시스템 다이내믹스 방법론을 이용한 정보보호인력 수급체계 분석

정회원 김태성*, 전효정**, 박상현**, 장석호***

System Dynamics Approach to Demand and Supply of Information Security Manpower

Tae-Sung Kim*, Hyo-Jung Jun**, Sang-Hyun Park**, Seok Ho Chang*** *Regular Members*

요 약

정보보호산업 성장의 가장 큰 애로요인 중 하나로 시장의 미성숙, 정보보호에 대한 인식 부족 등과 함께 전문 인력의 부족 등이 꼽히고 있는 가운데, 정보보호인력은 공급부족으로 인한 수급 불일치 현상을 보이고 있다. 이러한 현상은 산업에 대한 수요는 필연적으로 인력에 대한 수요를 발생시키게 되는데, 정보보호산업이 급속히 성장함에 따라 시기 적절한 정보보호인력의 양성 및 공급 대책을 수립함에 있어 어려움이 있었기 때문인 것으로 파악된다.

본 연구는 정보보호인력의 원활한 공급을 위해서는 정보보호인력의 수급체계에 대한 분석이 선행되어야 한다는 데에 초점을 두고, 시스템 다이내믹스 방법론(System Dynamics)을 이용하여 정보보호인력의 수급체계 분석을 위한 모형을 작성하였다. 모형 구현의 궁극적인 목표는 정보보호인력의 수급체계가 갖고 있는 행태를 분석해 보고자 하는 것이며, 이 때 주요정책변수를 조절하여 구현한 결과를 통해 정보보호인력의 원활한 공급을 위한 정책마련에 시사점을 주고자 한다.

Key Words : Information Security Manpower, System Dynamics, Demand and Supply, Mismatch

ABSTRACT

Information Security industry in Korea is growing rapidly but is confronted with many challenges in business environment. One of the worst hardships is the mismatch in the demand and supply of manpower. Thus the government is developing a manpower policy to relieve the situation. To suggest policy implications, this study analyzes the demand and supply of Information Security manpower in the systematic and behavioral point of views. Using System Dynamics approach, we formulate a model to analyze the demand and supply of Information Security manpower. Finally we simulate the model and interpret the results.

Ⅰ. 서 론

정보보호의 중요성이 증대되어감에 따라, 정보보호산업의 성장이 가속화되고 있고, 산업성장의 원동력이 되는 정보보호인력에 대한 수요도 급속히 늘어, 인력의 공급이 수요를 따라가지 못하는 수급 불일치 현상이 발생하고 있다.

정보보호산업은 2002년 12월 현재 이미 5천억원 규모의 시장을 이루었고, 2007년에 이르러서는 약 2조 4천억원의 규모로 성장할 것으로 전망되고 있다. 그러나, 정보보호인력은 2007년까지 대략 22,000명

* 충북대학교 경영정보학과 (kimts@chungbuk.ac.kr) ** 한국전자통신연구원 *** MIT, Lab. for Manufacturing and Productivity
논문번호 : 030089-0306 접수일자 : 2003년 3월 7일
※ 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2003-041-B00173).

의 공급부족으로 인한 심각한 수급 불일치 현상을 보일 것으로 전망되고 있어, 정보보호인력의 시기적절한 양성 및 공급을 위한 대책마련이 시급하다[17].

정보보호산업은 정보보호를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 제품 또는 관련 서비스를 설계, 개발, 생산, 구축하고 이를 이용한 정보보호 대책마련 및 사후관리 활동을 포함하는 경제적 활동 영역으로[19, 20], 정보보호의 필요성이 커져감에 따라 그 파생수요로 최근 급속한 성장세를 보이고 있는 산업이다. 이러한 상황에서 정보보호산업 성장의 가장 큰 애로요인 중 하나로 시장의 미성숙, 정보보호에 대한 인식 부족 등과 함께 전문인력의 부족을 꼽고 있는 가운데, 정보보호인력은 공급부족으로 인한 수급 불일치 현상을 보이고 있다. 이러한 현상은 산업에 대한 수요는 필연적으로 인력에 대한 수요를 발생시키게 되는데[9], 정보보호산업이 급속히 성장함에 따라 시기 적절한 정보보호인력의 양성 및 공급 대책을 수립함에 있어 어려움이 있었기 때문인 것으로 파악된다.

그러나, 이렇게 정보보호인력의 체계적인 공급대안 마련이 시급함에도 불구하고, 정보보호인력의 정의나 범위와 관련된 연구는 진행된 바가 없는 것으로 파악되고 있다. 또한, 정보보호인력의 수요와 공급이 어떠한 패턴으로 발생하는지에 대한 연구도 체계적으로 수행된 것이 없어 정보보호인력의 수급현황 파악을 위한 통계자료 확보의 기반도 마련되지 못하고 있다.

정보보호산업은 정보보호기술의 발전에 기반한다는 점과 정보통신산업의 하위산업으로 기능하기 때문에 정보통신산업의 발전 패턴과 매우 밀접한 관계를 갖는다는 점에서 산업영역의 경계가 모호하고 기술의 발전에 매우 동태적으로 반응한다는 특성을 갖는다. 이것은 바로 정보보호인력의 공급체계 마련에도 이어져, 수요와 공급의 범위 설정에도 어려움을 가중시키고 있다. 이러한 상황에서 제시되는 정보보호인력의 양성 및 공급 정책은 포괄적일 수가 없으며, 시기적절할 수도 없다. 정보보호인력의 명확한 정의 및 범위에 기반한 수급체계 분석이 이루어지지 않는 한 '어떠한 인력을 어디에서 얼마만큼 어떻게 양성해야 하는지'에 대한 답을 제시할 수 없기 때문이다.

본 연구의 목표는 다음과 같다. 첫째, 정보보호인력의 수급체계를 파악한다. 둘째, 시스템 다이내믹스 방법론(System Dynamics Approach)을 이용하여 장기적인 관점에서 정보보호인력의 수급을 분석하기 위한 모형을 작성한다. 시스템 다이내믹스 방법론은 분석 대상을 시스템적인 사고방식으로 접근하여 분석하는 기법으로 분석 대상이 갖고 있는 시스템적인 행태(behavior)를 연구하는 방법론이다. 셋째, 정보보호인력의 수급 불일치 현상을 해소하기 위한 정책대안을 제안한다. 시스템 다이내믹스 방법론은 분석 대상의 행태를 분석하여, 그 성장과 안정성에 영향을 주는 주요 변수를 파악하고, 그를 위한 정책 및 의사결정의 방향은 어떻게 설정되어야 하는지에 대해 분석하는 것을 목적으로 한다[8, 26, 27].

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 정보보호인력의 수급체계 분석 모형의 범위 설정을 위해 정보보호인력의 수급체계를 분석한다. Ⅲ장에서는 스텔라(STELLA)를 이용하여 정보보호인력의 수급체계 분석 모형을 작성한다. 모형은 정보보호인력의 수급체계에 기반하여 주요 변수들을 도출하고, 기존의 인력의 수급체계 관련 문헌을 고찰하여 주요 변수간의 관계를 설정한 후, 수급체계의 메커니즘을 도출하여 작성한다. Ⅳ장에서는 주요 변수값들을 입력하여 구현해 본 결과를 분석한다. 그 다음, 그 결과를 중심으로 정보보호인력의 수급체계의 행태를 분석·정리하고, 정보보호인력의 수급 불일치 현상을 해소하기 위한 정책 및 의사결정의 방향을 제시한다. 마지막으로, Ⅴ장에서는 본 연구의 결론 및 시사점을 제시한다.

