

# 人工智慧技術於智慧醫療之理論探討與實務應用

林書弘<sup>1</sup> 陳牧言<sup>2\*</sup>

**摘要：**世界衛生組織 (World Health Organization) 對於「智慧醫療」(smart healthcare) 的定義為：「資訊科技 (information and communication technology) 在醫療及健康領域的應用，包括醫療照護、疾病管理、公共衛生監測、教育和研究」。另外，許多學者也認為「智慧醫療」是指醫學資訊 (medical informatics)、公共衛生、商業應用的整合，主要是透過網際網路及相關的人工智慧與資料探勘技術，提供更精準的個人化健康服務與健康資訊的應用。近幾年來，深度學習 (deep learning) 發展十分迅速且熱門，尤其是在 2016 年 AlphaGo 擊敗南韓棋王李世石後，深度學習變得更廣為人知。而深度學習最常應用於圖像辨識與物體辨識，像棋譜、畫作或者是圖片中的人事物等之類的辨識，而另一個常用的範疇則是用來進行資料的特徵萃取。在過去的研究中，智慧醫療的研究與應用很少使用機器學習或是深度學習的方式進行分析，大多是使用傳統的統計、迴歸分析的運算進行預測。所以本文將從機器學習與深度學習方法來進行智慧醫療的整合運用。

**關鍵詞：**智慧醫療、人工智慧、機器學習、深度學習。

## 前言

機器學習 (machine learning) 是設計和分析允許電腦自動「學習」的算法，並允許電腦通過自動分析數據並使用它們來預測未知數據並建立規則。然而，傳統的機器學習方法難以滿足物聯網 (Internet of things, IoT) 所產生的大量數據與即時分析的需求，只能透過歷史的資料，進行適當的資料收集到模型開發與驗證結果。但是，由於人工智慧 (artificial intelligence) 和高速計算性能的發展，深度學習 (deep learning) 突破了以往機器學習的極限，展現驚人的卓越運算與學習效能，並使許多極其複雜的應用成為無限可能。

機器學習已經應用於解決人類社會中的複雜問題多年，機器學習的成功是由於電腦計算能力和無線傳輸技術的支持。人工智慧和軟式計算方法的發展很快對該領域產生相當大的影響，譬如搜索引擎、圖像識別、生物識別、語音和手寫識別、自然語言處理，甚至醫療診斷和金融信用評級都是常見的成功例子。深度學習是屬於機器學習演算法的分支，雖然深度學習在監督式學習領域已經相當成熟，但對於無監督式學習和強化式學習仍然是亟待發展與研究的。

目前，深度學習在語音識別和圖像識別方面具有非常好的效能，尤其是當人們想要在複雜的聲音訊號和圖像影片中，獲取具有顯著分辨率並且是透過自動化萃取資料特徵的過程。現階段，深度學習常見的兩種模型架構為卷積類神經網路 (convolutional neural network, CNN) 和遞迴類神經網路 (recurrent neural network, RNN)。目前，大多數深度學習的技術是植基於監督學習的概念上，建構一組分類器去識別系統所接收的信息，而軟式計算和啟發式演算法則是建立在無監督學習的概念上，這兩種研究領域是未來的人工智慧將著重研究與開發的主要技術，且已被廣泛而成功的解決許多複雜和大規模的數據問題。

## 機器學習應用於智慧醫療

資料探勘 (data mining) 可將隱含有用的知識，從大量的資料中透過處理、挖掘、萃取出其中的菁華。而隨著電腦資訊科技快速的發展，根據摩爾定律 (Moore's Law) 所描述，全球資訊量每隔 18 個月將會增加一倍，而以現今科技來說則更將遠遠超過其影響規模，面對如此龐大的資料，如沒有一套有效的資訊技術或演算法來處理，就如同瞎子摸象一般。因此資料探勘也算是機器學習的技術，將資料轉變成為有用的知識，以進行後續的決策與策略行動。

接受刊載：108 年 2 月 15 日

[https://doi.org/10.6224/JN.201904\\_66\(2\).02](https://doi.org/10.6224/JN.201904_66(2).02)

