

기계산업 수출액에 대한 거시경제변수의 예측 실험

- 보건과학분야의 정밀기계 수출액 포함 -

김종권

신홍대학 경상정보계열 교수

The Forecast analysis on Non-electrical Machinery and Equipment of Macroeconomic variables

Jong kwon Kim

ABSTRACT

The focus of analysis is effect on Non-electrical Machinery and Equipment of Macroeconomic variables through long-term and short-term periods. Also, this paper is related with implication on steady growth possibility of Non-electrical Machinery and Equipment.

The period of variables is from 1985 to April in 2005. In case of not-available data is treated as missing figures. As spatial scope, these data are Non-electrical Machinery and Equipment on the basis of KSIC. In case of items, it composes MTI 1 & 3 digit of Korea International Trade Association (KITA), on the basis of HSK & classification of Korea Machinery industries.

According to Granger causality test, yield of Cooperate Bond and export amount of Machinery have a meaning at statistical Confidence level of 10%. In case of index of the unit cost of export and export amount of Machinery, they have an interactive Granger cause. In yen dollar exchange rate and export amount of Machinery, former variable gives an unilateral Granger cause to latter that.

I. 서론

기계산업은 궁극적으로 거시경제변수들에 의해 영향을 받는 내생변수(Endogenous Variable)라고 할 수 있다. 기계산업과 거시경제변수간의 관계에 대한 연구가 있었으나, 아직까지 만족할 만한 이론이 정립되어 있지는 못한 실정이다.

더욱이 같은 거시경제변수라 하더라도 경제적 상황에 따라 기계산업에 대한 영향이 달라질 수 있음을 고려할 때 그 연관관계를 구체적으로 분석할 필요가 있다. 최근 산업기술의 발전, 규제 완화의 진전 등으로 기계산업 전반의 구조적 변화가 급속히 진행됨에 따라 이에 대한 영향력을 사전에 분석하여, 향상시켜 약화될 수 있는 활력을 사전에 준비하고 물론 장기적인 경쟁력을 유지해야할 필요성이 높아지고 있다.

더욱이 중국경제의 부상은 요소투입 중심의 양적 경제성장에 의존하던 기계산업에 큰 위협으로 작용하고 있다. 따라서 거시경제변수에 대한 기계산업의 영향력을 분석하고 도출된 모형에 기술혁신과 제도적 변화, 그리고 기타 경제변수의 역할을 강조한 새로운 성장모형을 설정한 다음, 이를 토대로 개방경제하에서 기계산업이 지속가능성장 전략을 모색하고 기계산업이 나아갈 장기비전을 제시할 필요가 있다. 그리고 기계산업의 성장잠재력 변동요인을 동태적으로 분석하고 정책적 시사점을 도출하여야 한다.

이러한 관점에서 본 연구는 우선 기계산업 성장의 결정요인에 대한 거시경제변수를 자본·노동, 기술·제도뿐만 아니라 산업연관관계, 수요와 공급의 조건 측면까지 살펴보고 이를 감안한 모형을 도출할 필요가 있다.

기존의 거시경제변수가 기계산업에 미치는 영향에 대한 분석은 주로 원달러환율과 엔달러환율, 유가 등으로 이루어져왔다.

이에 따라 거시경제변수가 기계산업(보건과학분야의 정밀기계류 포함)의 수출액의 변동성을 예측할 수 있는지 분석해 보기로 한다.

II. 기계산업의 예측 모형의 구조 및 특성

1. 기계산업의 예측모형의 개요 및 특징

VAR(1)의 경우는 단일 시계열모형의 경우와 유사하게 쉽게 예측치를 계산할 수 있다. 일반적인 VARMA(p, q)모형의 경우 T -시점에서의 h -단계 후 예측치, $E_T(x_{T+h}) \equiv x_T(h)$ 는 다음과 같이 반복적으로 계산할 수 있다.

