

因子分析的應用

蔡崇弘

因子分析是多變量統計方法的一種，用於從眾多的研究變項中，綜合為少數幾個因子，並大約顯現其結構，使研究的結果較明朗。本文介紹因子分析原理及過程，並收集各領域使用的實例，尤其在醫學領域上應用。

Key words: factor analysis (因子分析)

研究上探究的因子與事實情況愈相似，研究結果愈值得信賴，然而，常常由於人力、物力及各種情況的限制，使研究因簡化而淡化，導致推論受到局促；另一方面，卻因由於收集資料內容過於複雜化，變成無謂的浪費，多變量統計方法的使用，主要目標在使研究資源，合乎簡化但不淡化；多樣化但不複雜化。因子分析是多變量統計方法的一種，它將多個變量綜合為少數幾個因子；使數目龐大的變項，簡化為明顯而具代表性的因子所替代，本文之目的在於介紹因子分析的原理以及在研究上應用，特別強調醫學上使用的實例。

因子分析主要是由心理學發展起來的，一九〇四年Chales Spearman提出這種方法用來解決智力測驗得分的統計分析，以處理縱錯複雜的心理現象⁽¹⁾。早期由於缺乏強而有力的計算器，煩人及複雜的演算過程，令人生畏，影響多變量統計方法的使用，近年來，電腦硬體日日更新，加上統計軟體的應用，多變量統計方法使用，趨向實用化及普遍化，因子分析也是其中之一。

一、原理

因子分析主要應用有二個主要方面，一是尋找基本結構，簡化觀測系統，二是用於分類或者進行分類。使用一些潛在或看不到稱為因

子的變項代替變項間的共變項關係，其原理是認為關係密切的變項會成為一群；同樣地，同群間的變項必定是相關性較強。每一群的變項以一個潛在結構代表，即是因子。一個因子為一個組觀察變項的線性組合 (linear combination) $F = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n$ (2,3,4)。

二、名詞解釋

因子權數 (factor loading) 一各觀察變項與各因子之間的相關程度。例如某研究中變項1與因子A的因子權數為0.23，與因子B的因子權數是0.78，表示變項1與因子B相關性較強。

變異數百分率 (percentage of total variance) 一計算各因子權數平方相加即每因子的特徵值，除以變項數得之，表示該因子能代表所有變項的程度，其值愈高代表程度愈高。例如因子A之變異數百分率為0.33，即表示因子A能解釋所存在變項之變異成份達到33%。

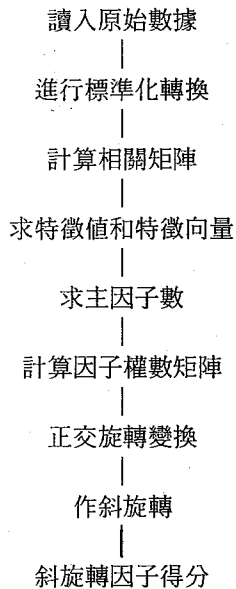
公因子變異數 (communality) 一每個變項因子權數平方相加，表示各共同因子對某一觀察變項能解釋的百分比。例如因子A與變項1因子權數為0.23，因子B與變項1因子權數為0.78，則公因子變異數為0.66，表示因子A與因子B能解釋觀察變項1之變異達66%。

因子餘弦 (factor cosines) 一各因子之間的相關性。

因子軸旋轉 (factor axes rotation) 一各變項之間因子權數大致相近時，為便利劃分，軸旋轉使產生高因子權數及低因子權數兩類。可分正交及斜交法，各因子若無相關則採用正交，反之，採用斜交。

三、因子化過程

一般常用統計軟體 SAS、BMDP 及 SPSS 均可提供可資應用之程式，使用主成份分析 (principal component) 或最大相似分析 (maximum likelihood) 方法，步驟如下⁽⁴⁾：



四、因子化過程停止之判斷標準

前面所述因子化過程在於從眾多因子中找出少數具代表，然而到底分析時因子數目決定標準如何，一般而言數目的決定須靠研究設計者對於研究上及事實上的需要外，電腦軟體的判斷標準大約有下列幾種標準提供參考與選擇。

金氏法 (King's) 一當新加一個因子時，變異百分比在 5% 以下，過程停止。

凱氏法 (Kaiser's) 一特徵值 (eigen value) 小於 1 則不列入。

卡特法 (Cattell's) 一變異數百分比劃成分佈圖，解釋力較差的因子放棄。

五、因子命名

因子分析後所得到的潛在因子命名，隨著研究者的觀念不同而有所不同，也就是說，命名取決於命名者對於研究背景的了解及所要達到的目的而定。

六、與其他法比較

因子分析法一般用於研究的前驅階段，為了探究研究上本質或結構所採用的方法，其他多變量統計方法例如複迴歸用於研究結構已經確定，用於探討各變項於所建立模式中所佔角色。同樣地，典型相關 (canonical correlation) 或判別分析 (discriminant analysis) 使用時機大致也是如此。因此，因子分析結果建立模式後可以再以上述各方法繼續探討各變項與模式的關係，現在更有學者於因子分析後，對於所得結果做路徑分析 (path analysis)，並建立線性結構模式 (LISREL)。

