

시스템다이나믹스를 이용한 공간정보산업의 평가예측 Evaluation of Spatial Information Industry Using System Dynamics

최기열¹⁾ · 조원우²⁾ · 김감래³⁾

Choi, Ki Youl · Cho, Won Woo · Kim, Kam Lae

Abstract

With the development of information technology, the demand on digitalized space information is being largely expanded in our society. Especially, the recency securing of material as well as various policy alternatives like expansion on an application scope are being required in the spatial information utilization field, such as efficient use and management of the land, various spatial plans, environment and disaster management, etc. The present research aims to suggest an evaluation model by applying the system dynamics theory for dynamic analysis on utilization of this spatial information.

Keywords : System Dynamics, Spatial Information, Evaluation Model

초 록

국토의 효율적인 관리와 이용을 위해서는 자료의 최신성과 정확성뿐만 아니라, 정보에 대한 정확한 평가와 이에 대한 정보의 예측과 정책대안 등이 이루어져야 한다. 현재의 공간정보산업의 발전과 다양한 활용을 위해서는 공간정보의 발전모델과 평가에 대한 체계적인 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 공간정보에 대하여 시간에 따라 동적으로 이동하는 특성을 가진 시스템 다이나믹스 이론을 적용하여 평가모형을 개발하고 공간정보산업에 대하여 미래예측평가를 실시하였다.

핵심어 : 시스템 다이나믹스, 공간정보, 평가모형

1. 서 론

공간정보의 발전은 정보기술의 발전과 함께 우리사회가 디지털화된 공간정보로 급속도로 변화하고 발전하고 있다. 이에 따라 국토의 효율적인 이용과 관리, 각종 공간계획, 환경 및 재난관리 등의 공간정보 활용분야에서 자료의 최신성 확보는 물론 응용범위에 대한 확대와 같은 다양한 정책적 대안이 요구되고 있다. 공공부분에서는 공간정보산업을 미래의 핵심 성장동력으로 키우기 위하여 정보의 생산·관리·가공·유통·융합 등의 활

발한 연구와 막대한 예산을 투자하고 있으며, 향후 주체별 계획수립과 지속적인 재정확보는 물론 실천 수단에 대한 광범위한 노력이 진행될 것이다.

본 연구에서는 공간정보의 활용과 산업발전 등에 대한 동태적 분석을 위하여 시스템 다이나믹스 이론을 적용하여 평가모형을 개발하는데 그 목적이 있다. 따라서 공간정보의 시간 흐름에 따라 변화하는 변수의 출몰과 증감요인을 결정하기 위한 보조변수 및 상수를 제시하며, 변수들의 상관관계를 형성하기 위한 인과지도를 작성하고자 한다. 또한 공간정보에 대한 과거의 통계자료

1) 국토해양부 국토정보정책관실(E-mail:ckiyoul@korea.kr)

2) 교신저자·정회원·명지대학교 토목환경공학과 박사과정(E-mail:zzonu@nate.com)

3) 정회원·명지대학교 토목환경공학과 교수(E-mail:kam@mju.ac.kr)

를 이용하여 실험을 실시하고 회기분석을 통해 평가방법의 적절성과 시사점을 도출하여 본 연구방법의 신뢰성을 입증하고자 한다.

2. 시스템 다이내믹스 이론

2.1 시스템 다이내믹스 개념

시스템 다이내믹스란 시스템과 다이내믹스의 결합어로서 시스템은 관찰하고자 하는 어떤 대상이나 공간상의 영역, 혹은 어떤 물질의 양이며, 경계에 의하여 다른 사물과 구분되어지는 것이고, 다이내믹스란 시간의 변화에 따라서 대상이 변화하는 것을 의미한다. 이 용어는 1961년 포레스터의 “산업동태론”이라는 책에서 최초로 사용되었다. 여기서 언급한 산업동태론은 산업시스템들의 행태를 연구하는 방식으로서 정책 의사결정의 구조, 시간지연 등이 어떻게 상호 연결되어 시스템 성장과 안정성에 영향을 주는지를 밝히고, 시스템에 동태적인 특성을 부여하는 정보 네트워크의 중요성을 강조하는 학문체계이다.

