

국면전환 확산모형을 통한 정보통신산업 발전과정의 특성 국제비교

구재범*, 이정동**, 정종욱****1)

Summary: 본 연구에서는 OECD 주요 10개국을 대상으로 국가별 정보통신산업의 성장 추이를 각각 분석하고 국별 특성을 비교하는데 목적이 있다. 이를 바탕으로 각국의 정보통신산업이 경기순환 또는 단계별 발전 속성을 지니고 있는지를 파악하고 국가별 공통점과 특이점을 분석하고자 하였다.

방법론적으로 OECD 국가들의 정보통신산업 GDP 추이 및 성장률의 움직임을 국면전환(regime change) 확산과정으로 묘사함으로써 각 국가별 정보통신산업 발전 양상의 특징 및 국면전환 시점 등을 포착해 내고자 하였다. 추세를 갖는 대표적 확산과정인 GBM 모형과 평균회귀 성향을 갖는 대표적 확산과정인 Vasicek 모형에 각각 마코프 국면전환을 도입하여 국가별 정보통신산업 GDP 및 GDP 성장률의 추이에 있어 국면 전환 여부와 독특한 발전 특성을 비교 분석하였다.

실증분석 결과 정보통신산업 GDP의 성장률과 변동성 사이에는 높은 상관관계가 있었으며, 한국, 멕시코 등은 고성장, 고변동성을, 미국, 프랑스, 일본 등은 저성장, 저변동성의 특성을 보이는 것으로 나타났다. 또한 한국의 경우 유일하게 성장률과 변동성 모두 국면전환이 일어나는 국가로 나타났다. 장기평균 성장률의 특성에 따라 분류한 결과, 한국, 일본, 미국, 멕시코, 뉴질랜드는 고성장에서 저성장으로의 국면전환, 핀란드와 덴마크는 경기순환적 국면전환, 노르웨이, 프랑스, 캐나다는 단일 국면으로 분류할 수 있었다. 특히 한국의 경우 평균회귀 속도와 변동성이 타 국가에 비해 높은 특성을 보여주었다.

본 연구는 정보통신산업을 미시적 분석이나 세부 항목별 정량적 분석을 통해서가 아니라 산업의 발전 속성 및 경기순환 등의 관점에서 분석함으로써 정보통신산업 정책의 수립 및 집행을 거시적 안목 하에 정립할 수 있게 한다는 데 의의를 가진다. 또한 경제변수를 묘사하는데 있어 국면전환 확산과정을 사용함으로써 향후 실물업선 등을 통한 기술 및 무형자산의 가치평가에 있어 기초자산의 움직임을 보다 정확히 포착해 낼 수 있는 프로세스를 제공하였다는데 또 다른 의의를 갖는다고 하겠다.

keyword : 정보통신산업 국제비교, 국면 전환, 확산 과정, 마코프 전환

1) 서울대학교 기술정책 대학원 석사과정*, 서울대학교 기술정책 대학원 부교수**, 서울대학교 기술정책 대학원 박사과정***

1. 서론

불황없는 산업으로 인식되며 신경제론을 대두시켰던 정보통신산업은 지난 몇 년간 큰 변화를 경험하고 있다. 2001년도에 대부분의 국가들이 IT 침체를 겪으며 신경제론에 대한 의구심을 품게 만들었으며, 국내 정보통신산업 역시 매년 20~30%의 고성장을 보이다가 2001년에는 한자리수인 3.4% 성장에 그쳤다. 이와 같은 정보통신 침체현상은 정보통신산업 역시 여타 다른 산업과 마찬가지로 경기 순환 또는 단계별 발전 속성을 가지고 있을 수 있음을 보여준다는 점에서 시사하는 바가 크다.

본 논문에서는 국가별 정보통신산업의 성장 추이를 분석하고 이를 통한 국가간 비교를 주 목적으로 한다. 이를 통해 정보통신산업이 경기순환 또는 단계별 발전 속성을 지니고 있는지를 파악하고 국가별 공통점과 특이점을 분석하고자 한다. 이는 정보통신산업에 있어서 경기 순환 또는 발전 속성 변화 여부를 판단하는 것에 대한 분석적 틀을 제공함과 동시에 정보통신산업정책의 기초 변화를 유도하기 위한 기초 연구로서 의의를 가질 수 있겠다. 특히 매년 고성장을 유지해오던 국내 정보통신산업이 침체기에 직면했다는 우려의 목소리가 높은 현 시점에서 우리나라의 정보통신산업의 성장발전 모습을 거시적으로 들여다봄으로써 정보통신산업정책의 방향을 거시적 안목에서 재정립할 수 있게 한다는 점에서 본 연구는 큰 의미를 가진다.

2. 방법론

2.1. 국면전환 확산과정

본 논문에서는 이산변수(discrete variable) S_t 가 바로 이전 기의 S_{t-1} 에만 영향을 받으며, S_t 가 두 가지의 상태만 취하게 되는 2상태-1차 마코프 전환 과정(2-state 1st order Markov switching process)²⁾을 상정한다. 마코프 전환은 식 (1), (2)와 같은 두 개의 전이 확률(transition probability)로 전환 메커니즘을 설명한다. 여기서 0과 1은 각각 서로 다른 상태, 즉 국면을 의미한다.

$$Pr [S_t = 1 | S_{t-1} = 1] = p \quad 3) \quad (1)$$

$$Pr [S_t = 0 | S_{t-1} = 0] = q \quad (2)$$

확산과정에 국면전환을 도입하게 되면 식 (3)에서 보는 바와 같이 확산과정의 모수에 상태변수를 의미하는 S_t 의 첨자가 붙게 되며 식 (4)에서와 같이 모수값은 S_t 의 값이 0인지, 1인지에 따

2) 앞으로는 간단히 마코프 전환이라고 부르기로 한다.

3) $Pr [S_t = 0 | S_{t-1} = 1] = 1 - p$, $Pr [S_t = 1 | S_{t-1} = 0] = 1 - q$ 가 된다.

라서 각기 다른 값을 취하게 된다. 결국 미관측 변수인 상태변수의 값에 따라서 서로 다른 국면이 실현되는 것이다.

$$dX_t = \mu(X_t; \theta_{S_t})dt + \sigma(X_t; \theta_{S_t})dW_t \quad (3)$$

$$\theta_{S_t} = (1 - S_t)\theta_0 + S_t \cdot \theta_1 \quad (4)$$

보다 논의를 알기 쉽게 하기 위해 앞으로 사용하게 될 구체적인 확산모형에 국면전환을 도입한 모형을 살펴보기로 하자. 식 (5)은 국면전환 GBM 모형이고, 식 (6)은 국면전환 Vasicek 모형이다.

$$dX_t = \beta_{S_t}X_t dt + \sigma_{S_t}X_t dW_t \quad (5)$$

$$\beta_{S_t} = (1 - S_t)\beta_0 + S_t \cdot \beta_1$$

$$\sigma_{S_t} = (1 - S_t)\sigma_0 + S_t \cdot \sigma_1$$

$$dX_t = \alpha_{S_t}(\beta_{S_t} - X_t)dt + \sigma_{S_t}dW_t^4 \quad (6)$$

$$\alpha_{S_t} = (1 - S_t)\alpha_0 + S_t \cdot \alpha_1$$

$$\overline{X_{S_t}} = (1 - S_t)\overline{X_0} + S_t \cdot \overline{X_1}$$

$$\sigma_{S_t} = (1 - S_t)\sigma_0 + S_t \cdot \sigma_1$$

2.2. 기대 지속기간(Duration)

