

以資料探勘技術應用於學生水域安全之研究

黃瓊恩／真理大學

摘 要

臺灣處於亞熱帶島嶼區，四面環海，溪流、湖泊眾多，盛夏熱暑時，學生參與水域活動頻率漸增，因過於熱衷水域活動的樂趣，卻忽略水域潛藏的危險，以致溺水事故頻傳。本研究旨在探討學生之水域活動安全，研究工具採懷卡托智慧分析環境(Waikato Environment for Knowledge Analysis, WEKA)軟體進行資料探勘，包含資料進行預處理、分類演算法、關聯規則等，分析結果得知學生最容易發生溺水的地點於近海處，從5月起至8月期間，特別集中在7月，學生為發生溺水事件的主要族群，溺水的主要原因以戲水居多，溺水者身分以國中生為最高。而溺斃事件男性同學為女性同學的3.5倍。因此，從放暑假前兩個月起，應加強宣導與強化學生水域安全知能，推動學生正確的水域運動觀念，以降低溺水事件發生機率。

關鍵詞：溺水、水域安全、學生、懷卡托智慧分析環境

壹、緒論

一、研究背景

台灣四面環海，海岸線長達1139公里，河川129條，天然湖泊約40個，景觀多變豐富，具備發展水域休閒活動極為良好之天然條件。特別在炎熱的夏季，與水接觸的機會很多。水域活動具有高度的休閒吸引力，交通部觀光局(2014)水域遊憩活動管理辦法所稱水域遊憩活動，包含：(一)游泳、衝浪、潛水；(二)操作乘騎風浪板、滑水板、拖曳傘、水上摩托車、獨木舟、泛舟艇、香蕉船等各類器具之活動；(三)其他經主管機關公告之水域遊憩活動。台灣體育運動管理學會(2005)針對水域活動以運動或活動項目做分類，區分為游泳類、潛水類、船類及其它類，其中，船類包含划船類及現代划船類，其它類包含板類及休閒類。

然而水域活動本身存在潛藏的危險，造成不少讓人遺憾的意外。近年來臺灣每年有600起溺水事件（內政部消防署，2011），相較於其他同為海島型國家及歐美先進國家，溺水率偏高。內政部消防署統計，臺灣地區溺水事件發生地點，以溪河最多，海邊次之（約占30%）；顯示管理不易的戶外自然水域較室內水域容易發生危險較室內水域容易發生危險。其實，游泳戲水活動首重安全觀念，從泳池、海水浴場、淡水、溪潭、沙灘、礁岩海岸等，因活動環境不同也各有不同的注意要點(交通部觀光局，2014)。

Baker, O'Neill, Ginsburg 與Li (1992) 研究指出發生溺斃之死亡率有年齡上之差異，Dietz 與 Baker (1974)發現15-24歲溺斃最高。教育部生命教育學習網統計台灣地區93年因溺水死亡者共計911人，1至14歲孩童的傷害事故死亡以淹死和溺死為主，溺水死亡率約為意外死亡總數的10%，因溺水死亡的總成本損失約110億元(呂欣芹，2006)。行政院衛生署（2008）統計意外淹死及溺水是青少年第2大死亡原因，張碧慧(2003)認為青少年正處在可以脫離父母單獨行動，對待事情又特別好奇的年齡。張培廉(2013)研究顯示，臺灣地區自民國60(1971)年至100(2011)年，41年間，5~24歲年齡層，溺水死亡共佔34.41%（亦即自幼稚園至研究所就學年齡層）；亦即學生溺水死亡人口約佔總溺水死亡之1/3。吳禮安(2013)指出內政部消防署統計台灣地區每年約有400人因溺水而死亡(表一)，其中又以青少年學生（約7至25歲）因疏忽、忽略水流潮汐變化、不諳水性，加上未能注意身體是否能負荷水域環境，而前往危險水域從事水上活動而肇生意外不幸事故很居多(內政部消防署，2014)，教育部體育署97年至102年統計顯示，國高中學生為溺水事件高發生率族群，經調查近年重複發生學生溺水死亡水域，為新北市烏來南勢溪、大豹溪、福隆海水浴場、臺南市黃金海岸、桃園縣竹圍海港、石門水庫、新竹縣內灣、屏東縣墾丁水域、臺東縣活水湖等地(教育部學生游泳能力網，2014)。青少年主要可能是單獨自己一個人去游泳、高估自己的游泳能力、以及在游泳前飲酒或飲酒過量（Patetta & Biddinger, 1988），Baker等(1992)指出性別與溺水之發生有密切的關係，而不同的年齡發生溺水之情形也有所不同。且從事不同的水域活動可能會產生不同的溺水結果(Agocs, Trent, & Russell, 1994)。

表一 97 年至 101 年間各級消防機關救援溺水人數統計表

人數\年度	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年
溺水(人)	755	833	645	603	593
死亡(人)	422	452	371	335	360

