DOI: 10.6277/TER.202109_49(3).0001

即時認定台灣的景氣轉折

朱浩榜*

在景氣認定上, 往往需要蒐集足夠的資料、觀察夠長的時間, 才得以確認景氣是否發生轉折。因此, 發布認定結果的時點往往較實際轉折落後一段頗長的時間, 各界難以即時得知當前的景氣狀態。本文參照 Giusto and Piger (2017), 應用機器學習上的學習式向量量化 (Learning Vector Quantization, LVQ) 方法, 並設定若干假設及判定規則, 即時認定台灣 2000 年以後的景氣循環。LVQ 方法毋須對景氣循環的資料生成過程 (data generating process) 做任何假設, 適合台灣在不同經濟發展階段下, 景氣循環亦具有不同特性之情形。實證結果發現, 藉由 LVQ 方法, 可大幅縮短景氣轉折發生後所需的認定時間, 且得到的轉折時點與國發會相近, 故應有助在正式發布認定結果前, 得到關於當前景氣狀態的參考資訊。

關鍵詞: 景氣循環, 景氣轉折, 機器學習
JEL 分類代號: C14, E32, E37

1 緒論

景氣循環 (business cycle) 係指整體經濟活動的循環性波動。亦即, 許多經濟活動往往同步擴張, 接著衰退、收縮, 再同步邁入下一個循環的擴張階段 (Burns and Mitchell, 1946)。景氣循環一向是經濟學的重要議題, 在特性

*作者爲中央銀行經濟研究處專員 (hpchu@mail.cbc.gov.tw)。作者感謝兩位匿名評審人、徐之強教授與 2019 年「總體金融與經濟情勢預測研討會」與會者的寶貴意見, 以及財團法人台北外匯市場發展基金會的補助。此外, 中央銀行各位長官與同仁給予本文初稿的建議, 在此併予致謝。本文觀點爲作者個人意見, 與服務單位無關, 若有任何疏漏或錯誤, 概由作者負責。

經濟論文叢刊 (*Taiwan Economic Review*), 49:3 (2021), 335–370。
國立台灣大學經濟學系出版

臺灣大學學術期刊資料庫

上可分爲「擴張」(expansion) 與「收縮」(contraction) 等兩種狀態。其中, 擴張期至收縮期之間的轉折爲景氣高峰 (peak), 收縮期至擴張期之間的轉折則爲景氣谷底 (trough)。在美國, 景氣轉折的認定工作係由美國國家經濟研究局 (National Bureau of Economic Research, NBER) 負責; 而我國則由國家發展委員會 (國發會) 負責。[1] 國發會應用衆多不同的方法, 並考量國內外整體經濟金融情勢的變化, 以及是否具顯著性 (pronounced)、持續性 (persistent)、普遍性 (pervasive) 等特性後, 再邀集學者專家、政府機關等共同研商, 據以認定景氣轉折的確切時點。

由於需要蒐集足夠的資料、觀察夠長的時間, 才得以確認景氣是否發生轉折, 故發布認定結果的時點均較實際轉折的時點落後一段頗長的時間, 也因而使經濟體中的行爲主體 (economic agents) 往往難以即時得知當前的景氣狀態。例如, 國發會認定第14次循環谷底爲2016年2月, 但其認定完成日期爲2018年2月, 落差兩年; 而美國 NBER 亦有發布時間落後的情形 (Chauvet and Piger, 2008; Giusto and Piger, 2017; Hamilton, 2011)。再者, 認定工作的作業流程往往難以重製 (reproducible), 這也增加推測當前景氣狀態的難度。

爰此, 許多文獻紛紛提出景氣循環的認定方法, 希望藉由固定的統計模型或演算法 (algorithm), 或再加上一些判定規則, 使得景氣認定的過程易於重製; 也希望能在景氣轉折發生後, 即時認定景氣狀態, 縮短認定景氣狀態所需的時間, 以期在正式認定結果發布前, 得到關於當前景氣狀態的參考資訊。[2]

首先, 在景氣循環的認定上, Bry and Boschan (1971) 藉由「Spencer 曲線」(Spencer curve) 將資料平滑化, 再基於對景氣循環一系列的假設及規則, 逐步尋找景氣的轉折點。Harding and Pagan (2002) 基於 Burns and

[1]國家發展委員會係在2014年由經濟建設委員會與研究發展考核委員會合併改制而成, 此前的景氣循環認定工作由經濟建設委員會負責。爲便於行文, 本文皆以國發會稱之。

[2]另一方面,「景氣轉折點之預測」則是另一個文獻上經常探討的議題, 如 Stock and Watson (1993)、Estrella and Mishkin (1998)、Kauppi and Saikkonen (2008)、Rudebusch and Williams (2009)、Berge (2015) 及 Döpke, Fritsche, and Pierdzioch (2017) 等; 國內文獻則包括徐之強與黃裕烈 (2005)、蕭宇翔與林依伶 (2020) 等。惟整體而言, Hamilton (2011) 認爲景氣狀態之預測有其根本上的限制, 因爲若民衆可以預測衰退, 則衰退可能就不會發生; 而 Giusto and Piger (2017) 認爲相關文獻之進展有限。

臺灣大學學術期刊資料庫

Mitchell (1946) 的概念, 提出具有統計基礎的認定方式, 且得以適用於季資料。Harding and Pagan (2006) 進一步發展檢驗變數同步性 (synchronization) 的方法, 俾從多個時間序列變數中, 找出共同的轉折點, 據以認定景氣轉折。Stock and Watson (2014) 認爲在大量變數中, 每個變數均有其各自的轉折點, 若將其結合起來, 則可形成一個分配, 而景氣轉折點即可視爲該分配的函數。這種「先尋找變數各自的轉折點、再找出共同轉折」(date-then-average) 的方式, 除了有助估計景氣轉折點, 尚可得到景氣轉折的抽樣分配、標準誤等資訊。Giusto and Piger (2017) 將景氣狀態之判定視爲「分類」(classification) 問題。該文以 NBER 的認定結果與該期間內經濟指標的走勢作爲範本, 再應用機器學習 (machine learning) 上的學習式向量量化 (Learning Vector Quantization, LVQ) 方法, 將景氣狀態未知的經濟指標依其變化分類爲「擴張」或「衰退」等兩種狀態, 據以尋找景氣轉折。由於上述這些認定方法毋須假設任何模型, 故可視爲無母數 (nonparametric) 的方法。

相對而言, 有母數 (parametric) 的認定方法則是使用統計模型, 協助景氣轉折之判定。Hamilton (1989) 應用馬可夫轉換模型 (Markov-switching model), 將景氣的擴張與收縮視爲無法直接觀察到的狀態 (regime), 且狀態間的關係遵循馬可夫鏈 (Markov chain)。由於時間序列資料在不同的狀態下具有不同的行爲, 故可藉由時間序列資料估計各時點處於不同狀態的機率, 再藉此認定景氣轉折。Chauvet (1998) 進一步發展馬可夫轉換動態因子模型 (Markov-switching dynamic factor model), 從多項經濟指標萃取共同波動, 藉以估計景氣處於擴張或收縮的機率。Fossati (2016) 則從大量變數萃取共同因子, 再以 probit 或馬可夫轉換等模型估計景氣狀態之機率, 並發現馬可夫轉換模型的估計結果與 NBER 的認定結果較爲接近。

其次, 在景氣轉折之即時認定上, Chauvet and Hamilton (2006) 評估單變量之馬可夫轉換模型與多變量之馬可夫動態因子模型, 發現兩者在景氣狀態之即時認定上均表現良好。Chauvet and Piger (2008) 比較有母數之馬可夫動態因子模型, 以及無母數之 Harding and Pagan (2006) 方法, 發現兩者皆能較 NBER 提早認定出景氣谷底, 且以馬可夫動態因子模型表現略佳, 惟不一定能提早認定出景氣高峰。Hamilton (2011) 廣泛評估

臺灣大學學術期刊資料庫

各種統計模型及經濟指標, 發現使用馬可夫轉換模型及 GDP 成長率, 即可得到相當穩健的即時認定結果。Giusto and Piger (2017) 則發現, LVQ 方法能較 NBER 大幅縮短景氣轉折所需的認定時間, 且兩者的認定結果相近。

在國內文獻方面, 林向愷, 黃裕烈, 與管中閔 (1998) 應用馬可夫轉換模型分析台灣實質 GNP 年增率; Chen and Lin (2000a,b) 分別應用變動轉換機率的馬可夫轉換模型, 以及馬可夫動態因子模型分析實質 GDP 或其組成分, 進行台灣景氣轉折之認定與預測; 饒秀華, 林修葳, 與黎明淵 (2001) 則發展分期馬可夫轉換模型, 設定兩組或兩組以上的成長狀態, 並以工業生產指數或實質 GDP 爲分析對象, 描述台灣在不同發展階段的循環特性。

然而, 徐士勛與管中閔 (2001) 發現, 前述文獻多能適當描述台灣在 1990 年代前的景氣循環, 但卻難以認定出 1990 年代後的景氣循環。因此, 該文考慮可能的結構性轉變後, 再以 GDP 與就業人數成長率等雙變量之馬可夫轉換模型捕捉台灣在 1990 年代後的景氣循環。其後, 陳宜廷與謝志昇 (2006) 考慮實質 GNP 成長率在不同經濟發展階段下的長期位置變換與波動變遷, 並以馬可夫轉換模型及分段標準化的成長率序列, 刻劃台灣長期以來的景氣循環。

綜上所述, 國內文獻多是從事後的觀點, 以馬可夫轉換模型刻劃景氣循環, 尚無文獻有系統地探討景氣轉折之即時認定。其可能的原因在於, 景氣轉折之即時認定須仰賴固定的統計模型或演算法, 但台灣的經濟環境歷經變遷, 馬可夫轉換模型難以透過同樣的設定或準則認定出歷次景氣循環, 因而使得即時認定較爲不易。

爰此, 本文參照 Giusto and Piger (2017), 應用 LVQ 方法及若干判定規則, 即時認定台灣的景氣轉折, 以期藉由固定的演算法, 縮短景氣轉折所需的認定時間。首先, LVQ 方法是一種監督式 (supervised) 機器學習的分類方法, 其以類別已知的資料作爲範本, 將類別未知之資料予以分類, 常用於即時分類問題。因此, 本文應用此方法從資料中找出國發會過去認定景氣狀態的模式, 並在假設該模式不變的前提下, 對景氣狀態尚未正式發布的期間, 預先判斷國發會將如何認定, 藉以提供有關當前景氣狀態的參考資訊。其次, Giusto and Piger (2017) 認爲, 在景氣循環的資料生成過程 (data

臺灣大學學術期刊資料庫

generating process, DGP) 未知的情況下, 由於不必對 DGP 進行任何假設, 故 LVQ 方法可得到較爲穩健的認定結果; 而台灣歷次景氣循環的特性不盡相同, 採用 LVQ 方法應有助於即時認定。此外, 景氣循環可視爲總體變數之間的共同波動 (Burns and Mitchell, 1946; Lucas, 1995; 徐士勛與管中閔, 2001), 而 LVQ 方法可同時考慮許多變數, 且計算簡單、容易執行, 適合用於變數衆多之情形。

本文對台灣2000年以後的景氣循環進行即時認定, 資料期間涵蓋1982年1月至2018年3月。實證結果發現, 藉由 LVQ 方法, 以及工業生產指數、非農業部門就業人數、製造業銷售量指數、實質海關出口值、工業及服務業加班工時等變數, 即可在景氣轉折發生後約7至10個月完成認定, 少於國發會所需之12至51個月; 且得到的景氣轉折與國發會發布之結果相近。本文亦使用馬可夫轉換模型估計景氣收縮之機率, 但相對而言, 馬可夫轉換模型的估計結果較爲不佳, 無法一致且穩健地估計出歷次景氣轉折, 可能較不適合用於景氣狀態之即時認定。