Ⅱ. 정보보호인력의 수급체계

1. 연구의 범위

정보보호인력의 수급체계를 분석하기 위해서는 우선 정보보호인력의 정의 및 범위를 설정해야 한다. 인력 수급 예측을 위해서는 수급인력의 범위와 기준을 정하는 것이 가장 중요하기 때문이다[14]. 따라서, 본 연구에서는 정보보호인력의 정의 및 범위를 다음과 같이 설정하여 연구의 범위로 한다.

첫째, 정보보호인력은 정보보호에 대한 마인드와 지식을 보유하고 정보보호업무를 수행할 수 있는 능력을 가진 인력으로 정의한다. 둘째, 정보보호인력의 주요 직무는 시스템, 네트워크, 데이터 등의 기밀성, 가용성, 무결성을 보안 프로그램, 정책, 절차, 도구를 계획, 분석, 개발, 구현, 강화함으로서 보장하는 것으로 한다. 셋째, 정보보호인력의 범위는 정보보호관련 직무를 수행하는 정보보호 산업인력,

정보보호 관련 연구기관에 근무하는 정보보호 연구인력, 정보보호 관련 교육기관(사설 및 정규)에서 정보보호 관련 교육을 실시하는 정보보호 교육인력을 모두 포함하는 것으로 한다.

본 연구에서는 정보보호인력의 정의 및 범위를 설정할 때, 정보보호산업에 종사하는 산업종사자에 국한하지 않고, 정보보호와 관련된 직무를 수행하는 모든 인력 즉 정보보호 직업 종사자를 기준으로 하였다. 정보보호산업은 타산업과는 달리 독자적인 시장영역을 확보하고 있다기 보다는 전산업에 널리 퍼져 있다. 따라서, 정보보호인력을 정보보호산업에만 국한하여 연구를 진행하게 된다면, 상당히 축소된 개념의 정보보호인력의 수급체계가 성립될 수밖에 없다.

2. 정보보호인력 수급체계의 특성

정보보호인력의 수급체계를 분석함에 있어, 우선은 정보보호산업이 갖는 주요 특성을 파악해야 할 것이다. 산업은 인력에 대한 수요를 발생시키고, 인력이 능력을 발휘하고자 하는 장(場)이 되기 때문에, 정보보호인력의 수급체계에 많은 영향을 미친다.

정보보호산업의 주요 특성은 다음과 같다. 첫째, 정보보호산업에 대한 수요는 정보보호산업 자체가 정보통신산업의 하위산업으로 기능한다는 점에서 정보통신산업의 발전 패턴과 매우 밀접한 관계를 갖는다. 즉, 정보통신산업이 발전하는 한 정보보호산업에 대한 수요는 지속적으로 발생할 것이며, 이러한 수요는 정보보호 기술, 인력, 자본 등 생산요소의 원활한 조달과 각 생산요소간의 효율적인 조합으로 구성되는 공급체계에 의해 충족된다. 둘째, 정보보호산업의 성장은 자본, 기술뿐만 아니라 인력에 대한 수요까지도 파생시키게 되므로, 정보보호산업은 인력의 공급을 위해 정보보호인력의 교육훈련시장과도 상호 유기적으로 작용한다. 셋째, 정보보호산업 내에서든 정보통신산업과의 유기적인 관계속에서든 발생되는 인력에 대한 수급은 수량과 가격을 결정하는 다양한 외생변수에 영향을 받게 된다. 이때 고려할 수 있는 외생변수에는 정보통신산업의 시장전망, 타 산업의 평균 임금 수준, 정부의 인력양성 정책 등이 있을 수 있다. 본 연구에서는 이 중에서도 '정부의 인력양성 정책'을 정책변수로서 모형에 반영하여 분석하고자 한다.

특히, 정보통신산업의 시장전망이나 타 산업의 평균 임금 수준 등과 같은 외생변수는 정보보호산업과 정보통신산업과의 유기적인 관계를 고려한 후에야 분석이 가능하므로, 정보보호인력의 수급체계의 행태 분석에 중점을 둔 본 연구에서 다룰 수 있는 범위를 초과한다. 따라서, 이는 정보보호인력에 대한 수급체계 분석 모형 작성 후 그 분석 결과를 바탕으로 타산업과의 유기적인 관계를 고려한 '산업간 동태적인 관계 속에서의 정보보호산업의 발전 행태 분석' 등과 같은 향후 연구과제로 고려해 볼만하다.

3. 정보보호인력 수급체계

정보보호인력의 수급체계는 정보보호인력에 대한 공급체계와 수요체계의 통합으로 나타낼 수 있다. 정보보호인력의 공급체계는 인력의 주요 교육훈련시장을 중심으로 다음과 같이 구성된다.

- o 대학(원)등의 정규교육기관: 정보보호학과, 정보보안전공, 정보보호공학전공, 컴퓨터네트워크보안과 등의 학과명으로 정보보호학과를 운영중에 있는 대학(원)을 중심으로 한다. 2002년 10월 현재 전문대학에 5개, 4년제 대학에 13개, 대학원에 23개의 학과 및 전공이 설치되어 있다[10].
- o 사설교육기관: 정보보호관련 자격증 및 소양 교육과정을 운영중에 있는 사설학원을 중심으로 한다. 2002년 10월 현재 대략 29개의 사설교육기관이 정보보호관련 교육과정을 운영중에 있다[10].
- o 정보통신산업으로부터의 전환: 정보보호산업은 정보통신산업의 하위산업으로 기능한다는 점에서도 알 수 있듯이, 정보통신산업과의 유기적인 관계속에서 성장한다. 또한, 정보보호학과의 대부분이 2000년대에 들어 신설된 학과인 점을 고려할 때, 실제 정보보호인력 중 정보보호학과 전공자는 거의 없는 것으로 파악된다. 특히, 일부 정보보호관련 ITRC를 중심으로 몇몇 대학(원)에서 이미 졸업생을 배출하기도 하였으나, 전체 종사인력에 비해 아직까지는 그 수가 매우 적은 수준이다. 따라서, 정보보호학과를 통한 인력공급이 본격적으로 이루어질 것으로 예상되는 2005년까지는 정보보호인력의 주요 공급원은 정보통신관련 업무 경력자 또는 정보통신 관련학과 졸업자가 될 것이다.

정보보호인력에 대한 수요는 정보보호산업에서의 수요, 정보보호산업 이외의 산업에서의 수요, 연구소(교육기관 포함)에서의 수요로 구성된다. 정보보호인력은 정보보호 직무를 수행하는 인력으로, 정보보호 산업인력과 연구인력(교육인력 포함)으로 구성되

기 때문에 정보보호인력의 수요체계가 이러한 인력에 대한 수요로 구성될 것임을 쉽게 파악할 수 있다.

Ⅲ. 모 형

1. 주요 저량 및 유량 변수 도출

본 연구에서는 정보보호인력의 수급분석 모형을 통해 정보보호인력의 수요와 공급에 대한 장기적인 관점에서의 행태를 분석하고자 한다. 따라서, '정보보호인력에 대한 수요'와 '정보보호인력에 대한 공급'은 모형의 주요 저량(stock) 변수가 되며, '정보보호인력에 대한 신규 수요'와 '정보보호인력에 대한 신규 공급'은 모형의 주요 유량(flow) 변수가 된다.

