

I. 산업연관분석

II. 산업연관표

III. 각종계수

- 한 나라의 국민경제에서는 재화와 서비스가 생산되고 그 생산과정에서 각 산업은 원재료의 거래관계를 토대로 직접, 간접으로 연관을 맺게 됨
- 이와 같이 생산 활동을 통하여 이루어지는 산업 간의 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석방법을 산업연관분석 또는 투입산출분석(input-output analysis)이라고 함
- 산업연관분석은 일정기간(보통 1년) 동안 한 나라에서 생산되는 모든 재화와 서비스의 산업간 거래관계를 일정한 원칙과 형식에 따라 체계적으로 기록한 종합적인 통계표인 산업연관표의 작성으로부터 출발
- 산업연관분석은 거시적 분석이 미치지 못하는 산업과 산업 간의 상호연관관계까지도 분석이 가능
 - 구체적인 경제구조를 분석하는데 유리
 - 최종수요에 의한 생산, 고용, 소득 등 국민경제에 미치는 각종 파급효과의 산업부문별 분석 가능
 - 산업구조정책방향 설정이나 조정 등에 유용한 분석도구로 활용

- 산업연관표는 한 나라 경제에 있어서 일정 기간에 이루어진 재화나 서비스의 산업 간 중간거래 및 최종거래를 일정한 형식과 원칙에 따라 기록한 종합적인 통계표를 말함
- 아래 그림은 2000년 전국의 산업연관표로 투입산출표라고 하는데 이를 통해 상품의 공급내역과 사용내역을 한 눈에 볼 수 있음
- 투입산출표의 세로 방향은 각 상품의 생산을 위해 사용한 중간재와 부가가치가 기록되어 상품별 투입구조를 보여줌
- 가로 방향은 다른 상품의 중간재로 사용되거나 최종재로 사용된 내역을 나타내는 상품별 배분구조를 보여줌
- 모든 산업은 각 산업으로부터 투입물을 구입하여 산출물을 생산하고, 이를 각 산업의 투입물 및 최종생산물로 판매
- 각 산업의 산출물 가운데 최종수요자에게 판매되지 않고 다른 산업(그 산업을 포함하여)에 판매되는 것을 중간투입물이라고 함
- 한편, 각 산업의 투입물 가운데 노동과 같이 그 산업 또는 다른 산업의 산출물이 아닌 투입물이 필요한데 이를 기초투입물이라고 함

	A	B	C	D	E	F	G
1		산출	산업간수요				
2	투입		농업	제조업	서비스업	최종수요	총산출물
3	농업		1842	25440	3167	7838	38287
4	제조업		8522	359803	114617	167051	649993
5	서비스업		4023	85978	189892	424756	704649
6	노동		23900	178772	396973		
7	총투입물		38287	649993	704649		

1. 투입계수

- 투입계수는 각 상품의 생산에 투입된 중간재와 생산요소의 가치를 총투입액(또는 총산출액)으로 나누어 산출하는데 중간투입계수 및 부가가치계수가 있음
 - 중간투입계수 = 중간재/총투입물 (이를 투입계수행렬이라고도 함)
 - 부가가치계수 = 생산요소의 가치(=부가가치)/총투입물

	A	B	C	D	E
8					
9			투입계수		
10	투입		농업	제조업	서비스업
11	농업		0.0481	0.0391	0.0045
12	제조업		0.2226	0.5535	0.1627
13	서비스업		0.1051	0.1323	0.2695
14	노동		0.6242	0.2750	0.5634
15	총투입계		1.0000	1.0000	1.0000