$$x_T(1) = c + \Phi_1 x_T + \dots + \Phi_p x_{T-p+1} + \Theta_1 e_T + \dots + \Theta_q e_{T-q+1}$$

$$x_T(2) = c + \Phi_1 x_T(1) + \Phi_2 x_T + \dots + \Phi_p x_{T-p+2} + \Theta_2 e_T + \dots + \Theta_q e_{T-q+2}$$

(1)

또한 $x_t = \mu + e_t + \Psi_1 e_{t-1} + \Psi_2 e_{t-2} + \dots \equiv \mu + \Psi(B)e_t$ 의 다변량 버전 Wol d 분해정리를 이용하면 예측치는 다음과 같이 계산할 수도 있다.

$$x_T(h) = \mu + \Psi_h e_T + \Psi_{h+1} e_{T-1} + \dots \quad (2)$$

이에 상응하는 평균제곱예측오차행렬은 다음과 같이 반복적으로 계산한다.

$$\begin{aligned} \Sigma_x(h) &= e([x_{T+h} - x_T(h)][x_{T+h} - x_T(h)]') \\ &= \Omega + \Psi_1 \Omega \Psi_1' + \dots + \Psi_{h-1} \Omega \Psi_{h-1}' \quad (3) \\ &= \Sigma_x(h-1) + \Psi_{h-1} \Omega \Psi_{h-1}'. \end{aligned}$$

Ⅲ. 기계산업의 예측 모형의 추정 및 결과

1. 영향 및 파급효과 분석 계수 및 추정의 결과

(1) VAR모형을 통한 예측

1985년 1월부터 2005년 4월까지의 전체 구간 중에서 2005년 1월부터 2005년 8월까지 표본외 예측(Out of Sample Forecasts)을 실시하였다.

예측방법으로는 표본외 예측의 경우 2005년 1월의 예측치는 1985년 1월부터 2004년 12월까지의 월별 자료를 이용해서 2005년 1월의 예측치를 구하고 다시 2005년 1월의 자료를 추가하여 2005년 2월의 예측치를 구하였다.

2005년 1월부터 2005년 4월까지의 표본외 예측을 <그림 1>에서 살펴보면, 2005년 1월의 예측치가 먼저 하락한 후 2005년 2월의 실제치가 하락하여 1개월 정도 하락국면에서 선행성을 보이고 있다.

2005년 5월부터 2005년 8월까지 4개월을 예측한 결과에 의하면, 다소 기계류 수출액에 대하여 부정적인 영향을 받게 될 것으로 전망된다.

이 모형은 회사채수익률, 소비자물가지수, 원달러환율이 공적분관계에 놓여있지 않

으므로 로그차분 및 차분한 이후 변수들을 안정적인 시계열로 바꾸어 놓은 다음 VAR 모형을 통하여 추정한 것이다.

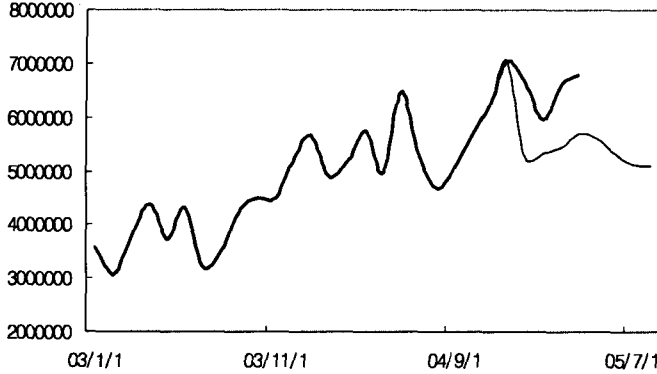


그림 1. VAR모형을 통한 예측

- 주 : 1) 월별자료에 대한 기준을 참조하여 시차는 3으로 정하였다.
- 2) 굵은 실선은 실제치이며, 가는실선은 기계류수출액 예측치를 의미한다.
- 3) 이들 값들은 로그차분된 값들을 $\exp(\cdot)$ 함수를 적용하여 원래의 숫자단위(달러기준)로 변환한 것이다.

