

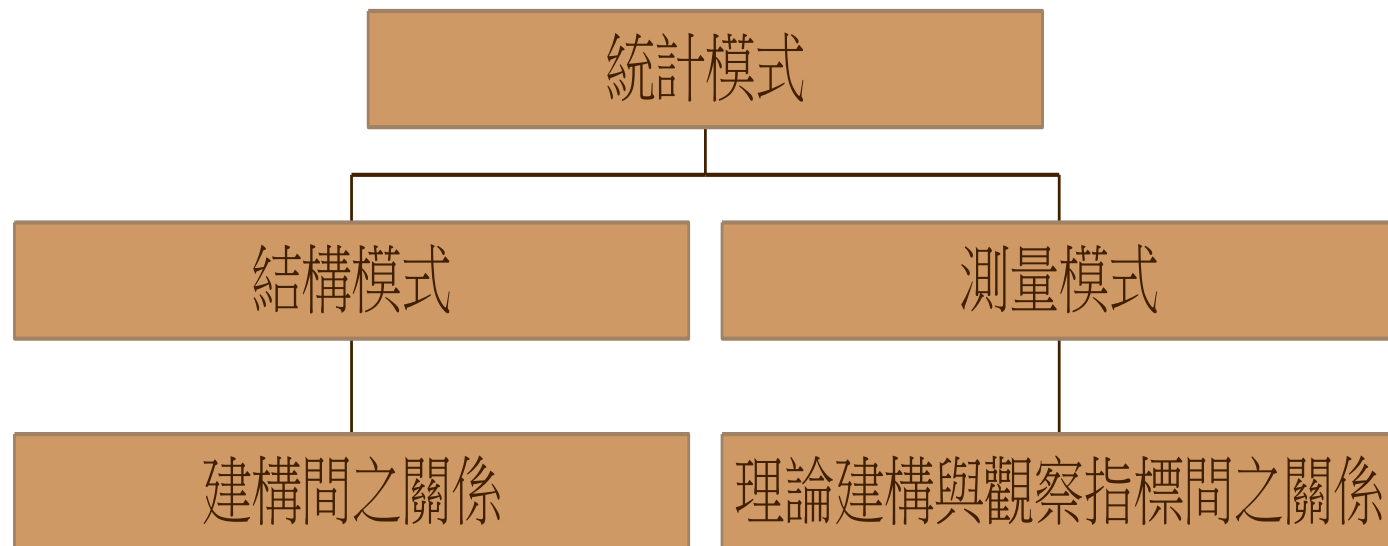
結構方程模式之定義

- 結構方程模式(Structural Equation Models, 簡稱SEM), 早期稱為線性結構方程模式(Linear Structural Relationships, 簡稱LISREL)或稱為共變數結構分析(Covariance Structure Analysis)。
- 主要目的在於檢驗潛在變項(Latent variables)和外顯變項(Manifest variable, 又稱觀察變項)之關係與數個潛在變項間的因果關係。
- 它結合了因素分析(factor analysis)與路徑分析(path analysis), 包涵測量與結構模式。

SEM的統計模式

☆測量模式的檢驗必須先於結構模式。

AMOS統計模式



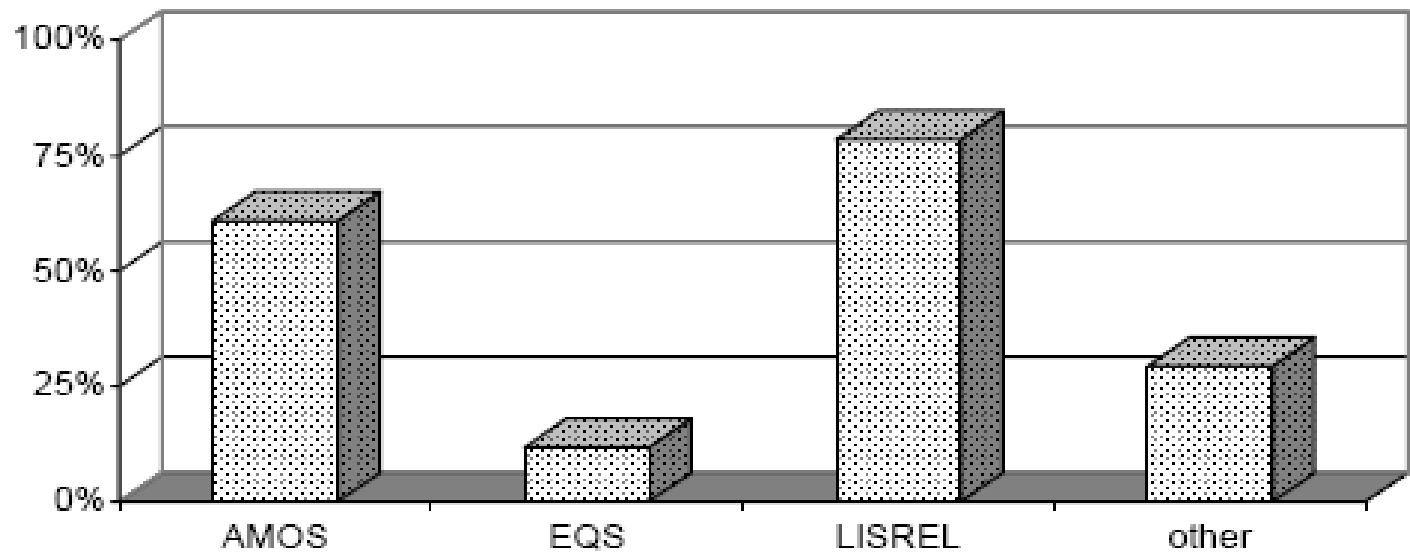
測量模式與結構模式之目的

- **測量模式**旨在建立測量指標與潛在變項間之關係，主要透過驗證性因素分析以檢驗測量指標（即問卷、量表）的效度。
- **結構模式**旨在檢驗潛在變項間之因果路徑關係，主要針對潛在變項進行徑路分析，以檢驗結構模式的適配性（Fitness）。

結構方程模式的主要用途

- 第一、檢驗測量工具的建構信度(construct reliability)或因素結構效度(validity of factorial structures)。
- 第二、檢驗理論模式(test of theory)
如因果關係

SEM軟體之使用率

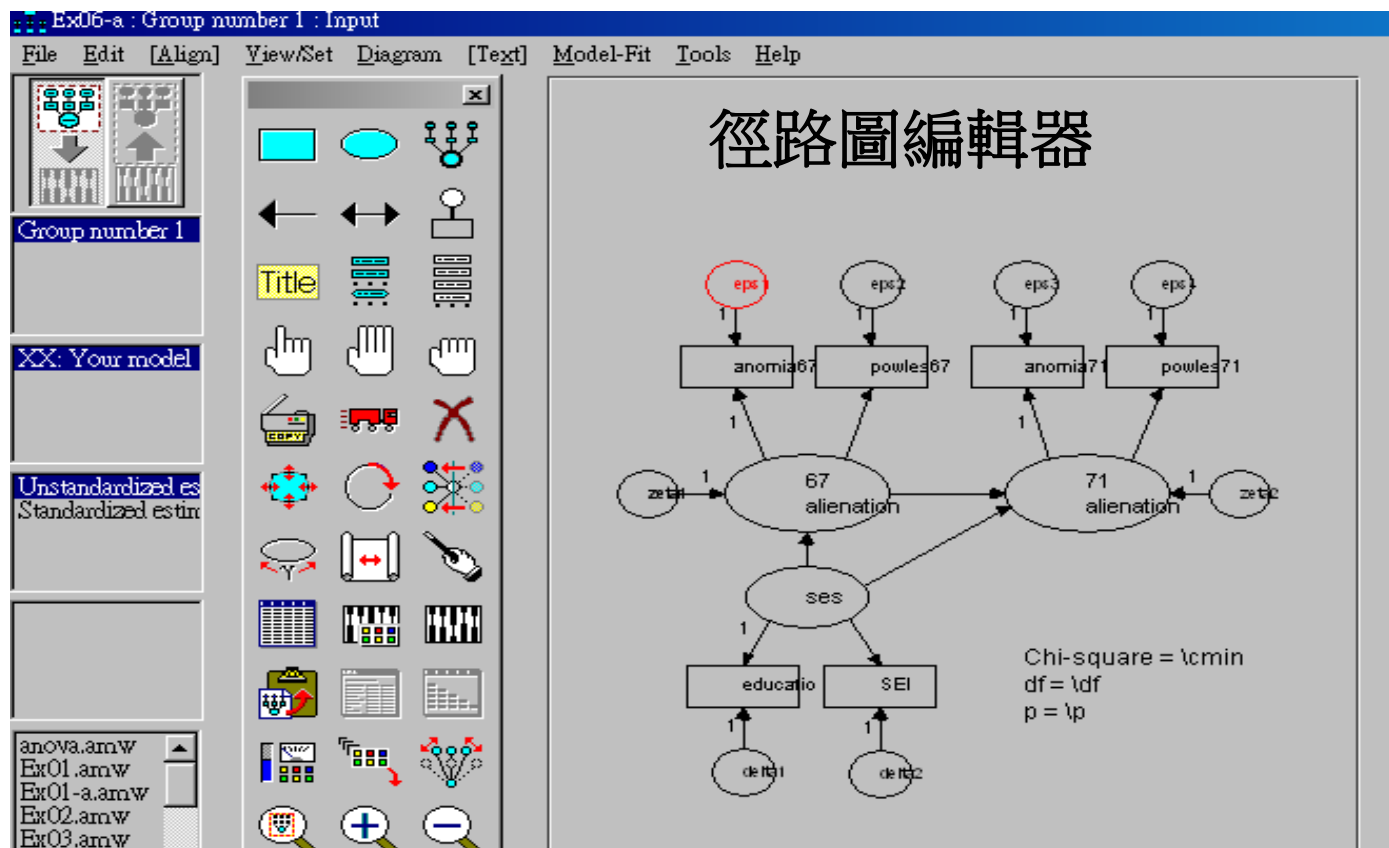


(Why) Should We Use SEM? Pros and Cons of Structural Equation Modeling
Nachtigall, Kroehne, Funke, Steyer (2003)


