시스템 다이내믹스 기법은 1970년대에 세계 환경 모델링과 국가 경제 모형의 거시적 연구에 사용되었고, 1980년대에는 기업조직의 동태적 적응과정에서 의사결정을 지원하는 방법론으로 연구되었다. 현재에는 도시의 순환적 성장과정을 모형화한 도시의 동적성장 분석을 비롯하여 산업체의 경영전략, 수요예측, 에너지 및 환경문제, 의사결정 도구 등 모든 산업분야에서 폭넓게 응용되고 있으며 공간정보시스템 구축 사업에 대한 동적 시뮬레이션을 포함한 국토공간정책 개발과 실제적인 공간정보시스템 개발의 효용성 분석 등 다양한 분야의 복잡한 시스템의 해결책에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

2.2 시스템 다이내믹스 특징

시스템 다이내믹스는 사용하는 컴퓨터 언어에 의해서 제한되는 것이 아니고 문제를 접근하는 개념적 방식에 따라 정의되어야 한다. 문제에 대한 시스템적 접근을 통해서 시스템을 구성하는 요소들의 영향관계가 동태적인 시간의 흐름에 따라 변화하는 방식을 관찰하고, 궁극적으로 관찰하고자 하는 시스템 전체에 영향을 주는 변수를 파악하고 이해하는데 유리하다.

시스템 다이내믹스는 구조가 행태를 결정짓는다는 세계관에 기초하고 있다. 여기에서 구조란 피드백 루프를

의미하고, 행태란 동태적 행태유형, 즉 시간의 흐름에 따른 행태유형을 의미한다. 피드백 구조란 변수들간의 인과관계가 상호 연결되어 하나의 폐쇄회로를 형성하는 것을 의미한다. 시스템 다이내믹스에서 피드백 구조 또는 피드백 루프라는 개념은 제어공학이나 조직이론에서와 달리 순환적인 인과관계를 총칭하는 의미로 사용되며 그림 1과 같다.

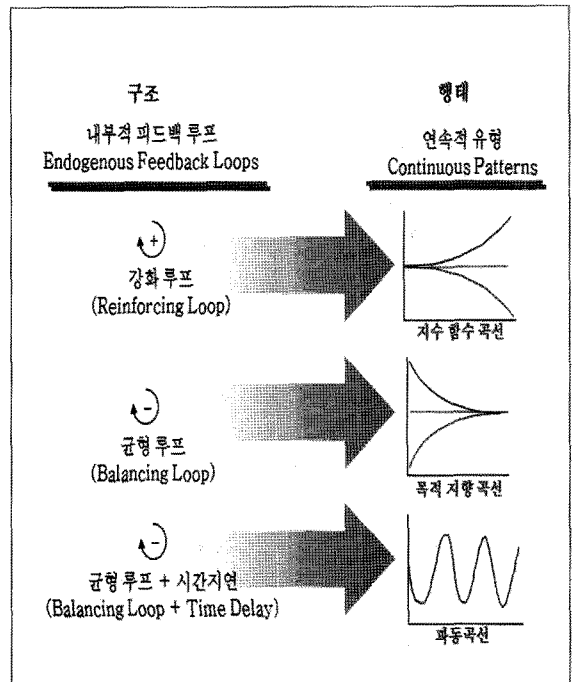


그림 1. 피드백 루프와 행태

시스템 다이내믹스 이론을 정리하면, 적용 방법론에 있어서 해당 학문의 위상은 그림 2와 같이 표현 할 수 있다. 즉, 방법론의 측면에서는 단선적인 인과관계가 아닌 순환적인 인과관계에 기초하고 있다는 점과 정태적인 분석이 아닌 동태적인 분석을 수행할 수 있다는 점에서 기존의 단선적이고 정태적인 연구방법과 큰 차이가 있다고 볼 수 있다. 정책연구와 분석에 대한 접근은 현재까지 통계적 방법 이 가장 많은 주류를 이루고 있으며, 통계적 방법에는 단선적 사고가 갖는 장점도 있으나 취약성이 부각될 경우도 있다(김도현, 2003). 시스템 다이내믹스의 경우 매우 유용한 기능을 제공하고 있으며, 두 방법의 특성 차이는 시스템 다이내믹스가 통계적 방법론에 대하여 경쟁적인 위치에 있기 보다는 상호 보완적인 위치에 있음을 시사한다.

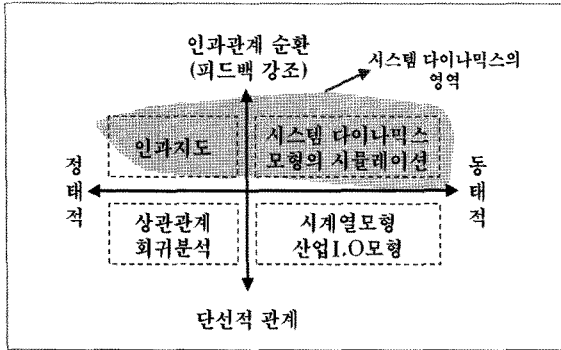


그림 2. 시스템 다이내믹스 방법론의 위상

2.3 인과지도

시스템 다이내믹스 모델링을 수행하는 처음 단계는 시스템과 환경을 구분하는 것이며 시스템의 피드백 구조를 파악하는 일이다. 이 작업은 시스템 다이내믹스 연구의 가장 핵심적인 단계로서 피드백 구조를 파악하고 이를 2차원 평면상에 도해하여 사고를 정리할 수 있는 인과지도를 작성하는 것이다.