- $X_i(i=1,2,3)$ 를 i 산업의 총산출물, $d_i(i=1,2,3)$ 를 i 산업의 산출물에 대한 최종수요라고 하면 다음 관계가 성립

$$0.0481X_1 + 0.0391X_2 + 0.0045X_3 + d_1 = X_1$$

$$0.22226X_1 + 0.5535X_2 + 0.1627X_3 + d_2 = X_2$$

$$0.1051X_1 + 0.1323X_2 + 0.2695X_3 + d_3 = X_3$$
- 이를 행렬로 나타내면 $A X + d = X$ 또는 $A X + d = I X$ (단, I 는 항등행렬)이므로 산출량벡터 X 는 다음과 같이 구할 수 있음

$$X = (I - A)^{-1}d$$

2. 기술행렬

- 항등행렬에서 투입계수행렬을 뺀 $(I-A)$ 를 기술행렬이라고 함

	A	B	C	D	E
16					
17			기술행렬		
18	투입		농업	제조업	서비스업
19	농업		0.9519	-0.0391	-0.0045
20	제조업		-0.2226	0.4465	-0.1627
21	서비스업		-0.1051	-0.1323	0.7305

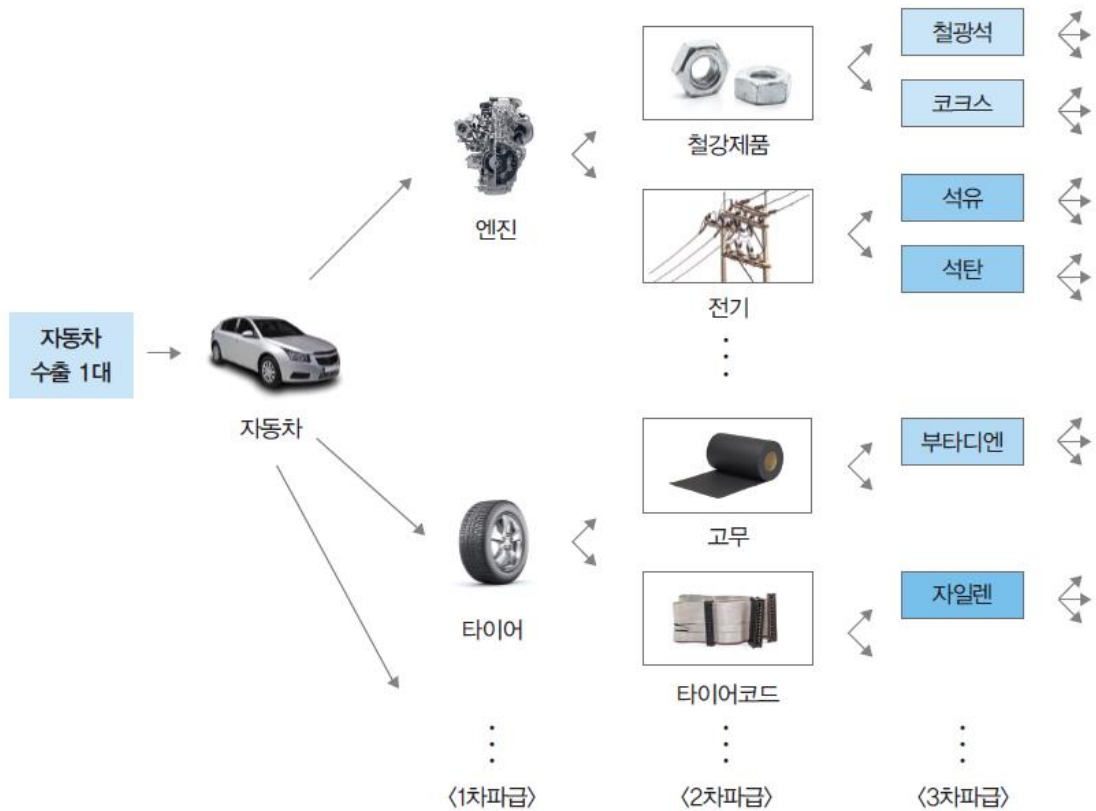
3. 생산유발계수행렬

- 기술행렬의 역행렬 즉, $(I - A)^{-1}$ 를 생산유발계수행렬 또는 레온티에프 역행렬이라고 함

	A	B	C	D	E
22					
23			생산유발계수행렬		
24	농업		1.077963	0.10328	0.029629
25	제조업		0.635867	2.459014	0.551442
26	서비스업		0.270188	0.460112	1.473008

