

시스템 다이내믹스 모형을 이용한 부산시 U-City 계획의 정책방향 연구

A Study on Policy Directions of U-City Planning in Busan using System Dynamics Model

김병선* · 신동빈** · 김 걸***

Kim, Byeong Sun · Shin, Dong Bin · Kim, Kirl

요 旨

이 연구의 목적은 도시의 시공간 변화를 분석할 수 있는 시스템 다이내믹스 모형(System Dynamics Model)을 구현하고, SD 모형을 기반으로 부산시 U-City 계획에의 적용가능성을 모색하여 올바른 U-City 계획 수립의 정책방향을 제시하는데 있다. 이를 위해 U-City 이슈와 관련된 다양한 선행연구를 검토하여 이전연구와의 차별성을 도모하였다. 그리고 도시의 시계열적 변화를 모의할 수 있는 SD 모형을 설계 및 구현하여 부산광역시를 대상으로 사례분석을 수행하였다. 마지막으로 U-City 계획측면에서 사례분석을 통해 도출된 문제점을 해소할 수 있는 정책방향을 제시하였다. 결론적인 U-City 계획의 정책방향으로 U-City 기술과 산업을 기반으로 하는 비즈니스 모델의 제시 필요성, 구도시와 신도시를 연계·통합할 수 있는 U-City 모델 구축과 사회 및 인구구조의 변화를 반영한 실효성 있는 U-City 서비스 모델 발굴 등을 들 수 있다.

핵심용어 : 도시의 시공간 변화, 시스템 다이내믹스 모형, U-City, U-City 계획, 부산시

Abstract

The purpose of this study is to construct the System Dynamics Model that can analyze urban spatial and temporal change and suggest the policy directions applicable to U-City Planning in Busan based on the SD model. It reviews previous literatures to elicit U-City issues and performs the case study to simulate urban spatial and temporal changes in Busan. The elicited results are connected into the policy directions of U-City planning. It emphasizes the necessity of business model suggestion based on U-City technology and industry not a tool, the U-City model construction that linkages and integrates the existing cities and new cities, and the excavation of U-City service model reflecting social and demographic changes

Keywords : Urban Spatial and Temporal Changes, System Dynamics Model, U-City, U-City Planning, Busan

1. 서 론

우리나라의 도시개발과 관리는 주로 도시기본계획과 관리계획에 의한 용도지역·지구의 지정, 도시기본시설 계획 및 집행 등을 통한 성장 위주의 정책으로 이루어져 왔다. 그러나 경제발전과 함께 도시민의 삶의 질에 대한 관심이 높아지면서 성장위주의 도시개발에 따른 문제점을 해소하고, 지속가능한 도시 개발 및 관리를 위한 새로운 도시계획 패러다임으로의 전환이 요구

되고 있다. 여기에는 환경 친화적 도시(Ecological City), 에너지 절약형 도시(Compact City), 정보화를 기반으로 하는 유비쿼터스도시(Ubiquitous City, 이하 U-City), 여유로운 도시(Slow City), 살기 좋은 도시 만들기 등의 모델이 있으며, 이러한 도시모델은 인간의 삶의 질을 중심으로 하는 지속가능한 도시 개발을 지향하고 있다(Lee, 2006).

이 가운데 정보화를 기반으로 하는 U-City 계획은 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」에 따라서 실

2012년 10월 11일 접수, 2012년 10월 29일 채택

* 정희원 · 국토연구원 국토정보연구본부 연구원(Member, Korea Research Institute for Human Settlements, bskim@krihs.re.kr)

** 정희원 · 안양대학교 도시정보공학과 부교수(Member, Anyang University, dbshin@anyang.ac.kr)

*** 교신저자 · 정희원 · 국토연구원 국토정보연구본부 연구위원(Corresponding author, Member, Korea Research Institute for Human Settlements, kirlk@krihs.re.kr)

질적으로 수행되는 도시계획이다. 이 계획은 국토종합 계획, 유비쿼터스도시종합계획 등의 상위계획과 지자체의 도시기본계획과 조화를 이룰 수 있는 구체적인 유비쿼터스도시 모습을 제시하는 법정 계획이다. 또한 U-City 도시계획은 첨단 정보통신 인프라와 유비쿼터스 정보서비스를 도구가 아닌 환경으로 도시공간에 융합시킨 지능형 미래도시를 궁극적인 목표로 삼는다(Kim and Jeong, 2005). 따라서, U-City는 언제, 어디서나 통신이 가능한 유비쿼터스 기술과 도로, 건물, 시설물 등의 도시인프라가 상호 융합된 지능화된 시설을 통해 보건, 교육, 교통, 환경 등의 다양한 서비스를 도시민 개개인에게 제공함으로써 직접적으로 도시민의 삶의 질을 개선하는 미래도시라 할 수 있다.

이와 같은 U-City의 장점을 바탕으로 현재 U-City를 계획하려는 움직임이 중앙정부와 지방자치단체를 중심으로 매우 빠르게 확산되고 있다. 그러나 U-City를 계획하고 있는 관련 기관 간에도 U-City에 대한 개념과 이해가 서로 상이하고, 현재 제공되고 있는 U-City 서비스 역시 지역 주민이 체감할 수 없는 서비스라는 비판에 직면하고 있다. 특히, 대부분의 U-City 계획에서 U-City를 미래에 인간이 정주하는 공간이 아닌 단순한 기술 또는 도구로 바라보는 경향이 강하게 나타나고 있다. 따라서 U-City 건설의 첫 단계인 계획 수립 과정에서 서부터 시민들의 적극적인 참여와 호응을 얻지 못하고 있는 실정이다.

U-City 계획과정에서 발생하는 이러한 U-City 이슈를 해소하기 위해서는 우선 U-City를 기술이 아닌 인구, 산업, 토지, 주거 등이 복합적으로 구성된 도시공간적 차원으로 바라봐야 한다. 이를 위해서는 현재의 도시 모습과 중장기적인 미래도시 모습의 변화를 과학적으로 분석하여 문제점을 도출하고, 이것을 해결하기 위한 U-City 서비스기술 등을 발굴하는 연구를 U-City 계획을 통해 제시해야 한다(Lee and Lee, 2007).