인과지도는 세 가지 요소로 구성된다. 화살표를 사용하여 변수와 변수간의 인과관계의 방향을 설정하는 요소와 화살표와 함께 +나 - 부호를 사용하여 인과관계의 방향을 설정하는 요소, 마지막으로 여러 개의 인과관계들이 하나의 폐쇄된 원을 형성할 때의 피드백 루프로 구성할 수 있다. 시스템 다이내믹스에서의 인과관계와 통계학에서의 인과관계는 전혀 다른 개념으로 단순 통계의 집합적인 의미가 아니라 구조적 측면과 구체적인 경험의 차원에서 직접적인 인과관계를 의미한다. 부호를 사용하여 인과관계의 방향을 표시하는 경우의 한 예로

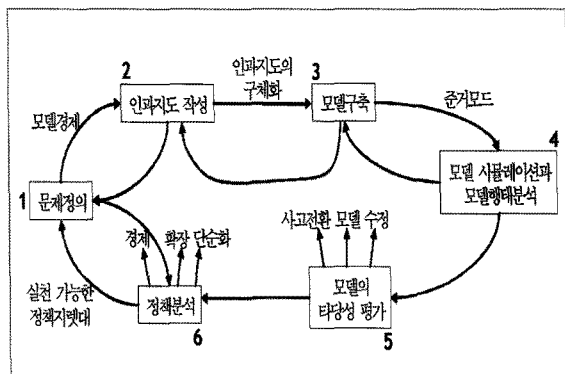


그림 3. 시스템 다이내믹스 수행흐름도

(+)는 두 요인이 같은 방향으로 변화하는 뜻으로 댐에 저장된 담수가 많을수록 시간당 물의 방출량은 증가하는 것을 나타내며, 화살표 방향 표시 부분의 (-)부호는 두 요인이 변화하여 방향이 다르다는 것을 의미한다. 따라서 시간당 물의 방출량은 댐의 저장된 물의 수위를 감소시킨다는 의미와 동일하며, 그림 3과 같이 작성한다.

3. 공간정보평가모형

시스템 다이내믹스 기법을 이용하여 정책 대안을 도출하기 위해서는 두 가지 모델링 방법을 사용할 수 있다. 하나는 전체 우선의 모델링 방법(top-down modeling)이며 다음은 개체 우선의 모델링 방법(bottom-up modeling)이다. 이 두 가지 방법의 가장 큰 차이점은 인과지도와 시스템 다이내믹스 모형 중 어느 것을 먼저 제시하느냐에 의해 달라진다. 본 연구에서는 나무를 보고 숲을 형상화 하는 과정과 유사한 개체 우선의 모델링 방법을 이용하고자 한다. 이 방법은 개별적인 수준변수와 변화율 변수를 제시하여 점차적으로 이를 확대해 나감으로써 시스템 다이내믹스 모형을 완성하고 또한 시스템의 전반적인 인과지도를 제시해 나가는 방식으로 모형의 타당성을 검토하였으며 변화율 변수에 대한 모델링 결과를 도출하였다(최기열, 2009).

시스템 다이내믹스는 문제의 근원이 되는 원인구조를 밝힘으로써 문제에 대한 해결을 찾으려는 시도이므로 시스템에서 나타나고 있는 현재의 상황은 반드시 이전 시스템의 결과가 원인으로 작용한다. 이러한 메커니즘을 이해하고 모형을 효율적으로 구축하기 위해서는 시스템 사고를 갖추어야 한다. 시스템 사고는 시스템을 구성하는 상호 의존적 변수들 간의 관계를 고찰하여 이들 사이의 순환고리를 이해하는 사고체계라고 할 수 있다.

3.1 변화율 변수

변화율 변수는 시스템에 내재되어 있는 유형·무형의 의사결정자를 표현하며, 변화율 변수를 통해서 시스템의 상태인 수준변수가 변화된다. 시스템의 통치성을 결정짓는 것은 변화율 변수라고 할 수 있으며, 시스템 다이내믹스 모델링의 핵심은 변화율 변수의 제시에 있다. 일반적으로 변화율 변수를 결정짓는 방법으로는 1981년 리차드슨이 발표한 여섯 가지 방법이 대표적으로 활용되고 있으며 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1. 변화율 변수 모델링 방법

구 분	변화율 변수
자기 증식에 관한 변화율 변수	수준변수 증가율 × 수준변수
자기 감소에 관한 변화율 변수	$\frac{\text{수준변수}}{\text{생존기간}}$
목표 지향적 변화율 변수	$\frac{(\text{목표수준}-\text{수준변수})}{\text{조절시간}}$
보조변수의 영향을 받는 변화율 변수	수준변수 × 보조변수 or $\frac{\text{수준변수}}{\text{보조변수}}$