국면 j 에서의 지속기간을 D 라고 하자.

$$S_t = j, S_{t+1} \neq j \text{ 이면 } D = 1 \rightarrow Pr[D = 1] = (1 - p_{jj})$$

$$S_t = S_{t+1} = j, S_{t+2} \neq j \text{ 이면 } D = 2 \rightarrow Pr[D = 2] = p_{jj}(1 - p_{jj})$$

$$S_t = S_{t+1} = S_{t+2} = j, S_{t+3} \neq j \text{ 이면 } D = 3 \rightarrow Pr[D = 3] = p_{jj}^2(1 - p_{jj})$$

⋮

따라서 국면 j 에서의 기대 지속기간은 다음과 같이 유도할 수 있다.

$$\begin{aligned} E(D) &= \sum_{j=1}^{\infty} j \times Pr[D = j] \\ &= 1 \times Pr[S_{t+1} \neq j | S_t = j] + 2 \times Pr[S_{t+1} = j, S_{t+2} \neq j | S_t = j] \\ &\quad + 3 \times Pr[S_{t+1} = j, S_{t+2} = j, S_{t+3} \neq j | S_t = j] + \dots \\ &= 1 \times (1 - p_{jj}) + 2 \times p_{jj}(1 - p_{jj}) + 3 \times p_{jj}^2(1 - p_{jj}) + \dots \end{aligned}$$

4) 해석의 용이함을 위해 식(2.6) 대신 식 (2.7)을 사용한다.

$$= \frac{1}{1-p_{jj}} \quad (7)$$

즉, 식 (1), (2)에서 주어진 전이 확률을 알고 있다면, 각 국면에서의 기대 지속기간을 식 (7)에 서와 같이 구할 수 있게 된다.

2.3 추정방법

관측된 자료의 우도(Likelihood)를 극대화하여 모수의 추정치를 구하는 MLE 기반 추정방법을 사용한다. 확산과정은 마코프 과정이기 때문에 관측된 자료 전체의 우도는 다음과 같이 전이밀도의 곱으로 간단하게 표현된다.

$$L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_T) = p(x_1) \prod_{t=2}^T p(x_t | x_{t-1}) \quad (8)$$

이 때 우변의 첫항은 비조건부 분포의 밀도함수로서 n이 충분히 큰 경우 무시할 수 있기 때문에 위의 식은 식 (9)처럼 다시 쓸 수 있으며, 전이밀도 $f(x_t | \psi_{t-1})$ 는 식 (10)과 같이 표현이 가능하다.

$$L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_T) = \prod_{t=1}^T f(x_t | \psi_{t-1}) \quad (9)$$

$$f(x_t | \psi_{t-1}) = \sum_{S_t=0}^1 f(x_t, S_t | \psi_{t-1}) \quad (10)$$

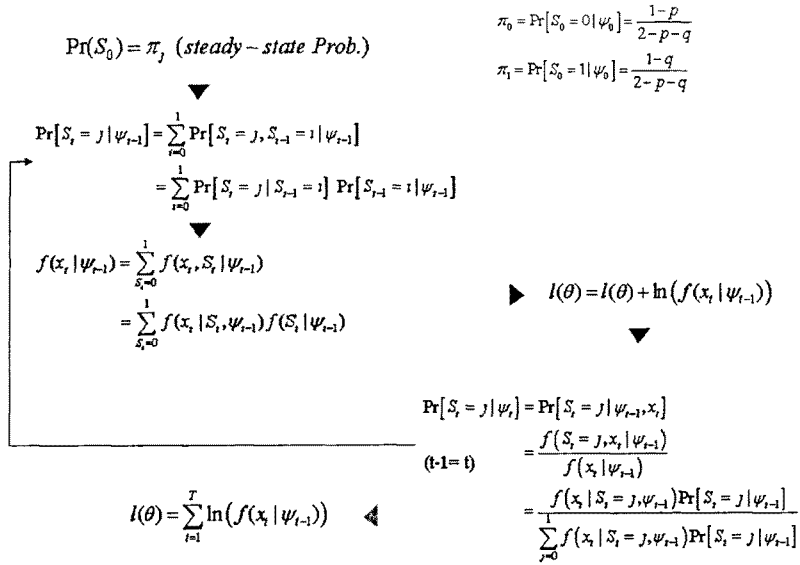
$$\begin{aligned} &= \sum_{S_t=0}^1 f(x_t | S_t, \psi_{t-1}) f(S_t | \psi_{t-1})^5 \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_0^2}} \exp\left[-\frac{(x_t - x_{t-1} - \mu(x_{t-1}; \theta_0))^2}{2\sigma_0^2}\right] \times Pr[S_t = 0 | \psi_{t-1}] \\ &\quad + \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left[-\frac{(x_t - x_{t-1} - \mu(x_{t-1}; \theta_1))^2}{2\sigma_1^2}\right] \times Pr[S_t = 1 | \psi_{t-1}] \end{aligned}$$

이 때 이를 풀기 위해서는 각 밀도함수에 곱해진 가중치 $Pr[S_t = j | \psi_{t-1}]$ 에 대한 사전 가정이 필요한데, 우리는 식 (1), (2)와 같은 마코프 전환을 가정한다.

이제 $Pr[S_t = j | \psi_{t-1}]$ 를 풀기 위해 해밀턴 필터(Hamilton filter)를 사용한다. 해밀턴 필터에 대한 흐름도를 [그림 1]에 제시하였다.

5) $f(x_t, S_t | \psi_{t-1}) = f(x_t | S_t, \psi_{t-1}) f(S_t | \psi_{t-1})$

[그림 1] 해밀턴 필터(Hamilton filter) 흐름도⁶⁾



$t = 1$ 시점에서 $Pr[S_0 | \psi_0]$ 만 알고 있다면 우리는 이 두 단계를 반복함으로써 우리가 원하는 $Pr[S_t = j | \psi_{t-1}]$, ($t = 1, 2, \dots, T$)를 모두 얻을 수 있게 된다. 우리는 초기 확률값으로 다음과 같은 S_t 에 대한 정상상태(steady-state), 또는 비조건부 확률(unconditional probability)을 사용할 수 있다.

$$\pi_0 = Pr[S_0 = 0 | \psi_0] = \frac{1-p}{2-p-q}, \pi_1 = Pr[S_0 = 1 | \psi_0] = \frac{1-q}{2-p-q} \quad (11)$$

이로써 우리는 원하는 우도함수 $L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_T)$ 을 구할 수 있게 되고, 이로부터 $\theta^{(7)}$ 와 p, q 를 추정해야 한다.

3. 실증 분석

3.1. 데이터

6) Kim, C., C. R. Nelson (1999) 참조

7) $\theta = \{\alpha_0, \alpha_1, \beta_0, \beta_1, \sigma_0, \sigma_1, \gamma\}$

OECD의 SStructural Analysis (STAN) database로부터 각 국가의 정보통신산업 GDP 자료를 사용하였다. 국제 비교를 위해 OECD의 정보통신산업 분류기준을 기준으로 삼았으며, 정보통신산업 GDP 산정 시 분류번호 5150을 제외한 나머지 전부를 취하였다. 자료는 1970년부터 2002년까지의 연간 자료이며, 시계열 데이터 중간에 누락된 부분이 존재하는 국가의 경우 정보통신산업 GDP 성장률과 전체 GDP 성장률 간에는 경기동행적 경향이 있음을 고려하여 전체 GDP 성장률로 대체하였음을 밝힌다.⁸⁾

3.2. 정보통신산업 GDP 분석

먼저 각국의 정보통신산업 GDP 추이를 일반 GBM 모형과 추세함수와 확산함수 모두 국면전환을 허용한 GBM 모형으로 추정하였다. 추세가 있는 대표적 확산과정인 GBM 모형으로의 추정을 통해 각국의 정보통신산업 GDP 평균 성장률 수준과 성장의 변동성 정도를 파악할 수 있다. 또한 국면전환 GBM 모형으로의 분석을 통해 성장세의 분명한 변화가 있었는지에 대한 판단도 함께 할 수 있다.