이 연구의 목적은 도시의 시공간 변화를 분석할 수 있는 시스템 다이내믹스 모형(System Dynamics Model, 이하 SD 모형)을 구현하고, SD 모형을 기반으로 부산시 U-City 계획의 적용가능성을 모색하여 올바른 U-City 계획수립의 정책방안을 제시하는데 있다. 이를 위해 U-City 이슈와 관련된 다양한 선행 연구를 검토하여 이전 연구와의 차별성을 도모하였다. 그리고 도시의 시계열적 변화를 모의할 수 있는 SD모형을 설계 및 구현한 후 부산광역시를 대상으로 사례분석을 수행하였다. 마지막으로 U-City 계획측면에서 사례분석을 통해 도출된 문제점을 해소할 수 있는 정책 방향을 제시하였다.

2. 선행연구 고찰

2008년 U-City 건설을 위한 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」이 제정된 이후 국내에서는 U-City 계획 및 건설과 관련된 다수의 연구가 진행되어 왔으며, 여러 연구에서 U-City와 관련된 다양한 이슈를 제기했다. U-City 이슈를 종합적으로 검토하고자 선행연구 문헌들을 고찰하였으며, 공통적으로 지적된 이슈들을 크게 조직적인 측면과 제도적인 측면 그리고 기술적인 측면으로 구분하였다.

우선 조직적인 측면의 이슈로는 공공기관 위주의 U-City 서비스 발굴에 따른 수익모델 창출의 어려움(ICT, 2010), 그리고 U-City 사업을 주도하고 있는 행정안전부와 국토해양부 등의 중앙정부와 지자체 간의 일원화 되지 않은 역할 관계에 의한 문제점과 이에 따른 계획 및 정책 수립에 있어서의 어려움 등을 언급하고 있다. 또한 공공기관이 U-City를 추진하는데 있어서 전문 인력 및 예산 확보의 어려움 등이 조직적 측면의 U-City 이슈라 할 수 있다(Jeong, 2008; Han et al., 2007).

다음으로 법제도적 측면의 이슈로는 U-City 구축 및 운영과 관련된 현행 입법의 문제점과 통합운영센터 관리·운영에 필요한 법제도의 미비점과 자가전기통신설비를 이용하는 과정에서 지자체와 통신사업자 간의 이해관계를 폭넓게 수용할 수 있는 법제도 부재 등의 문제가 있다. 또한 폐쇄회로 텔레비전과 미디어보드 등의 지능화된 시설을 설치하고 운영하는데 필요한 관련 법제도의 미비점도 법제도적 측면에서 U-City의 주요 이슈로 지적되고 있다(Lee et al., 2009; Park and Jeong, 2010).

마지막으로 기술적 측면의 U-City 이슈로는 U-City 서비스 표준화와 통합플랫폼의 부재에 따른 기술적 상호호환성의 문제와 이에 따른 지자체 간의 중복투자 발생(Jeong, 2008), U-City 기반시설을 관리할 수 있는 관리 모델의 필요성(Kim and Hong, 2008) 및 현재 U-City 관리·운영 지침에서 제시하는 기반 기술 확보의 필요성(No et al., 2009) 등이 기술적 측면에서 논의되는 U-City 이슈라 할 수 있다.

최근에는 U-City에 대한 기존의 법제도 및 기술적, 조직적 접근 방법의 한계점을 인식하고 도시공간적 측면에서 논한 연구가 점진적으로 진행되고 있다. KRIHS(Korea Research Institute for Human Settlements, 2006)은 U-City 시대의 광역차원, 도시차원의 패러다임 변화를 살펴보고, 국내의 U-City 추진현황 분석을 통해 U-City 구현을 위한 현안과제 및 기본구상과 전

락을 도출한 바 있다.

이와 함께 KRIHS(2011)에서는 U-City 도시-공간계획 차원에서 미래의 생활양식과 도시공간의 변화를 분석하고 이에 맞는 U-City 정책을 제시하였다. 이를 위해 설문조사 방법을 이용하여 도시민의 생활양식 변화를 조사하였고, 이를 바탕으로 공간구조의 변화를 분석한 바 있다. 그 결과로 U-City 시대에는 토지이용과 도시계획시설의 수요가 도심과 비도심에 따라 변화가 있을 것으로 예상하였으며, 이러한 분석을 구체적으로 수행하기 위한 분석모형의 필요성을 강조하였다.

이상의 선행연구를 종합해보면 U-City 이슈를 분석하는 연구의 동향이 법제도, 조직, 기술에서 도시공간적 차원으로 그 범위가 점차 확대되고 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 이 연구와 관련하여 기존의 선행연구는 계획에 필요한 분석모형의 필요성을 강조하였으나 실질적으로 모형을 구현하고 이를 적용하지 않았다는 점을 지적할 수 있다.

3. SD 모형 구현

3.1 SD 모형 개요

SD모형에서 시스템은 구조를 의미하고 다이내믹스는 그 구조의 행태를 의미한다. 즉 SD모형은 분석 대상의 구조와 행태가 상호 어떻게 영향을 미치고 변화를 추구하는가를 밝히는 모형이라 할 수 있다(Kim et al.,

2001).

SD모형을 이용한 대부분의 도시모형은 기본적으로 도시 인구의 성장과 쇠퇴가 어떤 원인에 의하여 진행되는지를 규명하고 인구정체를 완화하기 위한 정책을 탐색하기 위해 개발되었다(Moon, 2011). 대표적인 모형으로는 Forrester(1969)의 도시동태모형이 있으며, 이를 단순하게 변형한 Alfeld의 Urban1 모형 그리고 이를 세분화하여 발전시킨 Urban2 모형 등이 있다(Alfeld and Graham, 1976).

Forrester의 도시모형은 도시를 구성하는 시스템을 산업, 인구, 주택부문과 세금, 도시개발부문으로 구성하고 각 부문의 상호관계가 도시의 인구성장과 쇠퇴를 야기하는 근본 구조로 표현하였다. 반면에 Alfeld의 Urban1 모형은 도시 시스템을 산업, 인구, 주택부문으로 단순화하여 Forrester의 도시모형과 같이 인구의 성장과 쇠퇴의 모습을 모델링 하였다.