(2) 벡터오차수정모형(VECM)에 의한 예측

VAR모형을 통한 예측과 같이 표본기간은 1985년 1월부터 2005년 4월까지이며, 2005년 1월부터 2005년 8월까지 표본외 예측(Out of Sample Forecasts)을 실시하였다.

예측방법은 동일하였으며, <그림 2>는 <그림 1>과 달리 동행성이 뚜렷하였으며 실제치와의 오차도 적어 예측모형의 적합도(robustness)가 더 우수한 것으로 나타났다.

이 모형은 회사채수익률, 수출단가지지수, 원달러환율이 3개의 공적분관계에 놓여있으므로 벡터오차수정모형(VECM)으로 추정한 것이다.

따라서 수출가격경쟁력을 높일 수 있는 임금을 비롯하여 유가 등 원자재가격의 안정 등에 따른 수출단가의 안정적인 유지가 2005년 하반기 이후의 기계산업 수출증대 및 수익성 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.

아울러 <그림 2>로 살펴보면, <그림 1>에서와 달리 2005년 5월부터 2005년 8월까지 4개월간에 걸쳐 기계류 수출은 다소 늘어날 수 있을 것으로 예측된다.

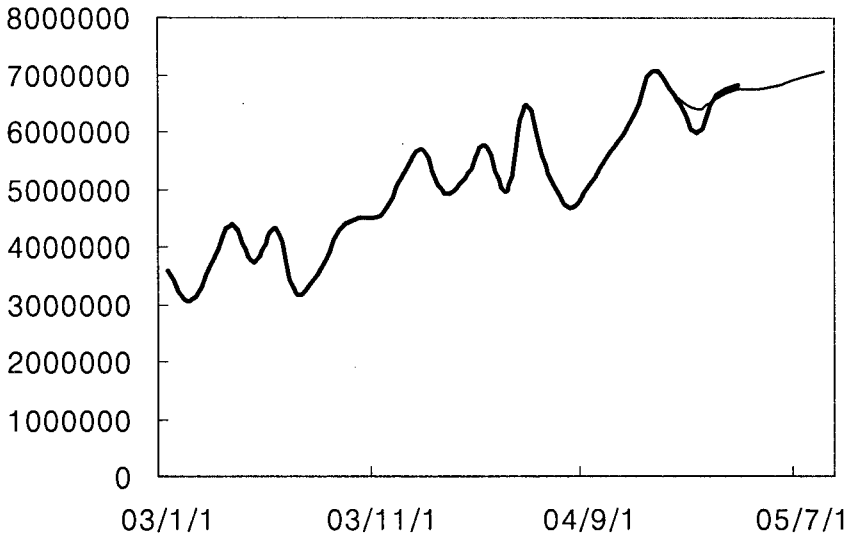


그림 2. 벡터오차수정모형(VECM)에 의한 예측

- 주 : 1) 월별자료에 대한 기준을 참조하여 시차는 3으로 정하였다.
 2) 굵은 실선은 실제치이며, 가는실선은 기계류수출액 예측치를 의미한다.
 3) 이들 값들은 로그차분된 값들을 $\exp(\cdot)$ 함수를 적용하여 원래의 숫자단위(달러기준)로 변환한 것이다.

결론적으로 VAR모형과 벡터오차수정모형(VECM)을 토대로 살펴볼 때, 모형적합도 측면에서 벡터오차수정모형(VECM)이 다소 우수한 것으로 판단된다.

따라서 수출가격경쟁력을 높일 수 있는 임금을 비롯하여 유가 등 원자재가격의 안정이 유지되어 수출단가가 안정적인 상태를 지속한다면 적어도 2005년 8월까지의 기계류 수출에 긍정적인 효과가 나타날 것으로 기대된다.

IV. 기계산업의 예측 모형의 활용

1. 기계산업에 대한 영향 및 파급효과 분석에의 적용

수준변수의 경우 원달러환율의 상승 충격에 대하여 기계류 수출액이 지속적인 상승 추세를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 하지만 회귀분석의 결과에서 t값의 통계적 유의성이

다소 낮게 추정되어 유의성이 없었다.