資料來源：吳禮安(2013)。101年消防機關水域救援成果分析(上)。消防月刊，3，37。

這些現象提醒學生應注意夏日戲水的安全，建立學生從事水域活動之安全觀念與正確救生及自救認知，預防危險發生、減少傷殘程度和死亡、加強急救醫療與復健工作，是急需進行的課題。

王國川(2003)提出主動與被動兩種預防措施，主動的預防措施必須訴諸水域安全教育；而被動的預防措施則必須依賴靜態的警告與動態的救生。當溺水事故發生，是否能夠獲救取決於溺水最後重要的幾分鐘之關鍵時刻，故救生員在水域救生工作上扮演者非常重要的角色及地位(Goh & Low, 1999)，有救生員在場可以有效減少溺水事故發生。而水域救生的工作內容，包含水域安全的視線檢察、水域搶救、實施心肺復甦術、送醫治療與觀察等。

為教導學生正確的水域安全觀念，各學校要充分開展預防溺水的安全教育，除了學校在體育課程中，加以重視游泳技能、自救與救生等相關知識與技能，尚須政府在政策、法令、設施、活動區域上建立完善的規劃與制度(陳冠錦，2001)。教育部體育署近年陸續提出，「提升學生游泳能力中程計畫」、「推動學生游泳能力方案」、「提升學生游泳能力121」、「泳起來專案」等相關游泳政策(教育部體育署，2011)。同時體育署亦進行「游泳指導師資培訓」、「學生游泳能力提升及水域運動推廣」計畫，藉著全面擴增教師游泳與自救能力的培訓與認證，進而教導更多熟練水中自救知能的學生，增加學生對水域運動的體驗與安全，以化解外界對「泳起來」專案配套措施的疑慮(陳柏州，2010)。除提升學生水域活動安全知能外，並結合社區、村莊在江河邊、湖邊、水塘邊等處設立安全警示牌，在事故多發地設義務監督管理員，以預防學生溺水事故的發生，才能達到提升水域活動安全之目的。

二、研究目的

本研究之目的為探討學生參與水域活動安全之情形，運用 Weka 軟體進行資料探勘，以分析學生溺水事故之水域種類、溺水原因、性別、溺者身分、月分、溺水結果以及關聯性。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究資料來源為內政部消防署水域安全資訊網(2014)從 99 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日，各消防機關執行救溺勤務統計資料，以學生為研究對象。

二、研究工具

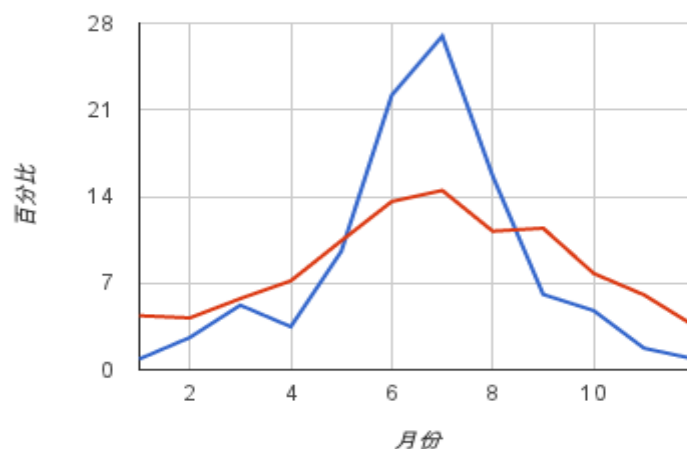
本研究採懷卡托智慧分析環境(WEKA)軟體進行資料探勘,WEKA 軟體是以 JAVA 寫成,WEKA 內含多種資料探勘演算法,可從大量數據中探勘出資料集中所隱藏的相互關係,主要包括對資料進行前預處理、分類、群聚分析、關聯法則,以及關於分群分類的演算法,資料探勘過程使用分類技術的決策樹之功能來提供者分析,以找出最具代表性的結果。

三、資料處理

本研究首先進行資料的前處理,將不詳或缺漏的資料移除,剩餘學生資料筆數共 234 筆。資料屬性包含事故地點(水域種類)、溺者原因、性別、月份、溺者身分和溺水結果。並使用資料探勘建立決策樹,選擇 J48 分類器做為本次研究的分類演算法工具,以內政部消防署水域安全資訊 99 年至 101 年,各消防機關執行救溺勤務統計資料,尋找出資料間存在的關係,再根據資料間的相似性,將資料做關聯做分析,透過描述水域種類、溺水原因、月分、性別和溺水分析結果,探勘出與學生溺水的相關性。

參、結果與討論

根據內政部消防署水域安全資訊網(2014)99 年至 101 年各消防機關執行救溺勤務統計資料,本研究整理如圖一,99 年至 101 年全國溺水事件與學生溺水事件月分統計分佈,由兩條曲線交叉點顯示,學生從 5 月至 8 月發生溺水事件比一般民眾高,接近兩倍。由於 5 月起天氣開始炎熱,再加上之後暑假期間,學生放假,參與水域活動頻率漸增,在不識水性,缺乏水域安全技術與知識情況下,導致夏日的溺水事件頻傳。因此,從 5 月至 8 月期間,學生為發生溺水事件的主要危險族群,在這段期間,即放暑假前兩個月起,更應特別加強學生水域安全知能。