정보보호인력에 대한 총 공급은 공급체계에 의해 정규교육기관의 정보보호학과 졸업인력, 사설교육기관의 정보보호관련 교육과정 졸업인력, 정보통신산업으로부터의 전환인력의 합으로 구성된다. 또한 정보보호인력에 대한 총 수요는 수요체계에 의해 정보보호산업 즉 정보보호 제품 및 서비스의 생산·개발을 위해 필요한 인력, 정보보호 제품 및 서비스에 대한 연구·개발을 위해 필요한 인력, 정보보호 이외의 산업에서 정보보호 제품 및 서비스를 활용·운영하기 위해 필요한 인력의 합으로 구성된다.

주요 외생변수로는 현재 정보보호산업에서 겪고 있는 인력의 수급불일치 현상을 반영할 수 있는 변수로 설정한 '수급차'와 정보보호인력의 공급을 조절하는 가장 큰 요인이 되는 정책변수인 '정부정책의 영향도' 등을 설정하였다. 인력교육시장은 인력시장에서의 수요의 크기를 기준으로 인력공급 계획을 세우므로, 정보보호인력에 대한 수요와 공급의 차이 즉 수급차는 전체 정보보호인력에 대한 공급에 영향을 준다. 또한, 정부정책의 영향도는 각 공급원의 공급조절 계획에 영향을 미친다.

(그림 1)은 정보보호인력의 수급체계를 그 특성과 도출된 주요 저량 및 유량 변수를 고려하여 작성한 정보보호인력의 수급체계의 인과지도(causal loop diagram)이다. 인과지도는 모형을 작성하기에 앞서 모형의 범위를 설정하고 주요 저량 변수간 관계를 파악하기 위해 작성하는 것으로, 화살표, +/- 부호, 피드백 루프로 구성된다[8].

예를 들어, B1 루프인 (IS 인력 공급→ - 수급차(GAP)→ + IS 산업 종사자의 매력도→ + 인력의 IS 산업 유인 → +)를 살펴보면, 'IS 인력 공급이 많아지면 수급차는 적어지고, 수급차가 적어지면 IS 산업 종사자의 매력도 또한 감소하며, 이로 인해 인력의 IS 산업 유인 또한 감소함을 보여주고 있다. 이와 같은 관계를 피드백 루프라 하며, 변수간 관계가 같은 방향 즉 '많아진다→많아진다'로 이루어지면 양(+)적인 관계를 갖는다라고 하고, '많아진다→적어진다'처럼 반대이면 음(-)적인 관계를 갖는다라고 한다.

특히, 피드백간의 관계가 전체 루프에 걸쳐 -의 개수가 짝수개이면 R(Reinforcing, 자기강화적 성장)이라 표시하고, 홀수개이면 B(Balancing, 자기안정적 성장)이라 표시하게 된다.

(그림 1)은 정보보호인력의 수급체계가 크게 공급체계와 수요체계로 구성되며 IT 산업과 연결되어 매우 복잡하고 강한 동태성을 지닌 시스템이라는 것을 알 수 있다.

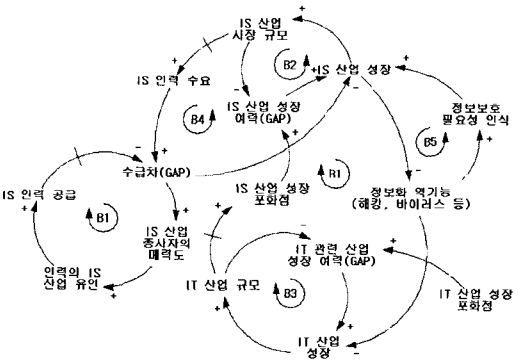

그림 1. 정보보호인력 수급체계 인과지도
* IS : Information Security

2. 변수간의 관계 도출

변수간의 관계는 기존의 인력의 수급체계와 관련된 연구를 고찰한 결과를 종합하여 도출하였다. 정보보호인력의 수급체계와 관련된 연구는 아직까지 뚜렷한 체계를 가지고 진행된 바가 없으며, 현황 파악, 양성정책 대안 제시, 한정된 수급체계를 중심으로 이루어져 왔다. 주요 연구로는 KISA(한국정보보호진흥원)가 1999~2001년에 걸쳐 정보보호산업체에 대한 실태조사와 함께 정보보호인력의 수급현황을 파악한 연구들이 있다. 또한, 정보보호인력 양성정책제시에 초점을 맞춘 김태성(2002), 정보보호인력에 대한 수급체계에 기반하여 정보보호인력을 정보보호산업 종사자에 한하여 분석한 송희준(2001) 등

이 있다[11, 15, 21, 22, 23].

정보보호산업이 정보통신산업의 하위산업으로 기능한다는 점에서 정보보호인력은 정보통신인력의 일부로 파악할 수 있다. 따라서, 정보보호인력의 수급체계를 분석함에 있어 정보통신인력의 수급체계를 벤치마킹하는 것이 하나의 방법이 될 수 있으므로, 정보통신인력에 대한 연구도 살펴보아야 한다.

정보통신산업 또한 그 역사가 전통 산업인 제조업이나 유통업에 비해 비교적 짧으나, 정보통신에 대한 중요성의 증대로 정보통신인력에 대한 연구는 이미 상당한 체계를 구축하고 있다. 정보통신인력에 대한 연구로는 KISDI(정보통신정책연구원)에서 1998~2001년에 걸쳐 수행한 연구들이 있다. 이 연구들은 전통적인 인력수요 예측 방법론인 고용자