3.2 공간정보의 인과지도

공간정보의 인과지도를 작성하기 위해서는 공간정보의 (+) 요인과 (-) 요인에 대한 변수와 함수를 결정해야 한다. 공간정보의 전반적인 (+)요인은 공간정보산업의 발전을 나타내는 성장의 고도화이며 이를 위한 수준변수로 크게 두 가지 변수를 설정하였다. 공간정보산업이 성장할 수 있고 고도화할 수 있는 요인은 표면적으로 고용인력 증가와 매출액의 증가라고 할 수 있다. 두 가지의 기본적인 요인은 산업이 활성화되고 발달하는 기초 요소로 판단하여 수준변수를 설정하였다.

공간정보산업의 수준변수 중 하나는 공간정보산업에 종사하는 고용인력 수로 설정하였다. 고용인력 증가는 산업분야의 발전성과 투자의 증가를 의미함으로 지속적인 발전과 투자를 예측할 수 있기 때문이다. 고용인력 증가뿐만 아니라 고용인력 수에 영향을 주는 감소함수로는 신장비의 증가와 신기술의 발전으로 인한 노동력의 감소다. 예로 기존의 5명으로 구성된 팀에서 작업하는 것을 1인 시스템으로 전환이 가능하듯이 인력의 감소를 유발할 수 있으며, 신기술과 장비의 발전이 다른 어떤 산업보다 빠른 공간정보에서는 특히 고려해야 할 상황이다.

표2는 공간정보산업의 고용인력에 대한 수준변수, 증감함수와 상수 및 변수는 인과지도를 작성하는데 있어 필수적인 설정요소로서 상호 상관관계를 통해 인과지도와 시뮬레이션 모델링을 실시할 수 있다.

그림 4는 공간정보산업의 고용인력 수에 대한 인과지도를 작성한 것으로 고용인력 수의 증가를 증가함수의 변수로 나타내었다. 고용인력 증가율에 따라 증가하는 고용인력과 증가율에 영향을 주는 기존의 인력과 예산 등의 상관관계를 작성한 양의 피드백구조를 나타낸 것이다. 또한 1인당 생산성 증가로 인한 노동력 감소량을 고려하였다. 인

과지도는 고용인력 수라는 하나의 수준변수를 통해 고용인력 증가와 노동력 감소 또는 유지가 산업의 활성화와 성장 동력이 될 수 있는 인력의 증가를 가져온다고 판단한 모형이다. 이외의 다른 중요변수와 상수를 이용하여 공간정보산업의 통계자료의 부족한 부분을 극복하기 위한 유사업무인 등기업무전산화 사업의 고용인력 비율에 따라 인력증가율을 설정하고, 기술개발과 신장비로 인한 노동력 감소율을 설정하여 인과지도를 작성하였다.

표 2. 공간정보산업 고용인력에 대한 변수

수준변수	공간정보산업의 고용인력 수
증가율	기존인력 × 고용인력증가율
감소율	기존인력 × 노동 인력감소율
상 수	기존예산 및 인력
	1인당 부가가치
	생산성증가로 인한 노동력 감소율
보조변수	고용인력증가율
	등기업무 전산화 사업에서의 고용인력 등기업무 전산화 사업에서의 공무원 인력

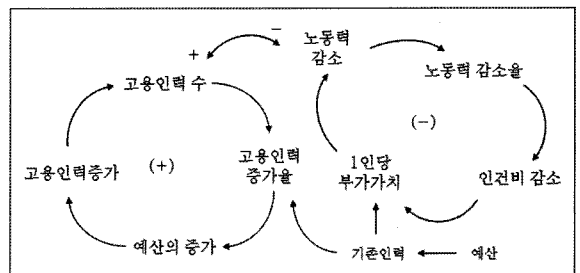


그림 4. 공간정보의 고용인력 인과지도

산업을 평가하기 위한 가장 기본적인 것은 매출액이다. 이것은 하나의 기준이자 평가요소로서 단순한 수치의 흐름만으로도 나타낼 수 있을 정도로 산업사회에서는 중요한 지표가 된다. 본 연구에서는 공간정보산업의 매출액을 가지고 시스템 다이내믹스 모형을 통해 산업이 발전하기 위한 상관관계를 통계자료를 이용해 그림 5와 같이 나타내었다. 공간정보산업의 긍정적인 요인은 매출액의 증가이며, 이러한 증가는 증가율로 나타낼 수 있다. 매출액의 증가율에 영향을 주는 요소는 많은 요소들이 존재하지만, 본 연구에서는 공간정보산업의 새로운 신규사업과 새로운 사업들의 규모와 증가율이 매출액 증가의

가장 큰 요소로 작용할 것으로 판단했으며, 반대로 이러한 신규사업의 규모나 증가율이 낮아지거나 부족할 경우 공간정보산업 전반에 걸쳐 매출에 대한 감소가 증가할 것이다. 매출에 대한 감소는 국가 예산의 재정 및 다양한 산업에서의 투자가 미약할 시 발생할 수 있다.