<sup>1</sup> 國立中興大學計算機及資訊網路中心副工程師 <sup>2</sup> 國立臺中科技大學資訊管理系教授

\* 通訊作者地址：陳牧言 40401 臺中市北區三民路三段 129 號 電話：(04) 22196881；E-mail：mychen@nutc.edu.tw

資料庫之知識發掘 (knowledge discovery in database) 通常簡稱為 KDD，在統計學上，資料庫之知識發掘主要用於透過自動化、電腦化的方式對於大量的資料進行主要或次要的分析，所謂「次要」的意義，指的是在商業而言，資料庫的目的主要是進行資料的蒐集，而非知識的發掘。而在資料庫的領域，資料庫的知識發掘主要的功能在於樣式的查詢 (pattern query)，而特別著重的是透過資料庫管理系統產生的查詢。在人工智慧的機器學習 (machine learning) 領域中，資料庫的知識發掘通常被視為一項透過特定的樣本對於大量資料進行學習的技術，而此技術在機器學習的領域中非常的流行。

因此，資料庫之知識發掘可定義為「利用半自動化或是自動化的方式，對於大量的資料或資料庫，發掘存在於其中有用的、新奇的或之前未發現的知識過程」(丁、陳，2005)。而知識發掘的流程步驟，如圖一所示(丁、陳，2005)。

一、決策樹分類法

決策樹的主要功能，是藉由分類已知的案例來建立一樹狀的語意結構，並從中歸納出有用的預測規則，而所建立出來的決策樹，也能對於未來的樣本進行預測。而通常建立預測模型會先將資料進行兩部份的切割：訓練資料和測試資料，再利用訓練資料中的每一筆資料依照其屬性及其分類屬性建立出決策樹，最後利用測試資料來驗證決策樹的正確性。

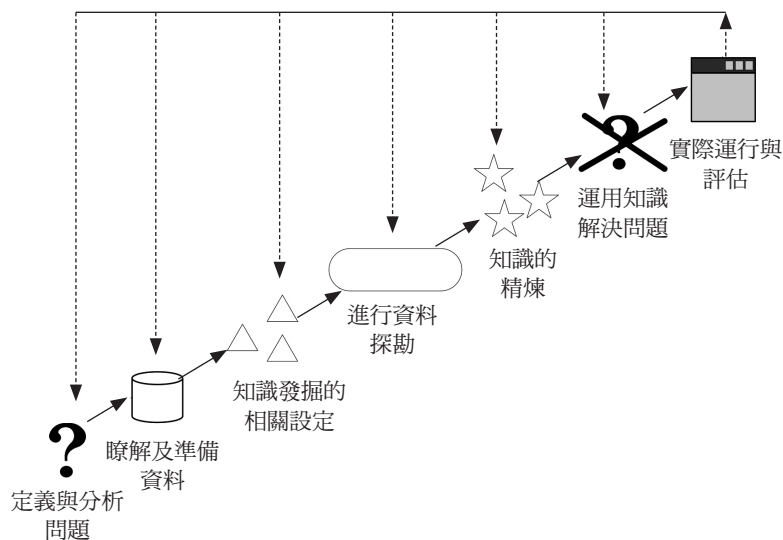
決策樹的歸納與修剪的演算法過程如下圖二所示(丁、陳，2005)：(1)將訓練樣本的原始資料放

入決策樹的樹根。(2)將資料分為測試資料與訓練資料。(3)使用訓練資料建立決策樹，而在每一個內部節點，則依據資訊理論來評估選擇那個屬性繼續做分支的依據，又稱為節點分割 (splitting node)。(4)使用測試資料來修剪決策樹，修剪至每個分類都只有一個節點，經過分割後判斷這些新內部節點是否為樹葉節點；若否，則以新內部節點為分支的樹根來建立新的次分支。(5)將步驟 1~4 重複進行，直到所有的新內部節點都是樹葉節點為止，當分類完成後，可將每個分支的樹葉節點，萃取出專家知識規則 (IF-THEN)，並提供給資料分析人員參考。