표 I. 정보보호인력 수급체계 관련 문헌연구

연 구 분 야	연 구 명	주 요 연 구 내 용	시 사 점
정보보호 인력의 수급현황 연구	KISA(2001) KISA(2000) KISA(1999)	- 정보보호산업 실태 조사에 초점을 맞춤 - 일부 정보보호산업체를 대상으로 하여 정보보호 인력의 현황을 파악함	- 정보보호인력의 수급 현황자료를 제시함
정보보호 인력 양성 정책 제시 관련 연구	김태성(2002)	- 정보보호산업의 발전으로 정보보호인력에 대한 수요가 급증하고 있다는 필연성을 보여줌 - 정보보호인력 양성의 중요성을 부각시켜 정보보호인력 양성 정책을 제안하고 있음	- 정보보호인력의 주요 공급원 및 수요처에 대해 분석함
	송희준(2001)	- 정보보호인력에 대한 수급체계를 분석함 - 정보보호인력을 정보보호산업 종사자에 한하여 분석함	- 정보보호인력을 정보보호산업 종사자에 한하여 분석하면, 과소계상될 우려가 있음
정보통신 인력의 수급분석 연구	권남훈 외(2001a) 권남훈 외(2001b) 권남훈 외(1999) 권남훈 외(1998)	- 정보통신인력의 정의 및 범위를 체계화함 - 고용자 서베이와 거시경제모형을 통해 산업직종 행렬을 구축하여 전체산업에 분포되어 있는 정보통신인력의 수요를 장기적인 관점에서 전망함	- 정보통신인력의 범위를 산업종사자가 아닌 직업종사자로 함 - 학교로부터의 인력수요 또한 전망할 필요가 있으나, 실질적인 어려움을 수반함을 인정함
과학기술 인력의 수급분석 연구	박재민(2001)	- 전산업의 과학기술인력 추정 방법론으로 미국노동통계국(BLS)의 거시경제모형을 제시 - BLS 방법론을 과학기술인력 수급전망에 적용할 경우 나타날만한 문제점과 시사점 제시	- 인력 수요 예측에 있어 가장 널리 이용되는 방법론으로 BLS 방법론을 제시하고 있음
	고상원 외 (1999)	- 구조조정기에 과학기술인력의 수급 현황이 어떻게 변할 것인가에 대해 예측함	- 각 학위별 수요를 저량(stock)으로, 비교대상이 되는 공급을 유량(flow)으로 처리함
	김지수(1997)	- 기술인력의 수급차를 장기예측하고 적절한 수급차 해소방안을 도출함	- 생산액 증가에 따른 파생수요로서 인력에 대한 수요가 발생함
	송희년 외(1996)	- 기술인력의 수급차를 장기예측하고 적절한 수급차 해소방안을 도출함	- 인력 수급 예측을 위해서는 수급인력의 범위와 기준을 정하는 것이 가장 중요함
	서인석 외 (1991)	- 과학기술인력의 수요 즉 연구인력에 대한 수요를 예측함	- 과학기술 투자액을 예측한 후, 이를 기반으로 연구 개발비를 추정하고, 연구비 사용 주체별 연구원 수의 비율을 결정하여 연도별 총량적인 연구인력 수를 전망함
	Baker(1992)	- 기존 인력 수요예측 문헌들을 고찰하여, 인력양성을 위한 정책적 효율성을 제시함	- 박사인력 수요에 영향을 주는 주요 변수로서 연구개발 투자의 수준과 경제성장률을 제시함
	Berdek et al. (1990)	- 과학자와 엔지니어의 고용 증대 효과를 분석함	- 경제성장과 기술변화를 통해 인력의 수요 변화를 예측함
기타인력에 대한 수급분석 연구	이미숙 외(2001)	- 교원수급에 영향을 미치는 요인들의 동적인 피드백에 기반하여 그 수급 규모를 분석	- 교원의 수요와 공급이 다양한 교육 내외적인 요인들의 복합적인 상호작용 속에서 그 규모가 결정된다고 전제함
	곽수일 외 (1980)	- 중화학공업 관련 기술인력의 수급을 분석함 - 인력자원 개발이 교육의 특성상 단기일 내에 이루어질 수는 없으므로, 이의 균형을 모색하는데 어려움이 있다는 것을 전제로 함	- 기술인력에 대한 신규수요는 사회에서의 연간 기술인력에 대한 수급차에 의해 결정되며, 기술인력의 수요는 경제성장률에 비례함

서베이와 거시경제모형을 통해 산업직종행렬을 구축하여 전체산업에 분포되어 있는 정보통신인력의 수요를 장기적인 관점에서 전망하고 있다. 권남훈 외(1998)와 권남훈 외(1999)는 초기 연구로 아직까지 정보통신인력에 대한 체계를 완성하지 못한 상태에서 결론을 내리고 있으며, 권남훈 외(2001a), 권남훈 외(2001b)에서는 정보통신인력의 정의 및 범위를 설정하고, 그간의 연구결과의 미비점을 보완한 인력 수급 전망 결과를 내놓고 있다[4, 5, 6, 7].

이 외에, 일반 과학기술인력에 대한 연구로 박재민(2001), 김지수(1997), 고상원 외(1996), 송희년 외(1996), 서인석 외(1991), Baker(1992), Berdek et al.(1990) 등이 있으며, 시스템 다이내믹스 방법론을 활용한 인력 수급분석 연구로는 교원인력 수급을 분석한 이미숙 외(2001)와 중화학공업 관련 기술인력의 수급을 분석한 곽수일 외(1980)가 있다[1, 2, 9, 12, 13, 14, 16, 24, 25].

<표 1>은 기존의 인력 수급체계 관련 문헌을 고찰한 결과와 함께 각 연구가 본 모형의 기본 메커니즘 형성에 미친 영향을 정리한 것이다.

이를 종합하여, 모형의 전체적인 메커니즘을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 인력에 대한 수요는 예정 고용자수에 기반하며, 이는 산업의 예상 매출액, 연간 연구개발 투자비 등의 증감에 영향을 받는다. 따라서, 당해년도 예정 고용자수는 당해년도 총 종사인력의 기대값이 된다. 둘째, 총 신규 공급인력은 주요 인력훈련 시장의 졸업인력과 정보통신산업으로부터 전환되어 들어온 전환인력의 합이다. 이러한 졸업인력과 전환인력의 합 즉 당해년도 총 신규 공급인력은 당해년도 총 종사인력에 대한 증분값이 된다. 셋째, 인력에 대한 수급을 조절하는 외부변수 중 경제성장률, 전체 노동임금 구조 등의 거시경제 지표와의 상관관계는 고려하지 않는다. 넷째, 인력에 대한 공급은 정부정책의 실현 의지, 시장에서의 수급차 등의 외부변수에 의해 조절된다. 다섯째, 산업인력에 대한 수요는 산업의 매출액의 증감에 따라 변화되며, 연구인력에 대한 수요는 연구개발비의 증감에 따라 변화한다.

3. 모형 작성

모형은 크게 10개의 영역으로 구성된다. 첫 번째 영역은 '정규교육기관을 통해 공급되는 인력'에 대한 모형으로 영역명은 'supply from university'이다. 두 번째 영역은 '타산업으로부터의 전환을 통해 공급되는 인력'에 대한 모형으로 영역명은 'supply from ITM'이다. 세 번째 영역은 '사설교육기관을 통해 공급되는 인력'에 대한 모형으로 영역명은 'supply from private school'이다. 네 번째 영역은 '정보보호인력에 대한 수요의 발생요인의 총합'에 대한 모형 즉, 각 수요처에서 발생한 수요를 전체 수요에 어떻게 반영할 것인지에 대한 모형이다. 영역명은 'total effect for the ISM demand'이다. 이 중, ITM은 'IT Manpower'를 축약한 것으로 정보통신인력을 의미하며, ISM은 'Information Security Manpower'로 정보보호인력을 의미한다.

다섯 번째 영역은 '정보보호산업에서의 산업인력에 대한 수요'에 대한 모형으로 영역명은 'ISM demand of industry'이다. 여섯 번째 영역은 'supply from university', '정보보호 관련 연구소에서의 연구인력에 대한 수요'에 대한 모형으로 영역명은 'ISM demand of research'이다. 일곱 번째 영역은 '타산업(정보보호 이외의 산업)에서의 정보보호 산업인력에 대한 수요'에 대한 모형으로 'ISM demand of extra IS industry'이다.

여덟 번째 영역은 '정보보호인력에 대한 총 공급'으로 'supply from university', 'supply from ITM', 'supply from private school' 모형의 각 출력(outflow)값인 'gra num of under', 'gra num of master', 'gra num of full time doctor', 'being ISM', 'completion of a course'의 합으로 나타내어지는 과정을 모형화한 것이다. 영역명은 'total supply for ISM'이다. 아홉 번째 영역은 '수급차'에 대한 모형으로 'total supply for ISM'의 저량값인 'total ISM'과 'total demand for ISM'의 저량값인 'total ISM demand'와의 차이를 모형화한 것이다. 영역명은 'the demand supply gap'이다. 열 번째 영역은 '정보보호인력에 대한 총 수요'에 대한 모형으로, 'ISM demand of industry', 'ISM demand of research', 'ISM demand of extra IS industry' 모형에서 도출되는 각 수요처에서의 수요 패턴 즉 'ISM demand pattern', 'ISRD demand pattern', 'EISM demand pattern'들에 'total effect for the ISM demand'에서 도출한 각 패턴값들이 전체 수요에 미치는 영향을 곱하여 정보보호인력에 대한 총 수요를 구하는 과정을 모형화한 것이다. 이 중, ISRD는 'Information Security Research & Development'의 축약어로 정보보호 연구인력을 의미하며, EISM은 'Extra ISM'으로 정보보호산업 이외의 산업에서의 산업인력을 의미한다.

