

제조업용 로봇의 생산 및 무역규모 예측 모형 분석

김 종 권*

Abstract

<그림 1>과 <그림 2>, <그림 3>은 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수출입을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, 자료는 2001년도 이후의 관세청 수출입 실적자료를 활용하였다. <그림 1>은 SAENGF는 제조업용 로봇 국내생산의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미한다.

<그림 2>는 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수출을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, EXPORTF는 제조업용 로봇 수출의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미한다.

<그림 3>은 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수입을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, IMPORTF는 제조업용 로봇 수입의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미한다.

<표 1>은 국내 제조업용 로봇의 국내생산, 수출과 수입의 추정치이며, ARIMA모형을 사용하였으며, 자료는 2001년도 이후의 데이터로 관세청 수출입 실적자료를 활용하였다.

I. 서론

ARIMA(p,d,q)모형 예측의 기본원리

○ 시계열 x_t 가 다음과 같은 ARIMA(p,d,q)모형을 따를 때 이를 예측하는 문제를 생각해 보

$$\Phi(B)(1-B)^d x_t = \Theta(B)a_t$$

○ 단, $\Phi(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$ 는 안정성 조건을 만족하고

$\Theta(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$ 는 가역성 조건을 만족하는 것으로 가정함

* 신홍대 경상정보계열 학과장

- d 는 차분 차수, 그리고 a_t 는 $N(0, \sigma_a^2)$ 인 백색잡음(white noise)을 나타냄
- 시계열 x_t 의 최소평균제곱오차(minimum mean square error(MMSE)) 예측치를 도출하는 데 필요한 기본원리를 한마디로 요약하면 다음과 같음
- x_{T+k} 의 MMSE예측치(기호로 $\hat{x}_T(k)$ 로 표시함)는 이의 조건부 기댓값으로 주어진다는 것임
- $$\hat{x}_T(k) = E(x_{T+k} | x_T, x_{T-1}, \dots) \tag{1}$$
- 여기서 $\hat{x}_T(k)$ 는 예측시점인 T 에서 x_{T+k} 에 대한 ‘ k -단계후 예측치’라고 함
- 이러한 기본원리를 좀 더 명확히 이해하기 위하여 먼저 $d=0$ 을 가정하고 ARIMA(p,0,q)모형 또는 줄여서 ARIMA(p,q)모형을 다음과 같이 무한차수 이동평균 표현식으로 나타낼 수 있음
- $$x_t = \phi^{-1}(B)\theta(B)a_t = \psi(B)a_t = a_t + \psi(B)a_{t-1} + \dots \tag{2}$$
- 단, $\psi_0 = 1$. 따라서 $t = (T+k)$ 인 경우 다음과 같이 쓸 수 있음
- $$x_{T+k} = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j a_{T+k-j} \tag{3}$$
- $t = T$ 시점에서 x_{T+k} 에 대한 MMSE 예측값 $\hat{x}_T(k)$ 가 다음과 같이 선형으로 주어졌다고 가정함
- $$\hat{x}_T(k) = \psi_k^* a_T + \psi_{k+1}^* a_{T-1} + \psi_{k+2}^* a_{T-2} + \dots \tag{4}$$
- 단, ψ_j^* 는 아직 결정되지 않은 계수를 나타냄
- 예측값의 MSE는 다음과 같이 계산함

○ $E(x_{T+k} - \hat{x}_T(k))^2 = \sigma_a^2 \sum_{j=0}^{k-1} \Psi_j^2 + \sigma_a^2 \sum_{j=0}^{\infty} (\Psi_{k+j} - \Psi_{k+j}^*)^2$ (5)

○ 따라서 MSE는 $\Psi_{k+j}^* = \Psi_{k+j}$ 일 때 최소가 됨을 알 수 있음

○ 그러므로 식 (4)는 다음과 같이 다시 쓸 수 있음

○ $\hat{x}_T(k) = \Psi_k a_T + \Psi_{k+1} a_{T-1} + \Psi_{k+2} a_{T-2} + \dots$ (6)

○ $E(a_{T+j} | x_T, x_{T-1}, \dots) = 0 \quad j > 0,$
 $a_{T+j} \quad j \leq 0$ (7)

○ 이므로 식 (3)에 T-시점 조건부 기댓값을 취하면 다음과 같은 결과를 얻음

○ $E(a_{T+j} | x_T, x_{T-1}, \dots) = \Psi_k a_T + \Psi_{k+1} a_{T-1} + \Psi_{k+2} a_{T-2} + \dots$ (8)

