

Mobile Computing for Detecting Deviation Based on Tree Traversal for Individuals with Cognitive Impairments

智慧型精障者路徑導引與預防走失系統之行動運算

莊育嘉*彭書敏**馬瑱賢***張耀仁****王增勇*****

*中原大學電子工程學系 研究生 s9028249@gmail.com

**中原大學電子工程學系 大三生 sumine40@hotmail.com

***中原大學電子工程學系大三生 mstjsw@hotmail.com

****中原大學電子工程學系 教授 yjchang@cycu.edu.tw

*****陽明大學衛生福利研究所 教授 tywang@ym.edu.tw

摘要

在精障就業輔導體系中，長期以來一直存在一個問題，就是如何偵測身心障礙者是否走失，這裡所稱身心障礙者，主要為認知障礙者(譬如:腦部創傷、腦性小兒麻痺、智能不足、精神分裂症和阿茲海默症)，並在偵測到走失時發出警告，此問題牽涉到兩個層面，(1)身心障礙者是否可獨立在外活動，(2)看顧的人員，包含家長和就輔員，可否放心的讓此位身心障礙者出門。為此，我們不斷思考該使用何種科技，以不侵犯身心障礙者的隱私為前提，而可準確偵測身心障礙者的移動路徑，進而達到偵測走失並提出警示的目標。

在這個模型當中，我們使用 GPS 來感測，並記錄每一段路程中的位置資訊，像是出發的地點和目的地，當此位身心障礙者偏離可能路徑之後，即顯示此位學員已經走失，並在偵測走失之後，立即發出通知給就業輔導員和此位身心障礙者的家人，達到走失偵測和示警的作用。本篇論文的貢獻，在於使用一種新的行徑軌跡的分析方式，不同於之前研究所使用的 Markov Model，而是以 Tree Model 為基礎，使用 time-constrained breadth first search，藉由路徑意向預測，及早發出預防性走失警告，因此不同於一般的走失後的告知。

關鍵詞:就輔員，偵測走失，精神障礙者，GPS

Abstract

There is a problem that how to detect the error of the way to the work place if the cognitive impairments on the wrong way, this problem also confused the nonprofit organization for a long time. For this reason we must construct a system when it detects the error, then the system alert an error message to the job coaches.

If our research can offer this kind of service, that the mental impairments can do that kind of things. (1)The mental impairments will go outside by themselves. (2) The people who take care of them will let them go outside and don't worry about

them.

By the way, our research is finding which technology we could use and how to use those technologies for this problem. Besides, our research must avoid the issue of privacy and then the system must detect the error of mental impairments in high-precision.

In this paper, we use GPS sensor to find the position of the mental impairment then record the initial position and destination goal. And we use a tree model framework to detect if the mental impairments take the wrong way or not. When the mental impairment lose the way, this system alert a message to the job coach and the mental impairment's family, then this system reach the goal of detect and warning.

Keywords: job coach, error detect, mental impairment, GPS

1. 前言

目前位置定位服務的走向是如何根據此位使用者的位置，來判斷此位使用者在此位置上的意圖，以提供此位使用者可能需要之服務，而在如何判斷使用者意圖的架構上[2]，則是必須先建立基礎知識，接著是如何選擇定位所需使用的感測器，此為一重要關鍵，在[11]此研究中，使用 Pyroelectric Infrared Sensor，來當作室內定位的感測器；另外，[1,4-9]選擇 GPS sensor 來當作室外定位的研究。

由上述知，目前的室外定位研究多偏向使用 GPS 來當作定位的方法，此類型研究首件要務在於收集 GPS 的資訊，接著藉由 GPS 所偵測到的資料來分析使用者的下一步，但是使用 GPS 所偵測到的資訊是最基本的資訊，譬如：經緯度、速度、時間，因此要如何將 GPS 所偵測到的資訊分析和整理，轉變成可預測使用者的目的的資訊，是目前研究者最關心的議題之一。