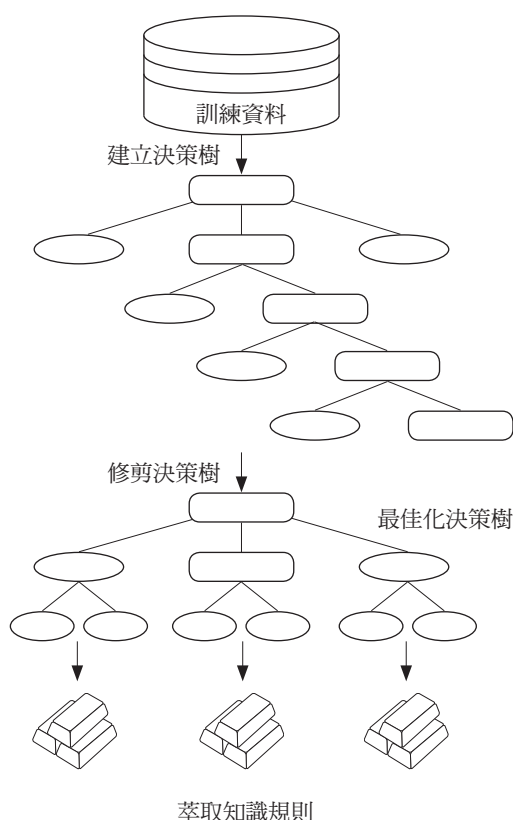
二、分群法

分群法的主要目的是將一群擁有相異性質的資料，區隔為數個同質性較高的資料群體(丁、陳，2005)。例如：在圖三中，原先所有資料各自擁有不同的性質與分布，而成一個群體。此時假若欲將這一群資料分成資料間性質較為相似的五群，便可以利用分群法來進行分群的工作，所得結果如圖三右邊所呈現的結果。在分群法中，則將這些經過分析後的群體稱為叢聚 (cluster)。

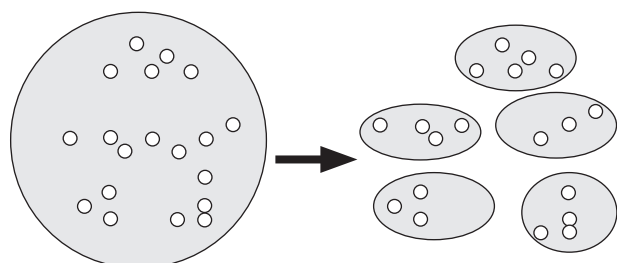
分群法與分類法 (classification)，同樣是用來對資料進行分群的工作，但是這兩種分析法最大的差異在於分群的方式(丁、陳，2005)：(一)分類法：為事先擁有定義好的群組，分群時再依每個資料最適合那個群組，將資料分配至事先定義好的群組中，來進行分群的工作。(二)分群法：無任何事先定義好的群組，群組的特性需視欲將資料分為幾群或是資料的屬性而定。換而言之，即為一種動態的分群資料分析法。



圖一 資料庫之知識發掘的進行流程步驟



圖二 決策樹修剪過程



圖三 分群法的群體分佈示意圖

### 三、關聯規則

關聯規則 (association rule) 是資料探勘中主要的技術之一，通常又稱之為購物籃分析 (market-basket analysis, MBA)。而所謂關聯規則就是從大量的資料集合中，探勘在資料間具有相互關係的知識。而關聯規則中，最有名的成功案例就是啤酒與尿布 (beer and diaper) 的關聯規則，如圖四所示，每一個購物籃都代表一個單獨的交易，並且在每個籃子中的物品並不完全相同，而所謂關聯規則主要就是在這些資料裡面，找出其中是否具有相互關係。在圖中，可以發現每一個購物籃中，只要有購買啤酒的交易，則消



圖四 購物籃分析示意圖

費者同時也會購買尿布。而造成有這種現象，很有可能是太太通常會要求先生去幫小孩購買尿布，而先生在拿完尿布的同時，就順手買啤酒來喝。當經過分析之後發現消費者具有如此的消費習慣時，則可以進行相關的決策。例如可將啤酒和尿布的上架位置盡量靠近，或是進行這兩項商品的交叉銷售。

### 深度學習應用於智慧醫療

在最近幾年來，深度學習 (deep learning) 非常熱門而且發展十分迅速，尤其是在2016年AlphaGo擊敗南韓棋王李世石後，深度學習變得更加廣為人知。但是很快地，AlphaGo就被新的版本AlphaGo Zero所取代了，而且兩者在進行對弈後，AlphaGo竟是慘敗，而且AlphaGo Zero甚至不需要人類給予的資料就能夠進行自我訓練了，所下出的棋譜甚至讓人類無法理解。從此處就能看出深度學習的發展之快是無法想像的。

而深度學習的範疇不單只有能夠應用於圖像分類上，在物體辨識、語音識別或者適用於特徵萃取方面等都有著十分良好的成效，而常見的深度學習模型有兩種；分別為卷積類神經網路 (convolutional neural network, CNN) 及循環類神經網路 (recurrent neural network, RNN)，前者較常用於與圖像分類、語音辨識或特徵萃取的研究，而後者屬於一種有記憶性的類神經網路架構，且可使用於與時間序列或易受時間影響的相關研究。

