

# Real Time Measurement of the Business Cycle Using Mixed Frequency Data

## 혼합주기자료를 이용한 실시간 경기 측정

Kapje Park<sup>1</sup>, Hyeonjin Jeon<sup>2</sup>

박갑제<sup>1</sup>, 전현진<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor, Department of Real Estate Economics and Finance, Kyungnam University, S. Korea, [park0318@kyungnam.ac.kr](mailto:park0318@kyungnam.ac.kr)

<sup>2</sup> Manager, Research Planning Team, Gimhae Urban Regeneration Support Center, S. Korea, [jeonjin22@gmail.com](mailto:jeonjin22@gmail.com)

Corresponding author: Kapje Park

**Abstract:** Real-time, daily measurements of the state of the economy are important for economic agents, including financial market participants. To measure the state of the economy in real time, this paper estimates the unobservable state of the economy using a dynamic factor model with mixed frequency data, which simultaneously examines an economic time series using daily, monthly, and quarterly observation periods. Specifically, a real-time economic index using daily term premia, monthly employment and industrial production index growth rates, and quarterly real GDP growth rates were estimated. The estimation results show that the parameter are statistically significant, and the estimated index is able to describe the past economic upturns and downturns and has some similarity with the quarterly real GDP time series. This suggests that the estimation methodology of this paper and the resulting estimated economic index have some relevance. Furthermore, this study's contribution to the Korean economy is somewhat limited when it comes to applying the economic index construction method developed in earlier studies, but its significance lies in its confirmation of the method's potential for use in future economic analyses in Korea. In other words, the methodology of this study can be applied to the existing monthly economic coincidence index at the national level, and it can also be used to create economic indexes for local economies that lack monthly time series.

**Keywords:** Dynamic Factor Model, SW Business Index, Mixed Frequency Data, Coincident Composite Index.

**요약:** 경기상태를 일별(daily) 실시간으로 측정하는 것은 금융시장참가자 등 경제주체에게 중요하다. 이러한 실시간 경기상태의 측정을 위해, 이 논문은 일별 관측주기를 가지는 경제시계열과 월별 및 분기별 관측주기를 동시에 고려하는 이른바 ‘혼합주기자료를 고려한 동태요인모형’을 사용하여 관측불가능한 경기상태를 추정한다. 구체적으로는 살펴보면, 일별 기간프리미엄, 월별 취업자수와 산업생산지수 증감률, 그리고 분기별 실질GDP 증감율 등의 경제지표들을 사용하여 실시간 경기지수를 추정한다. 추정결과 모수추정치들은 통계적으로 유의적이었으며 추정된 경기지수는 과거의 경기상승국면과 후퇴국면을 잘 묘사하며 분기별 실질GDP 시계열과 어느 정도 유사성이 있는 것으로 나타났다. 이것으로 이 논문의

Received: October 07, 2023; 1<sup>st</sup> Review Result: November 10, 2023; 2<sup>nd</sup> Review Result: December 14, 2023  
Accepted: January 25, 2024

추정방법과 그 결과인 추정된 경기지수는 어느 정도 적절성이 있는 것으로 판단된다. 또한 이 연구는 선행연구에서 개발된 경기지수 작성방법을 국내 경제에 적용하였다는 측면에서는 연구의 기여도는 다소 제한적이지만 향후 국내의 다양한 경기분석에 활용될 수 있을 가능성을 확인하였다는 점에 그 연구 의의가 있다고 판단된다. 즉, 본 연구의 방법론은 기존의 국가차원의 월별 경기동행지수작성에 확대 적용될 수 있을뿐더러 월별 시계열이 부족한 지역경제의 경기지수작성에도 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심어:** 동태요인모형, SW경기지수, 혼합주기자료, 경기동행지수

## 1. 서론

거시경제변동을 완화하고자 하는 정책적 결정과 효율적 투자를 목적으로 하는 민간부문의 의사결정자들에게 매 시기 경기상태를 알려주는 경기지수 측정치는 중요한 역할을 해왔다. 그리고, 경기지수(business cycle index)는 통계청의 비계량적인 경기동행지수(CI)와 계량경제학적인 방법을 사용한 Stock-Watson류의 동태요인모형에 기반한 경기지수(이하 SW지수)로 나눌 수 있다[1]. 특히 후자와 관련된 선행연구는 경기변동을 경제의 펀드멘트를 구성하는 여러 시계열들의 공행성(comovements)으로 파악하는데 이 개념에 기초하여 관측불가능한 경기상태를 추정할 수 있게 해주는 대표적 실증적 분석모형이 동태요인모형(dynamic factor model)이다[2][3].