3.2.1. 일반 GBM 모형

일반 GBM 모형으로 각국의 정보통신산업 GDP 추이를 추정된 결과를 살펴보면, 모든 국가들이 10%의 유의수준 하에서 유의한 추정값들을 보여주었다. 대상 11개국 중 평균 성장률이 가장 높은 국가는 멕시코였고, 그 뒤로 한국, 핀란드, 스웨덴 순이었다. 낮은 성장률을 보이는 국가는 일본, 미국, 프랑스 순이었다. 전체적으로 평균 성장률이 높을수록 변동성이 크고, 평균 성장률이 낮을수록 변동성이 작은 경향을 보였다. 평균성장률과 변동성 수준에 따른 국가 분류를 [표 1]에 제시하였다.

[표 1] 평균성장률과 변동성에 따른 국가 분류

변동성 ^{1/2} \ 평균 성장률	10% 이하	10% ~ 20%	20% 이상
5% 미만 ($\sigma^2=0.0025$ 미만)	미국, 프랑스	.	.
5% ~ 15% ($\sigma^2=0.0025 \sim 0.0225$)	일본, 캐나다, 뉴질랜드	핀란드, 덴마크, 노르웨이, 스웨덴	.
15% 이상 ($\sigma^2=0.0225$ 이상)	.	.	한국, 멕시코

일본과 미국의 경우, 성장률이 높았을 거라고 예상되는 70년대 과거의 자료들이 누락되어 있어서 80년대 이후의 자료들만 사용했기 때문에 다른 국가들보다 실제 평균 GDP 성장률이 작게 추정되었을 것으로 생각된다. 주어진 데이터로 추정된 결과를 살펴볼 때, 80년대 이후 미국과 일본 모두 정보통신산업에 있어서 안정적인 저성장, 저변동성 국면에 들어섰다는 점을 알 수 있다. 유럽의 핀란드, 노르웨이, 덴마크, 스웨덴은 꾸준한 두 자리 수의 평균 성장률과 6~9%대

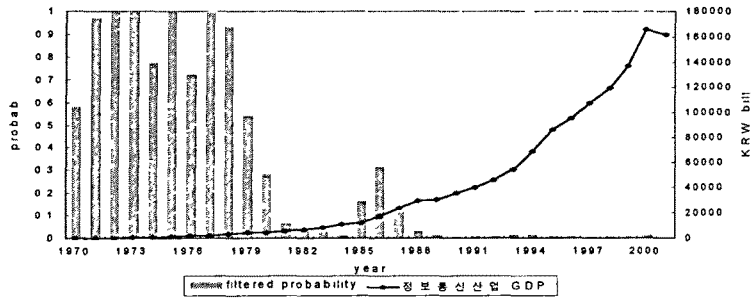
8) 일본, 멕시코, 뉴질랜드

의 표준편차를 보이고 있는데, 이는 상대적으로 안정적이면서 높은 성장률을 구가하고 있음을 보여주는 것으로 정보통신 강국으로서 이미 확보된 성장 동력을 바탕으로 정보통신의 성장을 구가하고 있음을 암시하고 있다. 한국의 경우 연평균 약 28%의 초고속 성장률을 보이고 있는데 반해 표준편차 역시 약 22%로 고성장, 고변동성의 양상을 보이고 있다.

3.2.2. 국면전환 GBM 모형

국면전환 GBM으로 정보통신산업 GDP를 추정했을 때, 국면이 전환되었다는 가설을 받아들일 수 있는 나라는 한국과 뉴질랜드 두 나라 뿐이었다. LR 테스트⁹⁾를 통해 두 나라 모두 국면전환이 존재하지 않는다는 귀무가설을 5% 유의수준에서 기각할 수 있었다. 그러나 뉴질랜드의 경우는 사용가능했던 데이터가 86년도 이후였고, 국면 전환 구간이 바로 데이터 시작 시점에서만이었기 때문에 국면전환의 여부를 판단하기에 다소 무리가 있다고 판단된다.

[그림 2] 한국 정보통신산업 GDP 추이와 필터확률 (국면전환 GBM)¹⁰⁾



[그림 2]는 한국의 정보통신산업 GDP 추이와 함께 필터확률(filtered probability)¹¹⁾을 보여주고 있다. 한국의 경우, 정보통신산업의 시작기인 70년대에 평균 성장률 50%를 보이며 약 79년까지 고성장을 해왔고(국면 1¹²⁾, 고성장 국면), 80년에 들어서면서 성장세가 한풀 꺾였다가 90년대 들어서면서부터는 평균 성장률 약 19%인 상대적 저성장세로(국면 0, 저성장 국면) 전환되었음

9) $H_0: R\beta = r$ 이고, $L(\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2)$ 와 $L(\tilde{\beta}, \tilde{\sigma}^2)$ 는 각각 unrestricted 와 restricted maximum likelihood, q 는 restriction 수일 때, Likelihood Ratio는 $\lambda = \frac{L(\tilde{\beta}, \tilde{\sigma}^2)}{L(\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2)}$.

$LR \stackrel{d}{=} -2\ln\lambda = 2[\ln L(\hat{\beta}, \hat{\sigma}^2) - \ln(\tilde{\beta}, \tilde{\sigma}^2)] \sim \chi^2(q)$ 이다.

10) 국가별 상이한 정보통신산업 분류를 일차시키는 과정에서 국내 정보통신산업 GDP 산출액과 다소 차이가 있을 수 있다. 서론에서 2001년 국내 정보통신산업 GDP 성장률이 한자리수라고 언급하였으나, 그림에서는 마이너스로 나타난 이유가 여기에 있음을 밝힌다.

11) 필터확률이란 관측된 자료가 주어졌을 때, 각 시점이 국면 1의 영향을 받았을 확률을 의미한다. 만약 필터확률이 1에 가깝다면 국면 1의 영향을 받았을 확률이 높으며, 0에 가깝다면 국면 0의 영향을 받았을 확률이 높다고 볼 수 있다.

12) 본 연구에서는 국면 1을 고성장, 또는 고변동성의 특징을 보이는 국면으로, 국면 0을 저성장, 또는 저변동성의 특징을 보이는 국면으로 지칭하기로 한다.

을 보여주고 있다. 따라서 한국의 정보통신산업 성장 단계는 약 10년 단위로 70년대의 고성장기, 80년대의 과도기, 90년대 이후의 저성장기로 구분할 수 있다. 또한 각 국면에서의 기대지속기간을 구해보면, 국면 1의 고성장기에서는 약 17년, 국면 0의 저성장기에서는 약 30년의 두레이션(Duration)을 갖는 것으로 나타났다.

한국과 뉴질랜드를 제외한 다른 국가들의 경우, 국면전환을 도입한 GBM 모형의 경우와 일반 GBM 모형의 경우의 로그우도함수값이 같거나 거의 비슷하게 나타났다. 이는 LR 테스트의 결과가 국면전환이 유의하지 않다는 것을 뜻한다.

