

利用GIS及最佳化數學模型設計， 根據中風患者預後良好率，運算最 適醫院並模擬醫院服務地區之系統

According to recovery rate of stroke patients, calculate the optimal hospital and simulate the system of hospital services by GIS and optimized mathematical model design

學生：

103034018 陳宣榕

103034032 潘佳欣

103034043 沈子安

指導教授：李雨青 博士

國立清華大學 工業工程與工程管理學系 **106**學年度專題報告



研究背景

腦中風在台灣俗稱中風，從民國71年起一直高居國人十大死因的第二位。全台醫院的急性腦血管病人中，缺血型中風佔80%，出血型佔20%。其中缺血型中風若是由於大血管阻塞，其治療方式從只能使用血栓溶解劑，到2015年更研究出同時使用血栓溶解劑與動脈內取栓術能有更好的治療效果，台灣健保局也於2016年通過新型手術的健保給付。

然而台灣到院前的緊急診斷只判斷是否為中風，到院後仍要等待重新評估中風類型等，嚴重耽誤病患於黃金治療時間接受適當治療。

研究動機

近年來，西方國家在中風患者到院前，救護人員會使用更精確的指標判斷患者的中風狀況，進而選擇適合患者的醫院與手術，也因此改善了患者的預後良好率。

在台灣，這樣的做法尚未被大量推廣，因此我們想引入此概念，並根據台灣實際的醫療設備，做出一個適用於台灣中風病患的判斷模型，讓救護人員使用我們設計的介面與模型後，能在到院前判斷出最適合的送醫醫院與手術方式，藉此提高中風患者的預後良好率。

研究預期產出

建構一個適合台灣中風狀況的數學模型，並利用網際網路與相關工具，設計一款使用介面，提供救護人員在到院前快速判斷中風種類與病患狀態，找出讓病患得到最高預後良好率的醫院選擇，以把握黃金時間讓病患能有最高的三個月後的預後良好率。

研究背景
與動機

文獻探討

整體架構

數學模型

系統介面

成果與
未來展望

研究背景
與動機

文獻探討

整體架構

數學模型

系統介面

成果與
未來展望

RACE scale

是一種判斷大血管阻塞的指標。RACE scale ≥ 5 ，且運送時間送至有能力進行血管內治療合併機械取栓術的醫院 < 30分鐘，則直接送至該醫院。

辨識大血管 阻塞病患指標

根據2015年的研究，發展出許多判斷大血管阻塞的指標，提供到院前醫護人員，可在第二階段利用指標進一步辨識是否為大血管阻塞病患。在專題中我們使用RACE scale。

勝算比評估

為一種統計的方式。常被用在醫學相關之生物統計學上，邏輯上，勝算比可以當作一個定量或是一個有效的力量。

急診壅塞與 醫療品質的關係

許多醫院有「急診室過度壅塞」的問題，當急診人數過度增加，設備與人力卻不勝負荷，導致急診室床位供不應求，容易擠壓到真正急症病患的所需，進而耽誤黃金急救時間，因此「急診室滯留」納入醫療品質改善的要點。