Urban1 모형에 이어서 산업과 주택유형을 세분화한 Urban2 모형도 기본적으로 Urban1 모형과 같이 인구 성장과 쇠퇴의 변화를 재현하고 있다. 하지만 모형에 변수가 많아질수록 모형에 필요한 자료 확보가 어려워지고 도시의 특성에 맞게 모형을 확장 및 수정하는데 한계가 있기 때문에 Urban1 모형을 기본 틀로 설정하고 부분적으로 수정하는 접근법을 대다수의 연구에서 채택하고 있다(Moon, 2002; Jeon and Moon, 2003; Koo and Lee, 2009; Moon, 2011; Sanders and

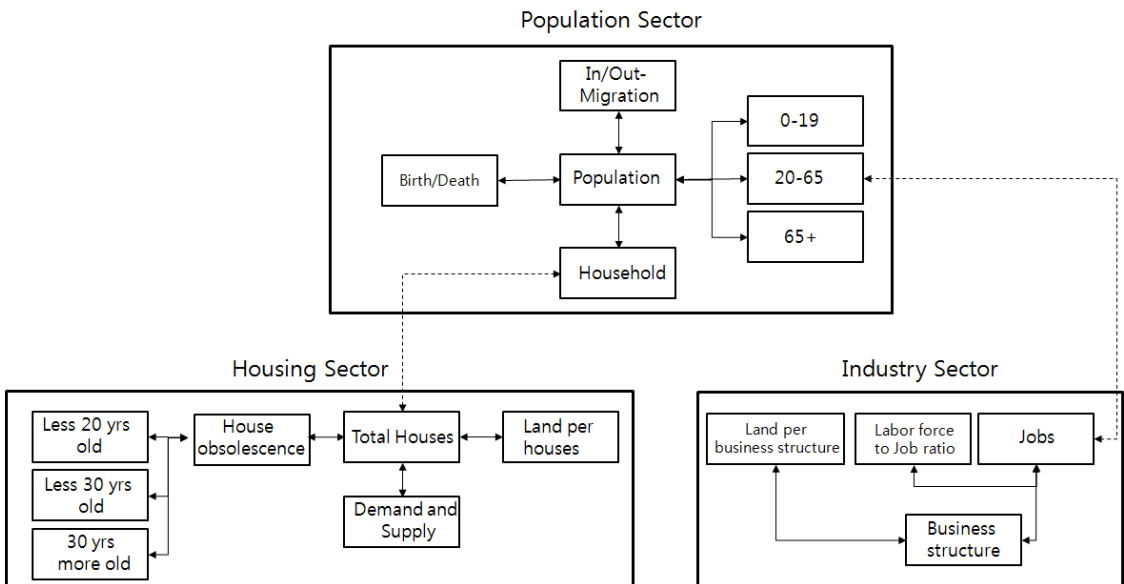


Figure 1. Basic Concept of the Model

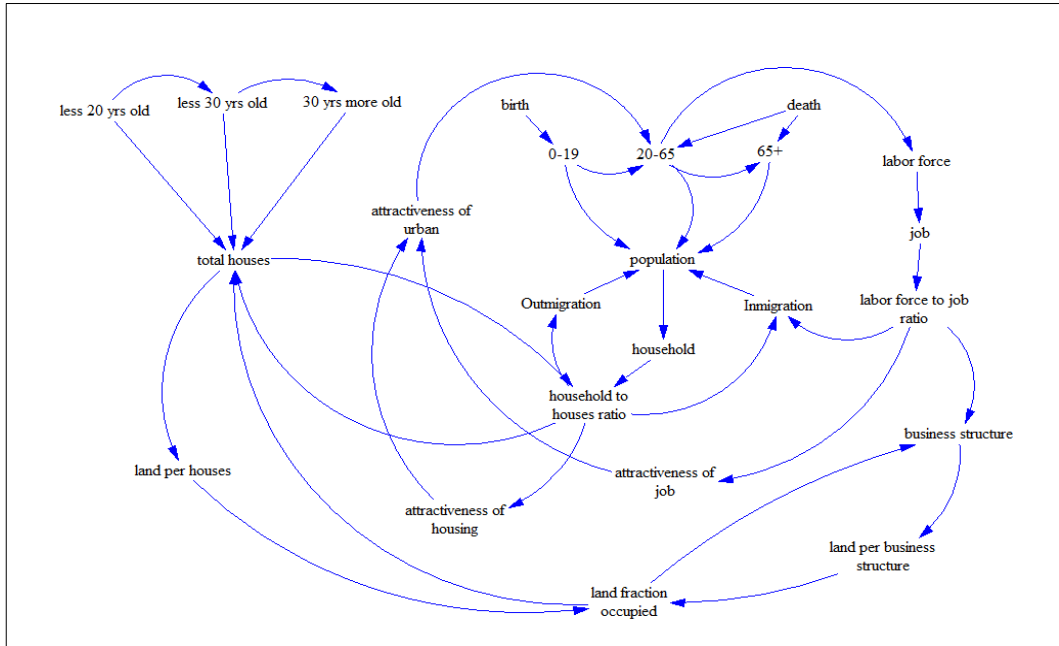


Figure 2. Loop Map between Variables of the Model

Sanders, 2004; Vaudreuil et al., 2011).

이러한 측면에서 이 연구는 도시를 인구, 주택, 산업으로 구분한 Urban1¹⁾ 모형을 기본 틀로 사용하였다. 그리고 Urban1 모형의 주택부분을 주택 노후도에 따라 세분화하였고 인구부분은 연령별로 구체화하여 수정된 형태의 도시모형을 설계 및 구현하였다. 여기서 주택부분은 Moon(2011)이 개발한 주택모형을 참고하였으며, 인구부분은 Hull(2008)의 Sterling Town Model에서 제시하는 인구모형을 참조하였다. 지금까지 논의한 본 연구의 SD모형의 기본 개념을 도식화하면 Figure 1과 같다.

3.2 모형 설계

모형의 기본 개념도를 바탕으로 하여 하위부분 내에서의 변수들 간 인과관계 및 하위부분들 간의 관계를 연계한 인과지도를 작성하면 Figure 2와 같으며, 작성된 인과지도가 컴퓨터에서 시뮬레이션 할 수 있도록 모형을 구축한 결과는 Figure 3과 같다.²⁾ 각 하위부분에서 사용된 변수들 간의 관계를 자세히 기술하면 다음과 같다.