3.3. 정보통신산업 GDP 성장률

이번에는 각국의 정보통신산업 GDP 성장률 추이를 일반 Vasicek 모형과 추세함수의 α 에만 국면전환을 허용한 Vasicek 모형으로 추정해 보았다. 평균회귀성향을 갖는 대표적 확산과정인 Vasicek 모형으로의 추정을 통해 각국의 정보통신산업 GDP 성장률이 각각 어느 수준의 장기평균을 향해 수렴하고 있는지에 대한 정보와 함께 성장률이 외부 충격으로 인해 평균에서 이탈한 후 얼마나 빠른 속도로 다시 평균 성장률 수준으로 회복하는지에 대한 정보도 파악할 수 있다. 또한 국면전환 Vasicek 모형으로의 분석을 통해 GDP 성장률 장기평균의 변화가 존재하는지, 각 장기평균 수준에서의 기대 지속기간은 어느 정도인지에 대한 해답을 제시할 수 있다.

3.3.1. 일반 Vasicek 모형

일반 Vasicek 모형으로 각국의 정보통신산업 GDP 성장률 추이를 추정한 결과를 보면, 일본, 멕시코, 프랑스, 뉴질랜드를 제외하고는 모두 10% 유의수준 하에서 유의한 추정치를 보였다. 장기평균 성장률이 가장 높은 국가는 멕시코, 한국 등의 순이었으며, 변동성은 한국이, 평균회귀속도는 미국이 가장 높았다. 일반 Vasicek 모형으로의 추정결과로부터 장기평균 성장률과 평균회귀속도에 따른 국가별 분류를 [표 2]에 제시하였다.

[표 2] 장기평균 성장률과 평균회귀속도에 따른 국가 분류

장기평균 성장률 평균회귀속도	10% 이하	10% ~ 20%	20% 이상
0.3 이하	일본, 뉴질랜드	.	멕시코
0.3 ~ 0.7	덴마크, 프랑스, 캐나다	노르웨이	.
0.7 이상	미국	핀란드, 스웨덴	한국

장기평균 성장률과 평균회귀속도는 일반 GBM 모형 결과에서의 평균 성장률과 변동성과의 관계에서와 같은 높은 상관관계를 보이지는 않았다. [표 2]와 [표 1]을 같이 고려해 볼 때, 한국은 평균 성장률과 변동성이 모두 높으며, 평균회귀속도도 빠른 국가로 특징지을 수 있다. 반면, 멕시코는 평균 성장률과 변동성은 높지만, 평균회귀속도는 느린 특성을 보이면서 한국과는 구별이 되었다. 미국과 프랑스는 모두 평균 성장률과 변동성은 낮았지만, 미국은 빠른 평균회귀속도

를, 프랑스는 미국보다는 느린 평균회귀속도를 나타내며 차이를 보였다. 북유럽의 핀란드, 덴마크, 노르웨이, 스웨덴 역시 같은 범주의 평균 성장률과 변동성을 보였으나, 평균회귀속도에서 스웨덴이 가장 빠른 특성을 보이며 차이를 드러냈다.

3.3.2. 국면전환 Vasicek 모형

각 국가에 대한 국면별 장기평균 및 평균 회귀속도, 변동성에 대한 요약을 [표 3]에 제시하였다.

[표 3] 국면전환 Vasicek 모형의 추정 결과 요약

구분 국가	장기 평균		기대지속기간		평균회귀 속도	변동성 ^{1/2}
	국면 0	국면 1	국면 0	국면 1		
한국	0.22399		·		0.71264	0.1531
	0.17897	0.4464	31.68	13.75	1.14505	0.1151
일본	0.04527		·		0.26177	0.0416
	0.0328	0.23264	29.99	6.91	0.47479	0.0328
미국	0.05307		·		0.97904	0.0419
	-0.2304	0.06450	1.00	12.86	0.48968	0.0202
핀란드	0.12089		·		0.70837	0.0677
	-0.17135	0.1441	1.00	11.91	0.64148	0.0412
덴마크	0.09724		·		0.50607	0.0508
	0.0449	0.12986	4.79	7.78	0.68939	0.0435
노르웨이	0.10989		·		0.35893	0.0408
	0.10989	0.10989	18.07	23.17	0.35893	0.0408
스웨덴	0.11068		·		1.10118	0.0759
	0.08687	0.51946	18.90	1	0.72257	0.0700
프랑스	0.06373		·		0.39840	0.0289
	0.06373	0.06373	22.73	19.70	0.39840	0.0289
캐나다	0.09844		·		0.56873	0.0428
	0.06930	0.12444	7.49	9.86	0.71826	0.0385
멕시코	0.30078		·		0.24014	0.1525
	0.17975	0.62916	21.39	15.17	0.72590	0.0972
뉴질랜드	0.08039		·		0.23209	0.0389
	0.04212	0.14461	22.86	25.03	0.84364	0.0297

주1 : 진한 색은 LR 테스트 결과 5% 유의수준 하에서 국면전환이 없는 모형이 기각되는, 즉 국면전환 모형이 타당한 국가를 나타낸다.

주2 : 기대지속기간 단위는 연.

11개국 중 한국, 일본, 미국, 핀란드, 스웨덴, 멕시코, 뉴질랜드의 7개 국가에서는 국면전환 Vasicek 모형이 유의미하게 나타난 반면, 덴마크, 노르웨이, 프랑스, 캐나다 4개 국가에서는 국면의 전환이 없는 Vasicek 모형이 더 유의미하게 나타났다.¹³⁾ 국면전환 Vasicek 모형이 유의한 국가들은 다시 두 가지 유형으로 세분할 수 있었는데, 한국, 일본, 멕시코, 뉴질랜드는 고성장을 평균에서 저성장률 평균으로 국면이 전환되는 유형, 미국, 핀란드, 스웨덴은 고성장을 평균과 저성장률 평균이 반복되는 경기 순환적 유형으로 구분할 수 있었다. 국면전환 유형에 따른 국가 분류를 [표 4]에 제시하였다.

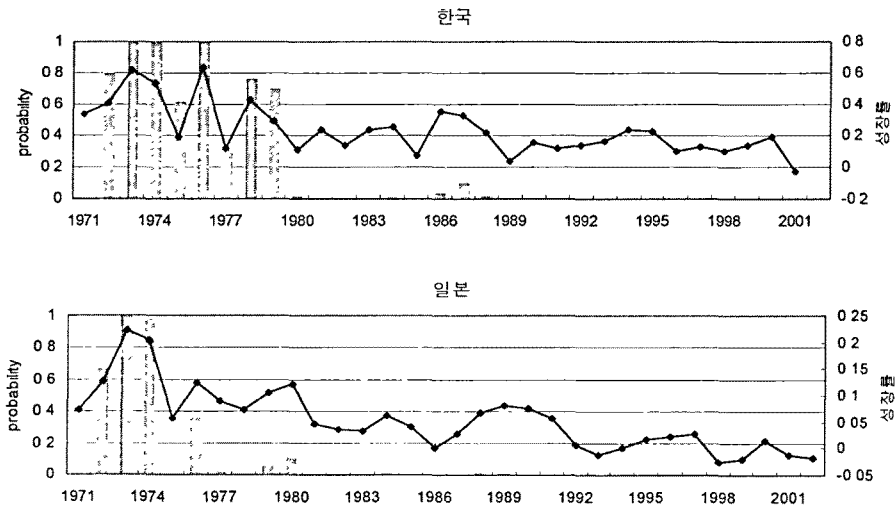
13) LR 값으로 판단하였으며, $(\chi_{0.95}^2(1)=3.842)$ 엄밀히 말해서 노르웨이, 프랑스, 캐나다는 국면전환이 없다는 귀무가설을 기각할 수 없다는 뜻이다.