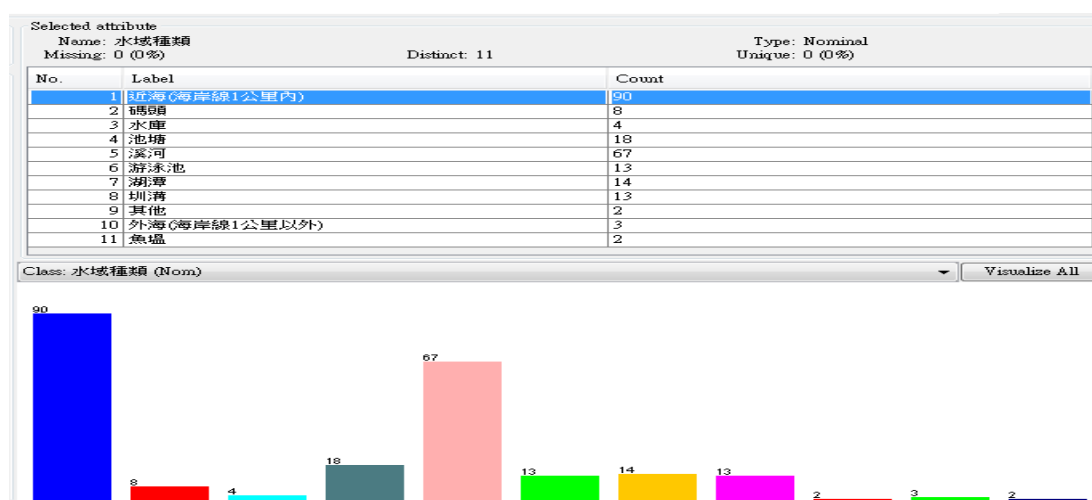


圖一 99 年至 101 年一般民眾溺水與學生溺水月分統計分佈圖

本研究運用懷卡托智慧分析環境軟體進行資料探勘，分析 99 年至 101 年學生溺水事件結果如下：

一、學生溺水事件地點分析

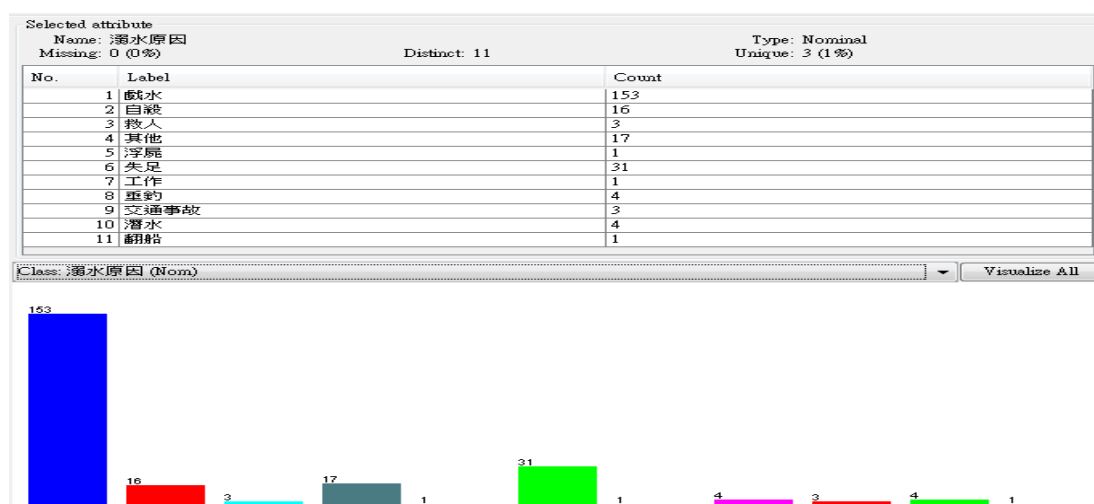
學生溺水事件地點由圖二顯示最多的是近海、其次是溪河、再者為池塘、湖潭、圳溝、游泳池、碼頭、水庫、魚塢。內政部消防署統計 101 年各級消防機關執行救溺勤務數據，其中溺水事故發生地點每年皆以「溪河」及「海邊」佔最多數，兩者合計達 383 人，已佔全年溺水案件 593 人之 64.5%(吳禮安，2013)。此結果與吳禮安(2013)相似，以近海與溪河等開放水域發生溺水意外居多，可能原因為學生對於開放水域的安全認知不足，看似平靜的水面暗藏著不同的危險，包含旋渦流、翻滾流、離岸流等危險水象，難以輕易分辨。