다중회귀모형에서 통화량이 제외된 것은 2000년대부터 한국은행의 통화증시정책(Money View)에서 통화뿐만 아니라 금리의 파급경로(Transmission Mechanism)을 중요시하는 증시정책(Credit View)으로의 전환에 따른 결과에 기인하고 있다.

즉, 금리를 대표하는 회사채수익률보다 통계적 유의성이 떨어져서 다중회귀모형에서는 제외되고 있다. 하지만, 금리 증시정책의 경우 2000년 무렵부터 본격적으로 시행되어 추정결과에 대한 신뢰도가 떨어질 수 있다.

WTI 최근월물(수준변수)의 경우에는 두변수 모두 로그차분한 경우에 있어서는 쌍방간에 모두 인과관계가 이루어지지 못하고 있다.

CRB상품지수(원자재)의 경우에 있어 가정용 전열기기와 의 상관계수가 -0.49, 산업 및 상업용 냉동, 냉장장비 -0.47, 투영기 -0.44의 상관계수를 보인 외에는 1,054개의 대부분 품목에서 상관계수가 높지 않았다.

로이터상품지수(원자재)와의 경우에 있어서는 상관계수가 각각 투영기 -0.80, 소형전동기 -0.71, 전동기 -0.70, 전동기 및 발전기 -0.69, 내연기관 전 기장치의 부분품 -0.67, 발전기 및 발전기세트 -0.64, 차륜(로드휠 등) 및 부품 -0.63, 기계식 동력 전달장치 부품 -0.62, 산업용 냉장 및 냉동장비 -0.61, 부품(기체 펌프 및 압축기) -0.59, 프레스형 금형 -0.41, 반도체 제조용 장비부품 -0.40 등 123개의 품목을 제외한 대부분의 품목들에 있어서 원자재가격과의 상관계수가 낮았다.

2. 기타의 기계산업 예측에의 응용

기계산업에 영향을 주는 해외변수 중에서 가장 중요한 원자재의 경우 품목별 상관계수를 구해보면 품목들 마다 상당한 차이점이 발견된다. 이러한 이유들로 인하여 품목별 기계산업 예측실험을 할 경우에 있어서는 품목별로 예측결과가 상이할 수 있다.

V. 요약 및 결론

VAR모형을 통하여 1985년 1월부터 2005년 4월까지의 전체 구간 중에서 2005년 1월부터 2005년 8월까지 표본외 예측(Out of Sample Forecasts)을 실시하였다. 2005년 1월부터 2005년 4월까지의 표본외 예측을 보면, 2005년 1월의 예측치가 먼저 하락한 후 2005년 2월의 실제치가 하락하여 1개월 정도 하락국면에서 선행성을 보이고 있다. 2005년 5월부터 2005년 8월까지 4개월을 예측한 결과에 의하면, 다소 기계류 수출액에 대하여 부정적인 영향을 받게 될 것으로 전망되고 있다.

이 모형은 회사채수익률, 소비자물가지수, 원달러환율이 공적분관계에 놓여있지 않

으므로 로그차분 및 차분한 이후 변수들을 안정적인 시계열로 바꾸어 놓은 다음 VAR 모형을 통하여 추정한 것이다.

벡터오차수정모형(VECM)에 의한 예측결과는 VAR모형을 통한 예측과 같이 표본기간은 1985년 1월부터 2005년 4월까지이며, 2005년 1월부터 2005년 8월까지 표본외 예측(Out of Sample Forecasts)을 실시하였다. 예측방법은 동일하였으며, 벡터오차수정모형(VECM)에 의한 예측결과를 살펴보면 VAR모형의 분석과 달리 동행성이 뚜렷하였으며 실제치와의 오차도 적어 예측모형의 적합도(robustness)가 더 우수한 것으로 나타났다. 이 모형은 회사채수익률, 수출단가지지수, 원달러환율이 3개의 공적분관계에 놓여있으므로 벡터오차수정모형(VECM)으로 추정한 것이다.