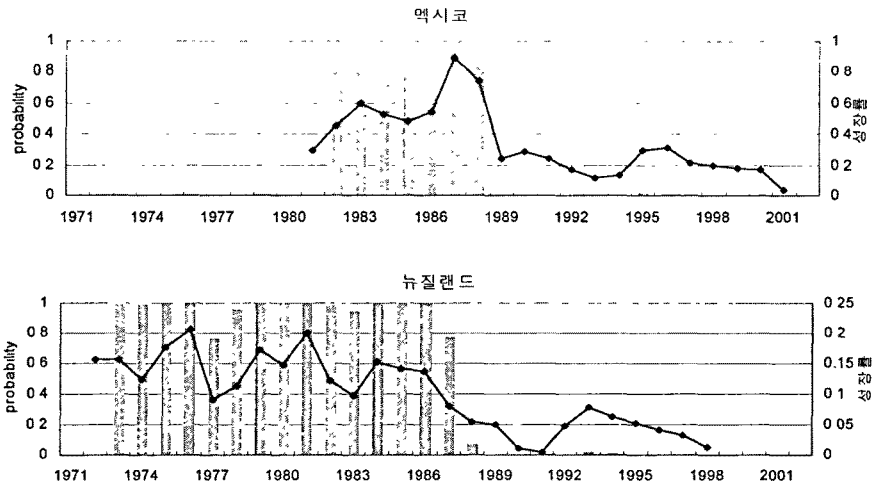
[표 4] 정보통신산업 GDP 성장률 추이의 유형별 분류

구분	국면 전환		단일 국면
	고성장 → 저성장	경기 순환	
국가	한국, 일본, 멕시코, 뉴질랜드	미국, 핀란드, 스웨덴	덴마크, 노르웨이, 프랑스, 캐나다

유형별, 국가별 차이는 그림에서 보다 쉽게 식별이 가능하다. 고성장에서 저성장으로의 국면전환 유형, 경기 순환적 국면전환 유형, 단일 국면 유형 각각에 속하는 국가들의 정보통신산업 GDP 성장률 추이와 필터확률을 [그림 3], [그림 4], [그림 5]에 각각 제시하였다. 먼저 고성장에서 저성장으로의 국면전환 유형 국가를 살펴보겠다. 한국은 1979년까지 정보통신산업 GDP 성장률의 장기 평균이 약 45% 정도인 국면 1의 영향을 받다가 1980년부터 현재까지 장기 평균이 약 18% 정도인 국면 0의 영향을 받는 것으로 분석되었다. 일본의 경우 1974년까지는 23% 정도의 높은 장기평균 성장률 국면(국면 1)을, 1975년부터 현재까지는 약 3%의 낮은 장기 평균 성장률 국면(국면 0)을 보이고 있다. 멕시코와 뉴질랜드 역시 각각 1988년, 1987년에 높은 장기평균 성장률 국면에서 낮은 장기평균 성장률 국면으로 전환되었음을 알 수 있다. 이들 국가들은 모두 [그림 3]에서 확인할 수 있듯이 높은 장기평균 성장률 국면의 영향을 받았을 확률을 의미하는 필터확률이 각각 특정 시점을 기준으로 1 가까이에서 0 가까이로 급격히 떨어지고 있는 것을 확인할 수 있다.

[그림 3] 각국의 정보통신산업 GDP 성장률과 필터확률 (국면전환 Vasicek)





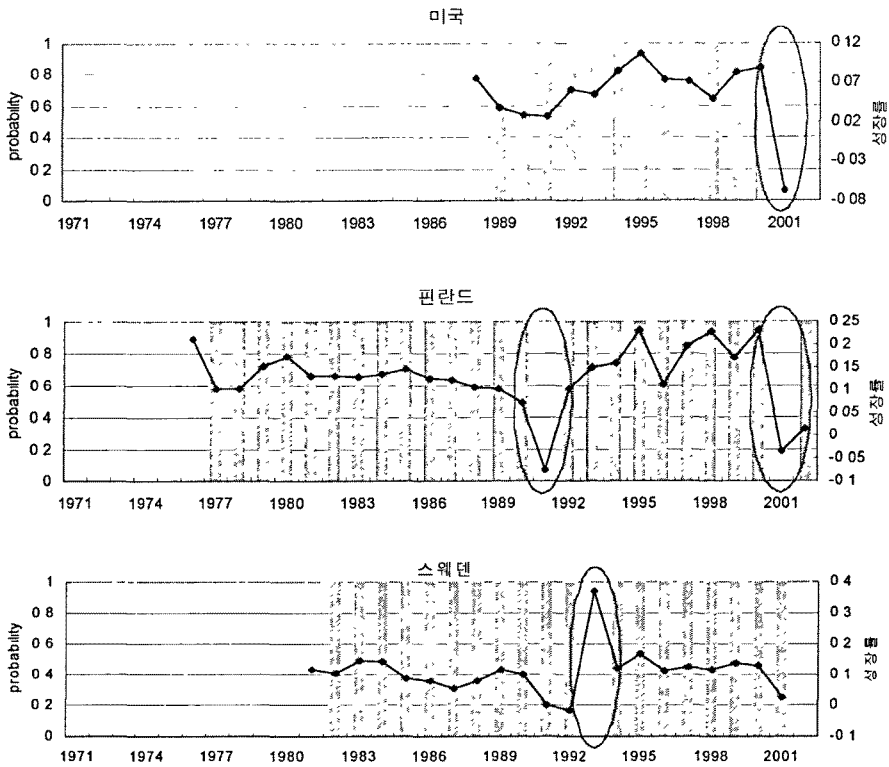
좀 더 구체적으로 살펴보면, 한국은 장기평균 성장률이 약 45%인 국면 1에서의 기대 지속기간이 약 17년, 장기평균 성장률이 약 18%인 국면 0에서의 기대 지속기간은 약 32년 정도로, 국면 전환 GBM에서와 비슷한 결과를 보였다. 이 때 한국의 국면 0에서의 장기평균 성장률은 타 국가의 경우 고성장률에 해당하는 상당히 높은 수준의 성장률임을 확인할 수 있다. 또한 표준편차가 비교 대상국 중 가장 큰 값인 약 11.5%였으며, 평균 회귀속도도 약 1.14로 역시 가장 높은 값을 보였다. 이는 평균으로부터 상당히 큰 폭의 진동을 보이지만, 평균으로의 회귀 성향은 매우 강한 한국의 독특한 정보통신산업 성장 특성이라고 할 수 있겠다.

일본의 성장률 추이는 한국과 다소 다른 모습을 보이고 있다. 일본은 1974년에 약 3.3%의 저성장률 국면으로 전환된 이후 줄곧 이 수준의 평균성장률을 유지하고 있으며, 이는 한국의 저성장률 국면의 수준에 비해서 상당히 낮은 수준이다. 또한 평균 회귀속도는 약 0.47로 한국의 절반 수준, 표준편차는 약 3.3%로 한국의 약 1/3 수준이었다.