圖二 學生發生溺水事件地點分佈圖

二、學生溺水原因分析

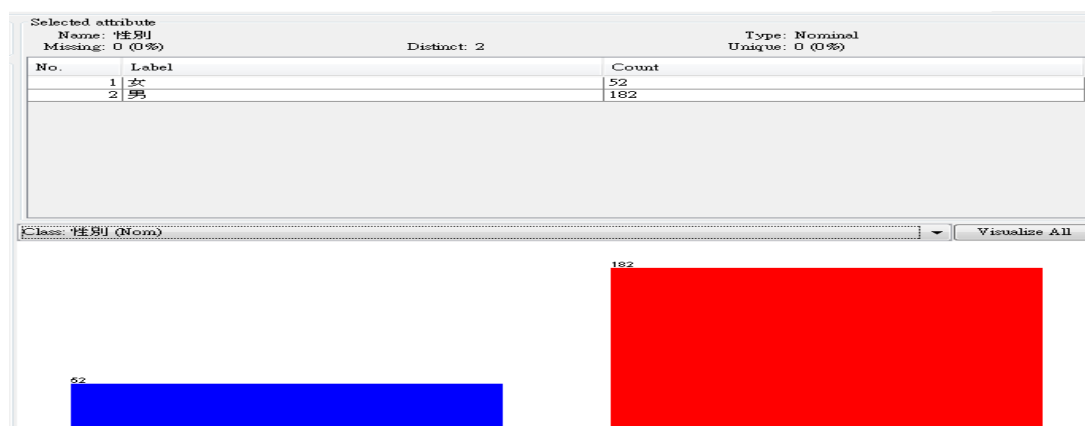
99 年至 101 年學生發生溺水事故原因如下頁圖三所示：最多的是戲水(153 件)、其次是失足(31 件)、再者為自殺、垂釣、潛水、救人…。王國川(2002)研究指出，台灣地區影響民眾溺水發生結果的水域活動頻率高低分別為戲水、水域活動、失足落水、游泳、釣魚等。此研究結果與王國川(2002)相符。



圖三 學生發生溺水事件原因分佈圖

三、學生性別分析

由圖四中顯示，學生發生溺斃事件男生(182 件)多於女生(52 件)，溺斃事件男性同學較高，為女性同學的 3.5 倍，可能原因為男性同學較女性同學好動，男性天性較為大膽、逞強，甚至飲酒後從事水上活動，過於輕忽親近大海及溪流的潛在威脅，不夠瞭解本身游泳能力與水性的前提下，貿然跳水；反觀女性，由於天性較為保守、小心，僅止於海邊遊憩、戲水，觀察到巨浪便會提高警覺並迅速上岸，發生溺水意外機率自然下降。本研究結果與許多文獻相似，WHO(2003)指出男性溺水死亡情形較女性嚴重；Passmore, Smith 與 Clapperton(2007)研究顯示，在美國與澳洲意外溺水死亡中，皆以男性所佔比例較高。Howland, Hingson, Mangion, Bell 與 Bak(1996)為瞭解男性為何有較高溺水死亡率原因，其結果顯示男性從事水上活動的時間和頻率皆顯著較女性高。

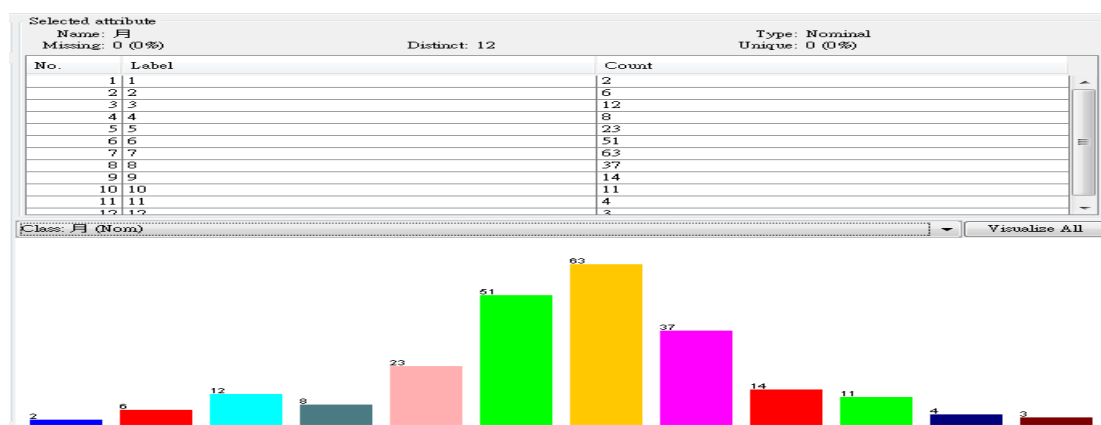


圖四 學生性別發生溺水事件圖

四、最易發生溺水事件月份

由圖五顯示，每年的 6 月至 8 月學生溺水事件會持續發生機率較高，特別在 7 月為最高(63 件)，造成上述的現象的原因可能是放暑假，學生脫離學校生活與老師的關照、