각 영역은 인과지도에서도 나타나듯이 저량 변수

간에 형성된 B극성의 피드백 구조로 인해 상호 연결된다. 영역은 모형의 복잡도를 낮추기 위해, 연관된 저량변수와 유량변수와 함께 관련 외생변수들을 하나로 묶어 정리한 것이다. 모형에 대한 이해를 돕기 위해 모형의 첫 번째 영역인 '정규교육기관을 통해 공급되는 인력'을 해석해보면 다음과 같다.

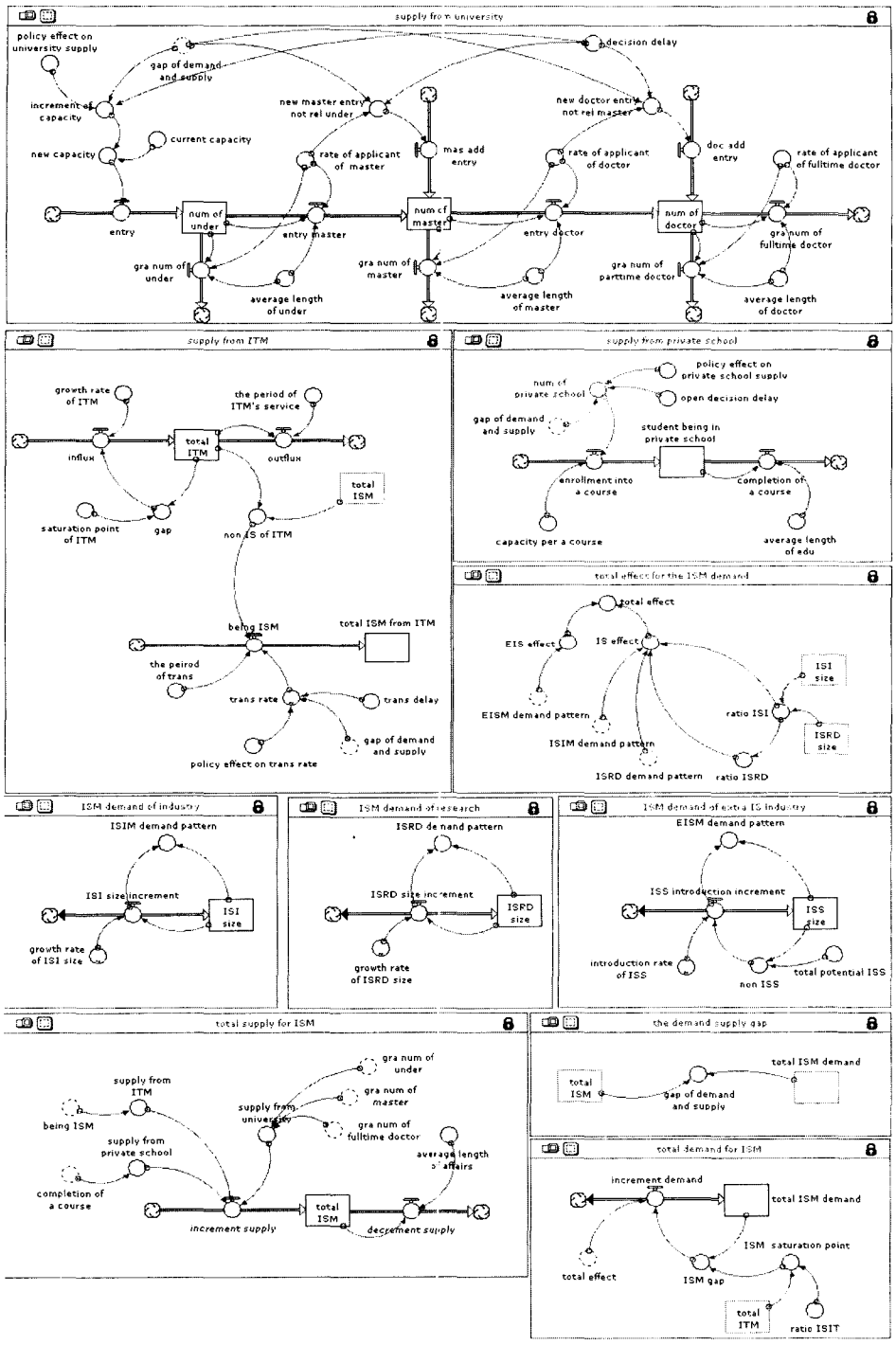

그림 2. 정보보호인력 수급체계 분석 모형

정규교육기관을 통해 공급되는 인력은 정보보호 학과를 개설한 대학(원)의 졸업인력으로 '전체 학사 학생의 수', '전체 석사 학생의 수', '전체 박사 학생의 수'의 출력(outflow)값들의 합이다. 또한 각각에 대한 입력(inflow)값으로 학사는 신규입학생 수를 가지고, 석·박사는 여기에 타학과(전공) 및 학교로부터 신규 공급되는 입학생 수를 갖는다. 또한, 모든 신규입학생 수는 정부정책의 영향도에 따라 달라지는데, 정부정책이 인력의 공급대책을 수립하는 각 공급주체들의 의사결정에 영향을 미쳐, 학생들이 상위학교 진학시에 고려하는 장학제도, 학과의 향후 전망 등을 결정하기 때문이다. 마지막으로, 대학(원)의 입학생 정원 수는 시장에서 발생하고 있는 인력의 수급차 수준을 기준으로 조절된다. 인력의