AMOS之簡介

- ① AMOS係Analysis of Moment Structure之簡稱，它與LISREL，EQS，PROC CALIS等均在處理SEM(structural equation modeling)的問題。AMOS最大的優勢在於其路徑圖的圖形使用者介面，免去如LISREL中界定八大參數矩陣的繁瑣。
- ② AMOS具有AMOS Graphics與AMOS Basic兩大運作模式，尤其前者對於徑路圖之繪製與輸出最為便捷。

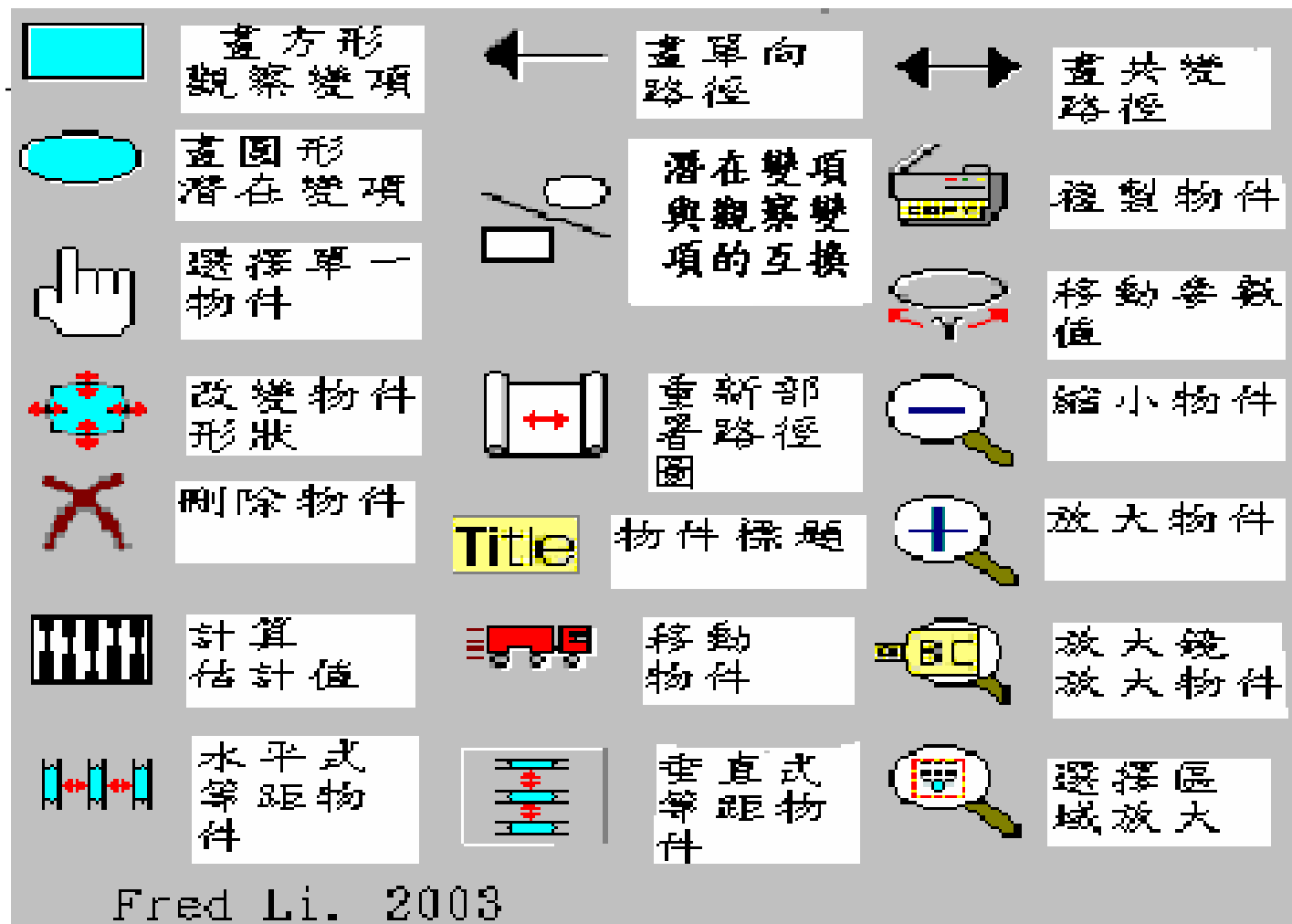
AMOS操作介面




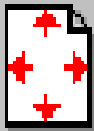
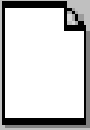
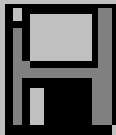
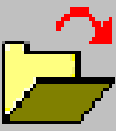
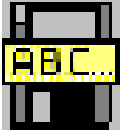




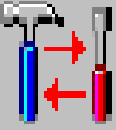
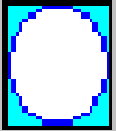





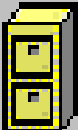
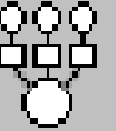

AMOS繪圖工具

	繪製觀察變項		選擇資料庫
	繪製潛在變項		分析屬性設定
	繪製在變項及指標		計算估計值
	繪製因果關係		複製徑路圖到剪貼簿
	繪製共變關係		查看文字輸出報表
	增加殘差變項		儲存徑路圖
	徑路圖標題		物件特性設定
	列出模式中的變項		物件間屬性的移轉
	列出資料中的變項		保持對稱性
	選擇單一物件		選擇區域之放大
	選擇所有物件		放大物件
	解除所有選擇物件		縮小物件
	複製物件		顯示整頁於螢幕上
	移動物件		調整徑路圖於頁中
	刪除物件		放大局部徑路圖
	改變物件形狀		顯示自由度
	旋轉潛在變項之指標		多群組分析
	指標變項之鏡射移轉		列印徑路圖與輸出結果
	移動參數值		復原
	重新部署徑路圖		重複
	變項微調		模式界定蒐尋
	垂直等距		列印模式中之參數
	水平等距		介面屬性之設定
	查看文字報表		模式實驗室

AMOS之徑路圖繪製工具(1)



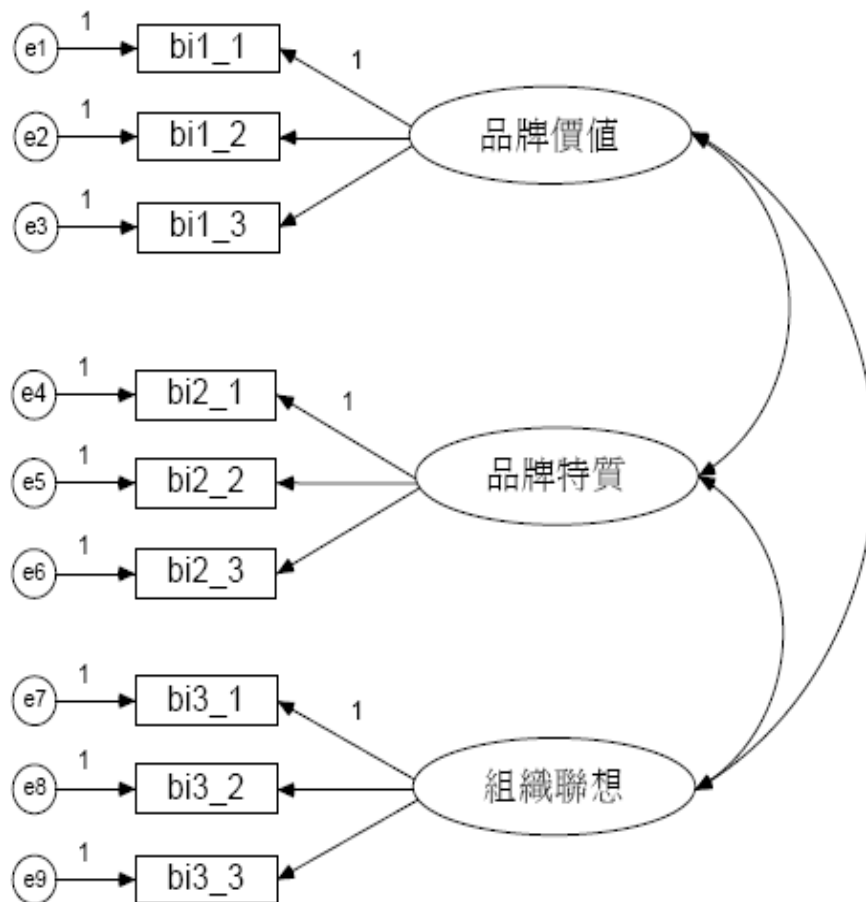
AMOS之徑路圖繪製工具(2)

	顯示整頁		調整路徑圖於整頁中顯示		以內定樣式啟動新路徑圖		儲存路徑圖		開啟舊的路徑圖
	另存新案		查看文字敘述		選擇資料檔案		複製路徑圖到剪貼簿		列印路徑圖
	回覆未改變之狀態		取消先前改變		移動工具		畫圓與方形		使用黃金分割比呈現長方形與橢圓
	線上協助		顯示版本		個別表單物件線上協助		雙項微調		全螢幕顯示
	選擇所有物件		取消所有選取的物件		呼叫先前備份檔案		取消雙項及參數名稱		輸入參數值進行模式實驗