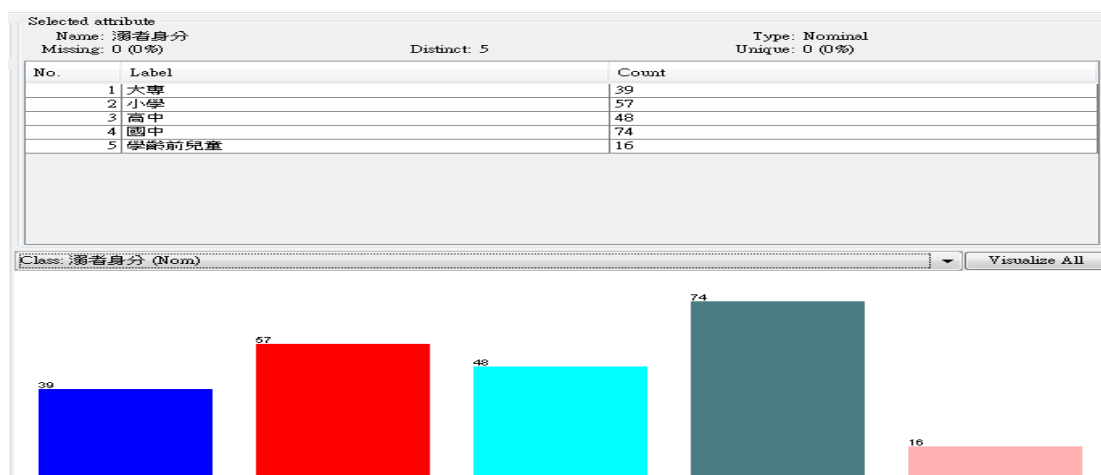
加上父母工作繁忙，沒空陪子女，且在天氣炎熱情況下，學生喜歡親水性的活動以達消暑之目的，而成為溺水事故發生的高峰期。本結果和林佳欣、白璐、高森永與簡戊鑑(2010)結果一致，而美國的研究分析溺水住院案例中，顯示有 65% 的案例發生在夏季(Lee, Mao, & Thompson, 2006)，因此，應強化學生水域安全觀念，特別在夏季加強相關防溺工作，從事水域活動除考量自身體能之外，無救生員或公告危險水域務必不能戲水，以免造成憾事。



圖五 學生發生溺水事件月份分佈圖

五、學生溺水事件身分分析

學生溺水事件身分如圖六所示，最多的是國中生(74 件)、其次是小學(57 件)、再者為高中(48 件)、大學(39 件)。此結果可能的原因為國中生正值叛逆期，國中生在成長的時期，由兒童轉變為青少年這段期間，個性較為好奇、好逞強、活力充沛，屬思慮不周延的年齡。此結果與張培廉(2013)研究相符。



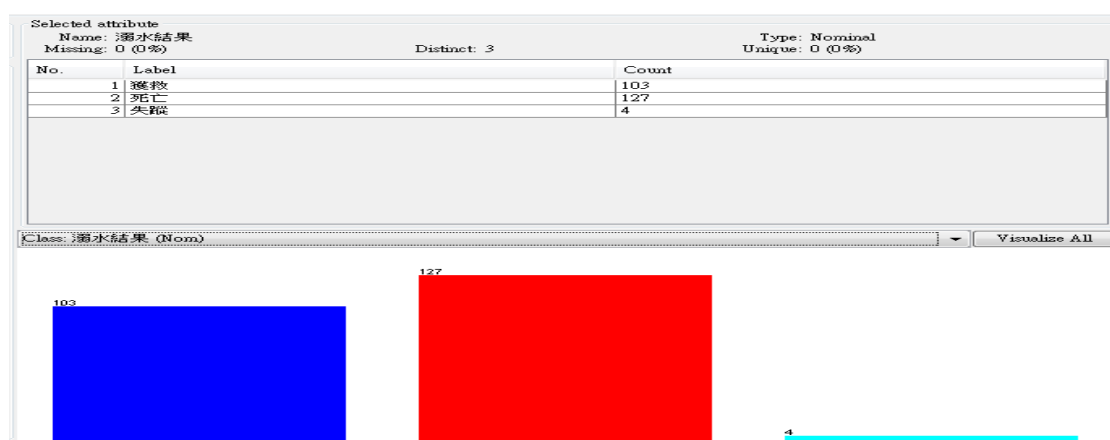
圖六 學生溺水事件身分分類圖

六、學生溺水事件結果

學生溺水事件結果分類如圖七所示，最多的是死亡(127 件)、其次是獲救(103 件)、

最後為失蹤(4 件)。溺水事件結果以死亡居多，此現象可能通報時已溺斃，以及與溺水搶救的黃金時間較短有關。Ballesteros, Gutierrez-Cuadra, Munoz, & Minambres, 2009)研究結果顯示，溺水時間每增加一分鐘，死亡的風險將增加 42%；Modell 與 Goodwin(1998)指出，溺水時間超過 3 分鐘，生存機率就會大幅降低，而溺水時間在 3-5 分鐘者，若進行心肺復甦術的時間較晚，可能有較不良的結果，如身經損傷、植物人等後遺症，溺水時間若超過 5 分鐘，即使生還，則很有可能因組織缺氧而造成神經損傷的後遺症，最後，若溺水時間超過 10 分鐘，存活的機率就非常低。