표 2. 모형의 영역별 주요 변수 명세

영 역(sector)	주요 변수 명세(variables)	기본 가정(hypothesis)
정규교육기관을 통해 공급되는 인력 (supply from university)	-S1: 전체 학사 학생의수(num of under) ·I: 입학(entry), ·O: 졸업(gra num of under), 상위학교 진학(entry master) -S2: 전체 석사 학생의 수(num of master) ·I: 동 학사 졸업후 입학(entry mater), 타 학사 졸업후 입학(new master entry not rel nunder) ·O: 졸업(gra num of master), 상위학교 진학(entry doctor) -S3: 전체 박사 학생의 수(num of doctor) ·I: 동 석사 졸업후 입학(entry doctor), 타 석사 졸업후 입학(new doctor entry not rel master) ·O: 풀타임 박사 졸업(gra num of full time doctor), 파트타임 박사 졸업(gra num of part time doctor) -EV1: 정원 증설 및 신설에 미치는 정부정책의 영향도(policy effect on university supply) -EV2: 시장의 수급차(gap of demand and supply)	-정보보호학과 및 관련학과가 개설된 4년제 대학(원)은 정보보호인력의 주요 공급원이다. -정부정책의 영향도: 정규교육기관을 통한 인력 공급을 조절함에 있어서의 정부의 정책실현 의지
타산업으로부터의 전환을 통해 공급되는 인력 (supply from ITM)	-S1: 전체 정보통신인력의 수(total ITM) -S2: 정보통신 인력 중 정보보호로 전환하는 인력의 수(total ISM from ITM) ·I: 신규 전환인력(being ISM) -EV1: 전환률에 미치는 정부정책의 영향도(policy effect on trans rate) -EV2: 전환에 필요한 기간(tran delay) -EV3: 전체 ITM중 ISM으로 전환하는 인력의 비율(trans rate)	-정보보호인력 중 전환인력은 주로 정보통신산업에서 공급된다. -정부정책의 영향도: 타산업에서 전환되는 인력 공급을 조절함에 있어서의 정부의 정책실현 의지
사설교육기관을 통해 공급되는 인력 (supply from private school)	-S1: 사설학원의 강좌를 이수중인 전체 학생 수(student being in private school) ·I: 교육과정 신규 신청(enrollment into a course) ·O: 교육과정 이수하여 졸업(completion of a course) -EV1: 강좌 이수를 위해 필요한 평균 교육기간(average length of edu) -EV2: 강좌 개설에 미치는 정부정책의 영향도(policy effect on private school supply) -EV3: 시장의 수급차(gap of demand and supply)	-정보보호 관련 강좌를 개설하여 운영하는 사설교육기관은 정보보호인력의 주요 공급원이다. -정부정책의 영향도: 사설교육기관을 통한 인력 공급을 조절함에 있어서의 정부의 정책실현 의지
정보보호인력에 대한 수요의 발생요인의 총합 (total effect for the ISM demand)	-EV1: 정보보호인력수요에 미치는 모든 영향(total effect) -EV2: 정보보호산업의 규모가 인력수요에 미치는 영향(IS effect) -EV3: 정보보호 이외의 산업에서의 수요가 전체 인력수요에 미치는 영향(EIS effect)	-정보보호인력수요에 미치는 모든 영향은 타산업에서의 수요, 산업내에서의 수요, 연구소에서의 수요를 합한 것이다.
정보보호산업에서의 산업인력에 대한 수요(ISM demand of industry)	-S1: 정보보호산업의 규모(ISI size) ·I: 정보보호산업의 규모의 신규증감(ISI size increment) -EV1: 정보보호산업 규모 증감이 산업인력 수요에 미치는 영향(ISIM demand pattern)	-정보보호산업에서의 정보보호 산업인력에 대한 수요는 매출액의 증감에 따라 달라진다.
정보보호 관련 연구소에서의 연구인력에 대한 수요 (ISM demand of research)	-S1: 정보보호 R&D 규모(ISRD size) ·I: 정보보호 연구개발비의 규모의 신규증감(ISRD size increment) -EV1: 정보보호 R&D 규모 증감이 연구인력 수요에 미치는 영향(ISRD demand pattern)	-정보보호산업에서의 정보보호 연구인력에 대한 수요는 연구 개발비의 증감에 따라 달라진다. -연구인력에는 교육인력이 포함된다. 정보보호 교육인력에 대한 수급 파악의 필요성은 인식하나, 통계 확보 가능한 범주에서 정보보호분야만의 교육인력을 파악할 수는 없기 때문이다.
타산업에서의 정보보호 산업인력에 대한 수요(ISM demand of extra IS industry)	-S1: 타산업내의 정보보호시스템 도입 업체 수(ISS size) ·I: 정보보호시스템 신규 도입(ISS introduction increment) -EV1: 타산업내의 정보보호시스템 도입업체 수 증감이 정보보호 산업인력 수요에 미치는 영향(EISM demand pattern)	-타산업에서의 정보보호 산업인력에 대한 수요는 정보보호시스템 즉 정보보호 제품 및 서비스에 대한 수요의 증감에 따라 달라진다.
정보보호인력에 대한 총 공급(total supply for ISM)	-S1: 정보보호인력에 대한 총 공급(total ISM) ·I: 신규 공급(increment supply) ·O: 퇴직(decrement supply) -EV1: ISM의 평균 근무 년수(average length of affairs)	-정규교육기관 졸업인력+사설교육기관 졸업인력+정보통신산업으로부터의 전환인력
수급차(the demand supply gap)	-EV1: 시장의 수급차(gap of demand and supply) -S1: 정보보호인력에 대한 총 공급(total ISM) -S2: 정보보호인력에 대한 총 수요(total ISM demand)	-시장의 수급차=정보보호인력의 총 수요-정보보호인력의 총 공급
정보보호인력에 대한 총 수요(total demand for ISM)	-S1: 정보보호인력에 대한 총 수요(total ISM demand) ·I: 신규 수요(increment demand) -EV1: ISM의 최대 포화치(ISM saturation point)	-각 수요처의 수요의 합으로, 예정 고용자수에 기반하며, 이는 산업의 예상 매출액, 연간 연구개발 투자비 등의 비율에 따라 발생한다.

*주: Sn: Stock #, I: Input, O: Outflow, EVn: Extra Variable #

주요 공급원의 역할을 담당하는 대학(원)은 해당 학과(전공) 졸업인력에 대해 시장에서 얼마만큼의 수요가 발생하고 있는 지에 민감하게 반응하여 공급을 결정해야 하기 때문이다.

다음 (그림 2)는 정보보호인력의 수급체계 분석을 위한 모형으로, 스텔라(STELLA) 버전 7.0.2를 이용하여 작성한 것이다. <표 2>는 모형의 영역별 주요 변수 명세를 정리한 것이다.

Ⅳ. 모형의 구현 결과 분석

모델을 구현함에 있어 주요 변수값은 산업 및 인력 관련 통계자료를 활용하여 대입하였으며, 몇몇 계량화가 어렵거나 확보 가능한 통계자료가 없는 변수의 경우 기본값을 주거나 비율값(%)으로 설정하였으며, 정책변수를 포함한 의사결정과 관련된 변수들은 다양한 의사결정들을 실험할 수 있도록 하기 위해 피드백 구조에 포함시키지 않고 외부 변수로 처리하였다. 다음 <표 3>은 주요 저량변수와 외생변수의 수식을 요약한 것이다[10, 18].

이 모형의 주요 정책변수는 '정부정책의 영향도'로 1~0.1까지의 값을 가지며, 최대값 1은 정부가 매우 적극적으로 정보보호인력 양성 정책을 시행하고 있음을 의미하며, 반면 최소값 0.1은 정부가 정보보호인력 양성 정책을 시행함에 있어 매우 소극적으로 임하고 있음을 의미하는 것으로 설정하였다.

현재, 정부는 정보보호인력 시장이 공급 부족으로 인한 심각한 수급불일치에 직면해 있는 것으로 판단하고 있다. 현재 정부가 추진중인 정책을 몇 가지 정리하면 다음과 같다. 첫째, 정보보호인력 공급기