3.2.1 인구

본 모형에서 도시인구의 변화는 자연적 증가인 연평균 출생률과 연평균 사망률에 의한 출생자수와 사망자수로 이루어지며, 사회적 증가는 연평균 전입률과 연평균 전출률에 따른 전입자와 전출자에 의해 결정된다. 인구의 사회적 증가인 전입·전출에 의한 인구의 유출입은 도시 활동의 여러 요인에 의해 영향을 받는다. 고용기회가 풍부하여 구직 가능성이 높은 경우, 양호한 주거환경과 주택구입이 용이한 경우 등은 도시매력도를 높여 인구를 유입시키는 요인으로 작용하게 된다.

반면에 일자리가 부족하여 취업이 어렵거나 주택부족으로 인해 상대적으로 주택가격이 상승하여 양호한 주거환경을 얻을 기회가 적어진다. 또한 인구규모에 따라서 경제활동인구는 내생적으로 결정된다.

3.2.2 산업

인구가 증가하게 되면 노동력은 풍부해진다. 특히 Figure 2에서와 같이 인과지도 상에서 도시의 직업 매력도를 나타내는 변수는 노동-직업비율이다. 이 값이 1

1) Urban1 모형에 사용된 변수와 적용되는 다양한 그래프 함수는 Alfeld and Graham의 Introduction to urban dynamics (Wright-Allen Press, 1976)와 김도훈 등의 시스템 다이내믹스(Daeyoungmoonwhasa, 2001)를 참조하였다.
 2) SD기반의 도시모형을 구축하기 위해 Vensim 6.0을 사용하였다. Vensim은 미국의 Vantana Systems(社)에서 개발한 시스템 다이내믹스 전용 소프트웨어로 다양한 시스템의 하루 구조를 시각적으로 손쉽게 구성하고 시뮬레이션할 수 있다. 또한 홈페이지를 통해서 학습용 프로그램인 Vensim PLE(Personal Learning Edition)을 무료로 제공해 주고 있다(출처: <http://www.vensim.com>).

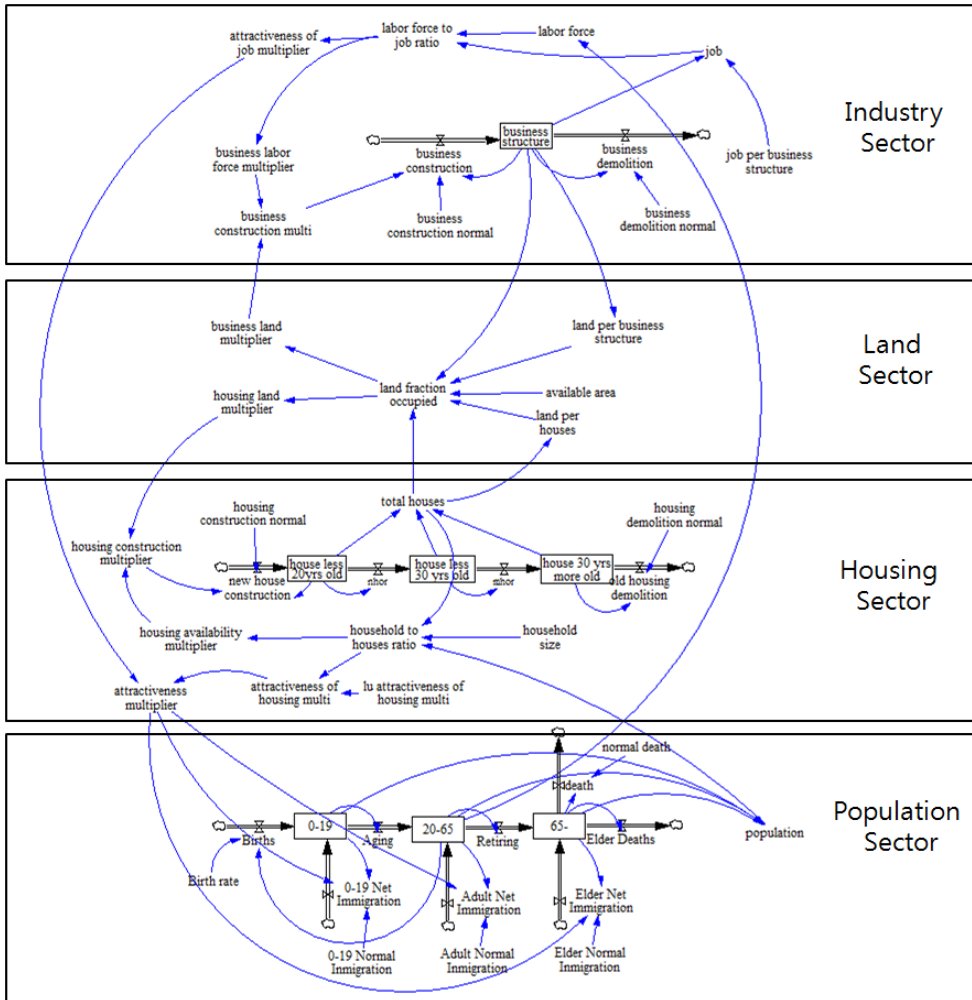


Figure 3. The SD Model Composed of Industry, Land, Housing and Population Sector

보다 작은 경우는 직업의 수가 노동인구보다 많아 고용의 기회가 많다는 것을 의미하며, 이는 구직 측면에서 도시매력도를 높여 경제활동 인구의 유입을 촉진시키는 요인으로 작용한다. 그러나 인구의 급속한 증가는 노동인구 비율을 높이게 되면서 이 값이 1보다 커지게 되면 직업의 수보다 노동인구의 수가 크므로 직장이 모자라는 사태가 발생하게 되고 구직측면에서의 도시매력도를 저하시켜 인구유입을 억제하는 요인으로 작용한다.

반면에 산업체 입장에서 노동-직업비율이 1보다 큰 경우는 직업의 수보다 노동인구가 더 많아지고, 노동력이 풍부하고 임금도 저렴하게 되는 상황이므로 산업체 증설의 호기가 된다. 산업체의 수가 증가되면 더 많은 일자리가 창출되어 인구유입을 촉진하는 상황으로 변하게 된다. 산업체의 성장은 노동-직업비율이 클수록 가

속화되지만, 이 경우 도시 직장 사정의 악화는 도시로의 인구유입을 억제하므로 인구유입과 산업체의 성장은 상호상쇄(trade-off) 관계에 놓여 있다고 볼 수 있다.