Fred Li, 2003

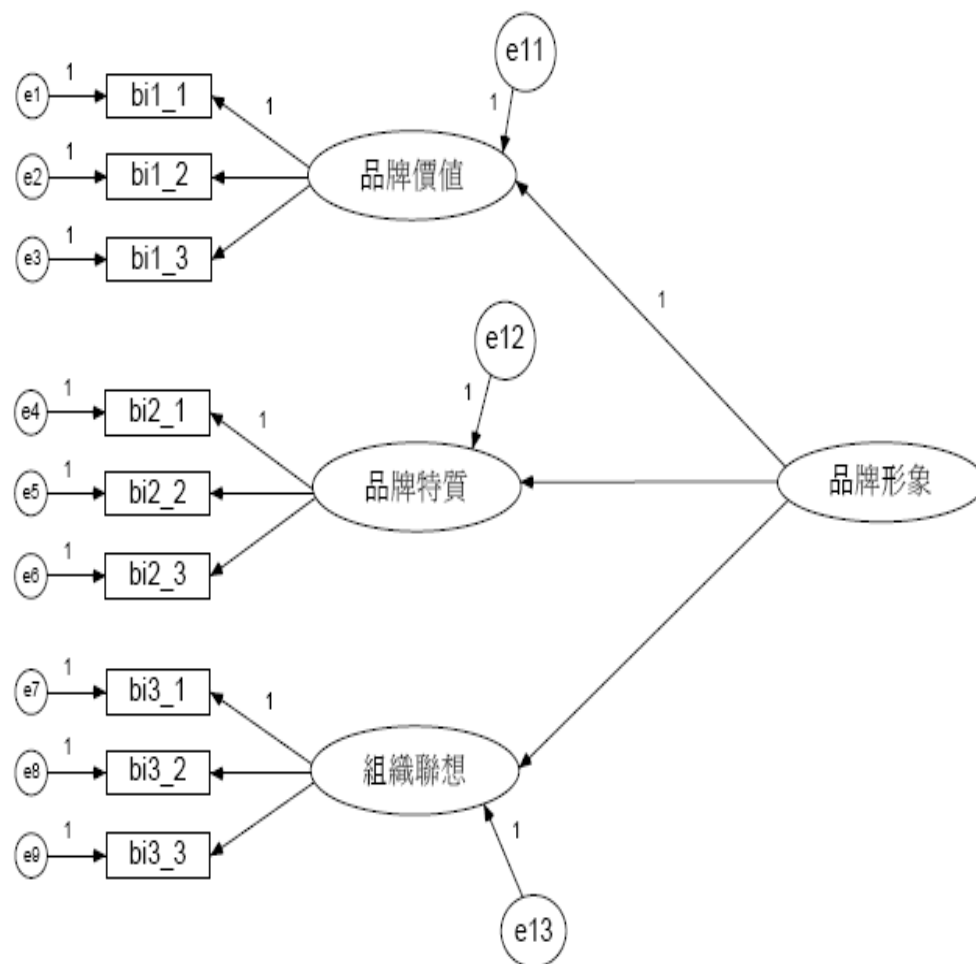
練習一

- 試在AMOS中，劃出右邊的圖形。（品牌形象之一階CFA）



練習二

- 試在AMOS中，劃出右邊的圖形。（品牌形象之二階CFA）



AMOS原始資料輸入方式(1)

❶ 利用SPSS讀入相關矩陣或共變數矩陣

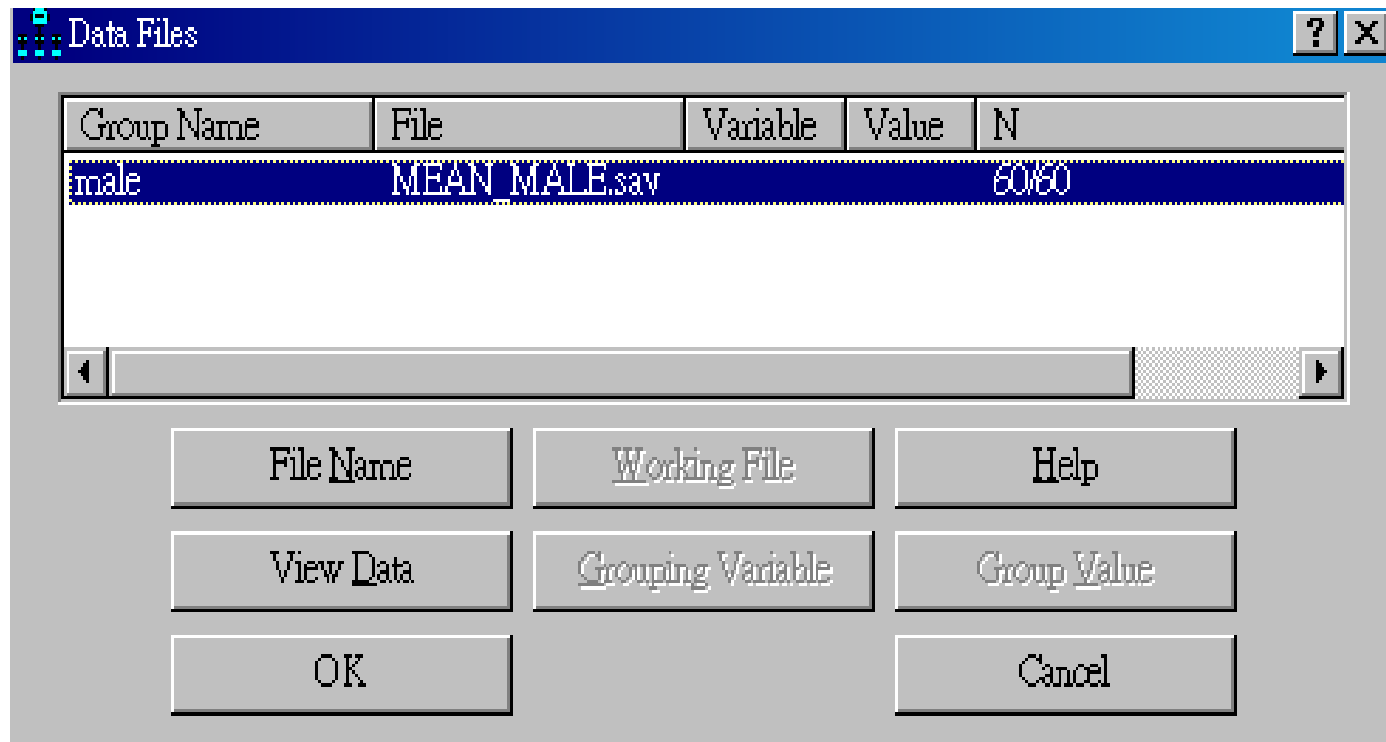
	rowtype_	varname_	x1	x2	x3	x4	x5
1	n		932	932	932	932	932
2	corr	x1	1.00
3	corr	x2	.66	1.00	.	.	.
4	corr	x3	.56	.47	1.00	.	.
5	corr	x4	.44	.52	.67	1.00	.
6	corr	x5	-.36	-.41	-.35	-.37	1.00
7	stddev		3.44	3.06	3.54	3.16	3.10
8	mean		13.6	14.8	14.1	14.9	10.9

AMOS原始資料輸入方式(2)

✧ 利用SPSS讀入原始資料

	subject	age	v_short	vocab
1	1.00	65.00	12.00	72.00
2	2.00	68.00	14.00	77.00
3	3.00	64.00	14.00	74.00
4	4.00	77.00	13.00	74.00
5	5.00	72.00	6.00	46.00
6	6.00	75.00	14.00	77.00

模式與資料之連結設定

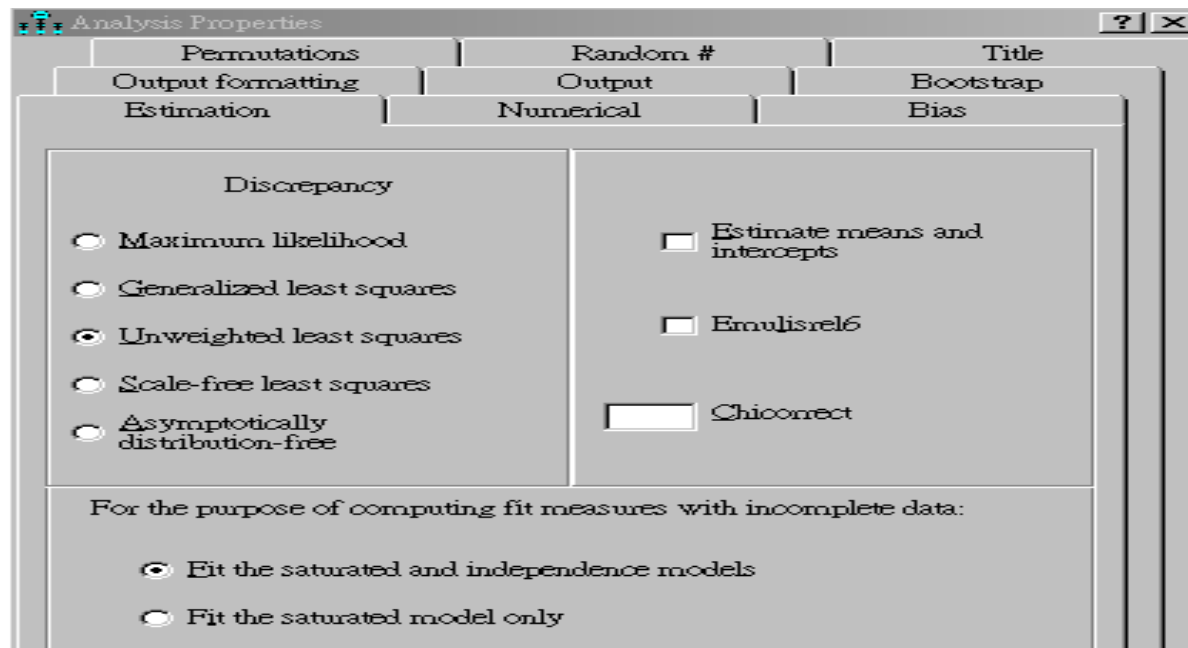


資料連結方法

- 當資料分析檔案建立後，按下AMOS『FILE』下之『DATA FILES』，出現前圖之視窗後，點選『File Name』讀入如SPSS資料編輯器所建檔的資料。當待分析的資料檔名稱出現在視窗之中，即表示AMOS已可將徑路圖與此資料檔相互連接。

AMOS估計方法

利用 View/Set 下 『Analysis Properties』 中點選 Output, 選取所需統計量, 亦可點選 『Estimation』 選擇估計方法。



統計量數輸出設定

The screenshot shows the 'Analysis Properties' dialog box with the 'Output' tab selected. The dialog has a title bar with a question mark and a close button. Below the title bar are several tabs: 'Estimation', 'Numerical', 'Bias', 'Permutations', 'Random #', 'Title', 'Output formatting', 'Output', and 'Bootstrap'. The 'Output' tab is active, displaying a list of checkboxes for various statistical outputs. The 'Minimization history' checkbox is checked. The 'Indirect, direct & total effects' checkbox is checked. The 'Standardized estimates' checkbox is checked. The 'Factor score weights' checkbox is checked. The 'Squared multiple correlations' checkbox is checked. The 'Covariances of estimates' checkbox is unchecked. The 'Sample moments' checkbox is unchecked. The 'Correlations of estimates' checkbox is unchecked. The 'Implied moments' checkbox is unchecked. The 'Critical ratios for differences' checkbox is checked. The 'All implied moments' checkbox is unchecked. The 'Tests for normality and outliers' checkbox is checked. The 'Residual moments' checkbox is unchecked. The 'Observed information matrix' checkbox is unchecked. The 'Modification indices' checkbox is checked. A text box next to the 'Modification indices' checkbox contains the value '4', and a label 'Threshold for modification indices' is positioned to its right.

