

## 산업연관표를 이용한 교통과 통신산업의 상호연관성 분석

장유경<sup>1\*</sup> · 추상호<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 홍익대학교 대학원 도시계획과, <sup>2</sup> 홍익대학교 도시공학과

### Analysing Relationships between Transportation and Communications Industries Based on Input-Output Table

CHANG, Yukyoung<sup>1\*</sup> · CHOO, Sangho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Urban Planning, Hongik University Graduate School, Seoul 121-791, Korea

<sup>2</sup> Urban Design & Planning, Hongik University, Seoul 121-791, Korea

#### Abstract

Recent development and penetrating expansion in ICT(Information and Communication Technology) has brought considerable improvements in transportation services. However, there is a controversial debate whether transportation and communications behave as substitutes or as complements to one another. On this subject, recent studies considered those two industries as services, but transportation and communications are broadly put for intermediary goods into other industries. Hence, it is essential to examine this issue from understanding their relationships to each other with respect to manufacturing and services. In this study, input-output tables of benchmark years from 1980 to 2005 have been analysed to explore the relationships between transportation and communications using Spearman's correlation analysis. The results show that both industries had complementary roles over the period, but, to some extent, changed into substitution roles in some categories.

최근 정보통신기술의 발전에 의한 교통서비스의 질적 향상에 따른 교통과 통신의 상호관계를 규명하는 연구들에 서는 주로 통행이라는 양적 교통서비스 측면에 집중하였으나, 실질적으로는 교통 및 통신부문의 전체 산출물 중 절반 이상이 타산업의 중간재로 이용되고 있다. 본 연구에서는 1980년부터 2005년까지의 6개 실측년도 산업연관표를 이용하여 우리나라의 교통 및 통신산업의 상호연관성을 교통과 통신산업 관련항목들을 제조산업 및 서비스산업으로 분류하여 두 산업의 상호관계를 분석하였다. 교통과 통신산업은 전반적으로 선진국과 유사하게 상호보완관계를 지니고 있으나, 교통과 통신산업의 세부항목들의 상관관계에서는 일부항목들이 점차 대체관계로 전환되는 경향이 있는 것으로 분석되었다.

#### Key Words

Input-Output Tables, Transportation & Communications, Spearman Correlation, Substitution & Complementarity  
산업연관표, 교통과 통신, 스피어만 상관계수, 대체 및 보완효과

\* : Corresponding Author  
laylachang0330@gmail.com, Phone: +82-2-320-1964, Fax: +82-2-336-7416

## 1. 서론

21세기 정보통신기술(Information and Communication Technology)의 발전은 소위 산업시대(Industrial Era)에서 정보화 시대(Information Age)로의 전환을 불러왔으며, 사회 전반에 변화를 일으켰다. 정보통신기술의 혁명은 노동 숙련도, 소비자 심세도, 광범위한 교육 수준을 개선하며, 기술의 사용과 생산성의 증대를 낳고 결과적으로 경제성장으로 이어진다(Quah, 2002). 따라서 이러한 정보통신기술의 확산과 경제성장의 관계는 매우 높다할 수 있다(Vu, 2011).

정보통신기술을 통한 정보 접근성 및 소통의 효율성 제고는 교통분야에서 또한 통행 감축의 기대를 낳았으며, 이에 따른 많은 공공 정책들이 시행되었다(Lee-Mokhtarian 2008). 특히 교통체계와 정보통신기술을 접목한 지능형교통체계(Intelligent Transportation Systems)라는 새로운 분야가 생겨났으며, 이를 통해 교통운영의 효율성 제고는 물론 다양한 첨단교통수단들이 개발되기 시작하였다. 또한 도로, 대중교통 등의 실시간 교통정보를 제공함으로써 이용자를 위한 교통서비스의 질을 향상시키고 있다. 하지만 정보통신과 교통의 다양한 융합에도 불구하고 도시 내 교통 혼잡은 여전히 발생하고 있어 정보통신과 교통의 상호연관성을 규명하는 것은 매우 중요한 주제라 할 수 있다.

이 같은 관점에서 교통계획 및 통행행태분야에서는 지난 수십 년간 정보통신이 통행에 미치는 영향을 규명하기 위한 연구들이 수행되어 왔으며, 이들 연구에서 정보통신이 통행을 대체(substitution)하거나 보완(complementarity)시키는 효과를 가지고 있으며, 총량적 측면에서 오히려 통행이 증가되는 경향이 있다고 분석하였다(예, Mokhtarian, 2009). 이들 연구는 주로 교통량이나 통행량 등 교통서비스 측면에 중점을 둔 반면 통신산업과 교통산업 간의 상호관계 규명은 미미하다고 할 수 있다.

교통(또는 통신) 산업에 대한 일반적인 견해는 소비자가 사용하는 최종 소비재로서 인식되고 있으나, 실질적으로 타산업의 중간재로 더 많이 이용되고 있다. 미국이나 유럽의 경우 교통산업의 2/3이상이 타산업의 중간재로 활용되고 있어 통신과 교통의 연관성을 산업측면에서 규명할 필요가 있다.

이러한 측면에서 산업연관표를 활용한 교통과 통신산업과의 연관관계를 밝히려는 시도가 있었다. Plaut

(1999)는 이스라엘, 캐나다, 미국, 유럽 등 여러 나라를 대상으로 산업연관표의 교통과 통신산업의 투입계수(direct input-output coefficients)들 간의 피어슨(Pearson) 및 스피어만(Spearman) 상관분석을 수행하였다. 분석결과 대다수의 상관계수 값이 양의 부호로 나타나 타산업에 대한 통신산업의 투입이 교통산업의 투입을 오히려 증가시키는 상호보완적 관계인 것으로 규명하였다. 이와 유사하게 Lee·Mokhtarian(2008)은 미국의 1947년~1997년간의 산업연관표의 투입 및 생산유발계수(direct & total requirement coefficients)를 이용하여 통신 및 교통산업의 상관관계를 스피어만 상관계수를 통해 규명하였다. 이 연구에서는 통신과 교통산업을 제조 및 서비스부문으로 분류하여 네 가지 조합에 따른 상관분석을 실시하였다. 분석결과 상호보완 관계가 우세한 것으로 나타났으며 일부 서비스 부문은 대체에서 보완효과로 시간에 따라 변화되는 것으로 분석되어 교통과 통신산업의 다양한 연관성을 보여주고 있다.