本文共分爲6節。除本節爲緒論外, 第2節概述台灣的景氣循環、實證變數之選取及處理方法等; 第3節說明本文即時認定之做法, 包括 LVQ 方法之介紹及判定規則等。第4節爲即時認定之實證結果; 另因國內文獻多以馬可夫轉換模型刻劃台灣的景氣循環, 故本文於第5節比較馬可夫轉換模型與 LVQ 方法的估計結果。最後, 第6節爲本文結論。

2 景氣循環及變數

2.1 歷次景氣循環

自1950年代起, 台灣經濟已歷經14次完整的景氣循環。表1爲歷次景氣循環的峰谷日期。從表中可知, 每次循環的持續期間差異頗大, 最短爲第1次循環的22個月, 最長爲第2次循環的112個月, 平均約53個月; 且除第6次循環外, 擴張期均長於收縮期, 擴張期平均約38個月, 收縮期則平均約15個月。若觀察2000年後的景氣循環, 則可發現持續期間較短, 平均約41個月; 惟擴張期仍長於收縮期, 擴張期平均約29個月, 收縮期平均則僅約12個月。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 1: 台灣歷次景氣峰谷日期

次序	高峰	谷底	持續期間 (月) 擴張期	收縮期	全循環
–	–	1954年11月	–	–	–
1	1955年11月	1956年 9月	12	10	22
2	1964年 9月	1966年 1月	96	16	112
3	1968年 8月	1969年10月	31	14	45
4	1974年 2月	1975年 2月	52	12	64
5	1980年 1月	1983年 2月	59	37	96
6	1984年 5月	1985年 8月	15	15	30
7	1989年 5月	1990年 8月	45	15	60
8	1995年 2月	1996年 3月	54	13	67
9	1997年12月	1998年12月	21	12	33
10	2000年 9月	2001年 9月	21	12	33
11	2004年 3月	2005年 2月	30	11	41
12	2008年 3月	2009年 2月	37	11	48
13	2011年 2月	2012年 1月	24	11	35
14	2014年10月	2016年 2月	33	16	49
平均			38	15	53

資料來源: 國發會。

本文簡要回顧第9次以後的景氣循環如下。受1997年亞洲金融風暴影響, 國內景氣自1997年12月後開始減緩, 並在1998年12月落底。其後, 景氣逐漸復甦, 直到2000年科技泡沫破裂, 景氣開始收縮, 國內失業率攀升, 且於2001年第2季出現石油危機以來首次的經濟負成長。此後景氣隨即復甦, 惟至2002年下半年, 經濟成長減緩, 加以2003年上半年 SARS 疫情爆發, 致消費不振、需求低迷。所幸疫情爲時不長, 2003年下半年起景氣復呈擴張, 至2004年3月達到高峰。其後, 國際原油價格上漲、主要經濟體央行升息, 國際景氣下滑, 國內景氣亦隨之走緩。

2005年3月起, 景氣逐漸復甦, 雖國內消費一度因2006年之信用卡與現金卡等雙卡債務風暴而成長減緩, 但整體景氣仍隨全球經濟穩健擴張。2007年起, 美國次貸危機逐漸發酵、國際原油等原物料價格攀升; 至2008

臺灣大學學術期刊資料庫

年, 全球金融危機正式爆發, 國內景氣則於2008年3月到達高峰, 經濟亦於2008年第3季起陷入負成長, 且失業率開始上升。嗣隨各國政府實施各種穩定金融市場的措施與振興方案, 主要經濟體央行採取擴張性貨幣政策, 全球經濟情勢轉爲穩定, 國內景氣亦於2009年2月落底後轉爲復甦。惟至2011年, 受歐洲國家主權債務危機、國際原油上漲等因素影響, 國際景氣趨緩, 國內景氣亦於2011年3月後進入收縮期。

2012年2月起, 隨美國、日本等主要經濟體景氣轉佳, 國內經濟緩步復甦, 景氣進入擴張期。惟自2014年第4季起, 國際油價下跌, 加以中國大陸供應鏈在地化等因素, 台灣經濟成長開始減緩, 2015年下半年甚至轉爲衰退。此次景氣收縮爲期16個月, 至2016年2月落底。其後, 隨全球經濟穩健成長, 以及國際原物料價格回升, 國內景氣復呈擴張狀態。

2.2 變數選擇

景氣循環爲許多經濟活動之間同步擴張或收縮的現象, 反映在實際資料上, 可視爲不同經濟指標之間的共移 (co-movement) 現象; 而「基準循環數列」(reference cycles series) 爲刻劃景氣循環變化的指標, 可用於判斷景氣循環的轉折點, 通常由數項經濟指標編製而成 (陳淑玲與黃裕烈, 2015)。因此, 本文將自基準循環數列的構成項目選取實證變數, 據以進行景氣狀態之即時認定。

目前, 國發會編製的基準循環數列共含「實質 GDP」、「工業生產指數」、「非農業部門就業人數」、「製造業銷售量指數」、「批發、零售及餐飲業營業額」及「實質海關出口值」等六項經濟指標;[3] 另陳淑玲與黃裕烈 (2015) 篩選大量經濟指標後, 發現「工業及服務業加班工時」亦適合作爲基準循環數列之構成項目。因此, 適合用於實證的變數共含上述七項經濟指標。

本文使用的資料期間涵蓋1982年1月至2018年3月。然而, 該期間內, 工業生產指數的統計資料僅能溯自1996年1月, 故此前以不含土石採取業之工業生產指數作爲替代變數。[4] 再者, 實質 GDP 爲季頻資料, 資料頻

[3]參見國發會「基準循環數列如何編製? 如何利用該數列判斷基準日期?」之說明。

[4]此處逕以不含土石採取業之工業生產指數作爲整體工業生產指數在1995年12月以前的替代變數, 主要理由爲: (1) 在工業生產指數中, 土石採取業的權重甚小, 以2018年爲例, 土石採取業的權重僅2.05%■。比較1996年1月後, 整體工業生產指數與不含土石採

臺灣大學學術期刊資料庫

率不同於其他經濟指標; 且批發、零售及餐飲業營業額之統計資料僅能溯自 1999 年 1 月, 因此, 本文將先以工業生產指數、非農業部門就業人數、製造業銷售量指數、實質海關出口值、工業及服務業加班工時等經濟指標進行實證分析, 作爲基本的實證結果。此五項指標的時間序列走勢繪如圖 1。至於實質 GDP 與批發、零售及餐飲業營業額等其他兩項變數, 本文將在分析基本結果後再納入考量, 並比較其差異。

2.3 變數處理

從圖 1 可知, 長期以來, 台灣經濟快速發展, 各變數均含明顯的長期趨勢。因此, 國發會以經濟活動偏離長期趨勢的程度衡量景氣變化, 此即「成長循環」(growth cycle) 的概念。目前, 國發會在實務上認定景氣循環或編製景氣指標時, 皆透過兩階段 HP filter 處理變數, 藉以去除長期趨勢及平滑化 (徐志宏與周大森, 2010)。[5] 由於本文爲探討景氣狀態之認定, 故參考國發會的做法處理經濟指標。[6] 具體而言, 本文經濟指標的處理步驟如下:

(1) 以 X-13ARIMA-SEATS 方法, 對各變數進行季節調整。

(2) 兩階段 HP filter: 對於季調後的變數, 先以較大的平滑參數 (smoothing parameter) 去除經濟指標的長期趨勢 ($\lambda = 15426$), 擷取其循環項; 再以較小的平滑參數去除其短期的不規則變動 ($\lambda = 34$)。此處

取業之工業生產指數的走勢, 可知兩者極爲接近, 且各月差距皆在 −0.05%至 0.42%以內; 若再經變數處理, 則兩者差異更小。(2) 本文亦曾僅以不含土石採取業之工業生產指數進行分析, 發現不影響實證結果。(3) 雖不影響實證結果, 但不含土石採取業之工業生產指數的發布時間較整體工業生產指數多落後一個月, 資料即時性較差, 故本文 1996 年 1 月後仍使用整體工業生產指數。

[5] 根據經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 的研究, 若目的是要尋找較爲快速、清楚且穩定的轉折訊號, 則兩階段 HP filter 將較爲適用, 故 OECD 藉由兩階段 HP filter 編製其綜合領先指標 (Composite Leading Indicators)。參見 Nilsson and Gyomai (2011)。

[6] 相對而言, 美國採「古典循環」(classic cycle) 的方式認定景氣循環 (即以經濟活動水準值的上下波動衡量景氣變化), 故以美國爲研究對象的國外文獻多以計算成長率的方式處理經濟指標, 如 Chauvet and Hamilton (2006)、Stock and Watson (2014) 或 Giusto and Piger (2017) 等。由於認定景氣循環的方式不同, 本文並非如國外文獻以計算成長率的做法處理經濟指標; 若改以成長率的方式處理經濟指標, 則結果將較爲不佳。

臺灣大學學術期刊資料庫

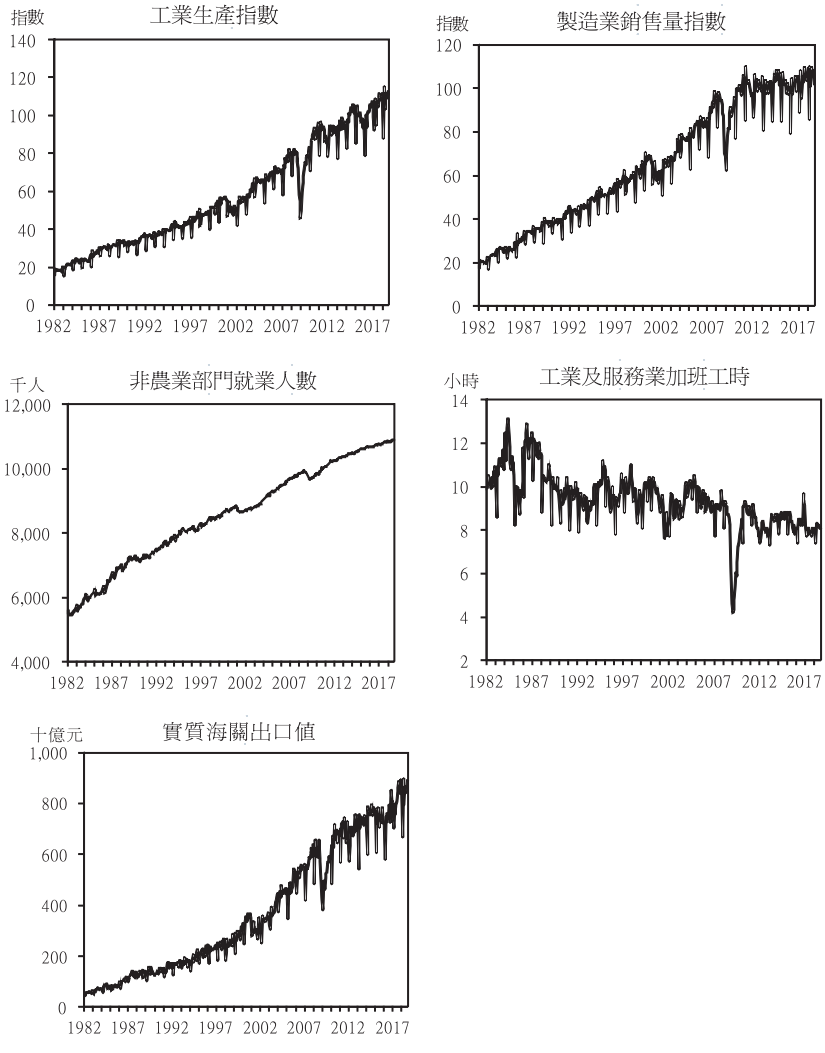


圖 1: 各變數走勢

資料來源: 主計總處、財政部統計處、經濟部統計處

的平滑參數分別對應70個月、15個月,[7] 前者是國發會參酌歷次循環週期所設, 後者則是國發會根據 Bry and Boschan (1971) 認爲最小循環週期應在15個月以上而設 (徐志宏與周大森, 2010)。