深度學習最常應用範疇多為圖像辨識與物體辨識，像棋譜、畫作或者是圖片中的人事物等之類的辨識，而另一個常用的範疇則是用來進行特徵萃取 (林, 2018)；像是尋找在一個影片中，究竟哪一個影格最能夠有代表性的作為影片的特徵，之後再依照提取出的特徵使用其他分類法進行最後結果的預測。以往的智慧醫療相關研究，通常研究方法都是使用傳統的統計分析，譬如迴歸分析、ANOVA分析來進行預測，但仍難克服統計誤差與母體的抽樣代表性問題。因此，未來的智慧醫療相關研究將朝向使用機器



學習與深度學習的資料科學方式，進行大量樣本的學習與建模，並進行後續的分析與預測。

### 一、人工神經網路的架構

人工神經網路是模擬生物大腦中的神經元的概念，而神經元與神經元之間透過軸突及樹突進行資訊的傳遞，軸突用來進行資訊的輸出；則樹突則是用於資訊的接收，樹突及軸突之間透過突觸連接。人工神經網路的類型也非常多種；像是前饋式神經網路、回饋式神經網路、單層類神經網路或者多層次類神經網路等。而類神經網路與一般的分類器不同的地方在於它能夠像神經元中的突觸一樣，經過多次的刺激後變得反應敏捷。而類神經網路也相同，經過多次的訓練後，在倒傳遞類神經網路中的權重相會進行多次調整，讓整個模型更加完善(林，2018)。

而人工神經網路主要由輸入層(input layer)、隱藏層(hidden layer)及輸出層(output layer)三層所構成，其中這三層內分別由節點及權重所組成(Hinton & Salakhutdinov, 2006)。輸入層為多個神經元組成，其功用在於接收所有要進入類神經網路模型中的資料。隱藏層則是在用於連接輸入層及輸出層，隱藏層中能夠包含著計算函數、或是激活函數等，可以用來提取輸入資訊的特徵，或者是計算輸入節點的權重等。最後則是輸出層，在接收了隱藏中的資訊後，進行最終的結果分類後並輸出。

### 二、卷積類神經網路

卷積類神經網路是一種前饋式神經網路，它的神經元能夠響應部分覆蓋範圍內的周圍單位，在圖像方面的處理能夠有出色的表現。卷積類神經網路的結構也是模仿生物大腦中的神經元所建構，最早為Hubel

和Wiesel(1962)發現貓的視覺在注視不同東西時；大腦中的神經元將會有不同的反應。而最早的卷積類神經網路概念為Fukushima和Miyake(1982)提出，他們提出了一種非監督式概念的網路，讓網路能夠獨自學習圖形的幾何變化。

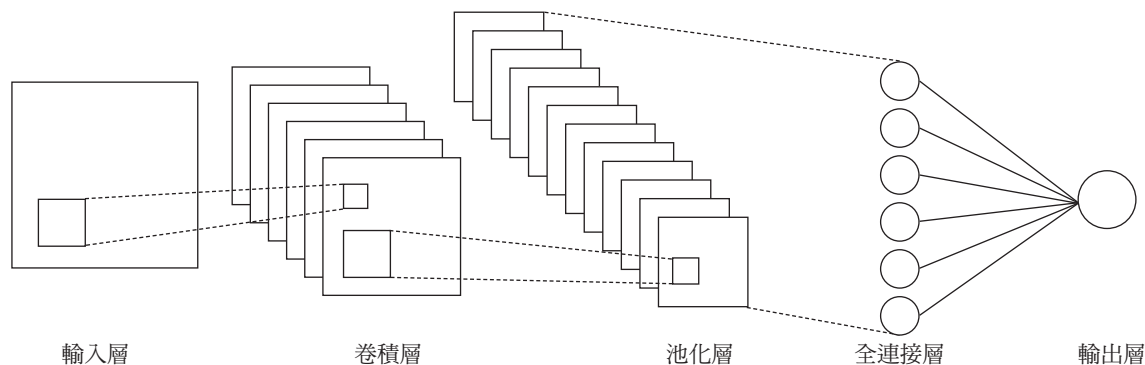
而在Indolia、Goswami、Mishra和Asopa(2018)的文章也有詳述卷積類神經網路的架構，卷積類神經網路主要由幾個結構組成；其中分別為輸入、卷積層(convolutional layers)、池化層(pooling layers)、激勵函數(activation function)、全連接層(fully connected layers)和誤差函數(loss function)以及最後的輸出；其架構如圖五所示。