[그림 4]은 경기 순환 유형을 나타내는 국가들의 정보통신산업 GDP 성장률 추이와 필터확률을 보여준다. 경기 순환적 국면전환을 보이는 유형의 국가인 미국¹⁴⁾, 핀란드, 스웨덴은 관측기간동안 일정한 장기평균 성장률을 유지하다가 일시적으로 평균 성장률의 전환을 경험하는 형태를 보이고 있다.

14) 분석에서 사용한 미국의 정보통신산업 GDP 성장률 자료는 타 국가에 비해 기간이 짧아 정확한 유형을 판단하기 어렵다. 하지만 2001년 이후 미국 정보통신산업 GDP 성장률이 다시 양으로 돌아섰다는 사실을 근거로 경기 순환적 국면전환 유형으로 분류하였다.

[그림 4] 각국의 정보통신산업 GDP 성장률과 필터확률 (국면전환 Vasicek)

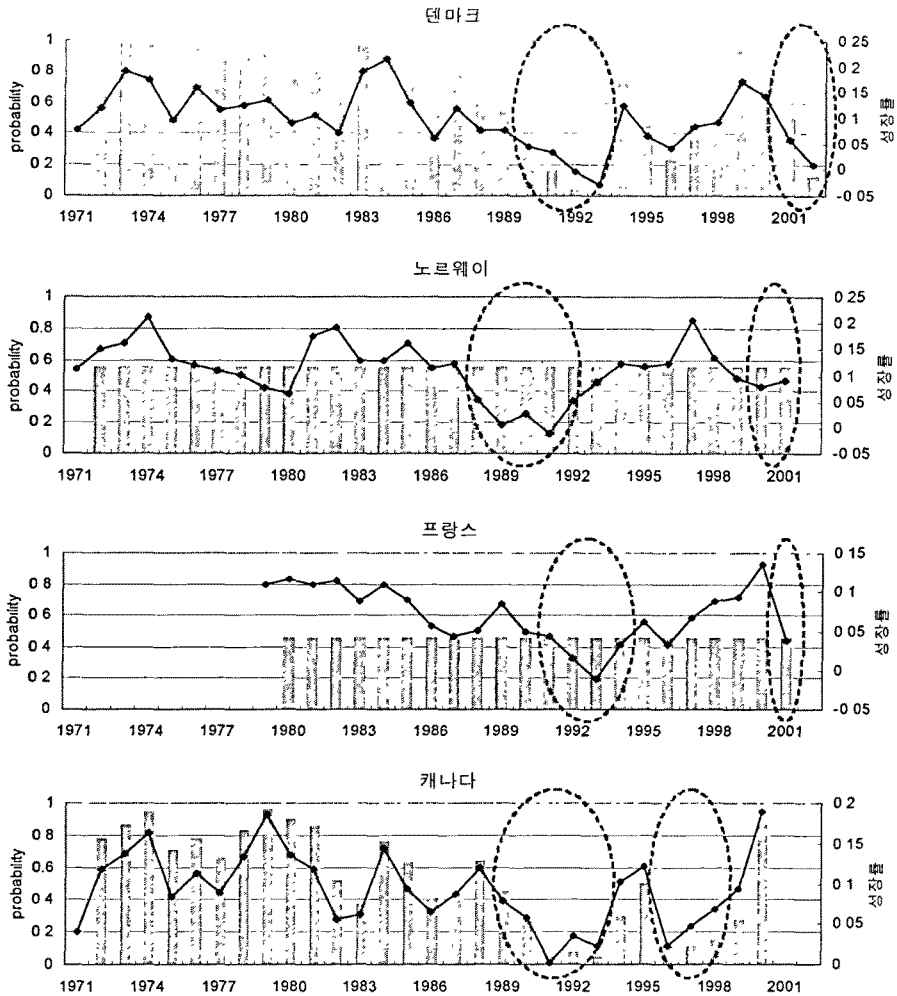


핀란드의 경우 약 14%의 장기평균 국면(국면 1)을 유지하면서 1991년과 2001년 두 차례에 걸쳐 단기간의 음의 장기평균 국면(국면 0)으로의 전환을 보였고, 각 국면에서의 기대 지속기간은 각각 약 11년, 1년이었다. 미국의 경우는 약 6.5%의 장기평균 국면(국면 1)을 유지하다가 2001년도에 큰 폭의 하락으로 음의 성장률 국면(국면 0)으로 전환을 보이고 있으며, 각 국면에서의 기대 지속기간은 각각 약 13년, 1년¹⁵⁾으로 나타났다. 반면 스웨덴은 약 9%의 장기평균 성장률(국면 0)을 유지하다가 1993년에 30%가 넘는 고성장률(국면 1)을 일시적으로 경험하고 있으며, 각 국면에서의 기대 지속기간은 각각 약 19년, 1년이었다. 핀란드와 스웨덴 두 국가는 관측 기간동안 평균적으로 비슷한 성장률과 변동성을 보이고 있으며 국면전환의 유형도 같지만, 국면 전환의 방향 및 시기, 지속기간에서 차이를 보이고 있다는 점이 주목할 만 하다.

[그림 5]는 단일 국면 유형으로 분류된 국가들의 정보통신산업 GDP 성장률 추이와 필터확률을 나타내고 있다. 이들 국가들은 모두 단일 평균 성장률과 변동성으로 정보통신산업의 발전을 묘사할 수 있다고 하겠으며, 일반 Vasicek 모형으로 파악한 특성이 곧 이들 국가의 특성이 되겠다.

15) 미국에서 국면 0의 기대지속기간은 약 1년이다. 이는 사용한 데이터의 마지막 관측치에서만 저성장률로 급격히 하락하였기 때문으로 판단되며, 2001년 이후의 관측치까지 적용한다면 기대지속기간의 결과가 다르게 나올 것으로 예상된다.

[그림 5] 각국의 정보통신산업 GDP 성장률과 필터확률 (국면전환 Vasicek)¹⁶⁾



주목해야 할 점은, 이들 단일국면 유형의 국가들에서도 앞서의 핀란드, 미국과 비슷한 시기에 성장률의 급락을 목격할 수 있었으나, 이것이 국면의 전환이 아닌 단순한 변동성으로 설명하는 것이 더욱 타당하다는 점이다.

16) 그림의 붉은색 점선은 국면전환처럼 보이는 구간을 의미한다.

4. 결과 분석 및 정책적 시사점

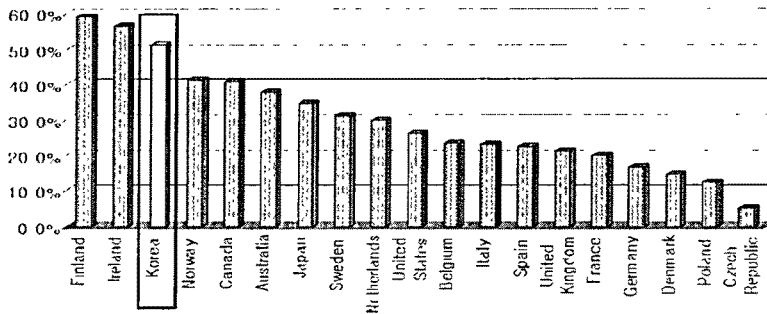
4.1. 정보통신산업 발전 특성 분석

각 국가의 정보통신산업 발전 특성은 성장률, 변동성, 평균 회귀속도, 국면 전환 등으로 세분하여 파악할 수 있었고, 이런 세부적 발전 특성별로 국가들을 분류할 수 있었다. 국가별로 상이한 발전 특성들이 어떤 산업 구조적 차이로 설명할 수 있는지 발전 특성별로 분석해 보았다.

