過精靈給予刺激，利用詢問，促進受測者熟悉特定思考風格。 	目的希望在使用不斷的刺激下，使受測者產生習慣性思考，激發潛在的思考風格，或因熟悉而不排斥此思考風格。
3. 最後回饋	根據整個實驗的歷程紀錄，產生受測者的行為思考模式，傳達給受測者，並給予意見。	目的使受測者更了解自己思考風格，並接受與自己相異的思考風格。
4. 後測 思考風格問卷 實驗後問卷	以網頁形式，取得受測者思考風格。	目的為分析實驗過程是否有進步。

Appendix D 結果與分析

整體資料

本次實驗所參與的學生共 157 人，因資料蒐集有缺失，所以最後有效人數為 110 人，整體思考風格前測的詳細資料如下表。問卷是採用 Sternberg 所提出的思考風格測量的中文版，每一種思考風格有五個題目，採用七個等級，所以最小值為五，最大值為三十五。其中整體的行政型思考風格平均為 22.82，立法型思考風格平均為 23.61，司法型的思考風格平均為 19.58。

表 5 全體思考風格前測

前測--全體思考風格有效樣本

	個數	最小值	最大值	平均數		標準差	變異數
	統計量	統計量	統計量	統計量	標準誤	統計量	統計量
行政	110	14	32	22.82	.43	4.51	20.334
立法	110	11	35	23.61	.50	5.29	27.947
司法	110	8	32	19.58	.50	5.22	27.218

經過整個實驗活動以後，在進行後測問卷，前後測問卷之間時間相差一個禮拜，後測問卷中，行政型思考風格平均為 23.30，立法型思考風格平均為 24.10，司法型思考風格平均為 21.16。三種思考風格都有所進步。

表 6 全體思考風格後測

後測--全體思考風格有效樣本

	個數	最小值	最大值	平均數		標準差	變異數
	統計量	統計量	統計量	統計量	標準誤	統計量	統計量
行政	110	13	32	23.30	.39	4.14	17.129
立法	110	13	33	24.10	.45	4.70	22.054
司法	110	9	32	21.16	.44	4.58	21.019

從下面的表可以看出行政型思考風格平均進步 0.48，立法型思考風格平均進步 0.49，而司法型思考風格平均進步 1.58，司法型思考風格是進步最多的，而且也是唯一達到顯著的思考風格。因此可以了解，司法型思考風格在整個系統中，不管是何種刺激都有所進步，此系統應該對司法型思考風格有所幫助。

表 7 全體思考風格前後測差異

整體思考風格前後測成對樣本相關									
		成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	前行政-後行政	-.48	4.13	.39	-1.26	.30	-1.224	109	.224
成對 2	前立法-後立法	-.49	3.64	.35	-1.18	.20	-1.415	109	.160
成對 3	前司法-後司法	-1.58	3.70	.35	-2.28	-.88	-4.489	109	.000

更進一步觀察各種思考風格的分布圖，除了行政型思考風格以外，立法型與司法型思考風格，可以看到分數大於 26 的人數都有所提升。其中又以司法型最為顯著，後面在繼續討論進步的類型。

