

# Dynare 7 的 Pruned Skewed Kalman Filter and Smoother: DSGE 的应用

非对称冲击的宏观经济效应

许文立, [wlxu@cityu.edu.mo](mailto:wlxu@cityu.edu.mo)

澳门城市大学金融学院

2025 年 5 月 28 日



澳門城市大學

## ① 导论

## ② 例子

## ③ Dynare 估计代码

## ④ 参考文献

## ① 导论

## ② 例子

## ③ Dynare 估计代码

## ④ 参考文献

# Kalman Filter

- KF 是一种状态向量推断 d 额非常有效的递归程序，然后被用来精确计算高斯似然函数
- 从最小化一步前看预测误差的协方差矩阵来看，KF 是最优的
- 但是，非高斯性质，例如偏度 (skewness)，刻画了许多时间序列特征
- 因此，需要有新的框架和算法来适应误差项分布的偏度
- Curdia et al.(2014)、Linde et al.(2016) 假设了偏度的存在可能是冲击分布的一个重要特征
- [Guljanova, Mutschlerb, Trede\(2025\)](#)提出了一种新的算法，PSKF (Pruned skewed Kalman filter and smoother)，算法的细节见这篇文章

① 导论

② 例子

③ Dynare 估计代码

④ 参考文献

# Ireland(2004) 的 NK 模型

- 这个模型有清晰的含义，经典的宏观冲击（偏好、成本推动、生产率和货币政策）；
- 既可以用 ML 方法、Bayesian 方法来估计，也可以使用 PSKF，并进行比较
- Chib and Ramamurthy(2014) 用同样的模型和数据集，假设了结构冲击的学生  $t$  分布——刻画了尖峰 (kurtosis)，而不是偏度
- PSKF 的估计结果显示，生产率冲击和货币政策冲击具有显著的非对称性

# Ireland(2004) 的 NK 模型

- 线性模型系统

$$\hat{x}_t = \hat{y}_t - \omega \hat{a}_t,$$

$$\hat{g}_t = \hat{y}_t - \hat{y}_{t-1} + \hat{z}_t,$$

$$\hat{x} = \alpha_x \hat{x}_{t-1} + (1 - \alpha_x) E_t \hat{x}_{t+1} - (\hat{r}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) + (1 - \omega)(1 - \rho_a) \hat{a}_t,$$

$$\hat{\pi} = \beta (\alpha_\pi \hat{\pi}_{t-1} + (1 - \alpha_\pi) E_t \hat{\pi}_{t+1}) + \psi \hat{x}_t - \hat{e}_t,$$

$$\hat{r}_t - \hat{r}_{t-1} = \rho_\pi \hat{\pi}_t + \rho_x \hat{x}_t + \rho_g \hat{g}_t + \eta_{r,t},$$

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \eta_{a,t}/100, \quad \hat{e}_t = \rho_e \hat{e}_{t-1} + \eta_{e,t}/100, \quad \hat{z}_t = \eta_{z,t}/100.$$

# 状态空间解

- 在理性预期下，代理人知道精确地模型方程，也知道外生冲击过程（白噪声过程遵循高斯/正态分布）
- 线性状态空间模型：

$$x_t = Gx_{t-1} + R\eta_t$$

$$y_t = Fx_t + \varepsilon_t$$

其中，内生变量  $x_t = [\hat{x}_t, \hat{y}_t, \hat{g}_t, \hat{z}_t, \hat{\pi}_t, \hat{a}_t, \hat{e}_t, \hat{r}_t]'$ ，观测变量  $y_t = [\hat{g}_t, \hat{\pi}_t, \hat{r}_t]'$