[7]平滑參數 (λ) 與循環週期之間的轉換關係可參見 Proietti (2005)。

臺灣大學學術期刊資料庫

(3) 將各變數取差分, 並予以標準化。由於變數在去除長期趨勢與平滑化後, 其數值的正、負號分別代表高於或低於長期趨勢; 然而, 景氣之擴張或衰退應爲變數之走升或走跌, 故本文再取差分, 使其正、負號分別代表變數之走升或走跌, 藉以確認景氣狀態。

圖 2 繪示各變數經兩階段 HP filter 處理後的走勢。從圖中可知, 當面臨景氣收縮時 (灰色陰影區域), 變數走勢多呈下滑或低於長期趨勢, 且在 2008 年全球金融危機時尤爲明顯。此外, 約 2000 年以後, 工業生產指數、製造業銷售量指數與實質海關出口值等變數的波動較大; 非農業部門就業人數近年則波動較緩。

3 認定方法

3.1 LVQ 方法簡介

LVQ 方法是一種監督式機器學習的分類方法。其概念是在各類別的資料中, 找出部分樣本作爲不同類別的代表點, 並透過實際資料予以調整、訓練; 目的係藉由各代表點在訓練後的分布狀況, 盡可能地描繪出不同類別之間的邊界。

首先, 假設有一筆分屬不同類別的資料 x_i 且 $i = 1, 2, \cdots, n$, 各 x_i 的類別均爲已知, x_i 亦稱爲訓練集 (training set); 向量 m_k 爲一組編碼簿 (codebook) 且 $k = 1, 2, \cdots, K$, 可作爲不同類別的代表點; 而 $d = 0, 1, 2, \cdots, D$ 則表示疊代 (iteration) 的次數。

其次, 可計算 x_i 與 m_k 的距離, 並找出與 x_i 最接近的 m_k:

$$c = \arg\min_k \{||x_i - m_k||\}。$$

亦即, 與 x_i 最接近的 m_k 爲 m_c。兩相對照後, 若 x_i 與 m_c 的類別相同, 則如圖 3(a) 所示, 將 m_c 沿著 $[x_i - m_c]$ 的向量方向移動 (朝 x_i 拉近), 得到訓練後的編碼簿:

$$m_c(d+1) = m_c(d) + \alpha(d)[x_i(d) - m_c(d)];$$

臺灣大學學術期刊資料庫

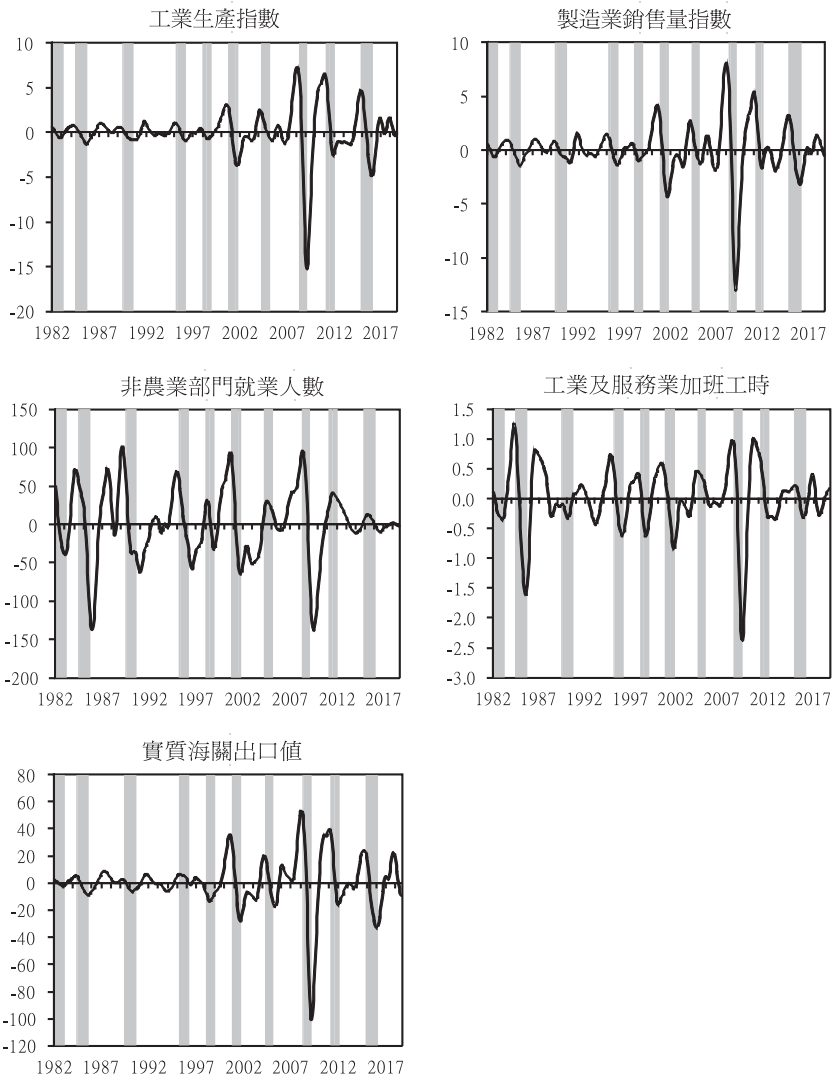


圖 2: 各變數走勢 (經兩階段 HP filter 處理)

說明: 灰色陰影區域表國發會認定之收縮期間。

反之, 若 x_i 與 m_c 的類別不同, 則如圖 3(b) 所示, 將 m_c 沿著 $[m_c - x_i]$ 的向量方向移動 (推離 x_i):

$$m_c(d+1) = m_c(d) - \alpha(d)[x_i(d) - m_c(d)]。$$

臺灣大學學術期刊資料庫

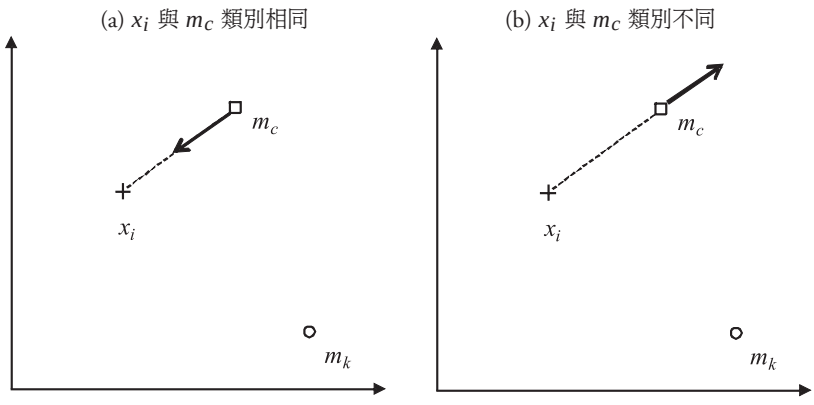


圖 3: 編碼簿之訓練與調整

說明: x_i 爲訓練集的資料, m_c 爲相距 x_i 最近的編碼簿向量, m_k 則代表其他編碼簿。

至於其他 m_c 以外的 m_k 則保持不動:

$$m_k(d+1) = m_k(d), \quad k \neq c。$$

其中, $\alpha(d)$ 爲學習率 (learning rate), 且 $0 < \alpha(d) < 1$; 其可爲常數, 或是對疊代次數 d 單調遞減。對個別的 m_c 而言, 均可有其各自的學習率 $\alpha_c(d)$, 而收斂速度可能達到最快的最適 (optimal) 之 $\alpha_c(d)$ 則爲

$$\alpha_c(d) = \frac{\alpha_c(d-1)}{1 + s(d)\alpha_c(d-1)}。$$

其中, $s(d) = +1$ 或 -1。若 x_i 與 m_c 的類別相同則 $s(d) = +1$; 若類別不同則 $s(d) = -1$。

將 $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 輪流代入上述流程計算之後, 即完成一次疊代; 接著, 再如此持續反覆疊代, 編碼簿即可逐漸描繪出不同類別之間的邊界, 直到達成某些終止條件 (如 $d = D$)。[8]

[8]在 LVQ 方法中, 可再分爲 LVQ1、LVQ2、LVQ3 等三種 (Kohonen, 1990), 此處係簡介本文所使用的 LVQ1, 而本文應用最適學習率之 LVQ1 即爲 OLVQ1 (optimized-learning-rate LVQ1)。箇中差異在於, LVQ1 找出一個與 x_i 距離接近的編碼簿向量, 但 LVQ2 與 LVQ3 則找出兩個與 x_i 距離接近的編碼簿向量後, 再同時以 x_i 進行訓練、更新, 而兩者計算方式略有不同。整體而言, LVQ1、LVQ2 與 LVQ3 的分類準確度皆相當接近, 且 LVQ1 可透過近似最適的學習率達到最快的收斂速度, 故以 LVQ1 作爲即時認定的方法。更多有關 LVQ 方法的介紹與說明, 可詳參 Kohonen (2001)。

臺灣大學學術期刊資料庫

最後, 可應用訓練後的編碼簿, 對新加入且類別未知的樣本點 x_{n+1} 進行分類。新樣本點 x_{n+1} 即爲測試集 (test set)。類似於訓練集的做法, 可尋找與 x_{n+1} 最接近的 m_k:

$$c = \arg\min_k \{||x_{n+1} - m_k||\}$$

並將 x_{n+1} 與 m_c 分類至同一類別。

在參數設定上, Kohonen (2001) 認爲可設定 $\alpha_c(0) = 0.3$, 且上述流程在疊代約 $(30 \times K)$ 至 $(50 \times K)$ 次後, 將可漸近達到其識別準確度 (recognition accuracy)。本文設定 $\alpha_c(0) = 0.3$, 疊代次數則選擇 $D = 40 \times K$ 次。

3.2 執行步驟

在實際應用上, 由於每個月皆有景氣相關的經濟指標公布, 故可將每個月均視爲一個樣本點, 再根據該樣本點上的各個經濟指標, 將景氣狀態尚未公布的樣本點以 LVQ 方法分類爲「擴張」或「收縮」等兩種狀態。參考 Giusto and Piger (2017) 的做法, 本文 LVQ 的執行步驟如下:

(1) 將樣本期間分爲兩部分。一部分爲國發會已判定景氣狀態的樣本期間, 其景氣狀態已知; 其餘則爲尚未判定景氣狀態的樣本期間。

(2) 將景氣狀態已知的樣本期間全數作爲訓練集 (即 x_n), 而景氣狀態尚未判定的樣本期間則爲測試集 (如 x_{n+1})。

(3) 從訓練集中擷取一部份的樣本點, 作爲編碼簿 (即 m_k)。從表 1 可知, 景氣擴張期往往較收縮期爲長, 因此, 本文在編碼簿中將收縮期的樣本全數納入, 並在擴張期的樣本中, 隨機抽取數量相同的樣本納入編碼簿, 以避免資料不平衡 (imbalanced data) 的問題。

(4) 藉由 LVQ 演算法, 以訓練集訓練編碼簿, 再利用訓練後的編碼簿, 將測試集內的樣本點進行分類, 此即完成景氣狀態之認定。

(5) 爲了避免在第三步驟中, 隨機抽取的樣本影響認定結果, 故重覆執行第三及第四步驟共 100 次。若在 100 次中, 分類至收縮狀態的次數高於 70%, 即可認定該月處於收縮狀態。[9]

[9] Giusto and Piger (2017) 測試不同的比率數值, 發現就美國而言, 當該比率設在 80%時, 最能兼顧即時性與正確性, 故將門檻值設爲 80%。本文發現以台灣的情況而言, 70%與

臺灣大學學術期刊資料庫

3.3 判定規則

由於景氣狀態並非逐月發布, 而是在一段時間後, 再由國發會認定該次景氣循環的高峰或谷底。因此, 參考文獻上的做法 (Chauvet and Hamilton, 2006; Giusto and Piger, 2017), 本文尚須設定若干規則及假設, 據以進行景氣狀態之即時認定:

(1) 無論景氣處於擴張期或收縮期, 該狀態均會持續一段期間。參考 Bry and Boschan (1971), 假設該期間至少爲5個月; 且國發會亦認爲「擴張期及收縮期個別應持續至少5個月」,[10] 因此, 當連續5個月以上的樣本點均分類爲同一狀態時, 即可能發生景氣轉折。[11]

(2) 當狀態改變, 且連續5個月以上的樣本點均分類爲同一狀態時, 本文將再觀察1個月; 若該樣本點的狀態仍然相同, 則可認定景氣發生轉折。主因本文以兩階段 HP filter 處理經濟指標, 但資料端點可能因加入新的樣本點而改變原先的狀態。據此, 在景氣發生轉折後, 最快可在觀察6個月的資料後完成認定; 而實際上, 大部分經濟指標的發布時間皆落後1個月, 故最快完成認定的時點是轉折發生後7個月。

(3) 在國發會完成景氣轉折之認定後, 假設該狀態至少持續半年。由於台灣景氣收縮期最短爲10個月、擴張期最短爲12個月 (表1), 故假設國發會在認定轉折後, 至少半年內的景氣狀態爲已知。

(4) 爲求即時性且利於後續探討, 當景氣轉折日期確認後, 轉折日期原則上即不再更動。唯一例外的情形是, 若轉折日期附近不再有連續

80%的結果差異不大, 皆可考慮; 但在金融危機時, 以70%的即時性較佳, 故將門檻值設爲70%。

[10] 參見國發會「臺灣景氣循環簡介」之說明。

[11] 感謝評審提醒, 國發會尚認爲「全循環至少需15個月」(見國發會「臺灣景氣循環簡介」), 惟本文未另予考量。因爲在一次完整的循環內, 景氣係先擴張、再收縮, 而台灣的景氣擴張期最短爲12個月 (表1), 因此, 當以 LVQ 方法判斷出景氣高峰時, 已至少約有12個以上的樣本點被分類至擴張狀態; 若再加上此處「擴張期及收縮期個別應持續至少5個月」的規則, 則此時已至少有5個樣本點被分類至收縮狀態, 使得全循環已至少有17個樣本點。再者, 若進一步考慮近幾次循環的擴張期均在21個月以上、且擴張期通常長於收縮期之特性 (表1), 則在 LVQ 方法判斷出景氣高峰前, 僅擴張期的樣本數量即已遠多於15個。因此, 是否考慮「全循環至少需15個月」之規則並不影響本文的即時認定結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

5個月以上的樣本點被 LVQ 方法分類到另一種狀態, 則再觀察1個月; 若仍無連續5個月以上的樣本點被 LVQ 方法分類到另一種狀態, 則取消該轉折日期。

4 即時認定結果

4.1 做法說明

本文使用的資料期間爲1982年1月至2018年3月, 涵蓋第5次景氣循環的部份收縮期間, 以及第6至14次完整的景氣循環 (參見表1)。由於各經濟指標的發布時間均落後1個月, 僅「工業及服務業加班工時」落後2個月, 故本文假設進行即時認定之時點爲各月月底。在該時點上, 上個月的經濟指標均已公布, 僅「工業及服務業加班工時」仍未公布, 故本文以 ARIMA 模型之預測值代替其尚未發布之數值。而 ARIMA 模型階次則以赤池氏資訊評選準則 (Akaike information criterion, AIC) 決定。

爲進行即時認定, 本文依據景氣狀態是否已由國發會認定, 將全樣本分爲訓練集與測試集, 再以 LVQ 方法對測試集內的樣本狀態進行分類。全樣本係以遞迴 (recursive) 的方式逐月增加; 且每增加一個新的樣本點, 即重新處理一次資料。然而, 國發會並非逐月發布景氣狀態, 故訓練集內的樣本數量爲固定 (fixed), 直到新的景氣峰谷日期公布後, 再將訓練集內的樣本數量予以擴充。最後, 比較 LVQ 方法的即時認定與國發會的正式認定結果, 即可瞭解兩者間之差異。

在此舉例說明即時認定的具體做法, 俾助瞭解本文如何進行景氣轉折之即時認定:

(1) 假設目前爲2005年1月。由於國發會在2004年12月正式認定第10次景氣循環的高峰爲2000年9月、谷底爲2001年9月, 故給定第10次景氣循環的谷底後半年內 (即2001年10月至2002年3月) 均處於擴張期。此時, 可將2002年3月以前的樣本作爲 LVQ 方法的訓練集, 據以判定2002年4月至2004年12月的景氣狀態。

(2) 至2005年2月, 由於第11次景氣循環之峰谷尚未正式認定, 故仍以2002年3月以前之樣本作爲 LVQ 方法的訓練集, 以此判定2002年

臺灣大學學術期刊資料庫

4月至2005年1月的景氣狀態。

(3) 此後, 逐月增加新的樣本點, 惟 LVQ 方法的訓練集仍爲2002年3月以前之樣本、測試集則爲2002年4月以後之樣本。

(4) 直到2008年4月, 第11次景氣循環之高峰正式認定爲2004年3月後, 再將訓練集延長至高峰後半年 (即2004年9月), 並以 LVQ 方法判定2004年10月至2008年3月的景氣狀態。

在國發會公布的資料中, 目前僅能查詢到第9次景氣循環以後的認定工作。第9次景氣循環之認定結果在2000年6月公布, 且第9次景氣循環之高峰、谷底分別爲1997年12月、1998年12月, 故本文首先以1999年6月以前的樣本點作爲訓練集, 應用 LVQ 方法判定1999年7月至2000年6月的景氣狀態, 再逐月增加樣本數。

最後, 國內目前尚無完整的即時資料庫, 且許多早期的即時資料亦難以查詢, 故本文使用的資料均爲修正後 (revised) 資料, 屬準即時 (quasi real-time) 預測。

4.2 基本結果

本文首先以當期及落後一期的工業生產指數、非農業部門就業人數、製造業銷售量指數、實質海關出口值、工業及服務業加班工時等5個變數, 進行即時認定。在經過變數處理並使用落後一期的變數後, 樣本期間起始自1982年3月。[12]

表2列示 LVQ 方法對景氣循環之認定結果, 表中亦列出國發會之認定結果, 以利比較。首先, LVQ 方法的認定結果與國發會相近。例如, 第10次循環, LVQ 方法之轉折皆僅較國發會早1個月; 第13之高峰晚3個月、谷底提早2個月。整體而言, LVQ 方法與國發會之誤差約在3個月內。進一步探究, LVQ 方法與國發會的認定結果有些微差距, 可能係因國發會在進行認定工作時, 除了基準循環數列或其構成變數之外, 還會參考不同指標、當時的國內外經濟情勢、專家意見等資訊, 再予以綜合判斷。再者, 國發會發布認定結果的時點較晚, 其認定工作可能較晚進行, 故使用的樣本期間可

[12]本文亦曾增加變數的落後期數, 惟不影響實證結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 2: LVQ 方法與國發會認定結果之比較 (基本結果)

次序	峰谷	轉折日期			認定完成日期			轉折至認定完成 (月)	
		LVQ 方法	國發會	相差 (月)	LVQ 方法	國發會	相差 (月)	LVQ 方法	國發會
10	高峰	2000年 8月	2000年 9月	+1	2001年 3月	2004年12月	+45	7	51
10	谷底	2001年 8月	2001年 9月	+1	2002年 5月	2004年12月	+31	9	39
11	高峰	2004年 6月	2004年 3月	−3	2005年 2月	2008年 4月	+38	8	49
11	谷底	2005年 3月	2005年 2月	−1	2005年11月	2009年 3月	+40	8	49
	高峰	2006年 4月	–	–	2008年 6月	–	(8個月後取消)	26	–
	谷底	2006年11月	–	–	2008年 6月	–	(8個月後取消)	19	–
12	高峰	2007年12月	2008年 3月	+3	2008年 9月	2009年 3月	+6	9	12
12	谷底	2009年 3月	2009年 2月	−1	2009年10月	2011年 9月	+23	7	31
13	高峰	2011年 2月	2011年 2月	0	2011年 9月	2014年11月	+38	7	45
13	谷底	2012年 1月	2012年 1月	0	2012年11月	2014年11月	+24	10	34
14	高峰	2015年 1月	2014年10月	−3	2015年 8月	2016年 1月	+5	7	15
14	谷底	2015年12月	2016年 2月	+2	2016年 8月	2018年 2月	+18	8	24

說明: (1)「轉折日期」與「認定完成日期」之相差月數爲國發會與 LVQ 方法之日期間隔, 以月爲單位, 正、負號分別代表 LVQ 方法提早、落後; (2)「轉折至認定完成」爲各方法所認定之峰谷日期至認定完成日期之日期間隔, 以月爲單位; (3) 樣本期間爲 1981年3月至2018年3月, 使用「工業生產指數」、「製造業銷售量指數」、「非農業部門就業人數」、「實質海關出口值」、「工業及服務業加班工時」等經濟指標; (4) 截至2018年3月的資料, 尚無充分資訊判斷第15次景氣循環高峰。

臺灣大學學術期刊資料庫

能較長, 也是造成些微差距的可能原因。[13]

其次, 在 LVQ 方法下, 認定完成日期可大幅提前。例如, 國發會在2004年12月完成第10次景氣轉折之認定, 但 LVQ 方法則在2001年3月、2002年5月即完成認定, 分別較國發會提早45、31個月。整體而言, LVQ 方法可較國發會提早5至45個月完成認定, 平均提早26.8個月。

接著, 若計算 LVQ 方法與國發會在景氣轉折發生後至完成認定之所需時間, 則可知除了「假警報」(表2之灰底區域) 的情形外, LVQ 方法在景氣轉折發生後, 僅需約7至10個月即可認定完成, 大幅少於國發會所需之12至51個月。

就「假警報」之情形而言, 從表2可知, LVQ 方法在2008年6月時, 一度判斷2006年5月至11月之間曾發生景氣收縮; 但隨新的觀察值增加, 在8個月後 (即2009年2月), 該期間內景氣收縮的特性即告消失。究其原因, 或與 HP filter 估得的趨勢可能受樣本走勢所影響有關。

此處以工業生產指數爲例進行說明。圖4繪示經兩階段 HP filter 處理後之工業生產指數走勢。觀察圖中之灰色斜線區域, 可知2006年之卡債風暴使國內經濟活動減緩, 但其後經濟持續成長, 致2006年間偏離長期趨勢的幅度相對明顯, 因而在2008年6月時, 顯現出景氣收縮的特性 (黑色實線)。嗣受全球金融危機影響, 經濟活動大幅衰退, 致2006年間偏離長期趨勢的幅度轉呈相對和緩。因此, 在2009年2月時, 該期間內景氣收縮的特性已告消失 (紅色虛線)。另一方面, 國發會在進行認定工作時, 亦認爲2006年的跡象僅屬「大循環中的小循環」, 尚不足以認定爲景氣收縮期 (徐志宏與周大森, 2010)。

[13]此外, 國發會曾調整基準循環數列的組成項目, 並曾變更其變數處理方法。首先, 從1978至2010年, 基準循環數列的組成項目共調整過三次, 分別爲1983、2007及2010年, 但2010年僅以「製造業銷售量指數」替代「實質製造業銷售值」(陳淑玲與黃裕烈, 2015); 2010年之後則調整過一次, 即增加「實質海關出口值」並以「批發零售及餐飲業營業額」替代「批發零售及餐飲業營業額指數」。因此, 基準循環數列組成項目的調整頻率不高, 且2007年後的更動幅度不大。其次, 自1978年起, 國發會即參考 NBER 的做法進行變數處理並編製景氣指標; 2007年7月起, 國發會改依當時 OECD 的方法編製, 其以「PAT/MCD」方法去除變數長期趨勢及平滑化; 自2010年8月後, 則是依 OECD 之修正, 改採目前使用之兩階段 HP filter 方法處理變數。顯然,「PAT/MCD」方法的使用期間短暫, 主要更動應爲2010年之兩階段 HP filter 方法。關於國發會景氣指標變數處理方法之演變, 參見黃月盈 (2012)。