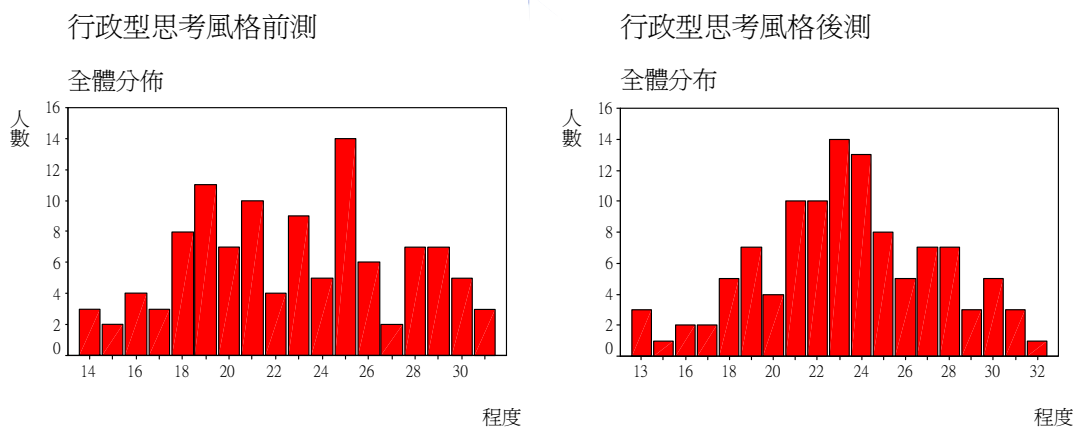


圖 9 行政型思考風格前後測分配圖

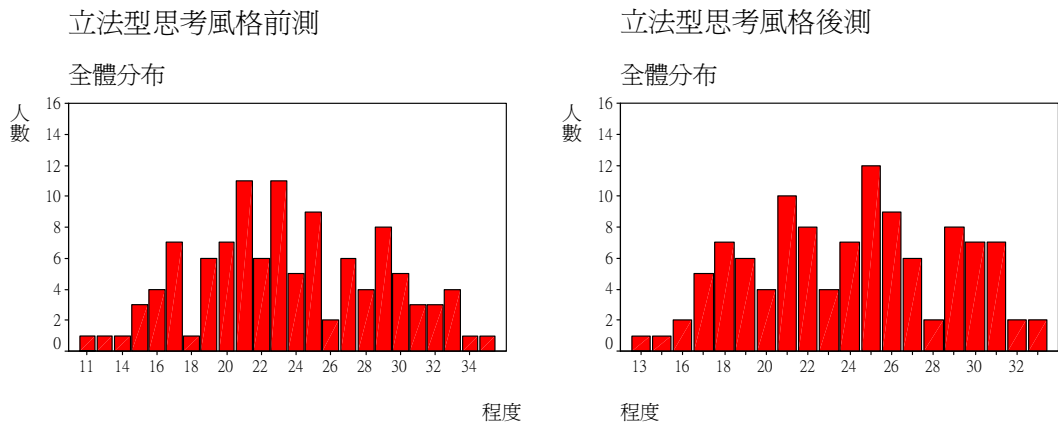


圖 10 立法型思考風格前後測分配圖

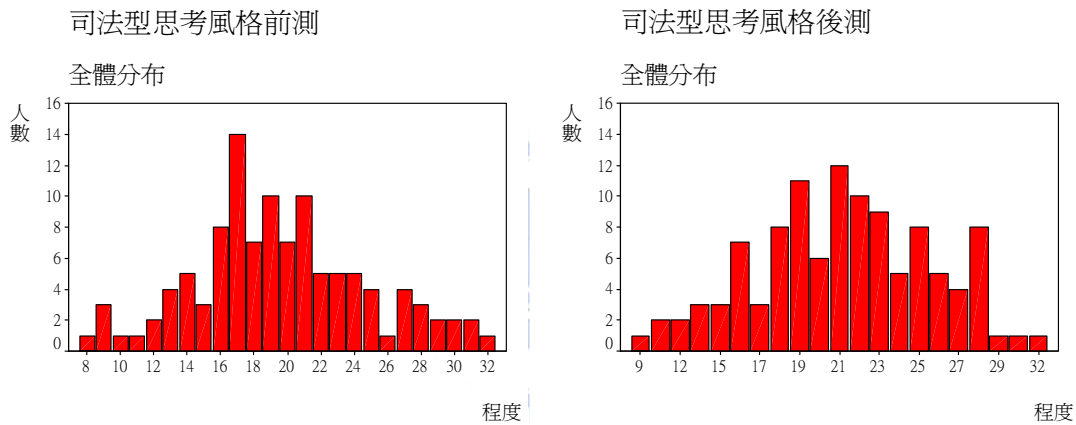


圖 11 司法型思考風格前後測分配圖

從圖 12 可以看出思考風格發展的種類與數量分布圖，橫軸表示思考風格進步的種類，這裡所定義的進步是指後測問卷比前測問卷分數有所提升，0 表示思考風格一個都沒有進步，1 表示三種思考風格中有一種進步(不管是哪一種)，2 表示三種思考風格中有兩種有進步，3 表示三種思考風格都有進步。縱軸表示人數，在思考風格進步的種類中，可以發現三種思考風格中有兩種思考風格有進步的人數是最多的，人數高達 35 人，因此可以推測，思考風格是有可能彼此互相影響的，所以往往發展其中一項思考風格，也有可能導致其他的思考風格提升，在下圖中另外可以發現，在有進步的人數中，總共有 88 人，佔全部的人數百分之八十，因此可以知道只