- 생산유발계수행렬은 최종수요 1단위 증가에 따라 유발되는 직접 및 간접 생산파급효과를 합한 것

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + A^4 + \dots$$
 - I는 각 산업의 생산물에 대한 최종수요가 1단위씩 발생하였을 때 이를 충족시키기 위한 각 산업부문의 직접생산효과를 나타냄
 - A는 각 산업부문 생산물 1단위 생산에 필요한 중간재 투입액을 나타내는 1차 생산파급효과
 - A^2 는 1차 생산파급효과로 나타난 각 산업부문 생산물 생산에 필요한 중간재 투입액, 즉 2차 생산파급효과를 나타냄
 - A^3, A^4, \dots 는 각각 3차, 4차, ... 생산파급효과를 나타냄



- 생산유발계수표는 다음과 같이 해석할 수 있음

	1부문	2부문	3부문	행합계
1부문	r_{11} 1부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 직·간접적으로 필요한 1부문의 산출단위	r_{12} 2부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 간접적으로 필요한 1부문의 산출단위	r_{13} 3부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 간접적으로 필요한 1부문의 산출단위	$r_{11}+r_{12}+r_{13} : S_1$ 각 부문의 최종수요가 한 단위씩 증가하였을 때 이를 충족하기 위하여 필요한 1부문의 산출단위
2부문	r_{21} 1부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 간접적으로 필요한 2부문의 산출단위	r_{22} 2부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 직·간접적으로 필요한 2부문의 산출단위	r_{23} 3부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 간접적으로 필요한 2부문의 산출단위	$r_{21}+r_{22}+r_{23} : S_2$ 각 부문의 최종수요가 한 단위씩 증가하였을 때 이를 충족하기 위하여 필요한 2부문의 산출단위
3부문	r_{31} 1부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 간접적으로 필요한 3부문의 산출단위	r_{32} 2부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 간접적으로 필요한 3부문의 산출단위	r_{33} 3부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 직·간접적으로 필요한 3부문의 산출단위	$r_{31}+r_{32}+r_{33} : S_3$ 각 부문의 최종수요가 한 단위씩 증가하였을 때 이를 충족하기 위하여 필요한 3부문의 산출단위
열합계	$r_{11}+r_{21}+r_{31} : R_1$ 1부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 직·간접적으로 필요한 전부문의 산출단위	$r_{12}+r_{22}+r_{32} : R_2$ 2부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 직·간접적으로 필요한 전부문의 산출단위	$r_{13}+r_{23}+r_{33} : R_3$ 3부문의 최종수요 한 단위를 충족하기 위하여 직·간접적으로 필요한 전부문의 산출단위	

4. 영향력계수 및 감응도계수

- 생산유발계수를 이용하여 각 산업의 전·후방연쇄효과를 파악할 수 있는데 후방연쇄효과 정도는 영향력계수에 의해, 전방연쇄효과 정도는 감응도계수로 알 수 있음
- 영향력계수는 어떤 산업의 생산물에 대한 최종수요가 1단위 발생하였을 경우 전 산업에서 생산해야 하는 크기를 전 산업 평균에 대한 상대적 크기로 나타낸 것으로, 어느 산업의 생산에 다른 산업의 생산물이 중간재로 많이 사용되는 경우에는 영향력계수가 높아지므로 후방연쇄효과가 커지게 됨
- 감응도계수는 모든 산업의 생산물에 대하여 각각 1단위씩의 최종수요가 발생하였을 경우 어떤 산업에서 생산해야 하는 크기를 전 산업 평균에 대한 상대적인 크기로 나타낸 것인데, 어떤 산업의 생산물이 다른 산업의 생산에 중간재로 많이 사용되는 경우에는 감응도계수가 높아져 전방연쇄효과가 커지게 됨

	A	B	C	D	E	F	G
22							
23			생산유발계수행렬				
24			농업	제조업	서비스업	행합계	감응도계수
25	농업		1.077963	0.10328	0.029629	1.210871	0.514498
26	제조업		0.635867	2.459014	0.551442	3.646323	1.549319
27	서비스업		0.270188	0.460112	1.473008	2.203308	0.936183
28	열합계		1.984017	3.022406	2.054079	7.060502	3
29	영향력계수		0.843007	1.284217	0.872776	3	