臺灣大學學術期刊資料庫

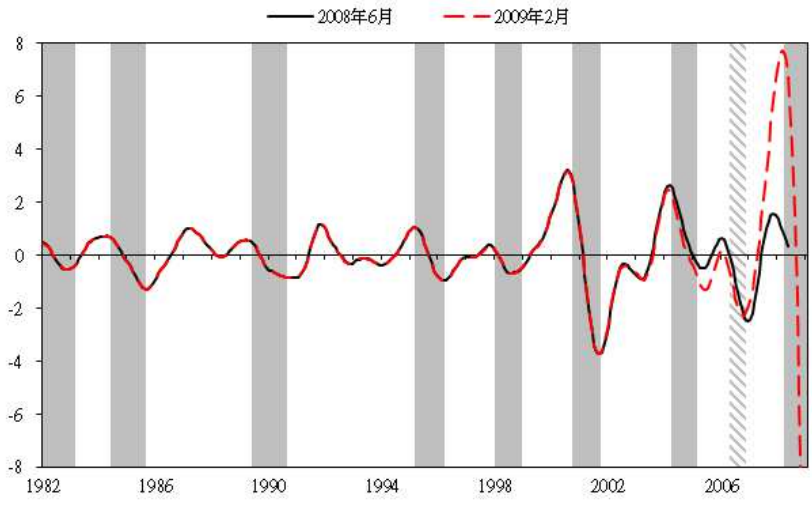


圖 4: 在不同時點下經兩階段 HP filter 處理後的工業生產指數

說明: (1) 灰色陰影區域表國發會認定之收縮期間; (2) 灰色斜線區域爲 2006 年 5 月至 11 月。

雖然以 LVQ 方法進行即時認定可能產生「假警報」, 但如 Chauvet and Piger (2008) 所述, 在增加「即時性」(timeliness) 的同時, 可能須犧牲部分的「準確性」(accuracy) 作爲代價。就本文情形而言,「假警報」可能隨時間之演進而修正, 且該期間雖未被國發會認定爲景氣收縮期, 但國內經濟活動確實有略爲減緩的跡象, 故此間之抵換應尚能接受。[14]

4.3 增減變數

接著, 從圖 2 可知, 近來非農部門就業人數在景氣收縮期時, 有時仍處於擴張狀態 (如第 11、13 或 14 循環), 不若其他四項變數走勢與景氣循環較爲一致, 故本文將先剔除非農部門就業人數, 僅以其他變數進行即時認定。再者, 基準循環數列除了基本結果中的五項經濟指標之外, 尚包括實質 GDP,

[14]除此之外, 從表 2 可知, 若認定轉折的所需時間明顯較長, 或可作爲判斷「假警報」的參考訊息。本文感謝評審提供此觀點。另在稍後表 3 的討論中, 可知在認定時間較短的轉折中, 雖可能亦有假警報的情形存在, 但及時修正、取消的速度亦頗快。

臺灣大學學術期刊資料庫

以及批發、零售及餐飲業營業額等變數, 故本文將再納入此兩項變數, 並比較其結果。

首先, 表3列示剔除非農部門就業人數後之 LVQ 方法認定結果。表中顯示, 在第10至14次循環中, LVQ 方法認定的轉折日期仍與國發會相當接近, 誤差亦皆在3個月內, 且近幾次循環的誤差甚至略小於基本結果。

若觀察認定完成日期, 則 LVQ 方法較國發會平均提早25.9個月完成認定, 略少於基本結果, 主因 LVQ 方法無法較國發會領先認定出第12次高峰; 若觀察轉折至認定完成之所需時間, 則除「假警報」之情形外, LVQ 方法需約7至13個月完成認定, 平均8.7個月, 亦略長於基本結果。因此, 剔除非農部門就業人數後, 雖 LVQ 方法仍較國發會大幅提前認定完成日期, 惟即時性將略差於基本結果。此係因其認定結果較不穩定, 位於轉折處的樣本點較不易連續兩個月均分類至同一種狀態。

在「假警報」方面, 同樣地, LVQ 方法顯示2006年卡債風暴期間曾出現景氣收縮之特性但不同於基本結果與僅加入實質 GDP 後的結果, 直到國發會正式認定第12次循環前, 該特性皆未消失。此外, LVQ 方法曾判斷2006年9月、2017年1月爲景氣高峰, 惟該特性皆在2個月後隨即消失。

整體而言, 剔除非農部門就業人數後的認定結果仍與國發會相近; 另相較於基本結果, 剔除非農部門就業人數後仍有「假警報」的情形存在, 且即時性相對略差。雖然非農部門就業人數有時會較爲落後, 但仍是國發會用於衡量國內就業狀況的重要指標, 亦爲基準循環數列的構成項目之一, 故此變數或仍需與其他指標共同考量。

最後, 本文於基本結果的變數上, 再加入實質 GDP, 以及批發、零售及餐飲業營業額。本文使用月頻資料, 但實質 GDP 爲季頻資料, 故須先將實質 GDP 插補爲月頻資料。劉瑞文 (2007) 發現 Chow–Lin 方法拆分而得的工業部門實質 GDP 與製造業生產指數最爲吻合, 故本文應用 Chow–Lin 方法依時拆分 (temporally disaggregate) 實質 GDP (Chow and Lin, 1971), 並以工業生產指數作爲其月頻的參考指標。另一方面, 批發、零售及餐飲業營業額之統計資料僅能溯自1999年1月, 故本文亦將資料期間縮短自1999年1月起, 並改對第11次循環以後的轉折進行即時認定。

表4爲加入實質 GDP, 以及批發、零售及餐飲業營業額後之認定結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 3: LVQ 方法與國發會認定結果之比較 (剔除「非農業部門就業人數」)

次序	峰谷	轉折日期			認定完成日期			轉折至認定完成 (月)	
		LVQ 方法	國發會	相差 (月)	LVQ 方法	國發會	相差 (月)	LVQ 方法	國發會
10	高峰	2000年 8月	2000年 9月	+1	2001年 3月	2004年12月	+45	7	51
10	谷底	2001年 8月	2001年 9月	+1	2002年 3月	2004年12月	+33	7	39
11	高峰	2004年 6月	2004年 3月	−3	2005年 2月	2008年 4月	+39	7	49
11	谷底	2005年 5月	2005年 2月	−3	2006年 2月	2009年 3月	+37	9	49
	高峰	2006年 9月	–	–	2007年 4月	–	(2個月後取消)	7	–
	高峰	2006年 8月	–	–	2007年11月	–	–	15	–
	谷底	2007年 1月	–	–	2007年11月	–	–	10	–
12	高峰	2008年 3月	2008年 3月	0	2009年 3月	2009年 3月	+0	12	12
12	谷底	2009年 2月	2009年 2月	0	2009年 9月	2011年 9月	+24	7	31
13	高峰	2011年 2月	2011年 2月	+1	2011年10月	2014年11月	+37	9	45
13	谷底	2012年 1月	2012年 1月	0	2013年 2月	2014年11月	+21	13	34
14	高峰	2014年11月	2014年10月	−1	2015年 6月	2016年 1月	+7	7	15
14	谷底	2016年 1月	2016年 2月	+1	2016年10月	2018年 2月	+16	9	24
	高峰	2017年 1月	–	–	2017年 8月	–	(2個月後取消)	7	–

說明: (1)「轉折日期」與「認定完成日期」之相差月數爲國發會與 LVQ 方法之日期間隔, 以月爲單位, 正、負號分別代表 LVQ 方法提早、落後; (2)「轉折至認定完成」爲各方法所認定之峰谷日期至認定完成日期之日期間隔, 以月爲單位; (3) 樣本期間爲 1981年3月至2018年3月, 使用「工業生產指數」、「製造業銷售量指數」、「實質海關出口值」、「工業及服務業加班工時」等經濟指標; (4) 截至2018年3月的資料, 尚無充分資訊判斷第15次景氣循環高峰。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 4: LVQ 方法與國發會認定結果之比較 (加入「實質 GDP」與「批發、零售及餐飲業營業額」)

次序	峰谷	轉折日期			認定完成日期			轉折至認定完成 (月)	
		LVQ 方法	國發會	相差 (月)	LVQ 方法	國發會	相差 (月)	LVQ 方法	國發會
11	高峰	2004年 8月	2004年 3月	−5	2005年 3月	2008年 4月	+37	7	49
11	谷底	2005年 5月	2005年 2月	−3	2005年12月	2009年 3月	+39	7	49
	高峰	2006年 4月	–		2008年 6月	–	–	26	–
	谷底	2006年12月	–		2008年 6月	–	–	18	–
12	高峰	2008年 3月	2008年 3月	0	2008年11月	2009年 3月	+4	8	12
12	谷底	2009年 2月	2009年 2月	0	2009年 9月	2011年 9月	+24	7	31
13	高峰	2010年12月	2011年 2月	+2	2011年 7月	2014年11月	+40	7	45
13	谷底	2011年12月	2012年 1月	+1	2012年 7月	2014年11月	+28	7	34
14	高峰	2015年 1月	2014年10月	−3	2015年 8月	2016年 1月	+5	7	15
14	谷底	2015年 9月	2016年 2月	+5	2016年 5月	2018年 2月	+21	8	24

說明: (1)「轉折日期」與「認定完成日期」之相差月數爲國發會與 LVQ 方法之日期間隔, 以月爲單位, 正、負號分別代表 LVQ 方法提早、落後; (2)「轉折至認定完成」爲各方法所認定之峰谷日期至認定完成日期之日期間隔, 以月爲單位; (3) 樣本期間爲 1999年3月至2018年3月, 使用「工業生產指數」、「製造業銷售量指數」、「非農業部門就業人數」、「實質海關出口值」、「工業及服務業加班工時」、「實質 GDP」、「批發、零售及餐飲業營業額」等經濟指標; (4) 截至2018年3月的資料, 尚無充分資訊判斷第15次景氣循環高峰。

臺灣大學學術期刊資料庫

結果顯示, LVQ 方法較國發會提早5至37個月完成認定, 平均提早24.8個月; 但 LVQ 方法認定的峰谷日期與國發會相差略多, 最多約5個月。此外, LVQ 方法在景氣轉折發生後, 則需約7至8個月認定完成。同樣地, LVQ 方法仍判斷2006年間曾發生景氣收縮, 且直到國發會正式認定第12次循環前, 該特性皆未消失。

因此, 若同時加入實質 GDP 與批發、零售及餐飲業營業額等兩項變數並縮短樣本期間, LVQ 方法的認定結果反將較基本結果爲差。但這未必表示實質 GDP 或批發、零售及餐飲業營業額較不重要, 也有可能是因爲樣本期間較短的關係。

5 馬可夫轉換模型之比較

5.1 模型及比較方法

由於國內文獻大多利用馬可夫轉換模型刻劃台灣的景氣循環, 且 Hamilton (2011) 亦認爲, Chauvet and Hamilton (2006) 運用馬可夫轉換模型對景氣狀態進行即時認定的做法, 對結構改變或資料修正均相對穩健。因此, 本文將進一步比較 LVQ 方法與馬可夫轉換模型的估計結果。

實證上, 馬可夫轉換模型的設定方式與變數選擇衆多。就國內而言, 首先, 徐志宏與周大森 (2010) 認爲考量基準循環數列之單變量模型較爲適合, 但國發會未公布基準循環數列, 故本文結合因子模型, 從基準循環數列的相關經濟指標中萃取共同波動, 再藉由馬可夫轉換模型估計景氣處於不同狀態下的機率, 並比較其與 LVQ 方法的表現。

本文使用的模型設定如下:

$$y_t = \beta_{0,S_t} + \sum_l \beta_l y_{t-l} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t | S_t \sim N\left(0, \sigma^2_{S_t}\right)。$$