Estimation	Numerical	Bias
Permutations	Random #	Title
Output formatting	Output	Bootstrap
<input checked="" type="checkbox"/> Minimization history	<input checked="" type="checkbox"/> Indirect, direct & total effects	
<input checked="" type="checkbox"/> Standardized estimates	<input checked="" type="checkbox"/> Factor score weights	
<input checked="" type="checkbox"/> Squared multiple correlations	<input type="checkbox"/> Covariances of estimates	
<input type="checkbox"/> Sample moments	<input type="checkbox"/> Correlations of estimates	
<input type="checkbox"/> Implied moments	<input checked="" type="checkbox"/> Critical ratios for differences	
<input type="checkbox"/> All implied moments	<input checked="" type="checkbox"/> Tests for normality and outliers	
<input type="checkbox"/> Residual moments	<input type="checkbox"/> Observed information matrix	
<input checked="" type="checkbox"/> Modification indices	<input type="text" value="4"/> Threshold for modification indices	

AMOS Graphic Mode執行步驟(1)

❶ 利用AMOS『FILE』下之『DATA FILES』讀入相關矩陣或原始資料

Data Files... Ctrl+D

❷ 按AMOS『FILE』下之『NEW』與利用其所提供之ICONS，再根據理論繪製徑路圖

File Edit View/Set

New

AMOS Graphic Mode執行步驟(2)