따라서 수출가격경쟁력을 높일 수 있는 임금을 비롯하여 유가 등 원자재가격의 안정 등에 따른 수출단가의 안정적인 유지가 2005년 하반기 이후의 기계산업 수출증대 및 수익성 향상에 도움이 될 것으로 판단된다. 아울러 2005년 5월부터 2005년 8월까지 4개월간에 걸쳐 기계류 수출은 다소 늘어날 수 있을 것으로 예측된다. 향후 연구과제로는 ARIMA모형과 비모수커널회귀방법을 이용한 예측 등을 토대로 결합예측 방법을 사용한다면, 각각의 모형들의 단점을 보완하여 보다 정확한 예측치들을 얻을 수 있을 것이다.

부록 1: 거시경제지표로서 고려한 국내 설명변수

대분류	중분류	비고
일반지표	세계 경제성장률	- IMF PPP, purchasing power parity : 구매력 평가 방식
	유가	- 원유도입단가
	반도체 가격 원자재 가격	
	실질실효환율	- 실효환율(EER: Effective Exchange rate) : 두 나라간 통화를 확대해 자국 통화와 모든 교역상대국 통화간의 종합적인 관계를 나타내는 환율. - 실질실효환율 : 명목실효환율에 교역상대국의 물가지수 변동까지 감안

대분류	중분류	비고
경 기	제조업	- 생산 : 산업생산지수 -> 경공업, 중공업 - 출하 : 출하지수 -> 내수, 수출 - 재고 : 재고지수, 재고율, 가동율
	서비스업	- 생산 : 서비스업활동지수
	종합	- 경기종합지수 (동행지수 순환 변동치, 설비투자 추계지수) - 기업경기실사지수(전경련, 한국은행)
소 비	민간소비	- 실질국민총소득, 민간소비(국민계정) - 소비형태별(내구재, 서비스소비)
	정부소비	
	소비관련지표	- 도소매판매지수, - 자동차 및 자동차연료 - 소비재 수입(명목) - 내수용 소비재출하 - 소비심리 : 소비자평가지수, 소비자기대지수, 소비자동향지수(CSI)
설비투자	설비투자 및 추계	-기계류, 운수장비 등 업종별
	설비투자압력	
	기계류 내수출하	-업종별
	국내기계수주	- 국내기계수주 : 공공수요, 민간수요(제조업, 비제조업) 기계류, 운송장비
건설투자	건설투자	- 건물건설, 토목건설
	건설기성액	- 공공부문, 민간부문
	국내건설수주	- 공공부문, 민간부문
	건축허가면적	- 주거, 상업, 공업용
	주택건설 증가율	
	미분양주택	
	아파트거래	

거시경제지표로서 고려한 국내 설명변수 (계속)

대분류	중분류	비고
수출입 및 국제수지	수출	- 1일평균 수출액 증가율 - 품목별, 지역별 수출 - OECD 경기선행지수
	수입	- 1일평균 수입액 증가율 - 수입동향 : 소비재, 원자재, 자본재 - 원유수입 동향 : 도입단가, 도입물량, 수입액
	무역수지	- 수출 및 수입
	교역조건	- 교역조건=(수출단가/수입단가) * 100
	국제수지	- 경상수지 : 상품수지, 서비스수지, 소득수지, 이전수지 - 자본수지 : 직접투자, 증권투자, 기타투자(대출, 차입, 무역신용, 예금,이자)
	노동시장	- 고용 : 경제활동인구, 비경제활동인구, 경제활동 참가율, 실업율 - 산업별 취업자, 직업별 취업자, 종사상 지위별 취업자 - 실업율 구조 - 임금 및 노무시간 : 명목임금 상승률, 제조업 근로시간
수출입 및 국제수지	물가	- 소비자 물가, 수입물가 - 생산자물가 - 아파트가격, 아파트 전세가격
	금융 및 외환시장	- 통화 본원통화, 신 M1, 신 M2, M3 - 금융기관 수신 - 금융사 여신 및 자산운용 - 금리 - 주가 - 환율
	재정	- 통합재정수지 - 국제수입 실적 - 재정집행 실적