최근 2005년 산업연관표에 의하면 선진국과 유사하게 우리나라도 교통과 통신 산업의 산출물 중 교통제조산업에서는 82.5%, 교통서비스산업에서는 72.2%, 통신제조산업에서는 55.7%, 통신서비스산업에서는 57.7%가 타산업의 중간재로 활용되고 있다. 또한 교통과 통신산업의 상관성 또한 타 산업에 비해 매우 높은 것으로 분석되었다. 예를 들면, 2000년의 경우 27개 대분류(sector level) 산업 중 교통산업은 타 산업에 비해 통신산업과 가장 높은 상관관계( $r=0.79$ )를 보였으며, 통신산업은 교통산업과의 상관도가 세 번째로 높게 나타났다.

이처럼 두 산업 간의 연관성이 큼에도 불구하고 교통과 통신산업의 상관관계 분석에 대한 국내 연구는 지금까지 이루어진 바가 없으며, 주로 산업연관표 분석에 기초적으로 사용되는 계수들을 이용하여 통신산업이나 교통산업이 타 산업에 미치는 영향에 대한 각 분야별 연구만이 진행되었다. 산업연관표의 생산유발계수, 부가가치유발계수와 취업유발계수를 통해 통신산업이 타산업에 미치는 영향을 분석하였으며(김도환, 2007), 철도산업이 타 산업에 미치는 영향을 2003년도 산업연관표를 기준으로 403개 기본부문의 생산유발계수와 부가가치유발계수를 이용하여 분석하였다(윤재호, 2008). 더욱이 교통정책을 수립하는데 있어서도 산업적 측면보다는 서비스 측면의 효과분석에만 중점을 두고 있어 산업측면에서의 전반적인 파급효과에 대한 고려도 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라의 1980년~2005년

의 산업연관표 자료를 이용하여 교통산업과 통신산업 간의 상호연관성을 분석함으로써 두 산업 간에 미치는 영향이 대체관계인지 보완관계인지를 규명하고자 한다. 이를 위해 비모수(non-parametric) 통계분석기법인 스피어만 상관분석을 이용하였다

## II. 산업연관표의 자료 특성

### 1. 산업연관표의 구성 및 계수<sup>1)</sup>

산업연관표는 일정기간(통상 1년) 동안 한나라에서 생산되는 모든 재화와 서비스의 산업간 거래를 일정한 형식에 따라 나타내는 통계표로, 본 연구에서 살펴보고자 하는 각 산업의 생산물이 다른 산업의 중간재로 활용되는 부분을 내생부문( $X_{ij}$ )이라 하며, 열은 각 산업부문의 비용구성, 즉 투입구조를 나타내고 행은 각 산업의 생산물 판매, 즉 배분구조를 나타낸다(〈Figure 1〉 참고).

국내 산업연관표는 한국은행 경제통계시스템 ECOS 사이트<sup>2)</sup>에서 이용이 가능하다. 산업연관표는 일반적으로 5년 단위로 품목별 표본조사를 통해 작성되는 실측표와 이를 기준으로 1~3년 단위로 갱신하는 연장표로 나뉘며, 본 연구에서는 실제조사를 토대로 작성되는 실측표를 기준으로 분석하고자 한다.

산업들 간의 영향을 분석하기 위하여 다양한 계수<sup>3)</sup>를 산출하여 사용할 수 있는데, 대표적으로 투입계수(direct requirement coefficient)와 생산유발계수(total requirement coefficient)가 있다. 전자는 한 산업(산업연관표의 열)에 직접적으로 투입되는 산업(산

업연관표의 행)의 재화와 서비스에 대한 총 투입액의 비를 나타내는 값이다. 투입계수 행렬은 특정 산업의 수요 변화가 타 산업에 미치는 영향을 전적으로 나타내지는 못한다. 왜냐하면 투입계수 행렬이 보여주듯이 산업과 산업 사이에는 상호의존관계가 반복적으로 존재하기 때문이다. 이러한 투입계수들이 산업들 간에 직·간접적으로 일으키는 효과를 무한등비급수의 형태로 계산한 값이 후자에 해당하는 생산유발계수이다. 이 생산유발계수는 특정 산업의 최종수요 1단위의 변화가 타 산업에 미치는 종합적인 유발효과를 의미한다.

〈Figure 1〉의 산업연관표로부터 투입계수  $a_{ij}$ 는 식(1)로 계산된다.

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i}, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

산업연관표의 행벡터  $X_i$ 를 수식으로 정리하면 식(2)와 식(3)과 같다.

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i - M_i \quad (2)$$

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + (Y_i - M_i) \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_j \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Y_1 - M_1 \\ Y_2 - M_2 \\ \vdots \\ Y_i - M_i \\ \vdots \\ Y_n - M_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

이를 정리하면 식(5)를 도출할 수 있다.

$$X = (I - A)^{-1} (Y - M) \quad (5)$$

이때  $(I - A)$ 의 역행렬을 생산유발계수 행렬이라 하며 식(6)과 같이 나타낸다.