其中, S_t 爲無法直接觀察的狀態變數, 可分爲景氣擴張與景氣收縮等兩種狀態, 其變動依循馬可夫鏈 (Markov chain); 模型的截距項 β_{0,S_t}、誤差項變異數 $\sigma^2_{S_t}$ 均會隨狀態之不同而改變;[15] y_t 則爲各經濟指標的共同因子 (common factor), 且

[15]感謝評審提醒, 馬可夫轉換模型的設定方式衆多, 而本文的目的主要是爲了與 LVQ 方法進行比較, 故模型是參考過去文獻及國發會實務上的主要做法而設定。首先, 陳宜

臺灣大學學術期刊資料庫

$$z_t = \Lambda y_t + \zeta_t,$$

z_t 爲變數向量, 包含「實質 GDP」、「工業生產指數」、「製造業銷售量指數」、「非農業部門就業人數」與「批發、零售及餐飲業營業額」等五項基準循環之相關指標,[16] 且皆經兩階段 HP filter 及標準化處理; Λ 爲因素負荷 (factor loadings) 矩陣; ζ_t 則爲特徵干擾 (idiosyncratic disturbances) 向量。至於共同因子的求解方式, 本文應用主成分分析 (principal components analysis) 之方法求解:

$$\min_{\Lambda, y_1, y_2, \cdots, y_T} \sum_{t=1}^{T} (z_t - \Lambda y_t)' (z_t - \Lambda y_t)。$$

其次, 由於 GDP (或 GNP) 亦可作爲整體經濟活動的衡量指標 (Burns and Mitchell, 1946; Stock and Watson, 2014), 且國內文獻多以實質 GDP (或 GNP) 成長率等相關變數作爲馬可夫轉換模型的實證變數; 因此, 本文亦將 y_t 改以實質 GDP 年增率代入, 藉以估計景氣處於不同狀態下的機率。同樣地, 本文應用 Chow–Lin 法及工業生產指數將實質 GDP 依時拆分爲月頻資料, 接著再取對數差分計算其年增率; 另爲避免農曆春節等因素影響估計結果, 均採季調後變數。圖 5 繪示本文以全樣本估得之基準循環共同因子, 以及實質 GDP 成長率等兩項變數。

另外, 徐志宏與周大森 (2010) 觀察到, 台灣在 2000 年以後的資料特性較爲不同; 且從國發會發布的研究報告可知, 國發會近來皆以 2000 年後作爲實務上馬可夫轉換模型的估計期間,[17] 因此, 本文亦以 2000 年後作爲馬可夫轉換模型的樣本期間。

爲了與 LVQ 方法的認定結果進行比較, 本文從表 2 中選出 LVQ 方法認定出景氣峰谷的時點, 再以截至該時點之資料, 運用馬可夫轉換模型進

廷與謝志昇 (2006) 檢驗許多不同的馬可夫轉換模型設定後, 發現「截距項」與「誤差項變異數」隨狀態變化的設定可顯著刻劃台灣實質 GNP 年增率的狀態變換行爲, 並以此進行分階段標準化及探討景氣循環; 其次, 根據國發會發布的研究報告, 近來國發會在實務上亦多採「截距項」與「誤差項變異數」隨狀態變化的模型設定, 參見徐志宏與周大森 (2010)、徐志宏 (2012) 及陳劍虹 (2015)。因此, 本文亦遵循此設定。

[16] 此處之變數選擇及其樣本起始點係參考徐志宏與周大森 (2010)。此外, 本文亦曾使用基本結果之五項變數及其樣本期間, 惟狀態變換較爲頻繁且估計結果較不一致。

[17] 參見徐志宏 (2012)、陳劍虹 (2015) 及劉欣姿 (2019)。

臺灣大學學術期刊資料庫

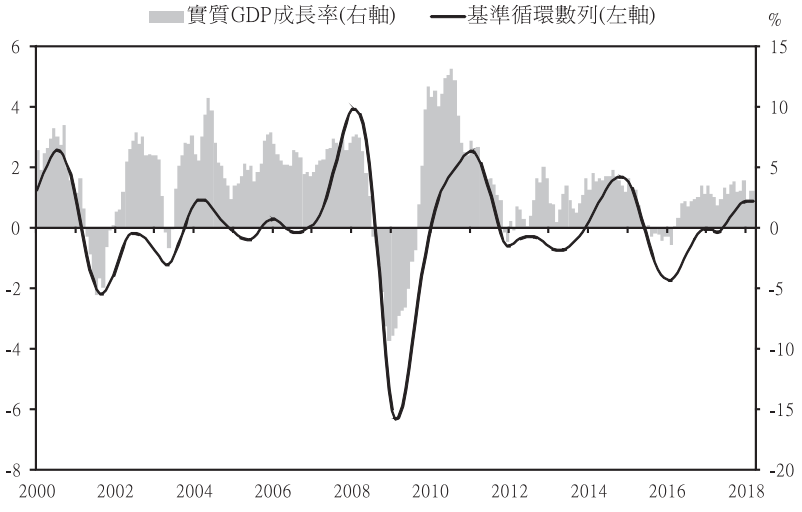


圖 5: 馬可夫轉換模型實證變數

說明: (1) 基準循環共同因子萃取自「實質 GDP」、「工業生產指數」、「製造業銷售量指數」、「非農業部門就業人數」與「批發、零售及餐飲業營業額」等經濟指標; (2) 實質 GDP 成長率係本文以 Chow-Lin 法與工業生產指數將實質 GDP 拆分爲月頻資料後, 再取對數差分計算其年增率。

行估計, 即可得到各段樣本期間內景氣收縮的全期機率 (smoothed probability), 並可得知在 LVQ 方法認定出景氣高峰、谷底的時點上, 景氣收縮的全期機率是否亦分別上升、下降。此外, 參照徐士勛與管中閔 (2001), 當收縮機率大於 50%, 則可視爲景氣處於收縮狀態, 且爲避免馬可夫轉換模型的樣本期間過短, 本文比較第 11 次以後的景氣循環。

5.2 估計結果

首先, 本文以基準循環之共同因子作爲實證變數。圖 6(a)、圖 6(b) 分別係在 LVQ 方法認定出高峰、谷底的各時點上, 以馬可夫轉換模型估計得到之收縮機率。從圖中可發現, 馬可夫轉換模型較無法一致地認定出歷次循環。例如, 2005 年 2 月、11 月的估計結果顯示狀態變換較爲頻繁, 且 2002 年下半年至 2003 年上半年呈現收縮狀態, 此或反映當時經濟成長減緩及 SARS 疫情之衝擊, 但爲期不長, 國發會認爲僅係短暫性衝擊, 未認定爲完整的景氣循環 (陳惠薇, 2009), 且當樣本延長後, 該期間內的收縮特性亦

臺灣大學學術期刊資料庫

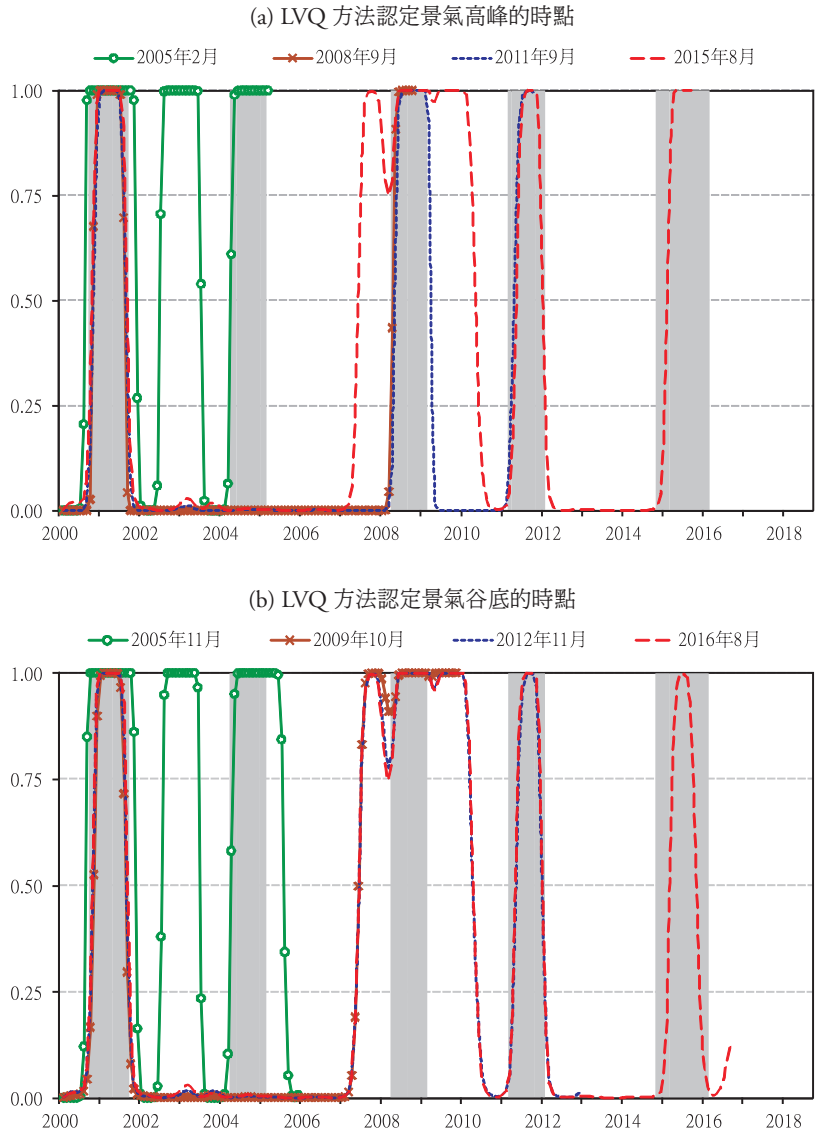


圖 6: 景氣收縮狀態全期機率 (採基準循環共同因子)

說明: (1) 灰色陰影區域表國發會認定之收縮期間; (2) 基準循環共同因子萃取自「實質 GDP」、「工業生產指數」、「製造業銷售量指數」、「非農業部門就業人數」、「批發、零售及餐飲業營業額」等經濟指標; (3) 2005 年 2 月、2008 年 9 月、2011 年 9 月、2015 年 8 月分別爲 LVQ 方法認定出第 11 至 14 次景氣循環高峰之時點; (4) 2005 年 11 月、2009 年 10 月、2012 年 11 月、2016 年 8 月分別爲 LVQ 方法認定出第 11 至 14 次景氣循環谷底之時點。

臺灣大學學術期刊資料庫

告消失。另在2008年9月後, 無法估計出第11循環的收縮狀態; 而至2009年12月後, 則可能因金融危機前後期間的波動較大, 使得馬可夫轉模型較易在2008年前後捕捉到較長的收縮狀態。

另再觀察距離各估計時點最接近的轉折。雖然在 LVQ 方法分別認定出高峰、谷底的時點上, 收縮機率亦大多呈現上升、下降的情形; 然而, 圖6(b) 亦顯現, 在2009年10月時, 收縮機率並未下降, 馬可夫轉換模型未能在該時點得到景氣谷底已過之資訊; 在2005年11月時, 收縮機率下降的時點略晚於國發會的認定結果; 且第14循環的收縮期間略短於國發會的認定結果。

其次, 圖7(a)、圖7(b) 分別爲馬可夫轉換模型在 LVQ 方法認定出景氣高峰、谷底的各個時點上, 以實質 GDP 成長率估得之收縮機率。從圖7(a)可知, 僅2005年2月、2008年9月估得之收縮機率尚能顯示高峰已過; 從圖7(b) 則可知, 僅2005年11月估得的收縮機率尚可顯示谷底已過。另在上述時點估得的全期機率中, 收縮機率在2003年間一度上升, 則可能係受SARS 疫情衝擊之故。此外, 其餘時點估得之全期機率則皆無法得到轉折已過的資訊。