因此，溺水時間越長，存活機率越小。而溺水時有無目擊者或救生員在旁(Youn, Choi, Yim, & Park, 2009)、有無進行溺水搶救(王國川，2003)、救護車到達事故現場及運送溺水者至醫院的時間(王國川，2003；Youn et al., 2009)，對於溺水者的生還皆十分重要。

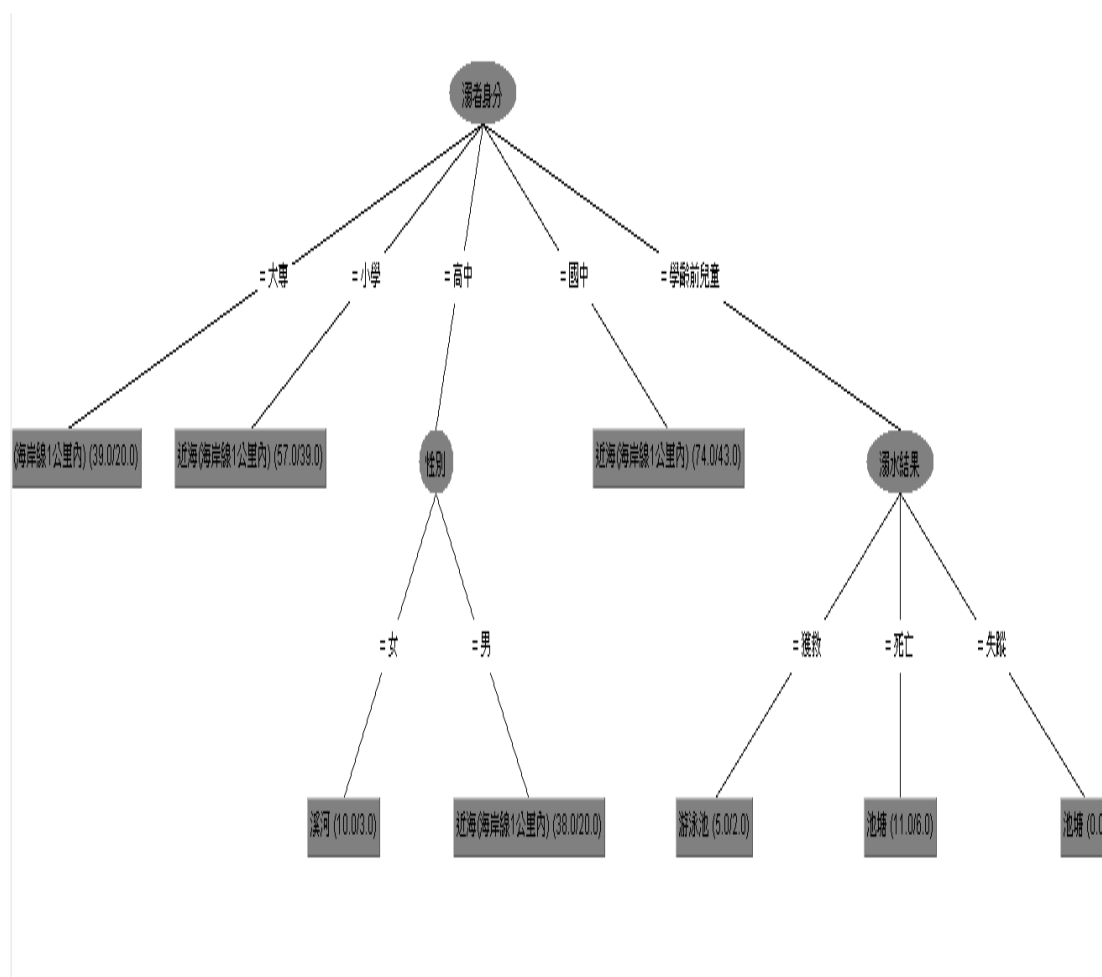


圖七 學生溺水事件結果分類圖

七、決策樹分類演算

本研究選擇 J48 決策樹產生的分類演算法，以溺者身份這個屬性為輸出變項，結果如下頁圖八，得知結果如下：

- (一)大專生溺水事件有 39 件，其中在近海處有 20 件；
- (二)小學生溺水事件有 57 件，其中在近海處有 39 件；
- (三)國中生溺水事件有 74 件，其中在近海處有 43 件；
- (四)高中生男同學溺水事件有 38 件，其中於近海處有 20 件；
- (五)高中生女同學溺水事件有 10 件，其中於溪河發生溺水者有 3 件；
- (六)學齡前兒童溺水死亡有 11 件，其中於池塘溺水者有 6 件；
- (七)學齡前兒童溺水獲救有 5 件，其中於游泳池溺水者有 2 件。