使用者會隨時更改目的地，因此大部分相關的研究皆使用 Markov 的 model 來估測此

位使用者接下來的意向 [1,5-6]，即以 hierarchical Markov model 來當作走失偵測主架構，將接收到的最基本的 GPS 資訊加以分析，試圖解讀出使用者的意向，或是使用者在某地點會出現哪些特定的行為，譬如偵測到的地點是"加油站"或是"餐廳"，則使用者到這些地方去的目的即可使系統解讀為"加油"或是"吃飯"，並透過事件發生機率的大小來做最後決定；而[6]更使用時間和搭車模式的機率的差異來決定使用者的下個路程應該搭乘的交通工具。

本篇論文則是提出使用以tree的模型作為基礎的偵測的方法，此種方法與上述論文的 Markov演算法不同，主要原因在於我們的研究的目的是偵測身心障礙者是否走失，此研究有以下兩項特點，(1)身心障礙者行走路線固定，(2)身心障礙者目的地固定，不隨意更改。在此二特點之下，我們所研擬出的數學模型不需繁複的演算方式。

2. 研究背景與目的

目前精障就業輔導系統的模式逐漸走向支持性就業，台灣的就業輔導體系也不例外，因此衍生了就業輔導員這個職業，而就業輔導員主要的工作是帶領身心障礙者直接到職場去觀摩和學習工作上的技巧，更重要的是讓身心障礙者學習如何與一般人面對面的相處，也藉由此一就業輔導模式，就輔員可在身心障礙者發生問題時，即時的以專業來化解這些糾紛，讓精神障礙者能有多一層的保護，但是此一就業輔導模式，也產生了與以往就業模式不同的困難，在我們深入訪談就業輔導員之後，發現目前精障就業輔導體系最常發生的問題有以下三種。

(1)身心障礙者因身心狀況而離開工作場所

精神障礙者會因天候狀況或是心情不佳而不願意工作，或是在工作途中因心理狀況而離開工作場所，但是此一狀況已造成雇主的困擾，並造成其他員工增加工作分量，因而對此位精神障礙學員有所抱怨，也因此就業輔導員常必須為了此種類似事件而操勞，但就輔員因無法得知此位精神障礙學員的位置而無從找起。

(2)身心障礙者前往工作場所的路徑中，迷失方向

在此篇論文所指的身心障礙者，主要為認知障礙者(腦部創傷、腦性小兒麻痺、智能不足、精神分裂症和阿茲海默症)，認知障礙者會因為腦部的損傷，而無法記住前往工作地點的路徑，因此就業輔導員常須親自導引身心障礙者前往工作場所，在就輔員幾次的導引之後，就必須讓身心障礙者自行前往，這時走失的機率會大增，同時認知障礙者會因為無法分辨附近地標，導致認知障礙者無法辨別自己是否已經走失，而在走失的情形發生時，就輔員

必須花費大量時間在找尋此位認知障礙者，因此如何偵測走失會是迫切待解決的問題。

(3)身心障礙者在工作場中，迷失方向

在與精障就業輔導員討論的過程中得知，精神障礙者有可能會在工作中，因為無法意識方向，而走出原本的工作範圍，等到就輔員發現之時，此位身心障礙者已經不知去向，如何在第一時間之內偵測到此位學員已經走失，並且發出通知給就業輔導員和家人是當務之急。

針對上述問題，必須使用位置定位服務的技術才能獲得適當的解決，而目前關於位置定位服務的研究，大部分著重在如何預測一般使用者的下個動作，或是下一個目標，並根據預測來提供一般人更方便的服務，但如何將類似的科技用以便利精神障礙者，卻是數量稀少，而針對此方面研究的技術，卻往往沒有透過與精神障礙者實際的體驗，發掘精神障礙者在生活上或是工作上所面臨的問題，並針對他們所遭遇的問題去做深入的探討，因此，本研究直接與就業輔導員接觸，並實際探訪精神障礙者的工作狀況，透過行動研究，探訪身心障礙者在工作上碰到的問題，並思考如何將位置定位服務的技術運用到精障就業輔導系統上，以解決上述的三個問題前提，我們在下述章節提出設計架構。