	Intermediate					Final demands					Total output	
	1	2	...	j	...	n	Final consumption expenditure	Gross fixed capital formation	Change in inventories	Exports		Imports
Intermediate	1	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1j}$	...	$X_{1n}$	$Y_1$			$M_1$	$X_1$
	2	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2j}$	...	$X_{2n}$	$Y_2$			$M_2$	$X_2$
	...	...	...	...	...	...	...	...			...	...
	i	$X_{i1}$	$X_{i2}$	...	$X_{ij}$	...	$X_{in}$	$Y_i$			$M_i$	$X_i$
	n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	...	$X_{nj}$	...	$X_{nn}$	$Y_n$			$M_n$	$X_n$
Value added	$V_1 V_2 \dots V_j \dots V_n$											
Industry output	$X_1 X_2 \dots X_j \dots X_n$											

〈Figure 1〉 Structure of an Input-Output Table

1) 『산업연관분석해설』 (한국은행, 2007)에서 발췌하여 정리  
 2) <http://ecos.bok.or.kr/>  
 3) 산업연관표에서 분석에 사용되는 계수들로 최종수요유발효과 분석에 사용되는 생산유발계수, 부가가치유발계수, 수입유발계수, 노동유발효과 분석에 사용되는 노동계수(취업유발계수/고용유발계수), 물가과급효과 분석에 사용되는 물량투입계수 등이 있음(한국은행, 2007)

$$(I - A)^{-1} = A = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1j} & \dots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2j} & \dots & \lambda_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \lambda_{i1} & \lambda_{i2} & \dots & \lambda_{ij} & \dots & \lambda_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} & \dots & \lambda_{nj} & \dots & \lambda_{nn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

일반적으로 무한등비급수에서  $0 < a < 1$ 일 경우  $(1-a)$ 의 역수를  $(1-a)^{-1} = \frac{1}{1-a} = 1+a+a^2+a^3+\dots$ 로 표현할 수 있듯이, 생산유발계수행렬은  $(I-A)^{-1} = I+A+A^2+A^3+\dots$ 로 표현될 수 있다. 이 식의 우변에서 단위행렬  $I$ 는 각 산업부문 생산물에 대한 최종수요가 한 단위씩 발생하였을 때 이를 충족시키기 위한 각 산업부문의 직접생산효과가 되고,  $A$ 는 각 산업부문 생산물 한 단위 생산에 필요한 중간재 투입액, 즉 1차 생산과급효과가 된다.  $A^n$ 은  $(n-1)$ 차 생산과급효과로 나타난  $n$ 차 생산과급효과가 되므로  $(I-A)^{-1}$ 은 최종수요 한 단위 증가에 따라 유발되는 직·간접 생산과급효과를 의미하게 된다. 본 연구에서는 선행연구와 마찬가지로 통신과 교통산업의 직·간접적인 영향관계를 분석하기 위해 투입계수와 생산유발계수 모두를 상호연관성분석의 자료로 이용하였다.

## 2. 산업연관표의 분류방법

산업연관표는 우리나라의 산업을 일정한 기준으로 분류하여 산업 간의 재화와 서비스의 흐름을 나타내는 표로서, 1960년도부터 발행되기 시작하여 현재 2005년까지 제공되고 있다(실측표 기준). 지난 40여 년간 우리나라의 산업은 급속도로 발달하여 생산하는 품목의 종류도 다양해졌으며, 이는 <Table 1>의 산업분류의 연도별 항목 개수의 변화만 보아도 알 수 있다.

이와 같이 산업의 성장에 따라 새롭게 산업항목이 추가되거나 기존 항목에서 분리된 항목들은 산업연관표의

<Table 1> The Number of Industries at Classification Levels on Input-Output Table (Benchmark Year)

benchmark year	1980	1985	1990	1995	2000	2005
level	sector	19	20	26	28	28
	summary	64	65	75	77	77
	detailed	162	161	163	168	168
	industry	396	402	405	402	404

연결표4)에서 일관된 항목으로 산업분류를 확인할 수 있다. 본 연구에서는 항목의 일관성을 유지하기 위해, 연결표 상에서 교통과 통신부문의 산업분류가 동일하게 적용 가능한 1980년 이후의 실측년도 자료를 사용하였다. 교통과 통신산업을 다시 제조산업과 서비스산업으로 구분하였으며, 각 부문에 해당하는 중분류 및 소분류 항목들을 정리하면 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Industry Classification of Transportation and Communications

level	sector	summary	detailed
Transportation	Transportation Manufacturing (TM)	motor vehicles	motor vehicles
			motor vehicle engines and parts
			trailers and containers
		ships and boats	ships and boats
		transport equipment n.e.c.	railroad cars
			aircrafts
	transport equipment n.e.c.		
	Transportation Services (TS)	land transport	rail transport
			road transport
			delivery services (except post)
water and air transport		water transport	
		air transport	
storage, supporting and auxiliary transport activities		supporting and auxiliary transport activities	
		loading	
		storage	
supporting and auxiliary transport activities n.e.c.	supporting and auxiliary transport activities n.e.c.		
Communications	radio, television and communication equipment	communication and broadcast equipment	communication and broadcast equipment
		communications and broadcast	post and telephone
Communications Services (CS)	communications and broadcast	communications	value added and information services
		broadcast	broadcast

Note: Since radio, television and communication equipment in 1980 is not subclassified, CM for 1980 includes radio and television as well as communication and broadcast equipment.

4) 한국은행은 분석의 편의를 위해 3개 실측년도(benchmark year, 예: 1995, 2000, 2005)를 최근년도(2005) 기준과 동일한 항목으로 재구성하여 기타년도(1995와 2000)의 산업연관표를 연결표로 정의하여 제공하고 있음

본 연구에서는 기술의 편의상 교통제조산업(transportation manufacturing)을 TM, 교통서비스산업(transportation services)을 TS, 전 교통산업(all transportation)을 AT, 통신제조산업(communication manufacturing)을 CM, 통신서비스산업(communication services)을 CS, 전 통신산업(all communications)을 AC로 표기하였다.