因此, 在馬可夫轉換模型的估計結果中, 僅2008年9月前估得之收縮機率大致符合景氣循環; 而2009年10月後估得之機率則無法反映景氣循環。一種可能的情形是, 在金融危機後, 馬可夫轉換模型捕捉到不同經濟發展階段下之實質 GDP 成長率及其波動的長期變化, 而非景氣循環的短期變化。

對於不同經濟發展階段下的長期變化, 陳宜廷與謝志昇 (2006) 係以「分段標準化」的方式加以去除; 故本文參照其做法, 對2009年10月後的樣本進行分段標準化。分段依據爲圖7中各時點所估得的狀態機率, 並以50%爲分界。[18] 接著, 將實質 GDP 成長率經分段標準化處理後再重新估計, 即可得到結果如圖8。其中, 2009年10月後之結果即爲分段標準化數列之收縮機率; 另爲利比較, 圖8仍保留2008年9月前, 以原始序列估得之收縮機率。

[18]觀察圖7中, 2009年10月後之各時點上所估得的狀態機率, 可知狀態改變的時間點(即分段樣本的起點) 約分別爲2005年初、2008年5月及2014年4月。

臺灣大學學術期刊資料庫

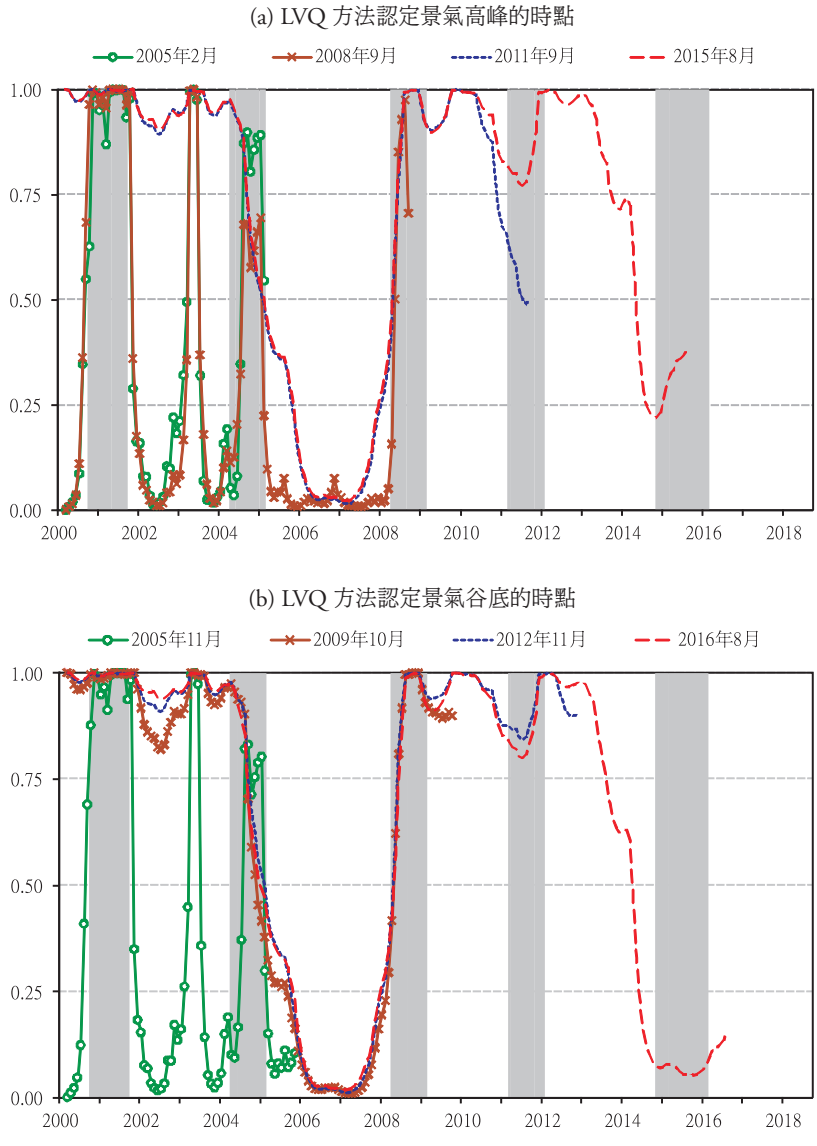


圖 7: 景氣收縮狀態全期機率 (採實質 GDP 成長率)

說明: (1) 灰色陰影區域表國發會認定之收縮期間; (2) 實質 GDP 成長率係本文以 Chow-Lin 法與工業生產指數將實質 GDP 拆分爲月頻資料後, 再取對數差分計算其年增率; (3) 2005 年 2 月、2008 年 9 月、2011 年 9 月、2015 年 8 月分別爲 LVQ 方法認定出第 11 至 14 次景氣循環高峰之時點; (4) 2005 年 11 月、2009 年 10 月、2012 年 11 月、2016 年 8 月分別爲 LVQ 方法認定出第 11 至 14 次景氣循環谷底之時點。

臺灣大學學術期刊資料庫

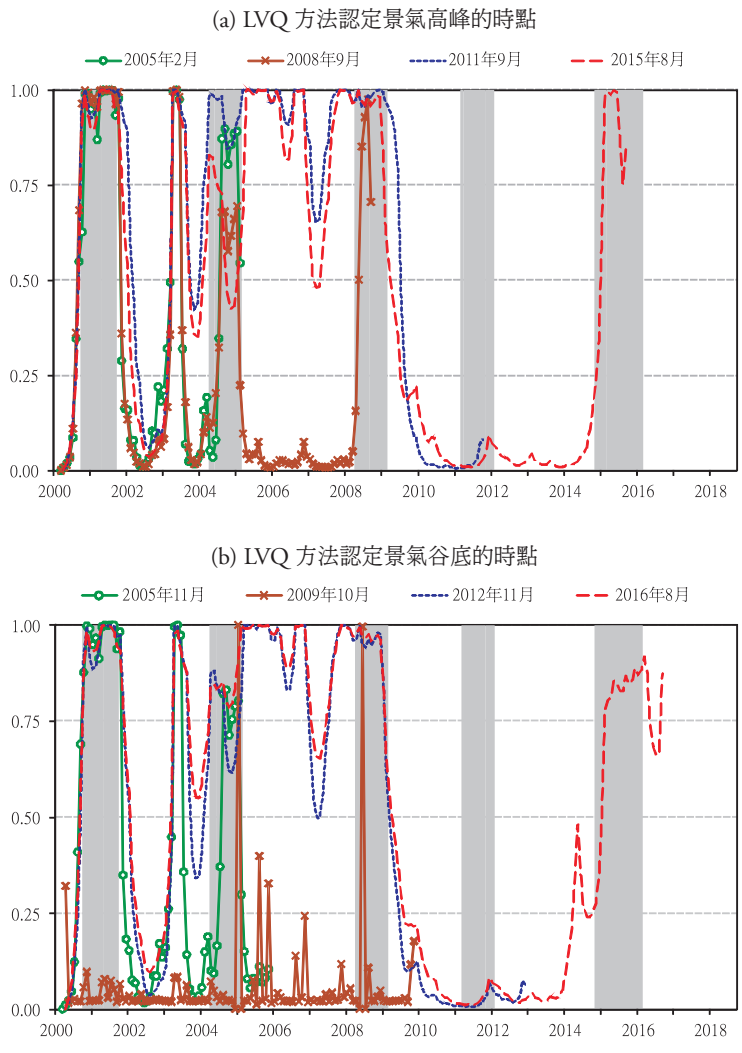


圖 8: 景氣收縮狀態全期機率 (採實質 GDP 成長率, 且 2009 年 10 月後之時點皆採分段標準化處理之樣本)

說明: (1) 灰色陰影區域表國發會認定之收縮期間; (2) 實質 GDP 成長率係本文以 Chow-Lin 法與工業生產指數將實質 GDP 拆分爲月頻資料後, 再取對數差分計算其年增率; (3) 2005 年 2 月、2008 年 9 月、2011 年 9 月、2015 年 8 月分別爲 LVQ 方法認定出第 11 至 14 次景氣循環高峰之時點; (4) 2005 年 11 月、2009 年 10 月、2012 年 11 月、2016 年 8 月分別爲 LVQ 方法認定出第 11 至 14 次景氣循環谷底之時點; (5) 2009 年 10 月、2011 年 9 月、2012 年 11 月、2015 年 8 月與 2016 年 8 月使用經分段標準化處理後的實質 GDP 成長率, 分段依據爲圖 7 中前述時點上估得之狀態機率, 以 50%爲分界; 2005 年 2 月、2005 年 11 月與 2008 年 9 月則採實質 GDP 成長率之原始序列資料。

臺灣大學學術期刊資料庫

從圖 8 可知, 在 2009 年 10 月時, 實證結果不佳, 模型較難分辨不同狀態; 而在其後的 2011 年 9 月、2012 年 11 月、2015 年 8 月及 2016 年 8 月等時點上, 模型可重新捕捉到 2005 年以前的第 10 循環, 以及最近一次的第 14 循環, 但其間的第 11 至 13 循環仍無法捕捉。因此, 即使以分段標準化的方式處理實質 GDP 成長率, 馬可夫轉換模型仍難以一致地捕捉到景氣循環的短期變化, 故不易運用於景氣狀態之即時認定。

綜上所述, 無論基準循環變數之共同因子或實質 GDP 成長率, 馬可夫轉換模型皆無法得到一致且穩健的估計結果。[19] 這可能是因爲台灣在不同的經濟發展階段下, 景氣循環的特性多有不同, 使得馬可夫轉換模型在不同時期, 捕捉到的特性亦皆不相同。相對而言, LVQ 方法可一致且穩健地認定出第 10 次以後的歷次景氣循環, 且結果與國發會相近, 故 LVQ 方法較適合用於即時認定。

6 結論

景氣循環是總體經濟的重要現象, 其轉折的認定工作亦頗受關注。然而, 無論美國或台灣, 發布景氣轉折的時點往往較實際轉折發生的時點落後一段頗長的時間, 且認定工作的作業流程往往難以重製; 因此, 許多文獻提出景氣循環的認定方法, 冀使景氣認定的過程易於重製, 並得以即時認定景氣狀態, 縮短認定轉折所需的時間。

現有國內文獻多從事後的觀點, 以馬可夫轉換模型刻劃台灣的景氣循環; 惟可能受限於歷次景氣循環的特性, 馬可夫轉換模型較不易穩健且一致地描繪歷次循環之轉折。本文參照 Giusto and Piger (2017), 應用機器學習上之 LVQ 方法, 從資料中找出國發會過去認定景氣狀態的模式, 預先判斷國發會將如何認定尚未正式發布的景氣狀態, 藉以在景氣循環的 DGP 未知的情況下, 對台灣的景氣轉折進行即時認定。

[19] 另一方面, 在國發會發布的研究報告中, 亦不易一致地以馬可夫轉換模型協助認定。例如, 在第 11 谷底、第 12 高峰, 以基準循環數列作爲實證變數 (徐志宏與周大森, 2010); 第 12 谷底, 以月頻實質 GDP 或景氣同時指標作爲實證變數 (徐志宏, 2012); 第 13 谷底, 無法以馬可夫模型協助認定 (陳劍虹, 2015); 第 14 谷底則改以季頻實質 GDP, 且仍與認定結果存有落差 (劉欣姿, 2019)。

臺灣大學學術期刊資料庫

實證結果發現, 藉由 LVQ 方法與工業生產指數、非農業部門就業人數、製造業銷售量指數、實質海關出口值、工業及服務業加班工時等基準循環數列之相關變數, 可得到與國發會相近之轉折時點, 誤差約在3個月內; 且在景氣轉折發生後, 約7至10個月可認定完成, 少於國發會所需之12至51個月。接著, 近來非農部門就業人數的走勢有時雖較落後於景氣循環, 惟若剔除非農部門就業人數, 則結果仍然相近, 且即時性相對略差, 故仍應與其他指標共同考量。最後, 若同時加入實質 GDP 與批發、零售及餐飲業營業額等2個變數並縮短樣本期間, 則 LVQ 方法的認定結果反將略差, 但這有可能是因爲樣本期間較短的關係。

另一方面, LVQ 方法可能有「假警報」之情形, 主因經濟指標可能受其長期趨勢變動影響, 使其某些期間內偏離長期趨勢的幅度變得相對明顯。然而, 這些「假警報」可能隨時間演進而消失; 且雖然未被國發會認定爲景氣收縮, 但在期間內之國內經濟活動確實皆有減緩的跡象。

接著, 本文使用馬可夫轉換模型估計景氣收縮之機率, 並比較其與 LVQ 方法的表現。結果發現, 無論以基準循環相關變數之共同因子、實質 GDP 年增率, 或是進一步將實質 GDP 年增率分段標準化, 馬可夫轉換模型皆難以得到一致且穩健的估計結果。因此, 馬可夫轉換模型可能較不適合用於景氣狀態之即時認定; 相較之下, LVQ 方法則可即時認定出第10次以後的景氣循環。

最後, 本文目的係在正式的認定結果發布前, 得到關於當前景氣狀態的參考資訊。惟如前所述, 國發會綜合考量各種資訊, 並透過嚴謹的程序進行認定, 故景氣峰谷的確切日期仍應以國發會正式認定結果爲準, 應予留意。

參考文獻

林向愷, 黃裕烈, 與管中閔 (1998), "景氣循環轉折點認定與經濟成長率預測," 《經濟論文叢刊》, 26(4), 431–457。(Lin, Kenneth S., Yu-Lieh Huang, and Chung-Ming Kuan (1998), "Identifying the Turning Points of Business Cycles and Forecasting Real GNP Growth Rates in Taiwan," *Taiwan Economic Review*, 26(4), 431–457.)

