

應用類神經網路探討火災保險風險評估之研究--以 T 公司工商火災保險為例

研 究 生：孫其怡

指導教授：陳春盛 教授

## 國立交通大學產業安全與防災碩士學程

### 摘 要

全世界各國產險市場發展的趨勢已逐漸走向費率自由化，在產物保險發展的現況中，費率自由化便成為保險監理的既定政策，未來火災保險因費率自由化，各公司將會面臨更多的挑戰，尤其是對風險的評估能力更是重要，是否有一套完善的風險評估標準，來決定是否承保或者是以什麼條件來承保，實在是各產險公司火險核保部門或是風險評估部門的當務之急。

本研究藉由人工智慧中的類神經網路(Artificial Neural Network, 簡稱ANN)建立火災保險風險評估模型，來輔助產險核保風險評估決策。本研究主要彙集前人的研究與相關評價模式，再利用保險公司承保資料與以往客戶出險的紀錄，進而建立火災保險風險評估的項目，以期能建立一套適用於本土化的風險評估原則。

研究的實驗結果摘要如下：

1. 最佳化參數選擇：透過多次的參數敏感度實驗，以神經元個數 = 10、學習率 = 0.6、慣性因子 = 0.6 所建構倒傳遞類神經網路，可訓練出整體正確率最高且失誤偵測個數相對較低的權重值，以此權重與參數值來建構倒傳遞類神經網路，作為未來測試樣本之模組。
2. 正確率：本研究之訓練樣整體正確率可達到 85.50%；測試樣本的整體正確率可達到 82.42%，可以推斷該類神經網路結果應具有一般性與可信度。

關鍵字：火災保險、火災風險評估、類神經網路

# Study of the Application of Artificial Neural Network Research on the Risk Assessment on the Fire Insurance : Case Study

Student : Chi Yi Sun

Advisor : Dr. Chun Sung Chen

Institute of Industrial Safety and Risk Management  
National Chiao Tung University

## Abstract

The current trend of products insurance market is towards open competition instead of tariff rate in the world. In domestic products insurance market moves towards competition market gradually. In the future, all insurance companies will face more challenges in fire risk assessment especially. All insurance companies should have a set of perfect risk assessment or standard whether or not.

The paper tries to establish the fire insurance risk assessment model by the artificial neural network (ANN). The purpose of the research is to assist us in fire risk assessment decision-making. This paper mainly collects predecessor's research and the items of the correlation appraisal models. Furthermore, using customers' data of some insurance company to establish fire insurance risk assessment model. We want to establish a model to suit for the localization risk assessment principle.

The research experimental result is as follows:

### 1. Optimization parameters choicing :

While we experiment with parameters using try and error method to try finding optimization parameters. We get optimization parameters to establish a model by the neuron numbers of the hidden layer = 10, the learning rate = 0.6, the momentum factor = 0.6. The model may prepare for testing samples in the future.

### 2. Accuracy rate :

In the model, we use the training samples to achieve 85.50% accuracy rate. Using the testing sample overall accuracy rate may achieve 82.42%. We may infer the artificial neural network to establish the model supposed to have its generality and confidence level.

Key words: fire insurance, fire risk assessment, artificial neural network,

## 誌謝

在幾年前的一個晚上偶然來到交大校園，看到莘莘學子們在球場上打著籃球，腦中閃過一個念頭，好像應該要回到校園來充充電，藉此機會也順便一圓高中時期未完成的交大夢。學習的過程是美好的，從台北至新竹上課，一點也不覺得辛苦，於交大的這些日子裡，除了在課業上投入時間與精神外，回到校園，漫步於竹湖旁幽靜小徑，穿梭在系館與浩然圖書館之間，享受著校園生活的美好點滴。在這段日子裡，要感謝學校提供一個如此優美的環境與優良的學習空間。

除此之外，要感謝的人也非常多，首先感謝恩師陳春盛教授悉心指導，論文口試委員洪士林老師與黃志彬老師的審閱匡正和寶貴意見，方得以完成此學業，謹此敬表謝忱。同時，也要感謝各授課老師的教導及學長與同學的協助，在專業領域方面獲益良多，更也要感謝我的家人，對我的支持與鼓勵。

本論文撰寫期間承蒙同窗哲楨、文輝、偉民、學穎、孫明等人互相切磋勉勵；好友東環、子璉、思翰、祖耀、貫文在內容與應用上的指導與協助；產險業的許多朋友，嘉文副總、漢凌、珍穎、志民、光正、哲銘、昆穎、伍豐、國民、文正、永富、怡君、榮芳、建富、君鐸、育林、碧雲、文婷、娟櫻等人長期多方協助與提供資料，及許許多多的同學及朋友所給予鼓勵與關心。感謝大家給予協助，使我得以完成碩士學業。在交大學習與體驗的點點滴滴，內心備感懷念。最後，以此文獻給我最摯愛的家人及愛我、幫助我的所有人，沒有你們大家的支持與關懷，無以完成此論文。

孫其怡 謹誌於交大

中華民國九十七年一月

# 目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
謝誌.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vii
表目錄.....	viii
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>1</b>
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究架構與流程.....	4
<b>第二章 相關法令與文獻回顧.....</b>	<b>5</b>
2.1 現行火災保險費率規章之風險評估項目.....	5
2.1.1 現行火災保險費率規章.....	5
2.1.2 火災保險簽單費率之計算.....	6
2.1.3 建築等級說明.....	11
2.1.4 同一危險範圍.....	13
2.1.5 火災保險現況分析.....	14
2.2 火災風險評估因素的相關文獻.....	15
2.3 以類神經網路進行預測的相關文獻.....	18
<b>第三章 理論基礎.....</b>	<b>23</b>
3.1 風險評級介紹.....	23
3.1.1 風險評級說明.....	23

3.1.2	風險評級基本原理.....	24
3.1.3	各公司風險評級項目說明.....	25
3.1.4	選用適當的風險評級項目.....	31
3.2	類神經網路.....	31
3.2.1	類神經網路介紹與原理.....	31
3.2.2	類神經網路基本架構.....	33
3.2.3	倒傳遞類神經網路模式.....	34
3.2.4	倒傳遞類神經網路架構.....	36
3.2.5	倒傳遞類神經網路演算法.....	37
3.2.6	倒傳遞類神經網路計算流程及步驟.....	41
<b>第四章</b>	<b>研究方法.....</b>	<b>43</b>
4.1	研究範圍與限制.....	43
4.1.1	研究範圍.....	43
4.1.2	研究限制.....	43
4.2	研究資料.....	43
4.2.1	研究變數與編碼.....	43
4.2.2	訓練與測試資料.....	57
4.2.3	資料正規化.....	58
4.2.4	輸入順序隨機化.....	58
4.2.5	樣本平衡.....	58
4.3	網路建構.....	59
4.3.1	隱藏層層數.....	59
4.3.2	隱藏層中神經元的個數.....	60
4.3.3	權重初始化.....	61
4.3.4	學習循環次數.....	61

4.3.5 目標函數與訓練停止標準.....	62
4.3.6 活化函數.....	62
4.3.7 學習率.....	63
4.3.8 慣性因子.....	63
4.4 輸出值分析說明.....	64
4.4.1 出險機率分組與網路預測正確率.....	64
4.4.2 最佳參數選擇 .....	65
<b>第五章 研究結果與討論.....</b>	<b>70</b>
5.1 測試樣本分類結果與分析.....	70
5.2 網路輸入單元對輸出單元的相對重要度.....	71
5.3 網路輸入單元對輸出單元的敏感度分析.....	74
<b>第六章 研究結論與未來研究方向與建議.....</b>	<b>84</b>
6.1 研究結論.....	84
6.2 未來研究方向與建議建議.....	86
<b>參考文獻.....</b>	<b>87</b>
<b>附錄.....</b>	<b>91</b>

# 圖目錄

圖 1-1：研究架構流程圖.....	4
圖 3-1：輸入與輸出之間的關係.....	32
圖 3-2：神經元的模型.....	32
圖 3-3：訓練類神經網路與調整其權重值流程圖.....	33
圖 3-4：S 形函數圖.....	37
圖 3-5：雙曲線正切函數圖.....	37
圖 4-1：網路結構圖.....	61
圖 4-2：慣性因子的示意圖.....	64
圖 4-3：各實驗組合之分類正確率.....	67
圖 4-4：各實驗組合之失誤偵測個數.....	68
圖 4-5：各實驗組合所需要耗費的時間.....	69
圖 5-1：各輸入單元之相對重要性之直方圖.....	73
圖 5-2：排序後之各輸入單元之相對重要性之直方圖.....	73

## 表目錄

表 2-1：使用性質分類及代號表.....	7
表 2-2：商業火災保險基本危險費率檔級表.....	8
表 2-3：高樓加費比率表.....	10
表 2-4：消防設備減費比率表.....	10
表 2-5：自負額扣減率表.....	11
表 2-6：建築等級表.....	11
表 3-1：得分評級對照表.....	29
表 3-2：適用於中、小型的火險保險標的物的項目.....	31
表 4-1：輸入層單元變數表.....	44
表 4-2：使用性質分類標準.....	47
表 4-3：出險原因代碼表.....	54
表 4-4：輸出層單元變數表.....	57
表 5-1：隱藏層神經元數 = 10、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.6 下， 訓練後網路權重.....	70
表 5-2：測試樣本分類結果之個數混亂矩陣.....	71
表 5-3：測試樣本分類結果之正確率混亂矩陣.....	71
表 5-4：各輸入單元之相對重要性.....	72
表 5-5：各輸入單元之敏感度分析表.....	75
表 5-6：管理與使用易燃性物質情形之出險比率表.....	75
表 5-7：生財機器設備運作時間之出險比率表.....	76
表 5-8：平時消防演練與完整防護計畫之出險比率表.....	77
表 5-9：員工人數之出險比率表.....	77
表 5-10：建築物的棟距之出險比率表.....	78
表 5-11：使用性質之出險比率表.....	78
表 5-12：建築等級之出險比率表.....	79



表 5-13：鍋爐設置之出險比率.....	79
表 5-14：吸煙管制之出險比率表.....	80
表 5-15：消防設備之出險比率表.....	80
表 5-16：建築物使用屋齡之出險比率表.....	81
表 5-17：特殊危險工作之出險比率表.....	81
表 5-18：系統保全及 24 小時警衛人員之出險比率表.....	82
表 5-19：廢料放置位置與處理情形之出險比率表.....	82
表 5-20：貨物倉庫管理情形之出險比率表.....	83
表 5-21：變壓器位置之出險比率表.....	83
表 A-1：隱藏層神經元數為 4，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	91
表 A-2：隱藏層神經元數 = 4、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.2 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	91
表 A-3：隱藏層神經元數 = 4、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.2 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	91
表 A-4：隱藏層神經元數為 5，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	92
表 A-5：隱藏層神經元數 = 5、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.4 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	92
表 A-6：隱藏層神經元數 = 5、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.4 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	92
表 A-7：隱藏層神經元數為 6，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	93
表 A-8：隱藏層神經元數 = 6、學習率 = 0.7、慣性項 = 0.1 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	93
表 A-9：隱藏層神經元數 = 6、學習率 = 0.7、慣性項 = 0.1 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	93
表 A-10：隱藏層神經元數為 7，學習率與慣性項變動下，	

各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	94
表 A-11：隱藏層神經元數 = 7、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.3 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	94
表 A-12：隱藏層神經元數 = 7、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.3 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	94
表 A-13：隱藏層神經元數為 8，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	95
表 A-14：隱藏層神經元數 = 8、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	95
表 A-15：隱藏層神經元數 = 8、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	95
表 A-16：隱藏層神經元數為 9，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	96
表 A-17：隱藏層神經元數 = 9、學習率 = 0.4、慣性項 = 0.9 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	96
表 A-18：隱藏層神經元數 = 9、學習率 = 0.4、慣性項 = 0.9 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	96
表 A-19：隱藏層神經元數為 10，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	97
表 A-20：隱藏層神經元數 = 10、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.6 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	97
表 A-21：隱藏層神經元數 = 10、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.6 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	97
表 A-22：隱藏層神經元數為 11，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	98
表 A-23：隱藏層神經元數 = 11、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.6 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	98
表 A-24：隱藏層神經元數 = 11、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.6 下，	

訓練樣本之混亂矩陣.....	98
表 A-25：隱藏層神經元數為 12，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	99
表 A-26：隱藏層神經元數 = 12、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	99
表 A-27：隱藏層神經元數 = 12、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	99
表 A-28：隱藏層神經元數為 13，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	100
表 A-29：隱藏層神經元數 = 13、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	100
表 A-30：隱藏層神經元數 = 13、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	100
表 A-31：隱藏層神經元數為 14，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	101
表 A-32：隱藏層神經元數 = 14、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	101
表 A-33：隱藏層神經元數 = 14、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	101
表 A-34：隱藏層神經元數為 15，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	102
表 A-35：隱藏層神經元數 = 15、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.3 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	102
表 A-36：隱藏層神經元數 = 15、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.3 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	102
表 A-37：隱藏層神經元數為 16，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	103
表 A-38：隱藏層神經元數 = 16、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.8 下，	

網路權重訓練前後之匯總.....	103
表 A-39：隱藏層神經元數 = 16、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.8 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	103
表 A-40：隱藏層神經元數為 17，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	104
表 A-41：隱藏層神經元數 = 17、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.4 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	104
表 A-42：隱藏層神經元數 = 17、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.4 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	104
表 A-43：隱藏層神經元數為 18，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	105
表 A-44：隱藏層神經元數 = 18、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	105
表 A-45：隱藏層神經元數 = 18、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	105
表 A-46：隱藏層神經元數為 19，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	106
表 A-47：隱藏層神經元數 = 19、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.9 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	106
表 A-48：隱藏層神經元數 = 19、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.9 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	106
表 A-49：隱藏層神經元數為 20，學習率與慣性項變動下， 各訓練樣本之分類正確率之匯總.....	107
表 A-50：隱藏層神經元數 = 20、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6 下， 網路權重訓練前後之匯總.....	107
表 A-51：隱藏層神經元數 = 20、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6 下， 訓練樣本之混亂矩陣.....	107

# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機

火災保險業務係產物保險公司營運過程中非常重要的業務之一，嚴謹地執行火災保險風險評估將可為公司避免錯誤選擇，確保火災保險核保利潤，達到永續經營的目標。多年以來，我國火災保險的經營都是以費率規章為主臬，所有的保險公司對於火災保險的風險評估是以保險承保條件與費率來決定，而這保險承保條件與費率都必須依據財政部所核准的費率規章標準進行運作，而這樣的標準基礎是建立在歷年來整個市場火災損失的經驗，使得火災保險費率能夠充分而合理，同時也維持了整個市場的公平競爭秩序，使保險公司免於惡質化的價格競爭而忽略危險的對價性。

然而，全世界各國產險市場發展的趨勢已逐漸走向費率自由化，近年來我國積極加入世界貿易組織(World Trade Organization, 簡稱WTO)，保險政策自然也逐漸從保守趨向開放自由化，因此，在產物保險發展的現況中，費率自由化便成為保險監理的既定政策，從民國九十一年監理機關所公佈的「產險市場費率自由化時程計畫」，費率自由化共分為三個階段，於九十一年四月一日進入第一階段，首先針對汽車保險及商業火災保險，開放保險費率中的附加費用自由化，目前也以進入第二階段的既定時程，除了延續第一階段自由化內容外，也有限度地開放了保險費率中平均約佔六成左右的危險保費。

就火災保險而言，依費率自由化第一階段規定，政策性住宅火災及地震基本保險仍需依主管機關核定之保費銷售保單，而第二階段開始後，其附加費用率得由業者自行釐訂。在商業火災保險部份，可分為保險金額在三十億以上之巨大保額或在台之跨國外資企業業務，及投保金額在三十億以下之中、小保額之業務兩個部份。

於第一階段中，巨大保額或在台之跨國外資企業業務便成為自由費率的競爭市場，而中、小保額商業火險業務，依照法令規定，附加費用率可由業者自行訂定，在第二階段之危險保費，如果保險公司若能提供精算的統計資料並經核可後，得在規定範圍內有限度的調整。在進入第三階段之後，當開放各保險公司自行釐訂危險費率時，相信商業火災保險所面臨的市場競爭問題，將會更明顯。

不過，正因如此，未來火災保險因費率自由化，各公司將會面臨更多的挑戰，其中包括主管機關規定產險公司必需能提供據以自行釐定危險保費之精算統計資料；各保險公司是否有能力自行釐訂費率；保險成本資料庫的建立；資料庫正確性與否或是否足夠；以及對業務風險的評估能力等等。尤其是對風險的評估能力更是重要，是否有一套完善的風險評估標準，來決定是否承保或者是以什麼條件來承保，實在是各產險公司火險核保部門或是風險評估部門的當務之急。

另一方面，在目前保險業中，火災保險風險評估大多由火險核保部門的人員進行該項工作。而火災保險風險評估主要是依兩大基本原則，一是以相當的對價關係來接受客戶危險的轉嫁，另一則是集合相同性質的危險單位，以大數法則原理來預測可能的損失，進而將損失合理分攤。因此，火險核保部門的人員必須有足夠的經驗來決定該業務是否承接，以及應該用多少費率來承接對公司才會產生合理利潤。以往火災保險核保人員有費率規章為參考，但在不久的將來實施第三階段火災保險費率自由化後，所有產物保險公司對於火災保險的風險評估，必須是以自己公司有經驗的核保人員來決定保險承保條件與費率。但我們也發覺到可能因人員的異動使得有些經驗無法傳承，或有時依人工直覺判斷會忽略了一些重要的因素，反而造成核保人員錯誤的判斷，進而造成公司的損失。所以我們希望能保留以往依人為經驗法則的判斷，但又希望濾除因人工直覺判斷造成的誤差，因此，本研究考慮藉由能模擬人類思考模式的方法來輔助直接由人工所進行的核保決定，這種能模擬人類思考模式的方法必須建立在有吸收過去經驗的能力，而且要能夠有記憶與回想的能力，目前人工智慧中的類神經網路(Artificial Neural Network, 簡稱ANN)正好可以



來協助我們了解及分析影響出險機率的顯著因素為何，彙集前人的研究與過去損失的經驗，再加上利用保險公司承保資料與以往客戶出險的紀錄，進而建立火災保險風險評估的項目，以期能建立一套適用於本土公司的風險評估原則。

## 1.2 研究目的

保險業承擔了各式各樣由企業界轉移而來的風險，如果保險業不能有系統有效率地分析這些危險因子而貿然承保，或是僅考慮業務面而忽略保險對價關係，則保險業所面臨的危險將會更大，不但無法為社會帶來安定的力量，反而造成社會更大的負擔。

由於火險業務具有商品異質化與累積危險之性質，近幾年來國內各產物保險公司的風險評估人員或是火險核保人員大都參考國外已發展的火災保險風險評估方法。但這些國外的火災保險風險評估方法幾乎是針對標的物的資產金額較大或規模較大型的工廠進行風險評估，國內除了少數較大型的上市公司具有該規模之外，大多數還是以中、小型企業為主，而目前國內大多數產物保險公司對中、小型的火險標的物，僅限於由各公司自行訓練的查勘人員進行現場實地勘查，並使用制式化的查勘報告，之後再將該份報告轉交由核保人員進行評估。其中大部分的資料表達缺乏完整性又沒有決定性的數據可供參考，對於核保人員是否承保或是如何承保實在是缺乏數據上的說服力，完全是由有經驗的核保人員再依制式的核保原則決定是否承保。然而，大型的火險標的案件多藉由共保與再保作業處理，公司所自留比例偏低，反而是中、小型的火險標的案件往往自留比例非常高，而這更是直接影響核保利潤的關鍵。

再者，如何決定是否承保或是承保條件，則需藉由資深與經驗豐富的核保從業人員之專業知識判斷，但各公司有可能因核保專業人員訓練不易，專業知識容易因離職或退休等原因而消逝，或者是因人為因素造成核保誤判等問題。

基於上述兩大因素考量，本研究的目的就是希望在評估火災風險與做核保決策時，能參考以往專家的經驗紀錄，同時也能將以往的客户資料進行分析並萃取出可供決策的有用資訊。因此，本研究提出應用類神經網路的技術進行分析，將原財政部所核准的費率規章中所使用的重要相關因子，以及參考目前多數保險公司所使用的風險評級系統中重要且相關的共通項目，最後加入本土資料的分析，做為倒傳遞類神經網路的輸入項目，藉由各項目的權重配比調整，以期能建立適用於本土化的火災保險風險評估相關項目，提供風險評估或核保人員能夠建立整體性與長期性的核保決策模式，使得產險公司的營運更具彈性與提升效率。

### 1.3 研究架構與流程

本文根據相關的文獻回顧與前人研究經驗，應用倒傳遞類神經網路的技術，選取影響火災保險風險評估之重要變數進行分析與篩選，提出本文的結論與建議以供參考。研究架構與流程如圖1-1所示。

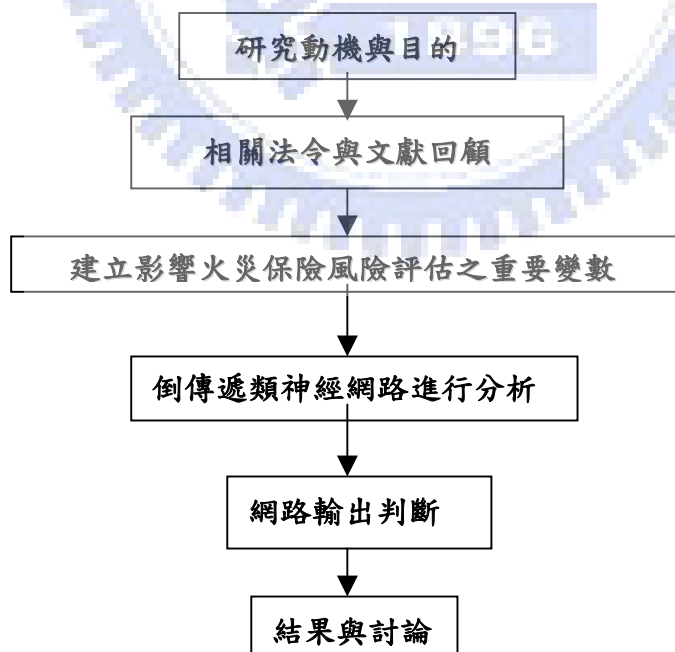


圖 1-1：研究架構流程圖



## 第二章 相關法令與文獻回顧

評估火災保險風險的因素有很多，若能先藉由相關法令或已有文獻的理論與實證結果，來搜集重要的影響因素或變數將會更有利網路模型的建構與訓練之進行，如此所獲得的準確度才會更貼近我們的目標值。也就是說，將影響風險相關性愈高的因素投入類神經網路系統中，對所建立的模型愈能發揮其預測的功能，更能達成我們研究的目標。因此，我們將從三方面來探討目前所評估火災保險風險的因素，首先，介紹現行火險費率規章中所評估的重要項目因子；其次，由於本研究主要是探討火災保險風險評估的因素為主，藉由已有相關文獻找出火災造成出險的可能性，以及防範火災發生的措施及對策；最後，回顧曾經以類神經網路進行預測的相關文獻。

### 2.1 現行火災保險費率規章之風險評估項目

雖然現行的火災保險費率規章有關於商業火災保險的部分主要是強調保險基本危險費率，但這保險基本危險費率正是被保險人與保險人的交易基礎，影響著被保險人保費的交付與保險人風險的承擔，兩者存在合理的對價關係。而這些費率主要是依據各場所的使用性質及建築等級分別釐訂，同時參酌其他風險因素，並將歷年火災出險資料分析並精算之後而擬定的費率，我們可以藉此從中萃取出與評估火災保險風險因素相關的項目。

#### 2.1.1 現行火災保險費率規章

現行的火災保險費率規章<sup>1</sup>係中華民國產物保險商業同業公會<sup>2</sup>訂定，經呈奉財

<sup>1</sup> 現行火災保險所適用費率規章，係由產險公會委請精熟實務之專家學者，蒐集火險市場相關統計資料及損失經驗，分析承保風險可能發生賠款支付之成本，並考量管銷等費用成本，而運用保險精算原理，釐訂符合充分、適當、公平原則之費率制度，並遵照保險業管理辦法第二十五條規定，報經財政部核准後供全體產險業者採行適用。

<sup>2</sup> 中華民國產物保險商業同業公會於一九九八年六月十七日成立，台北市產物保險商業同業公會於

政部核定實施。目前各產物保險公司只要是承保中華民國境內任何財產之住宅火災保險、住宅火災及地震基本保險及商業火災保險均應遵行此規章的規定。

各產物保險公司就保險標的物依其使用性質之不同，得擇一簽發下列保險單：

1. 火災及地震基本保險單：適用對象為住宅之使用性質。
2. 商業火災保險單：適用對象為辦公處所、行號商店、倉庫、公共場所、工廠等之使用性質。

各產物保險公司所簽發保險單之保險期限，以一年期為原則，但亦得簽發未滿一年之短期保險單。而本研究就是針對商業火災保險單來進行資料分析。

## 2.1.2 火災保險簽單費率之計算

### 1. 簽單年費率

#### (1) 住宅火災及地震基本保險單

= 火險基本費率 × (1 + 高樓加費 + 營業加費 - 消防設備減費) + 1,459元(地震基本保險保額以120萬元計者)

#### (2) 商業火災保險保單

危險保費 = [基本危險保費 × (1 + 加費比率 - 減費比率) × (1 - 自負額扣減率)] × 1.10(適用80%共保條款者)

(3) 附加險(不包括地震險、颱風及洪水險、竊盜險、營業中斷險、租金損失險) = 附加險費率 × (1 - 承保多種附加險優待率) × (1 - 自負額扣減率) × 1.10(適用80%共保條款者) × 實損實賠保費係數(適用實損實賠保險條款者)

#### (4) 地震險(住宅地震基本保險除外)、颱風及洪水險

= 附加險費率 × (1 - 承保多種附加險優待率) × (1 - 自負額扣減率) ×

---

一九九九年八月一日在完成其階段性任務後，並經內政部核示同意併入中華民國產物保險商業同業公會。

### 1.10(適用80%共保條款者)

#### (5) 竊盜險

= 附加險費率 × 實損實賠保費係數(適用實損實賠保險條款者)

## 2. 商業火災保險基本危險費率

商業火災保險基本危險費率，主要係依據各使用性質，如表2-1，以及建築等級，從第2檔級到第80檔級共計79檔級與五種建築等級分別釐訂之，如表2-2。

表2-1：使用性質分類及代號表

代號	使用性質類別
B	官署、辦公廳、民俗文物館、補習班等
C	行號商店及其附有堆棧
D	空屋、電氣機房、汽電共生設備(一般工廠、紡織廠除外)
E	公共倉庫、倉庫
F	露天之貯槽、堆貨及設備等
G	公共場所
H	電影院
I	建築或翻造中之建築物
J	市場、商場
K	停車場、客貨運站、加油站
L	電臺
M	石油
N	一般工廠
O	一般工廠內之倉庫、堆棧、露天設備
P	一般工廠內之附屬建築物(紡織工廠除外)
Q	紡織工廠
R	紡織工廠內之倉庫、堆棧、露天設備
S	紡織工廠內之附屬建築物
T	自燃及爆炸
U	電腦及其週邊設備

資料來源：火災保險費率規章

表2-2：商業火災保險基本危險費率檔級表

(費率單位：每千元‰)

建築等級 檔級	特一	特二	頭等	二等	三等
2	0.30	0.32	0.57	0.70	0.80
3	0.41	0.43	0.77	0.94	1.07
4	0.45	0.48	0.86	1.05	1.20
5	0.49	0.52	0.93	1.14	1.30
6	0.56	0.59	1.06	1.29	1.47
7	0.60	0.63	1.13	1.38	1.57
8	0.63	0.66	1.18	1.45	1.65
9	0.67	0.71	1.27	1.56	1.77
10	0.74	0.78	1.40	1.71	1.94
11	0.78	0.82	1.47	1.80	2.04
12	0.82	0.87	1.56	1.91	2.17
13	0.86	0.91	1.63	2.00	2.27
14	0.91	0.96	1.72	2.11	2.39
15	0.97	1.02	1.83	2.24	2.54
16	1.00	1.06	1.90	2.33	2.64
17	1.04	1.10	1.97	2.41	2.74
18	1.08	1.14	2.05	2.50	2.84
19	1.12	1.18	2.12	2.59	2.94
20	1.15	1.21	2.17	2.65	3.02
21	1.18	1.25	2.24	2.74	3.12
22	1.23	1.30	2.33	2.85	3.24
23	1.27	1.34	2.41	2.94	3.34
24	1.31	1.38	2.48	3.03	3.44
25	1.34	1.41	2.53	3.09	3.52
26	1.36	1.44	2.59	3.16	3.59
27	1.40	1.48	2.66	3.25	3.69
28	1.45	1.53	2.75	3.36	3.81
29	1.48	1.56	2.80	3.42	3.89
30	1.51	1.59	2.85	3.49	3.96
31	1.55	1.64	2.94	3.60	4.09
32	1.59	1.68	3.02	3.69	4.19
33	1.63	1.72	3.09	3.77	4.29
34	1.66	1.75	3.14	3.84	4.36
35	1.70	1.79	3.21	3.93	4.46
36	1.76	1.86	3.34	4.08	4.64
37	1.80	1.89	3.41	4.17	4.74
38	1.84	1.93	3.48	4.26	4.84
39	1.87	1.96	3.54	4.32	4.91
40	1.90	2.00	3.61	4.41	5.01
41	1.95	2.05	3.70	4.52	5.14
42	1.99	2.09	3.77	4.61	5.24
43	2.04	2.14	3.86	4.72	5.36
44	2.07	2.18	3.93	4.81	5.46

45	2.12	2.23	4.02	4.91	5.58
46	2.18	2.29	4.13	5.05	5.73
47	2.24	2.35	4.24	5.18	5.88
48	2.29	2.41	4.34	5.31	6.03
49	2.33	2.45	4.42	5.40	6.13
50	2.37	2.49	4.49	5.49	6.23
51	2.41	2.53	4.56	5.57	6.33
52	2.45	2.58	4.65	5.68	6.46
53	2.51	2.64	4.76	5.81	6.61
54	2.55	2.68	4.83	5.90	6.71
55	2.61	2.74	4.94	6.03	6.86
56	2.67	2.81	5.06	6.19	7.03
57	2.77	2.91	5.24	6.41	7.28
58	2.80	2.95	5.31	6.49	7.38
59	2.85	3.00	5.40	6.60	7.50
60	2.93	3.08	5.55	6.78	7.70
61	3.00	3.16	5.69	6.96	7.90
62	3.06	3.22	5.80	7.09	8.05
63	3.19	3.36	6.05	7.39	8.40
64	3.32	3.49	6.28	7.68	8.73
65	3.38	3.56	6.41	7.83	8.90
67	3.44	3.62	6.52	7.96	9.05
68	3.49	3.67	6.61	8.07	9.18
69	3.64	3.83	6.89	8.43	9.57
70	3.73	3.93	7.07	8.64	9.82
71	3.78	3.98	7.16	8.75	9.95
72	3.88	4.08	7.34	8.97	10.20
73	3.94	4.15	7.47	9.13	10.37
74	4.01	4.22	7.59	9.28	10.55
75	4.09	4.31	7.76	9.48	10.77
76	4.19	4.41	7.93	9.70	11.02
77	4.26	4.49	8.08	9.87	11.22
78	4.42	4.65	8.37	10.22	11.62
79	4.75	5.00	8.99	10.99	12.49
80	5.02	5.29	9.51	11.63	12.31

資料來源：火災保險費率規章

### 3. 商業火災保險加減費規程之加減費比率：

#### (1) 加費比率：

高樓加費係指建築物在十五層樓或五十公尺以上(高層建築物)、二十五層樓或九十公尺以上(超高層建築物)之建築物，其整棟建築物各樓層保險標的物均需予以加費，加費比率百分比如表2-3。

表2-3：高樓加費比率表

建築物樓層別	加費比率
15-24層樓	10%
25層樓以上	15%

資料來源：火災保險費率規章

(2) 減費比率：

消防設備減費比率表內各項消防設備之設置標準應按照火險費率規章第三章第三節及第四節規定辦理；同時依商業火險消防設備設置標準或商業火險高層大樓消防設備設置標準檢查合格者適用之，並應備置相關消防設備檢查表格及認證文件等相關資料，消防設備減費比率如表2-4。

表2-4：消防設備減費比率表

減費項目	減費比率
火警自動警報設備	備有火警自動警報設備。 5%
自動滅火設備	有效防護範圍達到建築物總樓地板面積90%者。 20%
	有效防護範圍達到建築物總樓地板面積75%者。 15%
	有效防護範圍達到建築物總樓地板面積50%者。 10%
	有效防護範圍達到建築物總樓地板面積25%者。 5%
室內消防栓	備有室內消防栓設備。 5%
室外消防栓	有效防護範圍超過建築物總面積70%者。 10%
	有效防護範圍超過建築物總面積50%至70%者。 5%
機動消防車	工廠設有機動消防車(包括機動化學消防車)並備有行車執照者。 5%
垂直防火區劃	特等建築物內之管道間、風管(含空調)、電氣、給排水等穿越垂直防火區劃其防火填塞符合規定者。 5%

資料來源：火災保險費率規章

4. 自負額減費比率：

中、小保額商業火險保單訂有自負額者，其減費比率依照下列自負額扣減率表辦理，自負額扣減率如表2-5。

表2-5：自負額扣減率表

自負額與保險扣減率金額比例	未達1%	1%以上	2%以上	3%以上	4%以上	5%以上	6%以上	7%以上	8%以上	10%以上	12%以上	14%以上	16%以上
100,000	4	6	8	9	10	11	12	13	14	16	18	19	20
200,000	5	7	9	10	11	12	13	14	15	17	19	20	21
300,000	6	8	10	11	12	13	14	15	16	18	20	21	22
500,000	7	9	11	12	13	14	15	16	17	19	21	22	23
750,000	8	10	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	24
1,000,000	9	11	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24	25
1,500,000	11	13	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26
2,000,000	12	14	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27
3,000,000	14	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
4,000,000	16	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

資料來源：火災保險費率規章

### 2.1.3 建築等級說明

建築等級依據房屋四週外牆(自地上至屋頂止之完全牆或隔牆作為外牆)之構造與厚度為準，並按其屋頂、門窗、樓板、樓梯、樑架及屋柱之構造核定之。其等級分為特等、頭等、二等、三等四級，但特等建築依其部份結構上之差異，分列為特一等(A1)、特二等(A2)，詳細說明如表 2-6：

表2-6：建築等級表

標等準建築級	建 築 構 造								
	四週外牆	屋 頂	樓板 (不包 括半樓 樓板)	樓梯 (不包 括半樓 樓梯)	樑屋架 柱及副 柱	門窗 (外牆 部份)	廊 下	亭子腳 (騎樓 柱)	樓房 (二層 樓以 上)下 層門面
特 一 (A 1)	(1)鋼骨或鋼筋水泥造厚度在15公分以上。 (2)磚、石實砌所造厚度在30公分以上。	鋼筋 水泥造	水泥或 金屬造	水泥或 金屬造	水泥造	防火門 窗或金 屬或鐵 框玻璃 窗	水泥造	水泥造	※



	二 (B)	(1)鋼骨或鋼筋水泥造厚度在12公分以上。 (2)磚、石、水泥空心磚實砌所造厚度在24公分以上。 (3)玻璃帷幕造及金屬板造。	鋼筋水泥造	水泥或金屬造	水泥或金屬造	水泥造	※	水泥造	水泥造	※
頭 等		(1)鋼骨或鋼筋水泥造厚度在12公分以上。 (2)水泥空心磚厚度在19公分以上，或磚、石、堅實土塊所造厚度在24公分以上。	不燃材料蓋覆	※	※	※	※	※	※	※
		(3)鋼、鐵或鋁造。	不燃材料蓋覆	※	※	鋼骨結構造	※	※	※	※
		(4)四面無牆或部份牆以不燃材料造。	水泥造	水泥造	水泥或金屬造	水泥造	※	水泥造	水泥造	※
二 等		(1)磚、石、水泥空心磚、花格磚或堅實土塊所造。	不燃材料蓋覆	※	※	※	※	※	※	※
		(2)鋼、鐵、鋁或鑽泥板造。	不燃材料蓋覆	※	※	※	※	※	※	※
		(3)四面無牆或部份牆以不燃材料造。	不燃材料蓋覆	※	※	不燃材料造	※	※	不燃材料造	※
		(4)石棉板造。	不燃材料蓋覆	※	※	不燃材料造	※	※	不燃材料造	※
三 等		(1)次於二等建築者。	不燃材料蓋覆	※	※	※	※	※	※	※