그 동안 동태요인모형을 사용하여 많은 경기변동연구가 진행되어 왔다. 예를 들어 Laihi and Yao[4]는 미국의 운송산업의 경기변동을 이해하기 위해 이 모형을 사용하였고, 그 외에도 국가 단위가 아닌 지역의 경기변동을 분석하기 위해서 이 모형이 많이 사용되어왔다[5-8]. 그리고 이러한 연구들은 주로 월별 경기지표들을 사용하여 경기지수를 측정하였다. 하지만, 이러한 월별 자료에만 기초한 경기지수는 가장 중요한 경제지표인 실질 GDP정보를 반영하지 못하고 있다. 그것은 실질 GDP가 월별이 아닌 분기별로 측정되기 때문이다. 실질GDP가 경기상태에 관한 가장 정확한 정보를 반영하고 있기 때문에 경기지수의 작성에 이것을 반영할 수 있는 방법이 있을 경우 이러한 방법에 따라 경기지수를 작성해보는 것도 매우 유의미한 작업이라고 판단된다. 또한 SW지수나 통계청의 경기동행지수는 월별 지수이기 때문에 이 지수는 실시간 경기진단에는 한계가 뒤따른다. 하지만 금융시장에서 활동하는 투자자들은 실시간으로 중요한 의사결정을 내려야 하기 때문에 조금더 고빈도 차원에서 경기를 진단하는 경기지수가 매우 필요하게 된다.

이러한 문제의식에 따라 비교적 최근에 월별 경제지표만이 아니라 다른 관측주기를 가지는 경제시계열을 동시에 모형에 반영하여 경기상태를 추정하는 연구들이 진행되어왔다. 특히 Mariano and Murasawa[9]와 Aruoba et al[10]은 다양한 혼합주기를 가지는 경제지표들을 이용하여 일별차원의 실시간 경기상태를 추정할 수 있게 해주는 동태요인모형방법을 제시하였다. 이 논문은 이 중에서도 Aruoba et al[10]의 방법론을 원용하여 국내경제에서 다양한 혼합주기를 사용하여 경기지수를 추정해보고자 하다. 그리고 추정된 경기지수를 분석하면서 정부와 민간경제추체의 경제적 의사결정에서의 역할에 대한 가능성을 살펴보고자 한다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 서론에 이어 2장은 본 논문에서 사용될 실증분석모형인 혼합주기의 자료를 사용하는 동태요인모형에 대해 설명한다. 3장은

자료에 대한 설명과 모형의 추정결과를 제시하고 그 함의를 도출한다. 4장은 결론이다.

## 2. 혼합주기자료 기반 경기측정모형

이 논문에서는 경기상태를 측정하기 위해 4개의 변수를 고려한다. 첫 번째는 당기의 금융시장상태와 경기상태를 반영하고 있다고 보여지는 일별(daily) 기간프리미엄(term premeum)이다. 이 변수는 매일 관측되는 저장변수(stock variable)이다. 즉, 과거의 값들이 누적되어 해당 관측치값을 구성하지 않는다는 의미에서 저장변수이다. 그 다음으로는 월별(monthly) 산업생산지수이다. 이 변수는 직전에 관찰된 일주일 전부터 매일 매일 그 값이 누적되어 일주일에 한번 기록되는 유량변수(flow variable)이다. 세 번째는 월별 실업자수로서 저장변수이다. 마지막으로 한 분기에 한번 관측되는 실질GDP변수로서 유량변수이다. 즉, 매일 매일의 경제활동의 결과들이 누적되어 한 분기에 한번 기록된다.

이상의 관측가능한, 하지만 서로 다른 관측주기를 가지는 경기지표들로부터 관측불가능한 경기상태(business state)  $x_t$ 가 추정된다. 이를 위해 이 논문은 상태공간모형(state-space model)의 적용이라고 할 수 있는 동태요인모형을 사용하고자 한다[11]. 그리고 모형의 단순함을 위해 경기상태변수인  $x_t$ 가 다음과 같이 1차 자기회귀(AR(1))과정을 가지는 것으로 가정한다.

$$x_t = \rho x_{t-1} + e_t \quad (1)$$

단,  $e_t$ 는 1의 분산을 가지는 백색잡음(white noise).

$\rho$ 는 모수(parameter)

또한 모형의 단순함을 위해 기간 프리미엄 변수( $y_t^i$ )의 경우만  $x_t$ 와 교란항에 의존하고 나머지 세 개의 경기지표들( $y_t^i, i = 2, 3, 4$ )에 해당하는 변수는 경기상태와 바로 직전의 관측된 자신의 값에 의해서도 설명될 수 있다고 가정한다. 대신 기간프리미엄변수는 교란항이 AR(1)의 동학을 가지는 것으로 가정된다. 따라서  $i (i = 2, 3, 4)$ 번째 경기지표는 다음과 같은 동학을 가진다고 가정한다.

$$y_t^i = \beta_i x_t + \gamma_i y_{t-D_i}^i + u_t^i \quad (2)$$

여기서  $D_i$ 는 관측되는  $y_t^i$ 의 관측 빈도(frequency)의 값으로서 월별자료(monthly data)의 경우  $D_i = 30$ 이 된다.  $\beta_i$ 와  $\gamma_i$ 는 모수(parameter)이다.

이 논문에서는 실시간 경기변동을 측정하기 위해 실시간에 조응하는 일별 자료만이 아니라 월별 및 분기별 자료를 동시에 사용된다. 하지만 일별 변수외의 경우에는 매일 매일 그 값이 변화하지만 일별로 관측되지 않는다. 그러므로 이러한 특정 시기에 관찰불가능성에 대해서는 결측자료(missing data)로 파악한다. 그리고 변수가 저장변수(stock variable)인가 혹은 유량변수(flow variable)인가에 따라서 관측되는 해당 값에 대한 해석은 달라진다. 이를 명시적으로 설명하기 위해 변수의 매일 매일의 실제 시현값을 나타내는 변수  $\widehat{y}_t^i$ 의 개념을 고안해낸다. 이와 같이  $\widehat{y}_t^i$ 를  $y_t^i$ 가 실제로 시현되는 값이라고 하면 이  $\widehat{y}_t^i$ 와  $y_t^i$ 의 관계는  $y_t^i$ 가 저장변수인지 혹은 유량변수인지에 따라서 매우 다르다. 만약  $y_t^i$ 가 저장변수라면  $\widehat{y}_t^i$ 는 관찰될때는 기존의  $y_t^i$ 과 같고 관찰이 되지

않는 시기에서는 결측치로서 처리된다. 즉 다음과 같다.

$$\widetilde{y}_t^i = \begin{cases} y_t^i = \beta_i x_t + \gamma_i y_{t-D_i}^i + u_t^i, & \text{if observed} \\ \text{결측}(N.A.) & , \text{if not observed} \end{cases} \quad (3)$$

하지만  $y_t^i$  가 유량변수라면 실제 관찰되는 값은 직전에 관찰된 시기 이후부터 해당기까지의 누적된 값이므로 다음과 같이 나타난다.

$$\widetilde{y}_t^i = \begin{cases} \sum_{j=0}^{D_i-1} y_{t-j}^i, & \text{if observed} \\ \text{결측}(N.A.) & , \text{if not observed} \end{cases} \quad (4)$$

이 논문에서는  $y_t^1$ 을 기간프리미엄,  $y_t^2$ 를 산업생산지수,  $y_t^3$ 을 취업자수, 그리고  $y_t^4$ 를 실질GDP변수라고 설정한다. 그러면 이상의 고찰에 기초하여 상태공간모형을 구성하는 측정방정식(measurement equation)은 다음과 같이 구성할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} \widetilde{y}_t^1 \\ \widetilde{y}_t^2 \\ \widetilde{y}_t^3 \\ \widetilde{y}_t^4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 \\ 0 & \beta_2 & 0 & \beta_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \beta_2 & 0 & \beta_4 \\ 0 & \beta_2 & 0 & \beta_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \beta_4 \\ 0 & 0 & 0 & \beta_4 \\ 0 & 0 & 0 & \beta_4 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} x_t \\ x_{t-1} \\ \vdots \\ x_{t-q-1} \\ x_{t-q} \\ u_t^1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \gamma_2 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_3 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \widetilde{y}_{t-M}^2 \\ \widetilde{y}_{t-M}^3 \\ \widetilde{y}_{t-q}^4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ u_t^{*2} \\ u_t^3 \\ u_t^{*4} \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서  $M$ 은 한달의 일수로서 보통 30으로 설정되고  $q$ 는 분기별 일수에 해당한다. 또한  $u_t^{*2}$ 는  $u_t^2$ 의 과거치들의 합이고,  $u_t^{*4}$ 는  $u_t^4$ 의 과거치들의 합이다. 그리고 상태공간모형의 또 다른 구성요소인 전이방정식(transition equation)은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} x_{t+1} \\ x_t \\ \vdots \\ x_{t-q} \\ x_{t-q+1} \\ u_{t+1}^1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & . & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & \gamma_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_t \\ x_{t-1} \\ \vdots \\ x_{t-q-1} \\ x_{t-q} \\ u_t^1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_t \\ \epsilon_t \end{bmatrix} \quad (6)$$

위 식(6)의  $e_t$ 와  $\epsilon_t$ 도 교란항이다. 한편 이상으로 구축된 상태공간모형의 모수와 경기지수  $x_t$ 의 추정은 Kim and Nelson[11]의 방법을 따라 칼만필터링(Kalman filtering)에 기초한 최우법에 의해 추정되었다

### 3. 자료 및 추정결과

본 연구의 분석기간은 2002년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지(총 7670일)이며, 분석에는 관측 빈도가 다른 4가지의 데이터를 사용한다. 첫 번째 경제시계열은 일별(daily) 기간프리미엄으로, 이는 금융투자협회 채권정보센터에서 제공하는 국고채권(10년)에서 CD(91일) 수익률을 뺀 값을 사용하였다. 두 번째 데이터는 월별 산업생산지수, 세 번째 데이터는 월별 취업자수를 사용하며, 이들은 매월의 마지막 일에 관측된다고 가정한다. 네 번째 시계열은 분기별 실질 GDP를 사용하였으며, 이는 매 분기 마지막일 일에 관측된다고 가정한다. 산업생산지수와, 취업자수, 실질 GDP는 국가통계포털에서 제공하는 자료를 사용하였으며, 세 데이터 모두 전년동기대비 증감율 값을 사용하였다.

한편, 분석은 일일 주기의 자료에 기반한 모형에 기초하므로 사용되는 모든 데이터들은 많은 결측치를 가진다. 기간프리미엄 값에 사용되는 채권금리 수익률의 경우 주말과 공휴일에는 관측되지 않으므로, 주말과 공휴일에 결측치가 존재하게 된다. 월별 데이터인 산업생산지수와 취업자수의 경우 매월 마지막 일을 제외한 나머지 일에, 실질 GDP의 경우 매 분기 마지막 일을 제외한 나머지 일에는 결측치가 된다. 분석에 사용된 데이터의 기초통계량 및 그래프는 아래에 제시하였다.

[표 1] 기초통계량

[Table 1] Basic Statistics

Series	Obs	Mean	Std Error	Minimum	Maximum
기간프리미엄(일,%)	5212	0.842	0.733	-0.820	3.070
산업생산지수(월,%)	252	3.274	3.510	-8.623	14.000
취업자수(월,%)	252	1.263	1.166	-3.663	4.866
실질GDP(분기,%)	84	0.853	0.955	-3.284	2.993

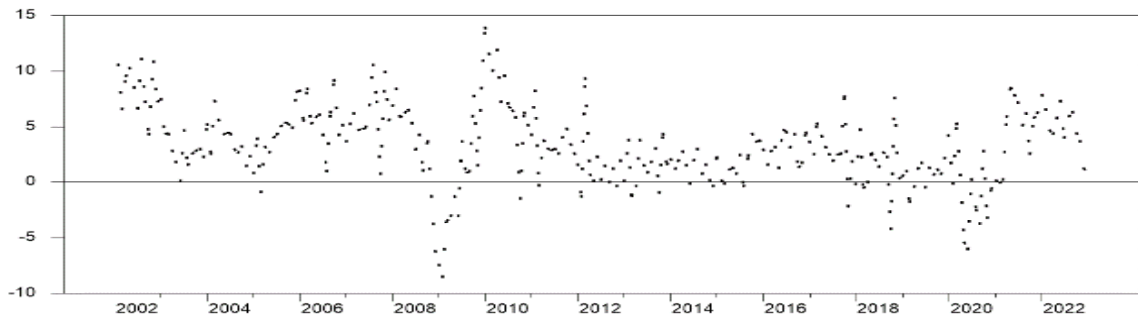
[표 1]에 제시된 바와 같이 기간프리미엄은 관측치값이 5212개이고 평균이 0.8418831%, 표준편차가 0.733였다. 월별 시계열인 산업생산지수와 취업자수의 관측치는 252개 였고 실질GDP의 경우 84개 였다.

한편 [그림 1]에서는 이 네 변수의 시계열그래프가 제시되어 있다. 기간프리미엄은 일반적인 경기상승기에는 작아지고 경기수축기에는 커지는 경향이 있다는 것이 일반적인 견해이다. 따라서 다른 경기지표와의 경기 공행성을 만들어 내는 지수를 추정하기 위해서 기간프리미엄에 대해서는 음(-)의 부호로 부가하여 전환된 시계열을 사용하고자 한다.



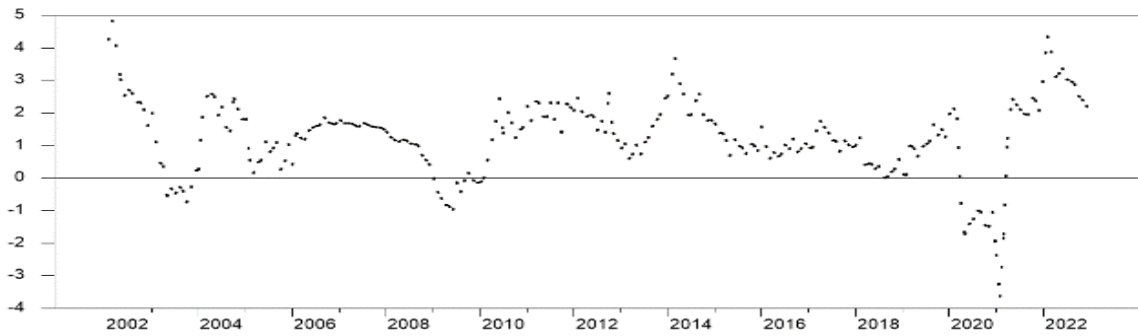
[그림 1a] 기간 프리미엄\*

[Fig. 1a] Term Premium\*\*



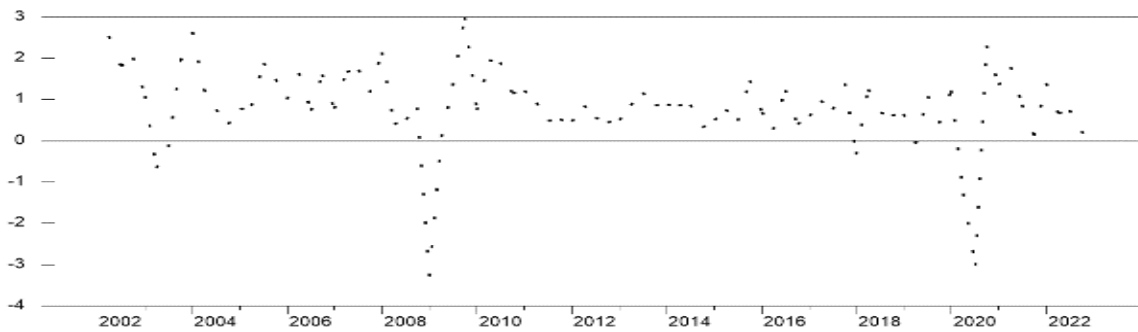
[그림 1b] 산업생산지수 증감률

[Fig. 1b] Industrial Production Index Growth Rate



[그림 1c] 취업자수 증감률

[Fig. 1c] Rate of Change in Number of Employed Persons



[그림 1d] 실질GDP 성장률

[Fig. 1d] Real GDP Growth Rate

주) \* 기간 프리미엄 = 국고채권10년 - CD91일, \*\*Term Premium = 10-year treasury bond yield - CD(91-day) rate

[그림 1] 경기지표들의 시계열 그림

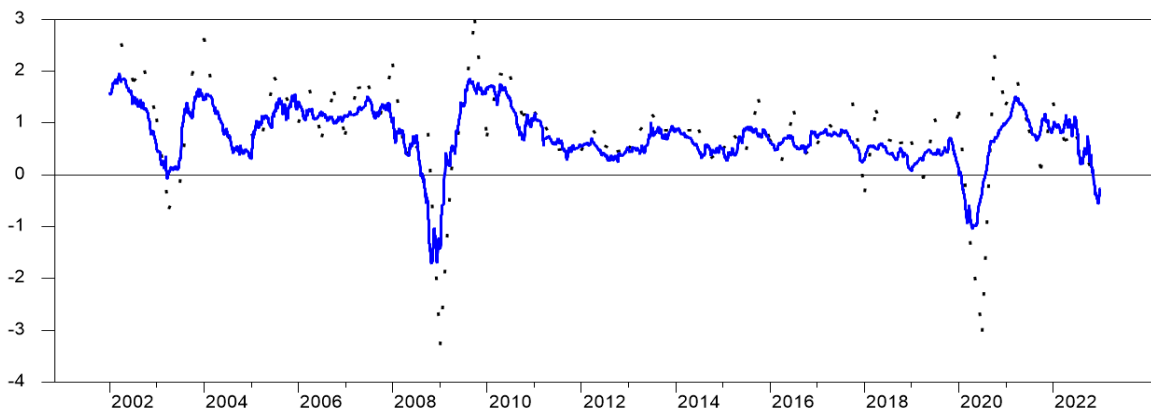
[Fig. 1] Time Series Trend of Economic Indicators

이상의 네개의 경기지표들을 혼합주기 동태요인모형에 적용하여 추정한 결과가 [표 2]와 [그림 2]에 제시되어 있다. [표 2]에는 모형의 추정된 모수값이 제시되어 있다. 모든 계수값이들이 통계적 유의성을 가진 것으로 나타났으며 이것은 모형의 적절성을 어느정도 보여주는 대목이라고 할 수 있다.

[표 2] 모수 추정 결과

[Table 2] Parameter Estimation Results

Variable	Coeff	Std Error	T-Stat	Signif
$\beta_1$	0.359	0.006	60.638	0.000
$\beta_2$	0.032	0.002	13.206	0.000
$\beta_3$	0.196	0.009	20.429	0.000
$\beta_4$	0.015	0.001	11.972	0.000
$\gamma_1$	0.999	0.0004	2321.925	0.000
$\gamma_2$	0.459	0.043	10.584	0.000
$\gamma_3$	0.875	0.016	52.471	0.000
$\gamma_4$	-0.233	0.099	-2.355	0.018
$\rho$	0.998	0.0003	2923.435	0.000
$\sigma_1^2$	0.039	0.001	35.245	0.000
$\sigma_2^2$	2.699	0.100	26.906	0.000
$\sigma_3^2$	0.510	0.015	33.822	0.000
$\sigma_4^2$	0.600	0.038	15.515	0.000



[그림 2] 추정된 경기지수

[Fig. 2] Estimated Real-Time Economic Index

한편 이 논문의 주요한 목적은 관측불가능한 경기상태를 추정하는 것이었다. 즉, 모형에 등장하는  $x_t$  시계열 값을 추정하는 것이었다. 추정된 경기지수가 [그림 2]에 제시되어 있다. 추정된 경기지수의 적절성과 해석을 용이하게 하기 위해 [그림 2]에서는

실제의 실질GDP의 시계열도 같이 표시해 두었다. [그림 2]에서 실선은 추정된 경기상태이고 점선은 분석에 사용된 실질GDP의 증감율에 해당된다. 보시다시피 추정된 경기지수를 보면 증감률로 파악된 경기상태는 2001-2002년의 경기후퇴, 2007-2008년의 미국금융위기에서 비롯된 국내 경기침체, 그리고 최근의 COVID-19팬데믹 경제위기를 잘 반영하고 있는 것으로 보여진다. 그리고 분기에 한번 나타나는 실질GDP의 증감율과도 비슷한 양상을 보이는 것으로 보인다. 이것은 추정된 경기지수가 실시간 경기상태로 해석될 수 있게 해주는 대목이라고 하겠다. 또한 이 결과는 이 논문에서 시도해본 혼합주기자료기반 동태요인모형이 국내의 경기상태의 추정에 사용될 수 있음을 잠재적으로 보여준다고 할 수 있다.