### III. 교통과 통신산업의 상호연관성 분석

#### 1. 분석방법

교통과 통신산업의 상호연관성 분석을 위해 생산자가 격<sup>5)</sup> 기준의 산업연관표에서 교통산업과 통신산업에 해당하는 항목을 구분하고, 이들 항목의 타 산업에 대한 투입계수와 생산유발계수를 산출하였다. 여기서 투입계수는 각 산업에 교통과 통신부문의 재화와 서비스가 중간재로 직접 투입되는 정도를 나타내는 지표이며, 생산유발계수는 생산과급효과를 포함한 총투입도를 나타내는 지표이다. 이들 두 가지 계수들은 서로 다른 특성을 지니고 있기 때문에, 본 연구에서는 두 가지 계수를 모두 이용하여 분석하였다.

교통과 통신산업의 연관성을 분석하기 위해 각 산업별로 투입되는 교통과 통신의 계수들을 토대로 스피어만(Spearman) 순위상관분석을 실시하였다. 이는 투입계수나 생산유발계수의 분포를 알 수 없기 때문에, 통상적으로 정규분포를 가정하는 피어슨(Pearson) 상관계수보다는 특정 분포를 가정하지 않는 비모수 통계치인 스피어만 순위상관계수를 산출하는 것이 보다 타당하다고 판단하였다. 실제로 자료의 개수가 50개를 초과할 때 정규분포를 이루는지를 판단할 수 있는 콜모고로브-스미르노브(Kolmogorov-Smirnov) 정규성 검정을 수행한 결과 모든 항목에서 유의확률이 0.05 미만으로 투입계수와 생산유발계수 모두 정규분포를 이룬다고 할 수 없으며, 비모수 검정인 스피어만 상관분석을 실시하는 것이 타당한 것으로 나타났다. 또한 스피어만 상관분석은 주로 자료의 이상치가 있거나 크기가 매우 작을 때 유용하므로, 크기가 1보다 작고 산업 간의 특성상 일정 수 이상을 넘지 못하는 투입계수와 생산유발계수 분석에 활용하기에 적절하다고 판단되었다.

스피어만 순위상관계수( $r_{rank}$ )는 피어슨 상관계수( $r$ )와 달리 두 변수들의 순위값을 기준으로 산정한다. 먼저 각 변수들의 값을 오름차순으로 정렬한 후 순위를 매긴 후 그 순위값을 대상으로 식(7)에 의해 상관계수 값을 계산한다(Chen · Popovich, 2002).

$$r_{rank} = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n} \quad (7)$$

여기서  $d$ 는 두 변수의 순위 값의 차이를 의미하며,  $n$ 은 표본수이다. 통계적 검증은 식(8)의 자유도 ( $n-2$ )의  $t$  통계량을 기준으로 수행하며, 표본이 클 경우  $z$ (표준 정규분포) 통계 검증을 수행한다.

$$t = \frac{r_{rank}}{\sqrt{(1-r_{rank}^2)/(n-2)}} \quad (8)$$

스피어만 상관계수의 부호는 독립변수  $x$ 와 종속변수  $y$  간의 연관성의 방향을 나타낸다.  $x$ 가 증가할 때  $y$ 가 증가하는 경향을 보이면 스피어만 상관계수는 양(+ )이고,  $x$ 가 증가할 때  $y$ 가 감소하는 경향을 보인다면 스피어만 상관계수는 음(-)이다. 그리고 스피어만 상관계수가 0일 때,  $x$ 가 증가하거나 감소하는 것에 대해  $y$ 가 아무런 경향을 띄지 않으며,  $x$ 와  $y$ 가 완벽하게 단조증감할 때 상관계수는 1 또는 -1이 된다.

본 연구에서는 <Figure 2>와 <Figure 3>과 같이 각 산업에 투입되는 교통과 통신산업분야의 투입계수들의 쌍( $a_{ij}, a_{cj}$ )과 생산유발계수들의 쌍( $\lambda_{ij}, \lambda_{cj}$ )의 값을 기준으로 상관계수를 산정하였다.

행렬에서 교통과 통신산업 분야의 행을 한 쌍으로 상관분석함으로써, 두 산업이 타 산업에 중간재로서 투입될 때 어떠한 관계를 갖는지 분석할 수 있다. 스피어만 상관계수가 양의 부호(+ )를 나타낼 때, 일반적으로 교통(또는 통신)산업의 투입이 증가할수록 통신(또는 교통)산업의 투입이 증가한다는 의미이므로 상호보완적인 관계(complementarity)라고 할 수 있다. 반대로 음의 부호(-)를 나타낸다면, 교통(또는 통신)산업의 투입이 증가할수록 통신(또는 교통)산업의 투입이 감소한다는 의미이므로 대체관계(substitution)라고 할 수 있겠다.