③執行AMOS/SEM分析方法：

I.利用功能表單

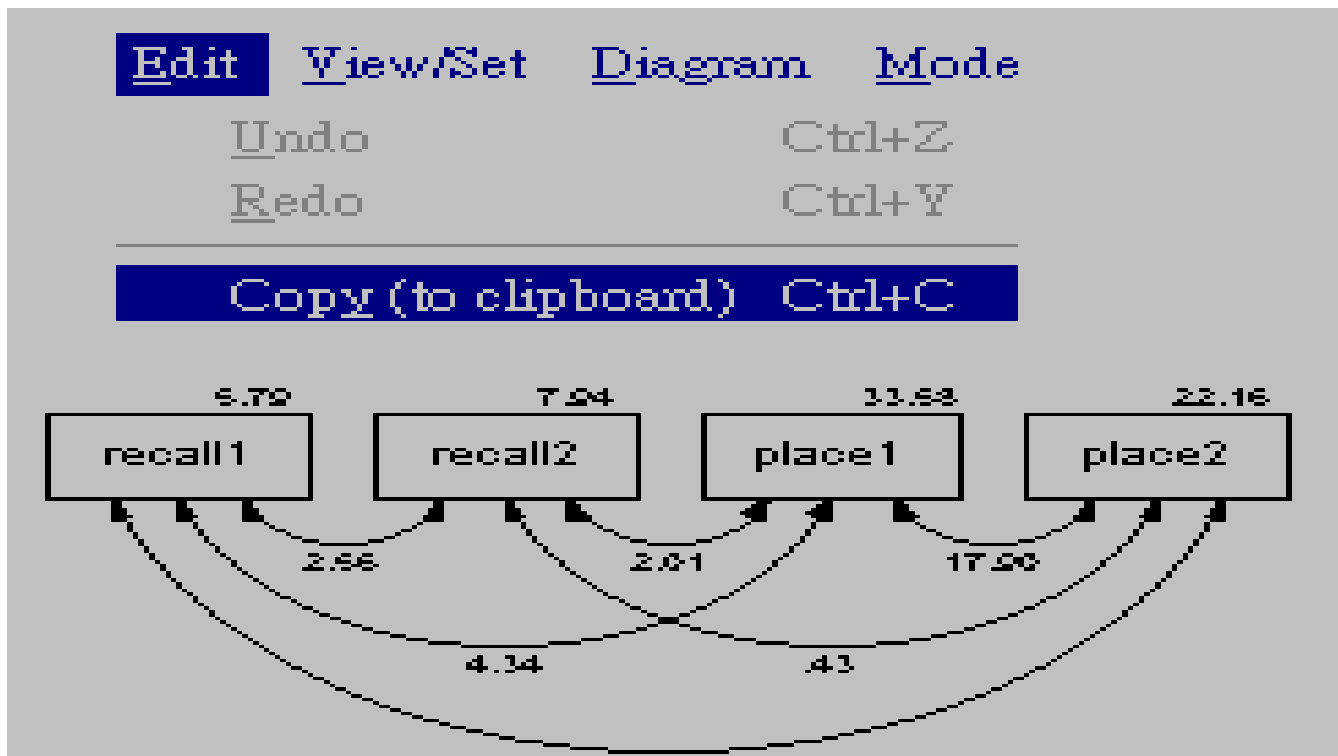


II.利用下列ICON



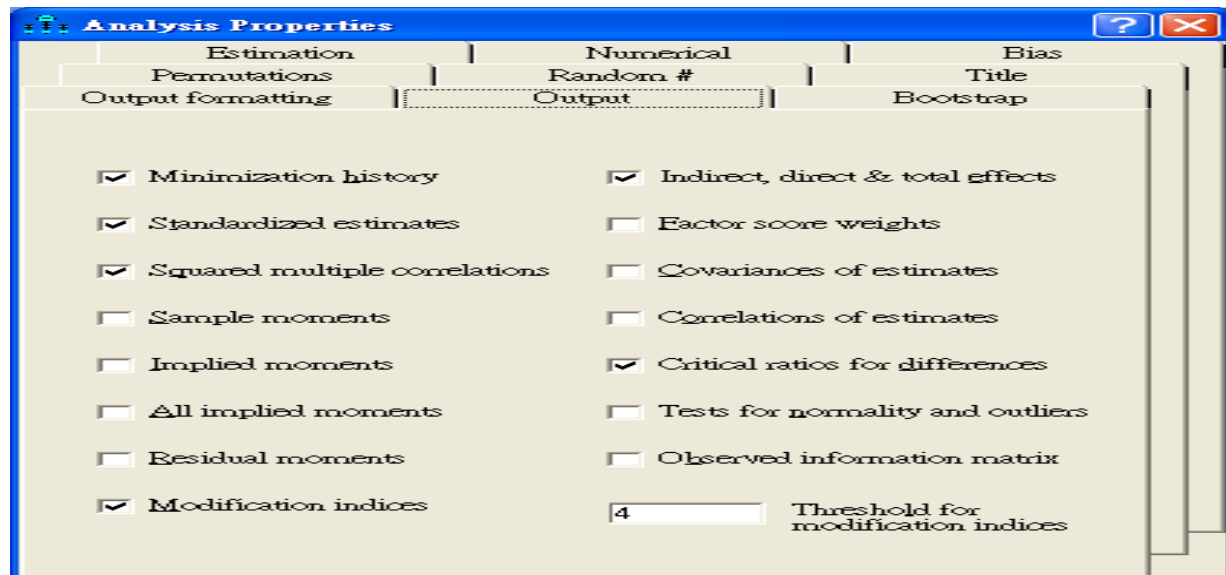
AMOS徑路圖輸出

按EDIT下之『COPY』即可輸出徑路圖形



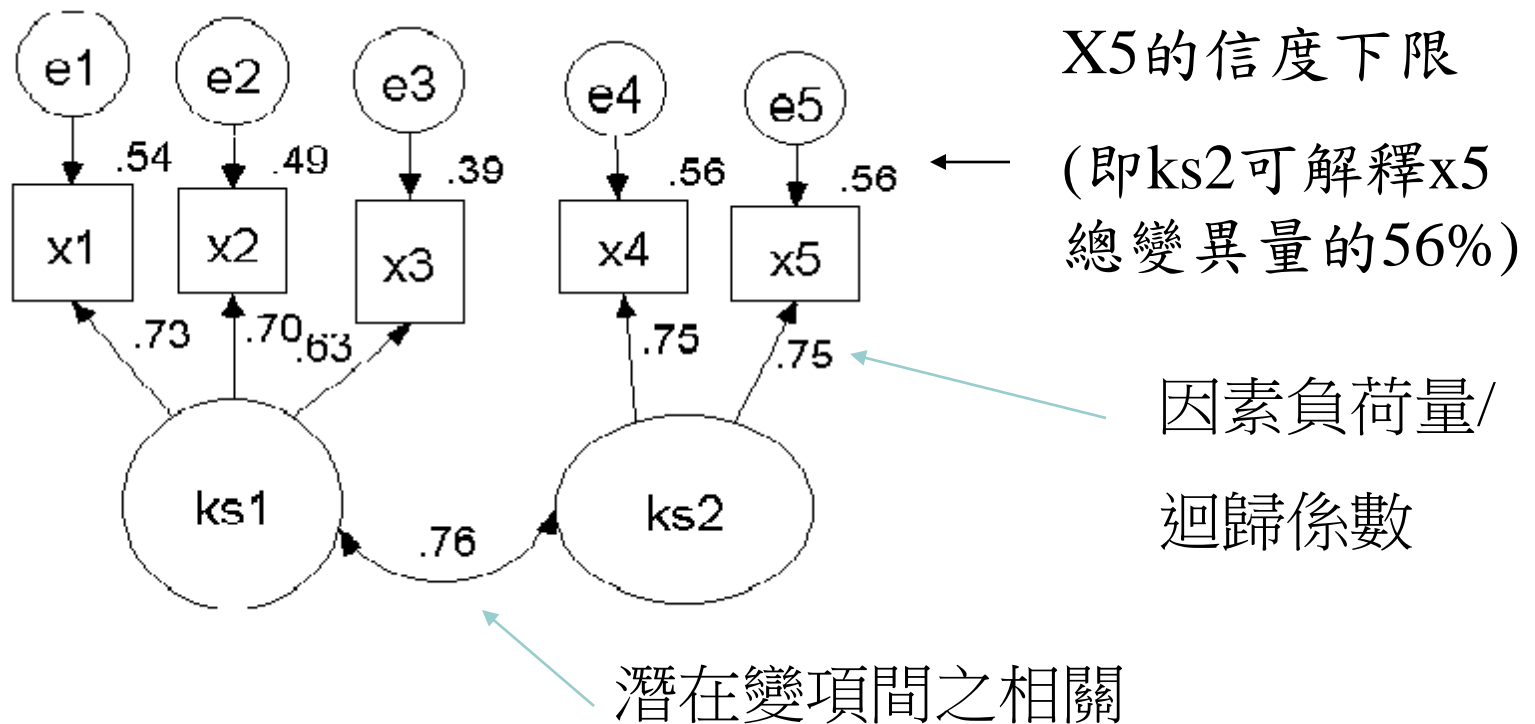
AMOS報表輸出的各種統計量

利用View/Set下『Analysis Properties』中點選Output, 選取所需統計量, 亦可點選『Output』選擇估計方法。

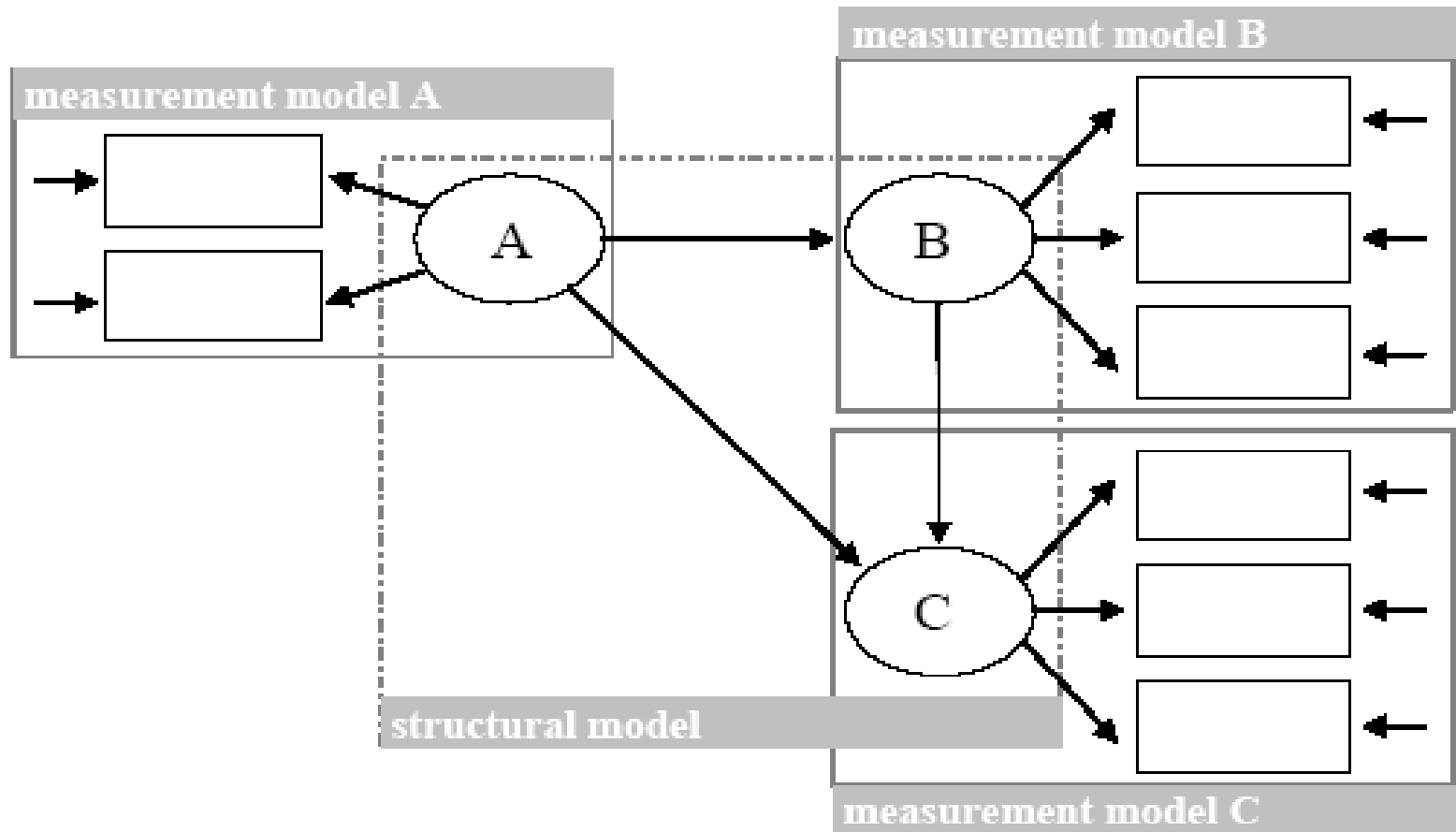


AMOS徑路圖之解釋

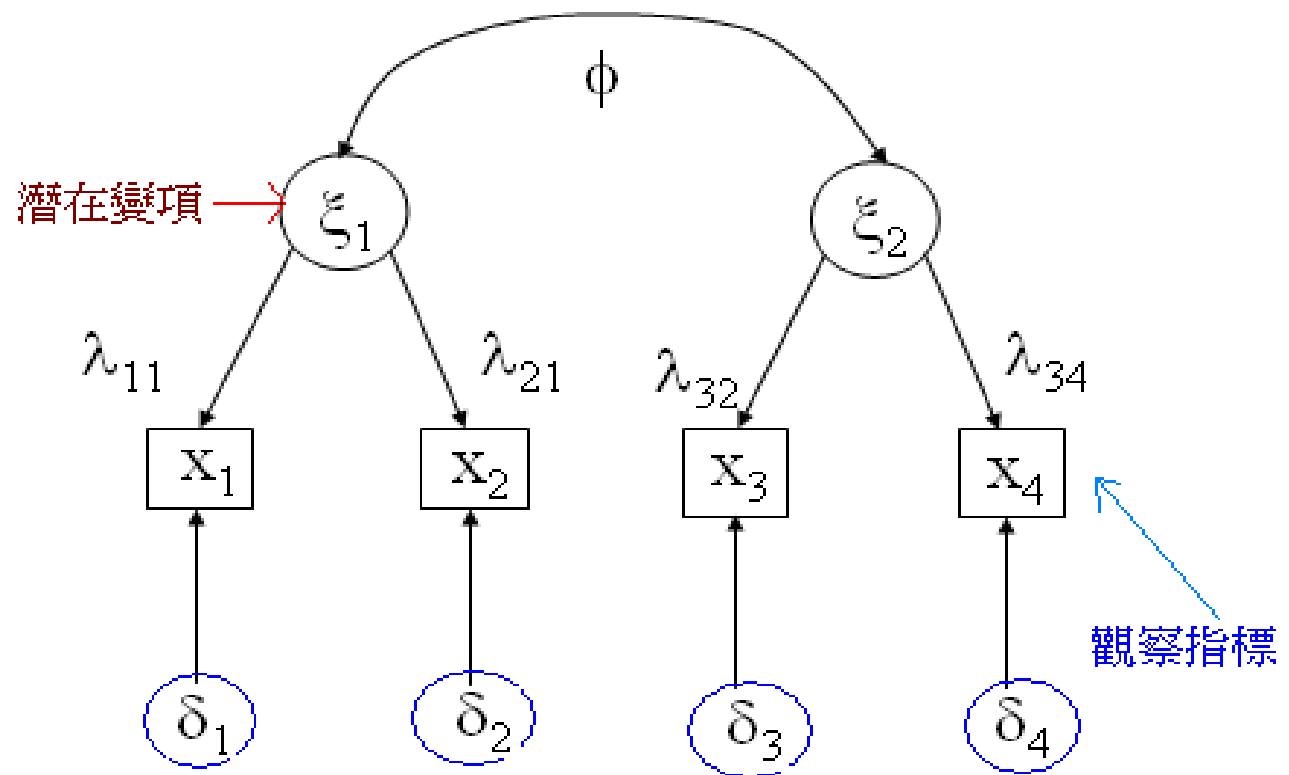
下列徑路圖形中之係數為標準化係數



SEM模式之組成

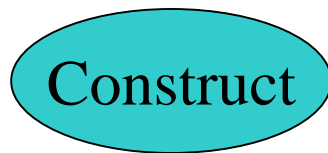


SEM 測量模式之繪製



SEM 結構模式之繪製

- 根據過去的實驗、經驗與理論...
- 決定因果關係
- 繪製徑路圖



簡單概念(eg age) or
複雜概念 (eg attitude)