○ 그러므로 식 (6)과 식 (8)을 비교해 보면 MMSE예측값 $\hat{x}_T(k)$ 는 조건부 기댓값과 같음을 알 수 있음

예측오차

○ k-단계 후 예측치의 예측오차(forecast error)는 다음과 같이 계산함

○ $e_T(k) = x_{T+k} - \hat{x}_T(k) = \sum_{j=0}^{k-1} \Psi_j a_{T+k-j}$ (9)

○ $E(e_T(k) | x_t, t \leq T) = 0$ 이므로 예측값은 불편추정량이며 분산은 다음과 같음

○ $Var(e_T(k)) = \sigma_a^2 \sum_{j=0}^{k-1} \Psi_j^2$ (10)

○ 따라서 $\alpha = 5\%$ 유의수준 하에서 예측값의 신뢰구간은 다음과 같이 설정함

- $\hat{x}_T(k) \pm N_{\alpha/2} \cdot \sigma_a \left(1 + \sum_{j=1}^{k-1} \Psi_j^2\right)^{1/2}$
- 단, $N_{\alpha/2}$ 는 $P_r(N > N^{\alpha/2}) = \alpha/2$ 를 만족하는 표준정규변량임
- 1-단계후 예측오차는 $a_T(1) = x_{T+1} - \hat{x}_T(1) = a_{T+1}$ 이므로 이들 오차 사이는 서로 무상관임
- 그러나 다음과 같은 k-단계후 예측오차 ($k \geq 2$)들은 이들 자신끼리 그리고 서로 상관관계에 있음

$$e_T(k) = x_{T+k} - \hat{x}_T(k)$$

$$a_{T+k} + \Psi_1 a_{T+k-1} + \dots + \Psi_{k-1} a_{T+1}$$

(11)

$$e_{T-s}(k) = x_{T+k-s} - \hat{x}_{T-s}(k)$$

$$a_{T+k-s} + \Psi_1 a_{T+k-s-1} + \dots + \Psi_{k-1} a_{T-s+1}$$

(12)

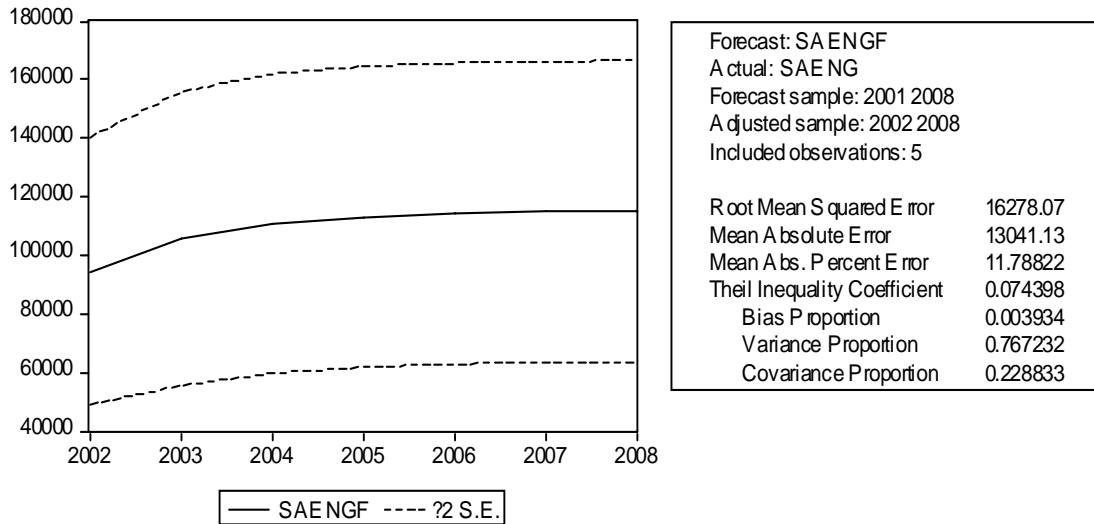
- 또한 같은 시점 T인 경우에도 리드가 서로 다른 예측오차들의 경우도 서로 상관관계에 있음
- 예를 들어, 다음이 성립함을 확인해 볼 수 있음
- $Cov[e_T(1)e_T(2)] = \Psi_1 \sigma_a^2 \neq 0$ (13)