6개 실측연도(1980~2005년)에 대해 먼저 교통과

5) 생산자가격은 구매자가격에서 유통마진을 제외한 것으로 산업 간의 투입산출을 분석하는데 보다 안정적임

Direct Coefficient Matrix(A)

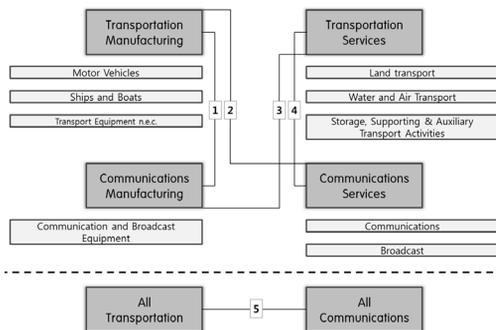
	1	2	3	...	j	...	n
1							
2							
3	Transportation						
⋮	$a_{t1}$	$a_{t2}$	$a_{t3}$	...	$a_{tj}$	...	$a_{tn}$
i	Communications						
⋮	$a_{c1}$	$a_{c2}$	$a_{c3}$	...	$a_{cj}$	...	$a_{cn}$
n							

<Figure 2> Direct Coefficient Matrix Form

Total Coefficient Matrix( $\lambda$ )

	1	2	3	...	j	...	n
1							
2							
3	Transportation						
⋮	$\lambda_{t1}$	$\lambda_{t2}$	$\lambda_{t3}$	...	$\lambda_{tj}$	...	$a_{tn}$
i	Communications						
⋮	$\lambda_{c1}$	$\lambda_{c2}$	$\lambda_{c3}$	...	$\lambda_{cj}$	...	$a_{cn}$
n							

<Figure 3> Total Coefficient Matrix Form



<Figure 4> Transportation and Communication Pairs for Correlation Analysis

통신 관련분야의 산업을 대분류 차원(sector level)의 제조산업 및 서비스산업으로 구분하여 이들 쌍(총 5쌍)의 상관계수를 구하여 분석하고, 더 나아가 세목의 영향을 알아보기 위해 중분류 수준(summary level)으로 세분하여 각 쌍(총 18쌍)의 상관계수 값을 산출하여 시계열로 비교하였다.

## 2. 분석결과

먼저 교통과 통신을 <Table 2>의 대분류로 구분하여 1980년~2005년간의 실측연도별 투입계수와 생산유발계수를 기준으로 각각의 스피어만 상관계수를 분석하였다. <Table 3>의 투입계수들의 상관성을 보면, 전반적으로 교통과 통신산업들 간의 상관계수가 대부분 양(+)의 부호로 나타나 두 산업이 상호보완적인 관계임을 알 수 있다. 즉 타산업에 통신(교통)부분의 투입이 증가하면 교통(통신)부분의 투입도 증가되는 것을 의미한다. 이는 Lee·Mokhtarian(2008)의 연구에서 미국의 교통서비스와 통신산업의 상관계수를 제외한 나머지 상관계수가 양(+)의 부호를 보인 것과 유사하다. 특히 미국의 경우 교통과 통신의 제조산업 상관계수가 양(+)의 부호로 가장 크게 나타나고 있는 반면, 국내의 경우 교통제조산업(자동차 등 수송장비산업)과 통신서비스산업 간의 양의 상관계수 값이 가장 크게 나타나 두 분야의 상호연관성이 여타 교통 및 통신 분야에 비해 높은 것을 알 수 있다. 이는 미국의 선행연구의 분석기간이 1997년에 그치고 있으며, 최근 인터넷, 핸드폰, GPS 등 ICT의 발전과 국내 통신서비스 이용률이 높은 현실을 비추어볼 때 교통제조산업과 통신서비스산업 간의 연관성이 두드러지는 것으로 보인다(예를 들어, 인구 100인당 휴대폰 가입자 수(2010 기준) 한국 105, 미국 90, UN(2011)). 그러나 반대의 경우인 교통서비스산업과 통신제조산업의 상관계수는 2005년(음의 부호로 대체관계)을 제외하고 모든 년도에서 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타나 두 부문 간의 연관성은 없는 것으로 분석되었다. 마찬가지로 미국의 경우에도, 교통서비스산업과 통신산업과의 관계가 음(-)의 부호로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않아 교통제조산업과 통신산업 간의 관계와 달리 연관성이 없는 것으로 보인다. 흥미로운 사실은 전체 교통산업과 통신산업은 강한 상호보완관계를 보이다가 2005년의 경우 연관성이 없는 것으로 나타나 정확한 변화추이를 분석하기 위해서는 향후 시계열 자료를 추가하여 분석할 필요가 있을 것이다.

<Table 4>의 생산유발계수 기준 상관계수를 보면, 대체로 투입계수에 비해 상관계수 값이 큰데 이는 산업 간의 직·간접적인 효과를 모두 반영한 것이기 때문으로 사료되며, 모든 생산유발계수 상관계수가 양(+)의 부호로 나타난 미국의 선행연구 사례와 유사하게 대부분이 양(+)의 부호로 나타나 두 산업이 상호보완 관계에 있음

을 알 수 있다. 그러나 생산유발계수 기준의 경우, 선행 연구의 유사분석기간(1982-1997) 동안 미국의 교통과 통신 서비스산업의 상관계수를 제외한 나머지 상관계수가 증가하고 있는 반면, 국내의 생산유발계수 기준 상관계수는 투입계수 기준 상관계수와 마찬가지로 값들이 과거에 비해 점차 작아지고 있으며, 특히 교통제조산업과 통신서비스산업, 교통서비스와 통신제조산업의 상관관계는 과거 양의 부호로 상호보완관계가 강하게 나타났으나 최근 연도에 가까울수록 상관성은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 이는 교통산업과 통신산업 간의 상호연관성이 점차 약해지고 있음을 시사하고 있다.

다음으로 보다 세부적인 항목 비교를 위해 <Table 2>의 중분류를 기준으로 교통과 통신의 상관계수를 분석하

였다. <Table 5>의 투입계수의 상관분석 결과를 보면 교통과 통신산업의 세부 항목에 따라 대체효과 또는 상호보완효과가 나타나고 있음을 알 수 있다. 먼저 수상 및 항공운송 서비스(water and air transport)와 통신제조는 물론 통신서비스 간에도 상호보완관계가 있는 것으로 분석되었다. 유사하게 자동차 제조(motor vehicles)와 통신 서비스(communications) 또한 강한 보완효과를 나타내고 있다. 반면 보관 및 운수관련 서비스(storage, supporting and auxiliary transport activities)는 통신제조 및 방송 서비스(broadcast)에 대해서 대체효과가 큰 것으로 나타났으며, 유사하게 선박 제조(ships and boats)와 방송서비스와도 대체관계로 나타났다.