#### 4. 결론

중요한 경제적 의사결정을 내려야 하는 정책당국과 민간경제주체들에게 당면시기의 경기상태를 제대로 파악하는 것은 매우 중요하다. 즉, 현재 상태가 경기침체 국면에서 벗어나 경기회복국면으로 이행하고 있는 단계인지 혹은 경기정점에서 경기침체상태로 이행하고 있는지에 대한 서로 다른 판단은 매우 상반된 의사결정으로 나타날 수 있고 그 결과 경제적 성과에 유의미하게 영향을 미칠 수 있다. 이 논문에서 우리는 선행연구에 기초하여 일별로 관찰되는 경제시계열과 다른 관측주기를 가지는 경제시계열을 동시에 고려하는 동태요인모형을 이용하여 실시간 경기상태를 측정하는 방법을 국내경제에 적용시켜 살펴 보았다. 추정결과 모형의 모수들은 모두 통계적인 유의성을 가진 것으로 나타났으며 추정된 실시간 경기지수는 과거의 경기국면을 잘 설명하였고 기존의 실질GDP의 시계열과 비슷한 양상을 지니고 있는 것이 확인되었다. 이것은 혼합주기자료기반 동태요인모형을 통한 경기진단의 잠재적 활용가능성을 보여주는 부분으로 평가될 수 있는 부분이다. 이 논문은 비록 선행연구에서 제시된 방법을 국내연구에 적용한 연구이기 때문에 학술적 기여는 다소 제한적이라고 보여진다. 하지만 국내의 경기추정에, 그리고 특히 월별 자료가 다소 부족한 지역의 경기추정에 본 연구의 방법이 적용될 수 있는 가능성을 확인하였다는 점에 연구의 의의가 있다고 평가된다.

#### References

- [1] J. Stock, M. Watson, *Leading Economic Indicators: New Approaches and Forecasting Records*, Cambridge University Press, pp.63-89, (1991)
- [2] R. E. Lucas, *Understanding Business Cycles*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, (1977), Vol.5, pp.7-29.  
DOI: 10.1016/0167-2231(77)90002-1
- [3] A. F. Burns, W. C. Mitchell, *Measuring Business Cycles*, New York:NBER, (1946)
- [4] K. Lahiri, V. Yao, *Economic indicators for the US transportation sector*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, (2006), Vol.40, No.10, pp.872-887.  
DOI: 10.1016/j.tra.2006.02.006
- [5] A. Clayton-Matthews, J. Stock, *An application of the Stock/Watson index methodology to the Massachusetts economy*, Journal of Economic and Social Measurement, (1999), Vol.25, No.3, pp.183-233.  
DOI: 10.3233/JEM-1999-0172



- [6] T. Crone, A. Clayton-Matthews, Consistent Economic Indexes for the 50 states, *The Review of Economics and Statistics*, (2005), Vol.87, No.4, pp.593-603.  
DOI: 10.1162/003465305775098242.
- [7] E. Tebaldi, L. Kelly, Measuring economic conditions: an extension of the Stock/Watson methodology, *Applied Economic Letters*, (2012), Vol.19, No.18, pp.1865-1869.  
DOI: 10.1080/13504851.2012.669453.
- [8] Bonghan Kim, Hong Kee Kim, Keun-Yeob Oh, A Research an Development of Economic Leading Indicators by Region, *Journal of Korean Economic Development*, (2006), Vol.12, No.2, pp.169-194.  
DOI: 10.3233/JEM-1999-0172
- [9] R. S. Mariano, Y. Murasawa, A New Coindident Index of Business Cycles Based on Monthly nd Quarterly Series, *Journal of Applied Econometrics*, (2003), Vol.18, No.4, pp.427-443.  
DOI: 10.1002/jae.695
- [10] S. Aruoba, F. Diebold, C. Scotti, Real-Time Measurement of Business Conditions, *Journal of Business & Economic Statistics*, (2009), Vol.27, No.4, pp.417-427.  
DOI: 10.1198/jbes.2009.07205
- [11] C. J. Kim, C. R. Nelson, *State-Space Models with Regime Switching*, Cambridge, MA:MIT Press, (1999)