卷積類神經網路的主要架構為一個或者是多個的卷積層與最後的全連接層組成，其中包含關聯的權重和池化層後所得出的結果。這樣的結構使得卷積類神經網路能夠利用資料的二維結構特性，而且卷積類神經網路能夠透過倒傳遞的方式訓練，相比其他的深度網路、前饋式網路，卷積類神經網路的參數較少，而在圖像和語音辨識也能夠得到很好的預測與判斷結果。

### 三、深度學習應用於智慧醫療相關研究

Antipov、Baccouche、Berrani和Dugelay(2017)使用卷積類神經網路用來辨識圖片中的人物的年齡及性別，並且比較對於性別辨識及年齡估計的最佳訓練方式。實驗結果顯示，在使用年齡標籤編碼的方式時能夠比一般年齡估計更加有效，而卷積類神經網路的深度依照目標的複雜度需要更深的網路，例如年齡估計的複雜度高於性別辨識，所以在不進行預訓練時，年齡估計需要更深的卷積類神經網路。

Witoonchart和Chongstitvatana(2017)提出了一種新的卷積類神經網路架構-結構化支持向量機(struct-



圖五 卷積類神經網路架構

ture support vector machine)，來增強誤差值的判定能力，並且依照計算出的誤差值進行權重的學習，並用來學習人體動作評估 (human pose estimation) 的問題。

Wu、Yin和Liu(2017)為了提高手寫辨識的辨識能力，分別使用了前饋式類神經網路 (feedforward neural network) 及遞迴類神經網路混和語言模型進行訓練，最後使用卷積類神經網路代替傳統的字符分類器。而在訓練中發現整合遞迴類神經網路的語言模型的性能優於整合前饋式類神經網路的語言模型，因為遞迴類神經網路可以模擬文字詞句的前後關係，所以性能較佳。

Zheng等(2017)使用卷積類神經網路來對組織病理學中的圖像進行訓練，並且找出乳腺病變的特徵。首先從圖像中的原子核進行檢測，並用卷積類神經網路進行訓練，並將萃取出的特徵通過乳腺病變的組織病理學圖像數據庫進行分類進行評估，而實驗結果顯示，依照原子核觀察的這種方式與現有技術相比後確實有更佳的分類性能。

dos Santos Ferreira、de Carvalho Filho、de Sousa、Silva和Gattass(2018)從RIM-ONE、DRIONS-DB和DRISHTI-GS數據庫中蒐集青光眼的症狀圖像，之後將圖像進行RGB通道及灰階的圖像進行特徵萃取，並用於卷積類神經網路進行訓練，而其結果達到100%的辨識準確率、靈敏度及特異性，而藉由透過深度學習的方式進行病徵的圖像辨識是既穩定且非常有效的，也能夠幫助醫師快速進行決策。

Ozer、Ozer和Findik(2018)致力於自動聲音識別 (automatic sound recognition) 的辨識度提高，由於對電腦來說要辨別聲音是很困難的工作，尤其是在背景有眾多雜音的狀況下，會讓識別任務難度往上提升，所以此研究使用頻譜圖像特徵 (spectrogram image features) 的方式，將有許多重疊的光譜圖轉換為線性量化的圖像，並使用各種圖像調整的方式來降低維度，最後使用卷積類神經網路進行特徵提取與分類，其實驗結果也達到了很高的準確度。

## 結 論

在過去的文獻中，雖然有許多醫療資訊有關的研究，不論是醫療照護、疾病管理、公共衛生監測、教育和研究，應用的領域及研究方法都十分的廣

泛，包含傳統的統計測量與迴歸分析，但鮮少有使用資料探勘與深度學習的方式進行預測與建模，所以本文主要進行人工智慧在於機器學習與深度學習的理論介紹與相關的文獻探討。但由於相關資訊技術與演算法眾多，所以機器學習中主要以資料探勘所強調的分類法、分群法以及關聯規則進行介紹，而在深度學習中，則著重在傳統類神經網路與卷積類神經網路為主。後續的未來研究，則建議可進行貝氏分類、支援向量機、遞迴類神經網路的應用成效與理論探討。