3. 系統架構與研究方法

這篇論文的目標在於如何解決目前精障就業輔導體系上的問題，同時幫助身心障礙者可以獨立外出工作，並且在精神障礙者走失的同時就可立即獲得就輔員和家人的協助，根據以上目標我們使用一樹狀模型為基礎的架構，每條路徑皆包含在此系統架構之中，如圖 1 所示，在身心障礙者偵測到特定點的座標之後(譬如：便利商店，餐廳)，此系統將每一個有意義的地點設為一個節點，並將此位身心障礙者到任一個目的地所經過的所有節點，串連成一個路徑，在圖一中共有八條路徑，每個點的數字是根據所測到的點的先後排序，即 P11 的 GPS 位置資訊比 P10 的位置資訊更晚被偵測到。

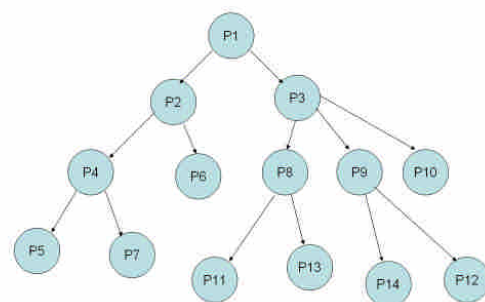


圖 1：樹狀模型圖

此種方法在使用上相較於其他論文有以下四項不同之處：

(1).精神障礙者前往目標的方向和路線固定，因此在此身心障礙者出發前往目的地之前就可得知他的意圖，因此，我們不需使用 Markov 模型，並且不需使用階層式架構，每個點皆是相同比重。

(2).此位精神障礙者的位置貯存在本身的手機和實驗的資料庫上，不會洩露給就輔員和家人以外的人知道。

(3).本研究結合了 Google maps 地圖[12]，如圖 2，可將身心障礙者的位置顯現在地圖上，並且經由加密設計，因此只有就輔員和身心障礙者的家人，可接收此位身心障礙者會經過哪些地方的資料，並可藉由此位身心障礙者目前的位置判斷意圖，譬如：精神障礙者在路徑上的便利商店逗留，因此推斷此位身心障礙者到便利商店去購買物品。

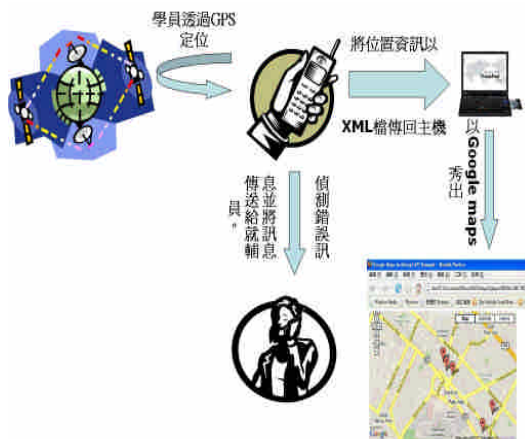


圖 2：走失偵測整體架構圖

(4).我們所設計的系統可提供就輔員在同一時間內看顧多位精神障礙者，即透過網頁，讓就輔員可在可上網的地點看顧身心障礙者，減低就輔員工作上的辛勞，提升就業輔導體系的效率，並降低精神障礙者走失的機率。

4. 走失偵測的系統架構

在本篇論文的方法中，分為四個部份，為了提供完整的偵測服務，我們先將整體概念以 RDFS 語言書寫，為前三部分，而最後兩個部分呈現我們偵測程式的主核心部份。

4.1 整體架構

圖 3 為走失偵測的系統流程，呈現出此篇論文的整體概念，將我們所構思出的系統中所有運作的流程詳細的陳述出，包含動態和靜態的資料，並將這兩項資料清楚地圖 4 和圖 5 中呈現。