七、應用

1. 量表效度及信度分析與因子分析法：

社會科學研究中，問卷是常用的工具，因此，問卷的效度及信度影響整個研究的成敗，所謂信度指研究過程中研究資料的可靠性，效度即顯示研究的正確性。信度測量常用方法包括再測信度分析、複本信度分析、折半信度分析及評分者分析。效度分析經常使用的方法包括項目分析、單項與總合相關之效度分析法、獨立效標測度效度分析等，但是最理想的效度分析一般認為是使用因子分析法，由前述介紹中，可以清楚了解，因子分析提供變異數之百分比，並提供有效變項的個數。如楊孝濬⁽⁵⁾在傳播研究與統計學書中提及在一項台灣鄉村傳播行為與社會調適之研究中，利用因子分析作該項研究社會價值體系之效度分析，找出四個共同因子，第一因子解釋程度為 14.7%，第二因子解釋程度為 7%，第三因子解釋程度 5%，第四因子解釋程度 4.8%，總共四因子累積有效程度僅為 31.5%，表示該項研究社會價值觀之量表之效度並不是太高。

2. 市場調查的應用：

市場研究，影響變項繁多彼此間又常互相關聯，為了解消費者潛在因子，因子分析可充分達到要求。閔建蜀⁽⁸⁾在市場研究中一項一九七五年香港中文大學學生對電影態度調查，因素包括交通方便、觀眾品流、音響效果、座位舒適、近居住地及購票容易等六項，經過因子軸旋轉後，觀眾品流、音響效果及座位舒適可歸為享受性因子，交通方便、近居住地及購票容易可歸為接近性因子，二因子變異數百分比共為63%。

3. 運動研究應用：

Johnson及Wichern⁽¹⁾於applied multivariate statistical analysis書中以一百公尺、跳遠、鉛球、跳高、四百公尺、一百公尺跳欄、鐵餅、撐竿跳、標槍及一千五百公尺等十項測驗探討共同因子，結果可分賽跑耐力、賽跑速度及腿力強度等三因子。

4. 醫學研究應用(一)：

Wysenbeek等⁽⁶⁾應用因子分析法對狼瘡性紅斑(lupus erythematosus)病人探討疾病型態，結果可分六大型態，脫毛、頰側紅斑、紅斑及對光敏感、腎臟受損、血小板數、淋巴球缺乏症、頭痛、神經質、肌肉關節痛及血清中抗DNA抗體和補體相反關係等。依此結果，臨床醫師可以從病人顯現症狀，判斷屬於何類，以利採取最有效治療。

5. 醫學研究應用(二)：

Szabo等⁽⁷⁾使用因子分析探討健康人區域葡萄糖代謝率情況，二十四區域分為兩大類，因子一包括額葉區、顳葉區、扣帶回、尾狀核、視丘及殼狀核等邊緣系統，第二因子包括頂葉皮質區、枕葉皮質區及小腦區等與感覺和運動功能有關區，第一因子解釋百分之七十變異程度，第二因子和第一因子合併解釋百分之八十變異程度，得到結論腦部葡萄糖代謝主要與邊緣系統有關，可以了解葡萄糖與邊緣系統大概的關係。

6. 醫學研究應用(三)：

Robinson等⁽⁸⁾使用因子分析建立神經傳導簡易模式，這些因子包括傳導速率、遠側尺骨功能、感覺強度、遠側正中功能、遠側腓骨功能等五因子，糖尿病人因子得分顯著低於控制組，使病人及醫師了解糖尿病對於神經傳導影響的主要變化及分類，減少在大量影響因子下，不知主要的變化在何處。

7. 醫學研究應用(四)：

李⁽⁹⁾使用因子分析，瞭解國中三年級學生自覺的日常壓力事件並分析其因子結構，同時探討與學生自覺症狀相關的因子，分析台北市某國民中學469名三年級全體學生，結果日常壓力事件可界定三個主要因子，即不良的親子關係、耽心自己的未來和讀書方面的困難。學生神經質特質、不良親子關係和耽心自己的未來，是預測學生自覺症狀的重要變項，提供心理輔導及諮商工作人員參考，使業務進行事半功倍。