要想要發展，是可以做到的。

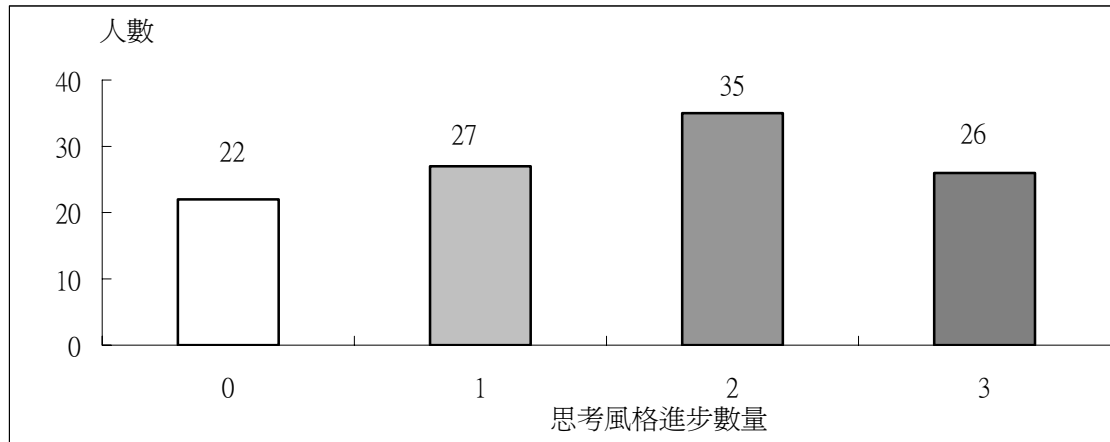


圖 12 思考風格進步類型分布圖

接著根據每個人本身最弱的思考風格是哪一種，把參加者分成三個組，分別是行政發展組(43 人)，立法發展組(31 人)，司法發展組(36 人)。在接下來的分析中，可以觀察，各組中的三種思考風格的變化，來驗證系統的刺激是否有效。

行政發展組

首先討論行政型思考風格的發展，在表 8 可以看到行政發展組中，三種思考風格前後測的平均數，接著在表 9 的成對 1(行政型思考風格前後測差異)中可以發現，行政思考風格在前後測中可以看到平均進步 1.16，顯著性為 0.044，已經達到顯著，因此可以知道在本系統的刺激下，行政型思考風格果真發展成功。而平均進步為原本行政型思考風格平均的 $1.16 / 22.02 = 5.3\%$ 。除此之外可以發現，行政發展組的立法型思考風格特別高，前測平均為 27.35，因此立法型思考風格會降低，是因為刺激的原因，或者是因為壓抑的原因則有待未來進一步的研究。

表 8 行政發展組思考風格前後測描述統計表

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	前測行政	22.02	43	5.15	.79
	後測行政	23.19	43	4.29	.65
成對 2	前測立法	27.35	43	4.65	.71
	後測立法	26.86	43	4.04	.62
成對 3	前測司法	22.60	43	4.70	.72
	後測司法	23.44	43	3.79	.58

表 9 行政發展組思考風格前後測差異表

		成對變數差異					t	自由度	顯著性(雙尾)
		平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	前測行政 - 後測行政	-1.16	3.66	.56	-2.29	-3.52E-02	-2.081	42	.044
成對 2	前測立法 - 後測立法	.49	3.22	.49	-.50	1.48	.993	42	.326
成對 3	前測司法 - 後測司法	-.84	3.42	.52	-1.89	.21	-1.608	42	.115

可以確定行政型思考風格發展成功後，接下來在更進一步分析行政型思考風格程度的分布，在圖 13 中橫軸為行政型思考風格的程度，縱軸表示人數，白色為行政型思考風格前測程度，紅色為後測程度。從下圖可以行政型思考風格前後測的差異，在程度在 22 以下的人數，後測比前測減少許多，後測人數集中到 22 到 24 之間，而 24 以上的人數，後測則較前測減少，因此可以知道此刺激對行政型思考風格程度低的人有很大的幫助，對於較高的行政型思考風格則幫助較少。為了確定此現象，把行政發展組中的參與者，依據行政型思考風格前測的程度，以平均 23 為分界，平均以上的人稱為高行政，平均以下稱為低行政，再進一步進行統計，發覺在行政發展組中，高行政人中百分之七十(14 人)都退步，低行政人中百分之七十三(17 人)都進步，因此可以確定對行政型思考風格程度較低的人，系統幫助較大。