II. 본 론

제조업용 로봇의 예측

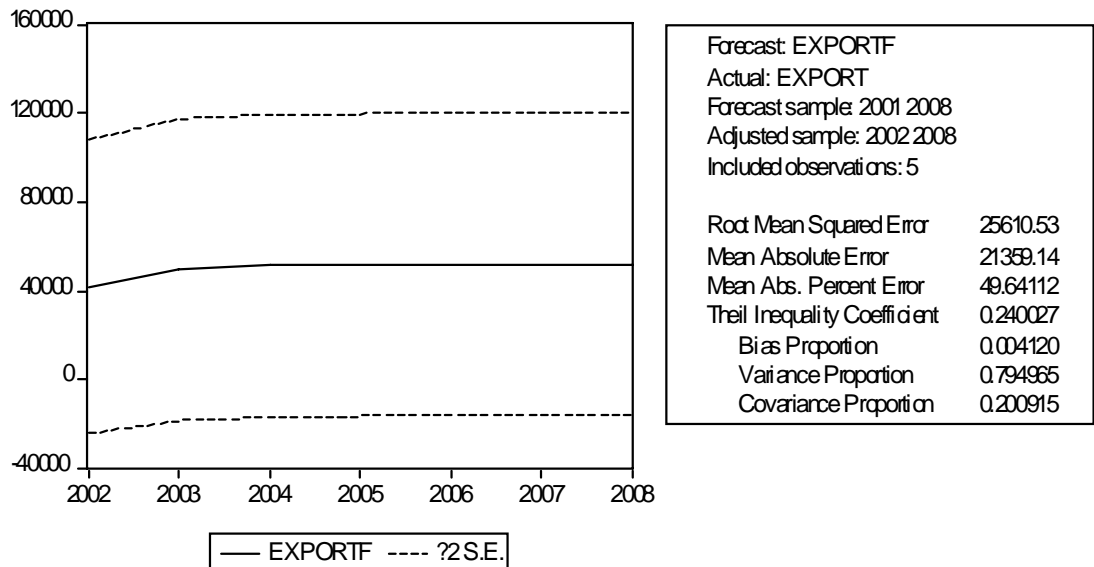
- 다음 <그림 1>과 <그림 2>, <그림 3>은 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수출입을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, 자료는 2001년도 이후의 관세청 수출입 실적자료를 활용함

○ <그림 1> 은 SAENGF는 제조업용 로봇 국내생산의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미



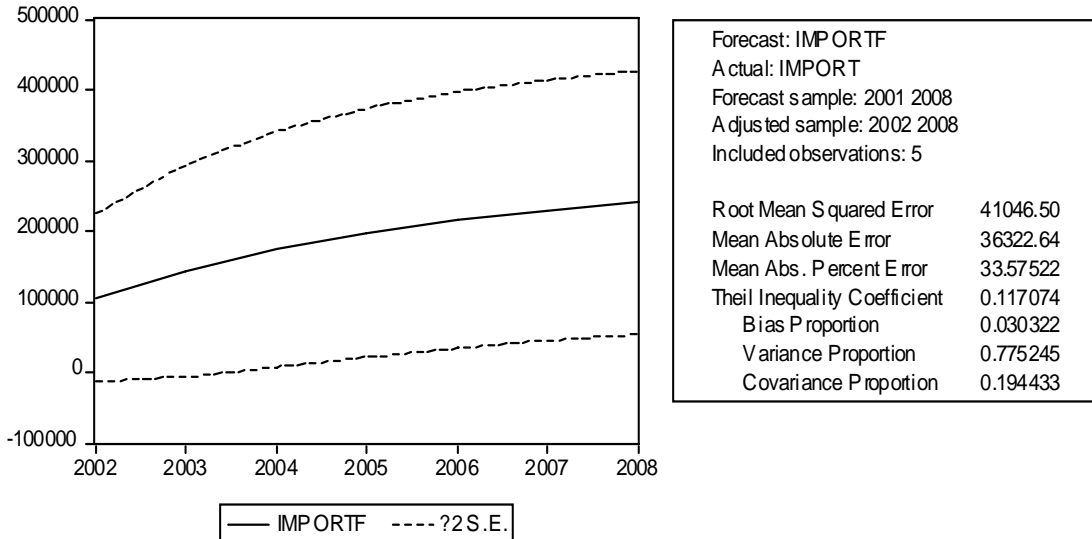
<그림 1> 제조업용 로봇 국내생산의 추정치

○ 다음 <그림 2>는 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수출을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, EXPORTF는 제조업용 로봇 수출의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미



<그림 2> 제조업용 로봇 수출의 추정치

○ 다음 <그림 3>은 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수입을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, IMPORTF는 제조업용 로봇 수출의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미



<그림 3> 제조업용 로봇 수입의 추정치

○ <표 1>은 국내 제조업용 로봇의 국내생산, 수출과 수입의 추정치이며, ARIMA모형을 사용하였으며, 자료는 2001년도 이후의 데이터로 관세청 수출입 실적자료를 활용함

<표 1> 국내 제조업용 로봇의 국내생산, 수출과 수입 전망

(단위 : 백만원)