目前大多數醫院所接受的，為Brent等學者提出的輸入-處理效能-輸出的概念模型，在專題中我們也將急診壅塞問題考慮進去。

血栓溶解劑與 機械取栓術

2015年有研究顯示，對於急性大血管阻塞中風患者，利用血栓溶解劑加上機械取栓術，比單獨施打血栓溶解劑，有明顯預後的改善。

研究背景
與動機

文獻探討

整體架構

數學模型

系統介面

成果與
未來展望

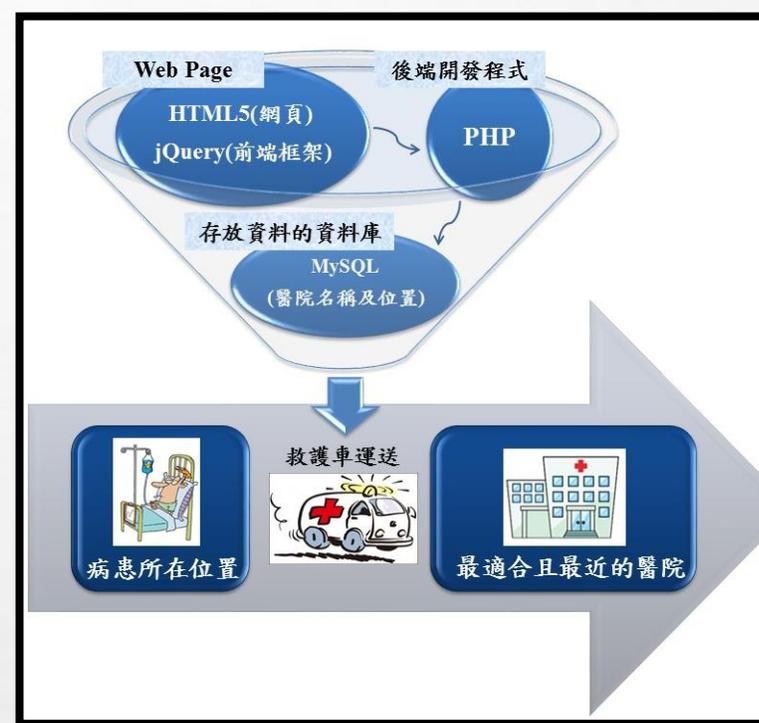
專題背景

本專題與台大醫院的江文莒醫師、謝明儒醫師合作，提供了此專案需要的專業知識及程序，在數學模型建構以及系統模型架構上給予諸多回饋與指正。

此專題以台北市為研究範圍，根據16家醫院之數據與位置，建構出最佳化中風預後良好率之數學模型，並利用程式與網路連線等，來支撐整體系統架構。

系統模型架構→

呈現出本專題建構的模型與架構，包括數學模型及背後網路系統的支撐方式。



←系統判斷流程圖

在系統當中，送醫判斷流程又可依據RACE量表數值、最佳化模型運算、判斷正確機率等，得出送醫最後治療方式。

研究背景
與動機

文獻探討

整體架構

數學模型

系統介面

成果與
未來展望

目標式

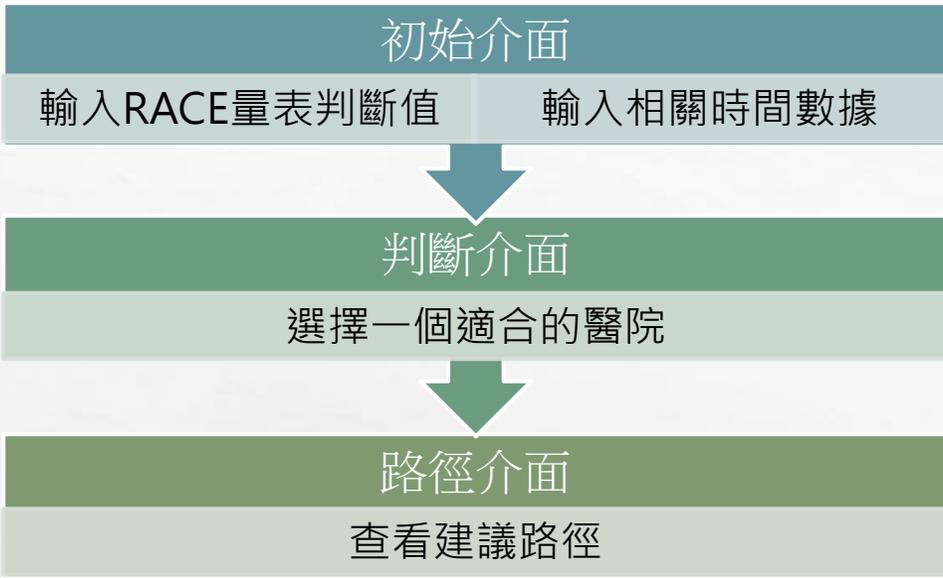
$$\text{Max} \sum_{h \in H} R(S_f + S + S_h + T_h * \text{risk}_H) X_h + \sum_{c \in C} R(S_f + S + p(S_c + T_c * \text{risk}_C) + (1 - p)(S_c + T_c * \text{risk}_C + \bar{S}_c + T_h * \text{risk}_H)) X_c$$

限制式

$$\sum_{c \in C} X_c + \sum_{h \in H} X_h = 1$$

$$\sum_{h \in H} V(S_f + S + S_h + T_h * \text{risk}_H) X_h + \sum_{c \in C} V(S_f + S + p(S_c + T_c * \text{risk}_C) + (1 - p)(S_c + T_c * \text{risk}_C + \bar{S}_c + T_h * \text{risk}_H)) X_c \geq V_d$$

集合	H	有能力進行血管內治療合併機械取栓術與施打血栓溶解劑的醫院	C	只能施打血栓溶解劑的醫院
變數	X_h	如果病患被送往醫院 $h \in H$ ，否則為0	X_c	如果病患被送往醫院 $c \in C$ ，否則為0
參數	p	正確判斷為小血管阻塞的機率	$1 - p$	誤判為小血管阻塞的機率
	S_h	從病患地點到醫院 h 的運送時間	S_c	從病患地點到醫院 c 的運送時間
	T_h	在醫院 h 進行手術的時間	T_c	在醫院 c 進行手術的時間
	S	救護車到達病患地點的反應時間	S_f	從病患發病到通報的反應時間
	\bar{S}_c	從醫院 c 轉運到最近的醫院 $h \in H$ 的轉運時間	$S_f + S + S_h + T_h$	若病患直接送達醫院 h ，病患接受適當手術前的期望時間
		$S_f + S + p(S_c + T_c) + (1 - p)(S_c + T_c + \bar{S}_c + T_h)$		若病患送達醫院 c ，再轉至醫院 h ，病患接受適當手術前的期望時間
	risk_H	醫院 h 的風險係數 =(手術台數*一般病床數*觀察床數) ^(-1/3)	risk_C	醫院 c 的風險係數 =(一般病床數*觀察床數) ^(-1/3)
	V_d	存活率(中風治癒後的存活率 ≥ 90%)	$V(t)$	$V(t) = ((t-60)/15) * 0.05 + 0.8$
	R_d	三個月後良好功能性預後的的比例	$R(t)$	$R(t) = \begin{cases} 2.8, & t \leq 90 \\ 1.6, & 91 \leq t \leq 180 \\ 1.4, & 181 \leq t \leq 270 \\ 1.0, & t \geq 270 \end{cases}$