3.2.3 주택

도시의 거주인구가 증가할수록 주택수요를 증가시켜 도시의 가용 토지 내 주택이 차지하는 면적 비율을 높게 된다. 주택공급의 원활성은 Figure 2의 인과지도에서 세대-주택비율로 표시되는데, 세대수보다 주택수가 많을 경우에는 주택이 풍부하므로 주택사정이 좋아 주택매력도가 높아지고 이는 도시매력도를 증가시켜 인구유입을 촉진시키는 요인으로 작용한다.

그러나 한정된 도시 토지로 인해 증가하는 세대수의 주택 수요를 충족시키는 지속적인 주택공급이 사실상

불가능해지면서 세대-주택비율은 점차 높아진다. 주택 수보다 이를 필요로 하는 세대수가 많아진다는 것은 주택 부족의 상황과 집값의 상승을 의미하는 것이고, 이는 주택 측면에서의 도시매력도를 저감시켜 도시로의 인구유입을 억제하는 요인으로 작용한다.

3.2.4 토지

도시의 한정된 토지 용량 내에서 지속적인 산업체와 주택건설은 도시 내 토지에서 산업체와 주택의 토지 점유율을 증가시키고, 가용 토지의 면적을 점차 줄이게 된다. 가용 토지 면적의 감소는 기존의 산업체와 주택을 철거하지 않는 한, 결국 주택과 산업체의 추가적인 건설을 제약하는 요인으로 작용한다. 산업체의 토지 점유율이 낮을 때에는 지역의 기반시설이 약하거나 입지 비용이 많이 들어 산업체들의 입지가 억제된다. 반대로 산업체의 토지점유율이 아주 높아 가용 토지가 부족하게 될 때 역시 산업체의 증가가 억제된다.

4. 사례분석 및 시사점

4.1 사례지역 및 모형 데이터 구축

이 연구에서는 부산시를 대상으로 사례분석을 수행

하였다. 부산시를 사례지역으로 선정한 이유는 부산시가 우리나라를 대표하는 동남권의 거점 도시임에도 불구하고 최근 들어 급격하게 인구가 감소하고 있으며, 이와 함께 구도시 주거지역의 노후화 및 산업시설의 감소 등 다양한 도시문제가 발생하고 있기 때문이다. 현재 부산시는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안 가운데 하나로 ‘창조적 소통으로 활력이 넘치는 스마트시티 부산’을 비전으로 U-City 계획을 수립하고 있다(City of Busan, 2012).

사례분석은 2000년을 기준시점(base year)으로 하여 현재의 추세가 계속 유지된다는 가정 하에서 2030년까지의 부산시에 인구, 주택, 산업의 변화를 시뮬레이션 하였다. 모형에 필요한 데이터는 부산시에서 제공하는 통계자료를 활용하였고, 이를 통해 입력 계수를 산정하였다(Table 1).

4.2 사례지역의 행태분석

분석 데이터와 구현 모형을 이용하여 사례지역인 부산시의 행태분석³⁾을 수행한 결과는 Figure 4와 같다. Figure 4에서 보듯이 2000년부터 2010년까지 실측자료와 시뮬레이션을 수행한 결과가 매우 유사하게 나온 것을 확인할 수 있다. 이 가운데 인구 변화는 실측치와

Table 1. Variables and Quotient Values used in the SD Model

Variables		Coefficients	Annotation
population	0-19	1,029,256	Population, 2000
	20-65	2,386,321	
	65+	229,075	
birth rate		0.007977	Avg. annual change rate from 2000 to 2010
death rate		0.005118	
in-movers rate		0.152309	
out-movers rate		0.162439	
the number of business		261,480	the number of business in 2000
business construction rate		-0.00058	Avg. annual business construction rate from 2000 to 2010
job per business		4.22	job per business in 2000
area per business		71,872	(commercial area+industrial area)/total business
housing increase rate		0.017	Avg. annual housing increase rate from 2000 to 2010
housing	less 20 year old	760,000	the number of housing in 2000
	less 30 year old	153,000	
	30 year more old	41,000	
household		1,199,804	the number of household in 2000
area per housing		133,090	residential area/total housing

3) 과거의 경험 자료를 바탕으로 과거와 현재 그리고 미래의 추세를 분석하는 것을 모형의 행태분석(behavior analysis)이라 한다 (Kim et al., 2001).

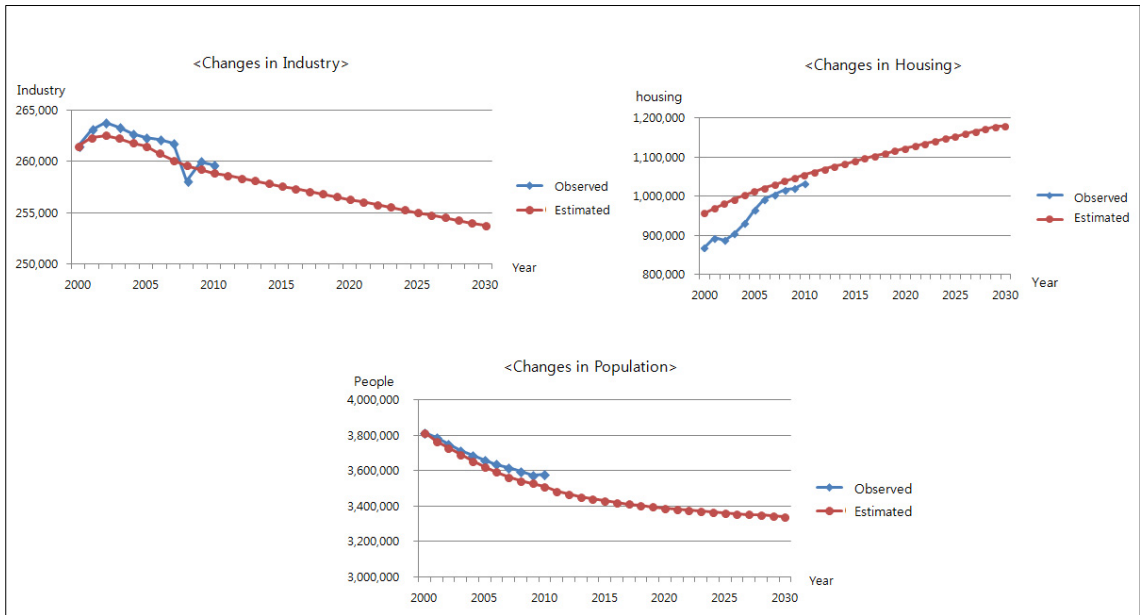


Figure 4. Changes in Population, Industry, and Housing in Busan

거의 유사한 패턴을 보였으며, 산업체와 주택은 2000년 초중반에는 다소 간의 차이를 보였지만 2010년에 도달하면서 변화 행태(증감률)가 시뮬레이션에서 수행한 추정치와 대체로 유사하게 진행되는 모습을 보이고 있으며 방향성도 일관성 있게 나타났다.