거시경제지표로서 고려한 국내 설명변수 (계속)

대분류	중분류	비고
기타		국민총생산 GNP(gross national product) 국내총생산 GDP(gross domestic product) 국민순생산 NNP(net national product) 생산국민소득 국민처분가능소득 NDI 종합수지(overall balance of payments) 국제수지(Balance of Payments ; BOP) 경상수지(balance of current account) 자본수지(Capital and Financial Account Balance) 준비자산(reserve assets) 가처분소득(disposable income) 경기선행지수 구축효과(crowding-out effect) 승수이론(theory of multiplier) 경제후생지표 MEW(measure of economic welfare)

거시경제지표로서 고려한 국내 설명변수 (계속)

분석변수(X_i)		적용유무
일별 자료	주가(종합주가지수)	
	환율(원달러환율)	
	금리(3년만기회사채수익률)	
	외국인주식투자자금순유입	
	미국주가(다우존스평균지수)	

분석변수(X_t)		적용유무
월별 자료	주가(종합주가지수)	
	환율(원달러환율)	
	금리(3년만기 회사채 수익률)	
	외국인주식투자자자금순유입	
	미국주가(다우존스평균지수)	
	수출	
	수출단가지수	
	OECD선행지수	
	경기동행지수	
	경기선행지수	
	소비자물가지수	
	엔달러환율	
	미국정책금리	
	산업생산지수	
	통화량(M1)	
국제유가(WTI)		

부록 2: VAR모형의 개관

VAR 모형은 선형적인 경제이론을 배제한 상태에서 자료분석을 통해 경제시계열간의 관계에서 관계에서 나타나는 특징적인 사실을 도출하고자 하는 시도로서 경제변수들간의 동학적 움직임을 잘 설명할 수 있다는 점에서 매우 유용하게 사용되고 있다. VAR 모형의 기본식은 다음과 같다.

$$y_t = d_t + A(L)y_t + e_t \quad (1)$$

여기서 y_t 는 모형의 내생변수의 벡터, d_t 는 y_t 에 대한 확정인자, $A(L)$ 은 $[a_{ij}(L)]$ 로서 시차연산자(lag operator)로 이루어진 행렬,

$$a_{ij}(L) = a_{ij}^1 L^1 + a_{ij}^2 L^2 + \dots + a_{ij}^k L^k$$

는 i 번째 방정식에서 j 번째 변수의 k 번째 시차의 계수값, e_t 는 시계열독립인 교란항의 벡터 ($E(e_t) = 0$, $E(e_t e_t') = \Sigma$, $E(e_t e_{t-k}') = 0$, $k \neq 0$)이다.

VAR 모형을 이용한 실증분석은 (1)식의 추정에서 얻어진 충격반응함수(impulse response function), 예측오차의 분산분해(variance decomposition)등의 방법을 사용하여 이루어진다. 우선 충격반응함수를 살펴보면 (1)식으로부터 도출된 이동평균(MA)모형을 의미하는 것으로서 (2)식으로 표현된다.

$$y_t = [I - A(L)]^{-1}(d_t + e_t) = B(L)(d_t + e_t) \quad (2)$$

충격반응함수는 한 변수에 대한 교란이 어떻게 여타 변수에 동태적으로 전달되는 것을 보여주고 있다. 그러나, (2)식에서 $B(L)$ 을 그대로 이용하여 충격과 반응간의 관계를 분석할 때에 문제점이 발생된다.

(1)식의 추정에서 도출된 교란항들은 서로 독립이 아니기 때문에 한 변수의 교란이 미치는 영향에 대한 해석이 어렵게 된다. 이런 문제점을 해결하기 위해 콜레스키 분해(Choleski decomposition)라는 교란항의 직교화를 통해 재구성하게 된다. 즉, (3)식으로 표현된다.

$$y_t = C(L)e_t = C(L)GG^{-1}e_t = C(L)G_{et} \quad (3)$$

$$(e_t = G^{-1}e_t \text{로서 대각화된 교란항벡터, } E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = G^{-1}e_t e_t' G^{-1'} = G^{-1} \Sigma G^{-1'} = I)$$