# 数据和估计

- 用三个时间序列数据：GDP、GDP 平减指数、名义利率
- 校准参数  $\beta = 0.6, \psi = 0.1, \alpha_x = 0$
- 其余的参数和冲击分布参数都是待估计参数
- 传统的 DSGE 估计均假设冲击  $\eta_t$  分布为正态分布
- 正如上文所述，很多时间序列都是有偏分布，因此，假设冲击是独立的单变量有偏正态分布，  
 $\eta_{j,t} \sim CSN(\mu_{\eta_j}, \Sigma_{\eta_j}, \Gamma_{\eta_j}, 0, 1)$ ，其中，均值  $\mu_{\eta_j}$  是对于所有给的方差  $\Sigma_{\eta_j}$  和偏度  $\Gamma_{\eta_j}$  自动确定以确保  $E[\eta_j] = 0$
- 也就是说，高斯分布冲击的 NK 模型设定  $\Gamma_{\eta_j} = 0$ ，而非高斯分布冲击的 NK 则不为 0

# 参数的先验分布

Table 1: Bounds and priors for model and shock parameters

Parameter	BOUNDS		PRIOR		
	Lower	Upper	Type	Mean	Std-dev
$\omega$	0	1	Beta	0.20	0.10
$\rho_\pi$	0	1	Gamma	0.30	0.10
$\rho_g$	0	1	Gamma	0.30	0.10
$\rho_x$	0	1	Gamma	0.25	0.0625
$\rho_a$	0	1	Beta	0.85	0.10
$\rho_c$	0	1	Beta	0.85	0.10
$stderr(\sigma_a)$	0	10	InvGamma	$\sqrt{30}$	$\sqrt{30}$
$stderr(\sigma_e)$	0	10	InvGamma	$\sqrt{0.08}$	$\sqrt{1}$
$stderr(\sigma_z)$	0	10	InvGamma	$\sqrt{5}$	$\sqrt{15}$
$stderr(\sigma_r)$	0	10	InvGamma	$\sqrt{0.50}$	$\sqrt{2}$
$skew(\sigma_a)$	-0.995	0.995	GenBeta	0	0.40
$skew(\sigma_e)$	-0.995	0.995	GenBeta	0	0.40
$skew(\sigma_z)$	-0.995	0.995	GenBeta	0	0.40
$skew(\sigma_r)$	-0.995	0.995	GenBeta	0	0.40

Note: GenBeta is a Beta distribution with support on  $[-1,1]$ .