시뮬레이션 결과를 바탕으로 현재 추세가 2030년까지 지속될 경우, 부산시의 산업체 및 인구는 계속해서 감소할 것으로 추정되며, 주택은 점진적으로 증가하는 것으로 나타났다. 각각의 결과를 좀 더 구체적으로 살펴보면 Table 2와 같은데, 산업체는 2000년 261,480개에서 2030년에는 253,748개로 약 7,732개의 산업체가 감소하는 것으로 나타났다. 산업체의 수가 크게 감소했음에도 불구하고 경제활동 인구나 일자리의 비율(LFJR) 값은 2.28에서 1.87로 0.41 낮아졌는데, 산업체의 감소

크기에 비해 큰 변화를 보이지는 않았다. 이것은 산업체의 감소와 함께 동시에 직장의 수도 감소하면서 경제활동 인구가 그 만큼 줄어들었다는 것으로 해석할 수 있다.

부산시의 산업체와 경제활동 인구의 감소는 유아 및 청년층과 노년층의 변화를 일으키면서 부산시 전체 인구 구조에 큰 변화를 발생시키는 것으로 나타났는데, 그 결과는 Figure 5와 같다. Figure 5와 같은 인구구조의 변화는 저출산과 의학기술의 발전에 따른 출생률과 사망률의 감소와 같은 요인도 있지만, 이 외에도 산업체의 감소와 맞물려서 20~65세의 경제활동 인구의 유출도 한 요인으로 판단된다. 따라서 현재의 추세에 따라 부산시의 인구가 감소한다면, 2030년에는 고령화 사회로 진입할 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다.

Table 2. The Result of the Case Study

Year	Population	Industry	Housing	HHR	LFJR
2000	3,644,652	261,480	954,000	1.38	2.28
2005	3,622,120	261,475	1,002,823	1.31	2.19
2010	3,509,580	258,877	1,047,278	1.26	2.12
2015	3,447,144	257,585	1,083,810	1.24	2.09
2020	3,268,198	256,300	1,116,453	1.22	1.97
2025	3,140,379	255,021	1,147,509	1.21	1.90
2030	3,012,561	253,748	1,178,339	1.20	1.87

- HHR = Household / House
- LFJR = Labor Force to Job

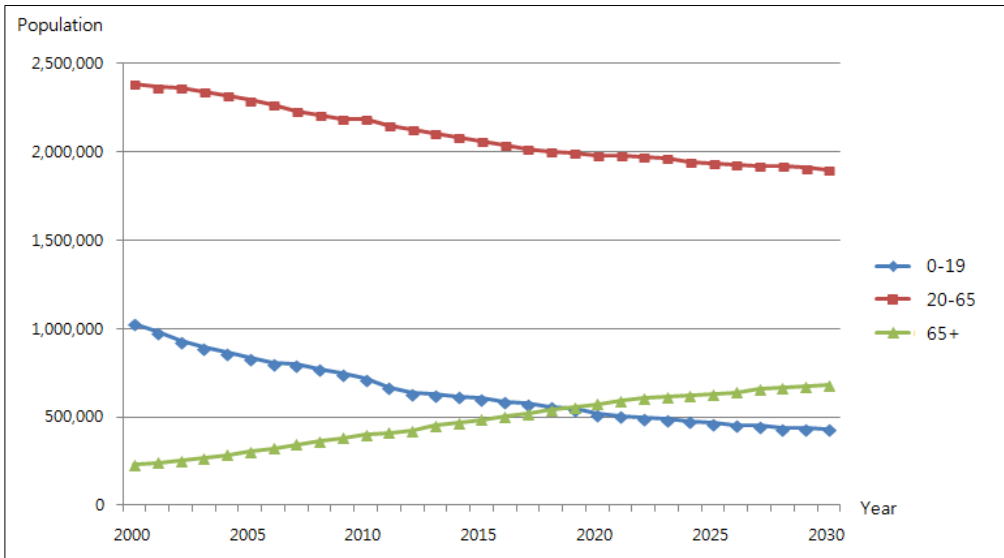


Figure 5. Changes in Population by Age

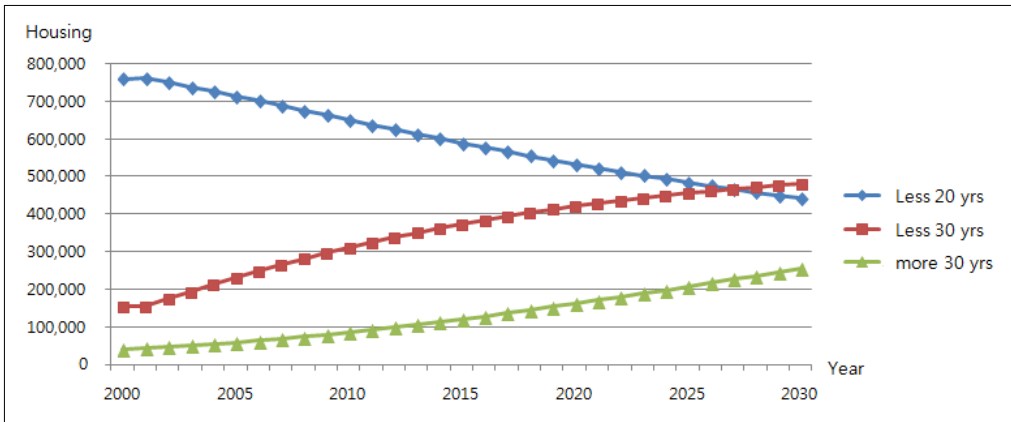


Figure 6. Changes in the number of Housing by Construction Year

사회의 고령화가 심화된다는 것은 기업의 생산성이 떨어지고 경제성장이 둔화되며, 일할 능력이 있고 생산성이 높은 인력은 상대적으로 줄어든다는 것을 의미한다. 또한 경제활동이 수축되면서 의료 연금 등 복지혜택을 받아야 하는 계층이 증가하는 사회로 진입할 것으로 예측된다.