(3)식은 대각화된 교란에 대한 충격반응함수라고 해석할 수 있으며, (3)식을 통해 한 변수의 충격이 여타 변수에 미치는 영향을 파악하게 된다. 여기서 사용한 예측오차의

분산분해는 한 변수의 변화를 설명하는데 있어 다른 변수들의 상대적 중요성을 파악하는 방법이다. 이것은 한 변수의 변화에 있어 다른 변수들의 상대적 중요성을 파악하는 방법이다. 즉, 이것은 한 변수의 변화에 관한 예측오차의 분산을 각 변수들의 충격들에 의해 발생된 부분으로 나누는 것이다.

(3)식에서 단계(step)별로 $c_{ij}(L)$ 을 재배열하면 (4)식과 같이 표현된다.

$$y_t = \sum_{s=0}^{\infty} C_s e_{t-s} \quad (4)$$

(C_s 는 s step에서 각 변수들의 반응계수 행렬, $C_s = [C_{sij}]$, C_{ij}^s 는 s step에서 j 변수의 충격에 대한 i 변수의 반응임)

(4)식에서 $E(e_t e_t') = \Sigma$ 는 대각행렬이 아니므로 출레스키분해에 의해 재구성하면 (5)식과 같게 된다.

$$y_t = \sum_{s=0}^{\infty} C_s G G^{-1} e_{t-s} = \sum_{s=0}^{\infty} D_s \varepsilon_{t-s} \quad (5)$$

($D_s = C_s G, G^{-1} e_{t-s} = \varepsilon_{t-s}, D_s = [d_{ij}^s]$, d_{ij}^s 는 s step에서 대각화된 j 변수의 충격에 대한 i 변수의 반응함수임)

미래의 k시점(k step ahead)에서 y_{it} 의 예측오차는 $\sum_{s=0}^k \sum_{j=1}^k d_{ij}^s \varepsilon_{jt-s}$ 이고 이것의 분

산은 $\sum_{s=0}^k \sum_{j=1}^k (d_{ij}^s)^2 \sigma^2$ 이다.

따라서 미래의 k시점에서 j변수의 충격 때문에 발생하는 i변수의 분산은 $\sum_{s=0}^k (d_{ij}^s)^2 \sigma^2$ 이다. 결국 미래의 k시점에서 j변수의 충격 때문에 발생한 i변수의 예측

오차의 분산비율은 $\left(\frac{\sum_{s=0}^{k=0} (d_{ij}^s)^2 \sigma^2}{\sum_{s=0}^k \sum_{j=1}^k (d_{ij}^s)^2 \sigma^2} \right) \times 100$ 이다.

참고문헌

1. 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, pp427-31.
2. Engle, R.F. and C.W.J. Granger, "Co-Integration and Error Correction : Representation, Estimation, and Testing," *Econometrica*, Vol. 55, 1987, pp251-76.
3. Johansen, S., "Statistical analysis of cointegration vectors," *Journal of Econometric Dynamics and Control*, 12, 1988, pp231-254.
4. Johansen, S., "Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models," *Econometrica*, 59, 1991, pp1551-1580.
5. Johansen, S., "Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, 1992a, pp383-397.
6. Johansen, S., "Cointegration in partial system and the efficiency of single equation analysis," *Journal of Econometrics*, 52, 1992b, pp389-402.
7. Johansen, S., "Testing weak exogeneity and the order of cointegration in UK money demand," *Journal of Policy Modeling*, 14, 1992c, pp313-334.
8. Johansen, S., and K. Juselius, "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with application to the demand for money," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 1990, pp169-209.
9. Johansen, S., and K. Juselius, "Testing structural hypothesis in a multivariate cointegration analysis of the PPP and UIP for UK," *Journal of Econometrics*, 53, 1992, pp211-244.
10. Johansen, S., and K. Juselius, "Identification of the long-run and the short run structure: An application to the IS-LM Model," *Journal of Econometrics*, 63, 1994, pp7-36.