單向因果關係



建構間之關係

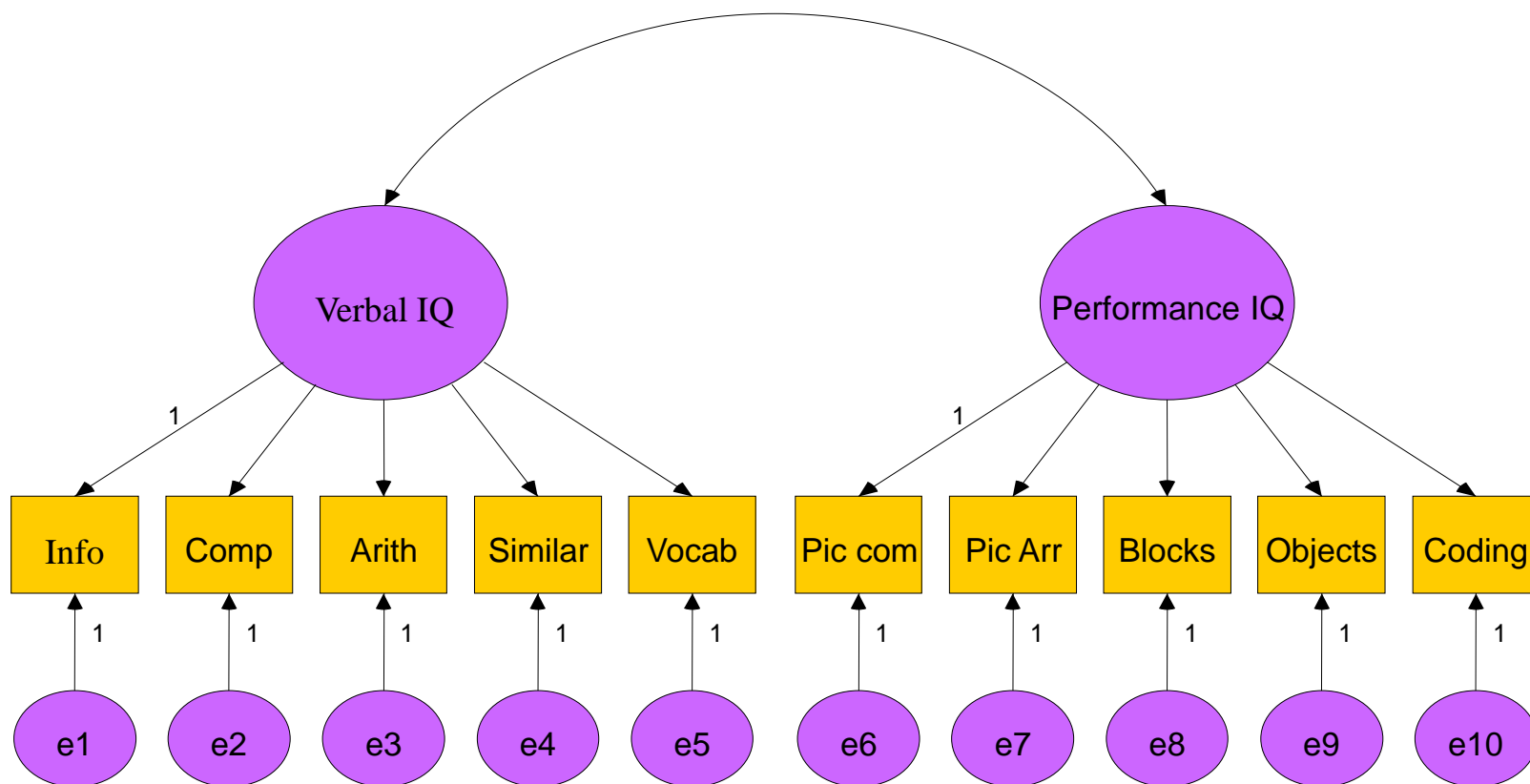


雙向因果關係



AMOS徑路圖的繪製

以學童語文智慧與操作式智慧為例



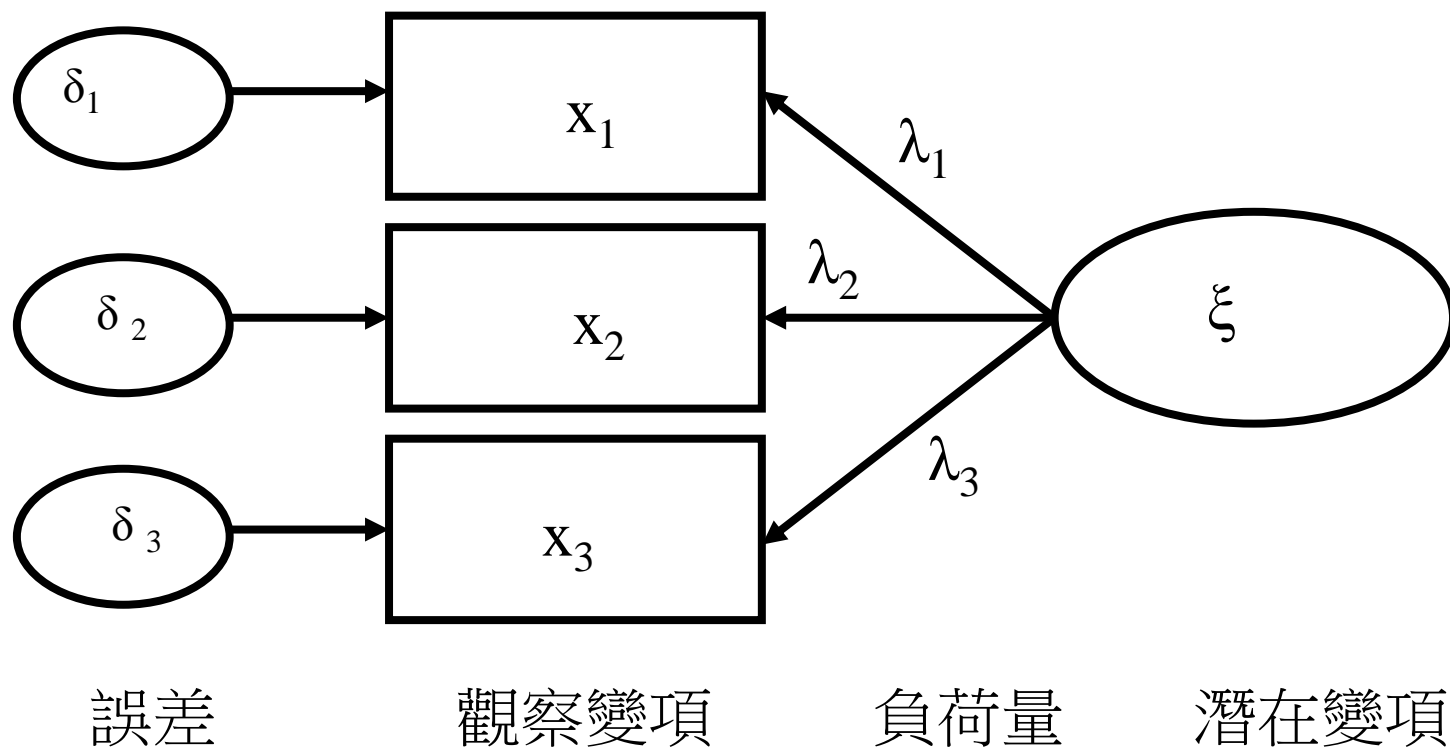


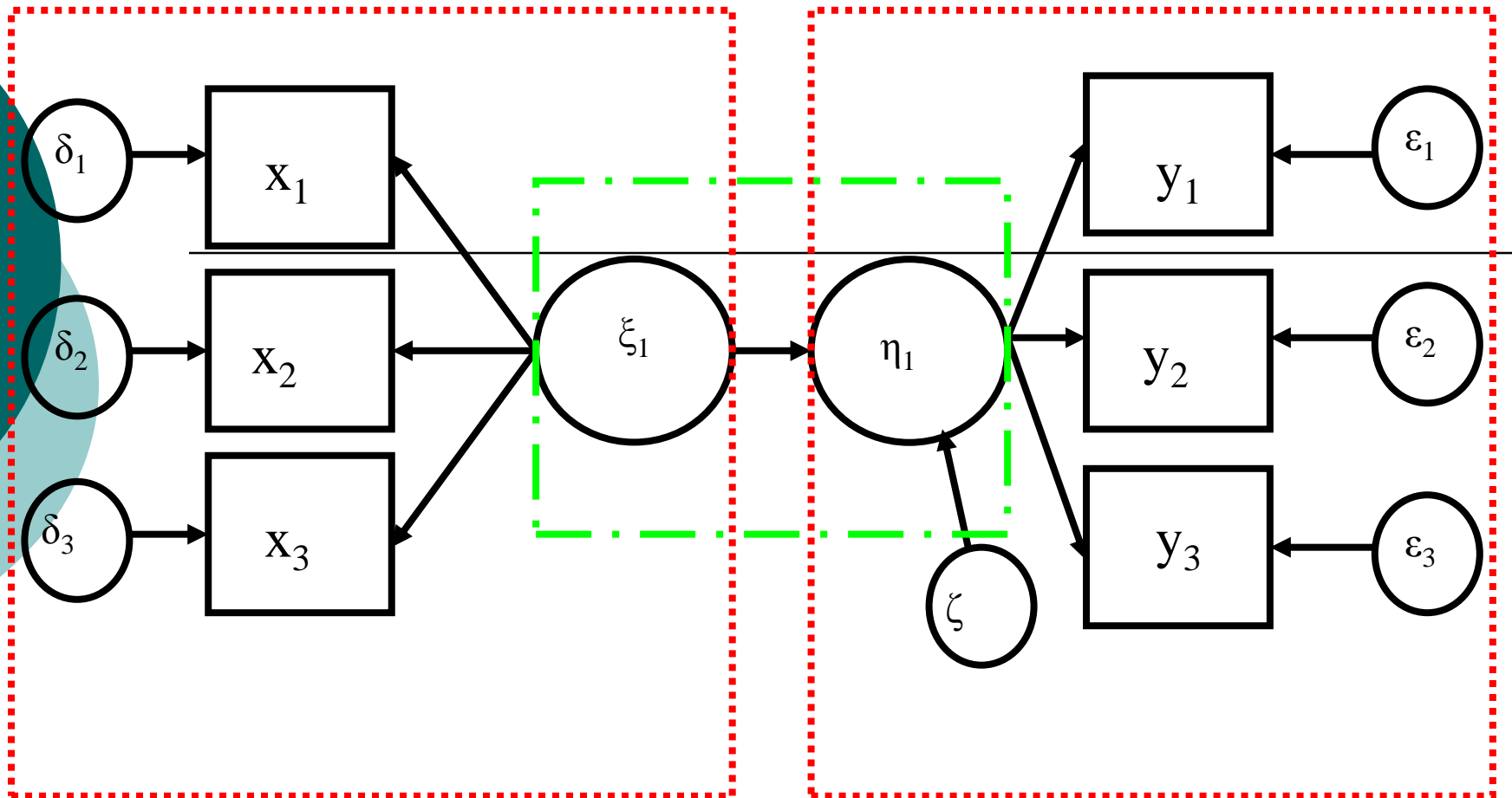
驗證性因素分析

Confirmatory Factor Analysis (CFA)

-
- 在SEM模式中，有四種變項：2種潛在變項、2種觀察變項。
 - 潛在變項被假定為因者，稱為潛在自變項（latent independent variable）或稱為外因變項（exogenous variables）以 ξ 表示；
 - 被假定為果者，稱為潛在依變項（latent dependent variables）或稱為內因變項（endogenous variable）以 η 表示。
 - 觀察變項中，屬於潛在自變項 ξ 的觀察指標者稱為x變項；屬於潛在依變項 η 的觀察指標者稱為y變項。
 - 潛在自變項 ξ 與y變項無直接關係，潛在依變項 η 與x變項亦沒有直接關係，而x與y變項亦沒有直接關係。