산업체 및 인구의 변화와 함께 주택의 변화 추이를 살펴보면 2000년 주택수는 954,000호에서 2030년에는 1,178,339호로 약 224,339호의 주택이 증가하는 것으로 나타났다. 주택수의 증가와 함께 인구가 지속적으로 감소하면서 세대수와 주택수의 비율(HHR)도 1.38에서 1.20으로 개선되는 것으로 나타났다. 그러나 주택의 변

화를 좀 더 자세히 살펴보면 Figure 6과 같은데, 현 상태로 주택수의 증가가 유지되며 20~30년 그리고 30년 이상의 노후 주택 비율이 20년 미만의 주택수를 초과하는 것으로 나타났다. 이와 같은 주택의 노후화는 사회 구조적 측면에서 중산층의 유입을 차단하고 저소득층의 증가를 유발시킬 수 있으며, 또한 도시민의 주거 만족도와 생활환경에 있어서도 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

4.3 시사점

본 연구에서 구현된 SD모형을 이용하여 부산시를 대상으로 사례분석을 수행 하였으며 이를 통해 2030년까지

지 부산시의 산업, 인구, 주택의 변화를 살펴보았다. 현재의 추세가 2030년까지 지속된다는 가정 하에 시물레이션을 수행한 결과, 부산시의 산업과 인구는 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. 특히, 인구의 경우 산업체의 감소에 따른 경제활동 인구의 유출과 함께 노년층이 지속적으로 증가하면서 고령화 사회로 진입하는 것을 확인할 수 있었다. 이와 함께 주택은 현재 추세에 따라 증가하는 것으로 나타났지만 주택의 노후화가 급속하게 진행되는 것으로 나왔다.

이상의 시물레이션 결과를 비추어 볼 때, 2030년 부산시는 사회적으로 고령화 사회에 진입하고 노후주택 비율이 증가함으로써 주거환경이 급속하게 악화될 것으로 예측된다. 또한 이러한 주거환경의 악화는 중산층의 유출과 저소득층의 유입을 증가시킬 것으로 보인다. 결국 사회의 인구구조, 계층구조 및 물리적 환경에 큰 변화가 있을 것으로 판단된다.

5. 부산시 미래도시 문제해결을 위한 U-City 계획 측면의 정책방향

SD 모형을 이용한 사례분석 결과를 바탕으로 부산시의 U-City 계획 측면에서 산업, 인구, 주택에 대한 정책 방향을 제시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

5.1 U-City기술과 산업을 기반으로 하는 비즈니스 모델 제시 필요

U-City 기술을 이용하여 기존 산업의 부가 가치를 향상시키고 지역에 특화된 U-City 산업을 발굴하여 신규 일자리를 창출할 수 있는 비즈니스 모델을 제시해야 한다. 과거 부산시의 주력 산업인 제조업은 도시성장 억제정책, 국내 제조업 노동자의 인건비 상승 등의 요인으로 도시주변부 혹은 해외로 이전하였으나 현재까지도 이를 대체할 수 있는 주력 산업이 마련되어 있지 않은 실정이다.

이러한 측면에서 U-City 산업은 부산시의 차세대 성장 동력 산업을 육성하는데 매우 적합하다. 특히 기존의 부산시를 대표하는 산업인 관광, 문화, 향만, 물류 등의 산업에 U-City 기술을 융복합하여 다양한 부가 가치를 창출할 필요가 있으며, 동시에 U-City 전문가를 중심으로 U-산업 인큐베이터⁴⁾를 조직하여 부산시의 특화된 U-City 산업을 지속적으로 발굴해야 한다. 즉 U-City를 통해 기존 산업의 활성화와 신규 산업 발굴을 모색할 수 있는 비즈니스 모델을 U-City 계획을 통

해 구체적으로 제시해야 한다.

5.2 구도시와 신도시를 연계·통합 할 수 있는 U-City 모델 구축

신도시와 구도시를 연계·통합 할 수 있는 U-City 모델을 제시해야 한다. 지금까지 대부분의 U-City는 신도시 위주로 진행되어 왔었다. 하지만 부산시의 경우 시물레이션 결과에 비추어 노후주택의 비율이 계속해서 증가할 것으로 예측되기 때문에 신도시 보다는 구도시를 중심으로 U-City를 건설할 필요가 있다. 특히 대부분의 부산시 구도시가 고도가 높은 산지나 급경사 지역에 위치해 있기 때문에 이러한 물리적 한계점을 극복할 수 있는 방안이 마련되어야 할 것이다.

가령, U-City 기반시설을 설치하기 어려운 구도시 지역은 무선 네트워크를 활용하여 신도시에서 제공하는 U-City 서비스를 제공하는 방안도 U-City를 통해 신도시와 구도시 간의 정보의 격차를 줄이는 하나의 전략이 될 수 있다. 이러한 전략을 수립하기 위해서는 구도시 지역의 공간적 특성을 고려하여 U-City를 건설할 수 있는 가이드라인이 U-City 계획 단계에서 반드시 연구되어야 한다.

5.3 사회 및 인구 구조의 변화를 반영한 실효성 있는 U-City 서비스 모델 발굴

인구 구조를 고려한 실효성 있는 U-City 서비스를 발굴해야 한다. 사례분석 결과 부산시 노년층의 인구가 2030년까지 꾸준히 증가하는 것으로 나왔다. 또한 부산시가 U-City를 통해 관련 산업이 활성화되고 경제활동 인구의 유입이 증가한다고 가정했을 때에도, 출산률 및 사망률 감소 등의 이유로 인해 노년층 인구는 지속적으로 증가할 것으로 판단된다. 따라서 노년층의 삶의 질을 개선할 수 있는 다양한 U-City 서비스 콘텐츠를 연구 개발해야 한다.