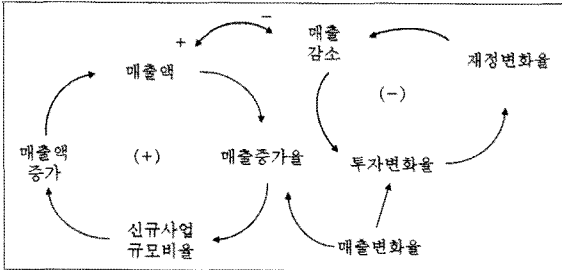


그림 5. 공간정보산업 매출 인과지도

공간정보산업은 성장과 고도화를 분류하여 각각 공간정보 고용인력 수와 공간정보의 산업규모를 수준변수로 결정하여 인과지도를 작성하였다. 두 변수를 통해 각각의 상수와 변수를 가지고 하나의 인과지도를 작성한 것이 그림 6에서의 공간정보산업에 대한 인과지도이다.

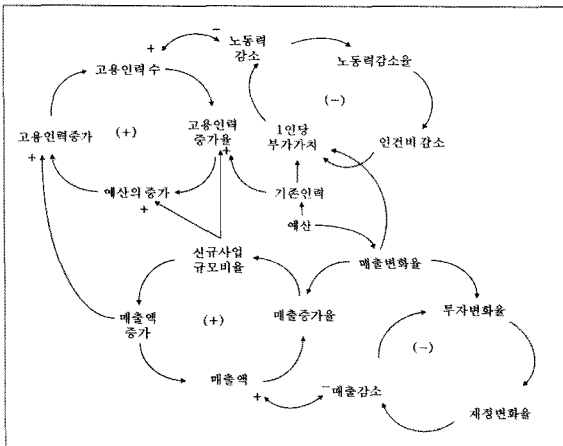


그림 6. 공간정보산업 인과지도

공간정보산업에 대한 인과지도는 성장과 고도화에 따른 산업의 매출액과 고용인력으로 구분하여 작성하였다. 고용인력의 영향과 매출에 영향을 주는 요소는 근본적인 예산과 매출과의 관계이다. 예산과 매출을 바탕으로 새로운 신규사업규모의 비율에 따라 증가하는 예산, 고용인력, 기존인력, 매출증가율·감소율 등으로 각각의 상관관계를 통해 인과지도를 작성하였다. 전반적으로 매출액은 고

용인력에 미치는 영향이 큼을 알 수 있다. 그림 6은 공간정보산업에 대한 인과지도를 나타낸 것이다.

공간정보산업에 대한 인과지도는 공간정보산업 뿐만 아니라 공간정보 전반에 대한 설계도 중 한 부분이라 할 수 있으며 이러한 공간정보의 인과지도를 작성하기 위해서는 공간정보의 전반적인 함수와 변수 및 변화율 등을 고려하여 인과지도를 작성하고 설계 하여야 한다.

본 연구에서는 공간정보를 크게 산업, 서비스, 운영시스템, 유통 등을 고려하여 위와 같은 방안으로 하나의 인과지도를 작성하였다. 그림 7은 공간정보유통서비스에 대한 인과지도로써 각각의 유통과 연관된 서비스지수들을 고려하여 하나의 인과지도로 작성하였다.

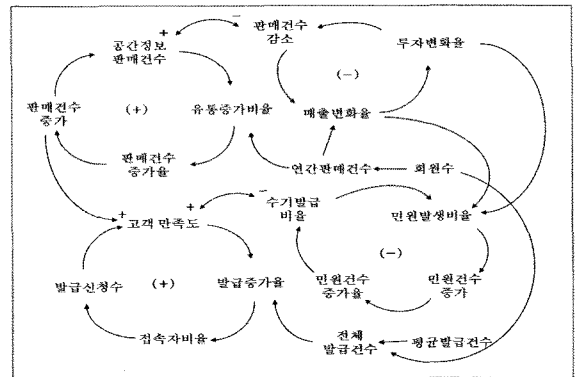


그림 7. 공간정보유통서비스 인과지도

그림 8은 공간정보시스템에 대한 인과지도로써 공간정보시스템을 관리 운영하는 주체인 공무원인력과 사용자 등의 상관관계를 통한 고객만족도와 유지관리비용 및 서비스질적수준 등을 고려하여 하나의 인과지도를 작성하였다.