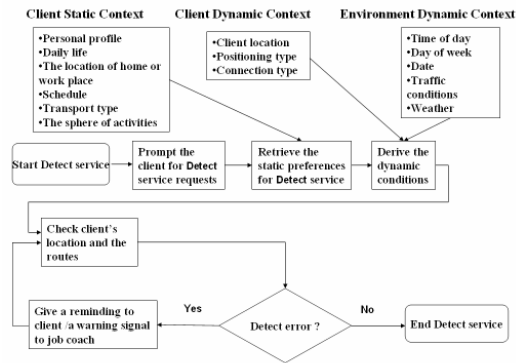


圖 3:走失偵測系統流程

4.2 動態資料

圖 4 為精神障礙者日常生活中動態資料的 RDFS，譬如：當天的天氣，或是當時的時間，這些因素都是隨時可能影響精神障礙者身心狀況的因素，因此在評估相關資料時必須反覆思考身心障礙者的需要並加以考慮。

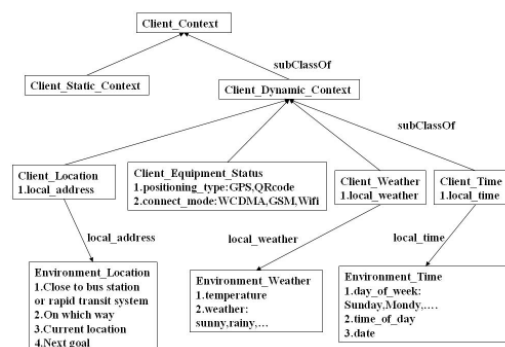


圖 4:走失偵測動態資料之 RDFS

4.3 靜態資料

圖 5 是關於精神障礙者的固定資料，即每天固定的行程，譬如：吃藥的時間，家的位置，工作的地點，朋友家的位置，這些靜態的資料必須考慮現實中可能的資料，在涵蓋必須考慮的因素之後，我們可清楚地規劃系統如何運作。

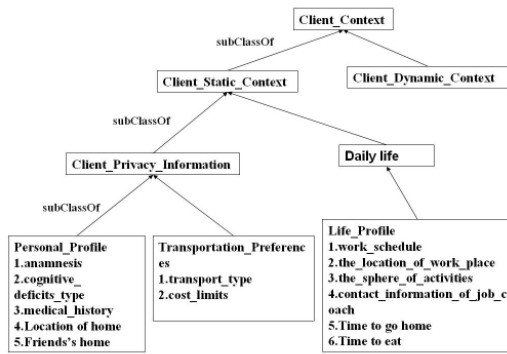


圖 5:走失偵測靜態資料之 RDFS

4.4 走失偵測核心架構

在圖 6 中，我們描寫此篇論文的核心，即如何以 tree 的模型偵測走失。在實際測試此系統前，必須透過學習精神障礙者的生活習慣，將此位身心障礙者的資料一一貯存至手機和遠端資料庫中，在透過學習之後，才開始真正測試，而相關的資料則顯示在圖 4 和圖 5 中，以靜態和動態的資料作為區別；在圖一的 tree 模型中，我們設定了變數 P_n ，用以代表有意義的位置，並以 n 代表此位置被偵測到的順序。

在此追蹤系統的研究中，我們以 time-constrained breadth first search 當作演算法，在我們所記錄路徑中，會從最初的點開始出發(譬如:家)接著沿著路徑到達終點(譬如:工作地點，大型的百貨公司，或是學校)，以樹狀圖的方式一直延伸至它的根部。而使用此套系統的精障者，就依循著此種樹狀模式來運作，並且在偵測到使用者的位置是在此樹狀圖以外的位置，即發生錯誤地點，此時系統會發出通知，告知負責此位精障者的就業輔導員或是此位精障者的家人，讓此位就業輔導員或是此位精障者的家人可以立即應變。

在給定位置參數之後，接著我們使用時間參數 T_n ，時間的參數 T_n 在此演算法中的主要功能，在於偵測使用者是否在特定時間內到達下個位置，圖 6 是此架構的 pseudo code。

```

class DeviationStopper{
public static void check(Tree tree, Location
location , Node
parent)
{
Node child= new Node();
child= tree.traverse(parent);
//child is the first among children a parent node
has
while( tree.dest(location.reading)!= True )
{
if ( child == null )
{

