

A Novel Intelligent Medical Decision Support Model Based on Soft Computing and IoT

Mohamed Abdel-Basset , Gunasekaran Manogaran , Abdullah Gamal,
Victor Chang

組員

410821212 陳毅

410821220 李錦達

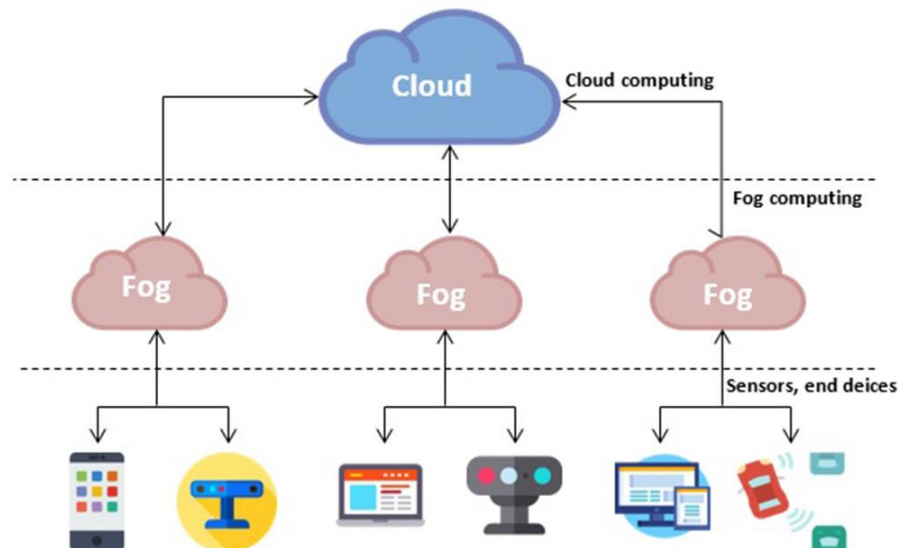
摘要與研究問題

物聯網是當今最流行的科技產業之一，任何東西都可以成為物聯網的一部分，其中醫療也是相當多物聯網的應用。物聯網實現了需多虛擬服務、智能監控以及類雲端計算等，但也因為如此面臨了一些新的挑戰。

其中移動性、響應時間、位置感知等問題最為突出，本論文提出一套基於軟計算的推薦醫療系統，與物聯網收集的數據進行分析，以幫助診斷 2 型糖尿病患者的各種症狀。

基於軟計算的物聯網醫療偵測系統

本系統分為三層結構，雲端計算層、霧計算層、物聯網層，如下圖所示。物聯網曾在本系統的代表物為 WBAN，這是一種透過傳感器收集身體訊號，並利用網路傳制服務器的一種系統，一般而言就是直接送至雲端計算層做運算，不過本系統為了更好監控病患的身體狀況，額外增加了霧計算層，將傳感器的數據，例如血壓、心跳頻率、運動情況等，利用本論文研究的 N-MCDM 模型做智能決策，判斷病患的身體情況。



上述所提的傳感器等智能設備其演算法如下，其實結構很簡單，就是做蒐集數據、過濾、整合及評估後，發送接收請求等待服務器接收數據，若無果則再次發送。透過這個方式就可以做到接近實時的得知病患的數據。