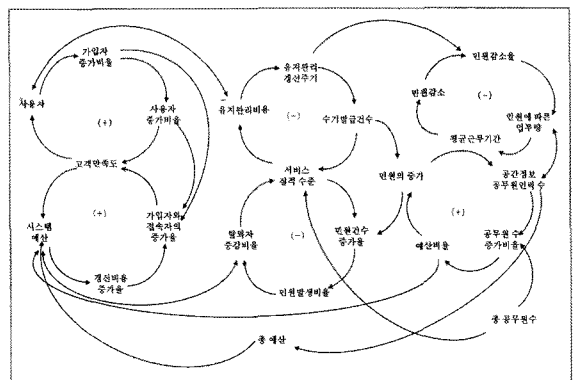


그림 8. 공간정보 시스템 인과지도

본 연구에서 작성된 각각의 인과지도를 다시 하나의 공간정보 틀 안에서 서로의 상관관계를 고려하여 다음 그림 9와 같이 공간정보의 인과지도를 작성하였다.

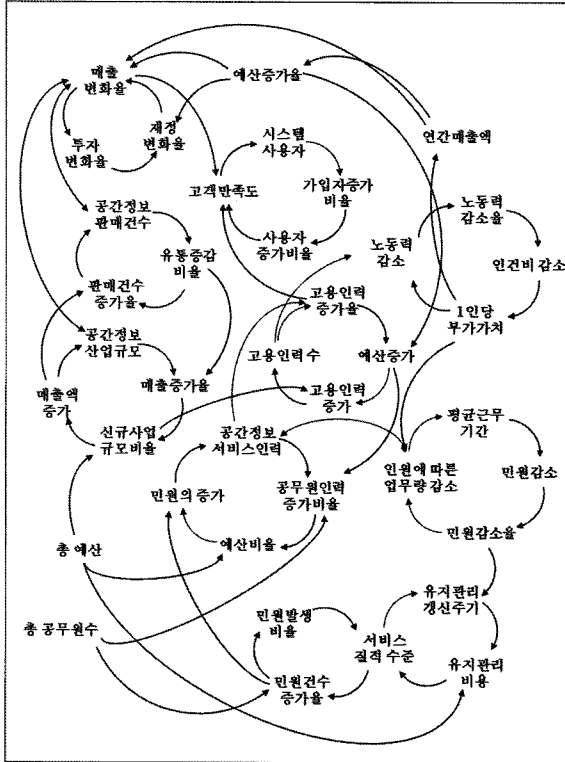


그림 9. 공간정보 인과지도

4. 공간정보산업 모델링

시스템 다이내믹스 이론에 근거하여 하나의 공간정보에 대한 인과지도를 작성하여 공간정보의 각각에 대한 모델링을 실시할 수 있다. 공간정보 평가를 위한 시뮬레이션을 실시하기 위해서 지금까지 작성한 인과지도를 바탕으로 숲에서 나무를 바라보는 방안과 나무에서 숲을 바라보는 방안 중에서 본 연구는 하나하나의 나무를 통해 전반적인 숲을 바라보는 방식으로 모델링을 실시하였다. 각각의 인과지도를 바탕으로 하나의 최종적인 인과지도를 작성하였으며 이를 각각의 모델링을 실시하고 이를 통합하여 최종적으로 공간정보 평가 모형을 제시하였다.

시스템 다이내믹스 모형의 관점은 인과순환 이론의 관점과 상당히 유사하지만, 몇 가지 관점에서 상이한 특

성을 지닌다. 인과지도에서는 수준변수와 변화율 그리고 상수에 대한 구분을 하지만, 시스템 다이내믹스 모델링에서는 각각의 수준변수, 변화율, 상수에 대한 보조변수까지 구분하고 있다.

시뮬레이션 모델링을 통한 미래예측과 평가모형은 공간정보 산업에 대한 매출 모형과 인과지도를 바탕으로 각각의 시뮬레이션 모델링이 가능하도록 설정하였다. 본 연구에서의 모델링은 기존의 정보자료를 기반으로 미래예측을 실시하였다.

4.1 공간정보산업 평가모형 모델링 결과

공간정보의 산업규모에 대한 수준변수는 증가인 경우 예산의 확대편성과 국가의 성장에 수반되는 기본적인 증가율이라고 볼 수 있으며, 기존 인프라에 대한 유지보수 비용 등을 감안 할 경우 극도로 저하되는 양상은 나타나지 않을 것으로 가정하였다. 이에 비해 매출의 감소량 또한 발생할 수 있으며 이는 완성된 국가 과제의 예산 추이가 대표적으로 활용될 수 있다. 그러나 본 연구에서는 과거 일본의 사례가 매우 중요한 점을 들어 그림 10에서와 같이 일본 건설업의 매출에 대한 변화와 측량업체의 매출변화 및 지방자치단체의 예산 변화 등을 골고루 이용하고자 하였다. 이는 우리나라도 비슷한 양상을 보이고 있는 것으로 나타났으며 공간정보의 거시적인 예산 발생분야로 국가적인 사업과 공공측량으로 대변하는 지방자치단체의 각종 업무가 이에 해당한다. 또한 민간차원에서는 일반측량업체의 상위 50개 사에 대한 매출 구조를 분석하는 것이 매우 중요한 가치를 지닌다고 판단했기 때문이다.