표 3. 모형의 주요 수식

영역(sector)	주요 수식
supply from university	· num_of_doctor(t) = num_of_doctor(t - dt) + (entry_doctor_ + doc_add_entry - gra_num_of_fulltime_doctor - gra_num_of__parttime_doctor) * dt · INIT num_of_doctor = 179 · num_of_master(t) = num_of_master(t - dt) + (entry_master_ + mas_add_entry - entry_doctor_gra_num_of__master) * dt · INIT num_of_master = 300 · num_of_under(t) = num_of_under(t - dt) + (entry - entry_master_ - gra_num_of_under) * dt · INIT num_of_under = 1085
supply from ITM	· total_ISM_from_ITM(t) = total_ISM_from_ITM(t - dt) + (being_ISM) * dt · INIT total_ISM_from_ITM = 8000 · total_ITM(t) = total_ITM(t - dt) + (influx - outflux) * dt · INIT total_ITM = 690000
supply from private school	· student_being_in_private_school(t) = student_being_in_private_school(t - dt) + (enrollment_into_a_course - completion_of_a_course) * dt · INIT student_being_in_private_school = 5742 · capacity_per_a_course = 100 · num_of_private_school =((DELAY(gap_of_demand_and_supply,open_decision_delay))*0.1)* policy_effect_on_private_school_supply
total effect for the ISM demand	· EIS_effect = EISM_demand_pattern · IS_effect = (ISIM_demand_pattern*ratio_ISI)+(ISRD_demand_pattern*ratio_ISRD) · ratio_ISI = ISI_size/(ISI_size+ISRD_size) · ratio_ISRD = 1-ratio_ISI · total_effect = IS_effect+EIS_effect
ISM demand of industry	· ISI_size(t) = ISI_size(t - dt) + (ISI_size_increment) * dt · INIT ISI_size = 3755 · growth_rate_of_ISI_size = GRAPH(TIME) (2001, 0.1), (2002, 0.345), (2003, 0.498), (2004, 0.397), (2005, 0.366), (2006, 0.297), (2007, 0.277)
ISM demand of research	· ISRD_size(t) = ISRD_size(t - dt) + (ISRD_size_increment) * dt · INIT ISRD_size = 266 · growth_rate_of_ISRD_size = GRAPH(TIME) (2001, 0.703), (2002, 0.386), (2003, 0.127), (2004, 0.1), (2005, 0.08), (2006, 0.07), (2007, 0.06)
ISM demand of extra industry	· ISS_size(t) = ISS_size(t - dt) + (ISS_introduction_increment) * dt · INIT ISS_size = 500*0.90 · introduction_rate_of_ISS = GRAPH(TIME) (2003, 0.94), (2004, 0.945), (2005, 0.95), (2006, 0.955), (2007, 0.96)
total supply for ISM	· total_ISM(t) = total_ISM(t - dt) + (increment_supply - decrement_supply) * dt · INIT total_ISM = 8188
total demand supply gap	· gap_of_demand_and_supply = (total_ISM_demand-total_ISM)*0.04
total demand for ISM	· total_ISM_demand(t) = total_ISM_demand(t - dt) + (increment_demand) * dt · INIT total_ISM_demand = 10032 · ISM__saturation_point = total_ITM*ratio_ISIT

반 확충 차원에서 대학 등에서 정보보호교육이 체계적으로 이루어질 수 있도록 정보보호 교육교재와 교육과정을 개발하여 보급할 것과 체계적인 정보보호인력 공급정책을 추진하기 위해 한국정보보호산업협회, 한국정보보호학회 등과 공동으로 정보보호인력수급에 대한 체계적인 통계조사 및 분석을 추진하고 있다. 둘째, 산업체에서 요구하는 적실성 있는 인력양성 추진 차원에서 대학 정보보호연구센터(ITRC)에 대한 지원을 확대하여 우수한 정보보호 전문인력을 양성하는 정책과 산업체 수요에 기반한 교육과정 개발과 인턴쉽 활동을 지원하여 현장교육을 강화하는 등 산학간 인력교류 활성화를 위한 정책을 추진하고 있다. 셋째, 국제 인력교류 활성화를 통한 전문인력양성 추진 차원에서 정보보호업체의 산업인력이 외국의 전문교육과정에 참가할 경우, 우수자를 선정하여 경비 일부를 지원하고 있다[6].

따라서, 현재의 정부정책이 정보보호인력의 공급에 미치는 영향도는 1에 가까운 수준일 것으로 가정할 수 있다. (그림 3)은 정부정책의 영향도가 1로 매우 적극적인 인력양성 정책이 구현된 경우의 결과로서, 시점 t=2009(년)에 이르러서는 공급이 수요를 따라잡는 것으로 나타났다.

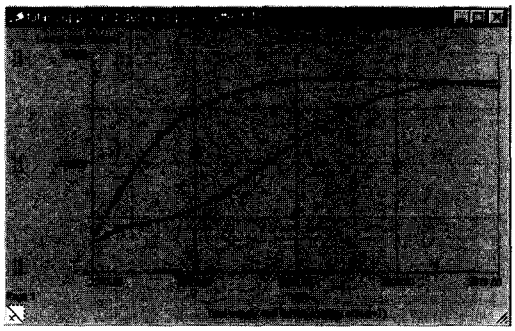

그림 3. 모형 구현 결과

저량(stock)값인 수요곡선과 공급곡선의 특정 시점 t에서의 미분값은 유량(flow)값이 되며, 이는 각각 신규 수요량과 신규 공급량이 된다. 즉, 시점 t=2007(년)에서의 수요곡선의 변화율 즉 신규 수요량이 음(-)으로 돌아서는 행태를 볼 수 있으며, 시점 t=2004.5(년)에서의 공급곡선의 변화율 즉 신규 공급량은 변곡점을 이룬 후 점차 안정화되어가는 행태를 보이고 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 정보보호인력 시장이 공급부족으로 인한 수급 불일치 현상에 직면해 있다는 전제 아래, 정보보호인력의 수급체계 분석을 위한 모형을 작성하였다. 모형을 구현한 결과 정부정책의 영향도가 1로 크게 되는 경우 대략 2009년이 되면 공급이 수요를 따라잡게 되고, 2004.5년이 되면 수요의 변화량은 큰 폭으로 감소하고 공급의 변화량은 서서히 감소해 안정화되는 행태를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

현재, 정부는 정보보호인력의 원활한 공급을 위해 다양한 인력양성 정책을 마련하여 시행하고 있다. 따라서, 정부의 인력양성 정책은 정보보호인력 공급에 지대한 영향을 미치고 있다고 할 수 있으며, 산업의 성장이 아직 성숙되지 못한 정보보호산업의 견인차 역할을 하게 될 정보보호인력은 아직까지는 정부 차원에서의 양성 및 공급 정책에 의해 조절될 수 밖에 없다.

그러나, 이러한 정부의 인력양성 정책대안은 모두 정보보호인력 시장이 심각한 구인란에 허덕이고 있다라는 가정 하에 제안된 것으로 '정보보호인력의 양(quantity)적인 부족'이라는 전제가 깔려 있다. 이 경우, 실제로 정보보호인력이 양적으로 부족한가라는 의문이 남게 되므로, 이에 대한 해답이 우선 제시되어야 한다. 그러나, 현재 정보보호인력은 통계자료 확보 기반이 마련되어 있지 않아 기관마다 다른 기준으로 수급조사를 수행하고 있어, 일관된 자료의 확보가 어렵다. 또한, 2차적인 방법으로 한국표준직업분류를 기준으로 실시되는 경제활동인구조사 결과를 활용하여 정보보호인력을 추정한다고 하더라도, 한국표준직업분류에 나타나는 정보보호인력 관련 직업군이 거의 파악되지 않으므로 한계가 있다. 따라서, 정보보호인력에 대한 수급체계를 분석함에 있어 최우선적으로 고려해야 할 것은 인력에 대한 체계적인 통계자료 확보의 기반을 마련하는 것이라고 할 수 있다[10].

결과적으로, 현재 시점에서는 정보보호인력 시장이 심각한 수급불일치 현상에 직면해 있다라는 전제를 있는 그대로 인력이 부족하다라는 식으로 받아들이기 보다는 전문화된, 고급화된 인력이 부족하다는 의미로 받아들이는 것이 보다 타당하다고 할 수 있다. 있는 그대로, 양(quantity)적인 인력부족 현상만을 크게 부각시키고 지속적으로 공급 규모를

늘려나가게 된다면, 일정 기간이 경과한 시점에서는 공급과잉 현상이 발생할 수도 있다. 질(quality)을 고려하지 않은 인력정책을 시행할 경우, 양적인 문제를 해결하더라도 결국에는 다시 질적인 인력부족 문제로 여전히 인력이 부족한 시장으로 남게 될 수도 있는 것이다.