<Table 6>의 생산유발계수의 상관분석 결과는 대부분 류 상의 분석에서와 마찬가지로, 생산유발계수에는 직접적인 효과뿐만 아니라 간접적인 효과를 포함하므로 전반적으로 투입계수보다 상관계수 값이 크게 나타났다. 일부 년도의 항목을 제외하고 대체적으로 양(+)의 부호를 나타내어, 거의 모든 항목에서 교통과 통신산업이 상호보완적인 관계에 있음을 보여주고 있다. 그러나 투입계수 기준 분석에서 모든 통신산업과의 관계가 대체관계로 나타났던 보관 및 운수관련 서비스는 통신 및 방송기기(communication and broadcast equipment)와의 상관계수가 양(+)의 부호로 전환되고 있는 것으로 나타났다. 선박 제조와 방송 서비스 또한 6개 연도에 걸쳐 투입계수기준 대체관계와 다르게 상호보완적인 관계를 보이고 있다. 자동차 제조와 육상운송 서비스(land transport)는 방송 서비스와의 상관계수가 양(+)의 부호로 상호보완적 관계로 나타난 반면, 육상운송 서비스는 통신 및 방송기기와의 상관성이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 수상 및 항공운송 서비스와 통신산업과의 관계는 투입계수 기준의 결과와 마찬가지로 상호보완적인 관계로 나타났다. 기타수송기계 제조(transport equipment n.e.c.)와 통신산업의 상관계수는 부호가 양(+)에서 음(-)으로 전환되어 상호보완에서 대체관계로 전환된 것으로 나타났으나, 통계적 유의도가 점차 낮아지는 것을 알 수 있다.

종합적으로 교통제조산업과 통신제조산업, 교통서비스산업과 통신서비스산업의 관계는 6개 연도에서 상호보완적인 관계를 지니고 있음을 보여주고 있다. 이는 미국을 대상으로 한 선행연구(Lee-Mokhtarian, 2008)의 결과와 유사하다. 반면에, 교통제조산업과 통신서비

<Table 3> Spearman Correlation Coefficients (Sector Level, Direct Coefficient)

	TM↔CM	TM↔CS	TS↔CM	TS↔CS	AT↔AC
'80	0.352** (n=70)	0.510** (n=70)	0.140 (n=72)	0.342** (n=72)	0.408** (n=70)
'85	0.099 (n=73)	0.518** (n=74)	0.076 (n=75)	0.266** (n=75)	0.418** (n=73)
'90	0.389** (n=74)	0.491** (n=74)	0.093 (n=75)	0.255** (n=75)	0.425** (n=73)
'95	0.282** (n=74)	0.303** (n=74)	0.050 (n=74)	0.294** (n=74)	0.406** (n=72)
'00	0.278** (n=74)	0.417** (n=74)	-0.052 (n=74)	0.339** (n=74)	0.329** (n=72)
'05	0.290** (n=74)	0.379** (n=74)	-0.211* (n=74)	0.078 (n=74)	0.067 (n=72)

Note: \* P-value < 0.1, \*\* P-value < 0.05. Figures in the shadowed boxes are not statistically significant.

<Table 4> Spearman Correlation Coefficients (Sector Level, Total Coefficient)

	TM↔CM	TM↔CS	TS↔CM	TS↔CS	AT↔AC
'80	0.506** n=72	0.408** n=72	0.407** n=72	0.417** n=72	0.664** (n=70)
'85	0.348** (n=75)	0.265** (n=75)	0.330** (n=75)	0.277** (n=75)	0.297** (n=73)
'90	0.323** (n=75)	0.215* (n=75)	0.270** (n=75)	0.253** (n=75)	0.381** (n=73)
'95	0.323** (n=74)	0.147 (n=74)	0.113 (n=74)	0.444** (n=74)	0.452** (n=72)
'00	0.146 (n=74)	0.001 (n=74)	0.014 (n=74)	0.336** (n=74)	0.305** (n=72)
'05	0.095 (n=74)	-0.085 (n=74)	0.020 (n=74)	0.175 (n=74)	0.259** (n=72)

Note: \* P-value < 0.1, \*\* P-value < 0.05. Figures in the shadowed boxes are not statistically significant.

<Table 5> Spearman Correlation Coefficients (Summary Level, Direct Coefficient)