臺灣大學學術期刊資料庫

徐士勛與管中閔 (2001), “九零年代台灣的景氣循環: 馬可夫轉換模型與紀卜斯抽樣法的應用,” 《人文及社會科學集刊》, 13(5), 515–540。(Hsu, Shih-Hsun and Chung-Ming Kuan (2001), “Identifying Taiwan’s Business Cycles in 90’s: An Application of Bivariate Markov Switching Model and Gibbs Sampling,” *Journal of Social Sciences and Philosophy*, 13(5), 515–540.)

徐之強與黃裕烈 (2005), 《運用領先指標預測景氣變化之研究》, tech. rep., 行政院經濟建設委員會委託研究報告。(Hsu, Chih-Chiang and Yu-Lieh Huang (2005), A Study of Forecasting Business Cycle with Leading Indicators, Commissioned Research Report, Council of Economic Planning and Development, Executive Yuan, Republic of China (Taiwan).)

徐志宏 (2012), “台灣第12次景氣循環谷底之認定,” 《經濟研究》, 12, 1–44。(Syu, Jhih-Hong (2012), “Dating the Turning Points in Taiwan’s 12th Business Cycle,” *Economic Research*, 12, 1–44.)

徐志宏與周大森 (2010), “近期台灣景氣循環峰谷之認定,” 《經濟研究》, 10, 1–33。(Syu, Jhih-Hong and Ta-Sheng Chou (2010), “Dating the Latest Business Cycle Turning Points in Taiwan,” *Economic Research*, 10, 1–33.)

陳宜廷與謝志昇 (2006), “台灣實質國民生產毛額年成長率的狀態變化意涵,” 《經濟論文》, 34(1), 41–91。(Chen, Yi-Ting and Chih-Sheng Hsieh (2006), “On the Regime Switching Behavior of Taiwan Real GNP Growth Rate,” *Academia Economic Papers*, 34(1), 41–91.)

陳淑玲與黃裕烈 (2015), “台灣景氣基準循環指數之檢討與改進,” 《臺灣經濟預測與政策》, 46(1), 1–42。(Chen, Shu-Ling and Yu-Lieh Huang (2015), “Taiwan Business Reference Series Reexamination,” *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 46(1), 1–42.)

陳惠薇 (2009), “我國第11次景氣循環高峰之認定與研析,” 《經濟研究》, 9, 1–26。(Chen Hui-Wei (2009), “Determining the Reference Date for the 11th Business Cycle Peak in Taiwan,” *Economic Research*, 9, 1–26.)

陳劍虹 (2015), “近年台灣經濟情勢回顧 — 第13次景氣循環谷底初探,” 《經濟研究》, 15, 1–26。(Chen, Chien-Hung (2015), “Dating the Turn-

臺灣大學學術期刊資料庫

ing Points in Taiwan's 13th Business Cycle," *Economic Research*, 15, 1–26.)

黃月盈 (2012), "建構景氣指標方法之研析," 《經濟研究》, 12, 45–71。(Huang, Yueh-Ying (2012), "A Study on the Method of Compiling Business Indicators," *Economic Research*, 12, 45–71.)

劉欣姿 (2019), "台灣第 14 次景氣循環谷底認定之研究," 《經濟研究》, 19, 140–175。(Liu, Hsin-Tzu (2019), "A Study on Dating of Taiwan's 14th Business Cycle Trough," *Economic Research*, 19, 140–175.)

劉瑞文 (2007), "由靜態到動態之依時拆分 — 台灣工業部門實質 GDP 之按月推估" 《臺灣經濟預測與政策》, 38(1), 75–125。(Liou, Ruey-Wan (2007), "From Static towards Dynamic Temporal Disaggregation: Monthly Real GDP Estimate of the Industrial Sector for Taiwan," *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 38(1), 75–125.)

蕭宇翔與林依伶 (2020), "台灣景氣狀態之預測," 《臺灣經濟預測與政策》, 51(1), 1–56。(Hsiao, Yu-Hsiang and Yi-Ling Lin (2020), "Forecasting Business Cycles in Taiwan," *Taiwan Economic Forecast and Policy*, 51(1), 1–56.)

饒秀華, 林修葳, 與黎明淵 (2001), "藉由分期 MS 模型分析台灣經濟景氣狀態," 《經濟論文》, 29(3), 297–319。(Rau, Hsiu-Hua, Hsiou-Wei W. Lin, and Ming-Yuan L. Li (2001), "Examining Taiwan's Business Cycle via Two-Period MS Models," *Academia Economic Papers*, 29(3), 297–319.)

Berge, Travis J. (2015), "Predicting Recessions with Leading Indicators: Model Averaging and Selection over the Business Cycle," *Journal of Forecasting*, 34(6), 455–471.

Bry, Gerhard and Charlotte Boschan (1971), *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs*, New York: National Bureau of Economic Research.

Burns, Arthur F. and Wesley C. Mitchell (1946), *Measuring Business Cycles*, New York: National Bureau of Economic Research.

Chauvet, Marcelle (1998), "An Econometric Characterization of Business Cycle Dynamics with Factor Structure and Regime Switching," *International Economic Review*, 39(4), 969–996.

臺灣大學學術期刊資料庫

Chauvet, Marcelle and James D. Hamilton (2006), "Dating Business Cycle Turning Points," in Costas Milas, Philip Rothman, and Dick van Dijk (eds.), *Nonlinear Time Series Analysis of Business Cycles*, Amsterdam: Elsevier, 1–54.

Chauvet, Marcelle and Jeremy Piger (2008), "A Comparison of the Real-Time Performance of Business Cycle Dating Methods," *Journal of Business and Economic Statistics*, 26(1), 42–49.

Chen, Shyh-Wei and Jin-Lung Lin (2000a), "Identifying Turning Points and Business Cycles in Taiwan: A Multivariate Dynamic Markov-Switching Factor Model Approach," *Academia Economic Papers*, 28(3), 289–320.

——— (2000b), "Modelling Business Cycles in Taiwan with Time-Varying Markov-Switching Models," *Academia Economic Papers*, 28(1), 17–42.

Chow, Gregory C. and An-Loh Lin (1971), "Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution and Extrapolation of Time Series by Related Series," *Review of Economics and Statistics*, 53(4), 372–375.

Döpke, Jörg, Ulrich Fritsche, and Christian Pierdzioch (2017), "Predicting Recessions with Boosted Regression Trees," *International Journal of Forecasting*, 33(4), 745–759.

Estrella, Arturo and Frederic S. Mishkin (1998), "Predicting US Recessions: Financial Variables as Leading Indicators," *Review of Economics and Statistics*, 80(1), 45–61.

Fossati, Sebastian (2016), "Dating US Business Cycles with Macro Factors," *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 20(5), 529–547.

Giusto, Andrea and Jeremy Piger (2017), "Identifying Business Cycle Turning Points in Real Time with Vector Quantization," *International Journal of Forecasting*, 33(1), 174–184.

Hamilton, James D. (1989), "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle," *Econometrica*, 57(2), 357–384.

——— (2011), "Calling Recessions in Real Time," *International Journal of Forecasting*, 27(4), 1006–1026.

Harding, Don and Adrian Pagan (2002), "Dissecting the Cycle: A Methodological Investigation," *Journal of Monetary Economics*, 49(2), 365–381.

——— (2006), "Synchronization of Cycles," *Journal of Econometrics*, 132(1), 59–79.

Kauppi, Heikki and Pentti Saikkonen (2008), "Predicting US Recessions with Dynamic Binary Response Models," *Review of Economics and Statistics*, 90(4), 777–791.

臺灣大學學術期刊資料庫

Kohonen, Teuvo (1990), "The Self-Organizing Map," *Proceedings of the IEEE*, 78(9), 1464–1480.

——— (2001), "Learning Vector Quantization," in, *Self-Organizing Maps*, Berlin: Springer-Verlag, 245–261.

Lucas, Robert E. (1995), "Understanding Business Cycles," in Saul Estrin and Alan Marin (eds.), *Essential Readings in Economics*, London: Palgrave, 306–327.

Nilsson, Ronny and Gyorgy Gyomai (2011), "Cycle Extraction: A Comparison of the Phase–Average Trend Method, the Hodrick–Prescott and Christiano–Fitzgerald Filters," OECD Statistics Working Papers, No.39.

Proietti, Tommaso (2005), "New Algorithms for Dating the Business Cycle," *Computational Statistics and Data Analysis*, 49(2), 477–498.

Rudebusch, Glenn D. and John C. Williams (2009), "Forecasting Recessions: the Puzzle of the Enduring Power of the Yield Curve," *Journal of Business and Economic Statistics*, 27(4), 492–503.

Stock, James H. and Mark W. Watson (1993), "A Procedure for Predicting Recessions with Leading Indicators: Econometric Issues and Recent Experience," in James H. Stock and Mark W. Watson (eds.), *Business Cycles, Indicators and Forecasting*, Chicago: University of Chicago Press, 95–156.

——— (2014), "Estimating Turning Points Using Large Data Sets," *Journal of Econometrics*, 178(2), 368–381.

投稿日期: 2019年11月15日, 接受日期: 2021年1月15日

臺灣大學學術期刊資料庫

Identifying Taiwan's Business Cycle Turning Points in Real Time

Hao-Pang Chu

Central Bank of the Republic of China (Taiwan)

The official chronologies of business cycle turning points often suffer from a substantial time lag, which makes it difficult for economic agents to identify the starting point of a new business cycle phase. Following Giusto and Piger (2017), this paper identifies Taiwan's business cycle turning points after 2000s in real time using a machine learning algorithm known as Learning Vector Quantization (LVQ). Since LVQ does not rely on the specification of the business cycle's data generating process, it is suitable for addressing distinctive features in Taiwan's business cycles at different stages of economic development. Utilizing an LVQ algorithm, business cycle turning points can be identified quickly with a lag of between seven and ten months, considerably better than the official's 12 and 51 months. Furthermore, the empirical results suggest that the turning points identified by LVQ and the official method are quite consistent, and their differences are within a three-month range. In contrast, the turning points estimated by Markov-switching models are significantly different from the official turning points.

Keywords: business cycle, turning points, machine learning
JEL classification: C14, E32, E37

臺灣大學學術期刊資料庫