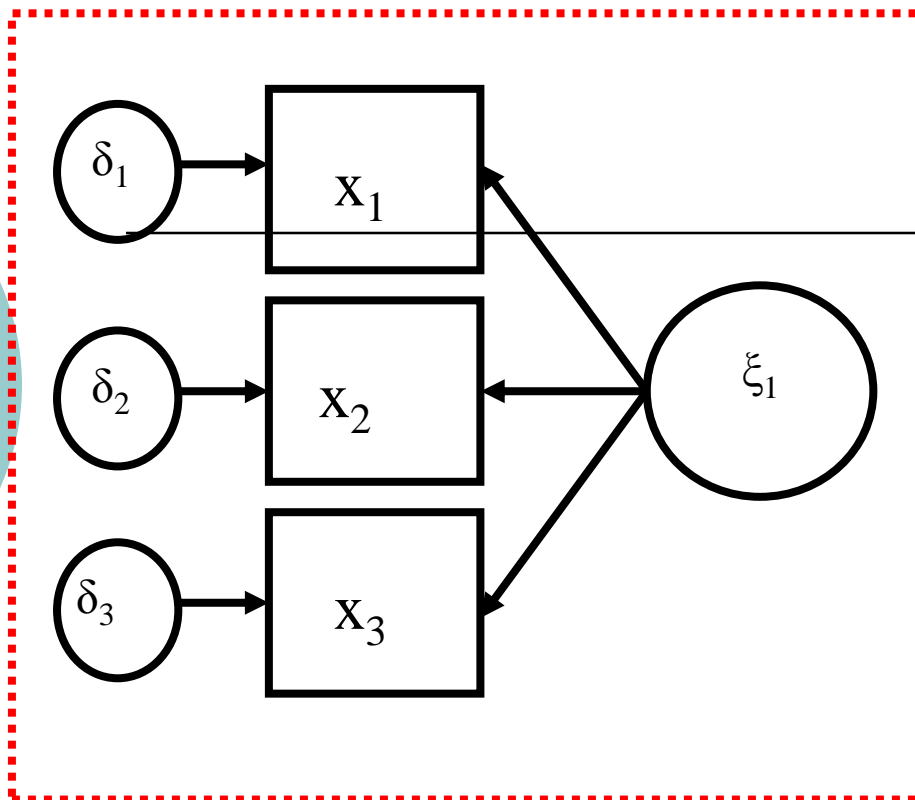
基本概念





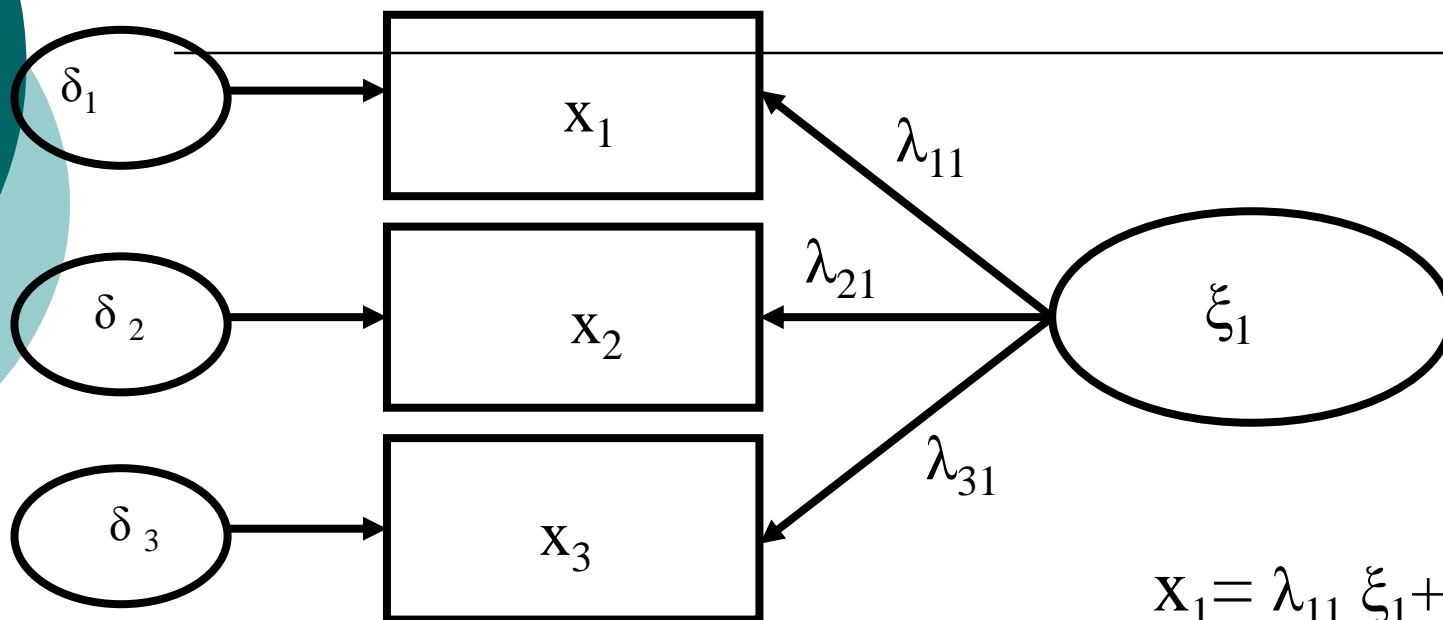
測量模式

結構模式



測量模式

僅有測量模式就是CFA



$$x_1 = \lambda_{11} \xi_1 + \delta_1$$

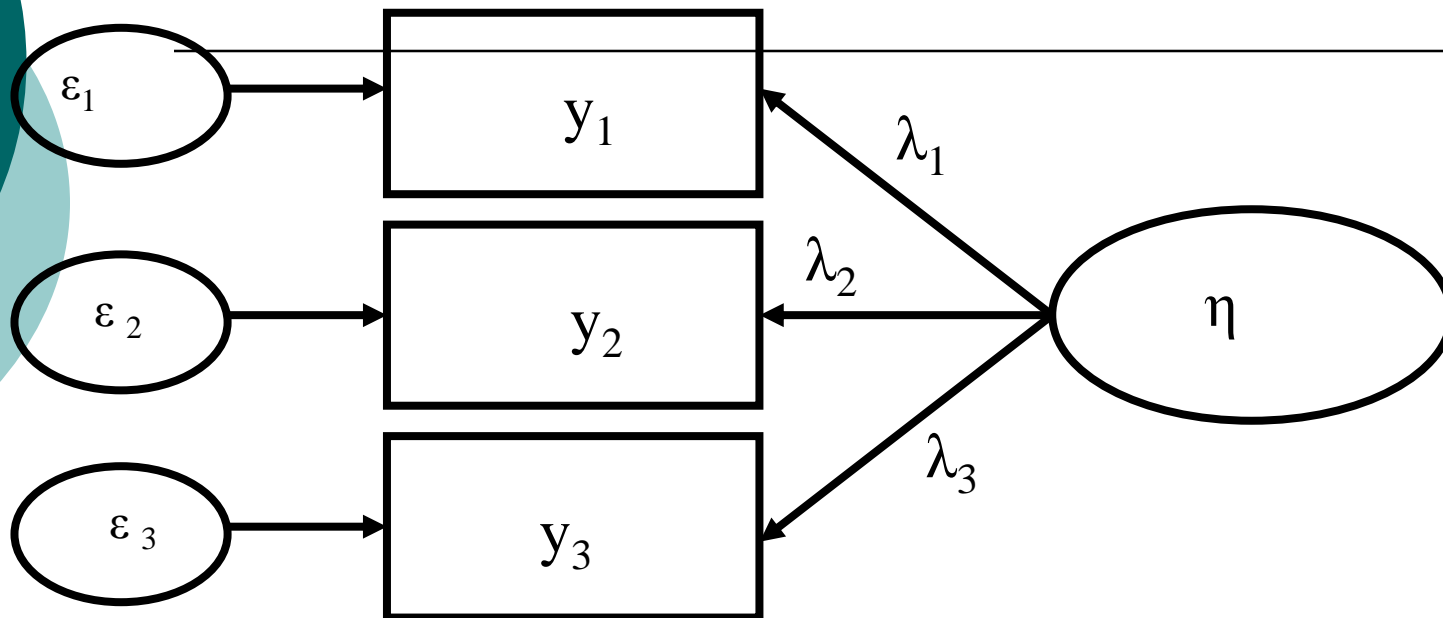
$$x_2 = \lambda_{21} \xi_1 + \delta_2$$

$$x_3 = \lambda_{31} \xi_1 + \delta_3$$

δ [delta] ; λ [lambda]; ξ [xi]

希臘字母讀音網站

<http://wuyy.idv.tw/research/GreekLetters/greekletter.htm>

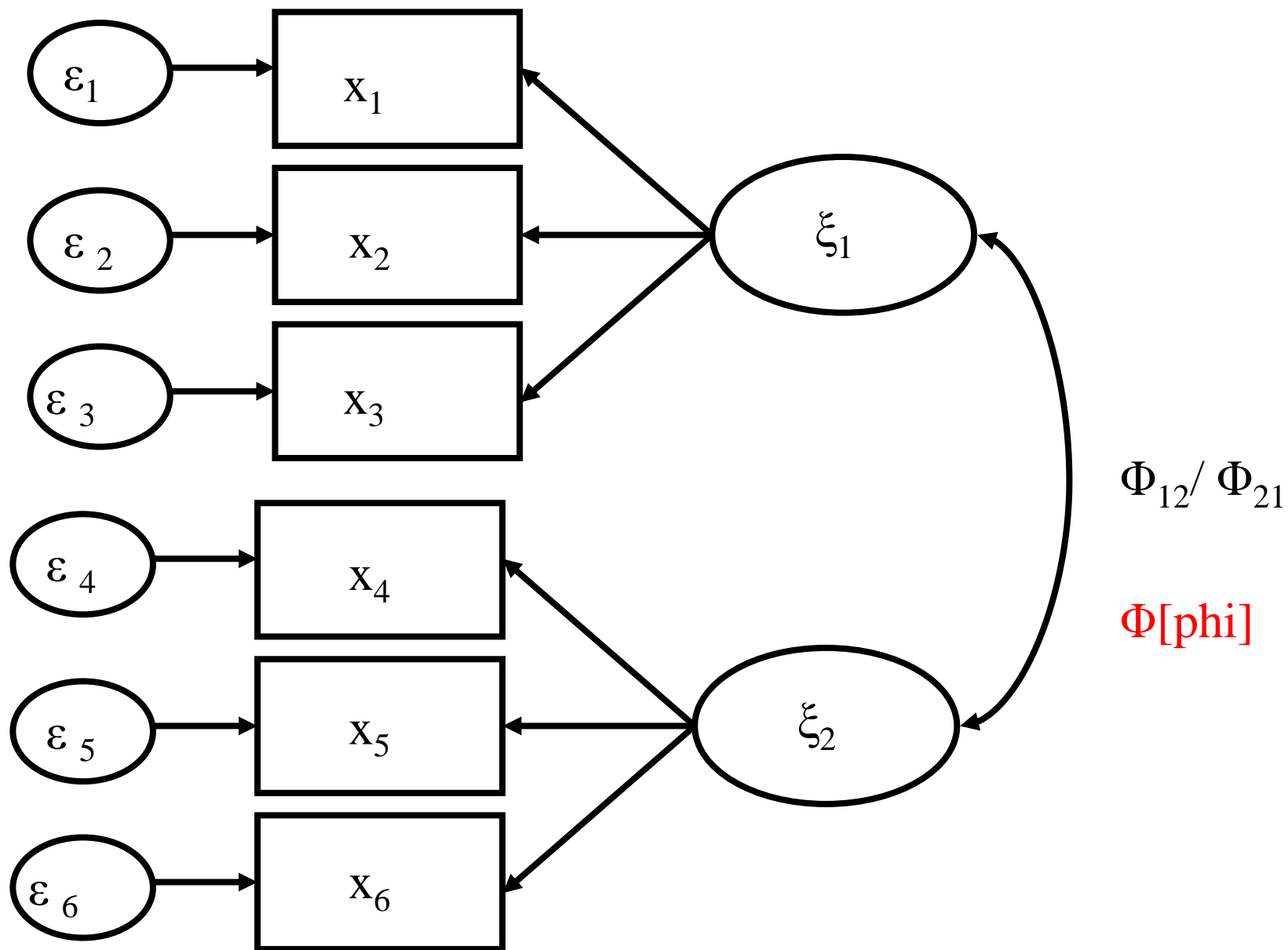


ε [epsilon] ; λ [lambda]; η [eta]

$$y_1 = \lambda_1 \eta + \varepsilon_1$$

$$y_2 = \lambda_2 \eta + \varepsilon_2$$

$$y_3 = \lambda_3 \eta + \varepsilon_3$$



基本假定

- ε 與 η 、 ξ 以及 δ 相互獨立。
- 樣本資料要服膺多變量常態分配。
- 觀察變項間有線性關係。

樣本大小的討論

- 樣本大小至少超過**150**個。

Rigdon, E. (2005). *SEM FAQ*. from <http://www.gsu.edu/~mkteer/html>

- 至少要為**X**觀察變項數目的**10**倍量或**15**倍量。

Thompson, B. (2000). Ten commandments of structural equation modeling. In L. G. Grimm & P. R. Yarnold (eds.), *Reading and understanding more multivariate statistics* (pp. 261-283). Washington, DC: APA.

樣本大小亦取決於潛在變項的數目

分析程序

- 模式概念化
- 路徑圖建構
- 模式確認
- 模式識別
- 參數估計
- 模式適配度評估
- 模式修正
- 模式複核效化 (cross-validation)

常見電腦軟體

- LISREL

- SIMPLIS

- AMOS

- EQS

- Mplus

- Mx

- Statistica

- SAS PROC CALIS

- COSAN

- LVPLS

- ...



模式確認與識別

可辨識性的定義

- 假如模式中每一未知參數均有一最適值(optimal value),則該模式為可辨識。假如該模式為可辨識,通常其最大可能性疊代解法為可聚斂而得到一最佳解(optimal solution),此參數估計值為該資料的最適配值。
- 例如: $x + 3y = 4$, 即有無限最佳解 (如 $x = 1, y = 1$ or $x = 4, y = 0$)。這些值稱為無法辨識 “not identified” or “underidentified.” 因為未知數比已知數還多。再如:

$$x + 3y = 4$$

$$3x - 3y = 12$$

現在, 已知數(方程式數)等於未知數(X & Y), 即有一最佳解($x = 4, y = 0$)。此聯立方程式為恰可辨識 “just identified”。

路徑圖與參數設定

- 潛在變項的變異數為1，平均數為0（AMOS預設值）。
- 誤差項的路徑係數為1（AMOS預設值），或其變異數設定為1（研究者可自行更改）。
- 設定一個測量指標變項的路徑係數為1（AMOS預設值）。
- 內因變項要有誤差項（研究者自行設定）。

模式界定錯誤 (Model Misspecification)

- 遺漏重要變項
- 包含無關變項或指標
- 非線性模式
- 因果關係錯置
- 原因指標與效果指標之混淆



參數估計

測量模式的四步驟

- 檢驗違犯估計：所謂違犯估計（offending estimate）是指在測量模式或結構模式中，所輸出的估計參數超出可接受的範圍，亦即模式獲得不當的解（黃芳銘，2002）。若發生違犯估計的情形，那就表示整個模式的估計是不正確的，因此必須先行處理。
- 在對潛在變數進行路徑分析前，必須先解決潛在變數的測量問題，當潛在變數能夠充分有效的測量後，資料才能正確估計路徑係數。
- 測量模式的驗證性因素分析便是確認所調查的資料是否能將潛在變數精確地測量出來的一種方法。
- 測量模式分析係將檢定模式中兩種重要的建構效度：收斂效度（convergent validity）及區別效度（discriminant validity）。

步驟一——檢驗違犯估計

- 1. 有負的誤差變異數存在；
- 2. 標準化迴歸係數超過或太接近1 (≥ 0.95) ；
- 3. 有太大的標準誤（黃芳銘，2002）

步驟一 — 配適度

首先，測量模式必須由所蒐集的資料驗證其配適度
(goodness of fit)

模式基本適配指標

- 絕對配適檢定
- 增量配適檢定
- 精簡配適檢定

整體模式適配度指標：外在品質評估

表13-3 整體模式配適度指標檢定表

統計檢定量		配適之標準 或臨界值	檢定結果	模式配適 判斷
絕對配適檢定	χ^2	卡方值越小越好 ($P \geq \alpha$ 值)	27.308 ($P = 0.290$)	是
	χ^2 / df	1~5 之間	1.138	是
	GFI	大於 0.8	0.982	是
	RMR	至少小於 0.1	0.036	是
	RMSEA	0.05 以下優良、0.05~0.08 良好	0.020	是
增量配適檢定	AGFI	大於 0.9	0.966	是
	NFI	大於 0.9	0.989	是
	NNFI	大於 0.9	0.998	是
	CFI	大於 0.9	0.999	是
	RFI	大於 0.9，0.95 以上完美配適	0.983	是
	IFI	大於 0.9	0.999	是
適精簡檢定	PNFI	大於 0.5	0.659	是
	PGFI	大於 0.5	0.524	是

步驟二 — 收斂效度

收斂效度必須同時滿足下列的準則：

- (1) 問項的因素負荷量必須超過0.7，且於t檢定時顯著。
- (2) 建構信度 (construct reliability) 必須大於0.6。
- (3) 每個構面的平均變異抽取量 (average variance extracted, AVE) 必須大於0.5

(Fornell & Larcker, 1981)

測量模式的評鑑

個別觀察變項的項目信度（individual item reliability）在0.5以上，即因素負荷量的平方值。

- 潛在變項的組合信度（composite reliability）在0.6以上。

$$\rho_c = \frac{(\sum \lambda)^2}{(\sum \lambda)^2 + \sum \theta}$$

因素負荷量

觀察變項的誤差

測量模式的評鑑

- 潛在變項的平均變異數萃取量（average variance extracted）在0.5以上。

$$\rho_v = \frac{(\sum \lambda^2)}{[(\sum \lambda^2) + \sum \theta]}$$

依序於各子構面中輸入各指標
變項的因素負荷量

自動算出組合信度與
平均變異數抽取量

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	一階 CFA							
2	三個問項	品牌價值		三個問項	品牌特質		三個問項	組織聯想
3	因素負荷			因素負荷			因素負荷	
4	K1	0.806		K1	0.915		K1	0.927
5	K2	0.819		K2	0.915		K2	0.920
6	K3	0.874		K3	0.896		K3	0.897
7								
8								
9								
10								
11	誤差變異量			誤差變異量			誤差變異量	
12	E12	0.350		E12	0.163		E12	0.141
13	E13	0.329		E13	0.163		E13	0.154
14	E14	0.236		E14	0.197		E14	0.195
15								
16								
17								
18								
19								
20	組合信度	0.872		組合信度	0.934		組合信度	0.939
21								
22								
23	平均變異數抽取量	0.695		平均變異數抽取量	0.826		平均變異數抽取量	0.837

圖13-18 計算組合信度與平均變異數抽取量

步驟三 — 區別效度

- 區別效度的概念是不同構面間的題項其相關程度應該要低。
- 每一個構面的平均變異抽取量若全都大於該構面與其它構面之相關係數的平方，那麼就可認為構面間具有區別效度。
- 換句話講，若所有構面的平均變異抽取量的最小值大於構面間相關係數最大值的平方時，就可認為構面間具有區別效度。

表13-4 建構效度的驗證

構面	項目數	建構 信度	平均變異 抽取量	相關係數		
				品牌 價值	品牌 特質	組織 聯想
品牌 價值	3	0.872	0.695	1.00		
品牌 特質	3	0.934	0.826	0.45	1.00	
組織 聯想	3	0.939	0.837	0.58	0.39	1.00

步驟三

- 必須使用一系列的卡方值差異檢定驗證區別效度（discriminant validity）（Bagozzi & Phillips, 1982）。
- 每次的檢定需包含兩個不同的分析，即不限定模式（unconstrained model）和限定模式（constrained model）。
- 在不限定模式中，所有構面間的相關係數被自由估計；
- 而在限定模式中，某特定的兩個構面之相關係數被設定為1，其餘構面間則可自由估計。
- 若不限定模式與限定模式的卡方值差異達顯著時，則可認定兩構面具有良好的區別效度。
- 然而van der Sluis、Dolan與Stoel（2005）證明了此種檢定方式，當構面數目多於2時，其設定限制數目並不正確，因此卡方檢定之自由度有誤。尚須再加入第三構面與設定相關係數為1之兩構面間的相關係數相等之限制。



TO BE CONTINUED ...