본 연구에서는 정보보호인력의 양적인 부족문제의 원인이 무엇인지를 도출해보기 위한 목적으로 시스템 다이내믹스 방법론을 이용하여 정보보호인력의 수급체계 분석 모형을 작성하였다. 시스템 다이내믹스 방법론은 분석 대상의 행태를 분석하고, 그러한 행태를 유도하는 주요 변수를 도출하고, 변수를 조절하여 분석 대상의 안정화를 꾀할 수 있는 정책대안을 제안하는 것을 주요 골자로 하는 시뮬레이션 방법론으로 본 연구목적에 가장 잘 부합되는 방법론이라고 할 수 있다.

전통적으로, 인력 관련 연구에서 사용되는 방법론으로는 거시경제모형(BLS) 등을 들 수 있으나, 이러한 방법론들은 장기간에 걸친 시계열 자료가 확보된 이후에야 활용 가능하다는 점에서 정보보호인력의 수급체계를 분석하는 데에는 적절하지 못하다고 할 수 있다.

향후 정보보호인력에 대한 질적인 공급불일치 문제까지도 해결하기 위해서는 정확한 통계자료를 확보하기 위한 기초를 우선 다져야 할 것이며, 이에 기반하여 정보보호인력을 정보보호기술의 각 분야별, 수준별로 분류하여 그 수급체계를 분석해야 할 것이다. 또한, 정보보호산업의 장기적인 성장을 도모하기 위해서는 분야별 우선순위 도출을 통해 발전 가능성이 높고, 육성 가치가 높은 분야를 집중 육성하도록 하는 정책지원 방안에 초점을 맞춘 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 고상원, 김태기, "구조조정기의 과학기술인력 수급전망 및 대응전략", 과학기술정책관리연구소 정책연구 99-11, 1999.

[2] 곽수일, 오상락, 신현린, "한국기술인력수급 시스템의 동적 특성에 관한 연구", 경영논총 제3판 제1권, 1980.

[3] 국가정보원, "국가정보보호백서", 2002.

[4] 권남훈, 김은민, 한균태, "1998 정보통신 인력수급 실태 및 전망연구", 정보통신정책연구원 연구보고 98-30, 1998.

[5] 권남훈, 김종일, 김희수, 오정숙, "정보통신 기술발전에 따른 인력수요 및 직업변화," 정보통신정책연구원 연구보고 99-12, 1999.

[6] 권남훈, 이인찬, 강순희, 김성현, 전병유, 금재호, 김종일, 최강식, 이상오, 오정숙, 김기헌, 정윤형, "정보통신인력의 특성, 수급실태 및 전망", 정보통신정책연구원 연구보고 01-14, 2001a.

[7] 권남훈, 고상원, 김성현, 유선실, 오정숙, 배수진, "정보통신인력의 특성, 수급실태 및 전망(Ⅱ)", 정보통신정책연구원 연구보고 01-44, 2001b.

[8] 김도훈, 문태훈, 김동환, 시스템 다이내믹스, 대영문화사, 2001.

[9] 김지수, "엔지니어링산업의 기술인력 수요전망 및 공급방안에 관한 연구", 과학기술정책관리연구소 정책연구 97-13, 1997.

[10] 김태성, "정보보호인력 수요 예측모형 개발 및 수급전망 조사", 한국정보보호진흥원, 2002.

[11] 김태성, "정보보호인력 양성을 위한 정책 분석 연구", 한국정보통신대학원대학교, 2002.

[12] 박재민, "과학기술인력 수급전망 : 미국 BLS 모형을 중심으로", 과학기술정책연구원, 2002.

[13] 서인석, 김지수, 김동묵, "연구개발인력의 산업별 수요예측에 관한 연구", 한국과학기술원 석사학위논문, 1991.

[14] 송희년, 조준모, 고석준, "과학기술인력 장기수급예측", 과학기술정책연구원, 1996.

[15] 송희준, "정보보호인력 수급 실태 및 전망에 대한 연구", 정보통신학술연구과제 지정조사 00-09, 2001.

[16] 이미숙, 최남희, "정년단축에 따른 교원 수급의 시스템 불균형성 분석", 한국시스템다이나믹스 2001 춘계학회, 2001.

[17] 정보통신부, "중장기 정보보호 기본계획", 2002.

[18] 정보통신정책연구원, "IT 전문인력 양성정책의 평가와 향후 정책방향", 2002.

[19] 한국전자통신연구원, "정보보호산업 시장동향 및 전망", 2001.

[20] 한국전자통신연구원, "정보보호산업의 분류 및 시장 전망", 2001.

[21] 한국정보보호진흥원, "국내·외 정보보호산업 현황 및 전망", 2000.

[22] 한국정보보호진흥원, "정보보호인력 수급 및 활용방안 연구", 1999.

[23] 한국정보보호진흥원, "2001년 국내정보보호산

업실태조사", 2001.
[24] Baker, Joe G., "The Ph.D Labor Market in the Year 2000 Technical Requirements and Public Policy," Technological Forecasting and Social Change, Vol 42, 1992.
[25] Berdek, Roger H. and Jones, Jonathan D., "Economic Growth and Employment Requirements for Scientists and Engineers," Technological Forecasting and Social Change, Vol 38, 1990.
[26] J. W. Forrester, Industrial Dynamics, MIT Press: Cambridge, MA, 1961.
[27] Meadows, D. H., Elements of the System Dynamics Method, Waltham, MA:Pegasus Communications, 1980.
[28] http://www.mic.go.kr/ (정보통신부) 2003.2.6.

김 태 성 (Tae-Sung Kim) 정회원

1991년 2월 : 한국과학기술원 (KAIST) 경영과학 학사
1993년 2월 : 한국과학기술원 (KAIST) 경영과학 석사
1997년 2월 : 한국과학기술원 (KAIST) 산업경영 박사
1997년 2월~2000년 8월 : 한국전자통신연구원 정보통신기술경영연구소 선임연구원
2000년 9월~현재 : 충북대학교 경영정보학과 조교수

<관심분야> 통신경영, 통신정책, 확률모형

전 효 정 (Hyo-Jung Jun)

2001년 2월 : 충북대학교 경영정보학과 학사
2003년 8월 : 충북대학교 경영정보학과 석사
2003년 9월~현재 : 한국전자통신연구원 기획본부 사업기획팀

<관심분야> 통신경영, 상호접속, 시스템 다이내믹스

박 상 현(Sang-Hyun Park)

1996년 2월 : 한국항공대학교 항공경영 학사
1999년 8월 : 충북대학교 경영대학원 석사
2004년 2월 : 충북대학교 경영정보 박사
2003년 6월~2004년 2월 : 솔리데오 시스템즈 선임연구원
2004년 2월~현재 : 한국전자통신연구원 정보통신연구단 유비쿼터스 IT전략연구센터 선임연구원

<관심분야> 유비쿼터스 컴퓨팅, 통신경영 및 정책, 시스템 다이내믹스

장 석 호 (Seok Ho Chang) 정회원

1998년 2월 : 한양대학교 산업공학 학사
2000년 2월 : 한국과학기술원 (KAIST) 산업공학 석사
2003년 2월 : 한국과학기술원 (KAIST) 산업공학 박사
2003년 3월~현재 : Visiting scholar of MIT

<관심분야> 경영과학, 확률모형, 정보통신, 물류시스템