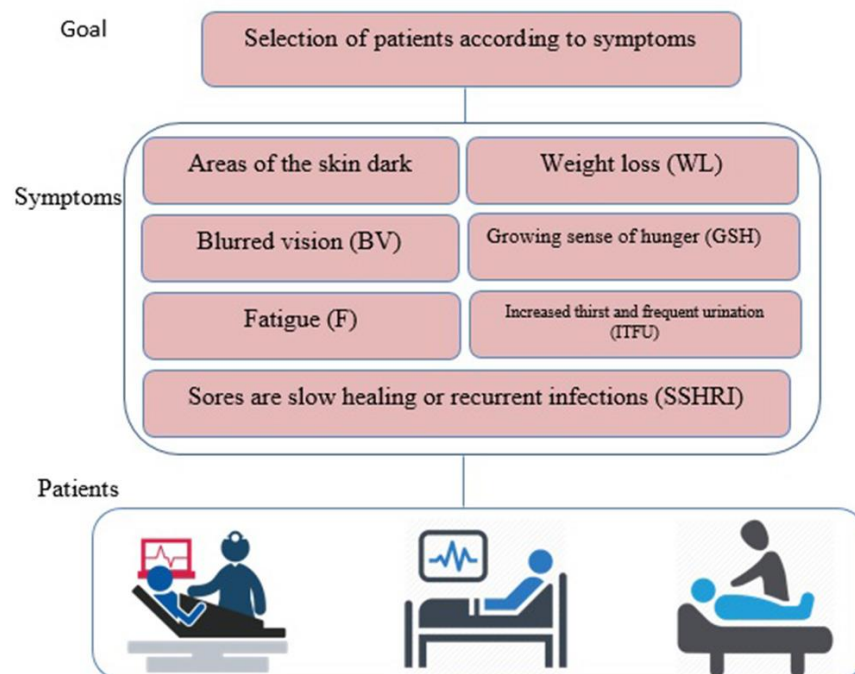
Algorithm 1 Smart Device Main Function

```
1: While (true) do
2:   collect data from sensors
3:   filter data
4:   gather data
5:   evaluate data
6:   if is connected to a device then
7:     prepare data for RESET service
8:     send data to RESET service
9:       if data sent then
10:        start from the beginning
11:       else
12:        try to send data again
13:       end
14:   else
15:     try to send data again
16:   end
17: end
```

N-MCDM 的實作策略

這個系統要將物聯網所蒐集的數據做整合，並決策出一個考慮多個層面後的一個最佳妥協醫療方案，以提高醫生的診斷效率。

首先要請一群有醫療經驗的人或醫師作為顧問團，使他們彼此討論針對 2 型糖尿病定義出症狀表，並提出所有可行的醫療替代方案，然後請他們歸類出病患的症狀，如下圖。



在來是根據顧問團提供的下表，請他們決策出該症狀適合適用怎樣的標準或替代方案。本表使用了 type 2 neutrosophic number 的概念[1]，這是一種基於模糊性、不完整性及不確定性(T、I、F)三種因素來描述不確定的概念。然後基於這個概念，結合物聯網所提供的數據建構出一個決策矩陣。

TABLE I
LINGUISTIC TERMS FOR DIAGNOSING PATIENTS
WITH RESPECT TO EACH SYMPTOM

Linguistic variables	Type-2 neutrosophic $\langle (T_T, T_I, T_F), (I_T, I_I, I_F), (F_T, F_I, F_F) \rangle$
Hardly diseased (HAD)	$\langle (0.15, 0.20, 0.15), (0.55, 0.80, 0.95), (0.55, 0.80, 0.60) \rangle$
Sparingly diseased (SPD)	$\langle (0.25, 0.35, 0.20), (0.40, 0.75, 0.90), (0.40, 0.75, 0.75) \rangle$
Evenly diseased (EVD)	$\langle (0.40, 0.30, 0.60), (0.60, 0.35, 0.35), (0.55, 0.30, 0.50) \rangle$
Strongly diseased (STD)	$\langle (0.35, 0.45, 0.55), (0.45, 0.45, 0.45), (0.30, 0.40, 0.50) \rangle$
Highly diseased (HID)	$\langle (0.55, 0.45, 0.55), (0.30, 0.15, 0.15), (0.20, 0.25, 0.05) \rangle$
Very diseased (VID)	$\langle (0.60, 0.75, 0.90), (0.20, 0.20, 0.20), (0.20, 0.15, 0.30) \rangle$
Exceedingly diseased (EXCD)	$\langle (0.90, 0.90, 1.00), (0.05, 0.10, 0.10), (0.10, 0.05, 0.00) \rangle$