```

```

alert.send();
exit();
}
else if ( location.reading == child )
//The user is on the right tack.
{
parent = child ;
//The child node becomes the new parent.
timer.set ( parent );
//Timer is location-dependent.
return;
}
else
child = child.next();
// The current child is not on the pathway.
// Search its next sibling instead.
}
}

```

圖 6: 走失偵測系統中，以樹狀模型為基礎的 pseudo code

4.5 時間倒數機制

time-constrained breadth first search 演算法中包含時間的倒數機制，此倒數的時間最大值取決於此位精障者在日常生活中，路徑中兩個點之間所偵測到的最大值，因此，精障者如果在某段路程花費的時間超越平常所花費的時間的最大值，即可能發生意外的狀況，因此必須通知負責此位精障者的就業輔導員或是此位精障者的家人，確認此位身心障礙者目前是否平安。

5. 結論和未來的研究方向

在此篇論文中，我們構思出一架構來幫助精障就業輔導系統，此架構目的在於偵測精障者是否已經走失，這個系統可以預測使用者的下一個目的，同時偵測此位精障者所行走的路徑是否已經偏離所應遵循的路徑，以此種方式來提供走失的服務。

我們在經過了長達六個月的參與和觀察，深入的探討，資料的分析，研讀相關研究資料，在架設出此系統的運作模式之後，接著我們會和就業輔導員接洽，展開一系列的模擬和測試，而我們未來的工作即在於，如何使這套系統的架構更加完善，並且在實際的工作狀況中測試，希望藉由此研究協助精障就業輔導體系的推展。

致謝

本研究由國科會贊助，計畫編號 NSC 95-2627-E-008-002-

參考文獻

- [1] Ashbrook, D., and Starner, T. 2003. "Using GPS to learn significant locations and predict movement across multiple users." *Personal and Ubiquitous Computing* 7(5).
- [2] Bouchard, S Giroux, A Bouzouane, "A Smart Home Agent for Plan Recognition of Cognitively-impaired Patients." *JOURNAL OF COMPUTERS*, 2006
- [3] CL Baker, JB Tenenbaum, RR Saxe, "Bayesian models of human action understanding," *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2006
- [4] L Liao, D Fox, H Kautz, "Extracting Places and Activities from GPS Traces Using Hierarchical Conditional Random Fields," *The International Journal of Robotics Research*, 2007.
- [5] L Liao, D Fox, H Kautz, "Hierarchical conditional random fields for GPS-based activity recognition," In *Robotics Research: The Eleventh International Symposium*, Springer Tracts in Advanced Robotics (STAR). Springer Verlag, 2007.
- [6] L. Liao, D. Fox, H. Kautz. "Learning and inferring transportation routines." In *Proc of the 19th Natl Conf on AI*, 2004.
- [7] L Liao, DJ Patterson, D Fox, H Kautz, "Building Personal Maps from GPS Data," *Ann NY Acad Sci*, 2006
- [8] L. Liu, H. Hile, H. Kautz, G. Borriello, P.A. Brown, M. Harniss, K. Johnson, "Indoor Wayfinding: Developing a Functional Interface for Individuals with Cognitive Impairments," *Proceedings of Computers & Accessibility, ASSETS 2006*, pp.95 - 102, October 2006.
- [9] J Krumm, E Horvitz, "Predestination: Inferring Destinations from Partial Trajectories," *UbiComp 2006: The Eighth International Conference on Ubiquitous Computing*, September 17-21, Orange County, CA, USA, 2006
- [10] M Ghorbel, M Mokhtari, S Renouard, "A Distributed Approach for Assistive Service Provision in Pervasive Environment," *Proceedings of the 4th international workshop on Wireless mobile applications and services on WLAN hotspots*, 2006
- [11] S Lee, KN Ha, KC Lee, "A Pyroelectric Infrared Sensor-based Indoor Location-Aware System for the Smart Home," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, 2006
- [12] <http://maps.google.com>