I. Excel 각종 계수

II. R 각종 계수

1. 투입계수

- Excel을 이용한 투입계수 계산은 다음과 같음
 - 농업의 투입계수를 구하기 위해 C11셀에 식 =C3/C\$7을 입력하고, 다른 산업의 투입계수를 구하기 위해 C11셀을 선택하여 E11까지 복사
 - 제조업, 서비스업, 노동의 투입계수를 구하기 위해 C11셀부터 E11셀까지 선택하고, C14셀부터 E14셀까지 복사하면 아래 그림과 같이 투입계수가 계산됨

	A	B	C	D	E
8					
9			투입계수		
10	투입		농업	제조업	서비스업
11	농업		0.0481	0.0391	0.0045
12	제조업		0.2226	0.5535	0.1627
13	서비스업		0.1051	0.1323	0.2695
14	노동		0.6242	0.2750	0.5634
15	총투입계		1.0000	1.0000	1.0000

2. 기술행렬

- 항등행렬에서 투입계수행렬을 뺀 (I-A)를 기술행렬이라고 함

	A	B	C	D	E
16					
17			기술행렬		
18	투입		농업	제조업	서비스업
19	농업		0.9519	-0.0391	-0.0045
20	제조업		-0.2226	0.4465	-0.1627
21	서비스업		-0.1051	-0.1323	0.7305
--					

3. 생산유발계수행렬

- 기술행렬의 역행렬 즉, $(I - A)^{-1}$ 를 생산유발계수행렬 또는 레온티에프 역행렬이라고 함

	A	B	C	D	E
22					
23			생산유발계수행렬		
24	농업		1.077963	0.10328	0.029629
25	제조업		0.635867	2.459014	0.551442
26	서비스업		0.270188	0.460112	1.473008

- (예) (최종수요변화의 생산파급효과) 각 산업에 대한 최종수요의 변화(산업별 이전 대비 1.5배 증가)가 총 산출물의 변화에 미치는 영향을 살펴보자
 - Sheet1을 마우스 오른쪽을 클릭하여 이동/복사를 선택하면 나타나는 이동/복사 대화상자에서 복사본 만들기를 하고 확인을 누르면 Sheet1의 복사본인 Sheet1(2)가 만들어짐
 - F3셀에 식 =Sheet1!F3*1.5를 입력하고 F3셀을 클릭하여 F5까지 복사하면 새로운 총산출물이 계산됨
 - 총산출물의 변화는 농업 19143.5 증가인데 직접생산효과(=최종수요변화) 3919, 간접생산효과 15224.5
제조업 324996.5 증가인데 직접생산효과 83525.5, 간접생산효과 241471
서비스업 352324.5 증가인데 직접생산효과 212378, 간접생산효과 139946.5

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		산출	산업간수요					
2	투입		농업	제조업	서비스업	최종수요	총산출물	
3	농업		1842	25440	3167	11757	38287	
4	제조업		8522	359803	114617	250576.5	649993	
5	서비스업		4023	85978	189892	637134	704649	
6	노동		23900	178772	396973			
7	총투입물		38287	649993	704649			
8								
9			투입계수					
10	투입		농업	제조업	서비스업			
11	농업		0.0481	0.0391	0.0045			
12	제조업		0.2226	0.5535	0.1627			
13	서비스업		0.1051	0.1323	0.2695			
14	노동		0.6242	0.2750	0.5634			
15	총투입계		1.0000	1.0000	1.0000			
16								
17			기술행렬					
18	투입		농업	제조업	서비스업			
19	농업		0.9519	-0.0391	-0.0045			
20	제조업		-0.2226	0.4465	-0.1627			
21	서비스업		-0.1051	-0.1323	0.7305			
22								
23			생산유발계수행렬					
24	농업		1.077963	0.10328	0.029629		농업=	57430.5
25	제조업		0.635867	2.459014	0.551442		제조업=	974989.5
26	서비스업		0.270188	0.460112	1.473008		서비스업	1056974