圖八 學生溺水事件決策樹圖

八、關聯規則

99 年至 101 年學生溺水事件之關聯規則探勘，透過描述水域種類、溺水原因、月分和溺水結果，探勘出與溺水者身分的相關性，下頁圖九中箭頭前面的數字表示箭頭前面的前提條件為真時，箭頭後面的數字代表箭頭後面的結論也為真的數值，信賴度為(括號中)兩者的比值，結果發現

- (一)國中生溺水原因主要於近海處戲水；
- (二)8 月分溺水原因以戲水居多；
- (三)多數學生於近海處溺水者以戲水居多。

```
Associator output
-----

Apriori
=====

Minimum support: 0.12 (28 instances)
Minimum metric <confidence>: 0.7
Number of cycles performed: 88

Generated sets of large itemsets:

Size of set of large itemsets L(1): 13
Size of set of large itemsets L(2): 18
Size of set of large itemsets L(3): 5

Best rules found:

1. 水域種類=近海(海岸線1公里內) 溺水身分=國中 31 ==> 溺水原因=戲水 28 conf: (0.9)
2. 月=8 37 ==> 溺水原因=戲水 30 conf: (0.81)
3. 水域種類=近海(海岸線1公里內) 溺水結果=死亡 39 ==> 溺水原因=戲水 31 conf: (0.79)
4. 水域種類=近海(海岸線1公里內) 90 ==> 溺水原因=戲水 69 conf: (0.77)
5. 水域種類=近海(海岸線1公里內) 溺水結果=獲救 49 ==> 溺水原因=戲水 37 conf: (0.76)
6. 溺水結果=死亡 溺水身分=國中 51 ==> 溺水原因=戲水 38 conf: (0.75)
7. 溺水身分=國中 74 ==> 溺水原因=戲水 54 conf: (0.73)
8. 水域種類=溪河 溺水結果=死亡 39 ==> 溺水原因=戲水 28 conf: (0.72)
9. 溺水原因=戲水 溺水身分=國中 54 ==> 溺水結果=死亡 38 conf: (0.7)
10. 溺水身分=小學 57 ==> 溺水原因=戲水 40 conf: (0.7)
```

圖九 學生溺水事件之關聯規則

肆、結論與建議

一、結論

水能載舟亦能覆舟，本研究結果得知學生最容易發生溺水的地點為近海處，從5月開始，特別集中在7月較炎熱的月份，溺水的主要原因以戲水居多，溺水者身分以國中生最高。而溺斃事件男性同學為女性同學的3.5倍。因此，從5月至8月期間，學生為發生溺水事件的主要危險族群，在這段期間，即放暑假前兩個月起，更應特別加強宣導以及強化學生水域安全知能。

二、建議

(一) 加強防溺水工作

在夏季加強相關防溺水工作，是減少溺水事故發生重要的一環。教育部體育署協同中央與地方，應加強危險水域巡查，並將與縣市政府建立水域安全網絡，針對危險區域，進行防制措施。

(二) 宣導水域安全

有效的宣導，強化學生水域安全觀念，需建立正確的水上安全認知，為預防其發生，下水前的準備，最重要的莫過於自我身心狀況與環境的評估，瞭解自己的體能，選擇適當的活動地點，安全為第一考量，不逞自己所不能；當不幸發生時，應保持冷靜，隨機應變，等待機會獲救。

(三) 推動安全水域整體環境營造模式

透過教育部、衛生署、消防署、國健局、各地教育局、衛生局、水資局等的支持；以及社區健康營造中心、學校、民間水上救生團體、社區民眾及其組織、醫療相關院所等的協助，如增設水域救生站、增設巡邏點、建置守望員制度、縮短水上