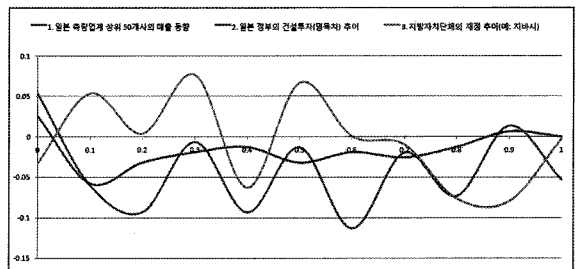


그림 10. 일본 건설업·측량업계·지방자치단체의 매출 및 예산 변화율

본 연구에서는 산업규모 예측을 위해 수준변수인 공간정보의 산업규모를 중심으로 매출액증가와 매출액 감소에 대한 두 개의 증가변화율과 감소변화율로 구성하였다.

표 3은 기존의 공간정보산업에 대한 매출규모를 나타낸 것으로 이를 바탕으로 공간정보산업의 매출에 대한 미래예측에 대한 평가를 실시하였다.

표 3. 공간정보산업 매출규모

년도	매출규모					합계
	GIS	RS	측량	ITS	LBS	
2005	3,391	361	3,819	1,021	329	8,921
2006	5,019	524	5,577	2,114	444	13,678
2007	6,981	663	7,150	2,566	596	17,956

공간정보산업 매출규모는 3개년에 걸친 통계자료의 특징으로 GIS 산업이 지속적인 상승을 이루고 있으나, 분야별로 살펴볼 경우 ITS와 측량의 경우 증가폭이 제한적임을 알 수 있다. 이 두 분야는 새로운 시장의 창출이라는 측면보다는 기반정보에 대한 유지관리 상태가 이미 깊숙이 자리잡고 있는 것으로 나타났다. 또한, 자료의 한계로 인해 장기적인 변화예측이 불가능하므로 유사한 분야의 하나로 정보통신산업에 대한 변화율을 이용하였으며 그림 11과 같다.

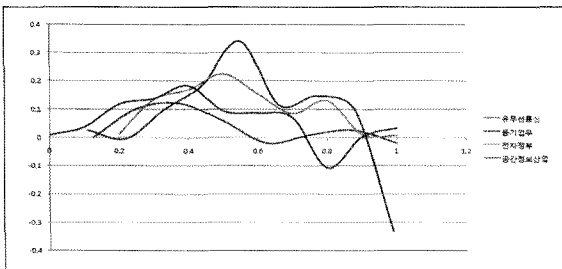


그림 11. 공간정보 매출증가비율

정보통신산업 분야는 정보시스템분야의 공간정보산업과의 연관성과 현재 공간정보시스템의 구축 등을 고려하여 선정하여 유사산업이라 판단하여 변화율에 사용하였다.

그림 12는 공간정보산업에 대한 감소변화율으로써 일본의 사례를 이용하여 감소변화율을 결정하였다. 증감함수의 비율은 산업의 통계자료의 비율에 따라 증가비율과 감소비율을 결정하였으며, 증가비율은 산업의 증후기와 본 연구에서 결정한 증가변수를 고려하여 설정하였다. 감소비율의 경우 사례의 산업이나 자료의 감소율이 급격하게 나타난 시기를 비율로 표현하여 결정하였다.