연 도	국내생산	수출액	수입액
2001	70,579	7,819	57,976
2002	79,402	28,847	55,425
2003	96,865	60,862	110,212
2004	114,966	97,386	153,099
2005	144,192	43,298	261,023
2006	108,292	23,728	226,446
2007	114,764	51,752	230,350
2008	114,994	51,757	241,297

주: 1. 2007년부터 2008년까지는 ARIMA(1,1,0) 모형 사용

2. 2001년부터 2006년까지의 수치는 관세청 수출입 실적자료를 활용함

Ⅲ. 결 론

<그림 1>과 <그림 2>, <그림 3>은 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수출입을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, 자료는 2001년도 이후의 관세청 수출입 실적자료를 활용하였다. <그림 1> 은 SAENGF는 제조업용 로봇 국내생산의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미한다.

<그림 2>는 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수출을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, EXPORTF는 제조업용 로봇 수출의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미한다.

<그림 3>은 통계 패키지(Econometric Views)를 사용하여 제조업용 로봇의 수입을 2007년부터 2008년까지 추정한 값이며, IMPORTF는 제조업용 로봇 수출의 추정치이며, 점선은 95% 신뢰구간을 의미한다.

<표 1>은 국내 제조업용 로봇의 국내생산, 수출과 수입의 추정치이며, ARIMA모형을 사용하였으며, 자료는 2001년도 이후의 데이터로 관세청 수출입 실적자료를 활용하였다.

Ⅳ. 참 고 문 헌

- [1] 국내정보산업편람, 2003
- [2] 권순우, “급격한 엔저의 원인과 파급효과”, 『CEO Information (제146호)』, 삼성경제연구소, 1998. pp.1~15.
- [3] 경제산업성, 기술전략 맵 2006, 2006.4.
- [4] 경제산업성, 경제성장전략대강, 2006.6.
- [5] 김명직·장국현(1998), 『금융시계열분석』, 경문사
- [6] 무역연구소, 『수출 업종별 적정환율 조사』, 2004. pp.1~10.
- [7] 무역조사부, 『적정환율 수준』, 한국무역협회, 2000. pp.1~4.
- [8] 『최근 수출채산성 추이 분석』, 한국무역협회, 2000. pp.1~5.
- [9] 미쓰비시연구소, 21세기 기술과 산업, 1999.4
- [10] 산업자원부·정보통신부, 지능형로봇산업 비전과 발전전략, 2005.12.
- [11] 삼성경제연구소, 『유가변동이 국내경제에 미치는 파급효과』, 1990. pp.1~11.
- [12] 전국경제인연합회, “최근 환율하락에 따른 산업별 영향 분석”, 『CEO-Memo』, 2003. pp.1~20.
- [13] 통계청, 광공업통계조사, 각 연호
- [14] 한국공작기계공업협회, 적용부문별 산업용 로봇 생산, 2005
- [15] 한국기계산업진흥회, 지능형 로봇산업 실태조사, 2006.10.
- [16] 한국무역투자진흥공사, 일본의 제조용 로봇산업 동향, 2006.5.
- [17] 한국산업기술재단, 차세대 성장동력 Road map -지능형 로봇-, 2005
- [18] 21C FA Vision, 2002

- [19] Dickey, D.A. and W.A. Fuller, "Distribution of the Estimation for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of American Statistical Association*, Vol. 74, 1979. pp.427~31.
- [20] Engle, R.F. and C.W.J. Granger, "Co-Integration and Error Correction : Representation, Estimation, and Testing," *Econometrica*, Vol. 55, 1987. pp.251~76.
- [21] IFR World Robotics 2002
- [22] IFR UN-ECE, World Robotics 2002
- [23] Johansen, S.(1988), "Statistical analysis of cointegration vectors," *Journal of Econometric Dynamics and Control*, 12, pp231-254.
- [24] Johansen, S.(1991), "Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models," *Econometrica*, 59, pp1551-1580.
- [25] Johansen, S.(1992a), "Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, pp383-397.
- [26] Johansen, S.(1992b), "Cointegration in partial system and the efficiency of single equation analysis," *Journal of Econometrics*, 52, pp389-402
- [27] Johansen, S.(1992c), "Testing weak exogeneity and the order of cointegration in UK money demand," *Journal of Policy Modeling*, 14, pp313-334.
- [28] Johansen, S., and K. Juselius(1990), "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, pp169-209.
- [29] Johansen, S., and K. Juselius(1992), "Testing structural hypothesis in a multivariate cointegration analysis of the PPP and UIP for UK," *Journal of Econometrics*, 53, pp211-244.
- [30] Johansen, S., and K. Juselius(1994), "Identification of the long-run and the short run structure: An application to the IS-LM Model," *Journal of Econometrics*, 63, pp7-36.