4.1.1. 성장률

국가별 성장률의 격차는 IT 산업에서의 R&D 비중과 깊은 연관이 있음을 알 수 있었다. [그림 6]에서 보듯이 핀란드, 한국, 노르웨이, 캐나다, 스웨덴 등과 같이 민간 R&D에서 정보통신산업의 R&D 비중이 높은 국가들은 대체로 정보통신산업에서 10% 이상의 고성장률을 보였다. 반면 프랑스, 덴마크 등과 같이 정보통신산업의 R&D 비중이 낮은 국가들은 10% 이하의 저성장률을 보였다. 즉, 정보통신산업에 투자하는 R&D의 비율이 높은 국가가 정보통신산업의 성장률이 높음을 파악할 수 있다.

[그림 6] 민간 R&D 중 IT 산업의 R&D 비중 (2000)¹⁷⁾

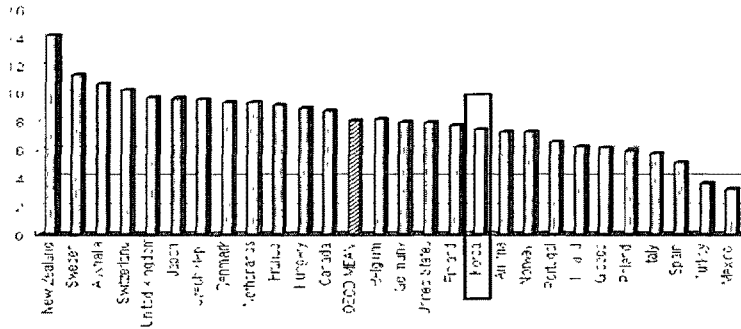


4.1.2. 변동성

국가별 변동성의 차이를 보이는 원인은 정보통신산업 내수 시장 규모, 세부 구성 비율, 수출 의존도 등 다양한 부분과 관련이 있음을 알 수 있었다. [그림 7]에서 보는 바와 같이 정보통신산업의 내수 시장 규모가 큰 국가들인 뉴질랜드, 스웨덴, 일본, 덴마크, 프랑스, 캐나다 등은 대체적으로 변동성이 작았으며, 내수의 규모가 작은 국가들인 핀란드, 한국, 노르웨이, 멕시코 등은 변동성이 큰 경향을 보였다. 이는 내수시장이 비교적 국제 경기 변동에 덜 민감하기에 내수시장의 비중이 큰 국가들은 저변동성을 보인 것으로 보이며, 내수시장보다 주로 수출에 의존한 성장을 하는 국가들은 타 국가나 수출품에 대한 경기 변동에 민감하기 때문에 고변동성을 보인 것으로 판단된다.

17) 권남훈 외(2003) 인용

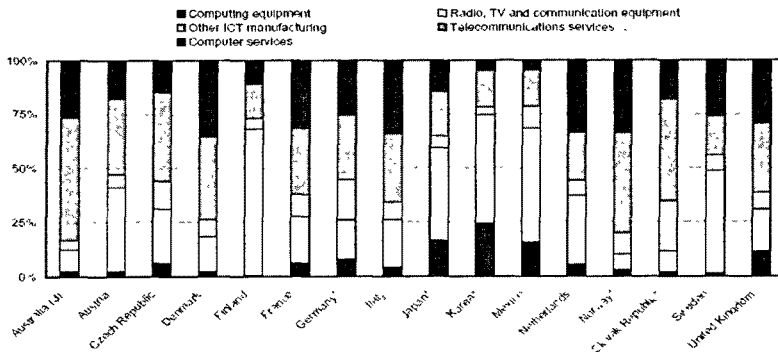
[그림 7] 정보통신분야 GDP 대비 내수 시장 규모 18) (단위 %)



또한 정보통신산업의 세부분야별 비율 역시 변동성과 깊은 관련이 있다. [그림 8]에서 보는 것과 같이 정보통신 제조업의 비중이 높은 국가들인 한국, 멕시코, 핀란드 등은 모두 고성장률, 고 변동성의 범주에 속하며 성장률의 국면전환도 경험하는 국가들이었다. 이들 국가들은 정보통신 제조업 중심의 성장전략 하에 집중 육성을 통해 고성장을 달성하였으나, 제조업에 지나친 편중, 특히 특정 품목에 의존한 집중적 성장전략으로 인해 경기 변동에 매우 민감하여 높은 변동성을 보인 것으로 파악된다.

특히 한국은 DRAM 반도체, PC 등에, 핀란드는 통신기기에 의존도가 매우 높은 것으로 알려져 있다. 반면 서비스 및 소프트웨어 비중이 높은 국가들인 덴마크, 프랑스, 노르웨이는 대체로 낮은 변동성과 함께 단일 국면으로 설명이 되는 국가들이다. 이들 국가들은 제조업 중심의 핵심 주력 품목 위주의 성장 전략보다는 각 부문에서의 IT 인프라 활용에 초점을 맞추고 있기 때문에 경기 변동에 크게 민감하게 반응하지 않는 것으로 파악된다.

[그림 8] 정보통신산업 세부분야별 비율19)



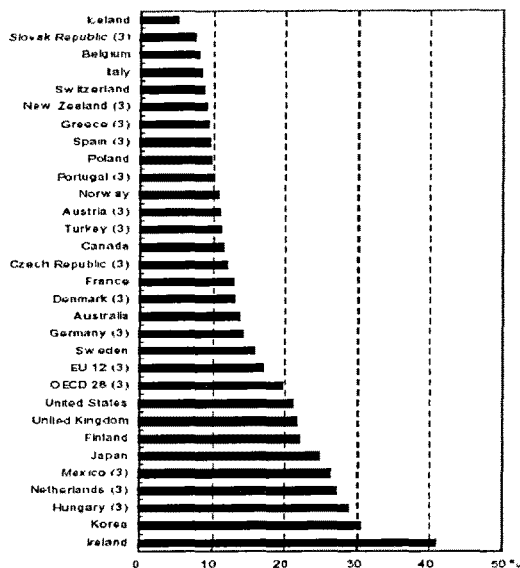
18) 권남훈 외(2002) 재인용

19) OECD(2002) 인용

4.1.3. 국민전환

일반적으로 정보통신 제조업의 비중이 높고, 특히 정보통신 제조업의 수출입 비율이 높은 국가들에서 국민전환이 일어나는 것으로 나타났다. [그림 8]과 [그림 9]에서 보듯이 한국을 비롯한 멕시코, 일본, 핀란드, 미국, 스웨덴은 정보통신 제조업 비중이 높고, 제조업의 수출입 비율이 높은 국가들로서 모두 성장률의 국민전환을 경험하고 있었다. 이 국가들은 대부분 정보통신산업 초기에 제조업 분야를 적극적으로 육성하고 수출 중심의 성장전략을 통해 급성장하면서 초기 높은 성장률을 보였다.