	industry	CM	CS		
		communication and broadcast equipment	communications	broadcast	
1980	TM	motor vehicles	0.146 (n=77)	0.474** (n=76)	0.277** (n=74)
		ships and boats	0.173 (n=71)	0.239** (n=75)	-0.389 (n=10)
		transport equipment n.e.c.	-0.030 (n=77)	-0.074 (n=76)	-0.052 (n=60)
	TS	land transport	0.142 (n=78)	0.312** (n=78)	0.028 (n=78)
		water and air transport	0.294** (n=78)	0.518** (n=78)	0.182** (n=78)
		transport activities n.e.c.	0.042 (n=78)	0.042 (n=78)	-0.157 (n=78)
1985	TM	motor vehicles	0.071 (n=78)	0.444** (n=78)	0.093 (n=78)
		ships and boats	0.235** (n=77)	0.098 (n=77)	-0.298 (n=14)
		transport equipment n.e.c.	1 0.087 (n=78)	0.320** (n=78)	0.010 (n=79)
	TS	land transport	-0.006 (n=80)	0.276** (n=80)	-0.069 (n=80)
		water and air transport	0.360** (n=80)	0.447** (n=80)	0.011 (n=80)
		transport activities n.e.c.	-0.106 (n=80)	-0.119 (n=80)	-0.231** (n=80)
1990	TM	motor vehicles	0.295** (n=78)	0.387** (n=78)	0.093 (n=78)
		ships and boats	0.383** (n=78)	0.110 (n=78)	-0.623* (n=9)
		transport equipment n.e.c.	0.223** (n=79)	0.181 (n=79)	-0.111 (n=60)
	TS	land transport	-0.017 (n=80)	0.155 (n=80)	0.008 (n=80)
		water and air transport	0.370** (n=80)	0.551** (n=80)	0.201* (n=80)
		transport activities n.e.c.	-0.093 (n=80)	-0.018 (n=80)	-0.226** (n=80)
1995	TM	motor vehicles	0.163 (n=79)	0.264** (n=79)	-0.097 (n=79)
		ships and boats	0.319** (n=79)	0.191* (n=79)	-0.666** (n=22)
		transport equipment n.e.c.	0.268** (n=79)	0.172 (n=79)	-0.135 (n=76)
	TS	land transport	-0.070 (n=79)	0.177 (n=79)	0.126 (n=79)
		water and air transport	0.314** (n=79)	0.440** (n=79)	0.256** (n=79)
		transport activities n.e.c.	-0.270** (n=79)	-0.080 (n=79)	-0.185 (n=79)
2000	TM	motor vehicles	0.186* (n=79)	0.411** (n=79)	-0.095 (n=79)
		ships and boats	0.429** (n=78)	0.178 (n=79)	-0.678** (n=21)
		transport equipment n.e.c.	0.378** (n=78)	0.317** (n=79)	-0.050 (n=67)
	TS	land transport	-0.087 (n=79)	0.252** (n=79)	0.057 (n=79)
		water and air transport	0.311** (n=79)	0.433** (n=79)	0.269** (n=79)
		transport activities n.e.c.	-0.416** (n=79)	-0.055 (n=79)	-0.037 (n=79)
2005	TM	motor vehicles	0.158 (n=79)	0.311** (n=79)	0.054 (n=79)
		ships and boats	0.431** (n=78)	0.257** (n=79)	-0.747** (n=20)
		transport equipment n.e.c.	0.321** (n=79)	0.231** (n=79)	-0.008 (n=67)
	TS	land transport	-0.328** (n=79)	0.094 (n=79)	-0.077 (n=79)
		water and air transport	0.324** (n=79)	0.453** (n=79)	0.226** (n=79)
		transport activities n.e.c.	-0.308** (n=79)	-0.123 (n=79)	-0.194* (n=79)

Note: \* P-value < 0.1, \*\* P-value < 0.05. Figures in the shadowed boxes are not statistically significant.

<Table 6> Spearman Correlation Coefficients (Summary Level, Total Coefficient)

	industry	CM	CS		
		communication and broadcast equipment	communications	broadcast	
1980	TM	motor vehicles	0.449** (n=77)	0.368** (n=77)	0.471** (n=77)
		ships and boats	0.346** (n=77)	0.358** (n=77)	0.365** (n=77)
		transport equipment n.e.c.	0.479** (n=77)	0.409** (n=77)	0.367** (n=77)
	TS	land transport	0.353** (n=77)	0.313** (n=77)	0.421** (n=77)
		water and air transport	0.327** (n=77)	0.563** (n=77)	0.383** (n=77)
		transport activities n.e.c.	0.353** (n=77)	0.316** (n=77)	0.327** (n=77)
1985	TM	motor vehicles	0.249** (n=80)	0.235** (n=80)	0.271** (n=80)
		ships and boats	0.466** (n=80)	0.432** (n=80)	0.535** (n=80)
		transport equipment n.e.c.	0.384** (n=80)	0.316** (n=80)	-0.030 (n=80)
	TS	land transport	0.185 (n=80)	0.170 (n=80)	0.198* (n=80)
		water and air transport	0.352** (n=80)	0.313** (n=80)	0.053 (n=80)
		transport activities n.e.c.	0.176 (n=80)	0.103 (n=80)	0.110 (n=80)
1990	TM	motor vehicles	0.210* (n=80)	0.177 (n=80)	0.279** (n=80)
		ships and boats	0.466** (n=80)	0.543** (n=80)	0.440** (n=80)
		transport equipment n.e.c.	0.396** (n=80)	0.270** (n=80)	0.020 (n=80)
	TS	land transport	0.116 (n=80)	0.146 (n=80)	0.253** (n=80)
		water and air transport	0.482** (n=80)	0.642** (n=80)	0.385** (n=80)
		transport activities n.e.c.	0.167 (n=80)	0.175 (n=80)	0.193* (n=80)
1995	TM	motor vehicles	0.199* (n=79)	0.132 (n=79)	0.288** (n=79)
		ships and boats	0.362** (n=79)	0.250** (n=79)	0.290** (n=79)
		transport equipment n.e.c.	0.281** (n=79)	0.045 (n=79)	0.276** (n=79)
	TS	land transport	-0.037 (n=79)	0.239** (n=79)	0.447** (n=79)
		water and air transport	0.307** (n=79)	0.550** (n=79)	0.593** (n=79)
		transport activities n.e.c.	0.000 (n=79)	0.252** (n=79)	0.305** (n=79)
2000	TM	motor vehicles	0.080 (n=79)	0.059 (n=79)	0.357** (n=79)
		ships and boats	0.244** (n=79)	0.226** (n=79)	0.307** (n=79)
		transport equipment n.e.c.	0.159 (n=79)	-0.067 (n=79)	0.316** (n=79)
	TS	land transport	0.010 (n=79)	0.312** (n=79)	0.476** (n=79)
		water and air transport	0.293** (n=79)	0.483** (n=79)	0.653** (n=79)
		transport activities n.e.c.	-0.057 (n=79)	0.180 (n=79)	0.387** (n=79)
2005	TM	motor vehicles	0.028 (n=79)	0.079 (n=79)	0.310** (n=79)
		ships and boats	0.352** (n=79)	0.200* (n=79)	0.353** (n=79)
		transport equipment n.e.c.	-0.046 (n=79)	-0.185 (n=79)	0.150 (n=79)
	TS	land transport	-0.023 (n=79)	0.137 (n=79)	0.351** (n=79)
		water and air transport	0.413** (n=79)	0.503** (n=79)	0.598** (n=79)
		transport activities n.e.c.	-0.011 (n=79)	0.156 (n=79)	0.238** (n=79)

Note: \* P-value < 0.1, \*\* P-value < 0.05. Figures in the shadowed boxes are not statistically significant.