透過決策矩陣運算出幾何平均數，然後再透過[1]中提到的 Deneutrosophic terms of weight for getting crisp values of weights 算出權重值，如下。

$$\check{R}_{ij} = \check{r}_{ij}^1 + \check{r}_{ij}^2 + \cdots + \check{r}_{ij}^N / N \quad (1)$$

$$S(\tilde{r}) = \frac{1}{12} \langle 8 + (T_T + 2T_I + T_F) - (I_T + 2I_I + I_F) - (F_T + 2F_I + F_F) \rangle. \quad (2)$$

利用公式(2)得出症狀的權重值後，再用公式(3)與原始的平均值做標準化。

$$\tilde{y} = \sum_{j=1}^n \check{r}_{ij} / n. \quad (3)$$

開始對患者的各種症狀進行排名，根據(4)(5)(6)式，並得出一個最佳方案。

$$S_i = \sum_{j=1}^m \left(W_j \times \frac{y_i^+ - y_{ij}}{y_i^+ - y_i^-} \right). \quad (4)$$

$$R_i = \text{Max}_j \left(W_j \times \frac{y_i^+ - y_{ij}}{y_i^+ - y_i^-} \right). \quad (5)$$

$$Q_i = \kappa \times \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} + (1 - \kappa) \times \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \quad (6)$$

所有的結果必須滿足(7)式，其中 $DQ = [1/(j-1)]$ ，j 為病患數量。

$$Q(S^2) - Q(S^1) \geq DQ \quad (7)$$

研究結果

以下例子我們將幫助每位患者了解他有機會感染哪些症狀。

TABLE V
WEIGHT OF SYMPTOMS

Sym.	Aggregation by T2NN	Crisp	W
ASD	[(0.65,0.67,0.72),(0.22,0.33,0.38),(0.25,0.30,0.20)]	0.70	0.18
SSHRI	[(0.15,0.20,0.15),(0.55,0.80,0.95),(0.55,0.80,0.60)]	0.24	0.06
BV	[(0.37,0.48,0.43),(0.33,0.57,0.67),(0.33,0.55,0.60)]	0.47	0.13
F	[(0.55,0.55,0.72),(0.37,0.30,0.30),(0.32,0.25,0.33)]	0.66	0.17
WL	[(0.53,0.60,0.80),(0.33,0.25,0.25),(0.32,0.20,0.37)]	0.68	0.18
GSH	[(0.28,0.37,0.42),(0.48,0.57,0.62),(0.38,0.53,0.53)]	0.43	0.12
ITFU	[(0.48,0.62,0.67),(0.27,0.38,0.43),(0.27,0.35,0.45)]	0.62	0.16

左邊欄位症狀如上面的症狀歸類圖，中間是 type 2 neutrosophic number 的症狀矩陣，右側是兩種權重值。

從表一可以將每位病患的各種症狀歸類出一個病狀等級，如表六。再透過聚合矩陣得出表七。

TABLE VI
DIAGNOSING OF PATIENTS BASED ON THE NEUTROSOPHIC SCALE

P/ C	ASD	SSHRI	BV	F	WL	GSH	ITFU
Patient 1	⟨EXCD⟩	⟨HAD⟩	⟨SPD⟩	⟨EXCD⟩	⟨EVD⟩	⟨STD⟩	⟨VED⟩
Patient 2	⟨EXCD⟩	⟨HID⟩	⟨VED⟩	⟨STD⟩	⟨HID⟩	⟨STD⟩	⟨SPD⟩
Patient 3	⟨HAD⟩	⟨HAD⟩	⟨SPD⟩	⟨EVD⟩	⟨VED⟩	⟨HAD⟩	⟨VED⟩
Patient 4	⟨STD⟩	⟨VED⟩	⟨EXCD⟩	⟨STD⟩	⟨VED⟩	⟨VED⟩	⟨EXCD⟩
Patient 5	⟨VED⟩	⟨VED⟩	⟨SPD⟩	⟨VED⟩	⟨SPD⟩	⟨SPD⟩	⟨SPD⟩
Patient 6	⟨VED⟩	⟨STD⟩	⟨STD⟩	⟨STD⟩	⟨STD⟩	⟨STD⟩	⟨EXCD⟩
Patient 7	⟨STD⟩	⟨HID⟩	⟨SPD⟩	⟨VED⟩	⟨HAD⟩	⟨HID⟩	⟨STD⟩