user:
 농업:7838->11757
 제조업:167051->250576.5
 서비스업:424756->637134

4. 영향력계수 및 감응도계수

- 생산유발계수행렬을 이용한 영향력계수 및 감응도계수의 계산은 다음과 같음
 - 열 합계를 구하기 위해 C28셀에 식 =sum(c25:c27)을 입력하고, 동 셀을 선택하여 E28까지 복사하고, 행 합계를 구하기 위해 F25셀에 식 =sum(c25:e25)을 입력하고, 동 셀을 선택하여 F28까지 복사
 - 영향력계수를 구하기 위해 C29셀에 식 =C28/((F\$28)/3))을 입력하고, 동 셀을 선택하여 E29까지 복사
 - 감응도계수를 구하기 위해 G25셀에 식 =F25/((F\$28)/3))을 입력하고, 동 셀을 선택하여 G27까지 복사

	A	B	C	D	E	F	G
22							
23			생산유발계수행렬				
24			농업	제조업	서비스업	행합계	감응도계수
25	농업		1.077963	0.10328	0.029629	1.210871	0.514498
26	제조업		0.635867	2.459014	0.551442	3.646323	1.549319
27	서비스업		0.270188	0.460112	1.473008	2.203308	0.936183
28	열합계		1.984017	3.022406	2.054079	7.060502	3
29	영향력계수		0.843007	1.284217	0.872776	3	

- 농업은 전후방연쇄효과가 모두 작은 것으로 나타났고, 제조업은 전후방연쇄효과 모두 큰 것으로 나타났으며, 서비스업은 전방연쇄효과가 상대적으로 큰 것으로 나타남

```

b3-ch7-1.R
A<-matrix(c(1842,25440,3167,8522,359803,11
4617,4023,85978,189892), nrow=3, ncol=3, byr
ow=T)
A
d<-matrix(c(7838,167051,424756), nrow=3):d
X<-matrix(c(38287,649993,704649), nrow=3):X
IC<-matrix(data=NA, nrow=3, ncol=3, byrow=T)
for(i in 1:3) {
  for(j in 1:3) { IC[i,j]<-(A[i,j]/X[j]) } }
IC
I3<-matrix(c(1,0,0,0,1,0,0,0,1), nrow=3):I3
TM<-I3-IC;TM
PIC<-solve(TM):PIC
dd<-1.5*d
Xd<-PIC%*%dd
Xd
de<-dd-d
de
ie<-Xd-X-de
ie
(rp<-rowSums(PIC))
(cp<-colSums(PIC))
(m<-mean(rp))
(sensitivity<-rp/m)
(impact<-cp/m)
    
```

```

> A
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 1842 25440 3167
[2,] 8522 359803 114617
[3,] 4023 85978 189892

> d
  [,1]
[1,] 7838
[2,] 167051
[3,] 424756

> X
  [,1]
[1,] 38287
[2,] 649993
[3,] 704649

> IC
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.04811032 0.03913888 0.004494436
[2,] 0.22258208 0.55354904 0.162658288
[3,] 0.10507483 0.13227527 0.269484524

> TM
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 0.9518897 -0.03913888 -0.004494436
[2,] -0.2225821 0.44645096 -0.162658288
[3,] -0.1050748 -0.13227527 0.730515476

> PIC
  [,1] [,2] [,3]
[1,] 1.0779626 0.1032798 0.02962861
[2,] 0.6358669 2.4590142 0.55144199
[3,] 0.2701876 0.4601119 1.47300830

> Xd
  [,1]
[1,] 57430.5
[2,] 974989.5
[3,] 1056973.5

> de
  [,1]
[1,] 3919.0
[2,] 83525.5
[3,] 212378.0

> ie
  [,1]
[1,] 15224.5
[2,] 241471.0
[3,] 139946.5

> (sensitivity<-rp/m)
[1] 0.5144979 1.5493189 0.9361832

> (impact<-cp/m)
[1] 0.8430068 1.2842172 0.8727760
    
```