8. 醫學研究應用(五)：

Helal等⁽¹⁰⁾以光學和動力結構因子分析建立甲狀腺結節惡性診斷：使用鉍201和碘131雙同位素動力。結果可建立兩組病人，一組是21位病人有吸收鉍，另一組28人則無。第一組有五位是癌症，第二組全部為良性，顯示鉍動力診斷可減少偽陽性的機會，減少醫師診斷上的過度診斷機率，更可避免無謂的醫療糾紛。

9. 醫學研究應用(六)：

Ries等⁽¹¹⁾收集119個慢性阻塞性肺部疾病32個變項，以因子分析方法，並採用最大變異轉軸方法，結果顯示運動耐性、疾病嚴重性、肺容積及肺流量速率等五因子，其中前兩因子為重要因子，解釋57%變異程度，表示五個因子即能替代32個因子的結果，顯示真正的影響因子，將可減少病人接受過多無謂的檢查，降低醫療資源的浪費。

10. 醫學研究應用(七)：

Ohtake等⁽¹²⁾使用因子分析99mTc-DTPA腎臟造影結果評估，得知分佈的比率可以評估動力功能的量，及病態情況可依據功能影像推測，提供臨床醫師對於腎臟造影所能提供的資訊有所了解，也更能掌握它的功能。

八、結 論

因子分析是多變量統計方法，從事化繁為簡的工作，以較少因子替代原來眾多變項，但不影響其解釋能力。其使用上的要求，各變項最好是數字變項，合乎常態分佈，若變項為類別變項或序位變項，應使用其他適合的潛在結構模式。因子分析的因子個數決定，並無一定準則，而是屬於見仁見智的看法，研究者依研究上需要及對於事物的了解，做一妥當的決定；同時，各共同因子的命名及解釋更需要研究

者充分的知識，也可以說因子分析是一種藝術，而不只是一種策略。不同方法的因子分析常會得到不同的結果，更是讓研究者感覺無所適從。Johnson⁽¹⁾建議一系列步驟可以幫忙解決一般研究上的困惑，包括一、使用主成份分析方法、二、使用最大相似分析方法，必要時加上最大變異轉軸、三、比較以上兩種方法的結果、四、重覆以上三步驟以決定最適當的因子個數和五、原資料分成兩部份，並對各部份實施因子分析，並互相比較，了解其穩定性。

參考文獻

1. Johnson RA, Wichern DW: *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Ed2. Prentice Hall International Inc, USA, 1988: 378-436
2. Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE: *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. Ed2. PWS-Kent Publishing Company, Boston, 1988: 595-643
3. 閔建蜀, 游漢明: 市場研究: 基本方法 巨浪出版社, 台北, 1990: 213-234
4. 羅積玉: 多元統計分析: 方法與應用 科技圖書股份有限公司, 台北, 1911: 124-167
5. 楊孝濬: 傳播研究與統計學。台灣商務印書館, 台北, 1991: 527-528
6. Wysenbeek AJ, Leibovici L, Amit M, Weinberger A: Disease patterns with systemic lupus erythematosus as shown by application of factor analysis. *Journal of Rheumatology* 1991; 19(7): 1096-1099
7. Szabo Z, et al: Factor analysis of regional cerebral glucose metabolic rates in healthy men. *European Journal of Nuclear Medicine* 1992; 19(7): 469-475
8. Robinson LR, et al: Factor analysis. A methodology for data reduction in nerve conduction studies. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 1992; 71(1): 22-27
9. Lee Ly: Factor structure of perceived stress from daily events and its relation to perceived symptoms among ninth graders in Taipei city, Taiman. *Journal National Public Health Association Republic of China* 1993; 12(3): 211-218
10. Helal BO, et al: Diagnosis of malignancy in thyroid nodules by factor analysis of spectral and dynamic structures: a simultaneous dual-isotope dynamic study with thallium-201 and iodine-131. *European Journal of Nuclear Medicine* 1992; 19(7): 517-521
11. Ries AL, Kaplan RM, Blumberg E: Use of factor analysis to consolidate multiple outcome measures in chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Clinical Epidemiology* 1991; 44(6): 497-503
12. Ohtake E, et al: Clinical usefulness of physiologic components obtained by factor analysis-- application to ^{99m}Tc-DTPA renography. *Japanese Journal of Nuclear Medicine* 1989; 26(1): 89-93

Factor Analysis in Practice

Chang-Hong Tsay

Factor analysis is a statistical method used to determine which variables are combined to generate a given factor. That is, all variables within a particular group are highly correlated among themselves but have rela-

tively small correlations with variables in a different group.

The goal of this paper is to provide basic principles, methods, and applications in research, especially medical aspects.