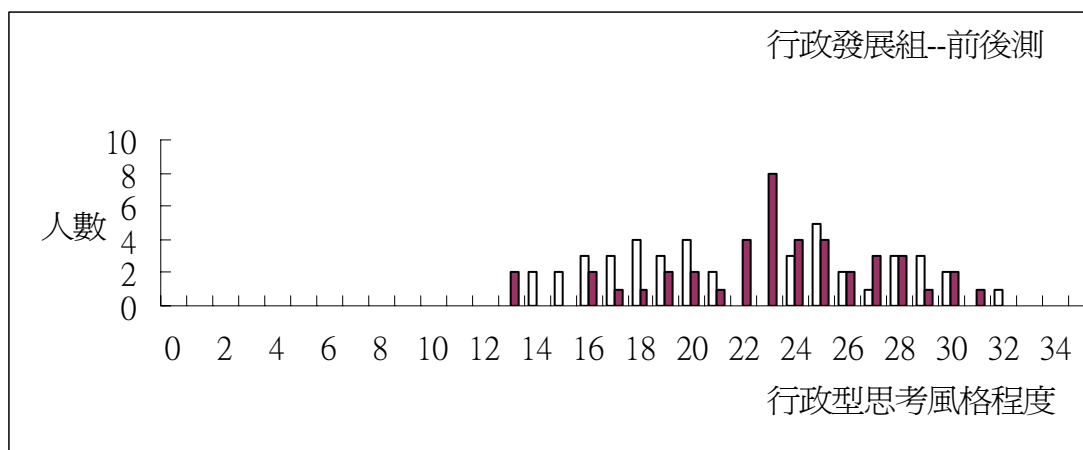


圖 13 行政發展組行政型思考風格前後測分配圖

立法發展組

接著討論立法發展組，此組中有 31 人，從表 10 中可見，發展前以立法型思考風格平均為最低，其次為司法型思考風格，行政型思考風格最高。從表 11 中可以得到立法型思考風格是三種思考風格中發展最多的，平均進步為 1.81，顯著性為 0.017 達到顯著標準，進步為原本的 $1.81 / 20.87 = 8.7\%$ 。

表 10 立法發展組思考風格描述統計表

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	前測行政	24.94	31	3.68	.66
	後測行政	24.48	31	4.19	.75
成對 2	前測立法	20.87	31	3.75	.67
	後測立法	22.68	31	4.62	.83
成對 3	前測司法	21.19	31	3.27	.59
	後測司法	22.61	31	3.37	.61

表 11 立法發展組思考風格前後測差異表

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
				下界	上界			
成對 1 前測行政 - 後測行政	.45	4.46	.80	-1.18	2.09	.564	30	.577
成對 2 前測立法 - 後測立法	-1.81	3.99	.72	-3.27	-.34	-2.523	30	.017
成對 3 前測司法 - 後測司法	-1.42	3.97	.71	-2.88	3.80E-02	-1.989	30	.056

圖 14 立法型思考風格也發展成功，接著觀察立法型思考風格的分布，在圖 14 中橫軸為立法型思考風格的程度，縱軸表示人數，白色為行政型思考風格前測程度，紅色為後測程度。從圖中可以看到立法型思考風格前測表現出向 20 到 24 聚集，而後測則是較低的立法型思考風格人數減少，程度 24 以上的人數增加。接著把立法發展組中的參與者，根據立法型思考風格前測的程度，平均 22 以上的人稱為高立法，平均以下稱為低立法，再進一步統計，發覺在立法發展組中，高立法人中百分之三十三(4 人)退步，百分之七十七(8 人)進步或不變。低行政人中百分之七十四(14 人)進步或不變，百分之二十六(5 人)退步。程度高低與進步與否關係不大，而且大部分都進步，因此系統對於整體都有所幫助。

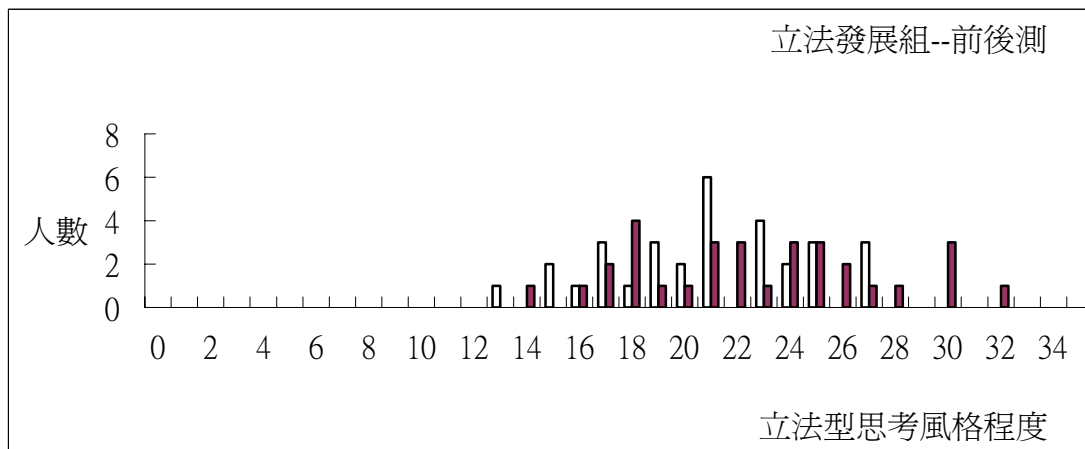


圖 14 立法發展組立法型思考風格前後測分配圖

司法發展組

最後分析司法發展組，在表 12 中可了解司法型思考風格在此組中是最低，行政型與立法型思考風格差不多。接著在表 13 中可以看到司法型思考風格進步最為明顯，進步平均高達 2.61，進步為前測司法型思考風格的 $2.61 / 14.58 = 17.9\%$ ，是所有發展組中進步最多的，因此可以了解司法型思考風格就發展的程度是最適合此系統。

表 12 司法發展組思考風格描述統計表

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	前測行政	21.94	36	3.79	.63
	後測行政	22.42	36	3.76	.63
成對 2	前測立法	21.50	36	4.54	.76
	後測立法	22.03	36	3.90	.65
成對 3	前測司法	14.58	36	3.14	.52
	後測司法	17.19	36	3.74	.62

表 13 司法發展組思考風格前後測差異表

	成對變數差異						t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間					
				下界	上界				
成對 1 前測行政 - 後測行政	-.47	4.31	.72	-1.93	.99	-.657	35	.515	
成對 2 前測立法 - 後測立法	-.53	3.53	.59	-1.72	.67	-.898	35	.375	
成對 3 前測司法 - 後測司法	-2.61	3.64	.61	-3.84	-1.38	-4.310	35	.000	

了解司法型思考風格也可發展後，接著觀察司法型思考風格的分布，在圖 15 中橫軸為司法型思考風格的程度，縱軸表示人數，白色為司法型思考風格前測程度，紅色為後測程度。從圖中可以看到司法型思考風格前測程度都略為偏低，大部分都低於 18，而後測程度大大提升，高於 18 的人高達一半，因此可以知道司法發展組的人，發展的很均勻，整組都有所發展，不類似其他發展組，都是偏低的思考風格程度較容易進步。仔細觀察司法發展組的人發現，百分之八十四(30 人)都進步，可

以說整體都有所進步。但這一次的實驗對象，司法發展組的人司法型思考風格都偏低，沒有程度非常高的，所以才顯示全部都是進步的，雖然分析表示系統對於整體都有所幫助，但真實情況還有待研究。

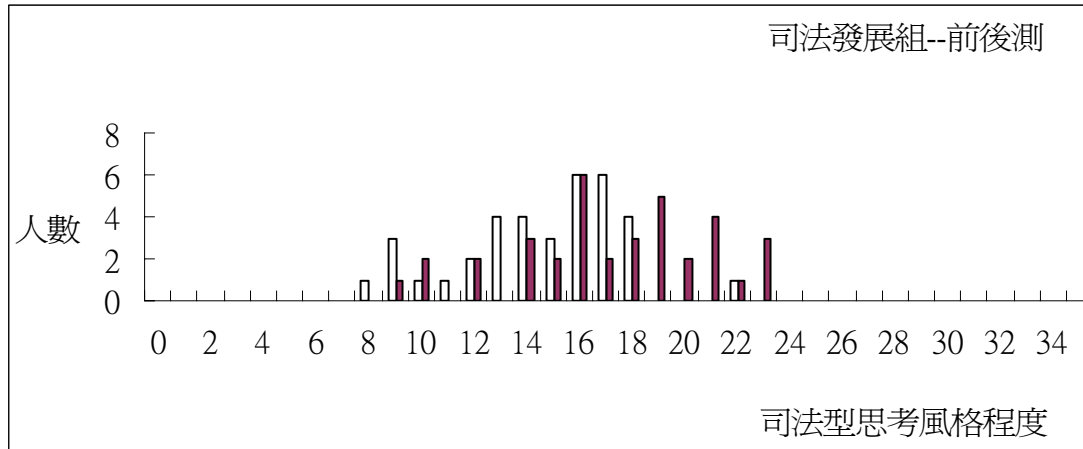


圖 15 司法發展組司法型思考風格前後測分布圖

在上述的分析中，可以指出功能性的思考風格是可以發展的，本實驗針對三種功能性思考風格，分組進行刺激，果然每一組在系統所要刺激的項目上都有顯著的成長。但此系統對於思考風格程度已經很高的人，幫助並不大，甚至會有壓抑的現象發生。為了解這種狀況的詳細情形，整體根據實驗前測的程度進行統計，了解每個思考風格前測程度與改變的關係圖。可以從下面的圖 16、圖 17、圖 18、圖 19、圖 20、圖 21，更清楚看到，下列圖 16、圖 18、圖 20 三張圖，橫軸表示各思考風格的程度，從 5 到 35，總軸每一點表示在此程度中，所有人進步與退步的總合。在更進一步，看圖 17、圖 19、圖 21 三張圖，橫軸表示各思考風格的程度，從 5 到 35，總軸每一點表示在此程度中，所有人進步與退步的總合在除以在此程度中的人數，換句話說就是此程度中變化的平均。思考風格改變的狀態跟程度的關係是思考風格程度越高者越有可能退步，思考風格程度低者，越有可能進步。

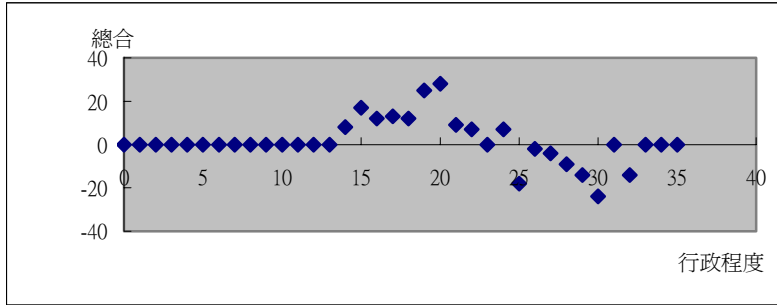


圖 16 行政型思考風格各程度改變總合分布圖

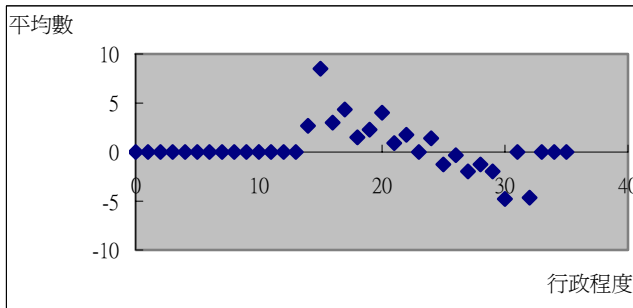


圖 17 行政型思考風格各程度改變平均分布圖

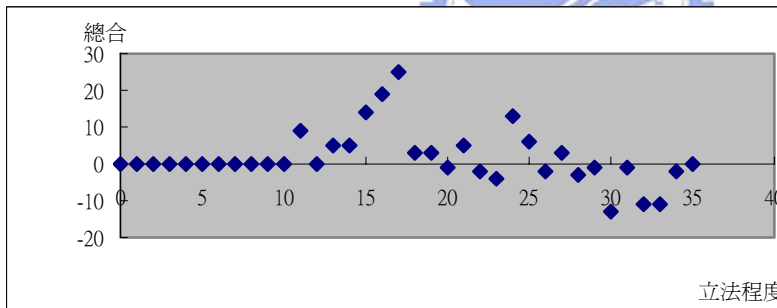


圖 18 立法型思考風格各程度改變總合分布圖

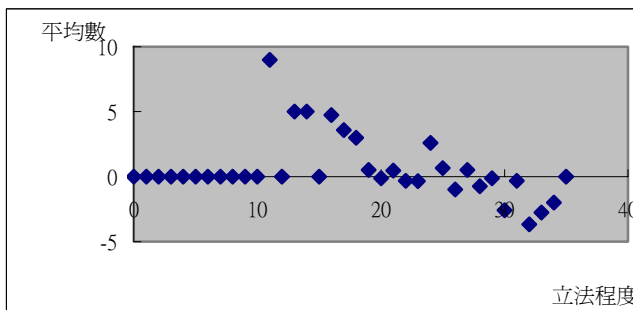


圖 19 立法型思考風格各程度改變平均分布圖

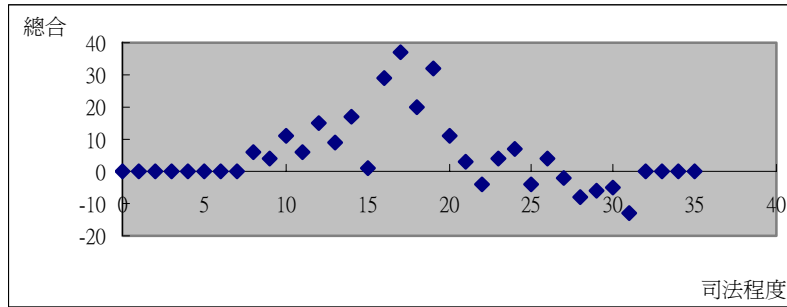


圖 20 司法型思考風格各程度改變總合分布圖

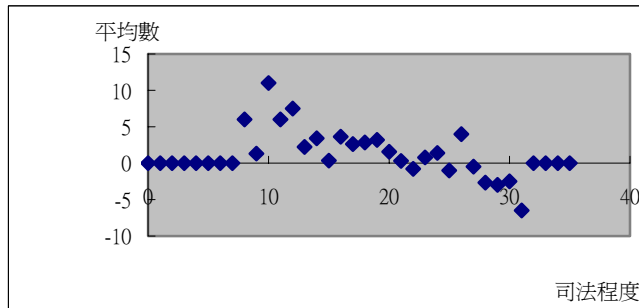


圖 21 司法型思考風格各程度改變平均分布圖

最後再觀察副作用，在發展行政型思考風格與立法型思考風格的時候，從表 9 與表 11 中可以察覺，在行政發展組中，立法型思考風格的程度降低了，但並未達到顯著。在立法發展組中，同樣的現象，行政型思考風格的程度也降低了，但也為達到顯著。從這裡可以看出行政型思考風格與立法型思考風格之間有可能排斥的關係，再分析每一組進步與退步的程度，表 14 中的發展與退步的平均是在各別組別各個思考風格中，有發展的總數與退步的總數，除以整組人數，這個意思是把進步和退步分開來分析。以行政發展組的行政型思考風格為例，行政發展組有 43 人，而其中行政型思考風格提升的總量為 88，因此發展的平均為 $88 / 43 = 2.02$ ，依此類推，可得到下表。從下表中可以了解在行政發展組中，立法型思考風格是三種思考風格中發展最少的(1.56)，而退步卻是最多的(1.33)。另外立法發展組，則是行政型思考風格發展最少(1.42)，而退步卻是最多(1.56)，因此就可以更確定行政發展組，對於立法型思考風格有壓抑，而立法發展組則對行政型思考風格有壓抑。此外可以

發現不管在哪一組，司法型思考風格的退步都是最低的，因此可以了解本系統對司法型思考風格的副作用較少。

表 14 發展進步關係表

組別	思考風格	發展平均	退步平均
行政發展組	行政型	4.19	2.38
	立法型	2.63	3
	司法型	3.33	3.38
立法發展組	行政型	2.73	4.58
	立法型	4.37	3
	司法型	4.06	3.22
司法發展組	行政型	3.78	4.25
	立法型	3.33	2.93
	司法型	4.19	2.5

表 15 各發展組進步與退步詳細內容

	行政組(43人)			立法組(31人)			司法組(36人)		
	行政	立法	司法	行政	立法	司法	行政	立法	司法
增加人數	21	16	24	15	19	18	18	18	26
增加量	88	42	80	41	83	73	68	60	109
百分比	48.83	37.21	55.81	48.39	61.29	58.06	50	50	72.22
減少人數	16	21	13	12	9	9	12	14	6
減少量	-38	-63	-44	-55	-27	-29	-51	-41	-15
百分比	37.21	48.83	30.23	38.71	29.03	29.03	33.33	38.89	16.67
總合	50	-21	36	-14	56	44	17	19	94
平均增加	4.19	2.63	3.33	2.73	4.368	4.06	3.78	3.33	4.19
平均減少	-2.375	-3	-3.38	-4.58	-3	-3.22	-4.25	-2.93	-2.5
平均總合	1.16	-0.49	0.84	-0.45	1.81	1.42	0.47	0.53	2.61

REFERENCES

- [1] E. Aimeur and C. Frasson, 'Analyzing a new learning strategy according to different knowledge levels', *Computer and Education*, 27(2), 115-127, (1996).
- [2] G. Biswas, T. Katzlberger, J. Brandford, X. Schwartz, and TAG-V, Extending Intelligent Learning Environments with Teachable Agents to Enhance Learning. In J.D. Moore et al. (eds.) *Artificial Intelligence in Education*, IOS Press, Amsterdam, 389-397, (2001).
- [3] T.W. Chan and A.B. Baskin, Learning companion systems. In C. Frasson & G. Gauthier (eds.), *Intelligent Tutoring Systems: At the Crossroads of Artificial Intelligence and Education*, Ablex Publishing Corporation, New Jersey, (1990).
- [4] T.W. Chan and C.Y. Chou, 'Exploring the design of computer supports for reciprocal tutoring,' *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8, 1-29, (1997).
- [5] U.J. Christensen, D. Heffernan, and P. Barach, 'Microsimulators in medical education: An overview,' *Simulation and Gaming*, 32(2), 250-262, (2001).
- [6] N.S. Edward, 'Computer based simulation of laboratory experiments,' *British Journal of Educational Technology*, 28(1), 51-63, (1997).
- [7] C. Francisco and H.H. Elaine, 'Learning and thinking styles: an analysis of their interrelationship and influence on academic achievement,' *Educational Psychology*, 20, 413-430, (2000).

- [8] E.L. Grigorenko and R.J. Sternberg, 'Styles of Thinking, Abilities, and Academic Performance,' *Exceptional Children*, 63(3), 295-312, (1997).
- [9] S.T. Hange and B. Krose, A Short Introduction to Reinforcement Learning, 7-12, Proceedings of BENELEARN-97, Seventh Belgian-Dutch Conference on Machine Learning, (1997).
- [10] P. Hietala and T. Niemirepo, 'The competence of learning companion agents,' *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 9, 178-192, (1998).
- [11] C.H. Hsieh and C.T. Sun, "MUD for Learning: Classification and Instruction," to appear in *International Journal of Instructional Media*, 33(3), (2004).
- [12] C.I. Lee and F.Y. Tsai, 'Internet project-based learning environment: the effects of thinking styles on learning transfer,' *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 31-39, (2004).
- [13] K. Ryokai, C. Vaucelle & j. Cassell, 'Virtual peers as partners in storytelling and literacy learning,' *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 195-208, (2003).
- [14] R.S. Sutton and A.G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, MIT Press, Cambridge, MA, (1998).
- [15] R.J. Sternberg, 'Allowing for Thinking Styles,' *Educational Leadership*, 52(3), 36-40, (1994).
- [16] R.J. Sternberg, *Thinking Styles*. Cambridge University Press, New York, (1997).
- [17] R.J. Sternberg and L. Spear-Swerling, *Teaching for Thinking*, American Psychological Association, (1996).

- [18] M. Wooldridge and N. Jennings, Agent Theories, Architecture, and Language : A Survey. Proceeding ECAI-94 : Workshop on Agent Theories, Architecture, and Languages, Springer-Verlag, Berlin, Germany, (1995).
- [19] L.F. Zhang, 'Thinking Styles and Cognitive Development,' The Journal of Genetic Psychology, 163(2), 179-195, (2002).
- [20] L.F. Zhang and G.A. Postiglione, 'Thinking styles, self-esteem, and socio-economic status,' Personality and Individual Differences, 31, 1333-1346, (2001)
- [21] L.F. Zhang and R.J. Sternberg, 'Thinking styles and teachers' characteristics,' International Journal of Psychology, 37(1), 3-12, (2002).
- [22] J. Zola and A. Ioannidou, 'Learning and teaching with interactive simulations,' Social Education, 64(3), 142-145, (2000).