(2)四面無牆或部份牆以易燃材料造。	不燃材料蓋覆	※	※	※	※	※	※	※	※
--------------------	--------	---	---	---	---	---	---	---	---

四週外牆有部份不合規定者，按下列規定核定建築等級：

(一)一面外牆部份不合標準規定佔該牆面積百分之三十以上者(含百分之三十在內)

(二)二面以上外牆部份不合標準規定佔全部外牆面積百分之二十以上者，按本身劣等牆計算，百分之二十以內者：

(1)上項不合標準規定外牆若為建築等級表所列二等建築以上牆所造者降次一等計費、三等牆降次二等計費。

(2)建築物外牆有二面以上不合標準規定而其中任何一面不合規定佔該牆面積百分之五十以上者(含百分之五十)應視其不合規定材料為該面牆之計算標準。

(三)不合規定外牆倘為混合材料建築者，應以劣級構造為計算標準。

鋼骨結構造：

(1)將工廠生產之鋼骨構材運至現場，並藉由螺栓、鉚釘及焊接方式組構而成之結構物。

(2)參考建築技術規則第七十條、七十三條規定增列防火時效如下：凡自頂層起算不超過四層之各樓層，其樑、柱須具有一小時以上之防火時效，且其鋼骨造所覆以鐵絲網水泥粉刷其厚度在四公分以上，或覆以磚、石或水泥空心磚其厚度在五公分以上。

附註：※符號表示不受限制。

資料來源：火災保險費率規章

## 2.1.4 同一危險範圍說明

同一危險範圍分為直接通連危險(接連建築物)與間接通連危險(毗鄰建築物)二種。

### 1. 直接通連危險(接連建築物)

- (1) 凡二幢或二幢以上之建築物，或一幢建築物內各部，其間隔牆無防火牆隔絕者，或一幢建築物內層樓，無合格之防火門窗及鋼骨(筋)水泥造無孔洞之樓板，稱為直接通連危險。
- (2) 二幢建築物間用天橋、樓梯通連而該天橋或樓梯係用鋼骨(筋)水泥造或金屬造，則不受前款之約束；工廠內因工作需要而有扶梯及昇降機用之空穴，經裝有合格之防火門窗以資防範者，亦不受前款之約束。

## 2. 接通連危險 (毗鄰建築物)

凡二幢(各別屋頂)或二幢以上之毗鄰建築物，其各相對外牆非防火牆，中間空地之距離，不符下列所述距離規定之一者，為間接通連危險：

- (1) 建築物間距離在十公尺以上，且該距離不少於相毗鄰建築物其中較高建築物之樓高者。但兩棟建築物距離超過二十公尺者，不在此限。
- (2) 頭等及二等建築物間距離在十五公尺以上，且該距離不少於相毗鄰建築物其中較高建築物之樓高者。但兩棟建築物距離超過二十公尺者，不在此限。
- (3) 三等建築物間距離至少二十公尺。
- (4) 相毗鄰不同等級建築物間之距離以較次等級建築物間所需之距離計算。

### 2.1.5 火災保險現況分析

近年來，產險業者在商業火災保險業務競爭上非常激烈，其實這幾年來所發生的天然災害以及火災損失，使得許多公司可能是在高風險環境下來經營，而現階段雖有規章費率來約束，同時產險公會也訂有自律規範來維持市場秩序，但產險業價格競爭已是事實，甚至有些公司對某些業務僅收取總保費的三到四成左右，假如保險公司實收保費太低且未作好風險控管或危險分散時，若不幸出險，那麼就可能會影響公司的清償能力。未來真正實施費率自由化後，市場變化會更加劇烈，如此一來，風險控管的品質便成為直接影響保險公司穩健經營的關鍵。

就商業火險而言，目前以使用性質為費率主要分類基礎，共分為689類，而費率檔級共79檔，分類過多且繁雜，實務上有些費率偏高或偏低或承保件數太少，部份危險分類已不符實際需求。因此，未來產險公司在考量費率自由化的時程中，或許可參考自己公司所承接的業務，將不合時宜的使用性質予以合併或刪除，費率檔級可進而再簡化。以目前在火險承保業務範圍之中，標的物內容大致可分為住宅、辦公廳、行號商店、公共場所、工廠、堆棧倉儲等等項目，其中占業務來源大宗且投保人有高度保險需求的是以各類工廠為最多，將來便可依各公司的實際業務進行

分類。適當的風險分類在於使不同成本之被保險人依據其預期成本支付保險費，假設分類不當，則極易造成同一分類中被保險人之預期損失差異過大，另一方面，被保人可能會轉而向其他保費較低的公司投保。面對費率自由化之挑戰與競爭，在火險業務與各風險評估之間如何取得平衡，必將成為產險公司思考未來的重大課題。

## 2.2 火災風險評估因素的相關文獻

由於本研究主要是探討火災風險評估的因素為主，希望能參考前人之研究，並找出火災造成出險的可能性。因此，藉由已有的相關文獻來探討火災保險風險評估因素。

### 1. 陳光漢、鍾有裕(2003)【1】

介紹損害防阻之基本原則及做法，說明如何選用適當之風險評估工具。並且介紹供評估及制定準則之各項風險因子：如建築結構及防火區隔、地震防護、自動滅火系統、製程風險之防護、安全管理系統、廢氣排放系統之防護、危險性氣體供應系統、化學品供應系統及其他風險因子等。

### 2. 羅壽銘(2004)【2】

自動撒水設備是高層建築物整體消防設備的第一道防線，在人員生命及財產的保護上扮演著相當關鍵的角色，世界各國消防機關及保險業界公認為最可靠之滅火設備，其滅火效果高達97.8%。根據美國消防協會之統計，所有撒水設備無法在火災時發揮原有功能，係為平時未能做到維護保養及所設置之撒水設備未能符合該場所之危險等級，保險公司之核保如何確認其可靠度及避免錯誤信賴，是為核保評估高層建築火災危險與執行因應對策重點工作之一。

核保為配合企業對於高層建築火災危險管理，不應止於消極的分散危險及分擔危險，尤須積極致力於損失控制與損失預防誘導性之推行，如此一來，一方面可使被保險人減少因危險事故的發生，所致的財產損失，亦不至於因損失而影響其市場

佔有率，另一方面，保險公司亦可藉由損失控制的工作，改善其業務的品質，以及促進企業實際損失率之降低，並獲得國際再保人之認同。

該研究利用專家訪談與特性要因分析圖，深入分析高層建築特有之火災危險要素，藉由哈斯系統(Hass System)電腦軟體，模擬分析國內高層建築撒水設備放射能力可靠度並與國際標準比較其差異程度，彙集專家訪談、特性要因分析圖及哈斯系統之分析結果，擬定核保對策並提具建議，以提升國內核保人員之火災危險管理能力及有效降低高層建築物火災損失影響程度。

### 3. 黃建華(2002)【3】

研究建築物火災財務損失影響因素及解釋模式，篩選出「建築結構」、「火災猛烈度」、「建築物燒毀程度與延燒」及「水源維護」等四個變項對財務損失具有直接顯著影響。除此之外，「建築結構」亦透過「火災猛烈度」對「財務損失」產生間接影響、「火災猛烈度」亦透過「建築物燒毀程度及延燒」對「財務損失」產生間接影響。

同時並篩選出10個對財務損失有影響力之變項(即建築物燒毀程度與延燒、火災猛烈度、建築結構、水源維護、建築物構造、內部裝潢、教育程度、年收入、燒毀程度及搶救人力充足等)進行對數迴歸分析，可得到5個較具解釋力之變項，為火災猛烈度、水源維護、燒毀程度、年收入、搶救人力充足等，所建立之對數迴歸模式預測效果達77.0%。由機率比值可以得知，火災猛烈度愈嚴重者造成財務損失嚴重之機率約為火災猛烈度不嚴重者之2.572倍。

### 4. 黃崑鎧(1993)【4】

針對火災特性與土地使用、空間結構之關連性探討中特別提到空間結構，黃氏將空間結構分為二種不同層級，第一層級為建築物群體的配置、結構的種類、高低、密集程度及道路寬度等實質空間特性；而第二層級則僅指起火案例的建築空間特性、消防設備與設施、管理維護狀況等。黃氏並針對建築物本體的結構種類、總樓

層高度與建築物前的道路寬度等三項因素來探討其與火災發生的相關性，結果發現磚木構造的起火率較為高、樓層數在5層樓以下的低矮建築物之起火率亦比其他較高之建築物為高及建築物的使用型態若為工商服務者，其財務損失最為嚴重。

#### 5. 陳建志(2001)【5】、呂和樹 (2000)【6】

建築物內容及本體的燃燒程度、建築材料的防火性、空間與結構的配置均會影響建築物結構體在火災中的完整性，同時也影響消防人員在救火過程中的安全。防火構造的建築物在室內可燃物品都燃盡之後，大多數不會發生倒塌的危險。但若建築物結構元件暴露在火災情況之下，產生裂縫、破洞、穿孔，因而導致火焰或高溫煙氣蔓延至另一側，而使得區劃空間的結構受到破壞，建築結構的完整性將會發生失敗。此時火勢將會擴大延燒，造成延燒之火災所造成之財務損失也較為嚴重。

#### 6. Sardqvist、Holmstedt(2000)【7】

調查火災中指出，在偵知火警後，一半的火災，不會再延燒；而有四分之三的火災，在消防隊到達後不再延燒。但仍有四分之一的火災，可能因建築物的完整性受到破壞，而產生擴大延燒。因此，建築物本身結構及內容物對火勢延燒與否，扮演著重大的角色，並非完全由於消防搶救而使得火勢能受到有效的控制。

#### 7. Lie(1972)【8】、Lie(1979)【9】的觀點

Lie 認為一個建築物在其使用年限期間，由於建築材料的因素、施工品質的影響及不當的設計，使得結構的實際強度會小於設計強度，在這些不利的條件下，結構也就有發生失敗的可能性。建築結構最初抵抗自然外力(例如，風力、地板承載力及地震等)之能力，在火災發生時，也成為此建築結構抵禦火災的能力，因此，以結構的防火能力及火載量來預測區劃空間結構發生失敗的機率係合理的。

#### 8. Gross(1983)【10】的觀點

Gross 認為區劃空間的火災猛烈度必須要達到大規模火災的程度，才會對建



築物結構安全構成威脅。其在發表論文中提及評估建築結構抗火安全最為簡易(或者傳統上)的一種方法，即是比較火載量密度(fire load density)與抗火時效(fire resistance period)之間的關係；其中火載量密度定義為：「單位樓地板面積的可燃物重量」，可以由一些針對建築物用途分類所進行調查的資料中取得，但是實際上，這些調查資料並未完全包括各種用途的建築物場所；至於結構的抗火時效係依據標準抗火試驗中針對阻隔元件所進行測試的結果。

## 2.3 以類神經網路進行預測的相關文獻

目前國內外利用倒傳遞類神經網路之相關文獻非常的多，尤其是倒傳遞類神經網路針對預測有很好的效果，本研究就是希望能利用分析以往火災保險客戶的資料，進行出險可能性的分析。然而，目前國內外相關實證研究可以發現大多是針對金融業、壽險業、與其他領域，至於在產物保險中研究主要是針對汽車保險、住宅及個人保險有較多著墨，而應用類神經網路來研究商業火災保險的論文較少，因此，希望藉由探討其他領域對預測的相關文獻，以期找出類神經網路在預測能力的共通性，進而建立商業火災保險運用類神經網路來預測出險因子。

### 1. 林銘祥(1999)【11】

類神經網路於建築火災災害預估模式之應用，該研究乃針對嘉義市消防局所提供之火災案例利用因素分析求得各項要因共通性，以便找出影響火災之最重要危險要因。並利用多變量迴歸分析與類神經網路預測其起火全毀戶及財物損失，結果顯示類神經網路確實比傳統之統計分析方法來得精確。

### 2. 廖昱善(1996)【12】

以人壽保險公司的要保核定為例，藉由當中敏感度分析等等來進一步探知那些變數具有重要性，利用類神經網路工具輔助核保人在進行風險選擇管理時之較能決策正確。根據類神經網路技術，確定使用資訊系統具有支援核保之可能性。

### 3. 鍾凱如(1999)【13】

提出由於近年來我國保險業邁入自由化與國際化，使得產、壽險市場競爭日益劇烈，且經營上更面臨嚴重的考驗。因核保工作係影響保險公司營運獲利，為保險公司避免逆選擇、確保核保利潤以達到永續經營，因此提供資訊科技再造工程，運用於核保業務流程，透過整合類神經網路架構，提供核保人員一個提昇工作效率與效能的輔助性系統工具。

### 4. 陳敬聰(1997)【14】

分析信用卡客戶的用戶資料和繳款情形，以類神經網路模式建立信用卡風險預警系統，並提出六個不同風險之預警模式。結論指出信用卡信用風險評估預警系統，以類神經網路法最好，若結合基因演算法來決定網路架構則可提高命中率。研究指出信用卡信用風險評估預警系統，以類神經網路法最好，若結合基因演算法來決定網路架構則可提高命中率。

### 5. 黃怡華(2003)【15】

以某銀行消費性貸款授信戶為研究對象，應用類神經網路建立個人消費性貸款信用評等模式，應用類神經網路中的倒傳遞網路與統計鑑別分析方法分別建置個人消費性貸款信用評等之分類模式，研究結果發現倒傳遞網路模式在辨識信用不良顧客上有較佳之分類準確率，找出不良授信戶之共同特徵與規則，使銀行能更詳盡的瞭解客戶特性，以便未來對不良授信戶進行防範與監控。

### 6. 楊啟洲(2001)【16】

藉由倒傳遞類神經網路(BPN)具有的推導容錯及可適之能力，來作為預測授信風險之工具。實作上提出37個整合後之區隔變數，接著以這37個變數來建構初始BPN網路，並以T金融機構民國88~91年的貸款戶契約資料，來訓練該BPN網路。初始的BPN網路完成訓練後，再以民國92~94年的貸款戶契約資料來驗證其準確

性。研究結果證實能有效辨識貸款戶的特徵及其分群，將可作為權責人員決策時最有利的輔助工具，並藉此奠定日後推行各價值創造活動及顧客關係管理的堅實基礎。

#### 7. 蔡金豐(2001)【17】

以類神經網路模式中倒傳遞網路為架構來預測台灣股市，從股票上市公司中，依不同產業特性從中選取3家作為樣本，分別為南亞、中銀及聯電，並從技術指標當中整理出17項數據經由量化後成為特徵值做為輸入資料，為漲跌幅、移動平均值、乖離率、相對強弱指標、隨機指標、威廉指標、指數平滑異同平均數、能量指標、多空指標、財氣與人氣指標，研究範圍為1999年1月28日至2000年12月28日之日資料。研究結果顯示，經由多項技術指標整合而出類神經網路模式預測系統，預測一個月後、三個月後、半年後及一年後之平均正確率分別為68.36%、66.62%、63.06%、67.65%，且誤判率分別為1.41%、2.08%、2.93%、1.82%。

#### 8. 莊文慶(2001)【18】

研究總體經濟因素和股價間的關係，並試圖尋找股價走勢之最佳預測模型。蒐集國內外相關的文獻整理出所參考的總經變數，將這些總經變數歸納分析，建立這些影響大盤股價的總體經濟因子，以倒傳遞類神經網路(BPN)模型，建立預測模式。研究結果顯示，透過總經變數的因子可以決定大盤股價的趨勢與相對合理化的股價落點，當大盤股價受其他因素干擾而造成超漲超跌的現象時，若此時總經變數並無太大的變化，則短期的干擾因素產生的波動也將回歸於合理化，但這波動所產生的價差確也令投資人找尋到套利的點。

#### 9. 王淑慧(1999)【19】

類神經網路應用於道路邊坡落石坍方預測之可行性研究-以阿里山公路為例該研究利用類神經網路所具有之非線性及平行處理能力，來處理各項參數對落石坍方之影響，進行預測落石坍方的可能性。該研究以台18線公路(阿里山公路)20公里



至75 公里為研究對象，其中隨機選取150 筆案例為訓練資料，115 筆為預測目標，預測準確率大約在80%左右，並比較統計分析中之判別分析預測落石坍方之能力，結果證明類神經網路具有預測落石坍方之能力且準確率高於判別分析之結果。最後並建立不同雨量記錄對落石坍方的影響，以期建立雨量與落石坍方路段之關聯性，以供災害搶救之準備及道路工程單位整治參考之用。

#### 10. Jablonowski(1998) 【20】

說明良好的風險管理計劃乃起始於對意外事故進行分析，其分析包含了事故發生可能性以及結果的評估。該研究利用類神經網路方法，針對專家對於風險評估的結果進行訓練，研究結果發現類神經網路對於風險評估自動化具有相當不錯的結果，而電腦化可以加強在傳統上只能利用紙上作業來分析問卷以及相關特殊風險指標的問題。

#### 11. Kitchens(2000) 【21】

針對一家國際型公司所提供的174,000 份汽車保險保單記錄進行分析，其中包括要保書、駕駛人的車輛記錄、客戶先前的損失活動、保單保費以及保單損失，利用保單中的變數找出一個類神經網路模型以預測個人保單損失。

#### 12. Gray與Larry(1993) 【22】

研究以類神經網路中的倒傳遞網路模型來預測S&P500股價指數與黃金期貨每月平均價格的變動，研究期間自1982年到1990年，變數分別為投資人心理因素、價格變動因素等，來預測下月平均價格的變動。研究的結果顯示出在41次S&P500與黃金期貨契約的交易中，漲跌方向的正確率分別為75%與61%，而每期平均報酬率則為17%與16%。

#### 13. Mizuno、Kosaka、Yajima與Komoda(1998) 【23】

利用類神經網路中的倒傳遞網路模型來預測東京股票交易價格，研究範圍為

1982年到1990年，利用技術指標來模擬出一套買賣點預測系統，而技術指標為移動平均值、乖離率、相對強弱指標與心理線當為輸入變數，輸出層以三個處理單元代表買入、賣出與持有其輸出值為邏輯二元值，最後以正確判斷率來衡量買賣點預測模型之績效。研究結果顯示，類神經網路與區別分析所得的買賣預測系統，其正確率分別為63%與50%。



## 第三章 理論基礎

由於本研究希望藉由類神經網路來探討火災保險風險評估，相關風險因子除可藉由前章相關法令與文獻所提及之外，國外各大保險公司也有一套專門針對火災風險進行評價的標準，我們稱之為風險評級(Risk Grading)<sup>3</sup>系統。因此，我們可將這些公司所共同認定或重要相關的項目當作參考，當作本研究進行類神經網路分析時的輸入項因子。本章將分成兩部分進行說明，首先，針對風險評級的相關內容進行說明，其次，針對類神經網路中的倒傳遞網路進行介紹。

### 3.1 風險評級介紹

#### 3.1.1 風險評級說明

風險評級簡言之就是針對標的物進行風險安全評估，進而將風險及危險做類似品質等級分類並給予評分。

一般而言，風險評級通常是將大量資料加以分析，運用一些特定的計算方法，建立一套評分模式，將標的物的現況套入此評分模式中，藉此分數可使風險評估人員或核保人員了解該場所的危險程度，進一步決定核保對策。而進行現場探勘人員所探討之風險評估係從專業技術的觀點，評估各項風險的本質，並希望經由此模式使風險評估具有一致性<sup>4</sup>與客觀性<sup>5</sup>。使風險管理者有一套可量化的工具。

產物保險公司對於未承保客戶於承接其保險前，通常會派其專業工程人員至客戶現場進行查勘作業，其目的是要了解該標的物各種可能的風險資訊，一般而言，

<sup>3</sup> 各公司有自行的風險評級系統，依其風險量化而有不同的計算模式。

<sup>4</sup> 所謂「一致性」，指不會因不同的探勘人員，而獲得結果有很大的差異，使核保人員或決策主管難以適從，通常會依照已製定的指導說明(Guide)及技術手冊(Technical Manual)，供查勘者依循。

<sup>5</sup> 所謂「客觀性」(Objectivity)，輸入統一固定的格式，將各因子量化，減少人為主觀判斷的因素，使評定結果更為客觀。

各產物保險公司對客戶所進行的查勘內容所評估得範圍較廣，是針對該標的物進行全方位評估，其評估包含建築結構、各建築物的距離、裝修材質、工安管理、製程安全、消防設備、安全教育訓練、緊急應變流程等等，其目的就是要了解當意外發生時，是否能有效控制損失，不致使災害擴大，而各專業工程人員評估其最大可能損失(MPL)<sup>6</sup>，供公司內部核保人員參考決定是否承接或以何種費率或條件進行承保。

### 3.1.2 風險評級基本原理

保險界的風險評級系統是20世紀的產物，由產物保險公司的核保角度衍生而出的概念，經過大量數據資料分析與統計，發展成為風險管理的工具之一。目前國外保險公司或再保公司，例如瑞士再保、慕尼黑再保、漢諾威再保、統一安聯等公司，對於火災風險評級，皆訂有一套完整且明瞭的架構模式，將自己的客戶財產風險管理進行所謂的風險評級量化分析，現場查勘人員以此評級系統標準製作風險評估報告書，使內部核保決策更有效率。另一方面，也可以使往來的保險公司同業能於相同的計算基礎與評級指標下，方便日後的共保或臨分等作業，減少核保所須花費之時間。

風險評級系統基本上就是指了解投保標的物的風險相關危險因素，在評估火險標的物時，為了能計算出實際危險相對保費，保險人除了須了解其使用性質、保額大小、價值分佈等資料外，有關各種可能的風險或危險特性，包括其發生意外事故的可能性、頻率以及最大可能損失程度等等，這些資訊都必須掌握。依目前的規定，火災保險費率的釐訂是以標的物的使用性質分類，其費率結構是由歷年來出險的統計資料進行精算所得；另一方面，火災保險是採用實損實賠制，因此，保額大小由被保險人提供，並提供相當之投保明細，並經保險人進行核對參考。所以，保險評級對產物保險公司的核保部門而言是非常重要的環。

---

<sup>6</sup> MPL 通常是指『最大可能損失』係指最惡劣之情況下發生火災時，火勢因各種不利條件而無法撲滅，僅能依賴防火區隔阻擋或可燃性物質耗盡而使火勢停止，所導致最大可能之損失。

### 3.1.3 各公司風險評級項目說明

目前國外保險公司，例如慕尼黑再保險公司(Münchener Rück 或Munich Re Group)、漢諾瓦再保險公司(Hanover Re Group)、安達保險股份有限公司(ACE Group)、安聯保險公司(Allianz Group)、達信保險經紀人股份有限公司(Marsh Ltd.)等公司，對於火災風險評級，皆訂有一套完整的架構模式，以下將各公司風險評級系統進行說明與比較，將其主要評級項目整理說明之。

#### 1. 德國慕尼黑再保險公司

慕尼黑再保險集團(The Munich Re Group)<sup>7</sup>是德國第二大保險公司也是世界級最大再保險公司之一。慕尼黑再保險公司開始於1880年，為當時最早獨自經營的再保險公司之一，再保險公司具備風險管理功能，承擔主要保險公司之部份風險損失。因此，在保險市場的價值鏈中，再保險公司與保險公司視為互補的角色。

慕尼黑再保險公司所用的火災風險評級系統，以標的物內之各防火區劃(Fire area)的建築物進行評估，其主要評級項目<sup>8</sup>分為：

- (1) 建築結構與防火(Construction / structural fire protection)
- (2) 使用性質危險(Occupational hazards)
- (3) 消防防護(Fire protection)
- (4) 外部危險(External hazards)
- (5) 工廠安全管理(Plant safety / Management)

而上述每一主項目內各含有不同的細項。

慕尼黑再保險公司所用的火災風險評級範圍為1 ~ 5；1為最佳，3為普通，5為最差，依照使用手冊給予適當評級，平均總分則可作為核保依據，例

<sup>7</sup> The Munich Re Group 的第二大事業為保險事業，主要在歐洲，特別是在德國，以總保費量觀之，其為市場上之第二大保險集團。

<sup>8</sup> 主要評級項目資料參照翰隆技術顧問公司所提供之簡報。

如 3 以下為可承保，3~4 為有條件承保，4~5 則大多列為不保。其特性為半專業者依提示輸入即可操作，電腦輸入值依防火區劃及建築物多寡，輸入可達數十頁，而所輸入的資料可年年更新，使資料趨於完整。而系統須輸入相當多的資料才能作出完整的判斷，但如果當資料不全時仍能顯示其評鑑等級，該系統將告知可能的落點，給予上、下限值。

## 2. 漢諾瓦再保險公司

漢諾瓦再保險公司委由其轉投資公司-漢諾瓦安全科技公司(Hanover Safety Technique company, 簡稱 HST)進行風險評級。針對火災風險評級，其採用之項目與慕尼黑再保險公司大致相同，主要項目<sup>9</sup>如下：

- (1) 生產危險(Production Risk)
- (2) 建築結構(Construction of Building)
- (3) 消防設備(Fire Protection)
- (4) 滅火設施(Fire Fighting)
- (5) 安全組織(Organization)

評級範圍為1~6，1.0 為最佳，參考使用手冊的評分標準，核保準則約略為1.0~4.3 可承保；4.3~5.0 有條件承保，5.0~6.0 不保。其採用的模式及包含細項大致與慕尼黑相同，其特性為查勘人員將現場的資料輸入所設定的程式中，便可進行評級的工作。日後資料更新時，也僅須作局部修改即可。

## 3. 美商安達保險股份有限公司

ACE AAA 認證系統是安達保險集團針對全球工業客戶所設計的風險稽核認證系統，為全球最具公信力的風險認證系統之一。此系統是以國際最佳化標準為審核基準，其內容包括防火安全管理、消防設備及供應系統三大部分，下分二十七個子項目，必須每一個子項目都達到最高分，才能獲得 AAA 的認證。每一項目評分標準共分四級，由嚴重缺失的 SD 級(Serious Deficiencies)、部分缺

---

<sup>9</sup> 主要項目資料參照翰隆技術顧問公司所提供之簡報。



失的 A 級、符合標準的 AA 級以及最佳水準的 AAA 級。

安達保險股份有限公司所採用的評級系統稱為triple A，分成三部份，評核分類與主要評級項目如下：

**(1) 防火安全管理 (Fire Safety Management Controls)**

- ① 消防安全規則及處理程序之書面化(Documentation of Fire Safety Rules and Procedures)
- ② 工作場所的管理標準(Housekeeping Standards)
- ③ 消防設備的維護保養(Maintenance Standards)
- ④ 電氣設備之檢查(Electrical Installation Inspection)
- ⑤ 動火許可制度(Cutting and Welding Controls)
- ⑥ 吸煙管制(Smoking Controls)
- ⑦ 安全設備之自我檢測(Self-Inspection Procedures)
- ⑧ 防火之教育訓練(Fire Protection Training)
- ⑨ 警衛保全系統(Watchman Service / Security)
- ⑩ 緊急應變計劃(Contingency Planning)

**(2) 消防設備(Fire Protection Facilities)**

- ① 消防水源(Water Supplies for Fire Fighting Purposes)
- ② 公設消防隊及消防編組(Fire Brigade Facilities)
- ③ 自動撒水設備(Automatic Sprinkler Systems)
- ④ 自動火警警報系統(Automatic Detection Systems)
- ⑤ 室外消防栓系統(Fire Hydrants Systems)
- ⑥ 室內消防栓系統(Fire Hose Reels)
- ⑦ 手提式滅火器(Portable Fire Extinguishers)
- ⑧ 防火區劃--火勢阻絕分隔措施(Fire Cut-Offs)
- ⑨ 危險暴露情形及外在危險因素(Exposures)

- ⑩ 消防設備故障或停用時之處理程序(Fire Protection Equipment Impairment Procedures)
- (3) 製程化學品供應系統及排氣系統(Semiconductor Manufacturing Supplement)
  - ① 危害性氣體的輸配送系統(Dispensing of Hazardous Gases)
  - ② 危害性氣體的儲存狀況(Storage of Hazardous Gases)
  - ③ 易燃性液體的儲存狀況(Storage of Flammable Liquids)
  - ④ 易燃性液體的輸配送系統(Dispensing of Flammable Liquids)
  - ⑤ 危害性製程設備的保護裝置(Protection of Hazardous Process Tools)
  - ⑥ 潔淨室的排煙系統(Cleanroom Smoke Control Systems)
  - ⑦ 製程的排氣系統(Exhaust Systems)

使用該系統的查勘人員必須有相當的專業技術，主觀判斷較強，對於全面性的安全技術規範與法令必須熟悉，所作出之評級可能會因人而有差異。

#### 4. 德商安聯保險公司

安聯集團於1890年在德國慕尼黑成立，是全球首屈一指的金融服務提供者，主要的核心事業有產物保險、人壽保險、醫療保險及資產管理。安聯保險公司內部有一風險諮詢部門(Allianz Risk Consultants department，簡稱ARC)負責風險評級的製作。每個主要項目各有其細項，評級者須填入主觀判斷的點數，點數的填入分為現狀(As is)及改善後(To be)兩種，並依情況填入意見欄。該評估系統在填入各項分數時，依據詳盡的技術手冊，有一定的標準必須遵循。而評級的主要項目包括有：

- (1) 基準點(依使用性質而訂)
- (2) 製程危險(Process / Occupational hazards)
  - 特定的危險(Special hazard)
- (3) 火載量及價值分佈(Fire load / Spread / Value concentration)
- (4) 建築物結構(Building Construction)



- (5) 公用設備(Utility)
- (6) 一般的危險(Common hazard)
- (7) 管理(Management)
- (8) 消防防護(Fire Protection)
- (9) 保全(Security)
- (10) 附加條款(Additional Perils)
- (11) 營業中斷(Business Interruption)
- (12) 損害紀錄(Loss History)
- (13) 風險資訊(Risk Information)

ARC 的評級分數分佈為50-500，分數愈高代表危險性愈小，安全性愈高，核保準則依據危險等級圖上的落點而定，任一使用性質建物之基準點對應一危險分數，而區分為優良 (Excellent)、良 (Good)、普通(Average)、低於普通 (Below average)、劣 (Poor)、不接受(Unacceptable)；核保人員可參考此評定等級的結果，來決定是否承保與承保條件。

#### 5. 美商達信保險經紀人股份有限公司

該公司隸屬於 Marsh & McLennan Companies, Inc. (簡稱MMC) 集團。其風險評級系統需依據評估人員的專業技術，其主觀判斷非常高，評估人員須對風險與產業的關聯性相當了解，對於安全相關法規亦需熟悉，不同的評估人員所作出之評級可能會有較大的差異。系統主要架構是利用統計方式，並未對各風險項目的差異性加入權重的分配，利用總分計算後給予評級建議，得分評級對照如表3-1：

表3-1：得分評級對照表

評級	得分	總分	總評
優先改善	0	55~45	A
建議改善	1	44~35	B
尚可	2	34~25	C

良好	3	24~15	D
佳	4	14~0	E

資料來源：達信保險經紀人股份有限公司

達信保險經紀人股份有限公司的評級系統其主要評級項目分為：

(1) 安全管理系統

- ① 環境管理
- ② 消防設備之維修與保養
- ③ 電氣設備之維修與保養
- ④ 動火管制
- ⑤ 吸煙管制
- ⑥ 易燃液體管理
- ⑦ 消防中斷程序
- ⑧ 緊急應變小組
- ⑨ 保全及警衛
- ⑩ 營業中斷計劃

(2) 硬體防護

- ① 自動滅火系統
- ② 手動消防系統
- ③ 消防供水供應
- ④ 消防隊裝備
- ⑤ 建築結構及防火區隔
- ⑥ 特殊危害物質
- ⑦ 外部鄰接危險
- ⑧ 天然危害物質

### 3.1.4 選用適當的風險評級項目

3.1.3 節中說明了外商各大保險公司的風險評級項目，而我們並不需要去了解其如何量化的過程或其計算模式，因每家公司是以自己公司的客戶資料進行分析，經統計或計算後歸納出各公司重要的風險評級項目。不過，經比較研究之後，我們會發現這些公司的風險評級項目存在著許多的共通性，這些項目正是會造成工商保險標的物產生危險的本質因素，而這些共通性似乎也可以適用於中、小型的工商火災保險標的物的場所。因此，本研究將這些公司所關切的風險評級項目加以分析整理，針對可適用於中、小型火險保險的場所找出共通性或具代表性的項目，整理如表 3-2，將這些項目做為之後要進行利用類神經網路分析的輸入項目。

表3-2：適用於中、小型的火險保險標的物的項目

1. 建築結構
2. 使用性質
3. 消防設備
4. 自動滅火設備 (例如：消防自動撒水設備)
5. 電氣設備
6. 警衛保全系統
7. 防火之教育訓練
8. 吸煙管制

資料來源：本研究整理

## 3.2 類神經網路

### 3.2.1 類神經網路介紹與原理

類神經網路，或譯為人工神經網路，其主要的基本概念是嘗試著模仿人類的神經系統，以數學的模式模擬神經系統來處理訊息，希望藉此創造出具有學習能力的處理系統。

我們以一個簡單的流程圖來說明輸入與輸出之間的關係，如下圖3-1所示：

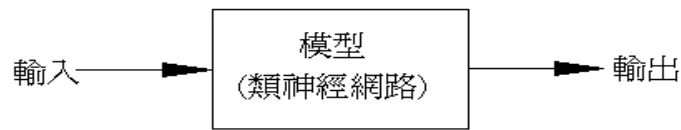


圖 3-1：輸入與輸出之間的關係

類神經網路的基本架構是由很多非線性的運算處理單元和位於這些運算單元間的眾多連結所組成。而這些運算單元通常是以平行且分散的方式來進行運算，如此就可以同時處理大量的資料應用。

也就是說，類神經網路是利用簡單的人工神經元及連結來模仿生物神經網路的資訊系統，使用大量簡單的人工神經元來模仿生物神經網路的計算與學習能力。

依葉怡成(2006)【24】提及類神經網路較精確的定義為：「類神經網路是一種計算系統，包括軟體與硬體，使用大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力。人工神經元是生物神經元的簡單模擬，它從外界環境或者其它神經元取得資訊，並加以非常簡單的運算，並輸出其結果到外界環境或者其它人工神經元。」

張斐章等人(2005)【25】指出，類神經網路之應用不需前提假設，只要有充足的歷史資料，即可進行分析，十分適合運用網路模式進行分析、預測工作。

我們以一個類神經元的模型來說明運作相關的元件名稱，如圖3-2所示如下：

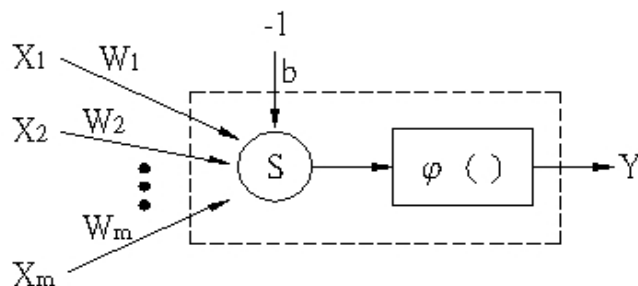


圖 3-2：神經元的模型

資料來源：張斐章等人(2005)【25】

X：稱為神經元的輸入(Input)。

W：稱為鍵結值(Weights)，類神經網路的訓練就是在調整鍵結值，使其變得更大或是更小，通常由隨機的方式產生初始值。鍵結值可視為一種加權效果，其值越大，則代表連結的神經元更容易被激發，對類神經網路的影響也更大。

b：稱為閾值(Bias)，有偏移的效果。

S：稱為加法單元(Summation)，此部分是將每一個輸入與鍵結值相乘後做一加總的動作。

$\varphi()$ ：稱之為活化函數(Activation Function)，通常是非線性函數，有數種不同的型式，其目的是將S的值做映射得到所需要的輸出。

Y：稱之為輸出(Output)，即我們所需要的結果。

將上述的神經元組合起來就成為一個類神經網路。不同的類神經網路模型用來解決不同的問題，而每一種類神經網路的演算法並不相同，這些類神經網路並非適用所有的問題，必須針對欲解決問題的不同選擇適當的類神經網路。