救護車運送醫院選擇系統 初始介面

此系統提供救護人員判斷病患為小血管或大血管堵塞，並送往預後良好率較高的醫院

使用說明：



位置資訊

目前緯度:

目前經度:

病患狀況

◎ RACE ≥ 5 之狀況

◎ RACE < 5 之狀況

病人相關資訊

從病發到病人發現打電話後的時間(分鐘):

救護車從出發到病人位置的時間(分鐘):

RACE量表評分原則

FORMULA

Addition of selected points:

	0	1	2
Facial palsy	Absent	Mild	Moderate to severe
Arm motor function	Normal to mild	Moderate	Severe
Leg motor function	Normal to mild	Moderate	Severe
Head and gaze deviation	Absent	Present	—
Aphasia (if right hemiparesis)	Performs both tasks correctly	Performs 1 task correctly	Performs neither tasks
Agnosia (if left hemiparesis)	Patient recognizes his/her arm and the impairment	Does not recognize his/her arm or the impairment	Does not recognize his/her arm nor the impairment

判斷介面

建議運送醫院

→ 此病患屬於大血管堵塞

Max R(總算比)= 1.4

台大醫院 => 10.8 km (19 mins)

臺北榮民總醫院 => 12.5 km (26 mins)

路徑介面

救護車運送醫院選擇系統

清大工工系畢業專題

運送醫院路線

105 台灣台北市松山區撫遠街409號

10.8 公里 約 19 分

1. 往西北走撫遠街朝撫遠街405巷前進 0.4 公里
2. 向左轉，繼續沿撫遠街前進 0.6 公里
3. 接著走濱江街 1.9 公里
4. 接著走濱江街(國1/建國高架道路/新生高架道路) 0.4 公里
5. 接著走濱江街 0.7 公里
6. 向左轉，繼續沿濱江街前進 0.6 公里
7. 靠左經由匝道走建國高架道路，朝國道3號/民權路前進 3.7 公里
8. 下交流道，朝仁愛路前進 0.3 公里
可能會在特定時間或日期封閉
9. 向右轉 0.5 公里
可能會在特定時間或日期封閉

研究背景
與動機

文獻探討

整體架構

數學模型

系統介面

成果與
未來展望

研究成果

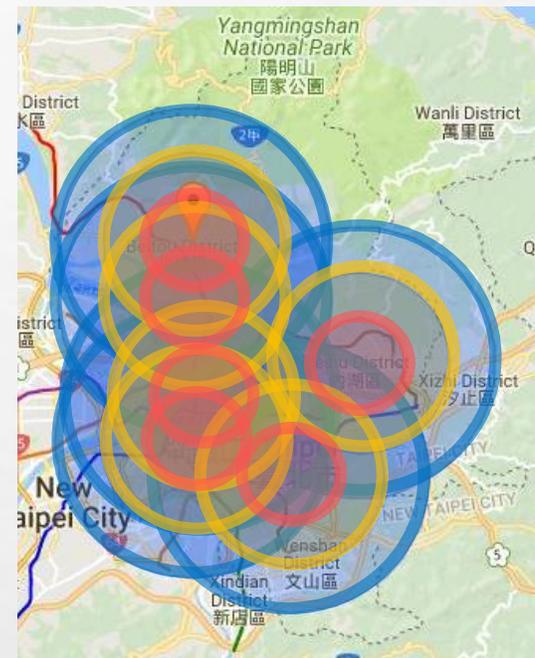
本專題目前完成開發出協助救護人員在現場迅速判斷的介面，此系統同時考慮大血管阻塞指標、多項時間因素及醫院風險值，進一步運算出最適且最近的醫院。

這種判斷方式比起以往只考慮到院時間，更符合中風患者需求、使之減少等待治療的時間，提高病患的預後良好率。

未來展望

未來我們希望能繼續與臺大醫院合作，將此系統應用於台北市緊急救護系統並推廣至全台，藉此進一步研究台灣中風患者預後良好率的變化。

我們利用線上程式，以六家大醫院為中心畫出數個等距的同心圓，可以看出台北市仍有地方是無法劃至服務範圍內。未來也能在目前成果的基礎上，利用系統和QGIS來模擬台北市醫療資源的分配是否滿足中風患者接受手術的需求，藉此考量醫院的擴建或新增。



↑ 服務範圍模擬

以六家大醫院為中心，分別劃出2km、4km、6km的同心圓，來模擬醫院涵蓋的服務範圍。