## 参数估计值

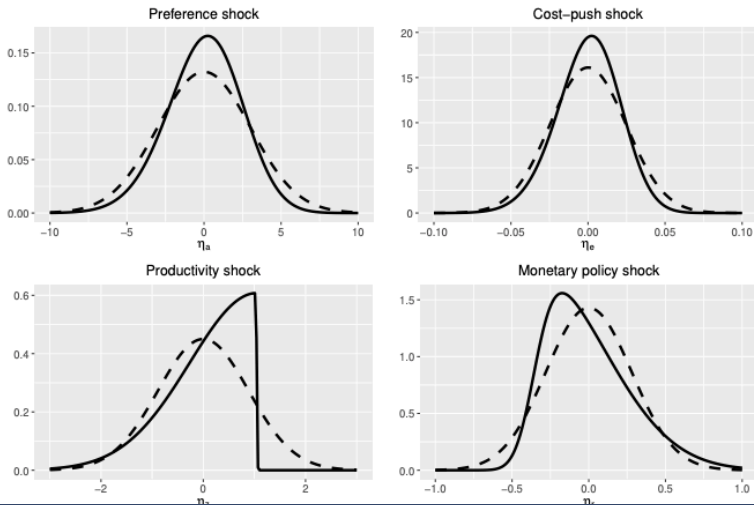
Table 2: Parameter estimates

Parameter	MAXIMUM LIKELIHOOD				BAYESIAN RWMH					
	Gaussian		CSN		Gaussian			CSN		
	Mode	Std-dev	Mode	Std-dev	Mean	Mode	90%-HPD	Mean	Mode	90%-HPD
$\omega$	0.0581	0.0685	0.1596	0.0029	0.1282	0.1231	[0.05;0.21]	0.1392	0.1377	[0.05; 0.22]
$\rho_\pi$	0.3865	0.2099	0.2810	0.0048	0.5001	0.4938	[0.35;0.66]	0.4662	0.4522	[0.31; 0.62]
$\rho_g$	0.3960	0.0612	0.3385	0.0058	0.3627	0.3495	[0.28;0.44]	0.3586	0.3445	[0.28; 0.43]
$\rho_x$	0.1654	0.0976	0.2871	0.0080	0.2050	0.1813	[0.12;0.29]	0.2227	0.2006	[0.14; 0.30]
$\rho_a$	0.9048	0.0579	0.9139	0.0082	0.9129	0.9189	[0.87;0.96]	0.9216	0.9336	[0.88; 0.97]
$\rho_c$	0.9907	0.0130	0.9805	0.0107	0.9107	0.9241	[0.85;0.97]	0.9030	0.9153	[0.85; 0.96]
$stderr(\sigma_a)$	3.0167	1.5568	2.4337	0.0434	3.2584	3.1659	[1.91;4.56]	3.2359	3.2442	[1.84; 4.59]
$stderr(\sigma_c)$	0.0248	0.0180	0.0206	0.0021	0.0602	0.0572	[0.05;0.07]	0.0603	0.0573	[0.05; 0.07]
$stderr(\sigma_z)$	0.8865	0.1245	0.7913	0.0142	0.7887	0.7648	[0.61;0.96]	0.7975	0.7546	[0.62; 0.97]
$stderr(\sigma_r)$	0.2790	0.0374	0.2853	0.0081	0.2953	0.2796	[0.24;0.35]	0.2920	0.2775	[0.24; 0.34]
$skew(\sigma_a)$	—	—	-0.1924	0.0033	—	—	—	-0.0819	-0.1925	[-0.46; 0.33]
$skew(\sigma_c)$	—	—	-0.2174	0.0039	—	—	—	-0.3584	-0.4014	[-0.73;-0.01]
$skew(\sigma_z)$	—	—	-0.9950	0.0712	—	—	—	-0.3808	-0.5166	[-0.89; 0.15]
$skew(\sigma_r)$	—	—	0.8171	0.0140	—	—	—	0.5183	0.6066	[0.23; 0.82]
Obj (mode)	1,207.56		1,215.85		1,205.11			1,211.47		

Note: Obj (mode) is value of the log-likelihood or log-posterior at the estimated mode.

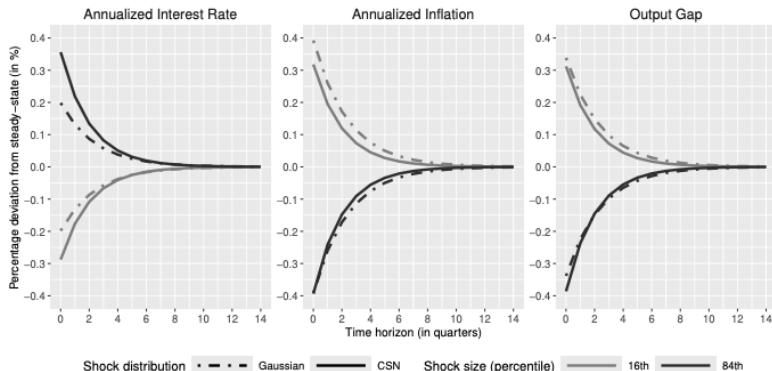
## 估计的冲击 PDF

Figure 4: Estimated probability density functions of shocks



## IRFs

Figure 5: Impulse response functions to a monetary policy shock



*Note:* The solid lines represent responses from maximum likelihood estimates of the CSN model, while the dashed lines show responses from the Gaussian model with same model parameters and standard errors of shocks. The light gray lines indicate the 16th percentile (negative shock size) of each estimated distribution (CSN or Gaussian), while the dark gray lines indicate the 84th percentile (positive shock size).

① 导论

② 例子

③ Dynare 估计代码

④ 参考文献

- 代码见 `pskf_est.mod`

① 导论

② 例子

③ Dynare 估计代码

④ 参考文献



- 1 Guljanov, G., Mutschler, W., & Trede, M. M. 2025. Pruned Skewed Kalman Filter and Smoother with Application to DSGE Models. Available at SSRN 5119040.

*Thanks!*