스산업은 투입계수에 의한 상관관계는 상호보완적인 관계이지만, 생산유발계수에 의한 상관관계는 유의수준은 떨어지나 상호대체적인 관계로 전환될 수 있음을 보여준다. 이는 총효과측면에서 타 산업에 대해 이들 두 산업들이 대체재로 투입되고 있음을 의미한다. 유사하게 교통 서비스산업과 통신제조산업은 투입계수에 의한 방법에서 상호대체적인 관계로 변화하는 것을 발견할 수 있다. 이러한 교통과 통신산업의 제조산업분야와 서비스산업분야 간의 상호관계 변화는 향후 대체효과가 발생할 수 있음을 시사하고 있다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 산업측면에서 교통과 통신의 상호관계를 규명하기 위해 1980년~2005년까지 6개 실측년도의 산업연관표의 투입계수(직접적 효과)와 생산유발계수(직·간접적 효과)들 간의 스피어만 상관분석을 수행하였다. 스피어만 상관분석은 정규분포를 이루지 않는 비교적 작은 수치의 통계적 분석으로 각각의 수치들을 순위에 따라 분석함으로써 보다 유의한 결과를 도출해 낼 수 있는 장점을 가지고 있다.

교통과 통신산업의 상관분석결과, 선진국들의 기존 연구와 유사하게 전반적으로 타 산업에 대한 교통과 통신산업의 투입측면에서 상호보완적인 관계에 있다는 결과가 도출되었다. 그러나 Plaut(1999)의 연구의 경우 단일년도만을 분석의 대상으로 하고 있어 비교가 어려우며, Lee·Mokhtarian(2008) 연구의 경우, 유사분석기간(1982-1997년) 동안에는 마찬가지로 대부분 상호보완관계를 나타내고 있으나 과거(1947-1977년)부터 대체관계에서 상호보완관계로 전환되어 온 점에서 차이가 있다. 이는 추후 분석을 통해 비교하여야 할 것이다. 흥미로운 점은 미국의 경우 교통서비스산업과 통신산업이 1987년을 제외하고 지속적인 상호대체관계를 보인 반면, 국내의 경우 교통과 통신산업의 제조분야와 서비스분야 간에 있어서는 상호보완관계에서 상호대체관계로 전환될 수 있는 가능성을 보인다는 것이다. 다시 말하면 과거에는 상호보완적인 관계가 높은 산업들이었다고 한다면, 최근 통신산업의 비약적인 발전으로 인해 통신(교통)제조와 교통(통신)서비스간의 상호대체적인 관계로 변화할 수 있음을 시사하고 있다. 이 결과는 기존의 통행측면의 교통과 통신의 연관성 분석과는 다른 경향을 나타내고 있어 산업적 측면과 활동(서비스)측면의 효과가

차이가 있음을 시사하고 있다.

한편 본 연구에서 사용한 산업연관표는 산업 간의 제 화와 서비스 흐름을 화폐가치로 나타내는 총량적인 자료이며, 자료특성상 해당산업들의 세부적인 항목(품목)간의 상호연관성을 해석하는 데는 근본적인 한계가 있다. 또한 산업연관표가 5년 단위로 제공되고 있어 현재까지의 시계열 자료수도 충분치 않아 시간에 따른 명확한 인과관계를 도출하는 데도 한계가 있다고 할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 2010년 이후의 산업연관표 자료를 추가하는 등 지속적으로 시계열 자료의 수를 증가시켜 상호연관성 분석을 수행해야 할 것이다. 또한 총량적인 자료의 한계를 극복하기 위해 산업체 조사를 통해 세부적인 산업별 항목에 대한 자료를 구축하여 보다 미시적인 측면의 교통과 통신산업의 상관관계를 분석할 필요가 있다. 즉 산업의 입출력과 관련된 보다 세분화된 교통과 통신의 자료를 이용한 구조방정식 모형을 개발함으로써, 다양한 사회경제적 요인과 두 산업 간의 인과관계를 규명해야 할 것이다.

끝으로 본 연구는 교통과 통신산업의 생산물 중 절반 이상이 타산업의 중간재로 활용되고 있는 상황에서 국내 두 산업 간의 상호연관성을 규명한 최초의 연구라는 점에서 그 의미가 크다고 할 수 있다. 또한 교통정책을 수립함에 있어서 정보통신의 활용이 교통수요를 줄이기보다는 적어도 산업부문에 있어서는 반대로 수요를 창출한다는 점을 인지해야 할 것이다. 그리고 정보통신을 활용한 교통정책 수립 시 교통과 통신의 산업적 측면에서의 상호연관성도 고려해야 할 것이다.

알림 : 본 논문은 대한교통학회 제64회 학술발표회(2011. 2.18)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

#### REFERENCES

1. Chen P. Y. and P. M. Popovich(2002), Correlation: Parametric and Non-parametric Measures, a SAGE University Paper Series: Quantitative Applications in the Social Science 139, SAGE Publications, pp.31-33.
2. Choo S. H. and P. L. Mokhtarian(2005), Exploring Relationships between Transportation and Communications Using Consumer