## 參考文獻

- 丁一賢、陳牧言(2005)·資料探勘·臺中市：滄海書局。  
[Ting, I. H., & Chen, M. Y. (2005). *Data mining*. Taichung City, Taiwan, ROC: Tsang Hai.]
- 林書弘(2018)·利用深度學習進行運動賽事結果預測(未發表的碩士論文)·臺中市：國立臺中科技大學資訊管理系碩士班。[Lin, S. H. (2018). *Applying deep learning to forecast the results of sports events* (Unpublished master's thesis). National Taichung University of Science and Technology, Taichung City, Taiwan, ROC.]
- Antipov, G., Baccouche, M., Berrani, S. A., & Dugelay, J. L. (2017). Effective training of convolutional neural networks for face-based gender and age prediction. *Pattern Recognition*, 72, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2017.06.031>
- Fukushima, K., & Miyake, S. (1982). *Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of visual pattern recognition*. In S. Amari & M. A. Arbib (Eds.), *Competition and cooperation in neural nets* (pp. 267–285). Berlin, Germany: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-46466-9\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-46466-9_18)
- Hinton, G. E., & Salakhutdinov, R. R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504–507. <https://doi.org/10.1126/science.1127647>
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *The Journal of Physiology*, 160(1), 106–154. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1962.sp006837>
- Indolia, S., Goswami, A. K., Mishra, S. P., & Asopa, P. (2018). Conceptual understanding of convolutional neural network-A deep learning approach. *Procedia*

- Computer Science*, 132, 679–688. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.069>
- Ozer, I., Ozer, Z., & Findik, O. (2018). Noise robust sound event classification with convolutional neural network. *Neurocomputing*, 272, 505–512.
- dos Santos Ferreira, M. V., de Carvalho Filho, A. O., de Sousa, A. D., Silva, A. C., & Gattass, M. (2018). Convolutional neural network and texture descriptor-based automatic detection and diagnosis of glaucoma. *Expert Systems With Applications*, 110, 250–263. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.06.010>
- Witoonchart, P., & Chongstitvatana, P. (2017). Application of structured support vector machine backpropagation to a convolutional neural network for human pose estimation. *Neural Networks*, 92, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2017.02.005>
- Wu, Y. C., Yin, F., & Liu, C. L. (2017). Improving handwritten Chinese text recognition using neural network language models and convolutional neural network shape models. *Pattern Recognition*, 65, 251–264. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2016.12.026>
- Zheng, Y., Jiang, Z., Xie, F., Zhang, H., Ma, Y., Shi, H., & Zhao, Y. (2017). Feature extraction from histopathological images based on nucleus-guided convolutional neural network for breast lesion classification. *Pattern Recognition*, 71, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2017.05.010>

**引用格式** 林書弘、陳牧言 (2019) · 人工智慧技術於智慧醫療之理論探討與實務應用 · *護理雜誌* , 66 (2) , 7–13 。 [Lin, S. H., & Chen, M. Y. (2019). Artificial intelligence in smart health: Investigation of theory and practice. *The Journal of Nursing*, 66(2), 7–13.] [https://doi.org/10.6224/JN.201904\\_66\(2\).02](https://doi.org/10.6224/JN.201904_66(2).02)

# Artificial Intelligence in Smart Health: Investigation of Theory and Practice

Shu-Hung LIN<sup>1</sup> • Mu-Yen CHEN<sup>2\*</sup>

**ABSTRACT:** The World Health Organization defines Smart Healthcare as “Information and Communication Technology applications in the medical and health fields, including medical care, disease management, public health monitoring, education, and research.” In addition, many scholars believe that “Smart Healthcare” refers also to the integration of medical informatics, public health, and business applications mainly through the Internet and related artificial intelligence and data mining technologies in order to provide more accurate personal healthcare services and health information. The concept of deep learning has gained ground rapidly in recent years. While deep learning is usually applied to the studies of image/object recognition such as board game notations, paintings, people/things/objects in pictures, and so on, it is also often applied to the extraction of features. However, researchers have rarely used deep learning methods to predict outcomes in the medical and healthcare fields, preferring instead to make these predictions using algorithms based in traditional statistical methods and regression analysis. This paper introduces and investigates deep learning methods in the context of predicting outcomes in the medical and healthcare fields.

**Key Words:** smart healthcare, artificial intelligence, machine learning, deep learning.

---

Accepted for publication: February 15, 2019

<sup>1</sup>MA, Deputy Engineer, Computer and Information Network Center, National Chung Hsing University; <sup>2</sup>PhD, Professor, Department of Information Management, National Taichung University of Science and Technology.

\*Address correspondence to: Mu-Yen CHEN, No. 129, Sec. 3, Sanmin Rd., Taichung City 40401, Taiwan, ROC.

Tel: +886 (4) 2219-6881; E-mail: mychen@nutc.edu.tw