搶救與運送時間以及培養急救技能。

(四) 落實水域活動安全教育

推動完整的水域活動安全之策略，增進游泳師資知能，以及建立學生具備良好游泳能力、救生與自救能力，維護學生的水域安全及降低溺水意外及遺憾。

參考文獻

1. 內政部消防署(2011)。消防機關執行救溺統計。臺北市：作者。
2. 內政部消防署(2014)。戶外水上安全活動。取自防災知識網址
http://fp.nfa.gov.tw/nfa_k/Show.aspx?MID=375&UID=376&PID=372
3. 內政部消防署(2014)。各縣市執行救溺勤務統計資料。取自水域安全資訊網址
<http://www.nfa.gov.tw/main/Unit.aspx?ID=&MenuID=548&ListID=380>
4. 王國川(2002)。台灣地區民眾溺水事故傷害之影響因素探討。《衛生教育學報》，18，1-16。
5. 王國川(2003)。探討警告標誌、救生站、水域救生與溺水結果之關係。《衛生教育學報》，20，111-130。許惠恒(1995)。骨質疏鬆症。《國防醫學》，12（5），363-367。
6. 台灣體育運動管理學會（2005）。《Easy 學玩水》。台灣體育運動管理學會：台北。
7. 交通部觀光局(2014)。水域遊憩活動安全宣導。取自交通部，臺灣觀光資訊網址
<http://taiwan.net.tw/w1.aspx>
8. 行政院衛生署（2008）。2008 統計資料。臺北市：作者。
9. 吳禮安(2013)。101年消防機關水域救援成果分析（上）。《消防月刊》，3，36-44。
10. 林佳欣、白璐、高森永、簡戊鑑(2010)。台灣地區2005-2007年意外溺水死亡及住院者特性分析。《醫護科技期刊》，12(4)，280-289。
11. 張培廉(2013)。2011年臺灣地區溺水死亡統計報告。中華海浪救生總會。取自網址
<http://www.surlifesaving.org.tw/event2011report.html>
12. 張碧慧(2003)。黑皮膚勇者-與死神拔河的水上救生員。《大地地理雜誌》，186，84-99。
13. 呂欣芹(2006)。水魔肆虐之後的處遇。取自教育部，生命教育學習網址
http://life.edu.tw/homepage/discuss/t-5-293.php?board_no=B0000000169&seri_no=64&pageth=16
14. 教育部學生游泳能力網站(2014)。水域安全最新消息。取自教育部，學生游泳能力121網址
<http://www.sports.url.tw/>
15. 教育部體育署（2011）。98年度教育部學校體育統計年報。臺北市：作者。
16. 陳冠錦（2001）。從「提升學生游泳能力中程計畫」至落實學校游泳教學的具體措施。《中華體育》，16(1)，129-136。
17. 陳柏州(2010)。下一站，游泳！開啟全民水上運動熱潮。《師友月刊》，7，15-19。
18. Agocs, M. M., Trent, R. B., & Russell, D. M. (1994). Activities associated with drowning in Imperial County, CA 1980-1990: Implications for prevention. *Public Health Report*, 109(2), 290-295.
19. Baker, S. P., O'Neill, B., Ginsburg, M. J., & Li, G. (1992). *The injury fact book* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

20. Ballesteros, M. A., Gutierrez-Cuadra, M., Munoz, P., & Minambres, E. (2009). Prognostic factors and outcome after drowning in an adult population. *Acta Anaesthesiol Scand* , 53(7), 935-940.
21. Dietz, P. E., & Baker, S. P. (1974). Drowning: Epidemiology and prevention. *American Journal of Public Health*, 64, 303-312.
22. Goh, S. H., & Low, B. Y. (1999). Drowning and near-drowning-Some lessons learnt. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 28(2), 183-188.
23. Howland, J., Hingson, R., Mangione, T. W., Bell, N., & Bak, S.(1996). Why are most drowning victims men? Sex differences in aquatic skills and behaviors. *American Journal of Public Health*, 86(1), 93-96.
24. Lee, L. K., Mao, C., & Thompson, K. M. (2006). Demographic factors and their association with outcomes in pediatric submersion injury. *Academic Emergency Medicine* , 13(3), 308-313.
25. Modell, J. H., & Goodwin, S. R. (1998). *Drowning and near-drowning*. Kendig's disorders of the respiratory tract in children. 6th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders, 582.
26. Passmore, J. W., Simth, J. O., & Clapperton, A. (2007). True burden of drowning Compiling data to meet the new definition. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 14(1), 1-3.
27. Patetta, M., & Biddinger, P. (1988). Characteristics of drowning deaths in North Carolina. *Public Health Report*, 103(4), 406-411.
28. World Health Organization.(2003). *Facts about Drowning*. Geneva: World Health Organization.
29. Youn, C. S., Choi, S. P., Yim, H. W., & Park, K. N. (2009). Out-of-hospital cardiac arrest due to drowning: An Utstein Style report of 10 years of experience from St. Mary's Hospital. *Resuscitation*, 80(7), 778-783.

Study on Application of Data Mining in Student Safety during Water Activities

Huang, Chiung-En / Aletheia University

Abstract

Located in a region of tropical islands, Taiwan is surrounded by ocean and has numerous beaches, rivers and lakes. In summer, students more frequently participate in water activities and greatly enjoy the activities; however, they often neglect the danger of water activities. Hence, drowning happens all too frequently. This study treated students as subjects and probed into student safety during water activities. WEKA was used for data mining, which included data pre-processing, classification algorithms, and association rules. According to the analytical result, students are the main group susceptible to drowning, and students tend to drown in the near-sea area from May to August, particularly in July. The main cause of drowning is water activity. Drowned students are mostly junior high school students, and male victims outnumber female victims by 3.5 times. Thus, two months before summer vacation, it is important to reinforce students' education and knowledge of water safety and introduce the correct concept of water activities, in order to avoid drowning accidents.

Keywords: Drowning, Water Safety, Student, Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA)