

# 以日常生活行為為依據 建構具有危險預測的智慧家庭環境

王順生  
朝陽科技大學  
工業工程與管理系

王淑卿\*  
朝陽科技大學  
資訊管理系

嚴國慶\*  
朝陽科技大學  
銀髮產業管理系

莊竣龍  
朝陽科技大學  
資訊管理系

黃學馴  
朝陽科技大學  
企業管理系

{sswang; scwang; kqyan; s10414611; s9937902}@cyut.edu.tw

\*: 聯絡人

## 摘要

近年來，由於人們的生育率逐年降低，再加上高齡人口越來越高，青壯年人口占的比率不高的情況下，家中長輩經常會出現沒有人照顧的問題。當此問題越來越嚴重時，家庭設備的自動化及居家安全的自動偵測就顯得越來越重要。本研究提出一個能即時提供居家安全的智能環境「Be-Health Home」，透過觀察家中長輩日常生活的行為(Behavior)，藉以實踐電子化健康照護(Health Care)的效果。透過「Be-Health Home」所實現的智慧家庭(Smart Home)，能夠在任何地方任何時間依據長輩的日常生活行為，預測長輩是否可能進行危險的行為，因而可以照護家中的長輩避免發生危險。研究中，將所觀察到的行為分成正常與非正常兩種。若所觀察到的行為是正常，則繼續追蹤行為。反之，若觀察到的行為是非正常的行為，則繼續判斷該行為是異常的行為或是危險的行為。為了避免觀察到的行為與其他正常行為很相近，所以另外設置了一個持續追蹤的機制，讓在遠方的家人可以觀看家中長輩此時此刻的行為是否具有危險性。

**關鍵詞：**健康照護、智慧家庭、倒傳遞類神經網路、規則式分析、行為預測。

## Abstract

In an ageing society, the living safety at home of elderly person has gained attention and concern of the parties in the field. However, the cost of providing a safety smart home environment is very high. Therefore, according to the elderly person's behavior patterns, the "Be-Health Home" is proposed, which can provide more safety environment in any time. Through to observe activities of daily living and cross validation with behavior, the health care in smart home can be reached. The observed

behaviors by "Be-Health Home" can be divided into normal and non-normal. If the behavior is detected as normal, then continue to track monitoring. If the behavior is classified as non-normal, the behavior will further be analyzed to distinguish abnormal or dangerous behavior. If the behavior is judged to be abnormal state, then the frequency of detection of tracking and monitoring is increased to prevent dangerous behavior. If the behavior is determined as dangerous, warning is issued and the subsequent processing immediately. However, through the proposed model, the safety living environment can be obtained

**Keywords:** Health care, Smart home, Back propagation neural network, Rule-based, Behavioral prediction.

## 1. 前言

根據聯合國世界衛生組織 WHO (World Health Organization)的定義，六十五歲以上老年人口占總人口數的比率如果超過 7%稱為「高齡化社會(Ageing Society)」；占總人口數的比率如果超過 14%稱為「高齡社會(Aged Society)」；占總人口數的比率如果超過 20%稱為「超高齡社會(Super-age Society)」[1]。

近年來，隨著醫療資源越來越進步，加上生育率逐年降低，因此高齡社會及超高齡社會將越來越明顯。由於我國老年人口的比例已逐年增加，根據我國國家發展委員會，從民國 50 年到民國 100 年的資料推估，未來五十年扶老比將從 4.8%~14.7%提升到 81.4%，如圖 1 所示 [15]。其中，扶老比的算法是(老年人口數/青壯年人口數\*100%)。換句話說，在民國 50 年時，平均每 20.7 名青壯年扶養一名老人；到了民國 150 年，則平均每 1.2 名青壯年需扶養一名老人。然而，當扶老比越高時，青壯年所需擔負的責任愈重，因此往往需外出工作沒辦法隨時

隨地照護家中的長輩。所以，本研究依據長輩的日常生活行為，提出長輩的行為預測模式。透過本研究所提出的行為預測模式，將使得受測的長輩即使無人在身邊時，還可以預防危險的發生，發揮即時的關心及照顧。

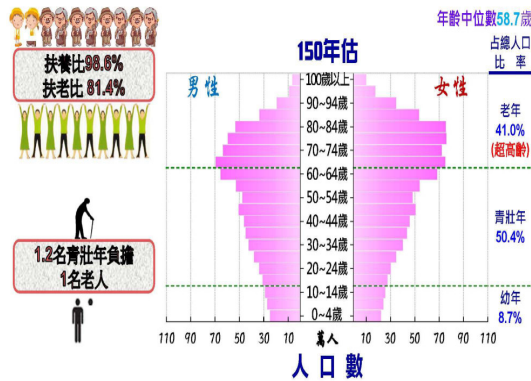


圖 1、民國 150 年人口金字塔及扶養比[15]

進入高齡化的社會後，高齡者或獨居者的居家安全及照護問題已獲各方領域的重視與關注[3]。當家中的青壯年外出工作時，長輩需要被照顧的需求就會浮現出來，因此居家安全的自動化就顯得格外的重要。

由於在物聯網(Internet of Things)的架構中，透過各種技術的應用，實現對大範圍內現實世界中的各種訊息的蒐集、轉換和分析，並應用於住宅的環境裡，因此可以實現智慧家庭目的[8]。換言之，隨著科技越來越進步並依照生活的需求，近年來智慧家庭運用物聯網的技術實現在住宅內，並透過網路的溝通將屋裡的家具或設備進行連結，使其得以被監控及自動化。除此之外，更可建構一個可以提供高齡長者具安全性的智慧家庭環境。

CASAS(Center for Advanced Studies in Adaptive Systems)，是美國華盛頓州立大學實作智慧家庭的研究計畫[9]。在 CASAS 計畫中，藉由多個居民的在智慧環境內觸發各種不同的感測器，學習超過十種的活動以及辨識和預測可能進行的後續行為，以建立出家庭自動化的研究環境。

本研究為提供一個具安全性的智慧家庭環境，提出「Be-Health Home」的架構。「Be-Health Home」使用 CASAS 計畫中的行為預測模式，依據高齡者的行為模式，將高齡者的日常生活行為，依行為事件發生的時間建立行為與行為間的發生順序，將受測者的日常

生活的行為串聯起來。接著，根據在智慧家庭環境裡受測者被串聯起來的行為，建立出能提供具有安全性的行為模式。再利用此行為模式判斷受測者的行為是否可能發生危險。

本研究運用行為預測模式，依據高齡者的行為模式，將受監控人在實際生活中的行為與所建立的行為模式進行比對與預測。透過行為的預測，以防止受監控人發生危險的行為。透過本研究所提出的危險預測模式，除了可以提供一個具安全性的智慧家庭環境，更因將高齡者的實際生活中的行為分成三類並依此進行不同的處理，足以滿足高齡者於日常生活之安全需求，不僅可以提供看顧高齡家人之依據，更能改善普遍小家庭照護人力不足之問題。

本文第二節為文獻探討，分別說明與本研究相關的背景知識，包括智慧家庭的定義及本研究所使用的相關技術；第三節說明本研究所提出的「Be-Health Home」之三層式架構；第四節敘述「Be-Health Home」的執行流程；第五節為結論及未來研究的方向。

## 2. 文獻探討

在本節中將分別探討智慧家庭的相關研究及本研究所使用的相關技術，包括倒傳遞類神經網路及規則式分析。

### 2.1 智慧家庭

2005 年行政院提出智慧化居住空間政策後，加入資通訊(ICT)產業的智慧化生活科技應用，而將智慧化居住空間定義為「智慧化居住空間乃是以建築為載體透過資訊基礎設施，結合電子、電機、資通訊相關產業技術與自動化設備，建置智慧化居住空間，創造及享有安全、健康、便利、舒適與永續的生活型態。」最大的異同點為過去智慧建築較重視設備系統的導入與整合成效，而現今隨著 ICT 技術的成熟與發展，人們較著重於生活的安全、健康、舒適與娛樂等需求，也就是把過去以空間、設備為主流的整合技術，更進一步的以地球永續概念為出發，談論以人為本的智慧化居住空間情境[14]。因此人性化的人機介面、溫馨、健康、安全的生活情境模擬，成為智慧化居住空間的主要議題。

由於，智慧家庭是運用物聯網的技術，並實踐於住宅的環境裡，藉以提供智慧化居住空間。換言之，以網路為平台將實體物件與實體物件串連起來，即是物聯網的概念。而將物聯

網的概念實作在居家環境裡，即可稱此居住空間為智慧家庭。

根據 Liyanage 等學者的研究，有關智慧家庭的相關研究主要可以分成技術與應用兩大類[9]。在討論技術方面的相關論文，主要分成影像辨識(Video Recognition)、聲音辨識(Audio Recognition)及混合型辨識(Multi-modal Recognition)。

影像辨識的相關技術，是直接透過監測錄影機觀察受測者的行為。影像辨識的優點是不受噪音影響，但缺點則是容易受遮蔽物影響。聲音辨識的相關技術在資料收集的方式，主要是透過麥克風捕捉受測者的大叫聲、咳嗽的聲音或是哭泣的聲音。混合型辨識的相關技術，則是透過二種以上的感測裝置進行即時的行為捕捉。

在智慧家庭的相關研究，除了探討技術層面的問題外，在應用方面討論的議題也是非常重要。由於在一個完善的智慧家庭環境裡，嵌入式設備或感測設備經常都是保持開機狀態，方能持續提供相關的應用。因此，長期下來所消耗的電量也是個值得討論的問題。所以，在討論智慧家庭的相關應用之研究中，節能與省電也是備受重視[6]。

其中，Collotta 等學者利用目前感測器的電量以及設備的工作量，並結合模糊理論去控制設備的休眠時間。由 Collotta 等學者的實驗結果顯示出，利用模糊理論判斷設備所使用的電量及目前的工作量，並據此設定設備的休眠時間，將可以讓設備在同樣的電力下擁有更長的執行壽命[6]。

由國內老化指數呈現逐年成長的趨勢等角度觀察，顯示國內逐漸邁向高齡化社會的現象已然成形。在高齡化社會的趨使下，高齡者居家的安全問題已獲得各方領域的重視與關注。有鑑於人口老化所帶來的長期照護需求，政府近年來已積極推動長期照護相關方案，致力於建構完善的長期照護制度，以滿足高齡社會所需。而智慧家庭就是以「家」為中心，結合周邊相關產業，共同推動智慧居家服務，其中就包含居家照護及安全監控等服務。而隨著資訊和通信技術的進步，建構一個可以提供高齡長者具安全性的智慧家庭環境，是智慧居家服務事在必行的重要工作之一。

在 Park 等學者的研究中，利用受測者日常生活行為的特性建構出受測者的行為模式，並利用不同的間隔時間產生不同的行為模式

[10]。接著，在後續的行為事件發生後，以受測者的行為模式進行比對，並驗證其準確度。經由實驗所獲得的結果指出，當間隔時間為七天的時候，所建立的行為模式之準確度為最高[7]。

## 2.2 本研究所使用的相關技術

本研究所使用的技術，包括：倒傳遞類神經網路及規則式分析，以下分別說明。

### 2.2.1 倒傳遞類神經網路(Back Propagation neural Network ; BPN)

倒傳遞網路(Back Propagation Network ; BPN)是目前類神經網路學習模式中最具代表性且應用最為普遍的模式[4]。BPN 是一種監督式學習網路模式，由問題領域中取得包含輸入變數與輸出變數的訓練資料，並從中學習輸入變數與輸出變數的內在對映規則，用以推論新的輸入變數屬於何種輸出變數。

BPN 實現多層感知器(MultiLayer Perception ; MLP)之網路架構，透過增加了隱藏層，使網路可表現輸入處理單元間的交互影響，以及採用平滑可微分的轉換函數，即雙彎曲函數(Sigmoid Function)，使得網路可利用最陡坡降法(The Gradient Steepest Descent Method)導出修正網路權重值的公式，將誤差函數予以最小化。

一個 BPN 的網路架構包含許多層，主要包括輸入層、隱藏層、輸出層以及各階層間的連結權重。輸入層用以輸入外在環境的訊息，經過隱藏層的交互處理，最後收斂得到輸出值，如圖 2 所示。其中，輸入層用以表現網路的輸入變數。隱藏層用於表現交互影響，若隱藏層處理單元太少，則準確率會不高；反之，隱藏層處理單元越多，則準確率越高。但當隱藏層處理單元越多時，則 BPN 的處理速度將較慢。而當隱藏層的處理單元達一定的數量之後，準確率就不會再提高了，反而處理速度時間會越來越久。輸出層則是表現類神經網路的輸出變數，如果設定過於複雜則可能會出現類神經模組準確率較低的問題[7]。

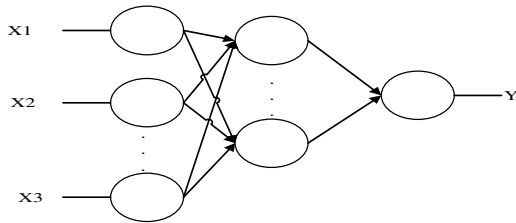


圖 2、倒傳遞類神經網路架構圖

BPN 的訓練過程是以一次一筆訓練資料進行，每當輸入一筆訓練資料，網路就微調權重值的大小，當學習完所有的訓練資料後即視為一個學習週期(One Epoch)。BPN 可將訓練資料反覆學習，不斷調整各層的連結權重，經過許多學習週期後，直到網路的輸出值趨近於目標值，才算收斂而停止，亦即成功完成訓練。其訓練過程中，採用訊號向前傳遞(Signal Feed Forward)與誤差逆向回傳(Error Back Propagation)之方式，訊號向前傳遞是由輸入層開始，利用連結各層之權重值來計算各神經元的輸出值，再向下一層繼續運算，直到輸出層，計算出最後輸出值。誤差內向回傳是由輸出層開始，計算目標值與輸出值之誤差後，再依最陡坡降法求出修正量，再向前一層傳遞，修正前一層之權重值與偏權值，如此逐層往後傳遞計算，來更新各層與層之間的權重值與偏權值。

### 2.2.2 規則式分析 (Rule-based Analysis)

有許多領域的知識需要具備推論的特性，例如：醫生依據病人的症狀來推論其可能罹患的疾病。而因為人類的思考極為複雜，以致於許多知識難以用演算法來表示，因此可以利用規則式分析的方式來表示[5]。規則式分析主要用來表現專家的思考模式，藉由專家的經驗及觀察來定義對應的規則，而最基本的規則型式為「若...則」(if...then)分析的方式，亦即如果「狀態」成立則獲得「結論」。

規則式分析是一個以規則為基礎的技術，應用的範圍非常廣泛[12,13]，主要是透過“if...then”條件句進行規則判斷。當所要判斷的資料滿足特定規則條件時，就分成那一類或執行下一個動作。例如在一個智慧家庭的環境裡，系統先判斷所在的室內溫度會不會很高，如果溫度很高就可以在智慧家庭內自動開啟冷氣，寫成規則式分析判斷式為“if (temperature>30) then air conditioner is opened”。亦即，透過規則式分析的使用，可以更精確的達到監控的目的。

而根據建立規則的方式可把規則式分析方法分成兩類：

- (1) 向前鏈結(Forward Chaining): 又稱為「資料驅動」的推論方式，此種方法是從「原因」往「結果」的方向推演，例如：若「流鼻水」則「感冒」了。此法的優點是所推出的結論較為準確，誤判率低，但是缺點就是無法推測新的事件。
- (2) 向後鏈結(Backward Chaining): 又稱為「目標驅動」的推論方式，此種方法是由「結果」去推測可能發生的「原因」，例如：若「感冒」則可能發生「流鼻水」或「咳嗽」的症狀。此法可以推測出所有可能的原因，但缺點是其誤判率高。

本研究將向前鏈結規則式分析方法應用在智慧家庭的環境中異常行為之偵測，以規則的方式來描述事件，並將「原因」存放於規則庫中，然後將現行的行為與規則庫中的規則進行比對，藉以判斷是否為異常的行為。當一個受測者進入智慧家庭的環境裡，將以規則式分析進行受測者行為的判斷，並據以決定後續的相關處理。在本研究所提出的「Be-Health Home」架構中，規則式分析除了用來過濾受測者的行為是否為正常行為，並用以判斷是否需要學習新的行為或判斷為危險的行為。

## 3. 「Be-Health Home」之三層式架構

有鑑於人口老化所帶來的長期照護需求，政府近年來已積極推動長期照護相關方案，致力於建構完善的長期照護制度，以滿足高齡社會所需[2]。而智慧家庭就是以「家」為中心，結合周邊相關產業，共同推動智慧居家服務，其中就包含居家照護、安全監控、智慧家電及家庭娛樂等服務。而隨著資訊和通信技術的進步，建構一個可以提供高齡長者具安全性的智慧家庭環境，是智慧居家服務事在必行的重要工作之一。

為提供一個具安全性且可即時判斷受測者是否進行危險性的行為之智慧家庭環境，本研究提出一個藉由行為監測達到健康照護的智慧家庭「Be-Health Home」。「Be-Health Home」分成三層架構，包括：行為辨識層、危險預測層及通報層，如圖 3 所示。在行為辨識層設置規則式分析藉以辨識受測者的行為是否為正常的行為；在危險預測層設置規則式分



析與學習機制，利用規則式分析判斷受測者的行為是危險行為還是異常行為，而學習機制則用以學習新的行為模式，讓後續進行新行為順序的判斷時更有效率。通報層則用來通報是提高偵測追蹤監控的頻率，以防止危險行為的發生；或發出警訊並立即進行後續的處理。

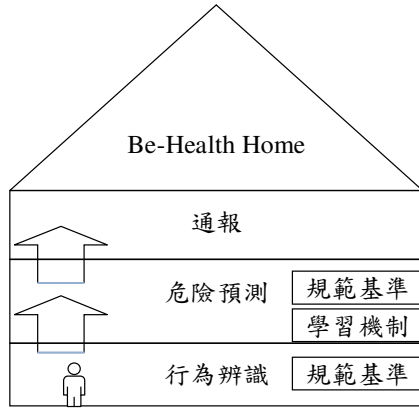


圖 3、「Be-Health Home」架構

### 3.1 行為辨識層

在智慧家庭中，常見的健康照護主要分成安全行為的偵測與健康程度的辨識。本研究則聚焦在智慧環境中受測者行為與活動的辨識，當受測者進入智慧環境時，藉由危險行為的辨識，提供適當的資訊，以通知受測者的家人。

行為辨識層設置正常行為的規則式分析，以規則過濾的方式快速篩選受測者的正常行為與非正常行為。換言之，行為辨識層最主要的目的就是藉由所建置的行為模式，判斷受測者當前的行為活動是危險的行為或是非正常的行為。行為辨識層主要是藉由當前行為的順序與之前的行為模式順序進行比對，規則式分析如下所示：

```
If (strops(pattern, behavior))
then Keep tracking
  If (!strops(pattern, behavior))
  then Dangerous predict
```

如果受測者的行為被偵測屬於正常，則繼續追蹤監控。如果受測者的行為被歸類為非正常，將被送入危險預測層更進一步進行分析。

### 3.2 危險預測層

當受測者的行為在行為辨識層被歸類為

非正常，將更進一步由危險預測層進行分析，以區分為異常或危險的行為。若危險預測層判斷受測者的行為狀態為異常，則提高偵測追蹤監控的頻率，以防止危險行為的發生。若經由危險預測層判斷受測者的行為狀態為危險，則發出警訊並立即進行後續的處理。

在危險預測層，本研究以倒傳遞類神經網路建立分類器，利用監督式學習的特性不斷的學習來讓分類的效果更具效率。透過倒傳遞類神經網路所提供的分類功能，可將被行為辨識層判斷為非正常的受測者之行為進行分類。

當受測者之非正常的行為被以倒傳遞類神經網路完成分類後，接著將利用規則式分析繼續判斷該非正常的行為是異常行為還是危險行為。亦即，在危險預測層中以所設置的非正常行為規則式分析，快速篩選受測者的非正常行為是異常行為還是危險行為。

### 3.3 通報層

當受測者的行為在行為辨識層被歸類為正常，則繼續追蹤。當受測者的行為在行為辨識層被歸類為非正常，則須透過危險預測層判斷危險等級。若不是危險的行為，紀錄資料並發出警告提醒監控人提高警覺，再繼續追蹤。若是危險的行為，則要發出警告並進行緊急的處理，接著再繼續追蹤。

當「Be-Health Home」收到行為辨識層告知受測者的行為是非正常，且經由危險預測層將非正常行為歸類為異常行為或危險行為後，通報層將依非正常行為的類別，分成兩個等級進行通報。通報層的通報等級如圖 4 所示，若為異常行為，則通報是一個需持續觀察的行為；若為危險行為，則立即通報家人需立即進行處理。

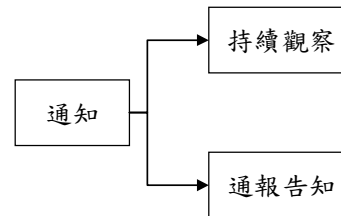


圖 4、通報層的通報等級

## 4. 「Be-Health Home」的執行流程

本研究所使用的實驗環境，為美國華盛頓

州立大學的研究計畫 CASAS 所建構的智慧家庭環境，如圖 5 所示[9]。在 CASAS 的研究中，可在智慧家庭環境下進行日常生活的行為辨識。CASAS 計畫在智慧環境中安裝了七種不同的感測器，包括紅外線感測器、溫度感測器、及光感測器等。這些感測器分別放置在客廳、廚房、浴室、及各個房間中，藉以達到可隨時隨地透過不同的感測器收集受測者的行為資料。

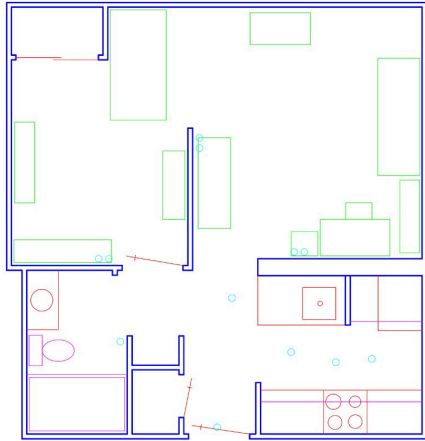


圖 5、本研究的實驗環境

在本研究中，藉由所觸發的感測器獲取受測者的行為資料，所收集的行為資料數據如表 1 所示。感測器所感測的訊息，包含感測器被觸發的日期、時間、感測器代碼、感測器的狀態及當時所做的活動名稱。本研究藉由活動名稱，獲取一個活動的開始及活動結束的狀態，再藉由活動開始跟活動結束的間隔時間來判斷受測者目前的行為是不是屬於危險的狀態。

表 1、感測的訊息

日期	時間	Sensor code	狀態	活動名稱
2011/9/18	23:37	M003	OFF	Sleep=begin
2011/9/18	23:37	M002	ON	
2011/9/18	23:37	M002	OFF	
2011/9/18	23:41	M002	ON	
2011/9/18	23:41	M003	ON	

由於每一個人在每一天的行為習慣不一定相同，可能在平日有固定的活動習慣，而在假日又有另外的活動習慣，因此所建構出的日常生活表不一定會一樣。由於每個人的行為模式非常多樣化，因此所建構的行為模式必須透

過長期累積下來的資料才會準確。所以，本研究使用 CASAS smart home project dataset 所驗證的行為(如表 2 所示)[9]，藉由大量的日常生活行為建立受測者的日常生活表，以做為後續研究之用。

表 2、CASAS 所收集的動作[9]

動作	符號
Sleep	B1
Bed_Toilet_Transition	B2
Personal_Hygiene	B3
.	...
Morning_Meds	B30
Fall down	B31

在判斷及預測受測者的行為模式中，本研究使用在智慧家庭相關研究經常使用的檢查點(Check Point)機制[11]。當受測者進入智慧家庭環境時，每一個動作都有重複的可能，如圖 6 所示每次執行到下一個動作為 P，當遇到重複的動作則設為 1-P。例如走路之後、接著坐下休息、待恢復體力又回到走路，每一次的動作可以用符號表示，符號跟符號間的規則如表 2 所示。前一個動作與下一個動作間動作的改變規則有四種，分別為：

- (1) 靜止不動後下一個動作為正常動作。
- (2) 從靜止不動到發生不正常的動作。
- (3) 從正常動作到下一個動作為正常動作。
- (4) 從正常動作到下一個動作為不正常動作。

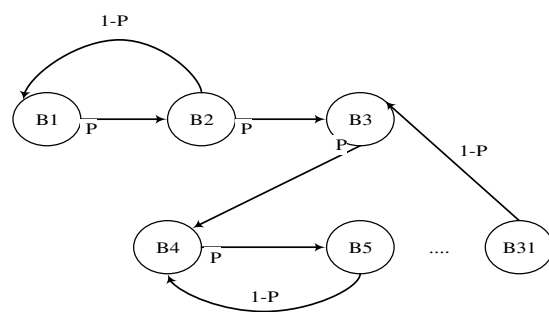


圖 6、受測者的行為狀態圖

當通報層收到的受測者之行為分類是危

險的時候，通報層會依受測者行為的危險等級，分別進行持續觀察或立即通報告知家人。如圖 6 所示，出現的行為如表 2 所示，其中 B1~B30 為正常的行為，B31 是跌倒的行為屬於危險的行為。如果跌倒行為發生的時間短暫，則可能只是彎下腰綁鞋帶，或是蹲下去撿東西，所以此時可利用通報層判斷通知的程度。亦即，當跌倒的時間很短暫的時候，系統就會傳送一個有待觀察的訊息；如果跌倒的時間很長，就會直接發送警訊給家人，以進行後續的處理。

「Be-Health Home」的執行流程如下：

步驟 1：當受測者進入智慧家庭的時候，開始利用感測設備及監視設備進行受測者行為的監測與辨識。

步驟 2：行為辨識層將接收到的受測者的行為與行為模組進行比對，行為比對的程序如圖 7 所示：

- i. 若經由行為辨識層之規則式分析比對後，受測者的行為在行為模式中存在，則判定受測者的當前行為是正常的行為，並繼續追蹤目前在智慧家庭內被觀察的人之後續行為。
- ii. 若經由行為辨識層之規則式分析比對後，受測者的行為在行為模式中不存在，則該行為被判斷為非正常的行為，並執行步驟 3。

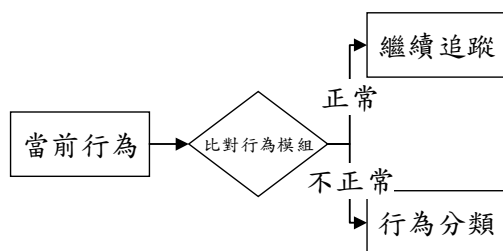


圖 7、行為比對

步驟 3：在危險預測層則利用以倒傳遞類神經網路所建立的分類器，將由步驟 2 所傳送的非正常行為進行分類。

- i. 若當前的非正常行為被分類

為異常的行為，表示該行為不具有危險性，但是先前所建立的行為模式未記錄該類行為。因此將紀錄該類行為，並發出警告提醒監控人提高警覺，再繼續追蹤。

- ii. 若當前的非正常行為被分類為危險的行為，則繼續執行步驟 4。

步驟 4：當行為辨識層告知通報層受測者的行為是危險行為後，通報層將立即通報家人需立即進行處理。

## 5. 結論及未來的研究

本研究透過在智慧家庭環境中所收集的日常生活表，將其運用在高齡的受測者之行為預測上，讓家中的高齡長輩可以擁有一個較為安全的生活環境。本研究運用行為預測模式，依據高齡者的行為模式，將高齡者日常生活之行為依照發生的時間順序，串連人事時地物等事件。

本研究所提出的「Be-Health Home」，藉由觀察受測者的行為並建立受測者的行為模式。研究中，透過受測者的行為模式與受測者實際生活中的行為進行比對與預測。預測的結果可分為兩種，包括正常與非正常。如果受測者的行為被偵測屬於正常，則繼續追蹤監控。如果受測者的行為被歸類為非正常，將更進一步進行分析，以區分為異常或危險的行為。如果受測者的行為是不常出現的異常行為，表示該行為不具有危險性，將紀錄該類行為，並發出警告提醒監控人提高警覺，再繼續追蹤。反之，若所判斷的行為狀態為危險，則發出警訊並立即進行後續的處理。

目前本研究已完成平台設計及建構，後續將進行實際的使用及驗證。除此之外，未來將擴展使用環境，開發出行動裝置讓此架構更加完善，藉著行動裝置的監控達到任何地方、任何地點都能夠即時掌握家人的安全狀況。

## 參考文獻

- [1] 林建興、陳建宏、張秀玲、林祝里、楊喜男、林武宏，“政府因應人口高齡化趨勢之策略與作為-以新北市老人共餐為

- 例，”*T&D 飛訊*，212 期。
- [2] 邱淑媿，*高齡友善健康照護導入架構與內涵*，行政院福利部國民健康署，2012。
- [3] 張嘉玲，“運用情境故事法於高齡安全照護系統之開發探討，”*福祉科技與服務管理學刊*，Vol. 3，No. 3，pp. 355-356，2015。
- [4] 葉怡成，*類神經網路模式應用與實作*，儒林出版社，台北，2003。
- [5] 曾憲雄、黃國禎，*人工智慧與專家系統：理論·實務·應用*，旗標出版股份有限公司，台北，2005。
- [6] Collotta, M. and Pau, G., “Bluetooth for Internet of Things: A Fuzzy Approach to Improve Power Management in Smart Homes,” *Computers & Electrical Engineering*, Vol. 44, pp. 137-152, 2015.
- [7] Fang, H., He, L., Si, H., Liu, P. and Xie, X., “Human Activity Recognition based on Feature Selection in Smart Home using Back-propagation Algorithm,” *ISA Transactions*, Vol. 53, Issue 5, pp. 1629-1638, 2014.
- [8] Kim, H. W., “A Process Model for Successful CRM System Development,” *IEEE Software*, Vol. 21, Issue 4, pp. 22-28, 2004
- [9] Liyanage, C. D., Chamin, M, and Iskandar, M. P., “State of the Art of Smart Homes,” *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 25, Issue 7, pp. 1313-1321, 2012.
- [10] Park, K., Han, Y. and Lee, Y. K., “Activity Graph Feature Selection for Activity Pattern Classification,” *International Journal of Distributed Sensor Networks*, Vol. 2014, pp. 1-10. 2014.
- [11] Quijano, J. G., and Sabouret, N., “Prediction of Human's Activity for Learning the Behaviors of Electrical Appliances in an Intelligent Ambient Environment,” *Proceedings of the International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT)*, Vol. 2, pp. 283-286, 2010.
- [12] Song, W. Z., Yuan, Y., Jiang, Y. Z., Lei, X. H. and Shu, D. C., “Rule-based Water Resource Allocation in the Central Guizhou Province, China,” *Ecological Engineering*, Vol. 87, pp. 194-202, 2016.
- [13] Wu, C. H., “Behavior-based Spam Detection using a Hybrid Method of Rule-based Techniques and Neural Networks,” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, Issue 3, pp. 4321-4330, 2009.
- [14] 林建安，智慧家庭系統，<http://www.fbblife.com.tw/25152361/article/content.aspx?ArticleID=1179&UserID=0d22cb93-5880-42a2-b020-0482d2af5f14>，擷取日期：2016年1月2日。
- [15] 國家發展委員會，<https://www.ndc.gov.tw/cp.aspx?n=AAE231302C7BBFC9>，擷取日期：2016年1月2日。