### 3.2.2 類神經網路基本架構

類神經網路是根據輸出和目標之比較進行調整，直到網路的輸出符合目標，如圖3-3 所示：

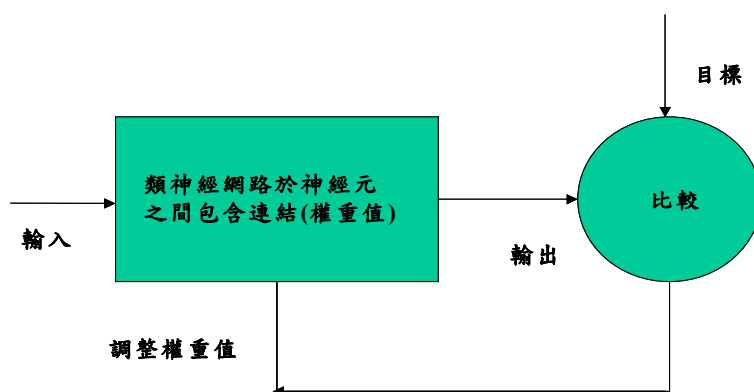


圖3-3：訓練類神經網路與調整其權重值流程圖

資料來源：葉怡成(2006)【24】

而類神經網路是由許多個人工神經元與其連結所組成，並且可以組成各種網路模式。葉怡成(2006)【24】指出，類神經網路的基本架構分為運算單元、層與網路三層次，以下依這三層次作說明：

### 1. 運算處理單元 (Processing Element, PE)

運算處理單元是類神經網路的基本組成單位，又稱為神經元(Neuron)或運算單元或簡稱運算元。運算處理單元的結構如同生物神經元的神經核(Soma)一般，其功能在於處理輸入、輸出訊號的動作。透過運算元的運算，將資訊或訊號輸入至運算元後加以處理轉換，將轉換後之訊號輸出，成為其他運算元的輸入訊號。

### 2. 層 (Layer)

由若干個具有相同作用的運算元集成「層」，其中，輸入層的處理單元用以接收外在環境的訊息，輸出層的處理單元則是將訊號輸出到外界環境或其他神經元。類神經網路中還包含有隱藏層(Hidden Layer)，隱藏層的作用在於提供類神經網路表現處理單元間的交互作用與問題內在結構的能力。

### 3. 網路

網路是由不同作用的層所集合而成的，將類神經網路的總體運作模式分成二種，分別是學習過程與回想過程。

#### 3.2.3 倒傳遞類神經網路 (BPN) 模式

倒傳遞類神經網路模式是目前類神經網路學習模式中最具代表性，應用最普遍的模式。已發表的應用至少在數千篇以上，不勝枚舉。倒傳遞類神經網路基本原理是利用最陡坡降法(Gradient Steepest Descent Method)的觀念將誤差函數予以最小



化。

葉怡成(2006)【24】進一步將類神經網路的學習演算法分為三類：

### 1. 監督式學習網路

此網路是從問題領域中取得訓練範例(有輸入變數值，也有輸出變數值)，並從中學習輸入變數與輸出變數的內在對映規則，以應用於新的案例，如分類與預測等。該種網路有感知機網路、倒傳遞網路、機率神經網路、學習向量量化網路、反傳遞網路等。其主要概念是將收集到的資料分為兩組，一組供類神經網路學習輸入變數與輸出變數間的內在對映規則，亦即進行網路加權值的修正，而該組資料被稱為訓練範例。另一組資料則是用來進行測試判別分類的範例，而該組資料被稱為測試範例。

### 2. 無監督式學習網路

此網路從問題領域中取得訓練範例(只輸入變數值)，並從中學習範例內在集群規則，以應用於新案例。該種網路有自組織映射圖網路、自適應共振理論網路等其主要概念是訓練範例只有輸入值，而沒有輸出值，所以網路必須自己由訓練範例自動推估出這些自變數之間的群聚規則。此無監督式網路應用可作為監督式網路的前端處理。

### 3. 聯想式學習網路

此網路從問題領域中取得訓練範例(狀態變數值)，並從中學習範例的內在記憶規則，以應用於新的案例。(如具有不完整的狀態變數值，而需推論其完整的狀態變數值之應用)。有霍普菲爾網路、雙向聯想記憶網路等，資料擷取應用與雜訊過濾應用屬於此類。

由上述分類我們可以得知，倒傳遞網路在學習演算法中屬於監督式學習，將由網路輸出值與目標輸出值之間的差異所產生之誤差函數予以最小化或達到可接受的範圍，再透過不斷調整各單元的連結權重及閾值來達成訓練網路的目的。而網路

主要架構由3.2.2節可知，分為輸入層、隱藏層及輸出層三層，每一層由數個處理單元組合而成，各單元的連結上具有權重，藉由權重的強弱控制前一單元對後一單元的影響程度。

### 3.2.4 倒傳遞類神經網路架構

#### 1. 網路架構

一般倒傳遞類神經網路(BPN)架構，包括輸入層、隱藏層及輸出層三層，分別說明如後：

##### (1) 輸入層

用以表現網路的輸入變數，處理單元數目依問題而定。輸入層的處理單元個數，即是欲研究問題的輸入變數，使用線性轉換函數，即 $f(x)=x$ 。

##### (2) 隱藏層

用以表現輸入處理單元間的交互影響，理論上並沒有限制處理層的層數，也沒有標準的方法可以決定之，必須自行試驗，以估計值與實際值的誤差是否達到最小，來決定最佳層數。

##### (3) 輸出層

用以表現網路的輸出變數，處理單元數目依問題而定，使用非線性函數轉換。輸出層的處理單元個數，即是欲研究問題的輸出變數。

#### 2. 轉換函數

倒傳遞網路常用的非線性轉換函數為雙彎曲函數(Sigmoid Function)及雙彎曲線正切函數(Hyperbolic Tangent Function)。雙彎曲函數的特徵為值域為 $(0, 1)$ 。當 $x$  值趨於無窮大時，函數值趨近於1；當 $x$  值趨於負無窮大時，函數值趨近於0，如圖 3-4 所示。雙彎曲線正切函數的特徵為值域為 $(-1, 1)$ ，當 $x$  值趨近於正無窮大時，函數值趨近於1；當 $x$  值趨近負無窮大時，函數值趨近於 $-1$ ，如圖 3-5 所示。

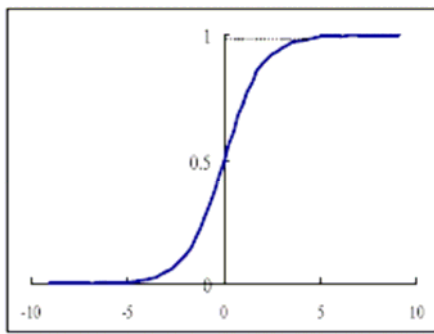


圖 3-4：S 形函數圖

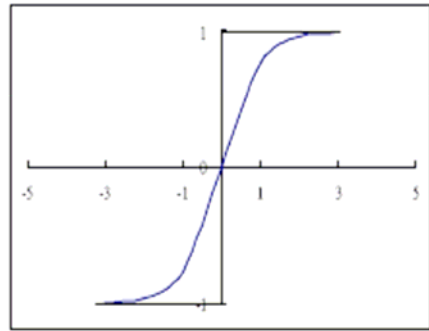


圖 3-5：雙曲線正切函數圖

資料來源：Principe 等人(1999)【26】

### 3.2.5 倒傳遞類神經網路演算法

倒傳遞類神經網路是以最陡坡降法為基本原理，利用此原理將誤差函數最小化的觀念應用在類神經學習網路上。倒傳遞網路(BPN)學習的目的是調整網路加權值  $W_{ij}$ ，使訓練範例的輸入向量經網路計算後，可以得到與期望值接近的輸出向量。

張斐章等人(2005)【25】指出倒傳遞演算法的演算過程包括了正向傳播及負向傳遞，在正向傳播的過程中，將輸入訊號由輸入層經相關權重處理後傳遞至隱藏層，並透過活化函數<sup>10</sup>可得一輸出值，最後再傳向輸出層，每一層神經元的狀態只影響到下一層神經元。如果在輸出層不能得到目標輸出值，則進行反向傳遞，將誤差訊號沿原來的連接通路返回，並修正網路之連接權值，使得網路之誤差值達到容忍誤差範圍之內而停止，以此方式達到演算期望的精度。以下利用權重與偏權值的修正來說明倒傳遞演算法。

在倒傳遞類神經網路中，處理單元其輸出值與輸入值的關係，一般可用輸入值的加權乘積和之函數來表示，第  $n$  層第  $j$  個神經元的輸入值為第  $n-1$  層神經元的輸出值的非線性函數：

<sup>10</sup> 活化函數有許多不同種類，視需要有不同功能，又稱轉換函數。

$$y_j^n = f(\text{net}_j^n) \quad (3-1)$$

式中  $y_j^n$  為第  $n$  層的輸出值、 $f$  為活化函數、 $\text{net}_j^n$  為第  $n-1$  層輸出值的權重累加值，可表示為(3-2)式：

$$\text{net}_j^n = \sum_i w_{ji}^n y_i^{n-1} + b_j^n \quad (3-2)$$

式中  $w_{ji}^n$  為第  $n$  層第  $j$  個神經元與第  $n-1$  層第  $i$  個神經元的連結權重、 $b_j^n$  為第  $n$  層第  $j$  個神經元的偏權值。

由於倒傳遞類神經網路屬於監督式學習，監督式學習旨在降低網路輸出值與目標值間的差距，因此須定義一誤差函數(或稱能量函數)以代表學習的品質；誤差函數  $E$  定義如(3-3)式：

$$E = \frac{1}{2} \sum_k (d_k - y_k)^2 \quad (3-3)$$

式中  $d_k$  為第  $k$  個神經元的目標輸出值、 $y_k$  為輸出層第  $k$  個神經元的網路輸出值。

因此，倒傳遞網路的學習過程，即為使上述誤差函數最小化的過程，利用最陡坡降法來找出誤差函數  $E$  的最佳解，也就是最小誤差平方和。網路的演算即在調整權重值使能函數往最大梯度方向下降，權重調整的幅度和誤差函數對其敏感度成正比，也就是和誤差函數對權重的偏微分值大小成正比，故

$$\Delta w_{ji} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ji}} \quad (3-4)$$

式中  $\eta$  為學習速率因子，意義為最陡坡降法修正步幅的大小、而  $\frac{\partial E}{\partial w_{ji}}$  可以用微

積分中的連鎖律(Chain Rule)得

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = \frac{\partial E}{\partial \text{net}_j^n} \frac{\partial \text{net}_j^n}{\partial w_{ji}} = \frac{\partial E}{\partial y_j^n} \frac{\partial y_j^n}{\partial \text{net}_j^n} \frac{\partial \text{net}_j^n}{\partial w_{ji}} \quad (3-5)$$

將 (3-1) 式代入  $\frac{\partial y_j^n}{\partial net_j^n}$  得

$$\frac{\partial y_j^n}{\partial net_j^n} = f'(net_j^n) \quad (3-6)$$

將 (3-2) 式代入  $\frac{\partial net_j^n}{\partial w_{ji}}$  得

$$\frac{\partial net_j^n}{\partial w_{ji}} = \frac{\partial}{\partial w_{ji}} \left[ \sum_i w_{ji} y_i^{n-1} + b_j^n \right] = y_i^{n-1} \quad (3-7)$$

(3-5)式中的  $\frac{\partial E}{\partial y_j^n}$  可分成兩種情況：

1. 若第  $n$  層為最終層，即網路的輸出層，此時， $j=k$

將 (3-3) 式與  $j=k$  代入  $\frac{\partial E}{\partial y_j^n}$  得

$$\frac{\partial E}{\partial y_j^n} = \frac{\partial}{\partial y_j^n} \left[ \frac{1}{2} \sum_k (d_k - y_k^n)^2 \right] = -(d_j - y_j^n) \quad (3-8)$$

2. 若第  $n$  層不是最終層，即網路的隱藏層之一，可用連鎖律得

$$\frac{\partial E}{\partial y_j^n} = \sum_k \left[ \frac{\partial E}{\partial net_k^{n+1}} \frac{\partial net_k^{n+1}}{\partial y_j^n} \right] \quad (3-9)$$

將 (3-2) 式代入  $\frac{\partial net_k^{n+1}}{\partial y_j^n}$  得

$$\frac{\partial net_k^{n+1}}{\partial y_j^n} = \frac{\partial}{\partial y_j^n} \left[ \sum_i w_{ki} y_i^n + b_k^{n+1} \right] = w_{kj} \quad (3-10)$$

為簡明定義，令

$$\frac{\partial E}{\partial net_k^n} = -\delta_k^n \quad (3-11)$$

將 (3-10)、(3-11) 式代入 (3-9) 式可得：

$$\frac{\partial E}{\partial y_j^n} = - \sum_k (\delta_k^{n+1} w_{kj}) \quad (3-12)$$

總結上述  $\frac{\partial E}{\partial w_{ji}}$  可分為兩種情形：

1.  $w_{ji}$  處於輸入層與隱藏層之間

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = - (d_j - y_j^n) f'(\text{net}_j^n) y_i^{n-1} \quad (3-13)$$

將 (3-7) 、 (3-11) 式代入 (3-5) 式可得：

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = - \delta_j^n y_i^{n-1} \quad (3-14)$$

比較 (3-13) 式與 (3-14) 式可得：

$$\delta_j^n = (d_j - y_j^n) f'(\text{net}_j^n) \quad (3-15)$$

2.  $w_{ji}$  處於隱藏層與隱藏層之間

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = \left( - \sum_k \delta_k^{n+1} w_{kj} \right) f'(\text{net}_j^n) y_i^{n-1} \quad (3-16)$$

將 (3-7) 、 (3-11) 式代入 (3-5) 式可得：

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = - \delta_j^n y_i^{n-1} \quad (3-17)$$

比較 (3-16) 式與 (3-17) 式可得：

$$\delta_j^n = \left( \sum_k \delta_k^{n+1} w_{kj} \right) f'(\text{net}_j^n) \quad (3-18)$$

因此不論  $w_{ji}$  處於隱藏層與隱藏層之間，或  $w_{ji}$  處於輸出層與隱藏層之間，

均可寫成通式：



$$\frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = -\delta_j^n y_i^{n-1} \quad (3-19)$$

式中  $\delta_j^n$  為將 (3-19) 式代入 (3-4) 式可得：

$$\Delta w_{ji} = \eta \delta_j^n y_i^{n-1} \quad (3-20)$$

此式即倒傳遞網路演算法之關鍵公式，每輸入一組訓練範例，同時有輸入項目與目標輸入值，各連結的權重即可依此方式加以調整。

$$w_{ji}(p) = w_{ji}(p-1) + \Delta w_{ji} \quad (3-21)$$

式中  $p$  為第  $p$  組訓練範例。

### 3.2.6 倒傳遞類神經網路計算流程及步驟

本研究之倒傳遞類神經網路的學習計算流程及步驟說明如後：

1. 準備訓練範例資料(包括輸入項目與目標輸出值)，並給予正規化(Normalize)。
2. 決定網路大小，包括隱藏層層數及各層神經元個數。
3. 向前傳遞部分：

步驟1：設定學習速率因子  $\eta$ 、容忍誤差。

步驟2：以隨機亂數初始隱藏層權重  $w_{ji}$  與輸出層權重  $w_{kj}$ 。

步驟3：將訓練範例資料以一定或隨機的順序從輸入層進入網路中。

步驟4：接著計算隱藏層的輸入值  $y_j$  與輸出層的輸出值  $y_k$ 。

步驟5：計算誤差函數值  $E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K (d_k - y_k)^2$ 。

4. 倒傳遞部分：

步驟6：計算輸出層的  $\delta_k^n$ ， $k=1,2,\dots,K$  代入(3-15)式；

再計算隱藏層的  $\delta_j^n$ ， $j=1,2,\dots,L$  代入(3-18)式。

步驟7：修正輸出層權重，

$$w_{kj}(p+1) = w_{kj}(p) + \eta \delta_k^n(p) y_j^{n-1}(p);$$

再修正隱藏層權重，

$$w_{ji}(p+1) = w_{ji}(p) + \eta \delta_j^n(p) y_i^{n-1}(p)$$

步驟8：回到步驟3重複計算與修正，直到誤差值小於容忍誤差為止，或達到最大訓練次數為止。

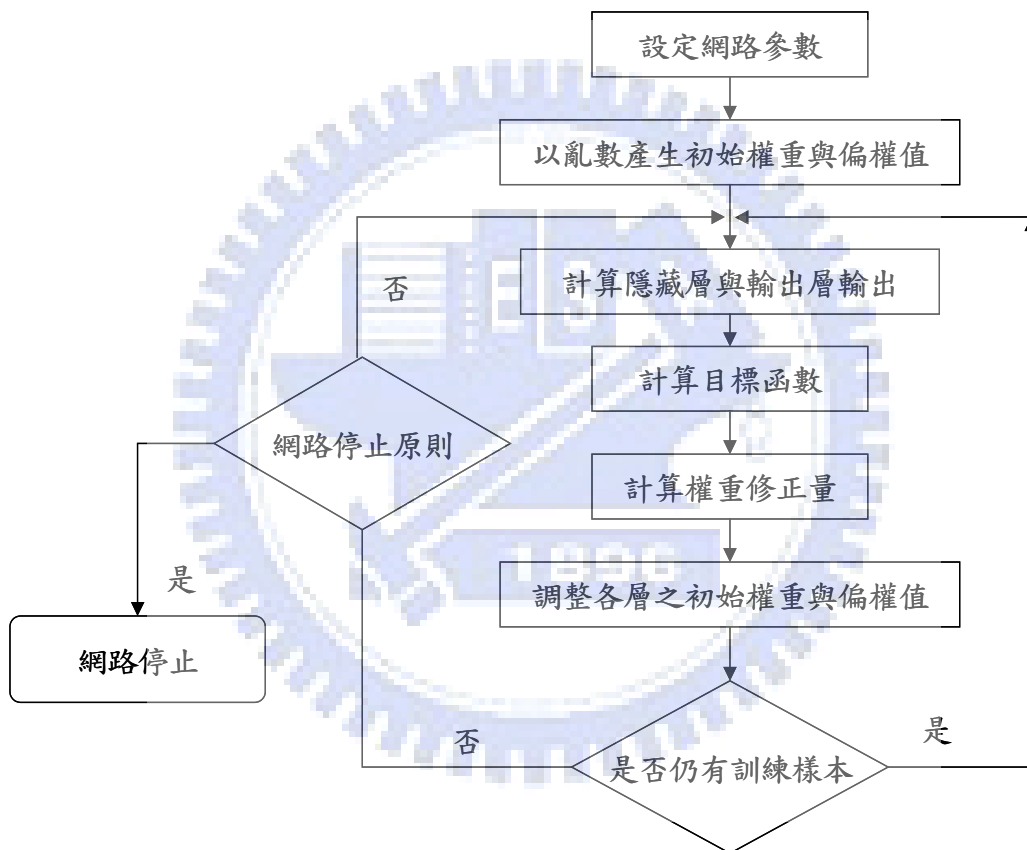


圖3-6：倒傳遞演算法流程

資料來源：張斐章等人(2005)【25】

## 第四章 研究方法

### 4.1 研究範圍與限制

#### 4.1.1 研究範圍

本研究以國內某家產險公司之中、小型工商火災保險的實際承保資料作為研究對象。資料分析時間以民國 88 年至民國 94 年為期間，經刪除不完全及遺漏者後，透過隨機抽樣的方式選出有效資料 1000 筆作為研究樣本，以為建立預測模型與測試之用，此外，本研究將火災保險的保額 1000 萬以上 30 億以下定義為中、小型工商火災保險的範圍。

#### 4.1.2 研究限制

- (1) 本研究僅以七個年度客戶資料來建立預測模型，故研究結果假定並無受總體經濟變化的影響而有所差異。
- (2) 受限於客戶資料取得的可能性，本研究僅以一般正常性案件為研究標的，排除特定案件業務來源(董監事業務及公司高層政策考量)所造成的影響。
- (3) 因產險業務人員與現場查勘人員主觀認知的差異，本研究假設所有人員都能克盡職守，客戶資料在嚴正的前提下作最客觀而公平的事實陳述，因此排除了該部份人為的紀錄或操作缺失。

### 4.2 研究資料

#### 4.2.1 研究變數與編碼

本研究採用的輸入變數共有16個，這些變數除了為第二、三章所歸納的重要影響變數之外，另外也加入了經由實務經驗決定的變數，其編碼方式如表4-1所示。其中，變數「使用性質」之編碼的取決方式則如表4-2所示。

表4-1：輸入層單元變數表

編號	變數名稱	編碼方式
1	建築等級	【1：特一】【2：特二】【3：頭等】【4：二等】【5：三等】
2	建築物使用屋齡 (室內配線使用年齡)	【1：3年以內】【2：3~10年】【3：10~15年】【4：15年以上】
3	建築物的棟距	【1：連棟建築物】【2：建築物棟距在10公尺以內】 【3：建築物棟距在10公尺以上~15公尺】 【4：建築物棟距在15公尺以上~20公尺】【5：建築物棟距在20公尺以上】
4	使用性質	【1】【2】【3】【4】【5】【6】【7】【8】
5	貨物倉庫管理情形	【1：無貨物倉庫】【2：整齊良好】【3：尚可】【4：不佳(擁擠凌亂)】
6	特殊危險工作	【1：噴漆】【2：電鍍】【3：粉塵】【4：無特殊危險工作】
7	鍋爐設置	【1：有鍋爐】【2：無鍋爐】
8	變壓器位置	【1：在獨立建築物內，該建築物為變壓器專用】 【2：在建築物內無牆隔離】【3：在建築物內有牆隔離】 【4：在建築物外的露天變壓器】【5：無變壓器】
9	員工人數	【1：10人以下】【2：11~50人】【3：51~100人】【4：101~300人】 【5：301人以上】
10	平時消防演練與完整防護計畫	【1：良好】【2：尚可】【3：不佳】
11	消防設備	【1：有基本消防設備】【2：有基本消防設備，部分區域有自動滅火設備】 【3：有基本消防設備，在建築物內超過 80% 部份有自動滅火設備防護】
12	系統保全及24小時警衛人員	【1：兩者皆無】【2：只有系統保全】【3：只有24小時警衛人員】 【4：兩者皆有】
13	生財機器設備運作時間	【1：無生財機器設備】【2：每天8小時以內】 【3：每天超過8小時運轉，但每天有停機】 【4：每天24小時運轉，但每週有停機】 【5：每天24小時運轉無停機，只有歲修才停機】
14	吸煙管制	【1：無管制】【2：有管制，設有吸煙區】【3：全場所禁煙】
15	廢料放置位置與處理情形	【1：無廢料】【2：良好】【3：尚可】【4：不佳】
16	管理與使用易燃性物質情形	【1：無使用】【2：良好】【3：尚可】【4：不佳】

資料來源：本研究整理

以下說明輸入變數中，其編碼的取決方式：

### 1. 建築等級

本研究在建築等級的級距分類中，是參考火災保險費率規章<sup>11</sup>中第五章第一節建築等級的內容，進行編碼。規章中將建築等級依據房屋四週外牆(自地上至屋頂止之完全牆或隔牆作為外牆)之構造與厚度為準，並按其屋頂、門窗、樓板、樓梯、樑架及屋柱之構造核定之。其等級分為特等、頭等、二等、三等，但特等建築依其部份結構上之差異，再分列為特一等和特二等兩類。因此，將建築物按防火的安全等級分成五類，編碼如後：

【1：特一】 【2：特二】 【3：頭等】 【4：二等】 【5：三等】

### 2. 建築物使用屋齡(屋內配線使用年齡)

林文煌(2002)【27】研究提及在保險統計要覽將火災保險之損失原因歸類為二十九類，其中電線走火是位居火災保險損失原因首位。探究其原因多為電線老舊，找尋相關研究並無法明確得知室內電線的使用壽命，影響其因素太多，環境因子如溫度、溼度、鹽份、紫外線均會對電線壽命造成影響，另外還包括電線本身製作品質、可靠性與絕緣外層的材質等等，無法一概而論。一般而言，以平均經驗來判定電線的壽命約10~15年，20年以上屋齡的屋內配線最好更新，可避免電線走火的危險。然而，通常一棟建築物的屋內配線是不易更新的，許多的管線都埋設在建築本體之中，除非整棟建築物翻修且電線全面更新過，所以我們假設建築物使用屋齡和屋內配線使用年齡是相同的，除非我們得知該建築物在翻修時將電線全面更新過。因此，在資料輸入時我們便將建築物使用屋齡來替代屋內配線使用年齡，分類標準則依循實務經驗將年限分成四類，編碼如後：

【1：3年以內】 【2：3~10年】 【3：10~15年】 【4：15年以上】

---

<sup>11</sup> 火災保險費率規章係中華民國產物保險商業同業公會（以下簡稱公會）訂定，經呈奉財政部核定實施。各會員公司承保中華民國境內任何財產之住宅火災保險、住宅火災及地震基本保險及商業火災保險均應遵行本規章之規定。

### 3. 建築物的棟距

建築物的棟距是參考火災保險費率規章中第六章第一節同一危險範圍所規定的內容，進行簡化編碼。規章中將同一危險範圍分為直接通連危險（接連建築物）與間接通連危險（毗鄰建築物）二種。

#### (1) 直接通連危險（接連建築物）

- ① 凡二幢或二幢以上之建築物，或一幢建築物內各部，其間隔牆無防火牆隔絕者，或一幢建築物內層樓，無合格之防火門窗及鋼骨（筋）水泥造無孔洞之樓板，稱為直接通連危險。
- ② 二幢建築物間用天橋、樓梯通連而該天橋或樓梯係用鋼骨（筋）水泥造或金屬造，則不受前款之約束；工廠內因工作需要而有扶梯及昇降機用之空穴，經裝有合格之防火門窗以資防範者，亦不受前款之約束。

#### (2) 間接通連危險（毗鄰建築物）

凡二幢（各別屋頂）或二幢以上之毗鄰建築物，其各相對外牆非防火牆，中間空地之距離，不符下列所述距離規定之一者，為間接通連危險：

- ① 特等建築物間距離在十公尺以上，且該距離不少於相毗鄰建築物其中較高建築物之樓高者。但兩棟建築物距離超過二十公尺者，不在此限。
- ② 頭等及二等建築物間距離在十五公尺以上，且該距離不少於相毗鄰建築物其中較高建築物之樓高者。但兩棟建築物距離超過二十公尺者，不在此限。
- ③ 三等建築物間距離至少二十公尺。
- ④ 相毗鄰不同等級建築物間之距離以較次等級建築物間所需之距離計算。

因此，為簡化分類，直接以建築物的棟距進行編碼，將建築物的棟距分成五類，分類編碼如後：



【1：連棟建築物】

【2：建築物棟距在10公尺以內】

【3：建築物棟距在10公尺以上~15公尺以內】

【4：建築物棟距在15公尺以上~20公尺以內】

【5：建築物棟距在20公尺以上】

#### 4. 使用性質

在使用性質的級距分類，是參考火災保險費率規章中第三章商業火災保險費率的內容，以及第六章第二節火險費率核定辦法以及工作實務經驗進行編碼，採用原則以在同一危險範圍內者，按每幢建築物等級及使用性質中最高費率或相對較高費率為全部同一危險費率等級當作使用性質分類標準。本研究編碼分類依下列原則分類：

表4-2：使用性質分類標準

使用性質類別
【1：一般工廠】
【2：一般工廠內之倉庫、堆棧、露天設備】
【3：公共場所】
【4：紡織工廠】
【5：行號商店及其附有堆棧】
【6：公共倉庫、倉庫、市場、商場】
【7：官署、辦公廳、民俗文物館、補習班】
【8：停車場、客貨運站、加油站、露天貯槽、堆貨、空屋、電氣機房、汽電共生設備】

資料來源：本研究整理

#### 5. 貨物/原料倉庫管理情形

依據本研究了解，有時火災發生往往起火點是在貨物或原料倉庫，倉庫管理的

好壞是造成火災出險的因素，有經驗的保險公司查勘人員在前往查勘前，會先了解業者是否只承保貨物或原料；在進行現場評估時，會注意貨物或原料的保額是否偏高，投保貨物或原料是否為瑕疵品、過期或過時的貨物，甚至是不堪使用的原料、或是陳舊的設備；貨物外包裝是否積滿灰塵，無正常流動現象；或呈現擁擠、凌亂的堆放，以上這些情形往往在經驗判斷上都是常常發生火災，造成出險的場所。因此，分類標準依實務經驗分成四類，編碼如後：

**【1：無貨物或原料倉庫】      【2：整齊良好】**

**【3：尚可】                      【4：不佳(擁擠凌亂)】**

說明如下：

**【1：無貨物或原料倉庫】**：該場所無貨物或原料倉庫。

**【2：整齊良好】**：一般而言，以外觀即可判定該場所倉庫內的貨物或原料是否有堆放整齊，流通良好，外包裝無堆積灰塵，為公司等待出貨或正常使用的原料。

**【3：尚可】**：一般而言，以主觀判定該場所倉庫內的貨物或原料堆放狀況，介於**【整齊良好】**和**【不佳(含擁擠、凌亂)】**兩者之間。

**【4：不佳(含擁擠、凌亂)】**：投保貨物或原料判定為瑕疵品、過期或過時的，甚至是不堪使用的原料、或是陳舊的設備；貨物外包裝積滿灰塵，無正常流動現象；外觀判定呈現擁擠、凌亂的堆放。

## 6. 特殊危險工作

不同的工作場所往往會有不同的火災危險發生，在噴漆工作的場所中，往往有許多揮發性的易燃性液體和溶劑，如果不慎引入任何相關火源，都會引起火災產生。在製程中會產生粉塵的場所，例如紙廠製漿過程中會產生細粉塵，這些粉塵、粉末遇到製程中產生的火花就可能爆炸而引發火災；又例如塑膠射出工廠，使用塑

膠粉末、使用空氣動力輸送粒子或製造過程中因磨耗所產生的粉末，往往要考慮粉塵爆炸的危險，因散佈在空氣中的粉塵能被火花、火焰、及金屬表面溫度超過 400°C 以上的熱源而快速引燃；再例如輪胎業在製程前段碳煙混合的部分可能會有粉塵爆炸之風險，因此此區外牆一般多建議使用防爆牆。生產製程中有電鍍工作的場所，在電鍍製程中，酸洗槽和電鍍槽是屬於較危險的製程區域，經常可能因加熱器故障，溫度持續上昇無法自行斷電，而造成火災。上述這些場所往往在實務經驗上都造成火災出險，因此，分類標準分成四類，編碼如後：

【1：噴漆】

【2：電鍍】

【3：粉塵】

【4：無特殊危險工作】

## 7. 鍋爐設置

根據財團法人保險協進會統計，全台共有 10 萬具大小不一的鍋爐，就保險公司認定鍋爐為壓力容器，具高溫的特性被列為危險的機器設備，而主管機關勞委會固定期間會到各工廠場所強制檢查，若未通過安全檢查者，將以「不得營運」處理。從歷史的經驗來看，一旦發生鍋爐爆炸，幾乎會造成人員輕重傷甚至死亡、以及財產的損失，甚至可能導致企業破產的窘境。因此，本研究將編碼分成兩類：

【1：有鍋爐】 【2：無鍋爐】

## 8. 變壓器位置

變壓器在目前電力傳輸系統中，扮演著相當重要的角色，大到高科技廠房用電，小至居家住宅用電都需要用到變壓器。大多數廠房在台電公用線路入廠處均設有大型變壓器，例如將 69KV 或 11.4KV 之高壓電轉換為一般工廠及民生用電 440V、380V、220V 與 110V 之電源，使全廠作業能順利運轉。場所內變壓器的位置相當重要，當變壓器發生問題，全廠製造就有可能因此而停頓，更甚者引起火災發生。依屋內供電路裝置規則第七章高壓受電設備、高壓配線及高壓電機器具第四〇〇條內容規定，變電室應符合下列規定：

- (1) 變電室以選用獨立建築而與廠房或其他建築物隔離為原則。但利用廠房之一隅為變電室者，其天花板、地板及隔離用牆壁等應具有防火保護設備。
- (2) 如油斷路及變壓器中之絕緣油係屬燃燒者，在廠房內或其他建築設變電室時，電業得建議其牆壁、屋頂及地板宜為鋼筋混凝土或其他防火材料所造成；通至廠內或建築物內之門路宜備有能防火之封閉門。

因此，在資料輸入時本研究將變壓器設置位置分成五類，分類標準依場所內實際狀況區分成五類，編碼如後：

【1：在獨立建築物內，該建築物為變壓器專用】

【2：在建築物內無牆隔離】

【3：在建築物內有牆隔離】

【4：在建築物外的露天變壓器】

【5：無變壓器】

## 9. 員工人數

依「消防法」第十三條暨「消防法施行細則」第十三條，規定防火管理的必要事項，以達到預防火災、地震及其他災害並保障人命安全、減輕災害為目的。其中提及一定規模以上供公眾使用建築物，應由管理權人，遴用防火管理人，責其製定消防防護計畫，報請消防機關核備，並依該計畫執行有關防火管理上必要之業務。在「消防法施行細則」第十三條所稱消防防護計畫中規定自衛消防編組，其員工在十人以上者，編組滅火班、通報班及避難引導班；員工在五十人以上者，應增編安全防護班及救護班。也就是希望當員工人數較多時能組成自救系統，以增其安全性。因此，我們以法令規定做為分類依據進行編碼，分類編碼如後：

【1：10 人以下】 【2：11~50 人】 【3：51~100 人】

【4：101~300 人】 【5：301 人以上】

#### 10. 平時消防演練與完整防護計畫

目前消防署積極推動的防火管理及檢修申報制度，就是落實自主防災的精神。在實務上來說，依消防法應實施防火管理制度的場所，擬定消防防護計畫，根據計畫做好火源管理、消防安全設備維護、滅火避難逃生訓練等「預防」的工作；也就是由業者本身建立完善的「自主防災體系」，平時定期消防演練，並依完整防護計畫建立完善的防火管理機制，如此一來往往對防火安全等級會有大幅提升。在本研究我們依「消防法施行細則」第十三條消防防護計畫的內容來判定該場所的狀況，如均符合下列事項則判定為【良好】，如符合下列事項過半則判定為【尚可】，若符合下列事項未過半的場所則判定為【不佳】。

判定事項為下列十項：

- (1) 自衛消防編組：員工在十人以上者，至少編組滅火班、通報班及避難引導班；員工在五十人以上者，應增編安全防護班及救護班。
- (2) 防火避難設施之自行檢查：每月至少檢查一次，檢查結果遇有缺失，應報告管理權人立即改善。
- (3) 消防安全設備之維護管理。
- (4) 火災及其他災害發生時之滅火行動、通報連絡及避難引導等。
- (5) 滅火、通報及避難訓練之實施：每半年至少應舉辦一次，每次不得少於四小時，並應事先通報當地消防機關。
- (6) 防災應變之教育訓練。
- (7) 用火、用電之監督管理。
- (8) 防止縱火措施。