TABLE VII
CRISP MATRIX OF PATIENTS DIAGNOSING

P/ C	ASD	SSHRI	BV	F	WL	GSH	ITFU
Patient 1	0.929	0.238	0.308	0.78	0.525	0.53	0.783
Patient 2	0.929	0.708	0.783	0.53	0.708	0.53	0.308
Patient 3	0.238	0.238	0.308	0.52	0.783	0.24	0.783
Patient 4	0.533	0.783	0.929	0.53	0.783	0.78	0.929
Patient 5	0.783	0.783	0.308	0.52	0.308	0.31	0.308
Patient 6	0.783	0.533	0.533	0.53	0.533	0.53	0.929
Patient 7	0.533	0.708	0.308	0.78	0.238	0.71	0.533

最後根據下圖的各病患的 S、R、Q 的症狀排名，可看出病患 1 表現出 2 型糖尿病的症狀，臨床醫生能夠基於這些比率來確定患者的治療階段。

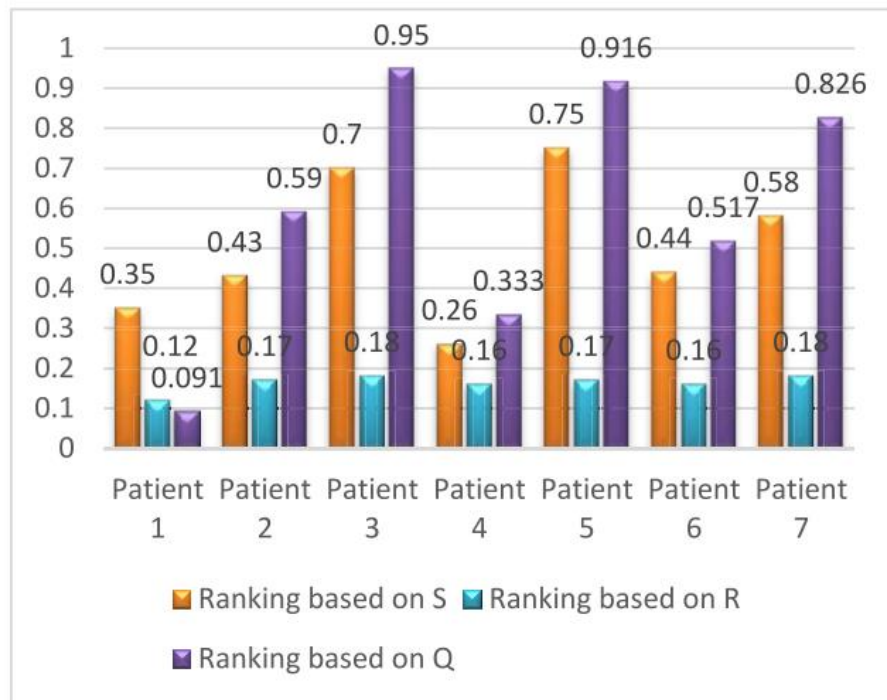


Fig. 5. Diagnosing of patients according to the risk of disease.

我的觀點：

本論文介紹了利用 N-MCDM 的方法來將轉計算運用在物聯網的醫療應用上，它減少了物聯網的響應時間，並且有效的提供病患的數據，幫助醫師診斷，雖然從文中沒有提到與其他方法的比較，但結果上有很明確的提供病患的數據。

文中有些公式來自引述的論文，有些數據來自醫師所提供，所以沒有明確說明，不過將這些數據透過軟計算整合成一組有用的資料值得肯定。

引述論文：

[1] Abdel-Basset, Mohamed, et al. "An approach of TOPSIS technique for developing supplier selection with group decision making under type-2 neutrosophic number." *Applied Soft Computing* 77 (2019): 438-452.