[그림 9] 정보통신 제조업 수출입 비율²⁰⁾



하지만 한국, 일본, 멕시코 등은 이후에도 제조업에 지나치게 편중된 정보통신산업 구조가 지속되면서 생산성 체감, 경쟁 심화, 가격 경쟁력 약화 등의 원인으로 인해 고성장에서 저성장률로의 단계적 국민전환이 일어난 것으로 보인다. 반면 핀란드, 미국, 스웨덴 등과 같이 핵심 기술 개발을 통한 제조업의 지속적 육성과 함께 서비스 및 소프트웨어 분야의 동반 성장을 추진했던 국가들은 경기변동에 크게 좌우되지 않고 고성장을 유지하면서, 경제 전반의 불황에만 일시적으로 침체를 겪는 순환적 국민전환을 보이는 것으로 판단된다. 또한, 노르웨이, 프랑스, 캐나다, 덴마크 등과 같이 정보통신 제조업의 비율이 낮고, 서비스업 비중이 높은 국가들은 대부분 단일 국민으로 성장해온 것으로 보인다. 단일 국민 국가들은 경제 전체에서 정보통신이 차지하는 비중이나 기여도가 그리 높지 않으며, 핵심 주력 품목에의 집중적 투자보다는 IT 인프라 활용에 더 큰 초점을 맞춘 정책을 펴나가고 있고, 통신 서비스 위주의 내수 비중이 높은 편이다.

20) OECD(2002) 인용

[그림 10] 정보통신분야의 US 특허 수 증가율 (1996~2000)²¹⁾



부족하지만, 모방력이나 선진 기술의 흡수력이 뛰어서 캐치업하는 능력이 뛰어나다는 것을 간접적으로 보여주고 있으며, 이런 점은 평균회귀속도가 높은 국가들 중에 이 세 국가가 왜 변동성이 높은지에 대한 논거가 된다. 다시 말해, 이 세 국가는 기술을 선도하는 수준이 아니기 때문에 급변하는 정보통신분야에서 신기술, 신제품 등으로 인한 경제적 충격을 고스란히 앓게 되면서 변동성이 커지고 있으며, 뛰어난 모방력과 가격경쟁력을 바탕으로 단기간 내에 선진 기술을 캐치업하여 성장세를 회복하는 형국이라고 설명할 수 있겠다.

4.1.5. 국가별 정보통신산업의 성장 양상 종합

성장률과 변동성 측면에 있어서, 정보통신산업의 R&D 비중이 높은 국가일수록 고성장률을 보였고, 정보통신 제조업 중심인 국가, 특정 품목을 집중적으로 육성하는 국가, 수출 위주의 구조를 갖고 있는 국가들의 경우 고성장률, 고변동성을 나타냈다. 또한 서비스업의 비중이 높은 국가, 내수 비중이 높은 국가들이 안정된 성장률과 저변동성을 보였다. 평균 회귀속도의 측면에서는, 기술 수준이 높을수록 평균 회귀속도가 빠르나 핵심 기술력이 뒤처지는 국가들의 경우에는 변동성 또한 높았다. 또한 정보통신 인프라, 정책 및 법 제도 수준이 높은 국가들은 대체로 빠른 평균 회귀속도를 나타냈다. 국면전환의 측면에서는, 균형적인 정보통신산업 구조를 가진 국가들은 성장률의 국면전환 없이 꾸준한 장을 유지하였다. 반면 정보통신 제조업 중심, 특정 품목 위주의 성장 전략을 취한 국가들은 생산성 체감 및 가격 경쟁력 약화 등의 원인으로 인해 산업 초기에 단계별 국면전환을 경험하였다. 또한 강한 기술력을 바탕으로 한 제조업과 함께 서비스 및 소프트웨어 분야의 균형을 도모한 국가들은 경제 전반에 걸친 불황에만 일시적 침체를 겪는 순환적 국면전환을 보였다. 마지막으로 2001년도 정보통신산업의 침체는 국가별 산업 구조에 따라 국면 전환의 여부가 상이하였다.

4.2. 정책적 시사점

이제까지의 논의를 바탕으로 정리해 보면, 한국의 정보통신산업은 발전 과정에 있어서 고성장에서 저성장으로의 국면전환을 겪었으나, 80년대 이후 타 국가에 비해 월등히 높은 평균 18% 수준의 성장률을 보이고 있고, 변동성이 비교 대상국 중 가장 컸으며, 평균 성장률로의 회귀속도가 가장 높다는 발전 특성을 지니고 있었다. 또한 이러한 한국 정보통신산업의 발전 특성은 정보통신 제조업에의 편중, 특정 소수품목에 의존한 집중적 성장 전략, 수출 의존도가 높은 산업구조, 기술력의 양적 성장 및 핵심 기술 부재 등의 원인에 기인하였다.

따라서 향후 정보통신산업의 지속적인 발전을 기대하기 위해서는 다음과 같은 정책적 과제가 해결되어야 한다고 판단된다. 첫째, 정보통신서비스, 정보통신기기, 소프트웨어 및 관련 서비스 간의 균형적인 발전을 위한 정책적 지원이 이루어져야 한다. 둘째, 경기변동에의 민감성을 완화해 나가기 위해 현재 5개 미만인 세계 1등 품목을 연차적으로 적극 확대해 나감으로써 정보통신산업을 경제 성장의 주요 견인차로 확고히 자리매김 시켜야 한다. 셋째, 신규 서비스 확산 등

을 통한 내수 증가를 바탕으로 수출 루트의 다각화 및 지속적 증대를 꾀함으로써 안정적인 정보통신산업 성장을 유도하여야 한다. 넷째, 정보통신분야 원천기술 및 핵심 부품 개발을 통해 실질적인 경쟁력을 확보하여야 한다.

5. 결론

본 연구는 OECD 국가들의 정보통신산업 GDP의 발전 추이 및 성장률의 움직임을 국면전환 확산과정으로 묘사함으로써 각 국가별 정보통신산업 발전 양상의 특징 및 국면의 전환 등을 비교 분석하고, 이를 통해 우리나라 정보통신산업의 지속적인 발전을 위한 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 구체적으로 추세를 갖는 대표적 확산과정인 GBM 모형과 평균회귀 성향을 갖는 대표적 확산과정인 Vasicek 모형에 각각 마코프 국면전환을 도입하여 국가별 정보통신산업 GDP 및 GDP 성장률의 추이에 국면이 전환되는 것으로 파악하고 이를 통해 국가별 정보통신산업 발전의 특성을 비교 분석해 보았다.

분석 결과 정보통신산업 GDP 성장률과 변동성 사이에는 높은 상관관계가 있었으며, 한국, 멕시코 등은 고성장, 고변동성을, 미국, 프랑스, 일본 등은 저성장, 저변동성의 특성을 보였다. 또한 한국의 경우 유일하게 성장률과 변동성 모두 국면전환이 일어나는 국가였다. 장기평균 성장률의 특성에 따라 분류한 결과, 한국, 일본, 멕시코, 뉴질랜드는 고성장에서 저성장으로의 국면전환, 미국, 핀란드, 스웨덴은 경기 순환적 국면전환, 덴마크, 노르웨이, 프랑스, 캐나다는 단일 국면으로 분류할 수 있었다. 특히 한국의 경우 국면전환 후의 저성장률 평균이 타 국가의 고성장률 평균인 높은 수준을 보였으며, 평균회귀 속도와 변동성이 매우 높은 특성을 보여주었다. 한국 정보통신산업의 이러한 특성은 구조적 원인에서 찾을 수 있었는데, 정보통신 제조업에의 지나친 편중현상, 소수품목 위주의 의존도 심화, 지나친 수출 의존도 등이 그 원인들이었다. 이를 통해 향후 한국의 정보통신산업이 지속적으로 발전하기 위해서는 정보통신산업 부문별 균형적인 성장을 위한 정책과 함께 주력 품목의 다양화, 신규 서비스 확산 등을 통한 내수 확대와 수출 루트의 다각화, 핵심 기술 개발 등이 필요하다고 판단된다.