(9) 場所之位置圖、逃生避難圖及平面圖。

(10) 其他防災應變上之必要事項。

因此，本研究將編碼分成三類：

【1：良好】

【2：尚可】

【3：不佳】

## 11. 消防設備

蔡國保(1999)【28】指出自動撒水設備對於初期火勢的鎮壓，有其一定的成效。馮俊益(2001)【29】在論文中指出從國外的許多文獻中瞭解高架儲存倉庫火災的滅火應以自動撒水設備為主要手段。江好爵(2000)【30】研究結果指出自動撒水設備能在初期控制火勢使下層平均溫度於 50°C 以內(人命安全危險處：距地板面 1.5m)，同時有設置撒水設備對 O<sub>2</sub> 濃度、CO 濃度、CO<sub>2</sub> 濃度的控制有很大的影響。其他相關研究也指出自動滅火設備對初期滅火大多能有效控制。再者，按國內消防法規『各類場所消防安全設備設置標準』中規定，各場所依其使用性質、樓層、建築物樓地板面積與危險等級不同，應設置不同的消防設備。因此，所有營業場所必須有基本消防設備，本研究再將場所中的消防設備進行分類，除了有基本消防設備外，部分區域有自動滅火設備的場所會有局部的保護效果，如果全區建築物內超過 80% 部份有自動滅火設備防護，則安全性更加提高。本研究將編碼分成三類：

【1：有基本消防設備】

【2：有基本消防設備，部分區域有自動滅火設備】

【3：有基本消防設備，在建築物內超過 80% 部份有自動滅火設備防護】

## 12. 系統保全及24小時警衛人員



系統保全及 24 小時警衛人員防護，在預防及控制火災發生，扮演著極重要的角色。在一個場所中，利用科技設備的監控與機動或固定式的人員巡邏與防護，對場所整體安全會有相當大的幫助。本研究假設各場所使用的保全系統在功能上均可正常發揮功效，警衛人員在執勤時也能堅守崗位，同時考量場所完整的安全防護，本研究只認定有 24 小時警衛人員的防護與巡邏，如該場所非 24 小時皆有警衛人員，將視為安全上的漏洞，在分類上便視同為無警衛人員，以此標準為分類編碼參考基準。本研究將編碼分成四類：

【1：兩者皆無】                      【2：只有系統保全】

【3：只有 24 小時警衛人員】      【4：兩者皆有】

### 13. 生財機器設備運作時間

蔡旭祺(1997)【31】在銅質導線金相分析於電氣火災鑑定應用之研究，由其統計結果數字可以發現，引起建築物火災的原因很多，其中電氣設備是其主要原因之一。電氣設備會引起火災，可能是因為機器本身設計之缺陷所引起，也可能是因為線路老舊或是使用、或是保養不當及用電超載、使用時間過長等原因所造成。本研究排除機器本身設計之缺陷，僅考慮使用時間過長此原因，假設如果長時間運轉使用，是比短時間使用容易造成火災發生。因此，本研究將各場所的生財機器設備運轉時間，配合該場所工時特性加以分析，整理出下列五項，編碼如後：

【1：無生財機器設備】

【2：每天 8 小時以內】

【3：每天超過 8 小時運轉，但每天有停機】

【4：每天 24 小時運轉，但每週有停機】

【5：每天 24 小時運轉無停機，只有歲修才停機】

### 14. 吸煙管制



多數的火災與抽菸不慎有關，最常見的是因為煙蒂掉落到易燃之物品、家具或床墊上，經過一段時間的悶燒，而發展成為明火。依據 Hall(1993)【32】分析之火災調查資料中顯示，造成人員死亡之火災案例中，與吸煙有關的火災死亡幾乎占全部的三分之一。

依保險統計要覽將火災保險之損失原因歸類為二十類，詳如表 4-3 所示，因吸煙起火造成火災損失在出險原因排名第四，就防範火災的角度來看，吸煙的行為在本質上就是引火源的產生。因此，假如沒有安全防範或限制在特定區域吸煙，就有可能造成火災發生，除非該場所在空間使用上並不會因吸煙的行為而發生火災。本研究將各場所加以分類，整理出下列三項，編碼如後：

【1：無管制】

【2：有管制，設有吸煙區】

【3：全場所禁煙】

表4-3：出險原因代碼表

出險原因代碼	出險原因
01	電線走火
02	閃電雷擊
03	烹調不慎/廚房瓦斯起火
04	吸煙起火
05	機器損壞機器過熱發生火花起火
06	電焊不慎起火
07	敬神玩花燈起火
08	烘焙起火
09	玩火
10	疑似遭縱火
11	自燃起火
12	爆炸起火
13	不慎起火
14	累燒

15	不明原因起火
16	爆炸
17	地震
18	颱風
19	航空器墜落機動車輛碰撞
20	罷工暴動民眾騷擾惡意破壞行為

資料來源：保險統計要覽

### 15. 廢料放置位置與處理情形

依美國資源保育及回收法(Resource Conservation and Recovery Act.,RCRA)之定義：『有害廢棄物係指其量、濃度或物理、化學或完染之性質，足以使死亡率、罹病率等顯著增加，或因其不當之處理、儲存、運輸、處置及管理，以致對人體健康或環境造成顯著的或潛在性之危害』，有害事業廢棄物可分為下列八種：

- (1) 著火性(閃火點 $\leq 140^{\circ}\text{F}$ )
- (2) 腐蝕性( $\text{PH} \leq 2.0$  or  $\geq 12.5$ )
- (3) 反應性(化學不穩定性)
- (4) 毒性(生物結構破壞)
- (5) 傳染性
- (6) 生物累積性
- (7) 致突變性、致癌性、致畸胎性
- (8) 其他主管機關所公佈之特性

對於第一類著火性事業廢棄物而言，如管理不慎，對場所發生火災的機率是相當高的，我們俗稱的易燃類廢料正是此類。因此，如對此類廢料放置位置與處理情形能妥善管理，火災的危害便可降低許多。當然，本研究在定義對此類廢料管理上何謂良好、尚可或不佳的情形，完全是依產險公司現場查勘人員所填具的資料或報

告書的內容為依據，將各場所現場歸納出下列四項情形，編碼如後：

【1：無廢料】 【2：良好】 【3：尚可】 【4：不佳】

#### 16. 易燃性物質管理與使用情形

王榮祿(2006)【33】在其論文中指出，化學工業快速發展各種材料不斷被研發大量使用，化工製程大量使用到各種易燃性物質，導致引火爆炸之環境廣泛產生。根據環保署對國內化學火災爆炸之引火源類型分析發現，電氣火花及高溫表面二者總和為所有引火源第一位。在工廠的運轉過程中，這些製程使用到各種易燃性物質是無法避免的，但維持安全性及穩定性是每一工廠所追求的目標，因此，對易燃性物質管理與使用情形便顯得格外重要。舉例來說，常見到在生產線現場，易燃性液體之存放量過多，使生產線暴露於較高之火災與爆炸風險下。所以，一般會建議生產線現場易燃性液體之總量，最好控制在1-3日以內為原則，至於備用存量應儲放於保持安全距離之危險品倉庫內。本研究在定義易燃性物質管理與使用情形何謂良好、尚可或不佳的情形，如同前述，是依產險公司現場查勘人員所填具的資料或報告書的內容為依據，將各場所現場歸納出下列四項情形，編碼如後：

【1：無使用】 【2：良好】 【3：尚可】 【4：不佳】

值得注意的是，李致寬、郭祥兆(1995)【34】提到在使用萃取後輸入變數與使用全部輸入變數之網路預測能力的比較上，使用全部輸入變數的網路其預測能力較強。其原因為倒傳遞網路在運算時，類似一個黑箱作業，在經由不斷的學習訓練，會對網路中具有較大影響力的處理單元賦與較大的權重，而對網路中較無影響力的處理單元賦與較小的權重，並藉此找出輸入單元與輸出單元間的關係。因此，倒傳遞網路並不需要考慮輸入變數間是否具有共線性存在，相反的，如果能給予網路愈多的訊息，則其預測能力就會愈強。

最後可以得到網路預測輸出值，即前述之各案件的出險機率，其機率將落於0.1到0.9之間，此外，如表4-4所示，輸出層變數方面，其編碼的取決方式為：出險

件<sup>12</sup>編碼設定為 1，正常件<sup>13</sup>編碼設定為 0。亦即，以機率的觀點，實際出險件的出險機率為 100%，實際正常件的出險機率為 0%，但為避免結果發散，本研究將網路預測輸出值分成 2 組，即出險機率若介於 10%到 50%未滿者為預測不出險組，出險機率介於 50%到 90%者為預測出險組。在利用類神經網路訓練之後，網路輸出值的範圍將落於 0 與 1 之間，如此即可達到預測出每一件保單之出險機率的目標。

表4-4：輸出層單元變數表

變數名稱	編碼方式
是否出險	【0：否】【1：是】

資料來源：本研究整理

#### 4.2.2 訓練與測試資料

在類神經網路應用的過程中，通常會將資料區分成訓練樣本與測試樣本，其功能分述如下：

- (1) 訓練樣本(Training Sample)：用來訓練網路的資料，網路藉此範例調整網路連結加權值。就監督式訓練資料而言，是由一代表資料特徵的輸入變數向量，與一代表資料分類或預測的目標輸出變數向量共同組成。
- (2) 測試樣本(Testing Sample)：在網路訓練過程中，用來測試網路的資料，其誤差結果符合預期即代表此網路具有普遍性。也就是說，網路學習完成後，用以評估網路學習成果所使用的資料，其型式與訓練資料相同。與訓練資料之差異在於測試資料只用回想演算法得到推論輸入值，並與目標輸出值比較，以評估網路學習精度。

本研究之研究樣本為某間保險公司之火災保險客戶實際資料，其涵蓋了民國88年至民國94年間，出險/未出險的樣本數共為1000筆，其中，115筆為出險樣本、885

<sup>12</sup> 出險件是指對保險公司而言已經發生火災事故的案件。

<sup>13</sup> 正常件在本文中是出險件的對照組，是指未發生火災事故的案件。

筆為未出險樣本。在本研究中，擬將70%的樣本數做為網路的訓練樣本，其餘之30%樣本數做為網路的測試樣本。

### 4.2.3 資料正規化

運用BPN類神經網路時，須先對其輸入向量加以正規化，一般而言，以正規化後的資料進行分析可有下列的好處：

- (1) 資料的標準差較小；
- (2) 可使網路中的權重在訓練的過程中較不容易發散；
- (3) 可讓權重調整的速率較為相近。

本研究將輸入資料正規化資料至[0.1, 0.9]的範圍間，公式如(4.1)所示：

$$x_{normalized} = (\text{maximize} - \text{minimize}) \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} + \text{minimize} \quad (4.1)$$

其中，maximize = 0.9、minimize = 0.1。

### 4.2.4 輸入順序隨機化

為了避免訓練過程中的序列問題(Sequential Problem)，在每一次學習循環中(Epoch)，本研究會將輸入資料的輸入順序以隨機方式打散。

### 4.2.5 樣本平衡

若資料集中不同類別的樣本數比例相差太懸殊時，在訓練網路的過程中，模型會明顯偏向於比率比較大的一方，而出現非平衡偏誤(Unbalanced Bias)的問題，這會使得模型的分類能力與廣義化的程度變得相當的不良。一般而言，降低非平衡偏誤的方法有二：

- (1) 複製法(Duplicating Method)：Ravi等人(2008)【35】在文獻中採用此方法，該方法對樣本少的類別進行完全複製的動作，使其樣本數目與多的一方接近至1：

1之比例。

- (2) 隨機抽樣法(Random Sampling Method)：Ou等人(2006)【36】、Mukkamala等人(2006)【37】在文獻中採用此方法，該方法乃對於樣本多的類別進行隨機抽樣的動作，抽樣數目與樣本少的一方一樣，使得兩類別的樣本變成1：1。

在本研究的研究資料中，出險/未出險的樣本數各為115筆與885筆，其比例相當懸殊，大約差了七點六倍，而由於本研究對於隨機抽樣法是否亦存在本身的抽樣誤差的問題頗有疑慮，因此，擬用Ravi等人(2008)【35】所提的複製法，將出險樣本複製了七份，以使得兩類別的樣本數接近1：1之比例。因此，本研究的總資料比數變成1690筆，其中，訓練樣本共1184筆，包括了出險/未出險樣本數各為564筆與620筆，而測試樣本共506筆，包括了出險/未出險樣本數各為241筆與265筆。

### 4.3 網路建構

在網路訓練的過程中，著重於探討隱藏層的神經元個數( $m$ )、學習率( $\eta$ )、慣性因子( $\alpha$ )的選定對於分類正確率的影響，本研究將透過敏感度分析的方式進行最佳參數的挑選，其中  $m = \{4, 5, \dots, 20\}$ 、 $\eta = \{0.1, 0.2, \dots, 1\}$ 、 $\alpha = \{0.1, 0.2, \dots, 1\}$ 。在不同的  $m$ 、 $\eta$ 、 $\alpha$  之下，程式會回傳訓練後相對應的分類正確率，意即，本研究將於  $17 \times 10 \times 10 = 1700$  個組合中，找尋能達到分類正確率最高的最佳化參數設定。所有的程式均應用MATLAB 7程式軟體<sup>14</sup>來建構倒傳遞類神經網路。

#### 4.3.1 隱藏層層數

在類神經網路的訓練應用中有許多的網路參數需要設定，而參數的設定值對於類神經網路的表現有很大的影響，多層網路容易有較好的收斂性質，但太多的隱藏層有時只會徒增網路複雜度，並可能造成更多局部最小的情形，使得網路的學習更容

---

<sup>14</sup> MATLAB 是由 Math Works 公司於 1984 年推出的數學軟體，其名稱是由「矩陣實驗室(MATrix LABORatory)」所組成，其最早之發展理念為提供一套完善的矩陣運算指令，由於數值運算需求的演變，MATLAB 已成為系統模擬、數位訊號處理之標準程式語言(張智星(2000)【39】)。



易陷在局部最小而非全域最大。張斐章等人(2005)【25】根據數篇文獻的歸總，認為隱藏層的設定必須根據不同的研究或問題而得到相對較適的層數，一般而言，隱藏層不需要超過兩層以上。至於何者為佳，則必須在考量網路大小、訓練時間、精確度以及硬體的需求後，方能進行決策。此外，已有許多研究證明一層隱藏層已足夠趨近連續函數(Continuous Function)，當然，先決條件是須有足夠的隱藏層單元。本研究所採用的倒傳遞類神經網路之網路架構為三層(I-H-O)：輸入層(I)、隱藏層(H)與輸出層(O)，至於神經元個數的討論則於4.3.2小節中詳述。

### 4.3.2 隱藏層中神經元的個數

BPN的網路架構包括輸入層、隱藏層與輸出層，其中，輸入層的神經元個數為特徵向量(Feature Vector)的維度加一，輸出層的神經元個數為資料的類別數，至於隱藏層中的神經元個數，則有許多不同的選取方式。

然而，囿於選擇各方法的主觀性，本研究決定隱藏層之神經元個數的方法，將以Kwok與Yeung(1997)【38】所提出的網路增長法(Constructive Algorithm)來決定較適合的隱藏層神經元個數，此方法的概略觀念為：先設定少量的隱藏層神經元並開始訓練，在逐一增加神經元的個數，直到達成研究者可接受之程度為止。本研究之倒傳遞神經網路之網路結構圖如圖4-1所示，其中， $m$ 代表隱藏層的神經元個數，在本研究中，將嘗試設定 $m = 4$ 、 $m = 5$ 、...、 $m = 20$ ，並觀察不同的神經元個數對分類正確率的影響。



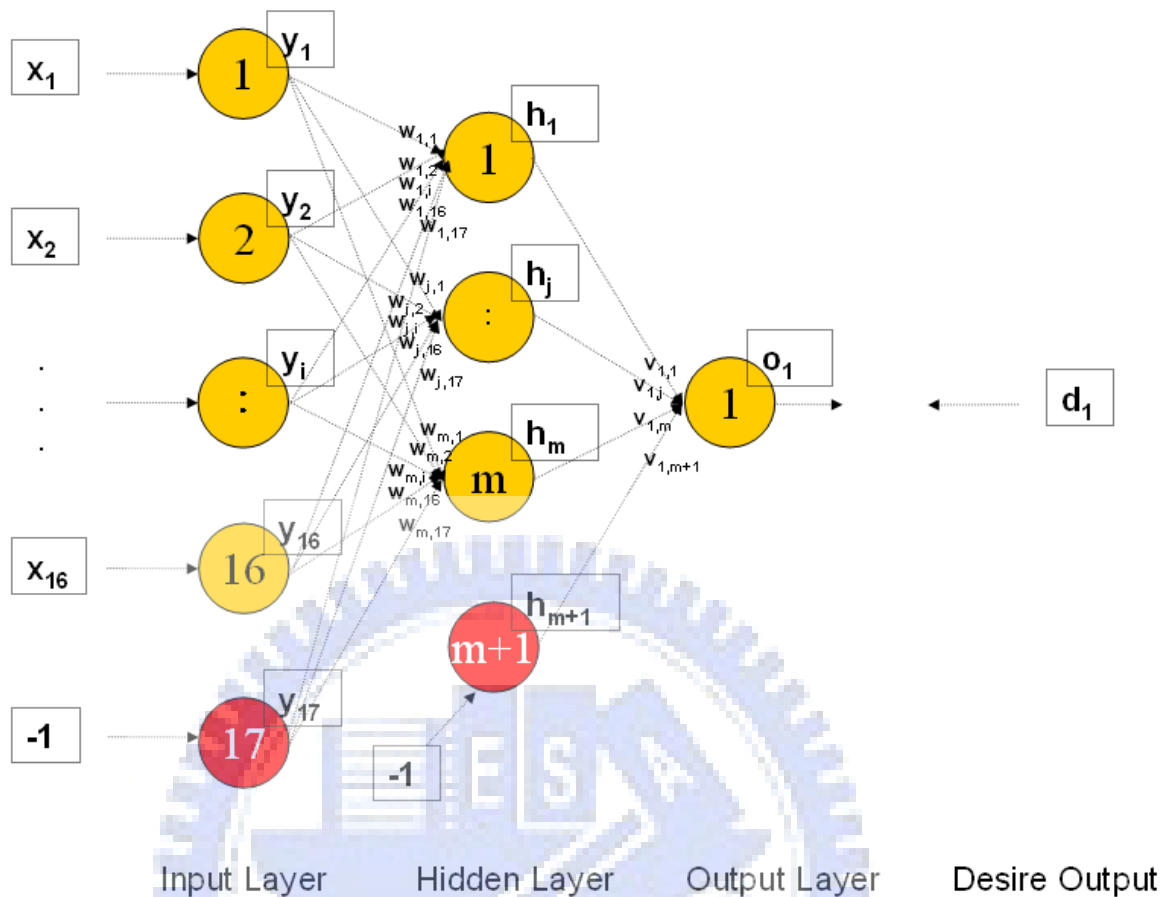


圖4-1：網路結構圖

資料來源：本研究整理

### 4.3.3 權重初始化

為了減少神經元之間的相似性並避免神經元產生飽和的現象，一般而言，MLP的初始權重應設定為數值頗小的隨機亂數，然而，初始值也不能設定的太小，否則誤差梯度函數值太小會造學習過程太過緩慢的缺點。本研究依Matlab程式的建議值採用以隨機的方式來設初始權重，其範圍介於[-5, 5]之間，而輸入層與隱藏層中的誤差項(Bias)初始值則介於[-10, 10]之間。

### 4.3.4 學習循環次數

網路訓練過程通常以一次一個訓練樣本進行，直到學習完所有訓練範例則稱為

一個學習循環(Learning Epoch)，本研究採用之學習循環次數為 2000 次。

#### 4.3.5 目標函數與訓練停止標準

本研究以均方差(Mean Square Error, 簡稱MSE)為目標函數，其公式如(4.2)所示。均方差代表觀測值與預測值之誤差量，其值愈小表示網路模式預測的結果愈佳。

$$E_{MSE} = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (desire_k(n) - output_k(n))^2}{NK} \quad (4.2)$$

其中， $N$  為樣本個數、 $K$  為輸出層神經元個數(類別數)。本研究的BPN即以極小化式子(4.2)的目標函數為準則，透過最陡坡降法(Gradient Descent Method)進行權重的訓練。至於訓練停止的標準方面，則以Epoch = 2000或MSE = 1e-7兩個準則為主，在權重訓練的過程中，若符合其中一個條件時，就停止權重的訓練。

#### 4.3.6 活化函數

活化函數(Activation Function)一般也稱之為轉換函數(Transfer Function)，在網路中處理單元一旦得到淨輸入值之後，可以利用活化函數而得到該處理單元的輸出值。常用到的非線性活化函數有S形函數(Sigmoid Function)，也稱為邏輯函數(Logistic Function)，以及雙曲線正切函數(Hyperbolic Tangent Function)。S形函數的值域落於(0, 1)之間，在許多的類神經網路應用中，這種函數非常有用，特別是在輸出值為分類型的時候。然而，雙曲線函數之值域落在(-1, 1)之間，適合於數據有正、負號時使用。上述兩者的共通性為當自變數趨於正負無限大時，函數值趨於常數，其函數的圖形如圖3-4與圖3-5所示，而公式則分別如式子(4.3)、(4.4)所示：

$$a(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)} \quad (4.3)$$

$$a(x) = \frac{\exp(x) - \exp(-x)}{\exp(x) + \exp(-x)} \quad (4.4)$$

而由於本研究的輸出變數為是否出險，其變數的編碼分別為0或1，因此根據上述之理由，本研究在隱藏層與輸出層的活化函數部分，將選擇使用S形函數做為活化函數。此外，為了讓目標輸出值有一些預留空間，並不讓他達到活化函數的極限值，造成權重發散的結果，因此，目標輸出值介於(0.1, 0.9)之間。

#### 4.3.7 學習率

BPN 的權重訓練過程中，學習率(Learning Rate, 簡稱 $\eta$ )的大小會影響權重更新的步伐與收斂速度。若 $\eta$ 太小，權重的調整幅度與目標函數的改變量也較小，造成收斂數度緩慢、迭代次數較多；反之，則權重調整幅度過大，可能會使得目標函數變得搖擺、震盪與不穩定。在本研究中，將嘗試設定 $\eta = 0.1$ 、 $\eta = 0.2$ 、...、 $\eta = 1$ ，並觀察不同的學習率對分類正確率的影響。

#### 4.3.8 慣性因子

為了加速或提升 BPN 的權重調整效率，將慣性因子(Momentum, 簡稱 $\alpha$ )加入原來的權重調整方程式中，這是 Plaut 等人(1986)【40】提出的技巧，此方法是對梯度下降法做些許的修改，它的基本想法為，每一代權重的更新依循著前一代的方向進行，換句話說，前次連結權重的變化量對下次連結權重的修正產生部分的影響。圖 4-2 展現了最陡坡降的行徑軌跡，其中，「+」記號代表該簡單二次曲面的目標點。左邊的曲線代表無慣性因子項的情形，該曲線出現較大的抖動(Oscillation)現象；而由 A 至 A' 的曲線可以看出，如果權重更新的方向是正確的，則慣性因子可以增強通往目標點的過程；由曲線 B 至 B' 可以看出，如果權重更新的方向是錯誤的，則慣性因子可以修正較好的更新路線。慣性因子的公式如式子(4.5)所示：

$$\Delta w_{ji}(k+1) = \alpha \Delta w_{ji}(k) + \eta \delta_j(k) y_i(k) \quad (4.5)$$

其中， $0 \leq \alpha \leq 1$ 。在本研究中，將嘗試設定  $\alpha = 0.1$ 、 $\alpha = 0.2$ 、...、 $\alpha = 1$ ，並觀察不同的慣性因子對分類正確率的影響。

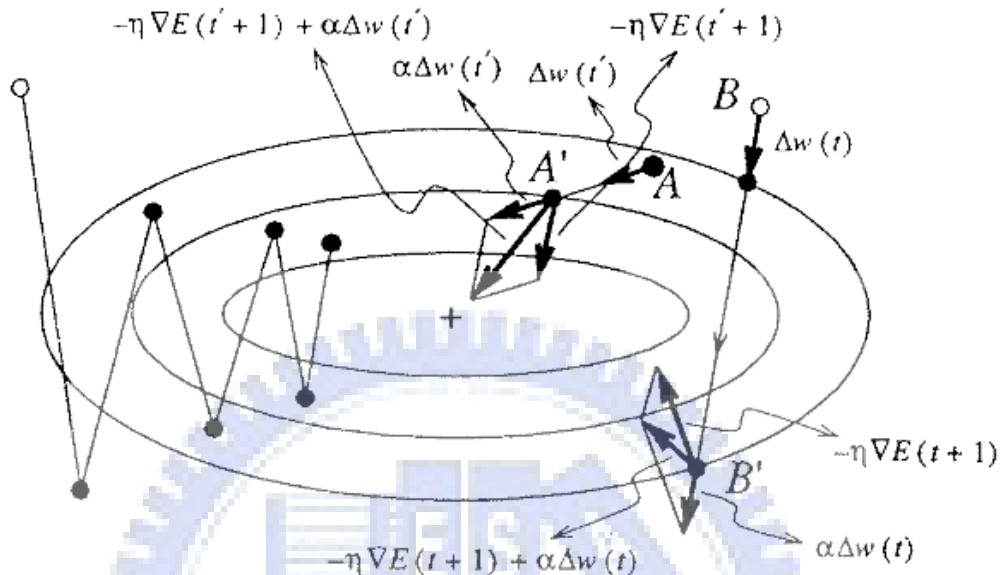


圖 4-2：慣性因子的示意圖

資料來源：Lin 與 Lee(1996)【41】

#### 4.4 輸出值分析說明

本研究經由第 4.3 節所敘述之研究設計內容進行實證分析後，所得到之實證結果便利用以下所述之分析方法加以評估，即可得到本研究訓練之類神經網路的最佳參數、預測正確率以及顯著因素等結果。

##### 4.4.1 出險機率分組與網路預測正確率

在網路參數設定後，將資料輸入4.3節所述之類神經網路中並加以訓練及測試後，最後可以得到網路預測輸出值，即前述之各案件的出險機率，其機率將落於0.1到0.9之間，本研究再將網路預測輸出值分成2組，即出險機率若介於10%到50%未滿者為預測不出險組，出險機率介於50%到90%者為預測出險組。

在各部分資料的預測正確率方面，本研究須將類神經網路所預測出的網路輸

出值與實際資料中的各案件是否出險互相比對，所得之結果經由式子(4.6)即可得到本研究建立之類神經網路的預測正確率。

整體正確率(Accuracy Rate)：

$$\text{正確率} = \text{預測正確數} / \text{樣本總數} \quad (4.6)$$

在本研究中，以不同的隱藏層的神經元個數( $m$ )、學習率( $\eta$ )與慣性因子( $\alpha$ )來訓練神經網路，其中  $m = \{4, 5, \dots, 20\}$ 、 $\eta = \{0.1, 0.2, \dots, 1\}$ 、 $\alpha = \{0.1, 0.2, \dots, 1\}$ 。在不同的 $m$ 、 $\eta$ 、 $\alpha$ 之下，程式會回傳訓練樣本的分類正確率，總共1700次試驗，實驗結果如附錄中的表A-1、A-4、...、A-49所示，紅色粗體字表示在不同的神經元個數之下，會達到最高的整體訓練正確率的學習率與慣性因子之組合。而附錄中的表A-2、A-5、...、A-50為各種神經元個數之下，能得到最佳分類正確率的權重值，包括訓練前與訓練後的資訊。此外，附錄中的表A-3、A-6、...、A-51則展示了在各種神經元個數與其相對應的最佳學習率與慣性因子之下所得到的分類結果之混亂矩陣(Confusion Matrix)。

#### 4.4.2 最佳參數選擇

附錄中的表A-1、A-4、...、A-49為詳細的敏感度分析之實驗結果，本研究將各種神經元個數之下，可達成最佳分類正確率的學習率與慣性因子的設定結果當成一個組合(Combination)，並將每個組合所得到的分類正確率整理於圖4-3，由圖4-3中直方圖的高度可知，整體分類正確率介於0.842至0.855之間，其變動幅度非常小，僅0.013，對這樣的結果較不易從分類正確率的分析中挑選出最佳的參數值。因此，本研究挑選出隱藏層神經元個數等於7與10時可達到最高的整體正確率85.5%為標準。而為了選擇最佳的神經元個數，本研究再考慮保險行業的領域裡亦會考量的失誤偵測(Miss Detected)之錯誤(實際出險者卻被歸類為未出險者)，透過附錄中的表A-3、A-6、...、A-51，可將每個組合所相對應的失誤偵測個數匯整於圖4-4，其中，失誤偵測個數介於60至71之間，而神經元個數等於7時失誤偵測個數有63個，神經

元個數等於10時失誤偵測個數則較低有60個。因此，總結上述的觀察，本研究將採用神經元個數 = 10、學習率 = 0.6、慣性因子 = 0.6，所訓練出如表A-20之訓練後之權重，而該權重可用於未來測試之模式參數值。

最後，圖4-5紀錄在各種神經元個數之下，挑選出最佳學習率與慣性因子所需要耗費的時間(本研究的計算機器之主要硬體配備為：AMD Athlon(tm) XP 1700+ 1.47GHz, DDR RAM 1.00GB(Daul)，作業系統為Window XP Pro)，圖中可清楚的看出，增加神經元的個數，網路訓練的計算量就會跟著提升，所耗費的時間也就跟著拉長，如：4個神經元需耗時18分鐘，5個神經元需耗時21分鐘，而當神經元個數增加到20個的時候則需要55分鐘才能挑選出適當的學習率與慣性因子。



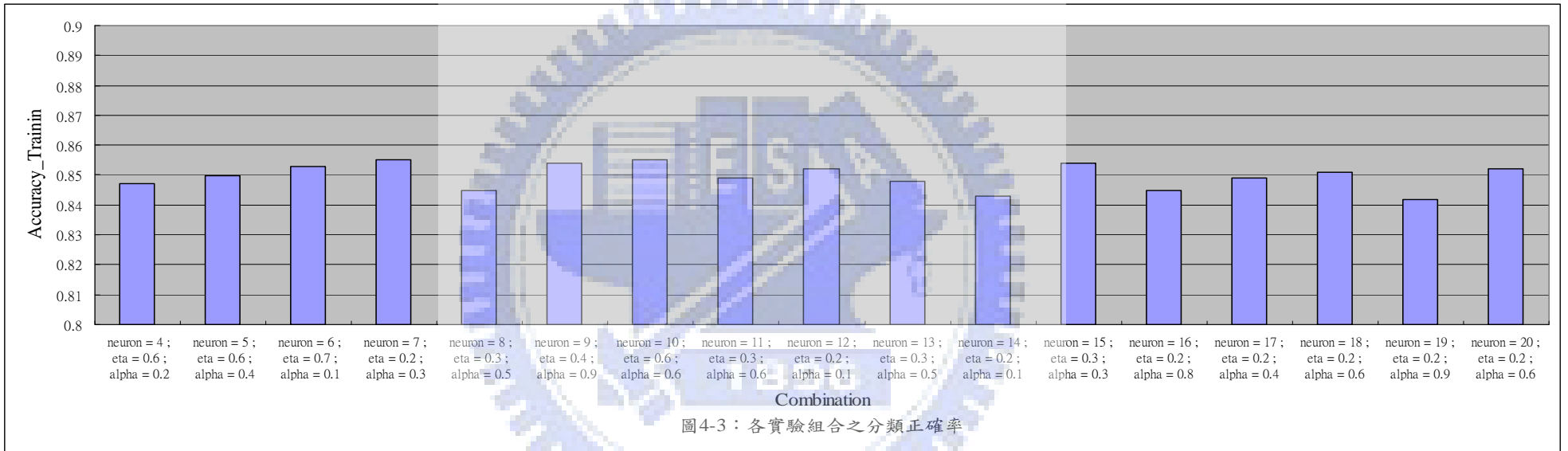


圖4-3：各實驗組合之分類正確率



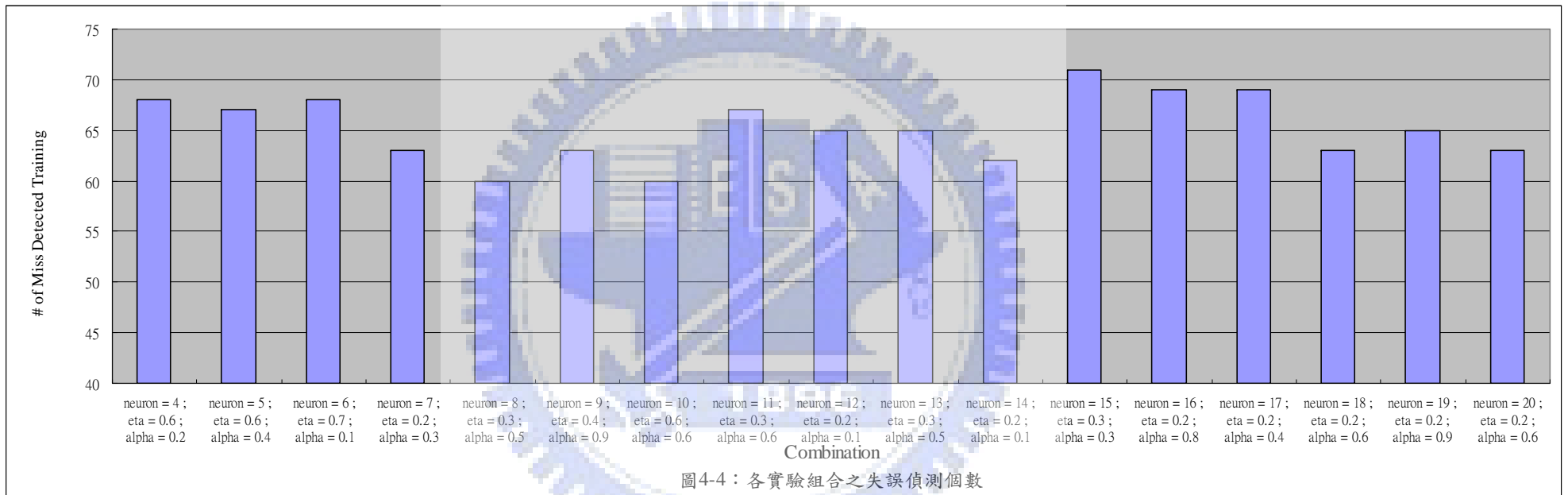
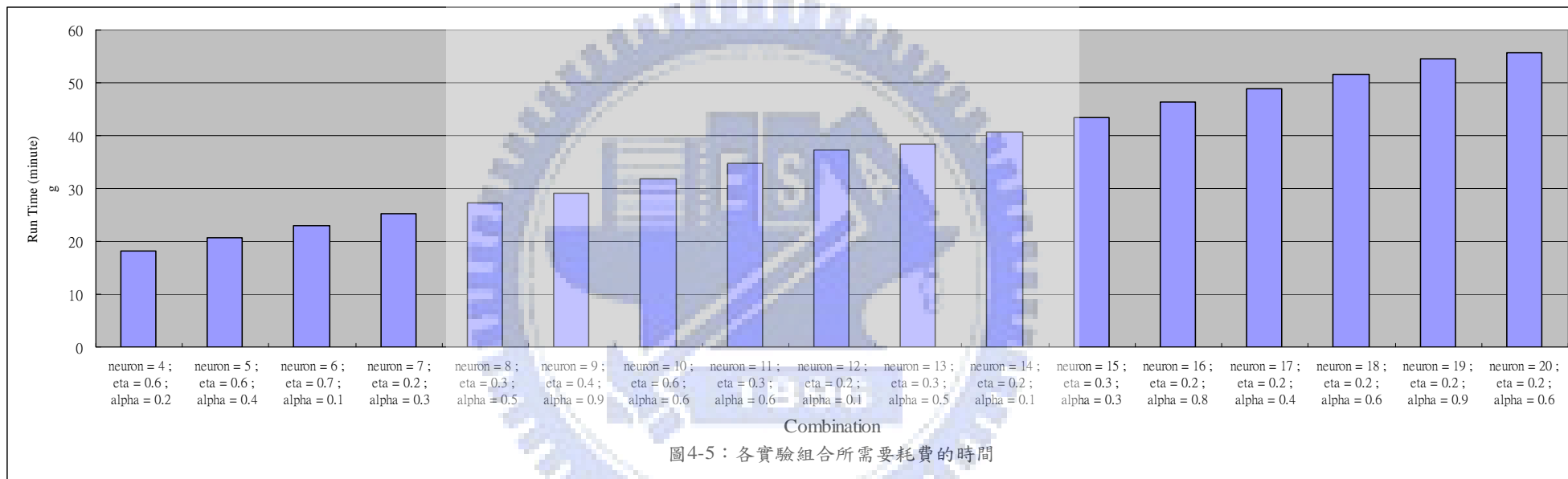


圖4-4：各實驗組合之失誤偵測個數



## 第五章 研究結果與討論

### 5.1 測試樣本分類結果與分析

本研究以隱藏層神經元個數 = 10以及表5-1之訓練後之權重建構倒傳遞類神經網路(由表A-20而來)，並將測試樣本放入該網路中進行測試。由表5-2、5-3可以得知，測試樣本的整體正確率可達到82.42%，不正確率有17.58%，而失誤偵測(Miss Detected)之錯誤率(實際出險者卻被歸類為未出險者)只有4.74%，可以推斷該類神經網路結果應具有其可信度。

表5-1：隱藏層神經元數 = 10、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.6下，訓練後網路權重

		Hidden									
		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10
	X 1	0.718	1.822	1.776	0.466	-0.961	-0.281	-2.082	1.142	-0.785	-3.204
	X 2	-3.205	2.203	1.131	-1.892	-1.122	-2.696	-1.297	-0.920	-2.717	0.344
	X 3	0.034	1.256	3.748	-0.212	-3.757	-3.333	-3.461	2.718	2.542	0.136
	X 4	0.705	-2.039	-0.180	3.717	-3.921	-2.347	-4.048	-3.629	2.886	1.693
	X 5	-1.853	-2.748	-2.614	2.161	1.096	-1.236	-0.163	1.910	-3.763	-2.826
	X 6	-2.267	0.976	-0.306	-0.270	2.285	-1.250	-0.332	0.814	-2.202	2.752
	X 7	-2.006	-2.704	-1.488	2.805	-1.797	-1.838	-2.322	-0.247	-1.972	-1.141
Input	X 8	-1.773	2.296	-3.054	2.153	-2.673	2.309	-2.363	-2.513	-0.461	1.955
	X 9	-2.562	0.174	-1.456	-0.569	-2.389	-1.680	0.099	-1.820	-2.140	-1.821
	X 10	3.246	-1.847	-0.311	-1.534	-1.129	-2.843	0.929	2.873	1.466	-1.635
	X 11	1.149	-2.689	-2.308	1.476	0.601	-3.508	2.526	1.517	-0.106	3.022
	X 12	-0.489	-3.215	-1.326	1.205	2.819	1.909	-0.516	-1.347	0.678	-2.624
	X 13	2.633	-0.223	-1.720	-1.785	-3.122	1.151	-0.877	-1.494	-1.282	-1.691
	X 14	1.848	-1.508	2.029	-1.113	-0.527	-3.607	-1.872	-2.956	-0.358	-1.790
	X 15	0.534	1.321	1.587	-3.059	0.085	0.800	-2.572	-2.245	-3.129	2.054
	X 16	-2.991	2.162	-2.179	-3.019	0.387	0.243	-2.326	-2.602	1.294	-0.332
	biases	-0.404	0.179	3.370	-2.707	3.619	5.240	8.314	2.689	1.755	-1.493
	Output										
	O										
	H 1	0.074									
	H 2	0.088									
	H 3	-1.011									
	H 4	-0.936									
Hidden	H 5	0.015									
	H 6	-0.354									
	H 7	0.099									
	H 8	-0.238									
	H 9	0.250									
	H 10	-0.273									
	biases	1.119									

資料來源：本研究整理

表5-2：測試樣本分類結果之個數混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	200	24
	出險	65	217

資料來源：本研究整理

表5-3：測試樣本分類結果之正確率混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	39.53 %	4.74 %
	出險	12.84 %	42.89 %

資料來源：本研究整理

## 5.2 網路輸入單元對輸出單元的相對重要性

Garson (1991)【42】、Goh (1995)【43】、Olden 與 Jackson (2002)【44】、Gevrey 等人(2003)【45】均認為在 BPN 學習完成後，其網路內部儲存之權重值可進一步結合。本研究採用 Garson (1991)【42】所提之相對重要性(Relative Importance, 簡稱 RI)分析各輸入參數對應於某一輸出參數之相對重要性，其計算方法如公式(5.1)：

$$RI_k = \frac{\sum_j^m \left[ \frac{|w_{ji}|}{\sum_l^{16} |w_{jl}|} |v_{kj}| \right]}{\sum_i^{16} \sum_j^m \left[ \frac{|w_{ji}|}{\sum_l^{16} |w_{jl}|} |v_{kj}| \right]} \quad (5.1)$$

另外，值得注意的是在Goh (1995)【43】的附錄中，列出式子(5.1)之詳細計算例子，對於該公式的了解與程式編寫有相當大的助益。

在本研究中，由表5-4與圖5-1中輸入單元之相對重要性的結果可知，影響出

險機率的因素依重要性之高低依序為：使用性質、變壓器位置、建築物的棟距、貨物倉庫管理情形、消防設備、鍋爐設置、管理與使用易燃性物質情形、平時消防演練與完整防護計畫、建築物使用屋齡、廢料放置位置與處理情形、吸煙管制、生財機器設備運作時間、系統保全及24小時警衛人員、員工人數、特殊危險工作、建築等級。而圖5-2則為排序後之各輸入單元之相對重要性之直方圖。

表5-4：各輸入單元之相對重要性

輸入單元	相對重要性
使用性質	0.087550
變壓器位置	0.075105
建築物的棟距	0.073727
貨物倉庫管理情形	0.071400
消防設備	0.065405
鍋爐設置	0.064497
管理與使用易燃性物質情形	0.061868
平時消防演練與完整防護計畫	0.061345
建築物使用屋齡	0.061270
廢料放置位置與處理情形	0.061183
吸煙管制	0.060551
生財機器設備運作時間	0.056040
系統保全及 24 小時警衛人員	0.055733
員工人數	0.051162
特殊危險工作	0.046798
建築等級	0.046366

資料來源：本研究整理

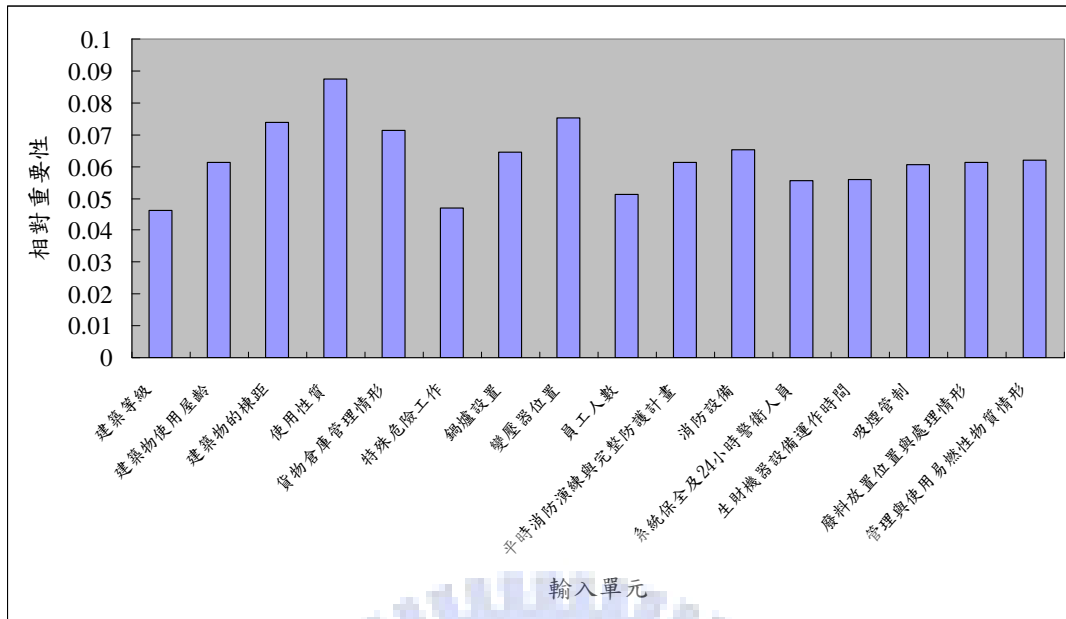


圖5-1：各輸入單元之相對重要性之直方圖

資料來源：本研究整理

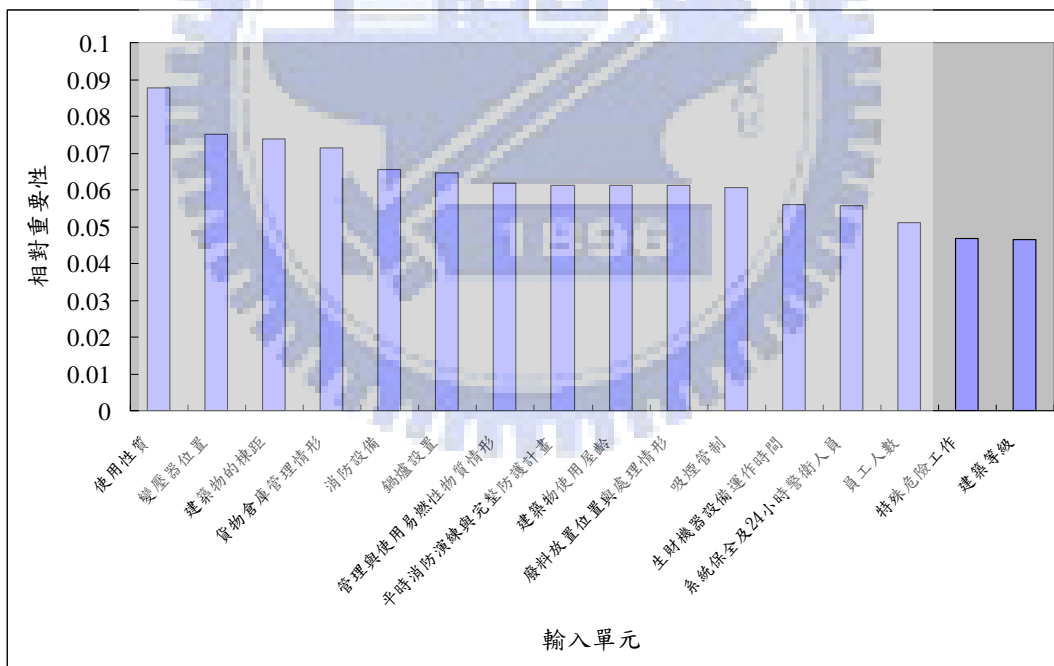


圖5-2：排序後之各輸入單元之相對重要性之直方圖

資料來源：本研究整理

### 5.3 網路輸入單元對輸出單元的敏感度分析

類神經網路有強大的預測、分組等功能，但在資料處理的過程有如「黑箱」作業一般，網路模式的研究結果僅能由輸入變數對輸出結果的貢獻度進行討論，在使用倒傳遞網路時，當輸入單元與輸出單元的關係近似一種單調函數時，則可從連結上的加權來分析網路輸入單元對輸出單元的敏感度。敏感度 (Sensitivity) 正值越大表示二者間的正相關越大，負值越大表示二者間的負相關越大。

為了瞭解網路輸入單元對輸出單元的敏感度，我們可利用下列敏感度公式予以計算。設  $X_i$  代表輸入層第  $i$  個處理單元輸入值； $H_j$  代表隱藏層第  $j$  個處理單元輸出值； $Y_k$  代表輸出層第  $k$  個處理單元輸出值， $net_j$  代表隱藏層第  $j$  個處理單元的集成函數值； $net_k$  代表輸出層第  $k$  個處理單元的集成函數值。

則  $X_i$  對  $Y_k$  透過隱藏層第  $j$  個處理單元的敏感度如式子(5.2)，簡化式子則為(5.3)：

$$S_{ki} = \frac{\partial Y_k}{\partial X_i} = \sum_j \frac{\partial Y_k}{\partial net_k} \frac{\partial net_k}{\partial H_j} \frac{\partial H_j}{\partial net_j} \frac{\partial net_j}{\partial X_i} = \sum_j f'(net_k) v_{kj} f'(net_j) w_{ji} \quad (5.2)$$

假設  $f'(net_k)$  與  $f'(net_j)$  為常數，忽略不計，則：

$$S_{ki} = \sum_j^m v_{kj} w_{ji} \quad (5.3)$$

本研究將訓練後之類神經網路的連結權重利用前述之敏感度公式經過計算後，可得到輸入單元經由某一個隱藏層處理單元影響輸出結果的敏感度，之後再將輸入單元經由全部的隱藏層處理單元影響輸出結果的敏感度予以加總，即可將16個輸入單元對於輸出結果之相關性並整理如表5-5。



表5-5：各輸入單元之敏感度分析表

輸入單元	敏感度	相關性
管理與使用易燃性物質情形	5.723718	正相關
生財機器設備運作時間	3.539993	正相關
平時消防演練與完整防護計畫	3.040656	正相關
員工人數	2.792739	正相關
建築物的棟距	-2.742610	負相關
使用性質	-1.927390	負相關
建築等級	-1.733960	負相關
鍋爐設置	-1.237820	負相關
吸煙管制	1.185006	正相關
消防設備	1.088305	正相關
建築物使用屋齡	0.840133	正相關
特殊危險工作	-0.571590	負相關
系統保全及 24 小時警衛人員	0.416512	正相關
廢料放置位置與處理情形	0.071168	正相關
貨物倉庫管理情形	0.051809	正相關
變壓器位置	-0.002230	負相關

資料來源：本研究整理

根據表5-5，可以得知影響出險機率較顯著的變數依序有：管理與使用易燃性物質情形、生財機器設備運作時間、平時消防演練與完整防護計畫、員工人數、建築物的棟距、使用性質、建築等級、鍋爐設置、吸煙管制、消防設備等。其他變數雖然對出險機率的影響較小，但其中有些變數仍然可以對出險機率的影響稍做解釋：

(1) 管理與使用易燃性物質情形

與出險機率呈正相關，表示火災風險會隨著管理與使用易燃性物質情形而有所不同，管理情形愈糟糕者，發生火災的風險較高。由表5-6可得知，管理與使用易燃性物質情形被標誌為尚可與不佳的樣本，其出險比率高達兩成以上。

表5-6：管理與使用易燃性物質情形之出險比率表

	是否出險 0:否 1:是	總計	出險比率
--	--------------	----	------

管理與使用易 燃性物質情形	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：無使用】	337	5	342	0.014620
【2：良好】	203	5	208	0.024038
【3：尚可】	307	95	402	0.236318
【4：不佳】	38	10	48	0.208333

資料來源：本研究整理

### (2) 生財機器設備運作時間

與出險機率呈正相關，表示火災風險會隨著生財機器設備運作時間的增加而提升。此外，由表5-7亦可得知，若生財機器設備運作時間愈長，出險比率愈高。

表5-7：生財機器設備運作時間之出險比率表

生財機器設備運作時間	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：無生財機器設備】	251	3	254	0.011811
【2：每天 8 小時以內】	184	6	190	0.031579
【3：每天超過 8 小時運轉， 但每天有停機】	247	22	269	0.081784
【4：每天 24 小時運轉， 但每週有停機】	152	68	220	0.309091
【5：每天 24 小時運轉無停機， 只有歲修才停機】	51	16	67	0.238806

資料來源：本研究整理

### (3) 平時消防演練與完整防護計畫

與出險機率呈正相關，表示火災風險會隨著平時消防演練與完整防護計畫而有所不同，平時消防演練與完整防護計畫愈糟糕者，發生火災的風險較高。由表5-8可得知，平時消防演練與完整防護計畫尚可與不佳的樣本，其出險比率都高達一成二以上。

表5-8：平時消防演練與完整防護計畫之出險比率表

	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
平時消防演練與 完整防護計畫	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：良好】	220	5	225	0.022222
【2：尚可】	523	89	612	0.145425
【3：不佳】	142	21	163	0.128834

資料來源：本研究整理

#### (4) 員工人數

與出險機率呈正相關，代表工廠中的員工人數愈多，火災發生的機會愈高，畢竟人亦為造成火災的潛在因子，不論是機台操作失誤、作業程序不當或電源管理失職等都是造成火災的原因，若工廠的管理機制較差時，這種現象會隨著工廠中員工數的提升而增加。由表5-9可知，員工人數在50人以下者，較少有火災發生的案例。

表5-9：員工人數之出險比率表

員工人數	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：10人以下】	107	1	108	0.009259
【2：11~50人】	192	8	200	0.040000
【3：51~100人】	297	32	329	0.097264
【4：101~300人】	211	61	272	0.224265
【5：301人以上】	78	13	91	0.142857

資料來源：本研究整理

#### (5) 建築物的棟距

與出險機率呈負相關，意味著工業區中的廠房間蓋的越密集、欲接近時，火災發生的機會愈高，因為火災的發生除了自身之外，也有可能遭受到他廠火災的波及。由表5-10可知，廠房棟距在15公尺以下者，出險比率較高。

表5-10：建築物的棟距之出險比率表

建築物的棟距	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：連棟廠房】	186	17	203	0.083744
【2：廠房棟距在 10 公尺以內】	598	110	708	0.155367
【3：廠房棟距在 10 公尺以上~15 公尺】	651	99	750	0.132000
【4：廠房棟距在 15 公尺以上~20 公尺】	464	32	496	0.064516
【5：廠房棟距在 20 公尺以上】	335	10	345	0.028986

資料來源：本研究整理

(6) 使用性質

與出險機率呈負相關，表示風險會隨著建築物的使用性質而有所不同，本研究將一般工廠、一般工廠內之倉庫、堆棧、露天設備、公共場所等使用性編碼為相對較小的值；而將公共倉庫、倉庫、市場、商場、官署、辦公廳、民俗文物館、補習班、停車場、客貨運站、加油站、露天貯槽、堆貨及設備、空屋、電氣機房、汽電共生設備等使用性質編碼為較大的值，以資料分析的角度觀之，類神經網路的分析結果以前者的火災出險機會較高，這點的確與一般出險經驗有相同趨勢，以表5-11可驗證此結果。

表5-11：使用性質之出險比率表

使用性質	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4)=(2)/(3)
【1：一般工廠】	501	106	607	0.174629
【2：一般工廠內之倉庫、堆棧、露天設備】	41	5	46	0.108696
【3：公共場所】	47	2	49	0.040816
【4：紡織工廠】	45	1	46	0.021739
【5：行號商店及其附有堆棧】	107	1	108	0.009259
【6：公共倉庫、倉庫、市場、商場】	39	0	39	0
【7：官署、辦公廳、民俗文物館、補習班】	91	0	91	0
【8：停車場、客貨運站、加油站、露天貯槽、	14	0	14	0

堆貨、空屋、電氣機房、汽電共生設備】				
--------------------	--	--	--	--

資料來源：本研究整理

### (7) 建築等級

與出險機率呈負相關，意味著建築等級愈高的建築物發生火災的機率愈高。

表5-12可知，被歸類為特二、頭等之建築物，火災發生的機率較高。

表5-12：建築等級之出險比率表

建築等級	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：特一】	69	6	75	0.08
【2：特二】	397	52	449	0.115813
【3：頭等】	116	27	143	0.188811
【4：二等】	301	30	331	0.090634
【5：三等】	2	0	2	0

資料來源：本研究整理

### (8) 鍋爐設置

與出險機率呈負相關，一般而言，鍋爐與火源同義，當員工失職或機械故障時，火災很容易就會發生。由表5-13亦可知，廠內有鍋爐者，較常有火災發生的案例。

表5-13：鍋爐設置之出險比率表

鍋爐設置	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：有鍋爐】	500	98	598	0.163880
【2：無鍋爐】	385	17	402	0.042289

資料來源：本研究整理

### (9) 吸煙管制

與出險機率呈正相關，表示吸煙管制愈嚴格的廠房愈有發生火災的機率，畢竟有吸煙管制的廠房，本身就存在高風險，為了能降低事後的損失，通常會禁止人員吸煙，以防患未然。由表5-14可知，場所內有管制與禁煙者的出險比率較高。

表5-14：吸煙管制之出險比率表

吸煙管制	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：無管制】	150	3	153	0.019608
【2：有管制，設有吸煙區】	540	101	641	0.157566
【3：全廠所禁煙】	195	11	206	0.053398

資料來源：本研究整理

### (10) 消防設備

與出險機率呈正相關，表示建築物中的消防設備的健全程度愈高，火災出險的可能性愈高，這樣的論點或許與常理相悖，但換個角度思考，一般而言，會裝設高階消防設施的廠房，大多是本身就存在高風險，為了能降低事後的損失，通常會事先就裝設好較好的消防設備，以備不時之需。在表5-15中可知，廠內裝設基本消防設備，部分區域有自動滅火設備者出險比例較高。

表5-15：消防設備之出險比率表

消防設備	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：有基本消防設備】	467	30	497	0.060362
【2：有基本消防設備，部分區域有自動滅火設備】	346	81	427	0.189696
【3：有基本消防設備，全廠超過80%部份有自動滅火設備防護】	72	4	76	0.052632

資料來源：本研究整理

### (11) 建築物使用屋齡

建築物使用屋齡與出險機率呈正相關，表示隨著建築物的使用年資的增長，發生火災的風險愈高，這往往是因為房屋內部的管線老化所造成的。在表5-16中可知，使用超過3年以上的廠房期出險比例確實是比較高的。

表5-16：建築物使用屋齡之出險比率表

建築物使用屋齡	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：3年以內】	75	4	78	0.050633
【2：3~10年】	275	33	308	0.107143
【3：10~15年】	300	46	346	0.132948
【4：15年以上】	235	32	267	0.119850

資料來源：本研究整理

### (12) 特殊危險工作

與出險機率呈負相關，意味著有從事危險的工作如噴漆、粉塵與電鍍者，火災較容易發生。表5-17可知，若廠內無特殊危險工作時，火災發生的比率較低。

表5-17：特殊危險工作之出險比率表

特殊危險工作	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：噴漆】	150	56	206	0.271845
【2：電鍍】	161	35	196	0.178571
【3：粉塵】	81	5	86	0.058140
【4：無特殊危險工作】	493	19	512	0.037109

資料來源：本研究整理

### (13) 系統保全及24小時警衛人員



與出險機率呈正相關，意味著有系統保全及24小時警衛人員的工廠其火災發生風險較高，畢竟有系統保全及24小時警衛人員的廠房，本身就存在高風險，為了能降低事後的損失，通常會加強系統保全及24小時警衛人員，以備不測。由表5-18可知，若廠內同時擁有系統保全及24小時警衛人員時，火災發生的比率相對較高。

表5-18：系統保全及24小時警衛人員之出險比率表

	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
系統保全及 24 小時警衛人員	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：兩者皆無】	286	24	310	0.077419
【2：只有系統保全】	181	19	200	0.095000
【3：只有 24 小時警衛人員】	185	20	205	0.097561
【4：兩者皆有】	233	52	285	0.182456

資料來源：本研究整理

#### (14) 廢料放置位置與處理情形

廢料放置位置與處理情形與出險機率呈正相關，表示火災風險會隨著廢料放置位置與處理情形而有所不同，管理情形愈糟糕者，發生火災的風險較高。此點與表5-19的結果相符合。

表5-19：廢料放置位置與處理情形之出險比率表

廢料放置位置 與處理情形	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：無廢料】	219	3	222	0.013514
【2：良好】	197	4	201	0.019900
【3：尚可】	409	79	488	0.161885
【4：不佳】	60	29	89	0.325843

資料來源：本研究整理

### (15) 貨物倉庫管理情形

貨物倉庫管理情形其與出險機率呈正相關，表示火災風險會隨著貨物倉庫管理情形而有所不同，管理情形愈糟糕者，發生火災的風險較高。此點與表5-20的結果相符合。

表5-20：貨物倉庫管理情形之出險比率表

貨物倉庫管理情形	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4) = (2) / (3)
【1：無貨物倉庫】	194	1	195	0.005128
【2：整齊良好】	248	38	286	0.132867
【3：尚可】	352	53	405	0.130864
【4：不佳(擁擠凌亂)】	91	23	114	0.201754

資料來源：本研究整理

### (16) 變壓器位置

與出險機率呈負相關，表示建築物與變壓器之間的距離或者工廠對於變壓器的隔離防護措施的重視程度，會影響火災出險的可能性，若建築物與變壓器間的距離較小且隔離措施較差時，發生火災的風險愈高。可比較表5-21實際出險比率做為參考。

表5-21：變壓器位置之出險比率表

變壓器位置	是否出險 0:否 1:是		總計	出險比率
	0	1		
	(1)	(2)	(3)= (1) + (2)	(4) = (2) / (3)
【1：在獨立建築物內，該建築物為變壓器專用】	58	7	65	0.107692
【2：在建築物內無牆隔離】	102	39	141	0.276596
【3：在建築物內有牆隔離】	297	42	339	0.123894
【4：在建築物外的露天變壓器】	150	23	173	0.132948
【5：無變壓器】	278	4	282	0.014184

資料來源：本研究整理

## 第六章 研究結論與未來研究方向與建議

### 6.1 研究結論

本研究主要的目的在於應用類神經網路的技術，透過以往專家的經驗紀錄與過往的客戶資料進行分析，以評估火災風險與核保決策。研究的實驗結論臚列如下：

1. 變數選擇：將原財政部所核准的費率規章中所使用的重要相關因子，以及參考目前多數保險公司所使用的風險評級系統中重要且相關的共通項目，最後加入本土資料的分析，做為倒傳遞類神經網路的輸入項目。
2. 最佳化參數選擇：透過多次的參數敏感度實驗，以神經元個數 = 10、學習率 = 0.6、慣性因子 = 0.6 所建構倒傳遞類神經網路，可訓練出整體正確率最高且失誤偵測個數相對較低的權重值，以此權重與參數值來建構倒傳遞類神經網路，作為未來測試樣本之模組。
3. 正確率：本研究之訓練樣整體正確率可達到 85.50%；測試樣本的整體正確率可達到 82.42 %，可以推斷該類神經網路結果應具有一般性(Generalization)與可信度。
4. 各變數之相對重要性 (Relative Importance, 簡稱RI) 高低順序依序為：使用性質、變壓器位置、建築物的棟距、貨物倉庫管理情形、消防設備、鍋爐設置、管理與使用易燃性物質情形、平時消防演練與完整防護計畫、建築物使用屋齡、廢料放置位置與處理情形、吸煙管制、生財機器設備運作時間、系統保全及24小時警衛人員、員工人數、特殊危險工作、建築等級。而圖5-2則為排序後之各輸入單元之相對重要性之直方圖。
5. 影響出險機率較顯著的變數依序有：管理與使用易燃性物質情形、生財機器

設備運作時間、平時消防演練與完整防護計畫、員工人數、建築物的棟距、使用性質、建築等級、鍋爐設置、吸煙管制、消防設備等。

6. 本研究發現由相對重要性的排序前三者包含使用性質、變壓器位置、建築物的棟距等，這些都與場所本身的狀態有關；而由敏感度分析得知影響出險機率較顯著的變數前三者包含管理與使用易燃性物質情形、生財機器設備運作時間、平時消防演練與完整防護計畫等，這些都與人的管理相關。然而，依現行的火險費率規章來看，場所的使用性質確實在火險費率決定上佔非常重要的份量，但依實際出險的經驗可以得知場所管理亦佔有舉足輕重的地位，正與研究結果相符合。
7. 對管理與使用易燃性物質情形這個變數而言，與出險機率呈正相關，敏感度值正相關最高，表示管理情形越不良的場所，發生火災的風險越高；比對表5-6實際樣本可得知，管理與使用易燃性物質情形被標誌為尚可與不佳的樣本，其出險比率高達兩成以上。對生財機器設備運作時間這個變數而言，與出險機率呈正相關，敏感度值正相關次高，表示火災風險會隨著生財機器設備運作時間的增加而提升；由表5-7實際資料亦可得知，若生財機器設備運作時間愈長，出險比率愈高，其出險比率也在兩成以上。對平時消防演練與完整防護計畫這個變數而言，與出險機率呈正相關，敏感度值正相關排序第三高，平時消防演練與完整防護計畫未依規定定期演練或演練不確實的場所，發生火災的風險較高，由表5-8可得知，平時消防演練與完整防護計畫尚可與不佳的樣本，其出險比率都高達一成二以上。
8. 從風險管理的觀點來看，如果場所本身的狀態（指使用性質、變壓器位置、建築物的棟距、消防設備、鍋爐設置等等）安全等級較高，加上落實完善的管理制度，火災出險的機率自然很低；如果場所本身的狀態已是先天不良，是否可以加以改善來提高安全等級，如果本質無法調整，仍可以訂定好的管理制度來降低火災出險的發生。

## 6.2 未來研究方向與建議

本研究存在一些限制，在此提出些許建議以供後續學者研究之參考：

- (1) 本研究主要採用的變數是來自於法令、相關研究文獻及個人工作經驗，僅限於中、小型工商火災保險作為研究對象，且受限於不同險種商品特性上的差異，並不適用於其他產險種類。
- (2) 本研究僅以單一產險公司的保單資料作為研究的樣本，因此，考量公司間差異的因素影響，不同公司可以參照此方法輸入該公司的客戶資料庫，建立自己的樣本模型。
- (3) 本研究僅以總公司客戶資料取樣為例，並未以全省各分公司客戶資料進行分析研究，客戶資料來源是以北部地區，不同地區或許會造成些許的影響。



## 參考文獻

- 【1】 陳光漢、鐘有裕，(2003)，「半導體廠房損害防阻簡介」，*科技廠房防災知識管理研討會論文集*，國立台北科技大學。
- 【2】 羅壽銘，「高層建築火災危險與核保對策之研究」，銘傳大學，經濟學系研究所，碩士論文，2004年。
- 【3】 黃建華，「建築物火災財務損失影響因素及解釋模式之研究」，國立中央警察大學，消防科學研究所，碩士論文，2002年。
- 【4】 黃崑鎧，「火災特性與土地使用、空間結構之關連性探討—以台北市78 至80 年之建築物火災案例為對象」，國立台灣大學，建築與城鄉研究所，碩士論文，1993年。
- 【5】 陳建志，「區劃空間火災結構抗火失敗機率之預測—以住宅用途為例」，國立中央警察大學，消防科學研究所，碩士論文，2001年。
- 【6】 呂和樹，「建築物火災人命危險度之評估—以居室住宅用途為例」，國立中央警察大學，消防科學研究所，碩士論文，2000年。
- 【7】 Sardqvist S. and Holmstedt G., (2000), "Correlation between Firefighting Operation and Fire Area: Analysis of Statistics," *Fire Technology*, 36, pp.109-121.
- 【8】 Lie, T. T., (1972), "Optimal Fire Resistance of Structures," *Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineering*, 98(ST1), pp.215-232.
- 【9】 Lie T. T., (1979), "Safety Factor for Fire Loads," *Canadian Journal of Civil Engineering*, 6, pp.617-628.
- 【10】 Gross D., (1983), "Aspects of Stochastic Modeling for Structural Firesafety," *Fire Technology*, pp103-114.
- 【11】 林銘祥，「類神經網路於建築火災災害預估模式之應用」，國立成功大

- 學，土木工程所，碩士論文，1999年。
- 【12】 廖昱善，「應用類神經網路於企業資料庫之資料探索與決策—以人身壽險核保為例」，國立台灣大學，資訊管理所，碩士論文，1996年。
- 【13】 鍾凱如，「資訊再造核保業務—以火災保險為例」，國立高雄第一科技大學，保險營運系，碩士論文，1999。
- 【14】 陳敬聰，「信用卡信用風險評估之研究」，國立雲林科技大學，資訊管理技術系，碩士論文，1997年。
- 【15】 黃怡華，「應用類神經網路與關聯法則於銀行消費性貸款」，國立成功大學，資訊管理研究所，碩士論文，2003年。
- 【16】 楊啟洲，「以倒傳遞類神經網路作為授信風險預測之研究」，中華大學，科技管理研究所，碩士論文，2001年。
- 【17】 蔡金豐，「類神經網路於台灣股市預測之應用」，國立高雄第一科技大學，電腦與通訊工程研究所，碩士論文，2001年。
- 【18】 莊文慶，「總體經濟因素與股價關聯性之行為分析—類神經網路模型之應用」，國立交通大學，資訊管理學程研究所，碩士論文，2001年。
- 【19】 王淑慧，「類神經網路應用於道路邊坡落石坍方預測之可行性研究—以阿里山公路為例」，國立台北科技大學，材料及資源工程系，碩士論文，1999年。
- 【20】 Jablonowski M., (1998), "Automating the Risk Assessment Process," Society of Chartered Property and Casualty Underwriters, *CPCU Journal*, 51(2), pp.101-105.
- 【21】 Kitchens F. L. III, (2000), Using Artificial Neural Networks to Predict Losses in Automobile Insurance, University of Mississippi.
- 【22】 Gray G., and Larry O., (1993), "Forecasting S&P and Gold Futures Price: An Application of Neural Networks," *The Journal of Futures Market*, 13(6), pp. 631-643.



- 【23】 Mizuno H., Kosaka M., Yajima H. and Komoda N., (1998), “Application of Neural Network to Technical Analysis of Stock Market Prediction,” *Studies in Informatics and Control*, 7(3), pp.111-120.
- 【24】 葉怡成，類神經網路模式應用與實作，儒林圖書公司，八版，2006年。
- 【25】 張斐章、張麗秋，類神經網路，東華書局，初版，2005年。
- 【26】 Principe J. C., Euliano N. R. and Lefebvre W. C., *Neural and Adaptive Systems: Fundamentals through Simulations*, John Wiley & Sons, Inc, USA, 1999.
- 【27】 林文煌，「火災保險自留比例與自留損失相關性分析」，國立政治大學，風險管理與保險研究所，碩士論文，2002年。
- 【28】 蔡國保，「自動撒水設備水力計算之研究國立中央警察大學」，國立中央警察大學，消防科學研究所，碩士論文，1999年。
- 【29】 馮俊益，「高架儲存倉庫防火安全設計之研究—以自動撒水設備為例」，國立台北科技大學，土木與防災技術研究所，碩士論文，2001年。
- 【30】 江好爵，「室內裝修材料與自動撒水設備對火災控制之研究—以人命安全為考量」，國立中央警察大學，消防科學研究所，碩士論文，2000年。
- 【31】 蔡旭祺，「銅質導線金相分析於電氣火災鑑定應用之研究」，國立中央警察大學，消防學系，碩士論文，1997年。
- 【32】 Hall J. R., (1993), “The U.S. Experience with Sprinklers? Who Has Them? How Well Do They Work?,” *NFPA Journal*, 87(6).
- 【33】 王榮祿，「防爆電氣設備設置現況及其維修保養之研究」，高雄第一科技大學，環境與安全衛生工程所，碩士論文，2006年。
- 【34】 李致寬、郭祥兆，(1995)，「類神經網路分析在財務危機上預測之應用」，*台灣經濟金融月刊*，Vol.31，No.8，pp.20-28。
- 【35】 Ravi V., Kurniawan H., Thai P. N. K. and Kumar P. R., (2008), “Soft Computing System for Bank Performance Prediction,” *Applied Soft*

*Computing*, 8, pp. 305-315.

- 【36】** Ou Y. Y., Hung H. G. and Oyang Y. J., (2006), “A Study of Supervised Learning with Multivariate Analysis on Unbalanced Datasets,” *International Joint Conference on Neural Networks*, pp. 2201-2205.
- 【37】** Mukkamala S. S., A., Ribeiro B. and Vieira A., (2006), “Computational Intelligent Techniques for Financial Distress Detection,” *International Journal of Computational Intelligence Research*, 2(1), pp.60-65.
- 【38】** Kwok T. Y. and Yeung D. Y., (1997), “Constructive Algorithms for Structure Learning in Feed-forward Neural Networks for Regression Problems,” *IEEE Transactions on Neural Networks*, pp.630-645.
- 【39】** 張智星，MATLAB程式設計與應用，清蔚科技，初版，2000年。
- 【40】** Plaut D. C., Nowlan S. J. and Hinton G. E., (1986), “Experiments on Learning by Back Propagation,” Technical Report CMU-CS-86-126.
- 【41】** Lin C. T. and Lee C. S. G., *Neural Fuzzy Systems: A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*, Prentice-Hall International, USA, 1996.
- 【42】** Garson G. D., (1991), “Interpreting Neural-network Connection Weights,” *AI Expert*, 6(4), pp.46-51.
- 【43】** Goh A. T. C., (1995), “Back-propagation Neural Networks for Modeling Complex Systems,” *Artificial Intelligence in Engineering*, 9(3), PP.143-151.
- 【44】** Olden J. D. and Jackson D. A., (2002), “Illuminating the “Black Box”: a Randomization Approach for Understanding Variable Contributions in Artificial Neural Networks,” *Ecological Modelling*, 154(1-2), pp.135-150.
- 【45】** Gevrey M., Dimopoulos I. and Leka S., (2003), “Review and Comparison of Methods to Study the Contribution of Variables in Artificial Neural Network Models,” *Ecological Modelling*, 160(3), pp.249-264.

# 附錄

表A-1：隱藏層神經元數為4，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 4		Training Data									
		Momentum									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Learning Rate	0.1	0.768	0.793	0.742	0.785	0.798	0.771	0.802	0.707	0.766	0.709
	0.2	0.791	0.744	0.774	0.835	0.726	0.747	0.729	0.811	0.787	0.829
	0.3	0.782	0.794	0.793	0.796	0.756	0.735	0.805	0.774	0.797	0.786
	0.4	0.807	0.800	0.808	0.821	0.785	0.784	0.805	0.818	0.817	0.808
	0.5	0.815	0.803	0.829	0.779	0.811	0.801	0.749	0.735	0.828	0.787
	0.6	0.640	0.847	0.840	0.727	0.790	0.731	0.831	0.844	0.812	0.665
	0.7	0.510	0.656	0.808	0.831	0.803	0.731	0.786	0.813	0.693	0.817
	0.8	0.636	0.671	0.604	0.670	0.633	0.592	0.688	0.704	0.686	0.795
	0.9	0.481	0.688	0.524	0.524	0.634	0.576	0.524	0.682	0.519	0.647
	1	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524

資料來源：本研究整理

表A-2：隱藏層神經元數 = 4、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.2下，網路權重訓練前後之匯總

		Initial Weight				Trained Weight				
		Hidden				Hidden				
		H_1	H_2	H_3	H_4	H_1	H_2	H_3	H_4	
Input	X_1	0.107	-2.835	1.547	-0.204	X_1	1.449	-0.490	0.679	-0.329
	X_2	-2.046	2.401	-2.714	-2.116	X_2	-2.342	1.944	2.108	-2.241
	X_3	0.294	1.892	0.045	-2.115	X_3	0.014	2.226	-0.394	-2.231
	X_4	-1.627	2.771	3.148	-0.260	X_4	1.083	1.815	2.143	-0.413
	X_5	-3.597	1.992	1.264	-2.621	X_5	-3.019	1.669	0.625	-2.708
	X_6	-0.244	-2.402	0.172	1.022	X_6	0.927	-1.382	-0.099	0.943
	X_7	-1.969	0.281	1.597	2.471	X_7	-0.947	0.138	0.458	2.275
	X_8	-1.728	-2.385	2.349	3.408	X_8	2.287	-2.297	1.612	3.250
	X_9	1.070	-1.122	-0.002	1.203	X_9	0.463	-2.153	-0.599	1.079
	X_10	-0.171	-1.725	-0.394	0.228	X_10	-0.130	-1.920	-0.837	0.152
	X_11	-3.204	-0.805	-3.007	1.914	X_11	-3.010	-0.018	-3.321	1.845
	X_12	0.743	0.646	-0.259	0.051	X_12	0.239	0.542	-1.013	-0.113
	X_13	-2.713	1.235	2.565	0.942	X_13	-3.831	-0.910	2.149	0.903
	X_14	-2.624	0.500	2.305	0.369	X_14	-1.730	2.228	1.271	0.166
	X_15	2.176	-2.596	-1.429	-4.169	X_15	2.430	-3.392	-1.876	-4.184
	X_16	0.713	-1.973	2.389	-0.062	X_16	0.441	-3.849	1.999	-0.101
biases	1.002	3.080	-6.484	-3.083	biases	1.166	3.623	-7.784	-3.358	
		Output				Output				
		O				O				
Hidden	H_1	-0.889				H_1	-0.698			
	H_2	-0.197				H_2	-1.016			
	H_3	0.985				H_3	0.190			
	H_4	0.848				H_4	-0.031			
biases	-0.321				biases	1.251				

資料來源：本研究整理

表A-3：隱藏層神經元數 = 4、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.2下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	507	68
	出險	113	496

資料來源：本研究整理

表A-4：隱藏層神經元數為5，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 5		Training Data									
		Momentum									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	0.1	0.742	0.739	0.760	0.779	0.772	0.746	0.688	0.754	0.748	0.766
	0.2	0.760	0.769	0.808	0.747	0.802	0.742	0.811	0.731	0.759	0.790
	0.3	0.783	0.798	0.822	0.753	0.795	0.799	0.782	0.823	0.770	0.792
	0.4	0.780	0.831	0.780	0.809	0.798	0.834	0.821	0.809	0.793	0.798
Learning Rate	0.5	0.845	0.764	0.805	0.813	0.808	0.769	0.802	0.656	0.800	0.822
	0.6	0.774	0.806	0.783	<b>0.850</b>	0.747	0.789	0.693	0.780	0.847	0.811
	0.7	0.811	0.812	0.797	0.657	0.826	0.617	0.753	0.524	0.696	0.842
	0.8	0.754	0.621	0.643	0.688	0.514	0.627	0.701	0.722	0.652	0.770
	0.9	0.717	0.524	0.524	0.524	0.667	0.524	0.524	0.515	0.524	0.523
	1	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476

資料來源：本研究整理

表A-5：隱藏層神經元數 = 5、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.4下，網路權重訓練前後之匯總

		Initial Weight									Trained Weight				
		Hidden									Hidden				
		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5				H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	
	X 1	-2.214	0.823	-1.853	-2.466	-0.711				X 1	-2.751	1.994	-2.110	-2.465	-0.798
	X 2	-2.671	3.880	0.484	-3.160	1.328				X 2	-3.168	2.112	-0.277	-3.420	1.275
	X 3	1.960	2.983	-1.033	0.619	2.707				X 3	1.537	3.019	-1.432	0.629	2.588
	X 4	-1.858	-1.169	-0.215	-1.224	-2.987				X 4	-2.608	0.160	-0.179	-1.253	-3.144
	X 5	-1.068	-2.560	1.543	1.625	-2.139				X 5	-1.602	-1.367	1.519	1.550	-2.217
	X 6	1.674	-1.039	1.966	-0.820	-0.340				X 6	1.157	-1.225	1.802	-0.832	-0.427
	X 7	-0.751	0.449	-1.268	-0.193	0.820				X 7	-1.554	0.365	-1.261	-0.139	0.590
Input	X 8	2.997	-0.568	2.341	-1.109	3.270	Input			X 8	2.497	-1.169	1.957	-1.225	3.172
	X 9	0.453	-0.825	-2.175	-1.443	1.833				X 9	-0.218	-0.578	-2.457	-1.503	1.633
	X 10	0.031	1.411	-1.908	-2.617	-1.837				X 10	-0.542	-0.456	-2.895	-2.911	-1.955
	X 11	1.987	-0.829	-1.755	-2.715	-2.434				X 11	1.682	-0.106	-1.796	-2.737	-2.497
	X 12	2.939	-0.138	2.788	-2.488	1.195				X 12	2.456	0.004	2.268	-2.537	1.077
	X 13	1.951	-0.692	-2.315	-2.209	-1.119				X 13	1.356	-1.888	-2.839	-2.265	-1.263
	X 14	1.487	-1.195	-2.393	-2.474	1.550				X 14	0.938	2.059	-2.354	-2.494	1.445
	X 15	1.556	-3.149	2.797	-0.446	0.879				X 15	0.868	-2.895	2.814	-0.401	0.722
	X 16	-2.423	-3.250	1.915	1.924	2.612				X 16	-2.990	-4.127	1.845	1.851	2.475
	biases	0.072	1.386	0.540	8.050	-5.411				biases	-1.062	3.141	-0.301	7.792	-5.631
		Output								Output					
		O								O					
	H 1	-0.877								H 1	0.207				
	H 2	-0.150								H 2	-1.106				
Hidden	H 3	0.505							Hidden	H 3	-0.913				
	H 4	0.953								H 4	-0.114				
	H 5	-0.790								H 5	0.418				
	biases	-0.283								biases	1.171				

資料來源：本研究整理

表A-6：隱藏層神經元數 = 5、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.4下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	509	67
	出險	111	497

資料來源：本研究整理

表A-7：隱藏層神經元數為6，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 6	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.791	0.689	0.774	0.790	0.776	0.771	0.732	0.793	0.801	0.800	
0.2	0.774	0.810	0.781	0.814	0.792	0.775	0.763	0.749	0.801	0.790	
0.3	0.818	0.748	0.838	0.778	0.810	0.818	0.793	0.826	0.777	0.794	
0.4	0.794	0.840	0.798	0.799	0.787	0.823	0.734	0.846	0.810	0.782	
Learning Rate	0.5	0.842	0.843	0.773	0.800	0.780	0.809	0.802	0.688	0.806	0.809
	0.6	0.742	0.828	0.833	0.755	0.747	0.814	0.827	0.847	0.611	0.808
0.7	0.853	0.818	0.809	0.768	0.657	0.644	0.720	0.524	0.812	0.834	
0.8	0.671	0.524	0.663	0.801	0.789	0.524	0.732	0.524	0.516	0.769	
0.9	0.543	0.524	0.644	0.634	0.628	0.584	0.484	0.483	0.524	0.524	
1	0.524	0.476	0.476	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.476	0.476	

資料來源：本研究整理

表A-8：隱藏層神經元數 = 6、學習率 = 0.7、慣性項 = 0.1下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight								Trained Weight							
Hidden								Hidden							
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6		
X 1	1.056	2.237	-2.206	2.294	-2.246	-0.052		X 1	0.857	2.124	-2.546	2.009	-2.554	-0.319	
X 2	0.678	-1.647	-1.333	-0.779	2.043	-2.727		X 2	0.513	-1.713	-1.497	0.094	1.262	-2.940	
X 3	-2.224	-2.674	-2.285	1.914	-2.544	-0.942		X 3	-2.390	-2.720	-2.846	2.559	-2.246	-1.105	
X 4	-2.678	-3.008	-1.984	0.595	0.255	1.075		X 4	-2.977	-3.049	-2.361	0.882	-0.529	0.782	
X 5	-2.210	2.297	0.597	-1.813	1.815	-0.652		X 5	-2.409	2.191	0.213	-0.979	1.734	-1.029	
X 6	-2.257	2.933	0.363	-1.608	-0.797	0.686		X 6	-2.409	3.029	0.219	-1.133	-1.281	0.433	
X 7	1.709	-2.234	-1.005	-1.816	-0.673	-2.793		X 7	1.377	-2.167	-1.075	-0.181	-1.938	-3.180	
Input	X 8	-1.971	0.144	-0.448	-2.726	-1.867	-0.127	Input	X 8	-2.169	0.085	-0.787	-1.049	-2.039	-0.428
	X 9	-1.996	0.712	-0.410	-2.992	2.210	0.478		X 9	-2.238	0.610	-0.820	-2.498	1.206	0.302
	X 10	0.635	-2.707	-3.692	1.602	-1.266	-1.609		X 10	0.352	-2.805	-4.349	-1.039	-1.511	-1.885
	X 11	-2.876	-1.167	1.364	-1.286	-1.135	-2.840		X 11	-3.018	-1.277	1.093	-0.521	-1.314	-2.871
	X 12	0.549	0.099	2.488	0.872	3.133	-3.003		X 12	0.278	0.004	1.841	0.174	2.970	-3.058
	X 13	1.169	-2.652	3.901	-2.456	0.240	1.863		X 13	0.951	-2.716	3.464	-4.073	-0.485	1.690
	X 14	2.382	1.331	-1.026	1.753	3.699	-3.136		X 14	2.187	1.157	-1.567	2.041	3.371	-3.375
	X 15	1.946	0.173	-2.335	-2.732	-0.608	1.066		X 15	1.677	0.178	-2.666	-2.895	-1.369	0.771
	X 16	2.652	-0.671	-0.477	-2.076	-2.445	-2.960		X 16	2.392	-0.770	-0.806	-4.065	-2.904	-3.112
	biases	-1.414	1.537	4.870	6.253	-1.786	4.705		biases	-1.787	1.316	4.012	6.372	-2.745	4.151
	Output							Output							
	O							O							
	H 1	-0.762						H 1	-0.278						
	H 2	0.270						H 2	-0.097						
	H 3	-0.846						H 3	-0.327						
Hidden	H 4	-0.612						Hidden	-1.074						
	H 5	-0.140						H 5	1.567						
	H 6	0.995						H 6	0.364						
	biases	-0.228						biases	0.968						

資料來源：本研究整理

表A-9：隱藏層神經元數 = 6、學習率 = 0.7、慣性項 = 0.1下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	514	68
	出險	106	496

資料來源：本研究整理

表A-10：隱藏層神經元數為7，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 7	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.758	0.778	0.772	0.765	0.770	0.758	0.767	0.799	0.744	0.763	
0.2	0.818	0.821	0.855	0.797	0.780	0.803	0.742	0.753	0.780	0.806	
0.3	0.808	0.808	0.828	0.835	0.829	0.840	0.780	0.832	0.803	0.774	
0.4	0.805	0.804	0.816	0.805	0.824	0.809	0.767	0.818	0.810	0.817	
Learning Rate	0.5	0.767	0.813	0.823	0.672	0.821	0.834	0.837	0.524	0.814	0.784
	0.6	0.726	0.809	0.645	0.629	0.826	0.704	0.813	0.661	0.824	0.817
	0.7	0.753	0.830	0.771	0.805	0.709	0.522	0.774	0.709	0.764	0.677
	0.8	0.811	0.707	0.576	0.684	0.655	0.624	0.694	0.750	0.808	0.639
	0.9	0.524	0.789	0.611	0.746	0.664	0.649	0.573	0.524	0.524	0.614
	1	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476	0.476	0.476	0.476	0.524

資料來源：本研究整理

表A-11：隱藏層神經元數 = 7、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.3下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight														Trained Weight							
Hidden														Hidden							
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7							H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	
X 1	0.790	-2.202	1.361	3.044	-1.506	-0.948	-0.133							X 1	0.852	-2.230	1.398	3.039	-1.369	-0.739	0.119
X 2	2.524	-1.411	-1.982	-1.635	3.103	3.307	-2.893							X 2	2.545	-1.393	-1.903	-1.623	3.147	3.609	-2.473
X 3	-2.061	2.452	-0.012	1.185	-1.006	-0.704	2.411							X 3	-2.068	2.442	0.038	1.342	-0.983	-0.481	2.630
X 4	2.220	2.462	-0.884	1.421	1.052	1.191	2.390							X 4	2.267	2.427	-0.749	1.294	1.321	1.414	2.518
X 5	-1.756	1.102	2.431	-2.333	-1.302	-2.181	1.690							X 5	-1.659	1.061	2.502	-2.536	-1.211	-1.573	1.846
X 6	-2.428	0.721	-0.245	-1.393	-3.372	-3.208	2.882							X 6	-2.441	0.685	-0.059	-1.637	-3.245	-3.171	2.451
X 7	0.262	2.152	1.743	0.343	2.631	-0.501	2.107							X 7	0.352	2.066	1.840	0.040	2.728	-0.062	2.172
Input	X 8	2.172	1.175	-1.977	-0.309	2.947	1.609	0.523		Input	X 8	2.140	1.200	-1.792	-0.583	3.181	1.540	0.307			
	X 9	2.815	-1.899	1.583	-2.911	1.014	0.404	2.189			X 9	2.814	-1.896	1.772	-3.055	1.151	0.310	2.148			
	X 10	2.856	-3.027	3.031	1.550	-0.898	-4.048	-0.833			X 10	2.880	-3.086	3.119	1.368	-0.767	-3.860	-0.753			
	X 11	0.454	-0.826	-2.460	-3.046	-0.991	0.307	-0.492			X 11	0.443	-0.803	-2.333	-3.146	-0.941	0.307	-0.647			
	X 12	1.674	2.192	2.210	-2.654	0.548	-0.728	2.787			X 12	1.707	2.209	2.308	-2.501	0.550	-0.133	2.876			
	X 13	1.427	-1.269	-1.061	0.545	1.601	-2.318	-2.927			X 13	1.417	-1.284	-0.877	0.274	1.801	-2.407	-3.357			
	X 14	1.860	-1.061	3.084	1.507	3.006	1.659	2.067			X 14	1.897	-1.076	3.205	1.321	3.252	1.969	2.008			
	X 15	0.656	2.596	3.097	0.819	-0.362	-0.660	0.580			X 15	0.608	2.556	3.225	0.350	-0.090	-0.848	0.350			
	X 16	-2.746	2.846	0.401	-3.015	-2.227	-2.263	0.152			X 16	-2.781	2.831	0.553	-3.348	-2.061	-2.154	-0.034			
	biases	-8.521	-0.892	-6.214	3.441	-3.174	2.433	-9.413			biases	-8.483	-0.905	-6.016	3.357	-2.777	2.837	-9.382			
	Output									Output											
	O									O											
	H 1	-0.283								H 1	-0.170										
	H 2	0.021								H 2	-0.122										
	H 3	0.910								H 3	-0.020										
Hidden	H 4	0.145								Hidden	-0.619										
	H 5	-0.094								H 5	0.566										
	H 6	-0.989								H 6	-0.750										
	H 7	-0.848								H 7	-0.804										
	biases	-0.728								biases	0.911										

資料來源：本研究整理

表A-12：隱藏層神經元數 = 7、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.3下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	511	63
	出險	109	501

資料來源：本研究整理



表A-13：隱藏層神經元數為8，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 8	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.796	0.781	0.748	0.752	0.745	0.732	0.802	0.785	0.773	0.764	
0.2	0.791	0.807	0.785	0.754	0.833	0.832	0.830	0.769	0.819	0.812	
0.3	0.813	0.796	0.731	0.780	0.845	0.834	0.823	0.789	0.807	0.813	
0.4	0.807	0.822	0.817	0.822	0.777	0.813	0.678	0.821	0.802	0.809	
Learning Rate	0.5	0.837	0.836	0.813	0.833	0.718	0.830	0.650	0.806	0.813	0.679
	0.6	0.840	0.821	0.660	0.523	0.694	0.801	0.817	0.753	0.797	0.690
0.7	0.652	0.678	0.785	0.791	0.691	0.524	0.693	0.723	0.833	0.694	
0.8	0.519	0.524	0.768	0.682	0.646	0.788	0.719	0.647	0.795	0.679	
0.9	0.523	0.677	0.546	0.738	0.652	0.683	0.712	0.536	0.642	0.521	
1	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.476	0.476	0.524	

資料來源：本研究整理

表A-14：隱藏層神經元數 = 8、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight										Trained Weight									
Hidden										Hidden									
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8		
X 1	0.744	-2.676	-1.848	3.155	-1.005	-0.531	-2.406	0.424	X 1	-0.695	-1.960	-2.087	3.269	-1.180	-1.208	-2.536	0.079		
X 2	-2.677	-0.483	-2.670	0.354	-2.851	1.032	-0.733	-1.607	X 2	-2.711	-0.415	-2.839	0.167	-2.941	0.797	-0.945	-1.721		
X 3	-1.543	0.076	-0.285	1.998	-0.193	0.133	-2.019	0.748	X 3	-1.565	0.446	-0.435	2.151	-0.271	-0.254	-2.152	0.331		
X 4	0.641	1.163	0.523	1.699	-1.990	2.433	3.376	1.485	X 4	0.612	1.080	0.260	1.838	-2.292	2.228	3.119	1.137		
X 5	-2.472	0.647	-2.269	2.895	1.431	2.668	-2.281	-0.243	X 5	-2.463	0.566	-2.510	2.773	1.179	2.345	-2.428	-0.398		
X 6	-1.006	-1.499	-2.949	-0.762	-2.177	-2.556	-0.803	1.268	X 6	-1.015	-2.295	-2.876	-0.890	-2.340	-1.992	-0.975	1.142		
X 7	1.839	-0.536	-2.108	-0.858	2.826	-0.291	2.545	-3.225	X 7	1.815	-1.502	-2.160	-0.749	2.410	0.091	2.255	-3.592		
Input X 8	-0.378	3.125	3.081	-0.235	-0.920	-2.080	-1.250	3.688	Input X 8	-0.353	2.085	3.014	-0.576	-1.109	-1.503	-1.483	3.839		
X 9	-2.817	-1.872	-3.079	3.199	-2.365	2.999	-2.489	-2.734	X 9	-2.830	-2.089	-3.263	3.160	-2.636	3.063	-2.690	-2.925		
X 10	-2.204	2.057	0.386	1.063	2.209	0.786	2.985	-1.988	X 10	-2.162	0.556	0.449	0.788	1.999	1.629	2.732	-2.001		
X 11	1.738	-2.604	0.766	0.793	1.823	-1.304	-1.030	-2.285	X 11	1.739	-2.546	0.679	0.751	1.706	-1.188	-1.123	-2.339		
X 12	2.766	1.511	1.323	-2.249	1.205	-3.052	-3.043	0.219	X 12	2.765	1.201	1.209	-2.251	1.057	-2.774	-3.254	-0.096		
X 13	0.981	-1.980	-2.308	-1.689	2.213	2.583	1.031	3.469	X 13	1.001	-2.511	-2.479	-1.418	1.747	2.741	0.931	3.216		
X 14	3.042	3.316	2.478	0.243	1.852	-1.844	-0.925	1.646	X 14	3.020	3.210	2.314	-0.084	1.759	-1.842	-1.100	1.545		
X 15	-1.988	-2.269	0.323	-3.101	-2.005	0.252	-0.489	-0.861	X 15	-1.986	-2.483	0.083	-2.960	-2.416	0.086	-0.641	-1.227		
X 16	2.180	-2.282	1.154	2.693	-2.684	2.727	-0.528	-0.411	X 16	2.177	-3.391	1.037	2.623	-2.919	3.295	-0.759	-0.552		
biases	-2.612	4.430	5.109	-5.054	0.859	-3.343	1.753	3.393	biases	-2.642	4.707	4.746	-5.224	0.472	-3.902	1.390	2.887		
Output										Output									
O										O									
H 1	0.235								H 1	-0.096									
H 2	0.485								H 2	-0.922									
H 3	0.992								H 3	0.356									
Hidden H 4	0.856								Hidden H 4	-0.383									
H 5	-0.962								H 5	0.377									
H 6	-0.238								H 6	0.694									
H 7	0.314								H 7	-0.325									
H 8	-0.944								H 8	0.309									
biases	0.223								biases	0.324									

資料來源：本研究整理

表A-15：隱藏層神經元數 = 8、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	486	60
	出險	134	514

資料來源：本研究整理



表A-16：隱藏層神經元數為9，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 9	Training Data									
	Momentum									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	0.796	0.789	0.782	0.825	0.769	0.804	0.771	0.760	0.764	0.763
0.2	0.787	0.813	0.812	0.797	0.755	0.776	0.804	0.808	0.812	0.798
0.3	0.841	0.829	0.826	0.821	0.810	0.833	0.809	0.806	0.818	0.818
0.4	0.814	0.831	0.753	0.822	0.766	0.810	0.823	0.737	0.854	0.763
Learning Rate	0.5	0.696	0.791	0.759	0.710	0.800	0.660	0.828	0.729	0.849
	0.6	0.519	0.769	0.785	0.522	0.808	0.787	0.758	0.835	0.665
0.7	0.678	0.524	0.524	0.772	0.524	0.522	0.510	0.816	0.666	0.551
0.8	0.719	0.635	0.637	0.701	0.524	0.638	0.524	0.521	0.524	0.515
0.9	0.721	0.625	0.514	0.640	0.524	0.723	0.524	0.524	0.523	0.666
1	0.476	0.524	0.476	0.476	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476	0.524

資料來源：本研究整理

表A-17：隱藏層神經元數 = 9、學習率 = 0.4、慣性項 = 0.9下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight Hidden										Trained Weight Hidden									
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9
X 1	1.675	2.539	1.901	-2.765	2.834	3.567	1.715	-2.863	-2.984	X 1	1.561	2.636	2.418	-3.234	2.742	3.249	1.287	-2.320	-2.889
X 2	2.191	-0.777	-1.438	-2.825	0.754	0.651	0.927	-1.976	-0.990	X 2	2.069	-0.934	-1.395	-3.089	0.654	0.458	0.393	-1.658	-0.933
X 3	-2.419	-1.825	-1.301	-1.300	-1.491	3.178	-1.911	-0.382	-1.482	X 3	-2.522	-1.827	-0.750	-1.693	-1.683	2.987	-2.675	-0.597	-1.523
X 4	-2.764	-0.518	3.094	-2.796	2.267	-0.476	-1.300	-2.403	0.225	X 4	-3.003	-1.165	3.207	-2.955	2.256	-0.635	-1.172	-2.615	0.439
X 5	2.522	-3.128	-3.231	-2.901	1.047	1.506	-1.135	-0.738	1.832	X 5	2.426	-3.108	-3.310	-2.895	1.134	1.406	-1.254	-0.524	1.764
X 6	-1.418	1.619	-2.194	0.539	0.030	-1.521	1.551	-2.036	3.150	X 6	-1.616	2.115	-1.234	-0.273	-0.212	-1.899	1.080	-2.068	3.501
I X 7	-0.100	-2.648	-2.245	-1.900	-1.831	2.362	-0.394	2.274	0.844	X 7	-0.306	-2.513	-1.996	-2.253	-1.936	2.097	0.149	2.130	0.984
N X 8	0.307	-1.817	-0.083	-0.036	3.361	-0.096	2.758	3.346	2.246	Input X 8	0.228	-1.749	0.409	-0.190	3.199	-0.294	2.472	3.520	2.203
P X 9	2.628	0.831	2.025	1.848	-1.449	3.463	1.192	-0.474	0.251	X 9	2.457	0.522	1.706	1.634	-1.531	3.330	1.234	-0.538	0.310
U X 10	-0.741	3.180	0.081	0.342	-0.100	1.024	2.428	0.109	0.972	X 10	-0.921	3.346	-0.064	0.707	-0.029	0.956	2.659	-0.042	0.972
T X 11	-1.849	-2.174	-1.852	-2.682	-1.428	-1.077	0.249	-1.170	3.215	X 11	-1.885	-2.213	-2.150	-2.105	-1.350	-1.022	0.134	-1.695	3.083
X 12	2.341	-2.158	-1.121	-1.890	2.208	-0.435	-2.439	0.354	2.090	X 12	2.220	-2.317	-1.920	-0.986	2.280	-0.333	-2.960	-0.610	1.820
X 13	2.595	2.111	-2.609	2.739	1.451	-0.983	3.117	3.407	-1.447	X 13	2.390	1.623	-2.292	2.558	1.463	-1.092	3.302	3.234	-1.391
X 14	-2.767	1.510	-2.030	1.504	-0.086	3.189	-3.963	-1.074	2.764	X 14	-2.873	1.511	-1.888	1.435	0.009	3.086	-4.568	-1.346	2.697
X 15	1.969	1.947	-2.636	0.527	-3.609	0.862	-0.369	-1.187	-2.464	X 15	1.782	1.652	-2.449	0.407	-3.598	0.650	0.154	-1.205	-2.330
X 16	-0.540	0.639	-0.757	1.644	2.935	2.139	-2.238	-3.083	-1.343	X 16	-0.683	0.403	-1.414	1.915	2.883	2.159	-1.816	-3.359	-1.284
biases	-5.027	-2.075	5.592	5.779	-3.446	-7.873	1.512	1.540	-6.651		-5.175	-2.047	5.708	5.762	-3.543	-8.128	0.857	1.652	-6.745
	Output O									Output O									
H 1	-0.612									H 1	-0.424								
H 2	0.332									H 2	-0.893								
H 3	-0.880									H 3	-0.631								
I H 4	0.694									H 4	0.709								
D H 5	-0.124								Hidden	H 5	0.253								
D H 6	0.618									H 6	0.124								
E H 7	0.966									H 7	0.693								
N H 8	-0.250									H 8	-0.901								
H 9	-0.585									H 9	-0.241								
biases	-0.235									biases	-0.045								

資料來源：本研究整理

表A-18：隱藏層神經元數 = 9、學習率 = 0.4、慣性項 = 0.9下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	510	63
	出險	110	501

資料來源：本研究整理

表A-19：隱藏層神經元數為10，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 10		Training Data									
		Momentum									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Learning Rate	0.1	0.810	0.769	0.782	0.784	0.821	0.817	0.784	0.794	0.815	0.779
	0.2	0.798	0.773	0.823	0.826	0.846	0.793	0.812	0.824	0.834	0.809
	0.3	0.825	0.818	0.820	0.827	0.828	0.785	0.830	0.817	0.812	0.810
	0.4	0.824	0.522	0.712	0.524	0.808	0.753	0.827	0.776	0.722	0.812
	0.5	0.821	0.773	0.633	0.791	0.665	0.817	0.765	0.709	0.828	0.801
	0.6	0.788	0.824	0.639	0.524	0.641	0.855	0.795	0.754	0.731	0.796
	0.7	0.642	0.718	0.686	0.660	0.520	0.657	0.827	0.523	0.667	0.523
	0.8	0.771	0.524	0.650	0.653	0.660	0.524	0.671	0.524	0.508	0.512
	0.9	0.709	0.524	0.524	0.531	0.649	0.624	0.729	0.633	0.582	0.508
	1	0.476	0.476	0.476	0.476	0.524	0.524	0.476	0.476	0.476	0.524

資料來源：本研究整理

表A-20：隱藏層神經元數 = 10、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.6下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight											Trained Weight											
Hidden											Hidden											
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	
X 1	0.812	1.799	1.542	1.018	-0.620	0.109	-1.996	1.495	-0.712	-3.105	X 1	0.718	1.822	1.776	0.466	-0.961	-0.281	-2.082	1.142	-0.785	-3.204	
X 2	-3.202	2.247	0.571	-2.890	-0.760	-2.392	-1.202	-0.564	-2.624	0.335	X 2	-3.205	2.203	1.131	-1.892	-1.122	-2.696	-1.297	-0.920	-2.717	0.344	
X 3	-0.040	1.271	3.103	-1.071	-3.479	-2.903	-3.379	3.006	2.591	0.075	X 3	0.034	1.256	3.748	-0.212	-3.757	-3.333	-3.461	2.718	2.542	0.136	
X 4	0.677	-2.157	-1.036	3.334	-3.454	-1.717	-3.914	-3.105	2.936	1.798	X 4	0.705	-2.039	-0.180	3.717	-3.921	-2.347	-4.048	-3.629	2.886	1.693	
X 5	-1.838	-2.859	-1.511	2.769	1.481	-0.784	-0.053	2.331	-3.706	-2.729	X 5	-1.853	-2.748	-2.614	2.161	1.096	-1.236	-0.163	1.910	-3.763	-2.826	
X 6	-2.235	0.867	-0.169	2.161	2.644	-0.708	-0.265	1.044	-2.137	2.843	X 6	-2.267	0.976	-0.306	-0.270	2.285	-1.250	-0.332	0.814	-2.202	2.752	
X 7	-1.826	-2.765	-3.222	2.452	-1.355	-1.438	-2.273	0.013	-2.001	-0.975	X 7	-2.006	-2.704	-1.488	2.805	-1.797	-1.838	-2.322	-0.247	-1.972	-1.141	
X 8	-1.756	2.283	-3.208	2.123	-2.359	2.568	-2.299	-2.207	-0.446	2.065	X 8	-1.773	2.296	-3.054	2.153	-2.673	2.309	-2.363	-2.513	-0.461	1.955	
X 9	-2.489	0.089	-1.760	-1.186	-1.971	-1.252	0.199	-1.536	-2.049	-1.724	X 9	-2.562	0.174	-1.456	-0.569	-2.389	-1.680	0.099	-1.820	-2.140	-1.821	
X 10	3.364	-1.879	1.104	-0.519	-0.717	-2.252	1.045	3.198	1.625	-1.453	X 10	3.246	-1.847	-0.311	-1.534	-1.129	-2.843	0.929	2.873	1.466	-1.635	
X 11	1.236	-2.723	-3.131	1.586	0.813	-3.302	2.572	1.672	-0.062	3.021	X 11	1.149	-2.689	-2.308	1.476	0.601	-3.508	2.526	1.517	-0.106	3.022	
X 12	-0.697	-3.152	-1.934	-0.122	3.219	2.372	-0.419	-0.897	0.714	-2.643	X 12	-0.489	-3.215	-1.326	1.205	2.819	1.909	-0.516	-1.347	0.678	-2.624	
X 13	2.661	-0.381	-1.265	-0.832	-2.733	1.648	-0.775	-1.132	-1.199	-1.496	X 13	2.633	-0.223	-1.720	-1.785	-3.122	1.151	-0.877	-1.494	-1.282	-1.691	
X 14	1.969	-1.438	1.330	-1.131	-0.128	-3.268	-1.758	-2.489	-0.259	-1.801	X 14	1.848	-1.508	2.029	-1.113	-0.527	-3.607	-1.872	-2.956	-0.358	-1.790	
X 15	0.574	1.214	2.256	-2.789	0.516	1.252	-2.463	-1.871	-3.043	2.213	X 15	0.534	1.321	1.587	-3.059	0.085	0.800	-2.572	-2.245	-3.129	2.054	
X 16	-2.893	2.105	-1.623	-2.622	0.767	0.563	-2.231	-2.355	1.414	-0.182	X 16	-2.991	2.162	-2.179	-3.019	0.387	0.243	-2.326	-2.602	1.294	-0.332	
biases	-0.392	0.225	2.680	-2.218	4.428	6.111	8.527	3.495	1.963	-1.354	biases	-0.404	0.179	3.370	-2.707	3.619	5.240	8.314	2.689	1.755	-1.493	
Output											Output											
O											O											
H 1	0.322										H 1	0.074										
H 2	-0.349										H 2	0.088										
H 3	-0.723										H 3	-1.011										
H 4	0.696										H 4	-0.936										
H 5	-0.715										H 5	0.015										
H 6	0.509										H 6	-0.354										
H 7	-0.170										H 7	0.099										
H 8	0.681										H 8	-0.238										
H 9	0.237										H 9	0.250										
H 10	-0.431										H 10	-0.273										
biases	0.729										biases	1.119										

資料來源：本研究整理

表A-21：隱藏層神經元數 = 10、學習率 = 0.6、慣性項 = 0.6下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	510	63
	出險	110	501

資料來源：本研究整理

表A-22：隱藏層神經元數為11，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 11	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.773	0.704	0.781	0.807	0.802	0.808	0.787	0.777	0.796	0.801	
0.2	0.839	0.779	0.798	0.829	0.837	0.847	0.835	0.835	0.814	0.799	
0.3	0.818	0.821	0.848	0.827	0.802	0.849	0.798	0.795	0.835	0.769	
0.4	0.797	0.789	0.703	0.591	0.710	0.711	0.812	0.814	0.817	0.809	
Learning Rate	0.5	0.793	0.633	0.785	0.822	0.771	0.772	0.524	0.723	0.622	0.795
	0.6	0.524	0.519	0.634	0.811	0.827	0.629	0.801	0.800	0.652	0.802
	0.7	0.709	0.641	0.503	0.519	0.618	0.691	0.683	0.709	0.775	0.810
	0.8	0.622	0.698	0.787	0.645	0.694	0.609	0.639	0.656	0.524	0.762
	0.9	0.628	0.512	0.524	0.524	0.524	0.518	0.613	0.524	0.519	0.524
	1	0.524	0.476	0.476	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.524

資料來源：本研究整理

表A-23：隱藏層神經元數 = 11、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.6下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight													Output		
Hidden													O		
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_10	H_11				
X_1	-2.021	3.106	0.521	-1.460	-1.321	2.021	0.030	1.403	-2.481	-1.161	2.502			H_1	-0.466
X_2	2.231	0.938	-2.019	-0.790	2.295	-0.206	2.426	-1.257	-2.854	-2.547	-3.342			H_2	0.850
X_3	-2.581	-0.921	-0.927	2.567	-0.542	1.647	2.538	0.972	0.817	2.624	-1.975			H_3	0.092
X_4	-2.461	-0.183	-0.603	-2.995	0.901	-1.573	-3.037	2.069	-1.845	-1.785	-2.108			H_4	0.898
X_5	0.277	1.625	-1.640	-2.260	-3.424	0.787	-2.933	0.511	1.561	1.893	1.206			H_5	-0.858
X_6	-0.890	-3.737	3.119	2.875	0.622	2.027	2.067	2.530	2.626	2.661	0.015		Hidden	H_6	-0.823
X_7	2.952	1.699	2.395	2.675	-1.615	-1.029	-2.795	-2.736	1.087	2.532	-2.917			H_7	0.516
Input X_8	-0.419	3.169	0.611	1.445	-2.470	-3.681	-0.184	-2.061	1.878	2.834	1.838			H_8	-0.567
X_9	1.861	2.473	-0.076	0.102	-0.226	2.070	-1.661	-0.270	-0.306	-1.825	-1.736			H_9	0.299
X_10	2.123	-1.757	-2.677	2.530	2.059	3.620	2.984	-1.876	3.157	-0.013	-1.946			H_10	-0.100
X_11	2.222	-1.760	3.379	3.019	-0.809	-2.458	-0.057	-2.684	3.034	-1.002	1.606			H_11	-0.257
X_12	2.381	-0.660	3.288	1.275	-0.262	2.789	0.251	-2.939	-1.211	0.741	-0.261			biases	0.322
X_13	1.755	-1.429	2.967	0.180	2.600	-0.671	-0.076	0.317	2.587	-3.184	1.297				
X_14	-1.558	1.875	0.970	0.474	-2.873	0.766	1.416	-1.156	-1.622	-0.158	-1.568				
X_15	-2.871	0.903	-0.088	2.514	-2.840	-2.281	-1.110	2.553	1.841	0.039	-2.784				
X_16	1.503	-2.462	-1.697	-1.210	-3.016	0.188	2.980	3.401	-0.520	2.840	2.380				
biases	1.000	-4.041	-5.713	-4.169	6.111	-2.008	-0.768	1.912	-5.827	-4.846	7.149				
Trained Weight													Output		
Hidden													O		
	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_10	H_11				
X_1	-2.172	2.847	0.476	-1.531	-1.294	1.884	-0.063	1.243	-2.245	-1.223	2.129			H_1	0.499
X_2	2.017	0.753	-2.067	-0.861	2.167	-0.415	2.366	-1.450	-2.712	-2.467	-3.754			H_2	-0.487
X_3	-2.821	-0.960	-0.957	2.623	-0.443	1.472	2.534	0.683	0.389	2.763	-2.362			H_3	-0.007
X_4	-2.715	-0.180	-0.671	-2.956	0.848	-1.837	-3.099	1.836	-1.728	-1.782	-2.726			H_4	-0.460
X_5	0.083	1.565	-1.694	-2.169	-3.377	0.545	-2.998	0.192	1.253	1.910	0.743			H_5	-0.386
X_6	-1.236	-3.924	3.057	2.949	0.787	1.987	1.897	2.136	2.556	2.465	-0.323		Hidden	H_6	-0.092
X_7	2.264	1.894	2.311	2.702	-1.564	-1.106	-3.013	-3.222	1.227	2.515	-3.418			H_7	0.173
Input X_8	-0.382	2.995	0.547	1.256	-2.886	-3.940	-0.167	-2.149	2.471	2.550	1.423			H_8	0.213
X_9	1.932	2.274	-0.138	-0.020	-0.573	1.841	-1.696	-0.429	0.074	-1.714	-2.284			H_9	0.915
X_10	1.923	-1.897	-2.748	2.573	1.913	3.464	2.908	-2.182	3.119	-0.254	-2.397			H_10	-0.858
X_11	2.108	-1.897	3.354	3.030	-0.772	-2.519	-0.114	-2.919	2.892	-0.971	1.349			H_11	-0.306
X_12	2.401	-0.673	3.215	1.027	-0.860	2.415	0.346	-3.236	-0.875	0.592	-0.731			biases	0.224
X_13	1.836	-1.423	2.882	0.072	2.442	-0.925	-0.127	0.137	3.239	-3.535	0.841				
X_14	-1.661	1.674	0.915	0.409	-2.986	0.540	1.413	-1.399	-1.632	-0.324	-2.123				
X_15	-3.044	0.736	-0.158	2.429	-2.877	-2.441	-1.216	2.296	2.360	0.008	-3.264				
X_16	1.593	-2.603	-1.763	-1.299	-3.294	-0.010	2.829	3.179	0.111	2.708	1.981				
biases	0.603	-4.340	-5.813	-4.277	5.951	-2.398	-0.880	1.357	-5.823	-4.906	6.263				

資料來源：本研究整理

表A-24：隱藏層神經元數 = 11、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.6下，訓練樣本之混亂矩陣

預測結果	實際情況	
	不出險	出險
	不出險	508
出險	112	497

資料來源：本研究整理

表A-25：隱藏層神經元數為12，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 12	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
	0.1	0.791	0.816	0.833	0.813	0.782	0.762	0.807	0.801	0.727	0.797
	0.2	0.852	0.804	0.822	0.811	0.838	0.814	0.813	0.816	0.813	0.772
	0.3	0.762	0.780	0.837	0.809	0.784	0.805	0.721	0.769	0.828	0.851
	0.4	0.661	0.633	0.764	0.812	0.766	0.829	0.775	0.791	0.691	0.676
Learning Rate	0.5	0.783	0.524	0.634	0.703	0.770	0.618	0.753	0.750	0.706	0.747
	0.6	0.610	0.695	0.796	0.747	0.829	0.683	0.648	0.767	0.769	0.628
	0.7	0.810	0.607	0.645	0.834	0.524	0.524	0.625	0.640	0.524	0.824
	0.8	0.620	0.612	0.742	0.785	0.513	0.524	0.522	0.676	0.692	0.826
	0.9	0.657	0.520	0.524	0.651	0.687	0.515	0.518	0.523	0.630	0.524
	1	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476	0.524	0.476

資料來源：本研究整理

表A-26：隱藏層神經元數 = 12、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1下，網路權重訓練前後之匯總

													Initial Weight																								
													Hidden												Output												
													H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12													
	X 1	-0.699	2.186	-3.070	2.713	-0.849	-2.800	-0.182	-1.454	-0.398	-2.839	-3.022	-3.115														H 1	-0.237									
	X 2	-3.116	3.752	-2.148	-2.051	-0.828	-3.301	-0.226	-2.521	2.946	2.046	1.439	-0.295														H 2	0.856									
	X 3	-1.383	-1.780	-2.895	2.089	-1.859	-3.314	-0.370	1.108	2.720	-1.299	-0.266	-3.563														H 3	-0.808									
	X 4	-2.489	-0.199	1.127	2.492	0.294	1.458	-1.396	3.254	2.482	1.310	-1.264	-3.112														H 4	-0.554									
	X 5	-0.745	-0.890	0.858	-1.437	-0.252	0.549	1.440	-2.676	2.292	-0.355	1.343	-1.062														H 5	0.213									
	X 6	1.147	0.586	1.536	-2.709	-3.013	2.021	-2.712	-1.372	3.120	-2.990	-3.335	0.149														Hidden	H 6	0.705								
	X 7	-3.423	0.165	-1.290	2.160	0.234	-0.132	3.181	2.515	0.723	-1.571	1.702	-0.942														H 7	-0.876									
Input	X 8	1.837	-2.296	1.007	1.959	3.345	1.354	1.039	0.493	1.153	-2.416	3.038	1.006														H 8	-0.405									
	X 9	-0.993	-3.347	-1.776	2.511	2.824	-0.916	-1.753	-2.444	-1.253	-0.162	0.498	1.809														H 9	-0.313									
	X 10	-1.891	-2.915	1.389	-2.268	2.249	-1.545	1.444	-0.917	0.615	-0.662	-2.888	-2.762														H 10	0.855									
	X 11	2.295	0.139	-1.679	1.643	0.840	-1.498	3.166	-1.674	-1.443	-1.466	2.056	2.332														H 11	0.426									
	X 12	1.116	1.766	-1.531	-0.635	2.624	-0.399	3.074	2.318	0.275	0.648	-0.820	2.843														H 12	-0.680									
	X 13	-3.438	1.306	-2.195	0.789	2.357	-2.227	-2.463	1.818	0.661	1.077	-3.287	0.443														biases	0.046									
	X 14	0.649	2.072	2.207	-2.210	-0.896	2.586	1.438	-1.647	-2.327	3.785	-0.321	0.684																								
	X 15	-2.851	-2.080	2.964	-2.438	2.888	-1.996	-1.893	-1.616	2.911	3.825	0.334	-1.691																								
	X 16	-0.369	-2.278	2.943	-0.893	2.488	-2.741	-2.776	-2.708	-3.031	0.818	-2.103	-1.919																								
	biases	10.447	-0.769	3.357	-2.344	-5.330	4.752	-0.803	2.869	-7.209	-1.955	0.772	1.327																								
													Trained Weight																								
													Hidden												Output												
													H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12													
	X 1	-0.704	2.046	-2.965	2.714	-1.116	-2.712	0.066	-1.474	-0.365	-2.911	-3.130	-3.111														H 1	-0.447									
	X 2	-3.138	3.613	-2.092	-2.051	-1.102	-3.196	-0.060	-2.538	2.999	1.934	1.282	-0.290														H 2	0.201									
	X 3	-1.563	-1.726	-2.937	1.920	-2.066	-3.086	-0.312	1.089	2.714	-1.491	-0.291	-3.575														H 3	-0.268									
	X 4	-2.670	-0.341	1.182	2.440	0.061	1.645	-1.319	3.226	2.522	1.136	-1.458	-3.113														H 4	-0.873									
	X 5	-0.936	-0.901	0.888	-1.376	-0.005	0.648	1.649	-2.698	2.326	-0.575	1.217	-1.069														H 5	0.785									
	X 6	0.870	0.441	1.551	-3.115	-2.859	2.227	-2.783	-1.409	3.082	-2.912	-3.378	0.127														Hidden	H 6	0.379								
	X 7	-3.545	-0.012	-1.136	2.131	0.222	0.015	3.134	2.465	0.726	-1.531	1.493	-0.960														H 7	-0.510									
Input	X 8	1.764	-2.352	1.024	1.924	3.132	1.611	0.985	0.459	1.140	-2.372	2.867	0.998														H 8	0.058									
	X 9	-1.170	-3.414	-1.706	2.457	2.622	-0.731	-1.582	-2.482	-1.209	-0.197	0.366	1.785														H 9	-0.269									
	X 10	-2.106	-2.892	1.344	-2.371	1.780	-1.343	1.475	-0.953	0.603	-0.861	-2.953	-2.780														H 10	-0.516									
	X 11	2.139	0.186	-1.696	1.283	1.075	-1.360	3.016	-1.692	-1.481	-1.598	2.072	2.316														H 11	0.276									
	X 12	1.020	1.801	-1.505	-0.566	2.405	-0.251	3.303	2.286	0.296	0.485	-0.874	2.817														H 12	0.121									
	X 13	-3.864	1.128	-2.119	0.595	2.449	-2.020	-2.564	1.786	0.577	0.977	-3.415	0.435														biases	0.734									
	X 14	0.606	2.094	2.218	-2.227	-1.072	2.670	1.706	-1.660	-2.231	3.569	-0.375	0.684																								
	X 15	-2.975	-2.269	3.054	-2.480	2.307	2.160	-1.714	-1.646	2.937	3.834	0.114	-1.689																								
	X 16	-0.703	-2.383	2.959	-1.193	2.608	-2.650	-2.861	-2.740	-3.107	0.759	-2.234	-1.932																								
	biases	10.172	-0.909	3.439	-2.490	-5.782	4.981	-0.353	2.820	-7.174	-2.156	0.542	1.293																								

資料來源：本研究整理

表A-27：隱藏層神經元數 = 12、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	510	65
	出險	110	499

資料來源：本研究整理

表A-28：隱藏層神經元數為13，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 13	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
	0.1	0.826	0.818	0.796	0.793	0.836	0.808	0.792	0.822	0.764	0.803
	0.2	0.834	0.774	0.832	0.823	0.808	0.827	0.827	0.764	0.830	0.826
	0.3	0.824	0.789	0.782	0.767	0.848	0.800	0.761	0.789	0.818	0.801
	0.4	0.720	0.812	0.727	0.639	0.728	0.691	0.753	0.694	0.786	0.794
Learning Rate	0.5	0.757	0.795	0.629	0.721	0.674	0.668	0.691	0.706	0.671	0.723
	0.6	0.811	0.750	0.819	0.670	0.691	0.652	0.818	0.796	0.763	0.808
	0.7	0.524	0.794	0.519	0.517	0.747	0.614	0.519	0.635	0.790	0.752
	0.8	0.731	0.524	0.719	0.734	0.508	0.628	0.784	0.656	0.644	0.736
	0.9	0.517	0.524	0.521	0.524	0.519	0.514	0.645	0.513	0.611	0.497
	1	0.476	0.476	0.476	0.476	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.476

資料來源：本研究整理

表A-29：隱藏層神經元數 = 13、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight														Output O		
Hidden																
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 1		
X 1	-1.284	2.599	-2.942	-2.829	2.957	3.353	-2.438	3.594	1.715	-3.332	-3.255	-2.505	-2.924	H 2	0.901	
X 2	-2.147	-0.462	0.242	3.577	-2.005	-1.719	-0.319	0.345	2.679	-1.552	2.217	-2.403	-2.576	H 3	-0.053	
X 3	-1.440	-0.241	-3.481	-3.031	-0.736	-1.301	2.100	0.946	0.158	2.106	-3.394	-2.970	-0.391	H 4	0.110	
X 4	-0.141	2.933	2.128	0.244	2.274	2.685	-1.200	-0.709	-1.350	-2.761	1.188	1.788	-3.019	H 5	0.398	
X 5	0.835	-0.229	-1.100	3.475	-1.593	1.053	2.790	-1.642	-0.054	-2.143	2.452	2.863	-0.619	Hidden	H 6	-0.375
X 6	-1.673	-2.721	1.104	2.746	-1.938	-2.181	2.863	-3.707	1.336	-1.465	1.371	2.179	1.546	H 7	-0.459	
X 7	-2.913	-2.633	-1.322	0.556	1.507	-0.254	-2.877	-3.522	-3.551	-0.241	0.617	2.749	-3.392	H 8	-0.777	
Input	X 8	1.546	-2.439	0.417	0.920	0.074	1.604	1.844	-2.100	-1.940	1.373	-0.827	-1.853	0.514	H 9	0.013
	X 9	1.092	3.486	2.496	-0.855	2.839	-1.918	0.491	-1.753	1.399	-1.113	3.855	-1.598	1.170	H 10	0.427
	X 10	2.970	1.834	-0.529	-0.161	-0.256	-3.171	0.844	0.455	-2.480	-0.972	0.076	-0.020	-0.064	H 11	0.835
	X 11	-2.954	3.465	1.579	1.031	2.184	0.597	2.895	-0.395	1.884	1.522	0.334	2.169	H 12	0.114	
	X 12	-2.935	0.028	2.947	-0.790	-0.700	-1.396	-0.775	-0.891	-2.204	2.187	-1.312	1.774	2.389	H 13	-0.730
	X 13	2.918	0.957	2.130	1.924	2.536	2.250	3.122	-1.406	-1.666	-0.576	0.925	0.680	0.194	biases	0.647
	X 14	-2.923	0.974	2.300	-3.224	-2.086	-0.791	0.311	-3.237	-3.799	1.469	0.435	1.155	-3.457		
	X 15	0.590	-1.055	-1.207	-0.287	2.806	-2.843	-1.394	-0.733	-1.034	2.599	-1.402	-2.586	-2.041		
	X 16	-0.185	-1.024	2.973	0.288	-2.904	-2.472	2.499	1.613	1.614	-1.989	-2.866	-2.286	0.766		
	biases	7.610	-5.475	-1.676	-0.148	-3.575	2.703	-5.378	7.120	4.742	3.371	-2.992	-1.389	1.581		
Trained Weight														Output O		
Hidden																
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 1		
X 1	-1.397	2.500	-2.914	-2.898	2.945	3.062	-2.416	3.470	1.566	-3.430	-3.455	-2.607	-2.950	H 2	-0.270	
X 2	-2.322	-0.564	0.201	3.180	-2.023	-1.809	-0.293	0.230	2.540	-1.673	2.032	-2.415	-2.627	H 3	0.508	
X 3	-1.809	-0.330	-3.921	-3.412	-1.092	-1.183	1.994	0.865	0.092	1.995	-3.377	-3.027	-0.439	H 4	0.420	
X 4	-0.633	2.782	1.915	-0.199	2.130	2.751	-1.273	-0.872	-1.498	-2.909	1.205	1.716	-2.978	H 5	0.488	
X 5	0.659	-0.333	-0.955	3.102	-1.600	0.694	2.895	-1.808	-0.238	-2.255	2.237	2.720	-0.695	Hidden	H 6	-0.494
X 6	-1.817	-2.774	0.890	2.544	-1.810	-2.373	2.873	-3.778	1.323	-1.545	1.245	2.094	1.636	H 7	0.301	
X 7	-3.165	-2.761	-1.367	0.341	1.611	-0.440	-2.681	-3.677	-3.767	-0.377	0.435	2.626	-3.407	H 8	0.224	
Input	X 8	1.344	-2.512	0.149	0.643	0.048	1.666	1.954	-2.234	-2.027	1.272	-1.040	-1.974	0.487	H 9	-0.167
	X 9	0.737	3.339	2.243	-1.018	2.760	-2.005	0.466	-1.901	1.268	-1.248	3.629	-1.671	1.153	H 10	-0.010
	X 10	2.969	1.706	-0.508	-0.413	-0.223	-3.359	0.846	0.311	-2.564	-1.093	0.191	-0.078	-0.034	H 11	-0.740
	X 11	-3.005	3.386	1.578	1.013	2.246	0.297	2.928	-0.479	1.813	-3.701	1.341	0.251	2.127	H 12	-0.023
	X 12	-3.238	-0.089	2.616	-1.114	-1.003	-1.477	-0.806	-1.043	-2.248	2.041	-1.359	1.601	2.285	H 13	-0.193
	X 13	2.763	0.855	2.035	1.891	2.640	2.255	3.139	-1.565	-1.747	-0.683	0.926	0.539	0.272	biases	-0.392
	X 14	-3.059	0.809	2.196	-3.579	-2.227	-1.199	0.365	-3.341	-3.944	1.306	0.264	1.001	-3.550		
	X 15	0.306	-1.150	-1.326	-0.449	2.909	-2.819	-1.378	-0.908	-1.100	2.494	-1.522	-2.667	-1.931		
	X 16	-0.424	-1.087	3.036	0.333	-2.575	-2.744	2.523	1.395	1.512	-2.081	-3.218	-2.470	0.813		
	biases	7.240	-5.685	-2.004	-0.812	-3.697	2.362	-5.407	6.878	4.563	3.116	-3.260	-1.584	1.507		

資料來源：本研究整理

表A-30：隱藏層神經元數 = 13、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.5下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	505	65
	出險	115	499

資料來源：本研究整理



表A-31：隱藏層神經元數為14，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 14	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
	0.1	0.800	0.836	0.789	0.804	0.782	0.799	0.807	0.779	0.809	0.800
	0.2	0.843	0.828	0.824	0.787	0.822	0.825	0.818	0.790	0.812	0.831
	0.3	0.803	0.821	0.822	0.726	0.836	0.818	0.763	0.783	0.675	0.796
	0.4	0.793	0.839	0.744	0.748	0.503	0.770	0.832	0.806	0.774	0.679
Learning Rate	0.5	0.693	0.650	0.490	0.675	0.503	0.683	0.717	0.758	0.739	0.739
	0.6	0.800	0.518	0.829	0.755	0.684	0.646	0.786	0.773	0.653	0.508
	0.7	0.618	0.639	0.818	0.661	0.505	0.811	0.642	0.518	0.710	0.524
	0.8	0.680	0.665	0.497	0.524	0.611	0.508	0.676	0.524	0.623	0.521
	0.9	0.509	0.673	0.519	0.524	0.524	0.524	0.518	0.631	0.524	0.625
	1	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476	0.524	0.476

資料來源：本研究整理

表A-32：隱藏層神經元數 = 14、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight																Output	
Hidden																O	
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14		H 1	0.045
X 1	0.373	-2.716	1.156	-1.445	-1.385	-1.471	-2.187	2.888	-0.589	0.348	2.974	-2.647	1.283	0.475		H 2	0.675
X 2	0.838	1.207	2.621	-2.721	-1.997	2.962	0.489	2.880	1.164	0.185	2.349	-2.605	0.554	1.495		H 3	-0.316
X 3	2.644	-1.584	0.086	-2.904	-1.894	-0.301	-3.653	-0.751	-2.259	3.259	1.154	-1.943	0.930	3.351		H 4	0.751
X 4	-2.495	-0.773	-2.601	-0.176	2.309	1.516	-1.449	-2.705	0.099	-1.409	0.097	-2.635	-2.784	0.146		H 5	0.795
X 5	1.396	0.226	-1.388	-0.127	2.927	-3.322	-1.133	-2.080	3.181	2.239	-2.806	-3.051	-3.690	0.491	Hidden	H 6	-0.012
X 6	-2.216	-1.602	1.669	3.129	0.449	0.051	0.877	1.814	3.434	1.786	2.109	-1.402	-0.652	1.839		H 7	-0.948
X 7	-3.134	-3.399	-0.253	1.838	2.880	-1.079	-0.406	1.548	-1.490	-0.534	-0.683	2.262	0.193	3.390		H 8	0.915
Input X 8	-1.621	-1.514	-0.875	-0.392	0.482	1.600	2.317	2.555	1.910	3.716	-1.756	-0.227	0.413	-0.284		H 9	0.104
X 9	-0.443	1.550	2.794	2.784	-1.546	-2.351	-0.063	-1.134	3.392	-3.897	-2.449	1.445	-1.845	1.732		H 10	0.293
X 10	2.585	-0.416	2.300	-0.158	3.046	2.788	-0.399	-1.574	-0.765	1.303	2.212	-1.822	-0.454	-3.777		H 11	-0.072
X 11	1.977	2.707	-3.297	-1.212	-2.280	1.850	-2.613	1.878	2.291	-3.579	1.058	2.600	-3.253	-2.549		H 12	0.939
X 12	2.186	-1.578	2.564	-3.508	1.569	-2.464	2.680	2.554	3.190	0.236	2.092	0.628	1.534	-0.270		H 13	0.388
X 13	-2.830	0.031	-1.784	1.161	1.699	-0.645	-1.738	0.463	2.025	-1.418	-2.496	-1.146	2.094	-1.658		H 14	0.950
X 14	0.621	-2.423	3.106	0.472	-2.622	-3.078	-2.057	-0.296	-0.360	-0.109	0.035	3.069	-0.482	-2.353		biases	-0.418
X 15	1.963	3.795	-1.933	-2.909	1.382	-2.605	2.201	2.198	-0.364	-1.144	-2.903	-0.144	3.061	1.674			
X 16	2.641	-2.660	0.722	2.295	2.244	-0.768	-3.720	-2.855	1.298	-0.066	-2.350	1.971	3.578	-2.079			
biases	-5.545	7.369	-4.729	3.715	-2.361	4.420	5.680	-3.438	-8.840	0.812	2.459	0.537	2.554	2.490			
Trained Weight																Output	
Hidden																O	
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14		H 1	0.437
X 1	0.358	-2.915	1.070	-1.865	-1.731	-1.648	-2.355	2.672	-0.544	0.059	2.929	-2.727	0.940	0.265		H 2	0.271
X 2	0.867	1.031	2.567	-3.154	-2.263	2.776	0.217	2.665	1.339	-0.135	2.183	-2.636	0.307	1.276		H 3	0.247
X 3	2.645	-1.753	0.033	-3.347	-2.165	-0.452	-3.824	-0.944	-2.280	3.002	1.103	-2.026	0.564	3.194		H 4	0.244
X 4	-2.495	-1.105	-2.704	-0.791	1.836	1.280	-1.766	-3.007	0.097	-1.817	-0.010	-2.773	-3.236	-0.117		H 5	0.586
X 5	1.493	-0.047	-1.412	-0.624	2.360	-3.583	-1.293	-2.325	3.230	1.899	-2.847	-3.097	-4.208	0.269	Hidden	H 6	0.280
X 6	-2.223	-1.890	1.539	2.730	0.324	-0.141	0.755	1.590	3.433	1.511	2.075	-1.517	-0.897	1.700		H 7	-0.465
X 7	-3.149	-3.820	-0.419	1.233	2.293	-1.333	-0.542	1.209	-1.375	-0.931	-0.794	2.046	-0.203	3.177		H 8	0.199
Input X 8	-1.499	-1.616	-0.876	-0.765	0.515	-1.447	2.112	2.352	2.176	3.412	-1.923	-0.216	0.240	-0.478		H 9	0.489
X 9	-0.423	1.328	2.692	2.267	-1.504	-2.572	-0.372	-1.371	3.546	-4.247	-2.621	1.327	-2.131	1.503		H 10	-0.035
X 10	2.519	-0.520	2.219	-0.678	2.897	2.551	-0.794	-1.736	-0.359	0.981	2.042	-1.808	-0.539	-4.061		H 11	-0.250
X 11	2.036	2.657	-3.310	-1.467	-2.278	1.767	-2.857	1.757	2.355	-3.765	0.952	2.609	-3.373	-2.682		H 12	0.238
X 12	2.352	-1.745	2.558	-4.119	0.760	-2.607	2.304	2.298	2.999	-0.102	1.921	0.534	1.120	-0.512		H 13	0.304
X 13	-2.903	-0.215	-1.883	0.692	1.711	-0.850	-2.064	0.242	2.246	-1.748	-2.688	-1.253	1.918	-1.869		H 14	-0.040
X 14	0.797	-2.563	3.064	-0.067	-3.178	-3.238	-2.451	-0.527	-0.236	-0.473	-0.025	3.028	-0.881	-2.624		biases	-0.274
X 15	1.859	3.549	-2.046	-3.434	1.262	-2.841	2.001	1.945	-0.070	-1.484	-3.033	-0.251	2.859	1.433			
X 16	2.565	-2.883	0.589	1.886	2.056	-0.989	-3.957	-3.070	1.463	-0.366	-2.460	1.811	3.294	-2.270			
biases	-5.526	6.958	-4.847	2.648	-3.352	3.999	5.262	-3.890	-8.651	0.158	2.314	0.347	1.831	1.981			

資料來源：本研究整理

表A-33：隱藏層神經元數 = 14、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.1下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	496	62
	出險	124	502

資料來源：本研究整理

表A-34：隱藏層神經元數為15，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 15	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
	0.1	0.785	0.819	0.825	0.802	0.796	0.809	0.792	0.834	0.797	0.831
	0.2	0.819	0.833	0.838	0.808	0.670	0.832	0.803	0.798	0.844	0.827
	0.3	0.750	0.778	0.854	0.771	0.660	0.799	0.740	0.715	0.847	0.700
	0.4	0.683	0.499	0.787	0.521	0.653	0.718	0.675	0.837	0.698	0.802
Learning Rate	0.5	0.628	0.644	0.617	0.612	0.731	0.785	0.538	0.694	0.508	0.677
	0.6	0.524	0.639	0.651	0.612	0.524	0.524	0.769	0.736	0.519	0.771
	0.7	0.637	0.655	0.669	0.651	0.693	0.654	0.678	0.704	0.521	0.650
	0.8	0.657	0.762	0.504	0.642	0.639	0.515	0.524	0.689	0.611	0.655
	0.9	0.724	0.513	0.561	0.524	0.514	0.514	0.524	0.694	0.503	0.609
	1	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.476	0.476	0.524	0.524	0.524

資料來源：本研究整理

表A-35：隱藏層神經元數 = 15、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.3下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight																Output		
Hidden																O		
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 1		
X 1	3.024	-1.909	2.850	3.502	2.229	2.027	-1.676	1.876	-3.231	-0.236	-3.182	-3.409	-1.692	-0.512	-3.156	H 1	0.394	
X 2	2.373	2.474	2.273	0.112	3.016	-1.461	2.169	-1.499	-2.708	-1.368	-2.694	1.242	-2.563	-1.190	2.596	H 2	0.372	
X 3	-1.403	-2.096	1.952	-0.547	2.875	-3.444	-0.537	-2.570	0.408	3.122	-2.639	2.776	2.792	2.399	-2.250	H 3	-0.662	
X 4	-0.035	2.553	0.982	0.362	0.484	0.032	-2.702	-3.214	2.326	2.141	-2.841	-1.321	0.277	1.548	0.165	H 4	0.849	
X 5	-2.354	2.065	2.260	0.081	0.223	-2.517	1.743	1.264	0.981	-2.275	-3.274	1.749	1.924	-2.974	2.763	H 5	0.194	
X 6	-1.143	-1.169	-1.450	0.583	3.135	0.661	3.282	0.318	-1.723	1.046	-0.259	-2.377	-1.801	-1.868	3.128	Hidden	H 6	-0.364
X 7	0.109	-3.345	-1.457	1.563	2.190	2.365	0.679	-1.559	1.634	-0.290	-0.032	0.784	2.055	1.721	1.464	H 7	0.805	
Input	X 8	-3.753	-3.375	2.977	0.412	1.493	-1.692	2.605	2.901	1.683	3.829	-2.267	-3.185	-2.976	1.322	1.397	H 8	-0.831
	X 9	-3.046	2.727	1.753	-3.462	-1.460	-3.481	-2.101	1.457	-2.183	-0.053	-0.476	2.140	-2.584	1.991	1.180	H 9	-0.121
	X 10	-3.274	0.386	2.190	0.242	2.177	-1.229	1.843	-2.124	1.584	-3.663	0.922	-0.595	1.476	-1.002	0.280	H 10	-0.517
	X 11	0.626	-0.976	-1.130	3.194	-1.442	-1.552	0.954	-2.093	2.925	0.299	2.765	0.278	-0.361	0.762	3.069	H 11	0.774
	X 12	-2.261	0.449	1.848	0.947	-3.221	-2.654	0.454	-2.552	0.341	-0.256	-0.217	-3.282	0.053	-2.702	0.552	H 12	0.582
	X 13	2.007	0.209	2.064	-2.254	1.108	0.543	2.040	1.932	-1.885	-2.100	2.014	0.031	1.054	3.377	0.983	H 13	-0.414
	X 14	0.949	3.086	3.028	3.013	0.321	2.606	1.873	-1.653	2.624	-3.112	0.320	-0.210	2.276	-1.167	0.859	H 14	-0.339
	X 15	-0.183	0.279	0.235	-2.449	2.118	1.365	1.984	2.222	3.051	0.990	-0.770	-3.027	2.725	2.498	-0.067	biases	0.114
	X 16	0.763	-1.212	2.539	-3.127	2.032	1.838	3.471	2.136	0.513	-1.680	2.621	-1.290	-2.952	3.164	-3.541		
	biases	0.485	2.770	-13.825	-2.982	-10.060	2.349	-7.567	1.580	-3.643	-0.513	3.324	2.954	-2.221	-6.526	-8.028		
Trained Weight																Output		
Hidden																O		
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 1		
X 1	3.048	-2.042	2.887	3.267	2.213	1.933	-1.795	1.751	-3.300	0.010	-3.187	-3.429	-1.629	-0.278	-3.225	H 1	-0.218	
X 2	2.361	2.397	2.265	-0.033	3.004	-1.540	1.898	-1.570	-2.804	1.315	-2.753	1.214	-2.566	-1.036	2.598	H 2	0.155	
X 3	-1.424	-2.221	2.024	-0.567	2.974	-3.490	-0.899	-2.700	0.358	3.233	-2.739	2.749	2.805	2.358	-2.231	H 3	-0.372	
X 4	-0.073	2.475	1.066	0.254	0.497	-0.315	-2.854	-3.234	2.221	2.170	-2.945	-1.353	0.177	1.869	0.259	H 4	0.370	
X 5	-2.308	1.908	2.265	0.004	0.293	-2.642	1.507	1.056	0.885	-2.064	-3.286	1.730	1.920	-2.552	2.816	H 5	-0.208	
X 6	-1.119	-1.191	-1.470	0.378	3.119	0.509	2.893	0.285	-1.780	1.061	0.227	-2.395	-1.719	-1.583	3.129	Hidden	H 6	-0.190
X 7	0.172	-3.438	-1.282	1.362	2.188	1.966	0.471	-1.647	1.538	0.113	-0.152	0.765	2.159	1.832	1.517	H 7	0.837	
Input	X 8	-3.723	-3.421	3.051	0.332	1.503	-1.774	2.523	2.752	1.585	3.961	-2.375	-3.195	-2.980	1.276	1.388	H 8	0.186
	X 9	-3.052	2.684	1.745	-3.546	-1.493	-3.685	-1.885	1.416	-2.295	-0.186	-0.581	2.113	-2.619	2.322	1.136	H 9	-0.449
	X 10	-3.276	0.347	2.124	-0.020	2.115	-1.288	1.710	-2.238	1.463	-3.803	0.928	-0.623	1.412	-0.411	0.307	H 10	-0.273
	X 11	0.628	-0.976	-1.121	3.188	-1.418	-1.658	0.938	-2.152	2.844	0.186	2.649	0.256	-0.330	0.710	3.034	H 11	0.036
	X 12	-2.227	0.386	1.717	0.966	-3.240	-2.770	0.461	-2.644	0.236	-0.232	-0.351	-3.324	0.002	-2.428	0.540	H 12	-0.220
	X 13	2.041	0.209	1.952	-2.360	1.071	0.273	2.331	1.969	-1.953	-2.273	2.001	0.020	0.979	3.896	0.946	H 13	0.676
	X 14	0.952	2.987	3.080	2.927	0.406	2.600	1.185	-1.849	2.514	-2.901	0.242	-0.251	2.353	-1.416	0.958	H 14	-0.415
	X 15	-0.187	0.205	0.180	-2.578	2.090	1.062	2.147	2.213	2.967	1.092	-0.841	-3.037	2.684	2.926	-0.047	biases	0.143
	X 16	0.829	-1.275	2.687	-3.235	1.983	1.596	3.329	2.061	0.428	-1.532	2.610	-1.298	-2.919	3.527	-3.503		
	biases	0.462	2.630	-13.825	-3.231	-10.048	2.134	-7.959	1.379	-3.840	-0.493	3.133	2.885	-2.275	-6.026	-8.023		

資料來源：本研究整理

表A-36：隱藏層神經元數 = 15、學習率 = 0.3、慣性項 = 0.3下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	518	71
	出險	102	493

資料來源：本研究整理



表A-37：隱藏層神經元數為16，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 16	Training Data										
	Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
	0.1	0.802	0.826	0.816	0.817	0.836	0.774	0.818	0.812	0.780	0.818
	0.2	0.840	0.818	0.823	0.827	0.804	0.828	0.837	0.845	0.793	0.825
	0.3	0.682	0.685	0.467	0.772	0.802	0.748	0.832	0.842	0.836	0.741
	0.4	0.700	0.760	0.789	0.731	0.704	0.817	0.817	0.716	0.802	0.671
Learning Rate	0.5	0.661	0.608	0.666	0.658	0.715	0.705	0.675	0.756	0.802	0.800
	0.6	0.688	0.734	0.605	0.513	0.652	0.632	0.686	0.766	0.675	0.520
	0.7	0.620	0.524	0.752	0.524	0.821	0.639	0.524	0.503	0.524	0.789
	0.8	0.524	0.657	0.670	0.755	0.524	0.523	0.679	0.510	0.636	0.512
	0.9	0.512	0.670	0.524	0.590	0.693	0.524	0.524	0.523	0.519	0.524
	1	0.476	0.524	0.476	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476

資料來源：本研究整理

表A-38：隱藏層神經元數 = 16、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.8下，網路權重訓練前後之匯總

																	Initial Weight																Output																
																	Hidden																O																
																	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	O
	X 1	3.043	-2.615	-2.948	-1.079	1.718	1.311	2.742	2.496	-2.348	-0.253	0.664	-0.113	3.603	-1.104	-1.096	-1.095	H 1	0.749																														
	X 2	1.834	2.433	-0.920	0.647	-2.769	1.491	-0.773	-3.060	-1.059	-0.950	-0.983	3.657	1.816	0.199	-2.465	-3.019	H 2	-0.844																														
	X 3	-0.503	1.710	-0.016	2.999	2.569	1.339	2.158	-2.685	-3.747	2.056	3.236	-1.724	-1.423	-2.364	3.285	3.331	H 3	-0.299																														
	X 4	-0.695	3.618	2.845	0.481	2.088	-1.356	1.735	0.347	-1.830	0.218	2.417	-0.566	0.953	-2.107	-3.019	3.531	H 4	-0.585																														
	X 5	2.823	-0.352	3.449	1.757	1.247	-2.436	-2.376	-3.075	1.833	2.815	3.777	-2.326	-0.852	3.545	-2.051	0.496	H 5	0.696																														
	X 6	-0.016	-1.372	-2.768	2.882	0.068	-4.031	-1.839	-0.072	-2.814	1.372	-0.441	1.572	-3.365	-1.540	2.697	0.250	Hidden	H 6	-0.500																													
	X 7	1.051	2.326	-3.000	1.995	1.497	1.405	-2.341	1.827	-0.116	-1.181	2.767	-1.437	-0.989	3.119	-1.482	0.313	H 7	0.578																														
Input	X 8	0.942	1.445	3.017	-0.988	2.882	3.136	0.268	-1.445	3.732	-3.308	0.685	-2.285	0.377	1.377	-1.352	2.188	H 8	0.759																														
	X 9	2.042	0.490	0.048	2.558	2.546	1.041	-2.537	0.670	0.453	-2.497	0.143	-0.454	-3.295	2.935	0.353	-3.129	H 9	0.365																														
	X 10	2.255	1.331	0.617	-2.588	1.720	3.125	0.205	1.443	-0.392	-3.253	0.187	-2.224	-2.378	1.709	0.674	2.168	H 10	-0.309																														
	X 11	-1.238	-1.839	0.063	1.158	-2.348	2.066	-2.489	-3.154	-2.582	-1.599	0.376	0.992	-0.824	0.050	1.324	1.168	H 11	-0.445																														
	X 12	2.396	2.043	0.182	2.747	-0.516	1.418	1.999	2.593	-0.483	2.711	-3.837	2.904	-3.440	-0.782	3.372	-0.006	H 12	0.126																														
	X 13	2.561	2.348	2.039	-1.947	1.875	0.096	-2.583	-2.407	-0.237	2.108	2.018	1.043	1.744	-3.024	-3.178	1.911	H 13	-0.175																														
	X 14	-3.132	-2.711	-0.854	3.229	2.514	2.242	-1.116	1.510	-1.694	-1.747	2.570	-1.836	-0.719	-0.150	-0.895	0.425	H 14	-0.388																														
	X 15	1.783	-0.501	-2.825	-1.557	0.636	-1.931	1.772	0.598	-0.509	-1.919	-0.271	2.936	1.730	3.003	-0.117	3.245	H 15	-0.848																														
	X 16	-3.148	2.888	0.851	-1.835	-3.185	1.357	-3.347	1.964	-3.100	2.002	-1.822	-3.131	1.157	1.053	-1.413	-0.003	biases	0.659																														
	biases	-9.329	-2.735	2.552	-3.232	-7.826	-6.246	3.595	1.003	7.224	1.048	-4.633	-0.057	4.950	-5.402	-0.204	-9.218																																
																	Trained Weight																Output																
																	Hidden																O																
																	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	O
	X 1	2.893	-2.667	-3.119	-1.291	1.667	1.259	2.974	2.265	-2.528	-0.372	0.605	-0.130	3.401	-1.183	-1.106	-1.192	H 1	0.306																														
	X 2	1.762	2.360	-1.119	0.595	-2.825	1.422	-0.654	-3.286	-1.326	-1.052	-1.015	3.625	1.638	0.107	-2.457	-3.144	H 2	-0.105																														
	X 3	-0.527	1.644	-0.170	2.702	2.554	1.262	2.150	-2.877	-4.034	1.976	2.979	-1.766	-1.610	-2.432	3.283	3.184	H 3	0.215																														
	X 4	-0.856	3.555	2.692	0.205	2.055	-1.441	1.967	0.027	-2.255	0.077	2.147	-0.625	0.648	-2.233	-3.031	3.319	H 4	-0.496																														
	X 5	2.605	-0.410	3.316	1.512	1.248	-2.504	-2.233	-3.349	1.505	2.679	3.728	-2.346	-1.080	3.431	-2.023	0.347	H 5	0.265																														
	X 6	-0.072	-1.387	-2.895	2.444	0.125	-4.088	-1.434	-0.253	-2.992	1.286	-0.626	1.566	-3.643	-1.603	2.658	0.089	Hidden	H 6	-0.779																													
	X 7	0.783	2.291	-3.132	1.674	1.489	1.320	-2.172	1.489	-0.433	-1.337	2.582	-1.482	-1.329	2.974	-1.486	0.076	H 7	-0.072																														
Input	X 8	0.840	1.395	2.939	-1.330	2.914	3.047	0.356	-1.683	3.544	-3.402	0.422	-2.341	0.103	1.287	-1.338	2.003	H 8	-0.465																														
	X 9	1.916	0.420	-0.127	2.390	2.501	0.958	-2.540	0.421	0.110	-2.599	-0.024	-0.528	-3.555	2.824	0.348	-3.298	H 9	-0.066																														
	X 10	2.105	1.285	0.456	-2.751	1.704	3.048	0.200	1.202	-0.640	-3.358	-0.111	-2.278	-2.607	1.605	0.665	1.997	H 10	-0.509																														
	X 11	-1.264	-1.890	-0.021	1.161	-2.363	2.012	-2.553	-3.285	-2.774	-1.643	0.328	0.956	-0.964	0.005	1.325	1.057	H 11	-0.061																														
	X 12	2.320	1.952	-0.006	2.525	-0.547	1.302	1.638	2.333	-0.758	2.593	-4.072	2.833	-3.695	-0.880	3.416	-0.215	H 12	-0.050																														
	X 13	2.520	2.319	1.978	-2.367	1.981	0.024	-2.705	-2.659	-0.560	2.005	1.612	0.982	1.479	-3.117	-3.188	1.685	H 13	0.013																														
	X 14	-3.234	-2.802	-1.006	2.899	2.442	2.147	-1.036	1.231	-2.070	-1.874	2.414	-1.872	-0.963	-0.245	-0.850	0.258	H 14	0.176																														
	X 15	1.746	-0.535	-2.867	-1.936	0.720	-2.022	1.647	0.322	-0.843	-2.027	-0.624	2.867	1.403	2.901	-0.143	3.019	H 15	0.094																														
	X 16	-3.154	2.858	0.755	-2.076	-3.121	1.287	-3.548	1.738	-3.387	1.906	-1.946	-3.175	0.883	0.959	-1.433	-0.211	biases	1.220																														
	biases	-9.542	-2.884	2.248	-3.760	-7.852	-6.400	3.885	0.493	6.607	0.818	-5.059	-0.132	4.509	-5.577	-0.195	-9.515																																

資料來源：本研究整理

表A-39：隱藏層神經元數 = 16、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.8下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	505	69
	出險	115	495

資料來源：本研究整理

表A-40：隱藏層神經元數為17，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 17	Training Data										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.819	0.808	0.818	0.814	0.806	0.813	0.803	0.845	0.791	0.831	
0.2	0.833	0.810	0.842	0.849	0.726	0.813	0.781	0.838	0.808	0.764	
0.3	0.751	0.818	0.778	0.724	0.706	0.683	0.764	0.814	0.784	0.670	
0.4	0.697	0.706	0.671	0.785	0.742	0.783	0.655	0.667	0.733	0.658	
Learning Rate	0.5	0.731	0.787	0.773	0.629	0.720	0.644	0.799	0.703	0.684	0.693
	0.6	0.492	0.523	0.508	0.631	0.693	0.524	0.508	0.666	0.666	0.524
	0.7	0.774	0.644	0.730	0.678	0.774	0.616	0.829	0.575	0.655	0.728
	0.8	0.626	0.709	0.524	0.524	0.524	0.524	0.515	0.524	0.647	0.664
	0.9	0.625	0.675	0.524	0.524	0.631	0.753	0.617	0.503	0.693	0.524
	1	0.476	0.524	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476

資料來源：本研究整理

表A-41：隱藏層神經元數 = 17、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.4下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight																	Output																		
Hidden																	O																		
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	Output
X 1	-0.731	2.467	1.097	3.994	-2.546	-3.515	-1.795	-0.222	-2.413	0.452	1.816	-0.242	1.334	0.042	2.640	3.328	-1.219	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.995
X 2	-0.653	-0.095	-3.259	0.431	1.836	3.120	0.251	3.115	-0.109	-2.928	0.533	2.648	2.830	0.578	-2.832	1.103	-1.077	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.219	
X 3	-1.804	2.733	-1.866	4.364	2.709	0.829	-2.807	1.229	3.653	3.139	0.474	-3.534	-2.236	2.495	-1.266	-3.017	3.121	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.970		
X 4	-3.708	0.244	2.112	-1.641	2.301	2.894	-2.135	-3.191	2.365	-3.269	1.780	-2.151	1.515	-3.324	1.488	-0.131	1.443	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.264			
X 5	3.395	-0.607	-1.189	-2.234	-2.883	1.535	-1.158	-1.215	-3.508	-2.878	-0.383	3.095	-3.402	0.314	-1.289	0.541	1.248	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.550				
X 6	0.711	-1.378	-2.722	-0.882	2.850	1.739	3.397	-3.051	0.735	0.446	1.103	1.760	-0.779	3.247	-1.996	0.532	3.415	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.947					
X 7	-0.683	2.405	3.099	-0.141	1.763	0.050	2.322	0.906	-2.695	-0.808	-4.028	-0.144	-3.354	2.290	-3.148	0.241	0.876	Hidden	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.558						
Input	X 8	1.507	2.666	-2.282	-0.358	2.280	2.947	-1.319	0.841	0.942	-0.975	-0.115	2.698	0.864	3.660	2.778	-1.019	-1.550	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.997							
X 9	1.486	-1.729	-0.459	4.016	-1.751	-0.819	-1.067	1.876	2.758	3.131	2.185	-1.697	1.598	1.530	-0.512	-2.796	2.943	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.912									
X 10	0.440	-0.390	-0.343	-1.348	2.737	3.346	2.989	-2.865	-0.187	-3.200	-3.085	0.995	-2.087	1.845	-2.217	0.415	-1.606	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.408										
X 11	-2.262	-2.516	-0.221	0.561	1.337	3.122	3.606	-0.587	-1.534	1.613	2.869	0.787	1.703	2.847	1.771	0.822	0.082	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.735											
X 12	-1.413	2.369	1.135	-0.496	1.314	-3.295	-1.720	1.083	0.394	-0.792	-2.034	3.448	0.545	1.912	1.471	0.061	0.082	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.745												
X 13	-1.389	2.745	-2.069	2.093	-1.350	0.756	1.270	-0.447	-2.021	-2.123	-0.690	-0.564	2.557	0.836	0.178	2.978	-3.088	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.060													
X 14	2.132	2.716	-3.401	0.440	1.424	-0.921	-0.802	1.974	0.063	0.482	-3.275	-0.768	-1.059	-1.044	1.715	-2.341	0.481	H 15	H 16	H 17	-0.165														
X 15	-3.002	-2.035	0.183	-1.159	1.858	-0.116	1.464	2.161	3.264	1.207	-3.001	0.002	1.803	-1.838	-2.082	2.591	-1.556	H 16	H 17	-0.437															
X 16	3.475	-2.626	2.979	-1.267	-1.103	0.651	2.630	-1.178	-1.076	-1.095	2.128	-2.528	1.489	2.783	-3.192	-3.095	3.521	H 17	-0.748																
biases	4.593	-6.409	1.096	-5.275	-4.716	-3.272	-1.485	-1.894	-0.788	5.791	4.853	-3.569	-0.572	-5.968	5.788	1.805	-7.744	biases	-0.395																
Trained Weight																	Output																		
Hidden																	O																		
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	Output
X 1	-1.017	2.390	1.001	3.953	-2.587	-3.826	-1.944	-0.416	-2.594	0.266	1.587	-0.394	1.113	-0.340	2.402	2.938	-1.004	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.167
X 2	-0.936	-0.176	-3.335	0.366	1.727	2.793	-0.112	2.875	-0.263	-3.182	0.293	2.476	2.569	0.236	-3.059	0.753	-0.905	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.078	
X 3	-2.147	2.653	-1.940	4.228	2.434	0.545	-2.882	1.067	3.585	2.918	0.308	-3.628	-2.369	2.347	-1.541	-3.387	3.176	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.184		
X 4	-4.167	0.135	1.966	-1.726	2.133	2.454	-2.211	-3.489	2.159	-3.580	1.481	-2.372	1.235	-3.689	1.054	-0.653	1.630	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.539			
X 5	3.076	-0.695	-1.276	-2.320	-3.063	-1.200	-1.221	-1.437	-3.693	-3.213	-0.634	2.920	-3.632	-0.006	-1.637	0.094	1.353	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.675				
X 6	0.464	-1.460	-2.811	-0.956	2.881	1.434	3.037	-3.194	0.493	0.284	0.873	1.554	-0.966	2.909	-2.274	0.334	3.637	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.092					
X 7	-1.137	2.268	2.942	-0.147	1.580	-0.410	2.376	0.593	-2.943	-1.085	-4.384	-0.399	-3.679	1.873	-3.545	-0.284	1.067	Hidden	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.888						
Input	X 8	1.205	2.580	-2.376	-0.414	2.079	2.633	-1.201	0.645	0.750	-1.205	-0.365	2.522	0.703	3.395	2.498	-1.550	-1.503	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.089							
X 9	1.040	-1.802	-0.581	3.911	-2.034	-1.151	-0.839	1.645	2.556	2.848	1.944	-1.840	1.446	1.318	-0.939	-3.344	2.871	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.376									
X 10	0.106	-0.479	-0.462	-1.468	2.576	2.979	2.615	-3.040	-0.326	-3.457	-3.326	0.821	-2.253	1.585	-2.507	0.011	-1.407	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	-0.343										
X 11	-2.470	-2.561	-0.283	0.551	1.151	-0.324	3.116	3.500	-0.706	-1.696	-1.583	1.541	2.735	0.708	1.508	2.571	1.754	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.057											
X 12	-1.785	2.270	1.037	-0.572	1.018	-3.639	-1.991	0.850	0.253	-1.105	-2.263	3.298	0.335	1.606	1.122	-0.390	0.196	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	0.147												
X 13	-1.817	2.666	-2.187	1.993	-1.700	0.431	1.690	-0.663	-2.153	-2.350	-0.921	-0.707	2.399	0.765	-0.271	2.531	-3.110	H 14	H 15	H 16	H 17	0.099													
X 14	1.793	2.612	-3.490	0.365	1.208	-1.266	-1.086	1.760	-0.088	0.121	-3.507	-0.891	-1.334	-1.323	1.432	-2.739	0.494	H 15	H 16	H 17	-0.551														
X 15	-3.467	-2.121	0.045	-1.267	1.580	-0.496	1.741	1.918	3.031	1.048	-3.284	-0.184	1.599	-1.955	-2.472	2.039	-1.457	H 16	H 17	-0.506															
X 16	3.103	-2.692	2.896	-1.364	-1.334	0.350	2.703	-1.404	-1.268	-1.286	1.881	-2.689	1.234	2.534	-3.548	-3.594	3.635	H 17	-0.610																
biases	3.930	-6.576	0.887	-5.447	-5.106	-3.962	-2.020	-2.340	-1.144	5.284	4.360	-3.897	-1.105	-6.524	5.232	1.087	-7.649	biases	0.510																

資料來源：本研究整理

表A-42：隱藏層神經元數 = 17、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.4下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	510	69
	出險	110	495

資料來源：本研究整理

表A-43：隱藏層神經元數為18，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Num_neuron = 18	Training Data										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.827	0.833	0.837	0.845	0.797	0.834	0.781	0.801	0.800	0.796	
0.2	0.793	0.821	0.823	0.795	0.808	0.851	0.824	0.822	0.795	0.835	
0.3	0.756	0.813	0.773	0.764	0.688	0.524	0.649	0.791	0.840	0.751	
0.4	0.649	0.780	0.814	0.653	0.671	0.657	0.825	0.473	0.730	0.693	
Learning Rate	0.5	0.729	0.676	0.632	0.660	0.709	0.742	0.523	0.658	0.632	0.745
	0.6	0.670	0.524	0.628	0.663	0.510	0.791	0.499	0.676	0.666	0.524
	0.7	0.524	0.645	0.524	0.524	0.498	0.524	0.497	0.514	0.654	0.485
	0.8	0.510	0.513	0.513	0.519	0.592	0.659	0.524	0.504	0.524	0.510
	0.9	0.673	0.524	0.647	0.524	0.620	0.662	0.524	0.524	0.656	0.521
	1	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.476

表A-44：隱藏層神經元數 = 18、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight																			
Hidden																			
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	
X 1	-2.089	-2.778	-1.809	2.612	-0.727	-2.428	-2.751	-2.989	3.427	-0.171	3.469	-2.586	0.965	2.742	-0.639	-2.538	-2.383	-1.166	
X 2	1.625	-1.021	-2.757	-3.087	1.525	2.149	-2.568	4.020	-0.494	1.216	-3.008	-2.718	1.809	2.567	2.705	-2.961	-0.526	1.897	
X 3	3.216	-2.727	-1.004	1.958	-1.061	0.569	1.137	2.829	1.511	-1.707	0.921	0.453	2.254	2.073	0.640	2.558	0.445	-1.549	
X 4	-3.278	2.088	-0.839	-1.730	3.484	0.237	-0.969	-0.433	3.156	-3.087	-1.016	-2.845	-2.647	-0.127	2.568	-1.577	-1.980	-1.848	
X 5	-2.299	-1.169	2.163	0.563	1.351	2.077	-1.887	2.798	-1.301	-0.328	-1.219	1.329	2.787	-1.522	-2.465	-2.124	2.235	2.330	
X 6	-3.281	-1.202	-2.312	-1.037	-3.462	-3.687	-1.470	-0.798	1.583	-2.559	-2.612	1.020	-0.518	1.919	1.723	-1.820	-2.212	2.801	
X 7	3.226	3.008	-2.858	-2.079	3.341	0.121	-2.280	0.165	2.110	-3.497	0.026	1.281	2.463	0.722	3.639	0.047	2.081	1.062	
Input X 8	-2.396	3.403	1.967	3.533	-2.442	1.765	-1.166	0.925	-1.902	0.816	2.745	0.115	-2.741	0.119	-0.090	1.639	-0.139	-3.302	
X 9	-0.061	0.160	2.543	-2.701	0.019	0.686	-0.449	-0.732	-1.367	-1.289	0.060	-2.991	2.576	0.235	2.871	1.578	-2.901	1.583	
X 10	0.121	1.540	2.791	-0.841	2.626	2.191	3.283	-1.931	1.351	-1.262	-2.864	0.525	-0.507	-3.828	2.134	-2.486	-3.010	-1.288	
X 11	-0.344	2.916	1.398	2.328	-1.667	-1.619	2.382	2.474	-2.665	1.264	-0.532	2.827	2.782	-1.829	1.956	3.294	-2.898	2.192	
X 12	-0.972	1.441	-2.639	-2.208	-0.762	2.243	3.132	-0.534	-1.222	-1.982	-2.583	-3.061	2.146	-0.724	2.470	-0.960	-0.380	0.531	
X 13	-2.183	0.518	1.521	-0.878	2.330	-1.462	0.975	-2.747	-1.043	-4.708	1.089	-1.539	1.240	4.152	1.190	2.130	1.611	3.248	
X 14	-0.168	-2.738	-2.244	-0.393	-2.519	2.671	1.599	-1.496	3.437	1.790	2.121	-0.426	1.531	-2.153	0.055	1.366	-3.410	-2.345	
X 15	0.557	2.232	-1.743	1.355	0.929	1.126	-2.557	2.579	-2.938	-1.618	2.665	3.037	-1.727	1.327	1.711	2.638	-1.173	1.789	
X 16	1.961	-0.777	1.454	2.809	0.612	-3.863	2.267	0.769	0.087	-0.215	1.889	-2.265	-2.513	-1.775	-2.495	-1.332	2.096	2.704	
biases	6.537	0.513	4.750	-2.272	-0.013	-0.008	1.649	-1.857	-2.062	5.912	0.017	2.937	-3.569	-0.174	-11.157	-2.292	3.312	-8.174	
Trained Weight																			
Hidden																			
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	biase
O	-0.654	0.531	0.837	-0.02	0.617	-0.605	-0.79	-0.944	0.163	0.641	0.499	-0.754	0.269	-0.777	0.966	0.154	-0.725	-0.213	0.59
Trained Weight																			
Hidden																			
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	
X 1	-2.556	-3.383	-2.443	2.601	-1.190	-3.059	-3.077	-3.350	3.188	-0.202	3.064	-2.699	0.738	2.201	-0.867	-2.567	-2.417	-0.916	
X 2	1.127	-1.695	-3.420	-3.086	1.099	1.492	-2.873	3.607	-0.786	1.207	-3.388	-2.926	1.648	1.955	2.481	-3.041	-0.525	2.047	
X 3	2.862	-3.285	-1.538	1.949	-1.489	0.067	0.928	2.419	1.261	-1.715	0.601	0.323	2.100	1.553	0.434	2.495	0.411	-1.410	
X 4	-4.030	1.351	-1.751	-1.742	2.931	-0.676	-1.433	-1.102	2.793	-3.089	-1.558	-2.994	-2.812	-0.962	2.228	-1.650	-2.034	-1.478	
X 5	-2.931	-1.885	1.426	0.566	0.936	1.358	-2.181	2.328	-1.684	-0.373	-1.638	1.171	2.535	-2.180	-2.727	-2.182	2.142	2.679	
X 6	-3.859	-1.438	-2.854	-1.040	-3.853	-4.256	-1.792	-1.188	1.371	2.548	-2.903	0.942	-0.638	1.466	1.490	-1.869	-2.345	2.961	
X 7	2.534	2.477	-3.828	-2.087	2.882	-0.841	-2.778	-0.527	1.629	-3.569	-0.495	1.056	2.331	-0.101	3.246	-0.032	1.996	1.423	
Input X 8	-2.941	2.987	1.311	3.526	-2.872	1.094	-1.501	0.508	-2.229	0.800	2.344	-0.061	-2.987	-0.438	-0.308	1.538	-0.137	-2.771	
X 9	-0.686	-0.402	1.778	-2.702	-0.469	-0.101	-0.848	-1.227	-1.714	-1.328	-0.384	-3.205	2.425	-0.460	2.583	1.487	-2.959	1.976	
X 10	-0.456	0.997	2.070	-0.851	2.210	1.414	2.851	-2.369	1.075	-1.307	-3.258	0.448	-0.787	-4.416	1.923	-2.597	-3.272	0.210	
X 11	-0.684	2.639	1.021	2.323	-1.934	-1.966	2.167	2.268	-2.810	1.263	-0.744	2.686	2.712	-2.175	1.815	3.246	-2.876	2.239	
X 12	-1.507	0.590	-3.327	-2.228	-1.353	1.568	2.750	-1.029	-1.465	-1.923	-3.028	-3.160	1.971	-1.375	2.212	-1.017	-0.210	0.535	
X 13	-2.832	0.270	0.819	-0.873	1.984	-2.197	0.597	-3.240	-1.382	-4.746	0.670	-1.729	1.045	3.514	0.952	2.031	1.507	3.873	
X 14	-0.810	-3.354	-2.959	-0.397	-3.029	2.020	1.331	-1.876	3.143	1.776	1.678	-0.637	1.202	-2.807	-0.216	1.273	-3.525	-2.021	
X 15	-0.103	1.783	-2.525	1.343	0.525	0.274	-3.003	2.007	-3.261	-1.645	2.198	2.891	-1.923	0.600	1.459	2.548	-1.238	2.268	
X 16	1.295	-0.993	0.800	2.805	0.307	-4.542	1.881	0.299	-0.309	-0.263	1.514	-2.560	-2.682	-2.361	-2.692	-1.444	2.002	3.359	
biases	5.470	-0.786	3.371	-2.295	-1.044	-1.426	0.948	-2.741	-2.705	5.866	-0.818	2.567	-4.037	-1.463	-11.618	-2.437	3.136	-7.601	
Hidden																			
Output	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	biase
O	0.034	0.246	-0.107	0.137	0.107	0.487	0.402	0.466	-0.25	-0.056	0.083	-0.539	-0.531	0.046	-0.112	-0.066	-0.508	0.822	0.139

表A-45：隱藏層神經元數 = 18、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	506	63
	出險	114	501

資料來源：本研究整理





表A-49：隱藏層神經元數為20，學習率與慣性項變動下，各訓練樣本之分類正確率之匯總

Learning Rate	Training Data Momentum										
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
0.1	0.839	0.806	0.817	0.840	0.845	0.847	0.844	0.829	0.831	0.845	
0.2	0.746	0.703	0.816	0.759	0.848	0.852	0.818	0.820	0.843	0.810	
0.3	0.666	0.685	0.771	0.729	0.688	0.802	0.720	0.732	0.799	0.695	
0.4	0.692	0.816	0.704	0.677	0.805	0.648	0.771	0.657	0.645	0.575	
0.5	0.679	0.703	0.700	0.702	0.523	0.645	0.521	0.710	0.699	0.769	
0.6	0.646	0.650	0.807	0.630	0.714	0.524	0.813	0.677	0.631	0.514	
0.7	0.524	0.508	0.514	0.753	0.524	0.652	0.660	0.670	0.524	0.798	
0.8	0.692	0.510	0.524	0.654	0.521	0.693	0.512	0.519	0.667	0.524	
0.9	0.524	0.523	0.667	0.658	0.648	0.503	0.524	0.611	0.522	0.517	
1	0.476	0.524	0.476	0.524	0.524	0.524	0.524	0.524	0.476	0.476	

表A-50：隱藏層神經元數 = 20、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6下，網路權重訓練前後之匯總

Initial Weight																					
Hidden																					
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	H 20	
X 1	-0.900	1.918	-2.151	0.245	2.552	2.317	2.866	-1.147	1.324	-0.451	-1.353	0.160	4.097	0.218	2.848	-2.158	-2.017	-2.036	-3.488	0.140	
X 2	-1.494	1.402	2.595	3.251	3.235	2.284	2.257	2.828	2.434	-2.306	-2.220	-2.046	-0.546	2.931	-2.580	0.102	-1.668	-1.574	-1.225	-2.522	
X 3	2.022	-2.465	-2.733	2.479	-2.898	3.028	-1.825	2.673	2.692	1.164	-1.609	-1.155	-1.903	-1.219	-1.948	-2.855	0.892	0.140	-2.312	-2.740	
X 4	-2.689	-1.392	1.639	1.575	-3.208	2.239	-2.762	-2.276	0.219	-1.441	-0.520	-3.350	-0.426	-3.232	2.631	0.494	-1.018	-0.590	2.113	3.046	
X 5	-1.325	-0.297	-1.015	-3.488	2.865	2.135	2.112	2.017	-2.952	2.992	-3.416	1.867	-1.912	-2.363	-1.968	-1.220	-1.353	-1.463	3.127	-1.256	
X 6	-2.862	-3.454	-2.756	-0.972	1.474	-0.763	-0.311	-3.313	-2.932	-3.245	0.293	3.178	-2.725	-1.826	-2.548	-0.816	3.259	-2.078	1.458	1.610	
X 7	1.243	0.737	-0.958	-1.042	0.916	-0.988	0.438	-1.843	0.933	-2.205	-2.114	1.698	0.321	-1.112	-0.813	-2.445	2.919	3.512	-2.839	-3.089	
Input X 8	2.289	-3.208	2.475	1.252	-1.365	0.529	1.819	-0.111	-2.818	-1.496	0.677	-2.619	-1.100	-1.587	0.494	0.603	-3.453	3.201	-2.906	0.732	
X 9	2.322	-2.989	0.981	-1.118	1.396	-1.821	0.545	0.836	-2.840	2.527	-0.416	-0.411	2.228	-1.533	-1.756	-0.819	-0.805	-0.792	-0.698	0.097	
X 10	0.352	-3.057	2.725	-2.673	-1.764	-1.059	3.030	3.235	-0.226	2.904	-2.726	1.301	1.713	2.320	2.200	-2.317	-1.268	4.075	-1.141	1.853	
X 11	1.466	-0.304	1.897	-1.358	-0.887	-2.856	-2.919	-1.662	-0.601	-1.459	-2.645	2.255	1.185	3.097	-1.726	-1.907	1.106	0.086	-1.983	0.765	
X 12	3.094	1.051	-2.600	-3.808	0.150	-2.714	1.956	-1.110	-0.090	0.766	1.014	-0.798	1.063	0.214	3.403	2.609	-2.006	1.321	-2.962	1.996	
X 13	2.743	0.428	2.422	2.035	3.179	-0.859	3.081	3.163	1.074	0.007	-3.310	-2.638	3.835	-2.816	-1.786	1.554	3.483	-0.490	-0.666	-2.944	
X 14	-2.218	-2.946	-1.054	0.616	0.062	-3.150	2.740	2.244	-2.271	2.785	2.004	-2.110	1.102	-1.880	-0.044	-3.189	-2.111	2.474	0.806	2.905	
X 15	-1.612	-1.465	-2.889	-2.638	-0.599	2.624	-0.271	0.886	-3.128	2.550	1.561	1.470	-2.235	2.822	-0.135	-3.516	2.363	-2.954	-0.938	1.879	
X 16	2.808	-2.064	0.070	0.118	-2.483	-1.606	-0.198	0.435	-2.363	-1.984	-3.453	3.163	-2.575	1.103	2.968	2.875	0.075	-1.074	-1.701	2.279	
biases	0.757	6.030	3.342	0.453	-3.267	-1.269	-7.523	-2.539	5.240	-0.376	8.939	0.552	-0.172	3.675	1.979	4.547	-1.509	-3.545	4.656	1.001	
Trained Weight																					
Hidden																					
Output H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	H 20	biases	
O	-0.394	0.233	-1	0.132	0.396	-0.039	0.03	0.904	-0.493	-0.473	0.092	0.19	-0.054	-0.399	-0.608	0.129	0.344	-0.12	-0.111	0.244	0.668
Trained Weight																					
Hidden																					
X 1	-1.345	1.859	-2.514	0.190	2.442	2.173	2.663	-1.503	1.554	-0.795	-1.120	-0.109	3.748	0.054	2.413	-2.281	-1.851	-2.097	-3.547	-0.240	
X 2	-1.904	1.360	2.246	3.196	3.124	2.114	2.052	2.458	2.389	-2.640	-2.097	-2.316	-0.956	2.774	-3.055	-0.043	-1.451	-1.651	-1.294	-2.894	
X 3	1.664	-2.466	-3.045	2.453	-2.974	2.930	-1.969	2.372	2.971	0.921	-1.452	-1.201	-2.239	-1.331	-2.339	-2.986	0.762	0.068	-2.360	-3.102	
X 4	-3.200	-1.426	1.148	1.547	-3.347	2.053	-3.042	-2.727	0.441	-1.895	-0.591	-3.746	-0.936	-3.491	2.017	0.315	-0.773	-0.693	2.047	2.662	
X 5	-1.836	-0.371	-1.443	-3.565	2.741	1.970	1.873	1.634	-2.792	2.612	-3.178	1.559	-2.303	-2.568	-2.482	-1.363	-1.221	-1.536	3.064	-1.672	
X 6	-3.152	-3.476	-3.103	-1.072	1.384	-0.857	-0.463	-3.597	-2.726	-3.483	0.551	3.011	-3.004	-1.996	-2.960	-0.913	3.300	-2.143	1.412	1.353	
X 7	0.724	0.641	-1.481	-1.169	0.767	-1.140	0.149	-2.266	1.219	-2.782	-1.847	1.206	-0.122	-1.404	-1.443	-2.575	3.163	3.397	-2.902	-3.566	
Input X 8	1.962	-3.266	2.140	1.184	-1.446	0.407	1.622	-0.441	-2.856	-1.833	0.704	-2.963	-1.443	1.761	0.021	0.475	-3.143	3.114	-2.958	0.458	
X 9	1.911	-3.042	0.534	-1.161	1.283	-1.975	0.314	0.436	-2.818	2.106	-0.768	-0.732	1.792	-1.765	-2.336	-0.991	-0.574	-0.884	-0.769	-0.245	
X 10	-0.020	-3.088	2.331	-2.650	-1.864	-1.220	2.788	2.877	-0.334	2.449	-2.988	1.049	1.300	2.086	1.715	-2.462	-0.933	3.966	-1.223	1.534	
X 11	1.283	-0.325	1.675	-1.406	-0.949	-2.925	-3.028	-1.855	-0.527	-1.657	-2.494	2.143	0.962	3.016	-2.010	-1.989	1.090	0.031	-2.020	0.580	
X 12	2.762	1.011	-3.046	-3.818	0.025	-2.816	1.749	-1.516	-0.283	0.471	0.920	-0.938	0.603	0.120	2.926	2.417	-1.979	1.202	-3.013	1.691	
X 13	2.370	0.338	2.011	2.012	3.065	-1.014	2.850	2.816	1.196	-0.378	-3.916	-2.985	3.443	-3.046	-2.316	1.407	3.846	-0.583	-0.722	-3.180	
X 14	-2.623	-2.964	-1.478	0.532	-0.072	-3.293	2.503	1.849	-2.115	2.419	2.354	-2.305	0.687	-2.055	-0.566	-3.346	-2.119	2.381	0.735	2.516	
X 15	-2.008	-1.545	-3.324	-2.677	-0.703	2.457	-0.514	0.516	-3.058	2.062	1.399	1.143	-2.673	2.527	-0.697	-3.655	2.767	-3.052	-1.010	1.533	
X 16	2.441	-2.158	-0.331	0.043	-2.559	-1.773	-0.412	0.113	-2.338	-2.375	-3.726	2.798	-2.924	0.851	2.480	2.750	0.333	-1.159	-1.752	2.039	
biases	-0.069	5.928	2.551	0.354	-3.494	-1.567	-7.936	-3.300	5.335	-1.121	8.792	-0.015	-1.003	3.302	0.962	4.230	-1.143	-3.723	4.496	0.290	
Hidden																					
Output H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	H 20	biases	
O	0.231	0.176	0.085	0.364	0.085	-0.007	0.116	-0.227	-0.552	0.342	-0.761	-0.715	-0.226	0.308	0.143	-0.052	0.502	0.004	0.12	0.277	0.484

表A-51：隱藏層神經元數 = 20、學習率 = 0.2、慣性項 = 0.6下，訓練樣本之混亂矩陣

		實際情況	
		不出險	出險
預測結果	不出險	508	63
	出險	112	501

資料來源：本研究整理