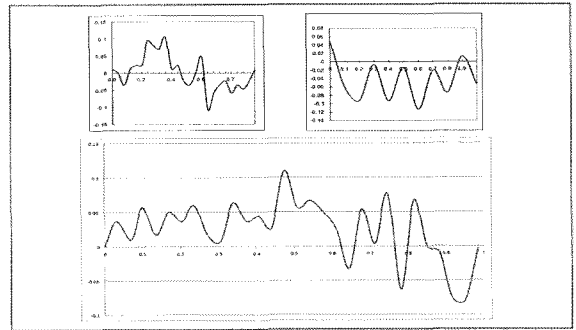


그림 12. 공간정보산업 감소변화율

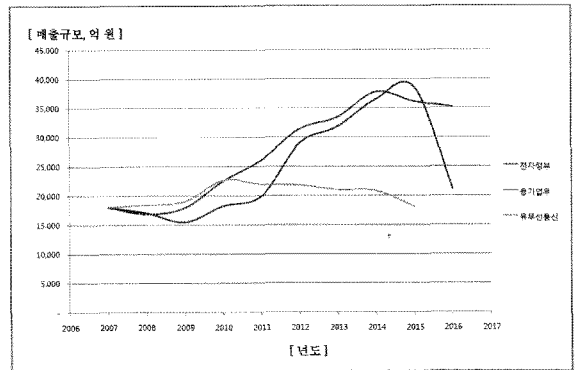


그림 13. 모델링 결과

그림 13은 공간정보산업의 시스템 다이나믹스 시뮬레이션 모델링의 결과로써 상당히 보수적인 형태의 패턴을 나타내는 것으로 나타났다. 일반적으로 도시의 성장곡선이나 산업의 성장곡선이 급속한 성장을 나타내고 상당기간 균형을 유지하는 반면 공간정보의 산업은 S자 패턴을 보이는 것으로 나타났다. 이는 초기에는 성장엔진이 지배하는 형태를 지나다가 후기에는 제약의 요인이 성장을 강하게 억제하는 점을 시사해 준다. 이러한 현상은 음의 피드백뿐만 아니라, 양의 피드백구조에서 종종 나타나는데 이는 음의 피드백 루프가 양의 피드백 루프와 경합하는 것을 의미한다. 또한 이상과 같은 결과를 살펴보면 매출규모에 대한 수치의 진위여부에 관계없이 초기의 성장동력을 어떻게 확보할 것인가가 중요한 이슈로 부각됨을 알 수 있다. 즉, 예측기간이 5년 이내인 경우 상승하기 보다는 감소 또는 일정한 패턴으로 산업의 규모가 유지되는 한편 다음 5년에 어떠한 정책을 마련하는 가에 따라 다양한 변화가 예측된다고 볼 수 있다. 특히, 공공의 투자가 발생하지 않을 경우 지속적인 하락이 발생할 소지가 있으며, 국가적인 차원에서 꾸준한 지원을 한다고 해도 결국은 상당

부분의 시장은 민간에서 해결해야 한다는 전제로 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 이상과 같이 시스템 다이내믹스 이론을 바탕으로 공간정보의 인과지도를 작성하여 공간정보 산업에 대한 시뮬레이션 모델링을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 공간정보 분야에 대하여 시스템다이내믹스 이론을 적용하여 각각의 수준변수와 변화율 변수를 결정하였으며, 이를 기반으로 공간정보산업의 매출에 대한 인과지도를 작성하였다.

둘째, 공간정보의 인력, 산업규모, 유통 및 시스템 등을 고려하여 하나의 공간정보의 인과지도를 작성할 수 있었으며 이를 통하여 공간정보산업의 미래예측 모델링의 결과를 얻을 수 있었다.

셋째, 공간정보의 산업규모에 대한 모델링 결과 단기적으로는 안정적인 균형을 유지하고 있으나 장기적으로는 선형의 성장과 함께 하방 경직성이 매우 크게 나타나는 것으로 나타났으며 이를 국가차원의 지원뿐만 아니라 민간차원의 시장개편을 통해 다양한 산업의 발전이 필요한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 통해 시스템 다이내믹스 이론을 기반으로 작성된 공간정보평가모형은 공간정보에 대한 미래 예측과 전망이 가능할 것이다. 본 연구에서와 같이 통계 자료의 부족뿐만 아니라 기존의 연구자료의 부족으로 수준변수와 변화율 및 함수 등의 결정과 평가모형에 대한 인과지도 작성에 있어 어려움이 있었다. 앞으로 급변하는 시스템 속에서 다양한 정책결정과 투자 및 수요예측에 대한 변수의 개발이 필요하다.

참고문헌

김도현 외 2인 (2003), 상호운용성 기반의 분산 웹지리정보 시스템의 설계 및 구현, 한국전자통신연구원.

국토연구원 (2007), 공간정보 패러다임 변화 : 공간정보기술 트렌드, 국토정책 Brief 제155호.

국토연구원 (2004), 국가GIS 지원연구, 국토종합정보체계 구축 및 추진전략 수립연구.

국토해양부 (2008, 2007), 국가GIS 지원연구-기이 지리정보 추진 로드맵 수립 및 중첩활용성 제고방안.

최기열 (2009), 시스템 다이내믹스를 이용한 공간정보의 평가모형에 관한 연구, 명지대학교 대학원, 박사학위논문

한국전산원 (2005), "한국형 u-City 모형제안"

행정자치부 (2007), "행자부정책백서."

Forrester, J.W. (1996) Industrial Dynamics, Cambridge, Mass : MIT Press

Forrester, J.W. (1996) Principles of Systems. Cambridge MA: Productivity Press

(접수일 2010. 08. 30, 심사일 2010. 10. 14, 심사완료일 2010. 10. 25)