이 외에도 낮은 출산율, 1인 가구 비중의 증가, 문화·복지 서비스의 중요성 증대 등 향후 예측 가능한 다양한 사회적 이슈를 U-City 개념과 융복합하여 부산시에 적합한 서비스 모델을 U-City 계획을 통해 제시해야 할 것이다.

6. 결론

U-City 계획은 특정 도시의 현재와 다가올 미래의 문제점을 분석하고 개선하기 위한 중요한 지침이다. 하

4) 지역에 특화된 새로운 비즈니스 U-City 모델을 검토·기획하고 필요한 U-City 산업을 구성하고 진행할 수 있도록 지원하는 지원센터를 의미한다.

지만 대부분의 U-City 계획은 U-City를 도시공간이 아닌 하나의 기술 또는 도구로 인식하고 U-City 계획을 수립해 왔으며, 결국 시민의 참여와 호응을 이끌어내는데 한계가 있었다. 이러한 U-City 계획이 갖는 이슈를 해결하기 위해, 이 연구에서는 도시의 시공간 변화를 분석할 수 있는 SD 모형을 구현하고 구현된 모형의 U-City 계획 활용성을 부산시를 대상으로 사례분석을 하였다. 사례분석을 수행한 결과 산업, 인구, 주택에 큰 변화가 있을 것으로 예측되었으며, U-City 계획 측면에서 이러한 변화에 대응할 수 있는 계획 방향을 제시하였다. 구체적으로 살펴보면 U-City기술과 산업을 기반으로 하는 비즈니스 모델 제시가 필요하고, 구도시와 신도시를 통합 연계할 수 있는 U-City 모델 구축, 사회 및 인구 구조의 변화를 반영한 실효성 있는 U-City 서비스 모델 발굴 등이 절실한 상황이다.

이 연구에서는 단순한 시공간 모형을 실험적 수준에서 제시하였다. 하지만 U-City 계획을 수립하기 위해서는 지역의 특성을 충분히 고려한 모형이 계획의 선행 단계에서 지자체별로 반드시 구현될 필요가 있다. 이러한 시공간 모형이 필요한 이유는 U-City 계획도 다른 공간계획처럼 유기체와 같은 도시공간을 대상으로 하고 있기 때문이다. 즉, U-City는 융복합기술과 이를 바탕으로 하는 서비스를 이용하여 도시공간에 생명력을 불어넣는 역할을 해야 한다. 따라서 단편적인 기술 개발보다는 공간과 사람을 중심으로 접근해야하며, 이 연구와 같이 과학적인 모형을 통한 객관적인 자료를 근거로 시민의 관심과 참여를 기반으로 하는 공간계획으로 발전해 나가야 할 것이다.

감사의 글

이 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(07첨단도시A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Alfeld, L. E. and Graham, A. K., 1976, Introduction to urban dynamics, Wright-Allen Press.
2. City of Busan, 2012, The ubiquitous city master plan in the city of busan(draft).
3. Forrester, J. W., 1969, Urban dynamics, Cambridge, The MIT Press.
4. Han, S. E., Kim, G., and Jeong, J. W., 2007, Systemization of u-city service model spread, Proceeding of the Korean Public Administration Society, pp.633-648.
5. Hull, Katrina, 2008, Sterling town model, Montachusett Regional Planning Commission, <http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042408-044706/unrestricted/SterlingTownModel.pdf>.
6. ICT Institute, 2010, U-city service vitalization methods.
7. Jeon, Y. S. and Moon, T. H., 2003, A study on the establishment of development density management model for urban growth management, The Korea Spatial Planning Review, Vol. 38, pp.41-61.
8. Jeong, J. W., 2008, An analysis on implementation status and problem of u-city project, Proceedings of U-City and U-Regional Informatization Comparison, pp.3-19.
9. Kim, D. H., Moon, T. H., and Kim, D. H., 2001, System dynamics, Daeyoungmoonwhasa.
10. Kim, J. M. and Jeong, P. W., 2005, Prospect of future u-city, Series of Ubiquitous Society, NIA, Vol. 8, pp.12-23.
11. Koo, H. S. and Lee, H. Y., 2009, A study on the establishment of energy consumption model caused by urban spatial structure using system dynamics, The Korea Spatial Planning Review, Vol. 61 pp.211-233.
12. Korea Research Institute for Human Settlements, 2006, A study on national strategy for carving out ubiquitous city.
13. Korea Research Institute for Human Settlements, 2011, A study on urban space changes and urban planning directions of u-city era.
14. Lee, B. C. and Lee, Y. J., 2007, U-city business model and u-service, Special Report: u-City, the Korean ICT Association, Vol. 112, pp.72-82.
15. Lee, S. S., 2006, Meaning of changes in urban paradigm, Urban Information, Vol. 295, pp.2-13.
16. Lee, S. W., Choi, S. M., and Koo, J. E., 2009, Debates on legal and system for vitalizing u-city, IT Trend Analysis, ETRI, Vol. 24(2), pp.77-83.
17. Moon, T. H., 2002, Status of methodology and development of system dynamics, The Korean System Dynamics Association, Vol. 3(1), pp.61-77.
18. Moon, T. H., 2011, A study on restoration of housing policy in population declining city, The Korean System Dynamics Association, Vol. 12(2), pp.127-151.
19. No, D. Y., Park, K. H., and Jang, W. S., 2009, A study on application technology and management & operation procedure of u-city infrastructure facilities: based on bridge mangement and operation, Journal

- of the Korean Society for GeoSpatial Information System, Vol. 17(2), pp.77-83.
20. Park, S. G. and Jeong, P. W., 2010, A study on restoration of law enforcement for managing and operating ubiquitous city, Journal of Law School at the Hanyang University, Vol. 29, pp.561-584.
 21. Sanders, P. and Sanders, F., 2004, Spatial urban dynamics and a vision of the future of urban dynamics, The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, 25-29, England: Oxford.
 22. Vaudreuil, M. P., Guerin, D. R., Arnold, M. R., and Timms, B. S., 2011, System dynamics computer simulation modeling to forecast the energy demands for the montachusett region under a variety of simulations and scenarios, The Montachusett Regional Planning Commission, <http://www.mrpc.org/MREnergyPlan/WPIReports.pdf>.